



POLYCOPIE PÉDAGOGIQUE

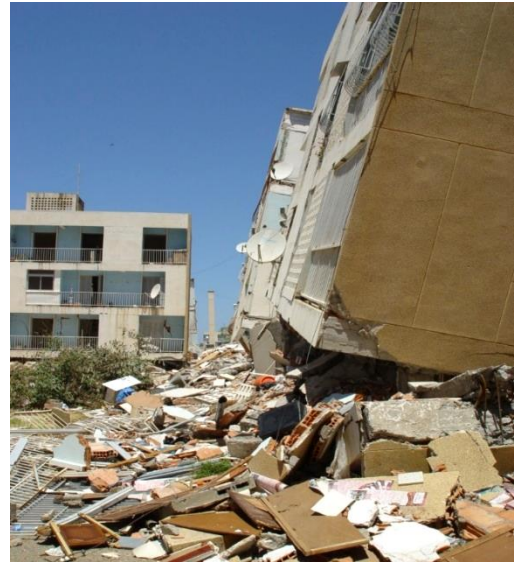
DU COURS DE LA

Matière : Gestion des risques 1

Niveau : Licence III, Semestre (S5)

Filière : Urbanisme

Spécialité : Urbanisme



Elaboré Par L'enseignante :

Dr BENKECHKACHE IMANE

Année Universitaire 2022-2023

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Cours n° 01 : LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS	PRISE
DE CONSCIENCE.....	1
I.1 Introduction	1
I.2 Les risques dans le monde.....	1
I.3 Les risques en Algérie	3
I.4 La science au cœur de la prévention.....	5
I.5 ETUDE CONCEPTUELLE	5
I.5.1. Risque ou catastrophe : quelle différence ?	5
I.5.2. Risque Majeur	6
I.5.3. Triptyque du Risque	7
Cours n° 02 : LES RISQUES URBAINS MAJEURS	8
(Les différents types des risques)	8
I.1 Introduction	8
I.2 Les types des Risques Majeurs.....	8
I.2.1. Risques et catastrophes d'origine naturelle	10
I.2.2. Risques et catastrophes d'origine technique urbain	11
I.2.3. Risques et catastrophes d'origine sociale et politique	16
I.2.4. Risques et catastrophes du vivant (sanitaire).....	17
I.3 Les risques en Algérie	17
Cours n° 03 : LES RISQUES MAJEURS D'ORIGINE NATURELLE	19
(Origine climatique)	19
I.1 Définition sur Le risque naturel majeur.....	19
I.2 Phénomènes atmosphériques (météorologique) rapide : tempêtes, cyclones et les tornades	19
I.2.1. Cyclones, ouragans ou Typhons.....	19
I.3 Phénomènes climatiques lents : sécheresse et désertification	24
I.3.1. La sècheresse	24
I.3.2. La désertification.....	27
Cours n° 04 : RISQUES D'ORIGINE CLIMATIQUES:.....	36
RISQUE INONDATION	36
I.1 Introduction	36
I.2 Définir le risque inondation.....	37
I.3 Type d'inondation	39
I.3.1. Les inondations terrestres	39
I.3.2. Les inondations par submersion marine	40
I.3.3. Les inondations par rupture de barrages ou de digues.....	40
I.4 Les causes du risque d'inondation.....	40
I.4.1. Causes naturelles	40
I.4.2. Causes humaines directes	40
I.4.3. Causes humaines indirectes.....	41
I.5 Dégâts et conséquences des inondations	41
I.6 La prévention des risques d'inondation.....	41
I.6.1. Les travaux de réduction du risque inondation.....	42
3-Les mesures permanentes de protection contre les inondations	42

I.7	Le risque d'Inondation en Algérie.....	44
Cours n° 05 : RISQUES D'ORIGINE CLIMATIQUES:.....		46
CHANGEMENTS CLIMATIQUES		46
I.1	Introduction	46
I.2	Définition du changement climatique	46
I.3	Les causes du changement climatique.....	46
I.3.1.	Causes d'origine naturelle	46
I.3.2.	Causes d'origine anthropiques	48
I.4	L'impact du changement climatique.....	50
I.5	La prévention contre le changement climatique.....	53
I.6	Changement climatique en Algérie	54
Cours n° 06 : LES RISQUES NATURELS : LE TREMBLEMENT DE TERRE (D'origine géologique)		56
I.1	Introduction	56
I.2	Définition du tremblement de terre (Séisme)	56
I.3	Origine des tremblements de terre.....	57
I.3.1.	Globe terrestre	58
I.3.2.	La Tectonique des plaques	59
I.3.3.	Cas du Nord de l'Algérie	61
I.3.4.	Notion de faille	61
I.3.5.	Classification des failles	62
I.4	Intensité d'un séisme.....	62
I.5	L'échelle d'intensité d'un séisme.....	63
I.6	Les effets des tremblements de terre	64
I.7	Les mesures de la prévention au risque Sismique	65
Cours n° 07 : LES RISQUES D'ORIGINE NATURELS : LE MOUVEMENT DE TERRAIN (D'origine géologique).....		67
I.1	Introduction	67
I.2	Définition du Mouvement de Terrain.....	67
I.3	Types de mouvement de terrain	68
I.3.1.	Les mouvements rapides et discontinus	68
I.3.2.	Les mouvements lents et continus.....	70
I.4	Le processus du glissement de terrain	72
I.4.1.	Les types des glissements de terrain.....	72
I.4.2.	La classification du glissement de terrain.....	73
I.4.3.	Les facteurs intervenant dans les processus d'instabilité des terrains	75
I.4.4.	Conséquences sur les personnes et les biens (enjeux).....	75
I.4.5.	Les différents types des fissurations les plus fréquentes:	76
I.4.6.	Les mesures techniques de stabilisation	78
I.4.7.	Le glissement de terrain en Algérie.....	83
Cours n° 08 : LES RISQUES MAJEURS D'ORIGINE TECHNOLOGIQUE.....		85
I.1	Introduction	85
I.2	Définition.....	85
I.3	Les types des risques technologiques	85

I.3.1.	Le risque nucléaire	85
I.3.2.	Le risque industriel	88
I.3.3.	Transports des matières dangereuses TMD	94
Cours n° 09 : LES RISQUES D'ORIGINE ENVIRONNEMENTALE		98
(Le risque de pollution)		98
I.1	Définition de la pollution	98
I.2	Les types de pollution	98
I.2.1.	La pollution de l'air	98
I.2.2.	La pollution du sol	99
I.2.3.	La pollution de l'eau	99
I.3	Les causes de la pollution	100
I.3.1.	La pollution de l'air	100
I.3.2.	La pollution de l'eau	100
I.3.3.	La pollution du sol	100
I.4	Les conséquences de la pollution	101
I.4.1.	Les conséquences de la pollution de l'air	101
I.4.2.	Les conséquences de la pollution de l'eau	101
I.4.3.	Les conséquences de la pollution du sol	101
I.4.4.	Les mesures de la prévention au risque de la pollution	101
CONCLUSION GENERALE		103
BIBLIOGRAPHIE		104

Liste des Figures

Figure 1. Les différents composants du risque.	8
Figure 2. Les exemples des aléas naturels.	9
Figure 3. Les exemples des aléas technologiques.	9
Figure 4. Coupe Verticale d'un cyclone de l'hémisphère Nord.	21
Figure 5. schéma de principe de Tornade.	21
Figure 6. Carte présente le degré de la vulnérabilité du risque dans le monde.	25
Figure 7. Carte de la sensibilité à la désertification (ASAL 2012).	30
Figure 8. Carte du degré de gravité de la sécheresse en Algérie (WRI 2017)	32
Figure 9. Le risque d'inondation.	38
Figure 10. Lit mineur.	38
Figure 11. Lit Majeur.	38
Figure 12. Crue par ruissellement urbain.	40
Figure 13. L'élévation d'un bâtiment sur remblais.	43
Figure 14. Une maison construite sur du remblai (lors d'un débordement de la rivière Saint-Jean).	43
Figure 15. L'élévation d'un bâtiment sur des piliers ou sur des colonnes.	43
Figure 16. Un chalet sur piliers sur le lac Grand lors d'une inondation.	43
Figure 17. Schéma explicatif Variabilité océanique/ changement climatique.	47
Figure 18. Schéma explicatif de processus de l'effet de serre.	48
Figure 19. Schéma explicatif sur les différents facteurs du changement climatique.	50
Figure 20. Carte des principaux impacts du réchauffement climatique.	52
Figure 21. Vulnérabilité au changement climatique et niveau de préparation.	52
Figure 22. Mouvement d'un séisme.	57
Figure 23. Coupes schématiques sur le globe terrestre.	59
Figure 24. La Globe terrestre.	59
Figure 25. Les différentes plaques tectoniques.	60
Figure 26. La tectonique des plaques.	61
Figure 27. Carte sismo-tectonique de l'Algérie du Nord (NEIC).	61
Figure 28. L'échelle d'intensité d'un séisme.	64
Figure 29. Schéma Explicatif des phénomènes : Effondrements des cavités souterraines.	69
Figure 30. Schéma Explicatif des phénomènes : les éboulements, chutes de blocs et de pierres.	69
Figure 31. Schéma qui illustre une coulée de boue.	70
Figure 32. Affaissement lié à une exploitation ancienne.	70
Figure 33. Schéma Explicatif des phénomènes: Tassement à MEXICO.	71
Figure 34. Schéma Explicatif des phénomènes : Retrait –Gonflement.	71
Figure 35. Schéma Explicatif du phénomène : Glissement de terrain.	72
Figure 36. Les types de glissements de terrain.	73
Figure 37. Schémas Solifluxion, Glissement superficiel.	74
Figure 38. Les différentes fissures.	77
Figure 39. Dimensionnement d'un allègement en tête.	78
Figure 40. Dimensionnement d'une butée de pied.	79
Figure 41. Substitution totale des matériaux glissés au droit de la tête sud du tunnel de Marnay.	79
Figure 42. Traitement du glissement de Cameot (d'après Peck et Irland).	80

Figure 43. Risque industriels dans un site classé.....	89
Figure 44. Schéma d'un accident de transport des matières dangereuses.....	95

Liste Des Tableaux

Tableau 1. Catastrophes naturelles à travers le monde pour l'année 2023.....	2
Tableau 2. La catégorisation des événements naturels.....	6
Tableau 3. Propositions des classifications des risques.....	10
Tableau 4. Échelle de Saffir-Simpson.....	20
Tableau 5. Mesures d'intervention contre la sécheresse.....	34
Tableau 6. Sources d'onde sismique.....	58
Tableau 7. La classification de glissement de terrain.....	74
Tableau 8. Les différents types d'effets du risque industriel et leurs conséquences.....	90
Tableau 9. Les différents types d'accidents et ses conséquences.....	91

Liste des Photos

Photo 1. Incendies déclenchés par le séisme de Kobe, Japon, 1995.....	11
Photo 2. Le crash d'un avion de transport de l'armée algérienne 11 avril 2018 selon le bilan officiel causé la mort de 257 personnes.....	12
Photo 3. L'accident de Linate en 2001 Italie (Milan).....	13
Photo 4. Les catastrophes maritimes et fluviales.....	13
Photo 5. Les accidents de mines et carrières en Algérie.....	14
Photo 6. L'effondrement d'une portion de viaduc de l'autoroute A10 à Gênes,.....	15
Photo 7. Effondrement d'un bâtiment au Bangladesh.2013.....	15
Photo 8. L'effondrement d'un bâtiment militaire en 2015.....	16
Photo 9. Les actes terroristes et la violence.....	17
Photo 10. Ouragan à Florence en (2018).....	22
Photo 11. Typhon Mangkhut balaie l'Asie du Sud-Est en 2018.....	22
Photo 12. Les canicules de Sécheresse.....	26
Photo 13. Illustration de l'ensablement des parcours.....	30
Photo 14. les effets du tremblement de terre en Turquie 2023.....	65
Photo 15. Tsunami provoqué par le tremblement de terre du 26 décembre 2004 Thaïlande.....	65
Photo 16. Chute du bloc à Lumbin (Isère) en janvier 2002.....	69
Photo 17. Affaissement de terrain.....	70
Photo 18. Tassement d'un terrain.....	71
Photo 19. Glissement profond dans la région de Peney.....	75
Photo 20. Impact du glissement sur les ponts.....	76
Photo 21. Dégradation physique des voiries.....	76
Photo 22. Impact du glissement sur le système parcellaire.....	76
Photo 23. Drainage de surface.....	81
Photo 24. Tranchées drainantes.....	81
Photo 25. L'Enrochement.....	82
Photo 26. Mur de gabions.....	82
Photo 27. Ouvrage rigide.....	83

Les risques majeurs traités dans cette formation pendant deux semestres 1 seront d'ordre naturel (séisme, inondation, sécheresse des sols, cyclones, avalanche, effondrement de cavité...) et d'origine anthropique (accidents industriels, TMD, rupture de barrage, incendie...).

Unité d'enseignement méthodologique 5:

Matière 1: Gestion des risques 1

Crédits : 04

Coefficient : 02

Les objectifs principaux de la matière « Gestion des risques 1 »

Sont les suivants:

1. Reconnaître les différents risques auxquels sont soumis la ville et ses constructions.
2. L'élaboration d'un projet d'aménagement urbain en tenant en considération son comportement lors de sa mise en œuvre ou bien en cas de catastrophe.

Contenu de la matière :

I. Les Risques Naturels Et Industriels Histoire

Dans Le Monde

En Algérie

II. Définition Des Concepts : Risque, Alea, Enjeux, Vulnérabilités, Gestion Des Risques

III. Les Différents Types Des Risques Urbains Majeurs

III.1. Les Risques Majeurs D'origine Naturelle [Causes Et Conséquences]

A- Les Risques Géo-Climatiques (Inondations, Avalanche, Les Remontées De La Nappe Phréatique...)

B- Les Risques Géomorphologiques (Les Glissements De Terrain, Aléas Sismiques...)

III.2. Les Risques Majeurs D'origine Technologique [Causes Et Conséquences]

A- Le Risque Nucléaire

B- Aléas Industriels

C- Aléas De Transport Des Matières Dangereuses

D- Aléas De Rupture De Barrage

III.3. Les Risques Environnementaux [Causes Et Conséquences]

A- Pollution

INTRODUCTION GENERALE

Les risques urbains majeurs sont une préoccupation mondiale croissante dans un monde de plus en plus urbanisé. Les villes sont confrontées à une multitude de dangers qui menacent la sécurité et le bien-être de leurs habitants, ainsi que le développement économique et social. Ces risques peuvent prendre différentes formes, tels que les catastrophes naturelles, les risques technologiques, les conflits, la criminalité et les pandémies. L'Algérie, en tant que pays à la fois urbanisé et exposé à certains risques spécifiques, ne fait pas exception à cette réalité.

Parlons d'abord des risques urbains majeurs dans le monde en général. L'urbanisation rapide et non planifiée a créé des défis considérables pour de nombreuses villes à travers le globe. Les catastrophes naturelles telles que les tremblements de terre, les ouragans, les inondations et les glissements de terrain peuvent causer des destructions massives et mettre en péril la vie de millions de personnes. Les risques technologiques, tels que les accidents industriels, les explosions ou les fuites toxiques, sont également préoccupants, en particulier dans les zones urbaines densément peuplées où les industries coexistent avec les communautés résidentielles. En ce qui concerne l'Algérie, ce pays d'Afrique du Nord est confronté à divers risques urbains majeurs. L'un des risques les plus significatifs est celui des tremblements de terre. L'Algérie est située dans une zone sismique active et a connu plusieurs séismes dévastateurs par le passé, tels que le tremblement de terre de Boumerdès en 2003, qui a causé des milliers de morts et d'importants dégâts matériels. Cette vulnérabilité sismique nécessite une attention particulière en termes de planification urbaine et de construction résiliente.

En outre, l'Algérie est exposée à des risques naturels tels que les inondations, les glissements de terrain et les sécheresses. Ces événements peuvent avoir un impact significatif sur les infrastructures, les ressources en eau, les moyens de subsistance et la santé des populations urbaines.

Face à ces risques urbains majeurs, il est crucial pour les autorités, les urbanistes et les communautés de mettre en place des mesures de prévention, de préparation et de réponse efficaces. La sensibilisation, la planification urbaine résiliente, la construction de bâtiments adaptés aux risques, ainsi que la coordination des efforts entre les différents acteurs, sont essentiels pour réduire les conséquences néfastes de ces risques et renforcer la résilience des villes en Algérie et dans le monde entier.

Cours n° 01 : LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS PRISE DE CONSCIENCE

I.1 Introduction

Les sociétés humaines sont exposées à des risques de différentes natures, que certains risques sont d'origine naturelle tandis que d'autres sont liés au développement humain. Les pays ne sont pas tous égaux face à ces risques, certains étant plus vulnérables que d'autres en raison de leur niveau de développement et de leurs moyens limités pour faire face aux catastrophes. Ainsi, mettre en place des politiques efficaces de prévention et de gestion des risques est crucial, en particulier dans un contexte d'inégalités entre pays riches et pays pauvres.¹ Et ²

Le nombre et la fréquence des catastrophes, naturelles ou liées à l'activité humaine, augmentent depuis plusieurs décennies, avec des effets qui peuvent mettre en péril des années de développement. Face à cette prise de conscience, une Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles a été lancée par les Nations Unies dans les années 90, promouvant une nouvelle science du danger appelée "cindynique" et visant à renforcer le rôle de la prévention.³

La cindynique est une discipline qui étudie les dangers liés aux risques naturels (incendies de forêt, inondations, avalanches, tremblements de terre), technologiques (nouveaux matériaux ou produits chimiques) ou industriels (installations polluantes ou dangereuses) et cherche à établir des règles pour les prévenir. Le développement technologique a changé la relation de l'homme à la nature, passant d'une attitude passive face aux aléas naturels à une approche proactive qui vise à prévoir et anticiper les événements. La science est au cœur de cette évolution, qui a également vu une augmentation de la complexité de la recherche et du développement de la gestion des risques et des crises.⁴

I.2 Les risques dans le monde

Le monde est confronté à une multitude de risques qui menacent la sécurité et le bien-être des populations. Ces risques peuvent avoir une origine naturelle tels que les séismes, les inondations, les tempêtes et les éruptions volcaniques ou une origine humaine tels que: les guerres, les conflits, les pandémies, les accidents industriels, les actes de terrorisme et les

¹ https://www.assistancescolaire.com/eleve/2nde/geographie/reviser-le-cours/2_geo_08

² <https://www.schoolmouv.fr/enseignants/cours/les-societes-face-aux-risques/fiche-de-cours>

³ Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003 ; L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures.

⁴ <https://www.officiel-prevention.com/dossier/formation/formation-continue-a-la-securite/la-cindynique-science-du-danger-du-risque-et-de-la-prevention>

catastrophes environnementales. Les conséquences de ces événements dangereux peuvent être catastrophiques pour les populations et l'environnement. Afin de minimiser les impacts des risques, il est crucial de mettre en place des mesures préventives et des plans de gestion des crises pour assurer la sécurité et le bien-être des populations. Dans les années 80, la prise de conscience de ces risques a été renforcée par l'augmentation des catastrophes naturelles et des catastrophes industrielles et technologiques, qui ont détruit des territoires et provoqué de nombreuses victimes. Des tableaux présentant les catastrophes naturelles dans le monde en 2001 illustrent l'ampleur de ces risques.⁵

Tableau 1. Catastrophes naturelles à travers le monde pour l'année 2023

Aléa	Nombre évènements	Nombre victimes	Nombre blessés	Coût (millions \$)
Inondations	182	3541	11395	19681
Mvts de terrain	34	234	79	50
Séismes	42	64714	138450	102765
Avalanches	60	179	139	0
Eruptions	7	0	0	0
Incendies	149	273	2330	6425
Cyclones	36	2270	2727	15552
Tempêtes	30	51	2973	657
Orages et foudre	116	249	357	5355
Grêle	31	1	32	1895
Tornades et trombes	63	159	607	40250
Froid & neige	21	323	1567	7480
Canicules	26	1106	43635	0
Sécheresses	6	6	0	3185
Intempéries	34	21700	8094	5045
Tsunamis	1	0	0	0

Source. <https://www.catnat.net/veille-catastrophes-naturelles/catnat-analytics/tableau-de-bord-de-l-annee-en-cours>

Depuis les années 80, le nombre de personnes touchées par des catastrophes naturelles ou humaines a considérablement augmenté, dépassant les deux milliards, tandis que les pertes économiques ont été multipliées par cinq, atteignant 629 milliards de dollars. Trois facteurs exposés aux risques doivent être pris en compte : les populations, les installations industrielles et l'économie en elle-même.

La vulnérabilité des populations dépend de la qualité de leurs constructions et infrastructures. Les installations industrielles situées à proximité des villes amplifient les risques, car elles peuvent dégager des substances toxiques ou inflammables dont les effets peuvent s'étendre sur des milliers de kilomètres. Enfin, l'économie est gravement perturbée par la destruction des

⁵ Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003 ; L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures.

potentiels productifs et des activités commerciales. Ces trois facteurs sont étroitement liés et contribuent à l'intensification des effets des catastrophes.

I.3 Les risques en Algérie

En Algérie, de nombreuses catastrophes naturelles et industrielles ont eu lieu, entraînant la perte de milliers de vies humaines et des dégâts matériels et infrastructurels considérables, estimés à plusieurs milliards de dinars.

En effet, le Nord du pays est vulnérable en raison de la concentration de la population sur un territoire limité, d'une urbanisation du littoral incontrôlée et d'un non-respect des normes de construction. Cette urbanisation anarchique a entraîné une saturation extrême de certaines villes, menaçant l'environnement de diverses manières. La concentration de la population sur la frange côtière la plus vulnérable et les extensions urbaines incontrôlées autour de zones industrielles et pétrochimiques importantes font de l'Algérie un pays à risques. Les aléas naturels peuvent représenter une menace grave pour les zones habitées et être encore plus graves en raison de l'urbanisation incontrôlée.⁶

Le gouvernement algérien a pris la décision cruciale de mettre en place une politique de prévention des catastrophes à la suite du séisme dévastateur de Chlef, survenu le 10 octobre 1980. Cette tragédie a servi de catalyseur, obligeant les autorités à réfléchir sérieusement à la manière de mieux gérer les risques liés aux catastrophes naturelles sur le territoire national.

L'engagement du gouvernement algérien envers la sécurité publique a été manifeste par l'adoption, le 29 mai 1985, d'une initiative révolutionnaire : le "Plan National de Prévention des Catastrophes et d'Organisation des Interventions et Secours." Ce plan, empreint d'ambition, a été élaboré dans le but de réduire de manière significative les risques inhérents aux catastrophes naturelles et d'améliorer considérablement la capacité de réaction face à de telles situations d'urgence.

L'Objectifs du Plan National de Prévention des Catastrophes :

Ce plan audacieux visait à atténuer les menaces liées aux catastrophes, y compris les séismes, les inondations, les glissements de terrain, et d'autres phénomènes similaires. Son objectif ultime était de protéger la vie des citoyens, leurs biens et les infrastructures cruciales du pays.

⁶ Bendjemila, I. 2011. De la prudence à la prévention vers une éthique du risque. Cas de Skikda. Thèse de Magistère. Option : Ville et risques urbains. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. Département d'architecture et d'urbanisme.

-Renforcement de la Préparation et de la Gestion des Catastrophes : Le plan n'était pas limité à la simple prévention, il cherchait également à améliorer la capacité de réponse aux catastrophes. Cela englobait une coordination plus efficace des secours d'urgence, l'amélioration des équipements et des infrastructures pour les interventions d'urgence, ainsi que la formation du personnel pour faire face à de telles situations.

-Pour ancrer légalement et réglementairement la politique de prévention des catastrophes, deux décrets importants, à savoir **les décrets 85-231 et 85-232**, ont été promulgués. Ces décrets ont établi des lignes directrices précises pour la prévention des catastrophes et l'organisation des secours. Ils ont constitué le socle institutionnel sur lequel repose la mise en œuvre du plan.

Le succès de cette initiative dépendait de la coopération étroite entre différents ministères, agences gouvernementales et autorités locales. Les diverses entités gouvernementales ont été encouragées à travailler en synergie pour mettre en œuvre efficacement le plan, mettant en avant la nécessité d'une coordination et d'une collaboration efficaces entre toutes les parties prenantes.

-Au-delà des aspects opérationnels, le plan comprenait également des initiatives de **sensibilisation et d'éducation** visant à **informer** la population sur les mesures à prendre en cas de catastrophe.

L'objectif était de renforcer la conscience publique et de promouvoir une culture de prévention des catastrophes, permettant ainsi aux citoyens de mieux se préparer et de réagir de manière adéquate en cas de besoin.

Cependant, l'urgence de cette politique de prévention s'est encore renforcée avec le terrible séisme de Boumerdès du 21 mai 2003. Face à l'ampleur de la tragédie et à la nécessité pressante de faire face à des risques de plus en plus importants, le président de la République a émis des directives claires au gouvernement. L'objectif principal était de faire de la préparation aux catastrophes une priorité nationale, soulignant ainsi la nécessité impérieuse d'améliorer la manière dont le pays appréhende et répond aux catastrophes.

Le point culminant de cette démarche a été l'adoption de la loi 04-20 le 25 décembre 2004. Cette loi, relative à la prévention et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, a consolidé l'engagement du gouvernement envers la sécurité et la résilience face aux catastrophes. Elle a établi un cadre juridique solide pour la prévention, la gestion et la réponse aux catastrophes, inscrivant ainsi le pays dans une trajectoire durable

visant à protéger ses citoyens et ses infrastructures contre les risques naturels. Cette politique de prévention et de gestion des catastrophes est devenue une pierre angulaire de la politique de développement de l'Algérie.

I.4 La science au cœur de la prévention

Au cours des dernières décennies, l'augmentation des risques, la fréquence et l'intensité des sinistres ont rendu nécessaire la prévention de ces situations et la préparation à y répondre. Ce défi concerne tous les acteurs de la société et comporte de nombreux enjeux. Pour réduire les risques de catastrophe, il est nécessaire de mieux comprendre le risque. La recherche scientifique en constante évolution aide à identifier les éléments constitutifs du risque, tels que l'aléa, la probabilité d'occurrence et les vulnérabilités. Cela est valable pour tous les types de risques, qu'ils soient naturels ou technologiques. À partir de cette connaissance scientifique, des mesures préventives peuvent être développées de manière plus ciblée. De même, pour se préparer à la catastrophe, des systèmes d'alerte performants et efficaces doivent être mis en place. La gestion des risques est de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines où les risques sont une préoccupation importante. Elle est considérée comme une solution méthodique pour faire face aux risques et aux conséquences potentielles qui en découlent. La discipline de la gestion des risques est devenue une discipline reconnue à l'échelle internationale. Les concepts suivants définissent les différents composants de la gestion des risques majeurs pour mieux comprendre le sens donné à certains termes tout au long de cette étude.

I.5 ETUDE CONCEPTUELLE

I.5.1. Risque ou catastrophe : quelle différence ?

-Catastrophe

Est la matérialisation du risque majeur, résultant d'un phénomène intense et ayant des conséquences dramatiques sur les éléments exposés. C'est la manifestation concrète du risque sur un territoire.

-Risque :

Est la projection vers un événement potentiellement dangereux mais non encore réalisé.

Le ministère de l'Écologie et du Développement durable a établi une échelle de gravité des dommages pour classer les événements naturels en six catégories, allant de l'incident à la catastrophe majeure.

Tableau 2. La catégorisation des événements naturels

	Classe	Dommmages humains	Dommmages matériels
0	Incident	Aucun blessé	Moins de 0,3 M€
1	Accident	1 ou plusieurs blessés	Entre 0,3 M€ et 3 M€
2	Accident grave	1 à 9 morts	Entre 3 M€ et 30 M€
3	Accident très grave	10 à 99 morts	Entre 30 M€ et 300 M€
4	Catastrophe	100 à 999 morts	Entre 300 M€ et 3 000 M€
5	Catastrophe majeure	1 000 morts ou plus	3 000 M€ ou plus

Source : Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003

I.5.2. Risque Majeur

Définition :

La définition du dictionnaire :

-Petit Robert : danger éventuel plus ou moins prévisible.

-Petit Larousse : Danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on est exposé.

-Le risque majeur est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société.

« La définition que je donne du risque majeur, c'est la menace sur l'homme et son environnement direct, sur ses installations, la menace dont la gravité est telle que la société se trouve absolument dépassée par l'immensité du désastre ». Haroun Tazieff

L'existence d'un risque majeur est liée :

- D'une part à la présence d'un **événement (aléa)**, qui est la manifestation d'un **phénomène naturel** ou **anthropique** ;
- D'autre part à l'existence d'**enjeux**, qui représentent l'ensemble des personnes et des biens pouvant être affectés par un phénomène.

- Les conséquences d'un risque majeur sur les enjeux se mesurent en termes de **vulnérabilité**.

$$\text{Risque} = \text{Aléa} + \text{Enjeux}$$

Un risque majeur est caractérisé par :

- **Sa fréquence faible ;**
- **Sa gravité** (à travers des nombreuses victimes, dommages importants aux biens, aux activités et à l'environnement).

Il apparait donc clairement que, sans enjeu, il ne peut y avoir de risque ; ce qui revient à dire que, loin des agglomérations, on ne peut parler de risques, d'où la notion de risques majeurs urbains.

I.5.3. Triptyque du Risque

Définir l'Aléa :

*L'aléa est le phénomène destructeur existant qui peut, à tout moment, se manifester quand les conditions de son déclenchement sont réunies.

*En général, l'aléa est décrit par la probabilité d'occurrence et l'intensité du phénomène.

Définir l'Enjeux :

Est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou technologique.

Définir la Vulnérabilité :

*La vulnérabilité est la caractéristique d'un élément suffisamment exposé ou surexposé pour subir les effets destructeurs, néfastes d'un aléa.

*On définit la **Vulnérabilité** par le **degré d'endommagement** pour différents évènements,

*La vulnérabilité est le niveau de conséquence prévisible d'un phénomène naturel ou technologique sur les enjeux.⁷

⁷ Boughazi, K. 2012. Risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger. Thèse de Magistère. Option : Ville et risques urbains. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. Département d'architecture et d'urbanisme.

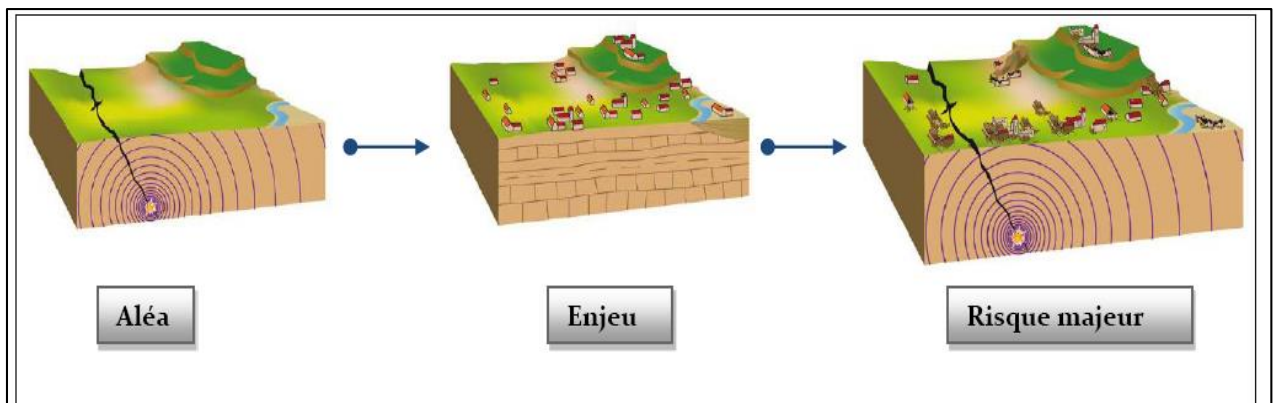


Figure 1. Les différents composants du risque. Source. www.Prim.net

Bibliographie Cours n° I

- GLEYZE J.F ; 2002 : le risque. Institut Géographique national. Laboratoire COGIT.
- Bendjemila, I. 2011. De la prudence à la prévention vers une éthique du risque. Cas de Skikda. Thèse de Magistère. Option : Ville et risques urbains. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. Département d'architecture et d'urbanisme.
- Boughazi, K. 2012. Risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger. Thèse de Magistère. Option : Ville et risques urbains. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. Département d'architecture et d'urbanisme.
- Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003 ; L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures.
- https://www.assistancescolaire.com/eleve/2nde/geographie/reviser-le-cours/2_geo_08
- <https://www.schoolmouv.fr/enseignants/cours/les-societes-face-aux-risques/fiche-de-cours>
- www.Prim.net
- <https://www.officiel-prevention.com/dossier/formation/formation-continue-a-la-securite/la-cindynique-science-du-danger-du-risque-et-de-la-prevention>
- <https://www.catnat.net/veille-catastrophes-naturelles/catnat-analytics/tableau-de-bord-de-l-annee-en-cours>

Cours n° 02 : LES RISQUES URBAINS MAJEURS (Les différents types des risques)

I.1 Introduction

Aujourd'hui, la ville et les risques qui la menacent sont étroitement liés, ces derniers étant en constante augmentation. En plus des risques naturels habituels, les activités humaines constituent désormais une menace pour les milieux urbains. Les risques hérités du passé sont nombreux, notamment la localisation des agglomérations dans des zones exposées tels que les couloirs fluviaux sujets aux inondations, les zones côtières exposées aux ouragans et aux tsunamis, les zones volcaniques, les régions sismiques, etc.

On peut distinguer différents types de risques tels que les risques naturels (inondations, tremblements de terre, etc.), les risques technologiques liés à l'industrie (explosions, émanations toxiques), les risques nucléaires (traités séparément en raison de leur caractère radioactif), les risques sanitaires (chroniques ou épidémiques), les risques alimentaires (parfois liés aux risques sanitaires) et, plus récemment, le terrorisme, qui se situe à la frontière entre les risques civils et militaires.

I.2 Les types des Risques Majeurs

Il existe deux grandes familles de types de risques auxquels un territoire peut être exposé :

Risques naturels : Séisme, Inondations, avalanche, mouvement de terrain, éruption volcanique,...etc.

Risques technologiques dû à l'homme : Risques industriels, nucléaire, TMD (transport des matières dangereuses), rupture de barrage (digue),...etc.

1-Risques naturels

Ce type de risque est provoqué par un phénomène qui est exclusivement causé par la nature, à travers un ou plusieurs aléas naturels. Les origines peuvent être de nature géologique, tels qu'un séisme, un tsunami, une éruption volcanique ou un glissement de terrain, ou bien de nature climatique, tels qu'une inondation, un cyclone, une tempête, une avalanche, ou une sécheresse. Enfin, il peut également être d'origine environnementale, comme la désertification ou la pollution.

Figure : Exemples d'Aléas naturels

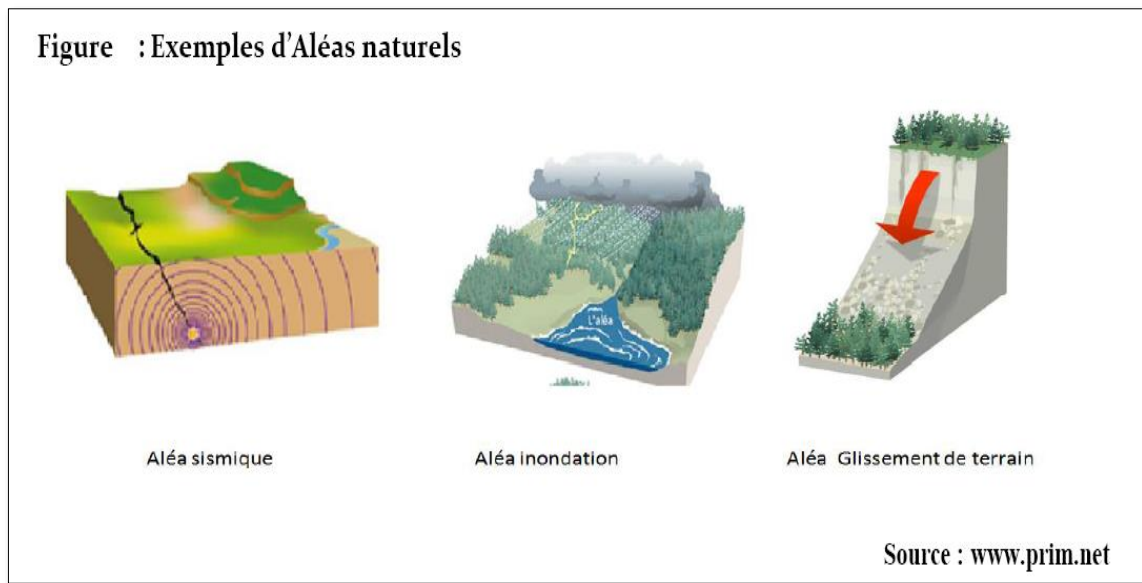


Figure 2. Les exemples des aléas naturels. Source. www.Prim.net

2-les risques technologiques : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaires, rupture de barrage, TMD, ... etc.

Figure : Exemples d'Aléas anthropiques

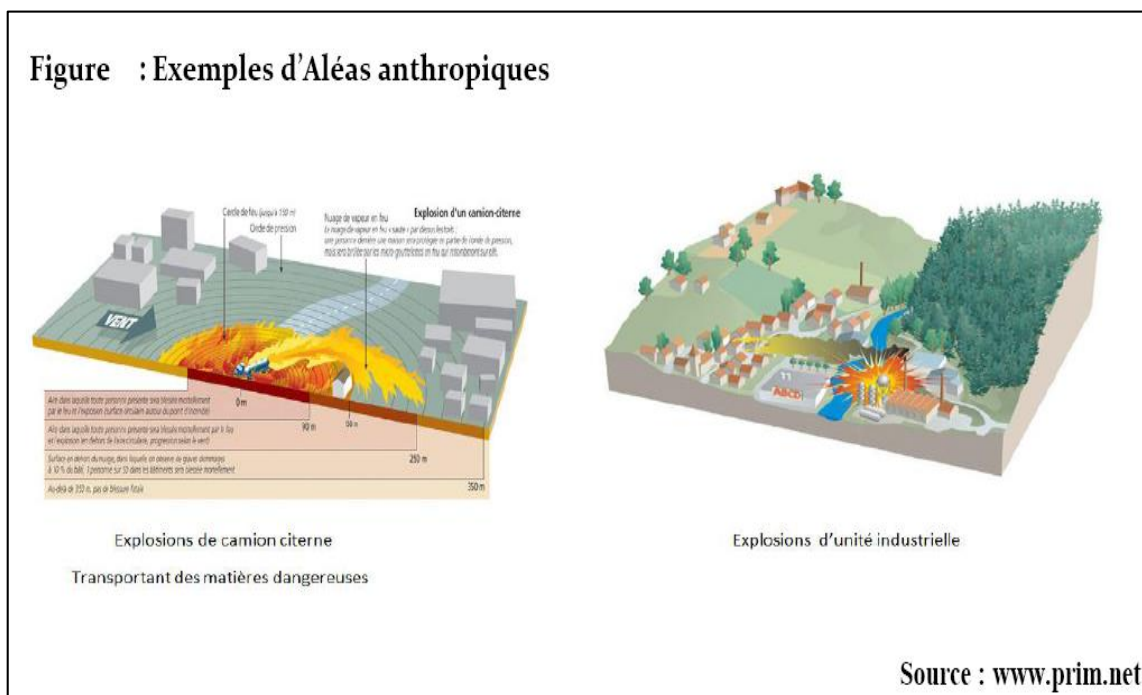


Figure 3. Les exemples des aléas technologiques. Source. www.Prime.net

GLEYZE en 2002⁸ a dressé une liste détaillée des différents risques, recensés à divers niveaux d'intervention et regroupés en 4 catégories qui ne sont pas sans se recouper partiellement

Tableau 3. Propositions des classifications des risques

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 bâtimentaires	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

Source. GLEYZE J.F ; 2002.

I.2.1. Risques et catastrophes d'origine naturelle⁹

Le risque naturel est essentiellement associé à un phénomène naturel aléatoire, qui peut causer des dommages aux populations, aux infrastructures et aux équipements. Dans la plupart des cas, l'homme ne peut pas contrôler l'occurrence ou l'intensité de ces phénomènes. Cependant, l'activité humaine peut augmenter la fréquence et la gravité de ces risques, notamment dans les zones favorables à l'occupation humaine, où ils peuvent également entraîner d'autres risques majeurs, qu'ils soient naturels ou technologiques.

Les risques naturels sont très nombreux et diversifiés, et leur prévision est souvent complexe. De plus, leur danger est souvent amplifié par des effets inattendus. On peut distinguer différents types de risques naturels, tels que les risques rapides et les risques lents, les risques

⁸ GLEYZE J.F ; 2002 : le risque. Institut Géographique national. Laboratoire COGIT

⁹ OZER. P. 2007. Introduction aux risques naturels. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège. https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/22442/3/Microsoft%20PowerPoint%20-%20GRN_RN301_1.pdf

localisés et les risques étendus, les risques spécifiques et les risques généralisés, ainsi que la répétition des risques.

En somme, bien que l'homme ne puisse pas contrôler l'occurrence des risques naturels, il peut prendre des mesures pour prévenir ou réduire leur impact, en comprenant leur nature et en anticipant leurs effets possibles.

Exemples de risques naturels :

Canicule ; Inondation ; Sécheresse ; Feux de forêts ; Tempête ; Tsunami ; Avalanches ; Mouvement de terrain ; Retrait / gonflement des argiles ; Cyclones ; Éruption volcanique ; Séisme ; Ouragan

I.2.2. Risques et catastrophes d'origine technique urbain

Ils englobent les risques suivants : Les grands incendies et les explosions les catastrophes aériennes, Les catastrophes maritimes et fluviales ; Les catastrophes d'origine technologiques ; Les accidents de mines et carrières ; Les effondrements de bâtiments et d'ouvrages d'art.

1-Les grands incendies et les explosions

De nombreuses entreprises sont constamment préoccupées par les risques d'incendie et d'explosion. Ces risques peuvent causer des blessures graves, voire la mort, ainsi que des dommages matériels considérables. Afin de prévenir ces risques, des mesures de prévention spécifiques sont mises en place pour chaque type de risque, avec pour objectif prioritaire d'agir avant que l'accident ne se produise.

Les catastrophes naturelles peuvent également être indirectement responsables de grands incendies. Par exemple, lors du tremblement de terre de Kobe en 1995, la plupart des victimes n'ont pas été touchées par le séisme lui-même, mais ont été brûlées ou asphyxiées par les incendies déclenchés après la rupture des canalisations de gaz.



Photo 1. Incendies déclenchés par le séisme de Kobe, Japon, 1995. **Source.**

<https://www.sudouest.fr/archives/portfolios/en-images-il-y-a-25-ans-un-effroyable-seisme-s-est-abattu-sur-la-ville-de-kobe-au-japon-2081853.php>

2-Les catastrophes aériennes,

Les catastrophes aériennes sont des événements tragiques qui surviennent lorsqu'un avion subit un accident en vol ou lors de sa phase de décollage ou d'atterrissage. Ces accidents peuvent être causés par de nombreux facteurs tels que des défaillances techniques, des erreurs humaines, des conditions météorologiques défavorables, des actes de terrorisme ou encore des collisions avec des objets en vol.

Les conséquences de ces catastrophes peuvent être dramatiques, avec la perte de vies humaines, des blessures graves, ainsi que des pertes matérielles importantes. Les enquêtes sur les accidents aériens sont menées pour déterminer les causes de l'accident et pour améliorer la sécurité aérienne en évitant que de tels accidents ne se reproduisent à l'avenir.

Elles ont tué approximativement 6500 personnes en 120 accidents au cours des dernières années. Près de 20% des catastrophes aériennes sont provoquées par les très mauvaises conditions climatiques (brouillard, tempête de sable, tempête de neige, pluies très abondantes, etc.).



Photo 2. Le crash d'un avion de transport de l'armée algérienne 11 avril 2018 selon le bilan officiel causé la mort de 257 personnes.

Source. <https://www.leparisien.fr/faits-divers/algerie-un-avion-militaire-s-ecrase-pres-d-alger-avec-plus-de-100-personnes-a-bord-11-04-2018-7658019.php>

Il s'agit de la pire catastrophe aérienne en Algérie, mais aussi de la quatrième plus meurtrière dans le monde sur ces 20 dernières années.

L'accident de Linate, qui fit 118 victimes, est le plus grave accident aérien jamais survenu en Italie (Milan).

Ce fut la plus grave collision au sol entre deux avions de l'histoire de l'aviation, Le 8 octobre 2001 à 8 h 10. La cause de cet accident était l'épais brouillard.



Photo 3. L'accident de Linate en 2001 Italie (Milan).

Source. <https://www.aviation-accidents.net/tag/linate/>

3- les catastrophes maritimes et fluviales

Ils peuvent être causés par des facteurs tels que des défaillances techniques, des erreurs humaines, des conditions météorologiques défavorables, des collisions avec d'autres navires ou des obstacles sous-marins, des actes de piraterie ou des explosions à bord. Ces événements peuvent avoir des conséquences dramatiques, avec la perte de vies humaines, des blessures graves et des pertes matérielles importantes.

Exemples: Le *Titanic*, au large du Canada, en 1912 : 1 550 décès

Le *Dona Paz*, aux Philippines, en 1987 : 1 576 décès

L'Estonia, en mer Baltique, 1994 : 852 décès

Le *Joola*, au large de la Gambie, en 2002 : 1 864 décès

L'Al-Salaam Boccaccio, en mer Rouge, en 2006 : 1 028 décès



Photo 4. Les catastrophes maritimes et fluviales

Source. <https://www.letelegramme.fr/monde/transport-maritime-12-000-morts-en-dix-ans-04-02-2019-12201142.php>

4-Les accidents de mines et carrières (2300 victimes) sont essentiellement techniques.

Les accidents de mines et carrières sont des événements tragiques qui se produisent lorsqu'un incident survient dans les sites miniers ou les carrières. Ces accidents peuvent être causés par

divers facteurs tels que des explosions, des effondrements, des inondations, des glissements de terrain, des incendies ou des émanations de gaz toxiques.

Les conséquences de ces accidents peuvent être très graves, avec des pertes humaines importantes, des blessures graves et des dégâts matériels considérables. Les enquêtes sur les accidents de mines et carrières sont menées pour déterminer les causes de l'accident et pour améliorer la sécurité des travailleurs dans ces environnements dangereux.

En Algérie 87 personnes ont trouvé la mort dans les carrières et les mines entre 2010 et 2016, alors que le nombre des accidents et incidents a été de 2.635 cas sur la même période, auprès d'un responsable de l'Agence nationale des activités minières (ANAM).



Photo 5. Les accidents de mines et carrières en Algérie.

Source. <https://www.aps.dz/societe/58844-mines-et-carrieres-87-deces-enregistres-de-2010-a-2016>
5-Les effondrements de bâtiments et d'ouvrages d'art

(900 victimes) sont, eux, totalement techniques

Les effondrements de bâtiments et d'ouvrages d'art sont des catastrophes qui peuvent causer de graves dommages humains et matériels. Ces accidents peuvent être causés par des défauts de conception, des erreurs de construction, des matériaux de mauvaise qualité, des conditions environnementales défavorables ou des défaillances structurelles.

Les effondrements de bâtiments peuvent avoir des conséquences catastrophiques, avec la perte de vies humaines, des blessures graves, ainsi que des pertes matérielles importantes. Les enquêtes sur les accidents sont menées pour déterminer les causes de l'accident et pour améliorer la sécurité en évitant que de tels accidents ne se reproduisent à l'avenir.

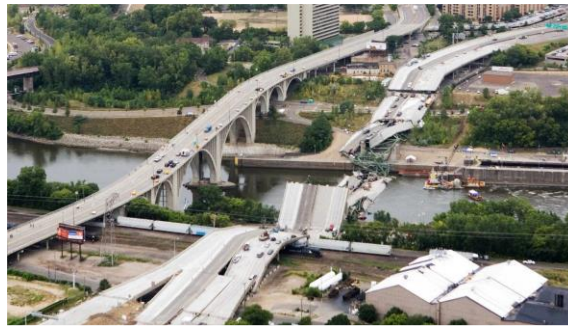


Photo 6. L'effondrement d'une portion de viaduc de l'autoroute A10 à Gênes, dans le nord de l'Italie en 2001. **Source.** https://www.bfmtv.com/international/les-effondrements-de-ponts-les-plus-meurtriers-ou-spectaculaires-de-l-histoire-contemporaine_AV-201808150042.html



Photo 7. Effondrement d'un bâtiment au Bangladesh.2013

Source. <https://www.tdg.ch/l-enquete-accuse-le-propretaire-de-l-immeuble-327209652491>

Le bilan des morts dans l'effondrement d'un bâtiment à huit étages survenu à Savar, en banlieue de Dacca, la capitale du Bangladesh, estimé à 147, et quelques 2 000 personnes blessées, les bâtiments ayant été construits en violation de règlements, et sous une supervision inadéquate.

23 soldats russes ont été tués dans l'effondrement d'un bâtiment militaire en Sibérie.

C'est un accident de plus dû à la mauvaise qualité des constructions et à l'irrespect des normes de sécurité. 19 autres ont été blessés. En 2015



Photo 8. L'effondrement d'un bâtiment militaire en 2015.

Source. https://www.lexpress.fr/monde/russie-18-militaires-tues-dans-l-ecroulement-d-une-caserne-en-siberie_1698341.html

6-les risques majeurs d'origine technologique:

- Engendré par l'activité humaine ; il résulte de la manipulation, de la production, du stockage, du conditionnement ou du transport d'un produit dangereux.
- Les risques industriels, nucléaires, liés à la radioactivité, au transport de matières dangereuses (par voie terrestre, fluviale ou maritime), la rupture de barrage sont des risques technologiques majeurs.
- Tout risque d'origine anthropique, regroupant les risques industriels, nucléaires, biologiques.

I.2.3. Risques et catastrophes d'origine sociale et politique

Toutes les sociétés engendrent des risques qui parfois dégénèrent en catastrophe. Leur origine peut être d'ordre économique, politique, religieux ou culturel.

Les violences urbaines, la drogue, le crime organisé, les actes terroristes et les différentes formes de guerres sont les principaux risques et catastrophes d'origine sociale et politique.

Ces événements sont bien plus meurtriers que les catastrophes d'origine naturelle.



Los Angeles, 1992

Gênes, 2001

Photo 9. Les actes terroristes et la violence.

Source. OZER, 2007.

I.2.4. Risques et catastrophes du vivant (sanitaire)

Les catastrophes dites du vivant sont, de loin, les plus meurtrières. Souvent, elles sont plus étendues dans l'espace et dans le temps que les autres catastrophes. Quand une maladie gagne plusieurs continents, l'épidémie prend le nom de pandémie.

Les risques sanitaires peuvent atteindre la population (*et/ou les animaux*). Ces risques sont maîtrisés par les autorités et au besoin par des acteurs privés.

- Les risques sanitaires concernent historiquement les problèmes de **contamination**, mais ils sont aussi étendus aux technologies, aux risques naturels ...
- Un risque sanitaire devient une catastrophe sanitaire lorsqu'il n'est plus maîtrisé.

Les changements climatiques peuvent favoriser la propagation de certaines catastrophes du vivant.

Un réchauffement du climat peut avoir de multiples répercussions quant à la santé humaine.

Des conséquences indirectes du réchauffement climatique sont possibles :

On craint ainsi que des agents pathogènes (par exemple, malaria et fièvre jaune) ne se répandent vers l'Europe, rencontrant de meilleures conditions climatiques pour eux.

I.3 Les risques en Algérie

Les risques auxquels sont exposées les sociétés ne sont pas uniformes. En Algérie, certains risques sont plus présents que d'autres sur le territoire. Sur les 14 risques majeurs identifiés par l'ONU, 10 concernent l'Algérie sont les suivants :

1. Les séismes et risques géologiques ;
2. Les inondations ;
3. Les risques climatiques ;
4. Les feux de forêts ;
5. Les risques industriels et énergétiques ;
6. Les risques radiologiques et nucléaires ;
7. Les risques portant sur la santé humaine ;
8. Les risques portant sur la santé animale et végétale ;
9. Les pollutions atmosphériques, telluriques, marines ou hydriques ;
10. Les catastrophes dues à des regroupements humains importants.

Il convient de souligner que la côté nordique de l'Algérie présente toutes les caractéristiques d'une zone à risques à grande échelle car elle est notamment :

- le lieu d'une concentration de population du fait d'une urbanisation très importante, d'une activité économique multiforme : agricole, industrielle, commerciale et de services ;
- caractérisée, géologiquement et géographiquement, par des reliefs accidentés avec des sols propices à des mouvements divers ;
- située, dans sa grande majorité, en zone sismique à intensité élevée avec de nombreuses failles actives ;
- soumise à une pluviométrie irrégulière marquée parfois par des épisodes de pluies torrentielles.

Bibliographie Cours n° II

- GLEYZE J.F ; 2002 : le risque. Institut Géographique national. Laboratoire COGIT
- OZER. P. 2007. Introduction aux risques naturels. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège.
https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/22442/3/Microsoft%20PowerPoint%20-%20GRN_RN301_1.pdf
-www.Prime.net
- <https://www.sudouest.fr/archives/portfolios/en-images-il-y-a-25-ans-un-effroyable-seisme-s-est-abattu-sur-la-ville-de-kobe-au-japon-2081853.php>
- <https://www.leparisien.fr/faits-divers/algerie-un-avion-militaire-s-ecrase-pres-d-alger-avec-plus-de-100-personnes-a-bord-11-04-2018-7658019.php>
- <https://www.aviation-accidents.net/tag/inate/>
- <https://www.letelegramme.fr/monde/transport-maritime-12-000-morts-en-dix-ans-04-02-2019-12201142.php>
- <https://www.aps.dz/societe/58844-mines-et-carrieres-87-deces-enregistres-de-2010-a-2016>
- https://www.bfmtv.com/international/les-effondrements-de-ponts-les-plus-meurtriers-ou-spectaculaires-de-l-histoire-contemporaine_AV-201808150042.html

-<https://www.tdg.ch/l-enquete-accuse-le-propretaire-de-l-immeuble-327209652491>

- https://www.lexpress.fr/monde/russie-18-militaires-tues-dans-l-ecroulement-d-une-caserne-en-siberie_1698341.html

Cours n° 03 : LES RISQUES MAJEURS D'ORIGINE NATURELLE (Origine climatique)

I.1 Définition sur Le risque naturel majeur

Le risque naturel majeur se réfère à un danger important qui découle d'un événement naturel imprévisible et qui peut avoir une origine géologique, météorologique ou environnementale. Les aléas qui peuvent causer ces risques sont nombreux et variés, incluant des phénomènes tels que les tremblements de terre, les inondations, les cyclones, les tsunamis, les glissements de terrain, les coulées de boue, les éruptions volcaniques, les avalanches, les feux de forêt, les tempêtes, la sécheresse et la désertification, entre autres.

Les phénomènes atmosphériques météorologiques peuvent être classés en deux catégories en fonction de leur vitesse de développement: rapide et lent.

I.2 Phénomènes atmosphériques (météorologique) rapide : tempêtes, cyclones et les tornades

Sont ceux qui se développent rapidement, souvent en quelques heures ou moins. Ils sont généralement associés à des événements météorologiques violents et intenses tels que les orages, les tornades, les tempêtes de neige ou les tempêtes tropicales. Ces phénomènes peuvent causer des dommages importants et nécessitent souvent des mesures d'urgence pour protéger la vie et les biens.¹⁰

I.2.1. Cyclones, ouragans ou Typhons

Les cyclones, également appelés ouragans ou typhons en fonction de leur emplacement géographique, sont parmi les phénomènes météorologiques les plus dévastateurs. Ils représentent un risque majeur pour les zones intertropicales, y compris les départements et territoires d'outre-mer, et causent chaque année des pertes humaines et économiques importantes malgré les progrès réalisés dans leur compréhension et leur surveillance.

Les cyclones se forment lorsque l'air chaud est généré par un océan chaud, créant ainsi des courants d'air comprimé qui se déplacent. Ils peuvent causer des dommages considérables en raison de leur force, qui peut atteindre des niveaux extrêmes. Les termes ouragan et typhon sont utilisés pour désigner les cyclones selon leur emplacement géographique. Le terme typhon est utilisé en Asie, tandis que le terme cyclone est utilisé dans les océans Indien et Pacifique, et le terme ouragan est utilisé dans l'Atlantique Nord et dans le bassin des Caraïbes.

¹⁰ <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>

1-La structure générale d'un cyclone (Causes)

La caractéristique principale des cyclones est leur énorme masse nuageuse en spirale, pouvant s'étendre sur un rayon de 500 km à 1 000 km.

-Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, le long de laquelle s'affrontent deux masses d'air aux caractéristiques distinctes (température, teneur en eau).

-Les tornades sont considérées comme un type particulier de manifestation des tempêtes, singularisé notamment par une durée de vie limitée et par une aire géographique touchée minimale par rapport aux tempêtes classiques. Ces phénomènes localisés peuvent toutefois avoir des effets dévastateurs, compte tenu en particulier de la force des vents induits (vitesse maximale de l'ordre de 450 km/h).

Tableau 4. Échelle de Saffir-Simpson

	VITESSE DU VENT MOYEN (km/h)	VITESSE DES RAFALES (km/h)	PRESSION MINIMUM (hPa)	ONDE DE TEMPÊTE (m)	NIVEAU DES DOMMAGES
DEPRESSION TROPICALE	< 60	< 90	990 - 1000	<1	Faibles
TEMPÊTE TROPICALE	60-120	90-140	980 - 990	<1	Minimes
CYCLONE DE CATEGORIE 1	120-150	140-180	970 - 980	1 - 1.5	Minimes
CYCLONE DE CATEGORIE 2	150-180	180-220	965 - 980	1.5 - 2.5	Modérés
CYCLONE DE CATEGORIE 3	180-210	220-260	945 - 965	2.5 - 4	Intenses
CYCLONE DE CATEGORIE 4	210-240	260-310	920 - 945	4 - 6	Extrêmes
CYCLONE DE CATEGORIE 5	> 240	>310	< 920	> 6	Catastrophiques

Source : <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/cyclones-tropicaux-developpement-organisation/>

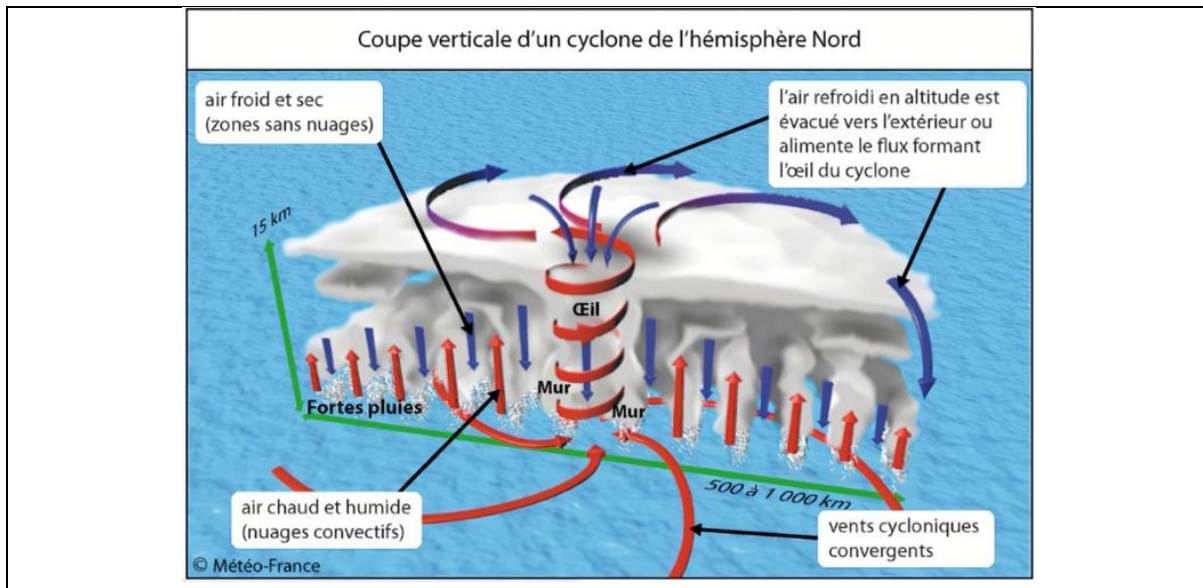


Figure 4. Coupe Verticale d'un cyclone de l'hémisphère Nord.

Source. <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempestes-cyclones-tornades-et-orages/>

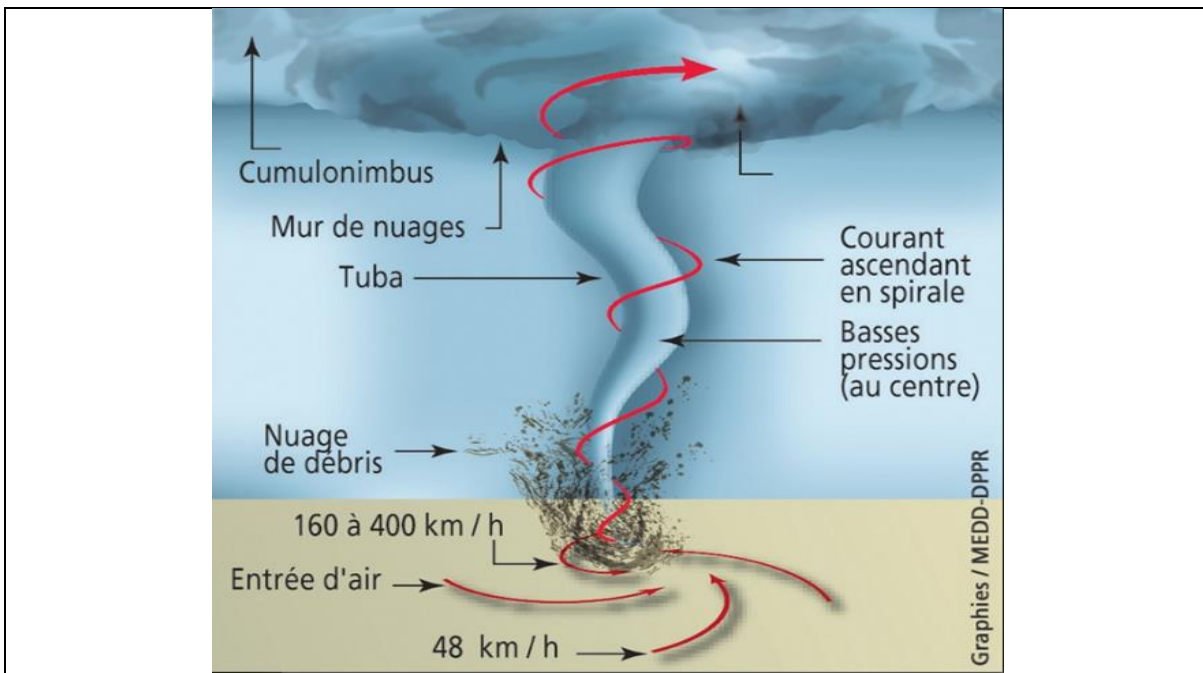


Figure 5. schéma de principe de Tornade.

Source. <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempestes-cyclones-tornades-et-orages/>

Exemple :

En 2018, le sixième cyclone tropical nommé de la saison cyclonique dans l'océan Atlantique nord fut Florence. C'était également le troisième ouragan de la saison et le premier ouragan majeur. Florence a pris forme à partir d'une onde tropicale qui avait quitté la côte africaine le 31 août, et elle s'est rapidement intensifiée pour atteindre la catégorie 4 le 5 septembre, alors qu'elle se trouvait au milieu de l'océan Atlantique tropical. Avec des dommages estimés à 38 à 50 milliards \$US et nombres de décès estimés à 48 morts.



Photo 10. Ouragan à Florence en (2018). **Source.** <http://lecourrier-dalgerie.com/apres-louragan-les-inondations-menacent-dans-lest-des-etats-unis/>

Egalement, Le 16 septembre 2018, le super Typhon Mangkhut a dévasté l'Asie du Sud-Est, causant la mort d'au moins soixante personnes aux Philippines et faisant plus de 200 blessés à Hongkong en raison de la tempête tropicale.



Photo 11. Typhon Mangkhut balaie l'Asie du Sud-Est en 2018.
Source. <https://www.ledauphine.com/france-monde/2018/09/15/typhon-mangkhut-premieres-victimes-aux-philippines-et-a-taiwan>

2-Les conséquences du risque

Les effets dévastateurs des tempêtes sur les êtres humains, les biens et l'environnement sont décrits ci-dessous de manière concise :

1-Conséquences sur les humains : les tempêtes peuvent causer des pertes en vies humaines, des blessures et des déplacements de population.

2-Conséquences sur les biens : les habitations, les infrastructures (ponts, routes, etc.), le bétail et les cultures peuvent être détruits ou endommagés, entraînant une paralysie des services publics et des réseaux d'approvisionnement (eau, électricité, téléphone, etc.).

3-Conséquences sur l'environnement : les tempêtes peuvent endommager et détruire la faune et la flore (causant des incendies de forêt), entraîner diverses formes de pollution (rupture de transporteurs tels que les bateaux) et laisser des débris, des boues et des déchets. Des accidents technologiques peuvent également survenir. Les termes typhon, ouragan et cyclone désignent un même phénomène de tourbillons se produisant dans les régions tropicales, accompagné de vents violents et de fortes précipitations.

3-Mesures de prévention des tempêtes, cyclones, tornades et orages¹¹

1- La connaissance du phénomène, de l'aléa et des enjeux

- des mesures régulières au minimum horaires relevées par ses stations météorologiques terrestres
- des télémesures effectuées par les satellites météorologiques et par le réseau des radars météorologiques,
- quelques profils verticaux des vents, la température et l'humidité, établis à partir de ballons sondes à heures fixes, sur terre et en mer, servant essentiellement au calibrage des télémesures,

2- La surveillance, la prévision, la vigilance et l'alerte (Carte de vigilance)

3-L'éducation et l'information préventive

4-La prise en compte des risques dans l'aménagement et l'urbanisme

Des mesures de bon sens peuvent facilement être appliquées dans l'aménagement du territoire tant pour le risque « tempête » que pour le risque cyclonique. Il s'agit de se prémunir contre les conséquences dues à des vents violents par la maîtrise de l'urbanisation, soit :

- d'éviter de construire en bordure du littoral, de façon à s'affranchir du risque lié à la houle cyclonique et à la marée de tempête ;
- d'éviter de construire dans le lit majeur des cours d'eau (et plus largement dans toute zone inondable) compte tenu des risques de débordements (liés à la pluviométrie souvent importante qui l'accompagne) pendant et après le passage du cyclone ;

¹¹ <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>

- d'éviter les sites dont les caractéristiques topographiques leur confèrent une trop grande exposition aux vents ;
- de ne pas construire sur un versant soumis aux instabilités de terrain (de même qu'en tête ou au pied de celui-ci) ;
- de ne pas construire sous une ligne électrique haute tension (risque d'électrocution et d'incendie).

5-La réduction de la vulnérabilité au niveau des enjeux

6-Les dispositifs de protection collective

7- La préparation aux situations de crise

I.3 Phénomènes climatiques lents : sécheresse et désertification

se développent sur une période plus longue, souvent plusieurs jours ou semaines. Ils peuvent être associés à des événements tels que les changements saisonniers ou les fluctuations à long terme des conditions météorologiques, tels que les sécheresses, les vagues de chaleur ou les périodes de froid intense. Ces phénomènes climatiques provoquent des pertes économiques et/ou humaines non négligeables. Cependant, contrairement aux autres catastrophes, les pertes sont souvent très difficiles à évaluer car il n'est pas aisé de délimiter précisément les zones touchées tant par la sécheresse que la désertification.¹²

I.3.1. La sècheresse

1-Définition du risque :

Le risque de sécheresse se réfère généralement à une période de manque d'eau plus ou moins longue, entraînant des conséquences néfastes pour les sols, la flore et la faune. Ce phénomène peut être cyclique ou exceptionnel, et peut toucher une zone locale ou un sous-continent entier. Bien que certaines zones soient plus vulnérables que d'autres, les épisodes de sécheresse peuvent survenir à presque n'importe quel endroit du monde.

La définition de l'état de sécheresse varie selon les régions du monde et leurs ressources en eau.

En France, il est considéré qu'il y a une sécheresse absolue lorsque qu'il n'a pas plu une seule goutte d'eau (moins de 0,2 millimètre par jour) pendant 15 jours consécutifs. En Australie, cependant, l'état de sécheresse est déclaré lorsqu'une zone reçoit moins de 10% de précipitations par rapport à la moyenne annuelle.¹³

¹² <https://climate.selectra.com/fr/comprendre/desertification>

¹³ <https://youmatter.world/fr/definition/comprendre-secheresse-causes-consequences-risques-climat/>

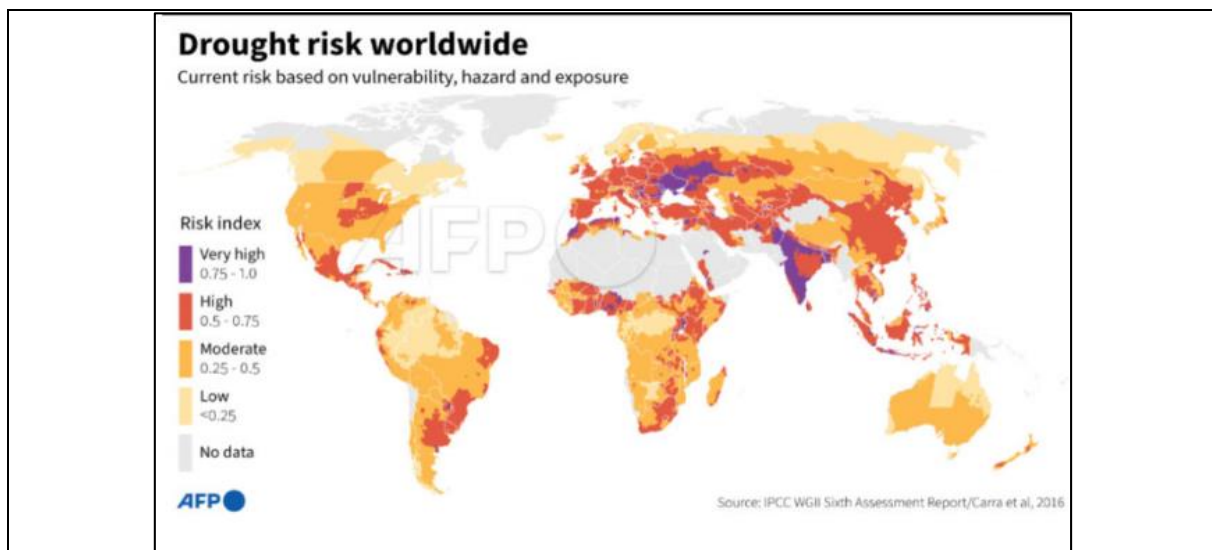


Figure 6. Carte présente le degré de la vulnérabilité du risque dans le monde.
Source. [https://youmatter.world/fr/definition/comprendre-secheresse-causes-consequences-
risques-climat/](https://youmatter.world/fr/definition/comprendre-secheresse-causes-consequences-risques-climat/)

2-Les causes de la Sécheresse

La sécheresse peut avoir différentes causes, notamment :

- Le manque de précipitations : un déficit de pluie pendant une période prolongée peut conduire à une diminution des réserves d'eau disponibles, des sols qui se dessèchent et des cultures qui se fanent.
- La chaleur et l'évaporation : des températures élevées et une forte évaporation peuvent accélérer le processus de dessèchement des sols et réduire les réserves d'eau disponibles.
- Le changement climatique : les changements climatiques peuvent entraîner des variations dans les modèles de précipitations et de températures, ce qui peut affecter les régions qui sont déjà vulnérables à la sécheresse.
- La surutilisation de l'eau : l'utilisation excessive de l'eau pour l'irrigation, l'industrie ou la consommation humaine peut réduire les réserves d'eau disponibles et contribuer à la sécheresse.
- La dégradation de l'environnement : la dégradation des écosystèmes, tels que la déforestation et la désertification, peut altérer les cycles de l'eau naturelle et contribuer à la sécheresse.

3-Les conséquences de la Sécheresse

La sécheresse peut avoir de nombreuses conséquences, notamment :

- Perte de récoltes et diminution de la production agricole, entraînant des pertes économiques pour les agriculteurs et des augmentations de prix pour les consommateurs.
- Pénurie d'eau pour la consommation humaine, le bétail et les cultures, ce qui peut conduire à des restrictions d'eau, des conflits et des migrations forcées.
- Détérioration de la qualité de l'eau, en raison de la concentration de polluants dans des réserves d'eau réduites.
- Incendies de forêt plus fréquents et plus intenses en raison de la sécheresse prolongée.
- Affaiblissement des écosystèmes, notamment des sols, des forêts et des zones humides, qui peuvent mettre en péril la biodiversité et les services écosystémiques.
- Perturbations des infrastructures, notamment des réseaux de transport, des barrages et des installations hydroélectriques, en raison de l'impact de la sécheresse sur les rivières et les lacs.

Exemples

Inde, dans les années 1960, on estime que 1,5 million de personnes ont perdu la vie à cause des températures extrêmes, selon les estimations de Munich Re.

Dans les années 1970, le Sahel africain a été frappé par des vagues successives de sécheresse qui ont duré une décennie. Cette crise a entraîné des famines et un déplacement des cultures vivrières (mil, sorgho) vers le nord. Ce déplacement a à son tour contribué à la désertification, à la pénurie de terres et à des conflits entre paysans sédentaires et pasteurs nomades dans des pays comme la Mauritanie, le Mali, le Niger, le Tchad et le Soudan.

Europe, 2003, La canicule a fait plus de 20 000 morts et causé des pertes d'une valeur de 13 milliards USD



Photo 12. Les canicules de Sécheresse. **Source.** [https://www.atlas-mag.net/article/la-secheresse#:~:text=S%C3%A9cheresse%20%3A%20une%20calamit%C3%A9%20qui%20frappe%20n'importe%20o%C3%B9&text=Europe%2C%202003%20%3A%20La%20canicule%20a,5%20milliards%20USD\)%20aux%20assurances.](https://www.atlas-mag.net/article/la-secheresse#:~:text=S%C3%A9cheresse%20%3A%20une%20calamit%C3%A9%20qui%20frappe%20n'importe%20o%C3%B9&text=Europe%2C%202003%20%3A%20La%20canicule%20a,5%20milliards%20USD)%20aux%20assurances.)

4-Comment lutter contre la Sécheresse

En période d'étiage, la période de l'année où le niveau d'un cours d'eau atteint son point le plus bas, il est important de prendre les mesures nécessaires pour éviter les prélèvements excessifs et réduire encore plus les ressources en eau.

Mesures de restrictions par les préfets

C'est pourquoi les préfets sont habilités à mettre en place des arrêtés exceptionnels visant à limiter ou à suspendre des usages de l'eau (cf. article L.211-3 II-1° du code de l'environnement) lorsque le niveau des cours d'eau sont anormalement faibles sur une durée donnée.

Les différents niveaux de limitation

Il existe 4 niveaux de limitation pour faire face à un manque d'eau en période d'étiage :

Vigilance ; Alerte ; Crise ; Crise renforcée.

Suivant le seuil défini, les prélèvements sont progressivement limités avec des restrictions adaptées aux différents usagers. Par exemple :

Pour les usages agricoles : interdiction d'irriguer plus d'un jour par semaine, plusieurs jours par semaine ou à certaines heures. Cette limitation peut aller jusqu'à l'interdiction totale d'irriguer.

Pour les usages domestiques : limiter l'arrosage des pelouses, le remplissage des piscines, l'arrosage des espaces verts, le lavage des voitures... Cette limitation peut aller jusqu'à l'interdiction totale d'utiliser l'eau hors usage eau potable.

Pour les usages industriels : réduction progressive de l'activité, recyclage de certaines eaux de nettoyage, changement de certains modes opératoires...¹⁴

I.3.2. La désertification

1-Définition du risque :

La désertification est un processus de dégradation des terres qui se produit dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches en raison de la combinaison de facteurs naturels et humains. Elle se traduit par une réduction significative de la productivité des écosystèmes, une diminution de la couverture végétale, une détérioration des sols et une pénurie des ressources hydriques. La désertification peut conduire à une perte irréversible de production biologique et à la formation de déserts. Elle est considérée comme une menace majeure pour l'environnement et pour les populations qui vivent dans les zones touchées.

Plus de 40 % de la population mondiale vit dans des zones vulnérables à la désertification, ce qui a conduit à la création de la Convention des Nations Unies sur la Désertification en 1996.

¹⁴ <https://www.cieau.com/connaitre-leau/les-ressources-en-france-et-dans-le-monde/secheresse-en-france-comment-la-gerer-et-comment-la-prevenir/>

Selon une cartographie mondiale de 1999, 27,5 % des zones vulnérables présentent un risque très fort de désertification, menaçant directement 1,4 milliard de personnes à court terme.

2-Les causes du risque

La désertification est le produit d'une interaction complexe entre des facteurs naturels et humains, tels que les facteurs sociaux, politiques et économiques, qui varient selon les régions. Elle affecte principalement les sols arides, touchant environ 40 % des terres dans 110 pays dans le monde. Les conséquences touchent principalement les habitants des régions touchées, principalement en Afrique, en Asie et en Amérique latine, qui représentent près de 2 milliards de personnes.

La désertification est un phénomène complexe résultant de l'interaction de facteurs naturels et anthropiques.

Les causes naturelles : incluent le changement climatique, la variabilité climatique à long terme, les sécheresses récurrentes, les tempêtes de sable et les incendies de forêt.

Les causes anthropiques : sont principalement liées à l'activité humaine et incluent la déforestation, la surpâture, la surexploitation des ressources en eau, les pratiques agricoles non durables, l'urbanisation et la construction de routes. Ces activités perturbent les écosystèmes locaux, dégradent les sols et réduisent la couverture végétale, augmentant ainsi la vulnérabilité des terres à la désertification.

3-Les conséquences du risque¹⁵

1-Conséquences environnementales

- Appauvrissement des sols ;
- Dégradation des écosystèmes et de la biodiversité ;
- Diminution de la capacité de stockage du carbone dans les sols et accentuation du réchauffement climatique ;
- Raréfaction des ressources et pénuries d'eau.

2-Conséquences socio-économiques

- Augmentation de la pauvreté ;
- Dégradation des conditions de vie ;
- Insécurité alimentaire ;
- Inégalités d'accès aux ressources naturelles ;

¹⁵ <https://climate.selectra.com/fr/comprendre/desertification>

- Migrations des populations ;
- Conflits.

4-Comment lutter contre la désertification ? ¹⁶

Selon GIEC dans son rapport spécial sur le changement climatique et les terres émergées, certaines actions pourraient contribuer à réduire la désertification et réduire son empreinte carbone, comme les moyens de lutte contre la désertification suivante :

- La lutte contre la déforestation, le surpâturage et le surlabourage ;
- Le développement des énergies vertes (solaire, éolienne et biogaz) pour remplacer le bois combustible ;
- La protection de la biodiversité ;
- Une meilleure gestion de l'eau ;
- L'implication des populations locales et leur éducation ;
- La promotion de l'agriculture biologique et de la permaculture ;
- Le reboisement et la régénération des arbres via des organismes tels que Reforest'Action ou EcoTree (GIEC, 2019).

5-La désertification en Algérie

Selon (Nedjraoui & Bédrani, 2008)¹⁷, la désertification affecte principalement les steppes des régions arides et semi-arides, qui sont traditionnellement utilisées pour l'élevage ovin extensif et qui ont une importance économique majeure pour le pays. Ces régions sont soumises à des sécheresses récurrentes et à une pression croissante due à des activités humaines telles que le surpâturage et l'exploitation de terres impropres aux cultures. Au cours des trente dernières années, ces régions ont subi une dégradation de toutes les composantes de l'écosystème, ce qui a conduit à la désertification, c'est-à-dire la perte de la capacité biologique et à la rupture des équilibres écologiques et socio-économiques. Aujourd'hui, on peut observer visuellement l'ensablement progressif de certaines zones, allant du léger voile éolien à la formation de dunes, ce qui a des conséquences pour des villes comme Méchéria ou Naama, qui subissent des vents de sable de plus en plus fréquents. (Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999).

¹⁶ GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) est un organisme international chargé d'évaluer le changement climatique, ses risques pour l'environnement et les solutions envisageables à mettre en place pour le limiter.

¹⁷Nedjraoui & Bédrani, 2008 : La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte <https://journals.openedition.org/vertigo/5375>



Photo 13. Illustration de l'ensablement des parcours.
Source : Nedjraoui & Bédrani, 2008.

5.1. Les causes de la désertification en Algérie

Les causes de la désertification sont nombreuses.

1-La cause naturelle principale est bien connue : la sécheresse.

2-Les causes anthropiques (démographie, surpâturages, défrichement des parcours et leurs causes,...) le sont moins.

En particulier, les causes qui relèvent des effets des politiques économiques d'ensemble (politiques monétaires, sociales, du commerce extérieur, politique des investissements publics et privés,...) sont peu abordées (Bédrani, 1997).

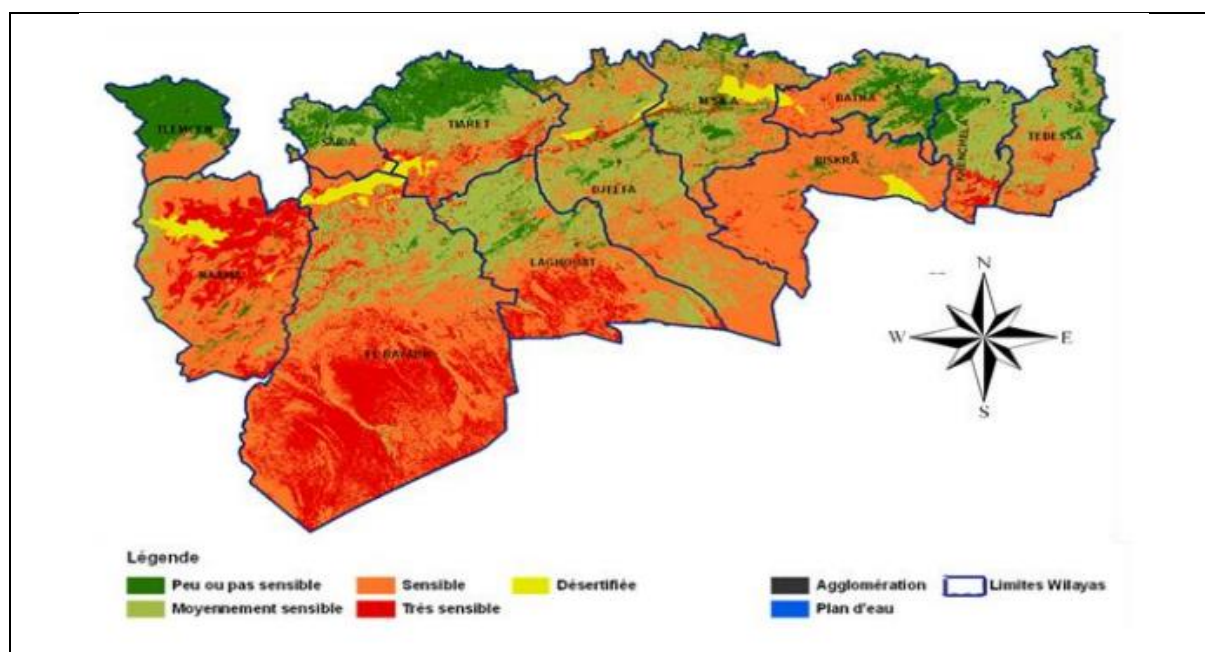


Figure 7. Carte de la sensibilité à la désertification (ASAL 2012).
Source. SAFAR-ZITOUN. M, 2019

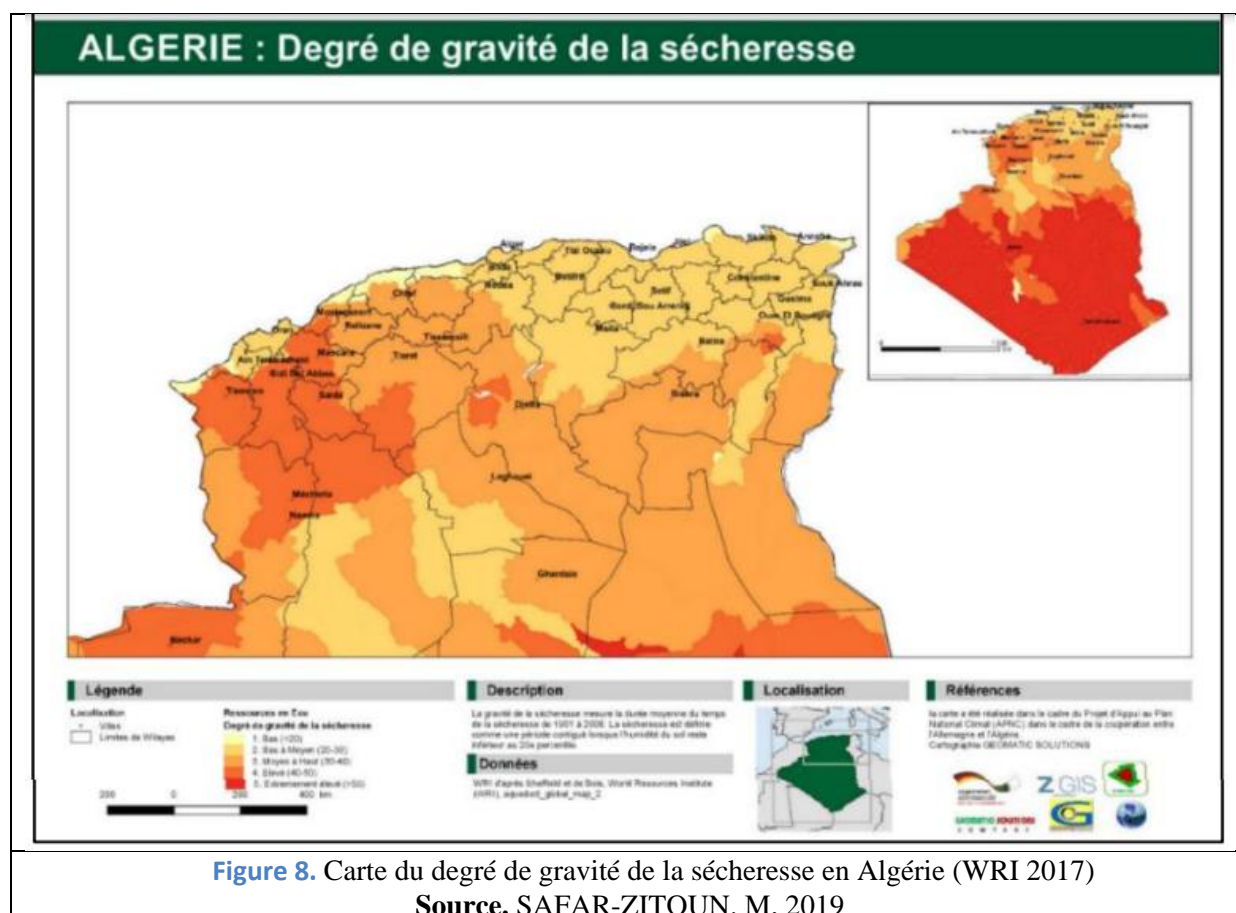
5.2. Politique de la prévention au risque de la désertification

Les différents programmes lancés en Algérie depuis 1962 pour lutter contre la désertification dans les zones steppiques. Le premier programme consistait en la mise en place de chantiers populaires de reboisement pour lutter contre l'érosion éolienne. En 1974, le projet du "Barrage Vert" a été lancé pour planter des pins d'Alep et freiner la désertification, mais s'est avéré être une erreur technique. En 1983, le dossier steppe a été adopté et le Haut-Commissariat au Développement de la Steppe a été créé pour une politique de développement intégré. Les derniers programmes sont le programme national de mise en valeur des terres par la concession et le programme national de développement agricole lancé en 2000. Ces programmes ont permis d'accroître les superficies irriguées, mais ont également connu des erreurs techniques et économiques. (Nedjraoui & Bédrani, 2008)

6-La sécheresse en Algérie

L'Algérie est l'un des pays les plus pauvres en matière de ressources hydriques, avec une disponibilité en eau qui est passée en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale dans les années 1990, atteignant seulement 430 m³/hab./an en 2020. Pour atteindre une sécurité alimentaire satisfaisante, il faudrait disposer de 15 à 20 milliards de m³ d'eau par an, soit 3 à 4 fois la mobilisation actuelle. La situation de rareté de la ressource est aggravée de manière cyclique par la sécheresse, et les besoins en eau potable seront multipliés par 2,5 environ en vingt-cinq ans. Le Sahara qui occupe les 87 % du pays est un territoire particulièrement aride et faiblement impacté par les précipitations, avec des vagues de chaleur et canicules importantes en intensité et en durée. En 2018, l'Algérie a connu des pics de chaleur avoisinant les 60 degrés Celsius, ce qui a eu des conséquences négatives sur la santé humaine et animale, ainsi que sur la production de céréales (SAFAR-ZITOUN, 2019).¹⁸

¹⁸ SAFAR-ZITOUN. M, 2019 :Plan national secheresse algerie lignes directrices en vue de son operationnalisation. m i n i s t e r e d e l ' a g r i c u l t u r e , d u d e v e l o p p e m e n t r u r a l e t d e l a p e c h e d i r e c t i o n g e n e r a l e d e s f o r e T S https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/Plan%20National%20S%C3%A9cheresse%20Alg%C3%A9rie%20version3.2%20d%C3%A9f.300619-3-version-20-12-2019-converti.pdf



6.1. Les causes de la Sécheresse

- La sécheresse est un phénomène climatique qui peut être causé par plusieurs facteurs. En Algérie, les principales causes de la sécheresse sont :
- Le manque de précipitations : L'Algérie est située dans une région semi-aride avec un climat chaud et sec, où les précipitations sont rares et souvent insuffisantes pour répondre aux besoins en eau des cultures et des populations.
- Le changement climatique : Les changements climatiques tels que l'augmentation des températures, les événements météorologiques extrêmes et la diminution des précipitations ont un impact significatif sur la sécheresse en Algérie.
- La surexploitation des ressources en eau : L'agriculture et l'industrie sont les principaux consommateurs d'eau en Algérie, ce qui conduit à une surexploitation des ressources en eau et à une diminution de la disponibilité de l'eau pour les autres usages.

- La déforestation : La déforestation contribue à la diminution des précipitations en réduisant la capacité des arbres à retenir l'eau et à réguler le climat.
- La pollution de l'eau : La pollution de l'eau peut avoir des effets néfastes sur la qualité et la quantité de l'eau disponible pour les usages agricoles et domestiques.

6.2. Les conséquences de la Sécheresse

- La diminution des apports aux barrages et lacs entraîne une diminution des stocks d'eau et perturbe la distribution de l'eau vers les agglomérations et périmètres irrigués.
- Le déficit pluviométrique diminue le taux de renouvellement des eaux souterraines et peut conduire à l'excès d'exploitation des nappes.
- La sécheresse a des impacts sur les secteurs agricole, des forêts et de la biodiversité.
- La vulnérabilité accrue des arbres, des zones forestières, maquis et steppes accentue les feux de forêt, l'érosion éolienne et les dépôts de sédiments éoliens.
- Elle influence également la biodiversité de la faune et de la flore, augmente la sensibilité de la faune et du bétail aux maladies.
- La sécheresse provoque la déshydratation des populations et l'apparition de maladies.
- Elle augmente également les troubles mentaux et les conflits pour les ressources naturelles.
- La réduction de la production industrielle et des autres secteurs économiques est un autre impact de la sécheresse sur le secteur de l'industrie et autres secteurs économiques.

6.3. Les mesures d'intervention à prendre contre la sécheresse en Algérie

Après des études détaillées des impacts et des causes. Les mesures sont définies en collaboration avec les acteurs centraux, locaux, la société civile et les secteurs économiques pour atténuer l'impact ou renverser la tendance négative. Les mesures à prendre dépendent de l'acuité de la sécheresse et doivent être planifiées en tenant compte des rôles, responsabilités et besoins des femmes en termes de gestion de l'eau, productions végétales et animales et moyens d'existence.

Tableau 5. Mesures d'intervention contre la sécheresse

Secteur d'activité	Situation négative Impacts	Situation positive Mesures d'intervention
Ressources en Eau	<ul style="list-style-type: none"> • La diminution des réserves d'eau dans les réservoirs naturels (lacs), artificiels (barrages) • Le déficit de réalimentation des nappes aux ressources renouvelables • L'excès d'exploitation des nappes fossiles. • La perturbation dans la distribution de l'eau et souvent la pénurie. • La détérioration de la qualité de l'eau :(la dilution des polluants s'affaiblit et la contamination des réserves hydriques superficielles et souterraines augmente.) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Application stricte de la réglementation sur les prélèvements d'eau, les puits non autorisés, ✓ Arbitrages entre les groupes de consommateurs ✓ Créations de nouveaux points d'eau et transferts interbassins ✓ campagnes de surveillance de la qualité de l'eau
Agriculture, Forêts, biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> • Le manque d'eau pour les cultures vivrières, la malnutrition • La diminution du rendement des cultures et des parcours ; • Une vulnérabilité accrue des arbres et zones forestières ; • L'augmentation des feux de forêt • L'accentuation de l'érosion éolienne ou des dépôts de sédiments éoliens ; • La migration de populations animales ; • L'apparition d'espèces de poissons exotiques et algues nuisibles • Reproduction importante des criquets (criquet pèlerin) et prolongement de l'aire d'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les mesures sont très variées (techniques culturales, choix des semences, irrigation d'appoint, sensibilisation des cultivateurs et éleveurs, contrôle des parcours, forestation, entretien des forêts, introduction d'espèces animales nouvelles, irrigation à partir des eaux usées traitées, etc.) ✓ Surveillance permanente en fonction de la météorologie et interventions préventives au niveau des sites de reproduction des criquets
Santé et population	<ul style="list-style-type: none"> • La déshydratation des populations et l'apparition de maladies ; • L'apparition d'épidémies dues à la malnutrition et autres effets • Des problèmes d'invasions biologiques • Un risque accru de morsures de serpents, autres animaux et insectes • les troubles sociaux et les conflits pour les ressources naturelles (eau et nourriture) ; • la migration de populations et l'augmentation des réfugiés climatiques 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Veille sanitaire au niveau central est assurée par L'INSP ; ✓ En local : SEMEP / DSP ✓ IEC : campagnes d'information d'éducation et de communication ✓ Cartographie des populations à risque ✓ Cartographie des maladies vectorielles ✓ Programme National de Prévention et de lutte contre l'envenimation scorpionique ✓ Programme national Santé Mentale. ✓ Programme National de maladies à transmission vectorielle ✓ RSI : Contrôle Sanitaire aux frontières. Programme Nationale de sécurité Alimentaire (en
		cours).
Secteurs économiques	<ul style="list-style-type: none"> • la réduction de la production suite aux perturbations de l'alimentation en eau et en énergie 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Améliorer l'autonomie des unités de production en Energie et alimentation en eaux ✓ Traitement des eaux industrielles et leur réutilisation

Source : SAFAR-ZITOUN. M, 2019

Bibliographie Cours n° III

- Bedrani S., (1999), Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne. CIHEAM. Paris.
- Nedjraoui & Bédrani, (2008). La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. <https://journals.openedition.org/vertigo/5375>
- Le Houerou H.N., (1985), La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.
- Aidoud A. et NEDJRAOUI D., 1992.- The steppes of alfa (*Stipa Tenacissima* L) and their utilisation by sheeps. In Plant animal interactions in mediterrean-type ecosystems, MEDECOS VI, Grèce. p. 62-67
- Bedrani S., 1997, Les effets du commerce mondial sur la désertification dans les pays du Maghreb, In L'Annuaire de l'Afrique du Nord, (CNRS, Aix en Provence)
- Safar-Zitoun. M, 2019 : Plan national sècheresse Algérie lignes directrices en vue de son operationnalisation. ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche direction générale nationale des forêts https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/Plan%20National%20S%C3%A9cheresse%20Alg%C3%A9rie%20version3.2%20d%C3%A9f.300619-3-version-20-12-2019-converti.pdf
- <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>
- <https://www.encyclopedie-environnement.org/air/cyclones-tropicaux-developpement-organisation>
- <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>
- <http://lecourrier-dalgerie.com/apres-louragan-les-inondations-menacent-dans-lest-des-etats-unis/>
- <https://www.ledauphine.com/france-monde/2018/09/15/typhon-mangkhut-premieres-victimes-aux-philippines-et-a-taiwan>
- <https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>
- <https://climate.selectra.com/fr/comprendre/desertification>
- <https://youmatter.world/fr/definition/comprendre-secheresse-causes-consequences-risques-climat/>
- [https://www.atlas-mag.net/article/la-secheresse#:~:text=S%C3%A9cheresse%20%3A%20une%20calamit%C3%A9%20qui%20frappe%20n'importe%20o%C3%B9&text=Europe%2C%202003%20%3A%20La%20canicule%20a,5%20milliards%20USD\)%20aux%20assurances.](https://www.atlas-mag.net/article/la-secheresse#:~:text=S%C3%A9cheresse%20%3A%20une%20calamit%C3%A9%20qui%20frappe%20n'importe%20o%C3%B9&text=Europe%2C%202003%20%3A%20La%20canicule%20a,5%20milliards%20USD)%20aux%20assurances.)
- <https://www.cieau.com/connaitre-leau/les-ressources-en-france-et-dans-le-monde/secheresse-en-france-comment-la-gerer-et-comment-la-prevenir/>
- <https://climate.selectra.com/fr/comprendre/desertification>

Cours n° 04 : RISQUES D'ORIGINE CLIMATIQUES: RISQUE INONDATION

I.1 Introduction

En raison du changement climatique, les sociétés urbaines sont de plus en plus vulnérables aux catastrophes climatiques, ce qui suscite des préoccupations majeures pour trois raisons principales. Tout d'abord, plus de la moitié de la population mondiale vit désormais en milieu urbain, selon UN-Habitat (2010) cité par Béatrice Quenau (2013). Deuxièmement, le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 2013 indique que le changement climatique tend à augmenter la fréquence des événements climatiques extrêmes, tels que les fortes pluies orageuses, qui ont entraîné de nombreuses pertes humaines et des dommages matériels exorbitants dans les zones de latitudes moyennes, comme le souligne Agathe G-M (2013).¹⁹

Enfin, le changement climatique est un facteur d'incertitude supplémentaire pour les systèmes socio-écologiques complexes urbains et représente un "méta-risque" selon (Gilbert, 2003). Les inondations sont les catastrophes hydrologiques les plus courantes et représentent 39 % de tous les événements naturels, comme l'indique (Laurent, 2014).²⁰

En milieu urbain, les inondations sont parmi les catastrophes naturelles les plus fréquentes et constituent la plus grande menace pour de nombreuses personnes dans le monde. Les statistiques du Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes (CRED) montrent une augmentation considérable du nombre de personnes touchées par les catastrophes, bien que le nombre de décès varie entre 1 et 1000 par événement, comme le souligne (Jonkman, 2005). Cependant, ces chiffres sont sous-estimés car les inondations liées aux cyclones sont souvent classées dans une catégorie différente.²¹

«Le risque naturel, notamment les inondations sont représentées comme les principaux champs de réflexion à l'étude. En effet ; les inondations s'inscrivent aujourd'hui d'une façon fréquente qui se manifestent d'une manière catastrophique constituant ainsi une contrainte pour les activités humaines et handicapent toutes les opérations de

¹⁹ Slimani K. (2020). La résilience comme concept et outil de gestion des risques et catastrophes dans la ville de Batna. Cas d'une catastrophe liée aux inondations. Doctorat LMD. Filière : Géographie et aménagement du territoire. Université Mostafa Ben Boulaid Batna2 Institut Des Sciences De La Terre Et De L'univers Département De La Géographie Et Aménagement Du Territoire.

²⁰ Idem

²¹ FAREGH W. (2018). Etude du risque hydrologique en zone urbaine Cas de la région d'Oum El Bouaghi. Doctorat LMD en : Hydraulique. Université Mohamed Khider – Biskra. Faculté des Sciences et de la Technologie. Département de Génie Civil et d'Hydraulique.

développement (économique, sociale, ...) et provoquent des dégâts immenses. En effet ; Les inondations représentent la source de catastrophes naturelles la plus fréquente dans le monde ; ainsi aux Etats Unis, les dommages liés aux tempêtes et crues représentent un cout annuel de l'ordre de 10 milliards de dollars. Aussi en Europe et au cours de la période 1980-2002, les inondations ont essentiellement touchées la France (22%), l'Italie (17%) et la Grande-Bretagne (12%). En conséquence, le nombre de morts provoqués par ce risque concerne l'Italie (30%), puis l'Espagne (20%) et la France (17%). Les pertes économiques les plus importantes ont été enregistrées en Allemagne et en Italie (11 Milliards d'euros pour ces deux pays), suivis par l'Espagne et la Grande Bretagne (6 Milliards d'euros à eux deux) »²²

I.2 Définir le risque inondation

L'inondation est un risque naturel majeur résultant de la submersion, plus ou moins rapide, d'une zone habituellement sèche. Cette submersion peut affecter des zones habitées et varier en termes de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement. Il s'agit d'un phénomène qui survient lors d'une crue, correspondant à l'augmentation du débit d'un cours d'eau dépassant plusieurs fois son débit moyen, entraînant une élévation de la hauteur d'eau.²³

Leur fréquence, leur ampleur et leur intensité rendent parfois difficile la prévision de ces phénomènes. (Thouret & Leone, 2003)²⁴

Le risque d'inondation résulte de l'interaction de deux facteurs : l'aléa, qui correspond à la probabilité d'occurrence et à l'intensité de l'inondation, et la vulnérabilité à l'inondation, qui est déterminée par les conséquences prévisibles de la crue sur les personnes et les biens. L'intensité de l'inondation est principalement définie par la hauteur et la durée de la submersion, ainsi que la vitesse du courant, pour un lieu donné.²⁵

²² **BOUGUETOF A. (2016).**La Vulnérabilité urbaine face au risque d'inondation -cas d'un perimetre temoin de la ville de Tébessa. Master en Architecture. Option : Architecture et environnement. Université Larbi Tébessi - Tébessa Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Architecture.

²³ **XAVER .L et JEAN.P,** «Risque et urbanisme», le moniteur, Paris 2004

²⁴ **LOUMI K.2022.**Croissance Urbaine Et Risque D'inondation Dans La Région Du Hodna : Cas De La Ville De M'sila. DOCTORAT 3ème Cycle En : génie urbain Spécialité : ville et risques urbains. Université de M'SILA Institut de la gestion des techniques urbaines

²⁵ **BOUGUETOF A. (2016).**La Vulnérabilité urbaine face au risque d'inondation -cas d'un perimetre temoin de la ville de Tébessa. Master en Architecture. Option : Architecture et environnement. Université Larbi Tébessi - Tébessa Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Architecture.



Figure 9. Le risque d'inondation.

Source. Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable, 2004

- **Lit mineur** : constitué par le lit ordinaire du cours d'eau pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (annuelles).
- **Lit majeur** : comprenant les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite correspond aux crues exceptionnelles.

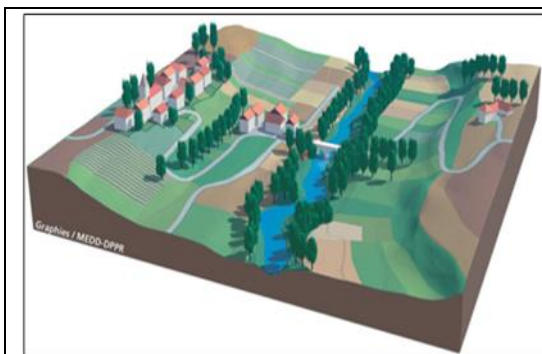


Figure 10. Lit mineur. Source : Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. 2004

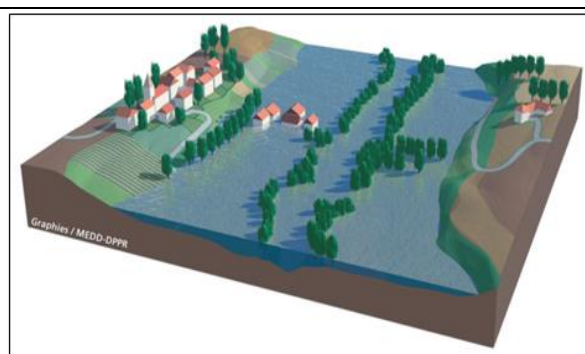


Figure 11. Lit Majeur. Source. Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. 2004

- **Une crue** : correspond à une augmentation du débit d'un cours d'eau qui peut atteindre le niveau le plus haut où les eaux peuvent rester dans le lit mineur. Les débits des crues peuvent varier. Plus précisément, la crue correspond à la partie montante de l'hydrogramme, tandis que la partie descendante est appelée « décrue » (Dictionnaire de l'environnement, 2020)
- **Le bassin versant** : est un système géo-hydrologique qui permet d'analyser le cycle hydrologique et ses effets. (Coque, 2002)

I.3 Type d'inondation

On peut identifier trois principales catégories d'inondations, qui se différencient par leurs modalités de formation et d'apparition, ainsi que par leur fréquence d'occurrence.

1-les inondations terrestres

2-les inondations par submersion marine

3-les inondations par rupture de barrages ou de digues

I.3.1. Les inondations terrestres

Les inondations peuvent être la conséquence de crues ou simplement de fortes averses.

L'inondation des zones urbanisées n'est pas toujours liée à la proximité d'un cours d'eau.

Les principaux facteurs qui influencent la durée et l'intensité des inondations sont:

- La quantité de pluie qui tombe.
- L'état des sols : le degré d'imperméabilisation.
- L'aménagement et l'entretien du réseau hydrographique, c'est-à-dire l'ensemble des milieux aquatiques présents.

a. Les inondations par débordement direct : se produisent lorsque le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur. Cela se produit lorsque le niveau de l'eau augmente et que la rivière déborde de sa situation habituelle.

b. Les inondations par débordement indirect : se produisent lorsque les eaux remontent par effet de siphon à travers les nappes alluviales, les réseaux d'assainissement ou encore des points bas localisés. Cette remontée empêche toute infiltration de l'eau dans le sol, ce qui provoque des inondations.

c. Les inondations par ruissellement : sont principalement causées en zone urbanisée lorsque l'imperméabilisation des sols, c'est-à-dire la capacité du sol à faire passer l'eau, et la conception de la ville font obstacle au bon écoulement des "grosses" pluies (dues, par exemple, aux orages). Elles peuvent également être causées par une capacité insuffisante des systèmes de drainage ou d'évacuation des sols.



Figure 12. Crue par ruissellement urbain. Source : www.mementodumaire.net

I.3.2. Les inondations par submersion marine

Sont des événements temporaires où la mer envahit la zone côtière lors de conditions météorologiques défavorables.

I.3.3. Les inondations par rupture de barrages ou de digues

Correspondent à la destruction partielle ou totale de ces ouvrages. Les causes peuvent être naturelles, telles que des séismes, des crues exceptionnelles ou des glissements de terrain, ou bien techniques et humaines, telles que des vices de conception ou de construction, des erreurs d'exploitation, de surveillance et d'entretien.

I.4 Les causes du risque d'inondation²⁶

Les inondations ont principalement deux origines, l'une naturelle et l'autre humaine, qui peuvent être à la fois directes et indirectes.

I.4.1. Causes naturelles

Les inondations sont principalement causées par des facteurs naturels tels que le climat, la topographie et la pente du bassin versant. Les précipitations, les orages, la fonte des neiges et la forme du bassin versant sont des facteurs clés qui affectent l'intensité de l'inondation. La présence de végétation peut ralentir l'écoulement de l'eau, mais les caractéristiques physiques du bassin versant peuvent aggraver l'inondation. (SALOMON, 1997 ; LEDOUX, 2006).

I.4.2. Causes humaines directes

Les activités humaines ont un impact significatif sur le risque d'inondation. L'occupation des zones riveraines, la construction d'infrastructures en zones inondables, l'imperméabilisation

²⁶ LOUMI K.2022.Croissance Urbaine Et Risque D'inondation Dans La Région Du Hodna : Cas De La Ville De M'sila. DOCTORAT 3ème Cycle En : génie urbain Spécialité : ville et risques urbains. Université de M'SILA Institut de la gestion des techniques urbaines

des sols pour le développement urbain et la suppression des zones d'expansion naturelle des crues augmentent le risque d'inondation. Les pratiques agricoles intensives, le drainage, l'irrigation et la dégradation des sols peuvent également accélérer le ruissellement de l'eau et limiter l'infiltration (Godchild, 2000 in Loumi, 2022)

I.4.3. Causes humaines indirectes

Les activités humaines peuvent également indirectement contribuer aux inondations. Les changements climatiques causés par les émissions de gaz à effet de serre peuvent entraîner la fonte des glaciers et une hausse du niveau des cours d'eau, des océans et de la force des cyclones. Le déboisement à grande échelle peut aussi aggraver les inondations en réduisant la capacité des écosystèmes à absorber l'eau (Horton, 1933).

I.5 Dégâts et conséquences des inondations

Leurs effets sur les êtres humains, les biens et l'environnement sont nombreux. Le nombre de personnes déplacées peut être extrêmement élevé. Les effets sur les biens se manifestent par des destructions massives, des détériorations et des dommages aux habitations, au bétail, aux cultures, aux infrastructures (ponts, routes, voies ferrées...), ainsi que par la paralysie des services publics. Quant aux effets sur l'environnement, ils incluent des dégradations, voire la destruction de la flore et de la faune, ainsi que diverses pollutions (poissons morts, déchets toxiques...) qui peuvent aller jusqu'à déclencher des accidents technologiques.²⁷

I.6 La prévention des risques d'inondation

Le risque d'inondation peut être prévenu et les populations peuvent être protégées grâce à des mesures collectives et individuelles. Les pays développés ont souvent recours à l'aménagement des cours d'eau, qui inclut la construction de barrages de crue et de digues de protection. Il est important d'éviter de construire des équipements onéreux ou dangereux dans les zones inondables. Les plans d'aménagement du territoire sont utilisés pour indiquer les zones non constructibles, mais leur application peut être compromise par des décideurs irresponsables. La prévention des risques d'inondation et la protection des populations impliquent également une surveillance des cours d'eau et une alerte rapide des populations potentiellement affectées. Des services d'alerte des crues sont mis en place dans les pays développés et certains pays en voie de développement touchés par les inondations. Des plans

²⁷ Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. 2004. Les risques majeurs. Guide générale.

de secours spécialisés pour les inondations existent souvent, tels que le plan ORSEC en France.²⁸

I.6.1. Les travaux de réduction du risque inondation²⁹

1-Mesures collectives

- L'entretien des cours d'eau pour limiter tout obstacle au libre écoulement des eaux
- La création de bassins de rétention, de puits d'infiltration
- L'amélioration des collectes des eaux pluviales, la préservation d'espaces perméables ou d'expansion des eaux de crues
- Les travaux de corrections actives ou passives pour réduire le transport solide en provenance du lit de la rivière et du bassin versant (la restauration des terrains en montagne, la reforestation, la création de barrage seuil ou de plage de dépôt...).

2-Mesures individuelles

- La prévision de dispositifs temporaires pour occluser les bouches d'aération, portes : batardeaux
- L'amarrage des cuves
- L'installation de clapets anti-retour
- Le choix des équipements et techniques de constructions en fonction du risque (matériaux imputrescibles),
- La mise hors d'eau du tableau électrique, des installations de chauffage, des centrales de ventilation et de climatisation
- La création d'un réseau électrique descendant ou séparatif pour les pièces inondables

3-Les mesures permanentes de protection contre les inondations³⁰

Les mesures permanentes de protection contre les inondations sont intégrées dans la conception d'un bâtiment ou d'un terrain à bâtir.

-Raccordements aux égouts et drainage de lots : Elles comprennent ce qui suit :

2-Protection totale contre les inondations

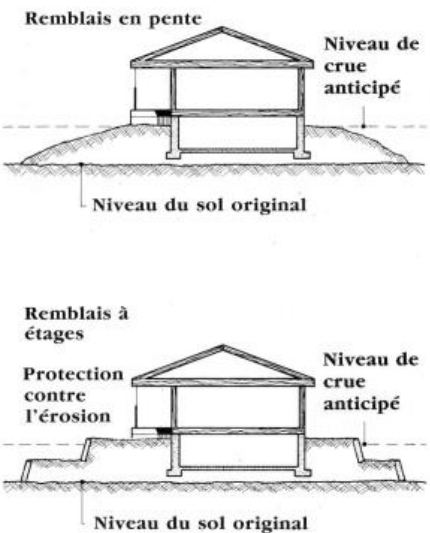

-Surélévation du bâtiment : Surélever un bâtiment au-dessus du niveau d'inondation peut réduire les risques de dommage au bâtiment et à son contenu en cas d'inondation.

²⁸<https://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/Risque-inondations-2004.pdf>

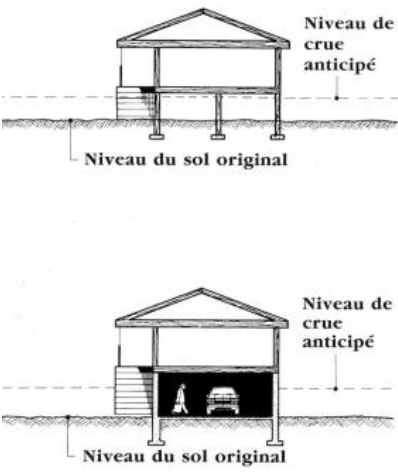

²⁹<https://www.rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Le-Dossier-Departemental-sur-les-Risques-Majeurs/Risque-d-inondation/La-prevention>

³⁰Ministère de la Sécurité publique du Nouveau-Brunswick Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick. 2019. <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding-Inondations/ProtectionContreLesInondations.pdf>

-Surélévation sur un remblai

	
<p>Figure 13. l'élévation d'un bâtiment sur remblais. Source.https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/FloodingInondations/ProtectionContreLesInondations.pdf</p>	<p>Figure 14. Une maison construite sur du remblai (lors d'un débordement de la rivière Saint-Jean).Source.https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/FloodingInondations/ProtectionContreLesInondations.pdf</p>

-Surélévation sur des fondations hautes, sur des piliers ou sur des colonnes

	
<p>Figure 15. l'élévation d'un bâtiment sur des piliers ou sur des colonnes. Source. https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/FloodingInondations/ProtectionContreLesInondations.pdf</p>	<p>Figure 16. Un chalet sur piliers sur le lac Grand lors d'une inondation. Source. https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/FloodingInondations/ProtectionContreLesInondations.pdf</p>

I.7 Le risque d'Inondation en Algérie

L'Algérie est régulièrement touchée par des inondations, en particulier pendant la saison des pluies qui s'étend de novembre à mars. Ces inondations sont souvent dues à des pluies torrentielles, des crues de rivières et des débordements de barrages. Les régions côtières sont particulièrement vulnérables aux inondations, en raison de la topographie de la région et du manque d'infrastructures de protection adéquates.

Les inondations en Algérie ont causé de nombreux dommages matériels et humains au fil des ans. En 2001, des inondations dans la région de Bab El Oued à Alger ont fait plus de 700 morts et causé des dégâts matériels considérables. En 2013, des inondations dans la wilaya de Tlemcen ont fait plus de 30 morts et causé d'importants dégâts.

Le gouvernement algérien a mis en place des mesures de prévention et de gestion des risques d'inondation, notamment la construction de barrages et de digues pour protéger les zones à risque, la création de services de surveillance et d'alerte des crues, ainsi que la sensibilisation de la population aux risques d'inondation et aux comportements à adopter en cas d'urgence.

Cependant, malgré ces mesures, les inondations continuent de causer des dégâts importants en Algérie, en particulier dans les zones rurales et les régions montagneuses. Les infrastructures de protection sont souvent insuffisantes ou mal entretenues, et la population manque souvent de formation et d'information sur les risques d'inondation et les mesures de prévention à prendre.

Bibliographie Cours n° IV

- XAVIER .L et JEAN.P, (2004). Risque et urbanisme, le moniteur, Paris, P 27
- Slimani K. (2020). La résilience comme concept et outil de gestion des risques et catastrophes dans la ville de Batna. Cas d'une catastrophe liée aux inondations. Doctorat LMD. Filière : Géographie et aménagement du territoire. Université Mostafa Ben Boulaid Batna2 Institut Des Sciences De La Terre Et De L'univers Département De La Géographie Et Aménagement Du Territoire.
- FAREGH W. (2018). Etude du risque hydrologique en zone urbaine Cas de la région d'Oum El Bouaghi. Doctorat LMD en : Hydraulique. Université Mohamed Khider – Biskra. Faculté des Sciences et de la Technologie. Département de Génie Civil et d'Hydraulique.
- BOUGUETOF A. (2016).La Vulnérabilité urbaine face au risque d'inondation -cas d'un perimeter témoin de la ville de Tébessa. Master en Architecture. Option : Architecture et environnement. Université Larbi Tébessi - Tébessa Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Architecture.
- LOUMI K.2022.Croissance Urbaine Et Risque D'inondation Dans La Région Du Hodna : Cas De La Ville De M'sila. DOCTORAT 3ème Cycle En : génie urbain Spécialité : ville et risques urbains. Université de M'SILA Institut de la gestion des techniques urbaines
- Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. (2004). Les inondations. Dossier d'information. Risques naturels majeurs. Alp'Géorisques.
- Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. 2004. Les risques majeurs. Guide générale.
- Goodchild, (2000); Communicating Geographic Information in a Digital Age, Annals of the Association of American Geographers, Volume 90, Issue2, Pages 344-355.
- Ministère de la Sécurité publique du Nouveau-Brunswick Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick. (2019).
<https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding-Inondations/ProtectionContreLesInondations.pdf>
- www.mementodumaire.net
- <https://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/Risque-inondations-2004.pdf>
- <https://www.rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Le-Dossier-Departemental-sur-les-Risques-Majeurs/Risque-d-inondation/La-prevention>
- <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/FloodingInondations/ProtectionContreLesInondations.pdf>

Cours n° 05 : RISQUES D'ORIGINE CLIMATIQUES: CHANGEMENTS CLIMATIQUES

I.1 Introduction

Les changements climatiques constituent un défi majeur à l'échelle locale, régionale et internationale, générant des préoccupations cruciales. Les variations climatiques, ainsi que les conséquences des phénomènes climatiques extrêmes tels que les sécheresses et les inondations, sont des sujets de discussion de premier plan. Ils ont un impact significatif sur la productivité des sols, l'accès à l'eau, la sécurité alimentaire et la santé humaine, tout en posant une menace sérieuse à la biodiversité. Cette évolution climatique observée sur plusieurs décennies est attribuée à des modifications dans le cycle hydrologique mondial, marquée par une augmentation notable des zones terrestres classées comme très sèches depuis les années 1970. L'activité humaine est clairement identifiée comme le moteur principal de ce réchauffement climatique, plaçant l'humanité en tant qu'acteur antagoniste de la planète (Khezazna , 2017 ; Ouanes, 2020)

I.2 Définition du changement climatique

-Les changements climatiques, bien plus qu'un simple réchauffement, engendrent une variété de transformations météorologiques, telles que des modifications dans les schémas de vents, la quantité et la nature des précipitations, et la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes. Ces évolutions climatiques ont des conséquences substantielles dans les domaines environnementaux, sociaux et économiques. Fondamentalement, le changement climatique se réfère à des altérations durables du climat moyen dans une région, impliquant des éléments classiques tels que la température, les vents, les précipitations et l'insolation (Adji, 2009 in Ouanes, 2020 ; Chourghal, 2016)

-Le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) définit les changements climatiques comme toute modification à long terme des paramètres climatiques, qu'elle soit d'origine naturelle ou humaine, couvrant des échelles de temps allant de quelques décennies à des millénaires. Selon les projections du GIEC, la Terre pourrait connaître un réchauffement de 1,8°C à 4°C d'ici à 2100. (GIEC, 2008 in Ouanes, 2020)

I.3 Les causes du changement climatique

I.3.1. Causes d'origine naturelle

Le changement climatique est influencé par divers facteurs naturels. Voici un ensemble de causes naturelles liées au changement climatique :

- **Variabilité solaire** : Les changements dans l'activité solaire, tels que les cycles solaires, peuvent influencer le climat terrestre. Les variations de l'énergie solaire reçue par la Terre peuvent entraîner des fluctuations climatiques.
- **Éruptions volcaniques** : Les éruptions majeures libèrent des aérosols dans l'atmosphère, qui réfléchissent la lumière solaire et peuvent réduire temporairement la température mondiale. Cela peut entraîner des épisodes de refroidissement, mais ils sont de courte durée.
- **Variabilité océanique** : Les océans jouent un rôle crucial dans la régulation du climat. Les phénomènes océaniques peuvent entraîner des changements significatifs dans les régimes de précipitations et les températures à l'échelle mondiale.

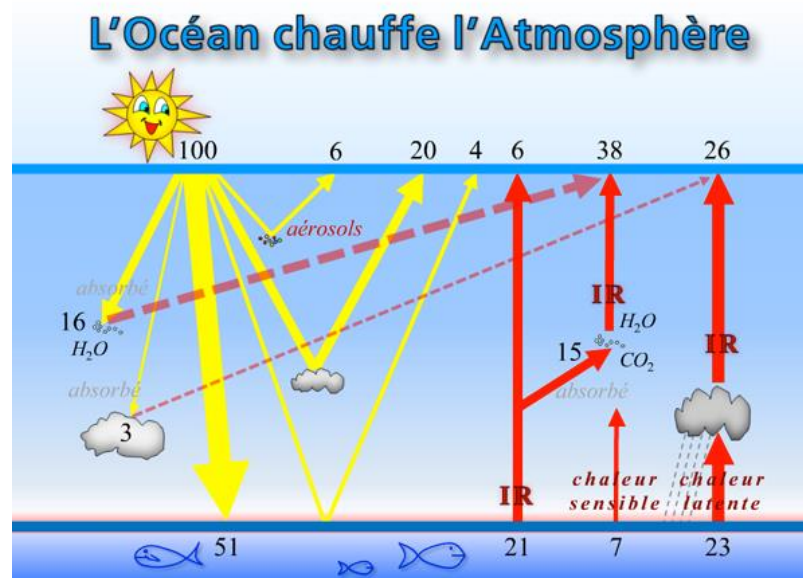


Figure 17. Schéma explicatif Variabilité océanique/ changement climatique.

Source : <https://mmse-ued.ipsl.jussieu.fr/html/>

- **Variabilité naturelle des gaz à effet de serre** : Certaines sources naturelles émettent des gaz à effet de serre, tels que les émissions de méthane provenant des zones humides, de protoxyde d'azote des sols et de composés organiques volatils des forêts. Ces émissions peuvent varier en fonction de conditions environnementales.

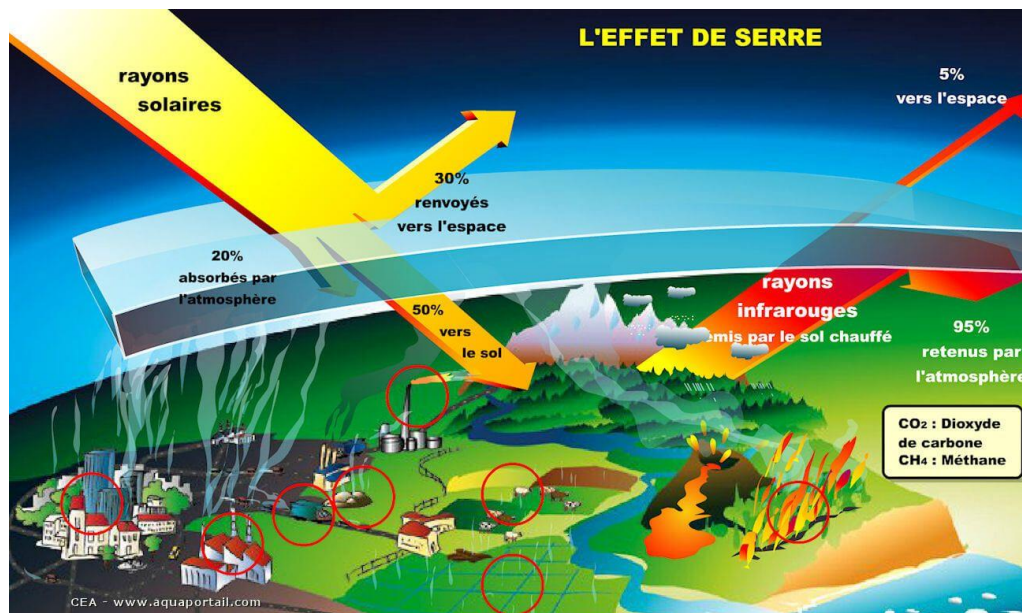


Figure 18. Schéma explicatif de processus de l'effet de serre. **Source :** Ouanes, 2020

- **Variabilité des cycles naturels :** Des cycles climatiques naturels, influencent les changements à long terme du climat en modifiant la position de la Terre par rapport au soleil, ce qui a un impact sur les saisons et les climats glaciaires-interglaciaires.
- **Activité géologique :** Les éruptions volcaniques et les mouvements tectoniques à long terme peuvent influencer le climat en modifiant la composition atmosphérique et en affectant les courants océaniques et les schémas de précipitations.
- **Variabilité atmosphérique :** Les phénomènes atmosphériques, peuvent influencer les régimes de vents et les températures régionales.

Il est important de noter que bien que ces facteurs jouent un rôle dans la variabilité du climat, les activités humaines, en particulier les émissions de gaz à effet de serre, dominent actuellement le changement climatique observé à l'échelle mondiale. Les causes anthropiques ont un impact net de réchauffement sur la planète, dépassant largement l'effet des causes naturelles au cours du XXe siècle et au-delà (Chourghal, 2016; Ouanes, 2020)

I.3.2. Causes d'origine anthropiques

Les causes anthropiques du changement climatique sont les facteurs d'origine humaine qui contribuent au réchauffement de la planète. Voici en détail les principales causes anthropiques liées au changement climatique :

- **Émissions de gaz à effet de serre :**

Dioxyde de carbone (CO₂) : Les émissions de CO₂ résultent principalement de la combustion de combustibles fossiles, tels que le charbon, le pétrole et le gaz naturel, pour la

production d'énergie, les transports et l'industrie. Les activités humaines telles que la production d'électricité et les véhicules automobiles sont de grandes sources d'émissions de CO₂.

Méthane (CH₄) : Le méthane est un puissant gaz à effet de serre qui provient de sources telles que l'agriculture (fermentation entérique des animaux, rizières), l'extraction de combustibles fossiles, les décharges et les émissions de gaz naturel.

Protoxyde d'azote (N₂O) : Le N₂O provient principalement de l'agriculture (utilisation d'engrais azotés) et de diverses activités industrielles.

- **Déforestation :** La réduction des forêts, notamment celles situées dans les régions tropicales, contribue de manière significative aux émissions de CO₂. Les arbres absorbent le CO₂ de l'atmosphère, et leur abattage et leur brûlage libèrent ce gaz à effet de serre.
- **Utilisation des terres :** Les modifications de l'utilisation des terres, telles que la conversion de forêts en terres agricoles ou urbaines, peuvent libérer du CO₂ dans l'atmosphère et réduire la capacité de la Terre à absorber ce gaz.
- **Émissions de gaz fluorés :** Les gaz fluorés sont utilisés dans diverses applications industrielles, notamment dans la climatisation, la réfrigération et l'électronique. Ces gaz ont une forte capacité à piéger la chaleur dans l'atmosphère.
- **Émissions industrielles :** Les processus industriels émettent du CO₂ et d'autres gaz à effet de serre, en particulier les émissions de dioxyde de soufre (SO₂) provenant de la production d'électricité, de l'acier et d'autres activités.
- **Agriculture intensive :** L'utilisation d'engrais azotés en agriculture entraîne des émissions de protoxyde d'azote (N₂O), un gaz à effet de serre. De plus, les pratiques agricoles, telles que le labour excessif et le déboisement pour créer des terres agricoles, contribuent aux émissions de CO₂.
- **Utilisation d'énergies fossiles :** La dépendance continue à l'égard des combustibles fossiles pour répondre aux besoins énergétiques, tels que le chauffage, la climatisation et les transports, conduit à d'importantes émissions de gaz à effet de serre.
- **Gestion des déchets :** Les décharges et les déchets organiques en décomposition émettent du méthane. Une gestion inadéquate des déchets peut entraîner des fuites de méthane dans l'atmosphère.

- **Urbanisation** : L'expansion urbaine et l'augmentation du nombre de véhicules entraînent des émissions accrues de CO₂ liées aux déplacements, à la consommation d'énergie et à la construction (Chourghal, 2016; Khezazna, 2017; Ouanes, 2020)

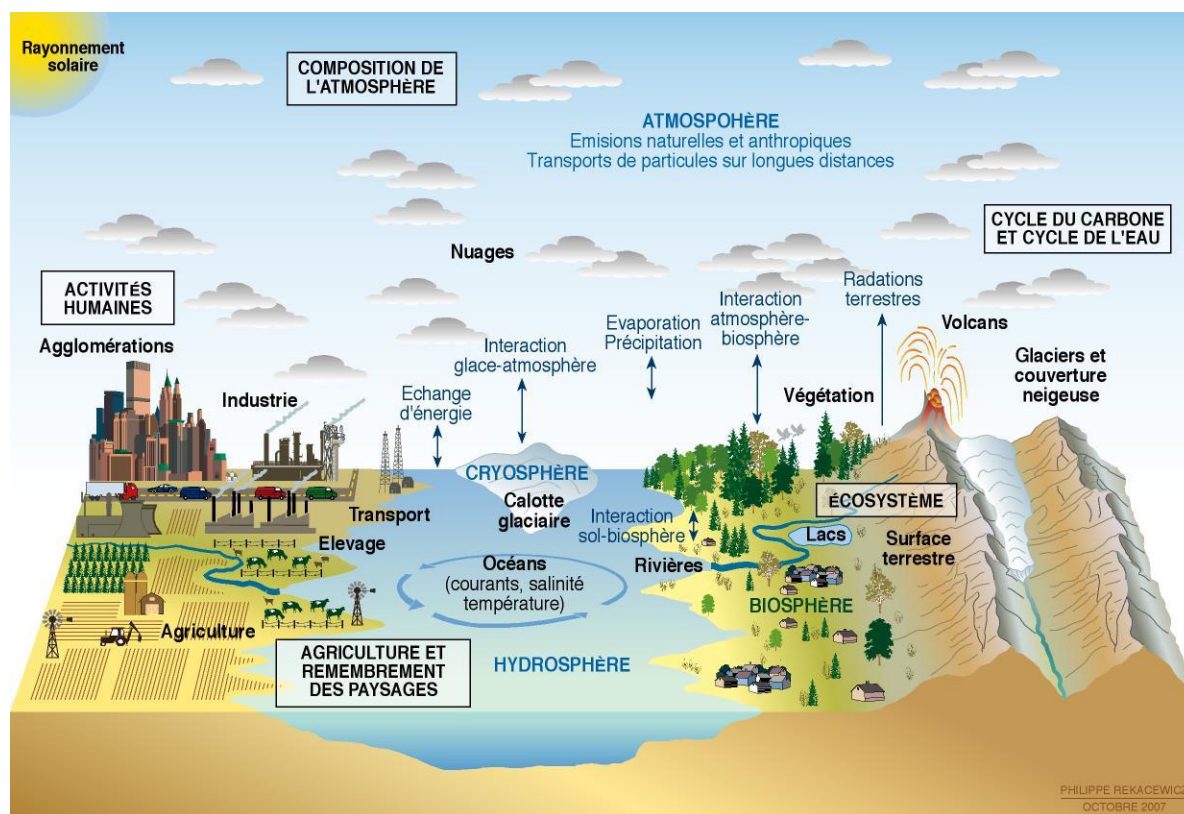


Figure 19. Schéma explicatif sur les différents facteurs du changement climatique.

Source : <https://courrierstrategique.com/52-colloque-international-sur-le-changement-climatique.html>.

I.4 L'impact du changement climatique

Le réchauffement climatique accroît les inégalités géographiques, touchant principalement les pays les plus pauvres, qui sont pourtant moins responsables de ce phénomène. Les nations en développement ont du mal à faire face aux effets du changement climatique, aggravant la vulnérabilité des populations les plus démunies en matière de sécurité alimentaire, de soins de santé, d'accès à l'eau, à l'énergie et au logement, tout en creusant les disparités entre les régions du Nord et du Sud. Les populations des pays les plus défavorisés, en raison de leur situation géographique, de leurs faibles revenus, de leurs ressources limitées et de leurs capacités institutionnelles réduites, et en raison de leur dépendance aux secteurs sensibles au climat comme l'agriculture, sont les premières à ressentir les impacts actuels et futurs du changement climatique.

Le changement climatique a un impact significatif et varié sur notre planète, touchant de nombreux aspects de la vie humaine, de l'environnement, et de la biodiversité. Voici un aperçu des impacts du changement climatique :

- **Augmentation des températures :** Le réchauffement climatique provoque des vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses, ce qui peut entraîner des problèmes de santé, notamment des coups de chaleur.
- **Changements dans les précipitations:** Les régions peuvent connaître une augmentation des précipitations, des inondations plus fréquentes, ou au contraire, des sécheresses prolongées, ce qui affecte la disponibilité de l'eau douce.
- **Fonte des glaciers et de la calotte glaciaire :** La hausse des températures entraîne la fonte des glaciers, contribuant à l'élévation du niveau de la mer et menaçant les écosystèmes de montagne.
- **Élévation du niveau de la mer :** La fonte des glaces et l'expansion thermique des océans entraînent une élévation du niveau de la mer, mettant en danger les régions côtières et les îles basses.
- **Acidification des océans :** L'absorption accrue de dioxyde de carbone par les océans provoque une acidification, nuisible aux récifs coralliens et à la vie marine.
- **Impacts sur la biodiversité :** Les changements climatiques perturbent les habitats naturels, affectant la répartition des espèces animales et végétales, et provoquant des extinctions.
- **Sécurité alimentaire :** Les modifications des précipitations et des températures peuvent entraîner une diminution des rendements agricoles, augmentant le risque de pénurie alimentaire.
- **Santé humaine :** Les vagues de chaleur plus fréquentes augmentent les risques pour la santé, y compris des maladies comme la dengue et le paludisme, tandis que l'augmentation de la pollution de l'air peut aggraver les problèmes respiratoires.
- **Événements météorologiques extrêmes :** Le changement climatique peut intensifier les ouragans, les tempêtes et les incendies de forêt, provoquant des destructions majeures et des pertes humaines.
- **Déplacement de populations :** Les populations vivant dans des zones à risque élevé d'inondations ou de sécheresses peuvent être contraintes de se déplacer, entraînant des problèmes sociaux et politiques.

- **Impacts économiques** : Les coûts liés à la gestion des catastrophes, aux infrastructures endommagées et aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement sont considérables (IPCC, 2014; WHO, 2018; Chourghal, 2016; Ouanes, 2020).

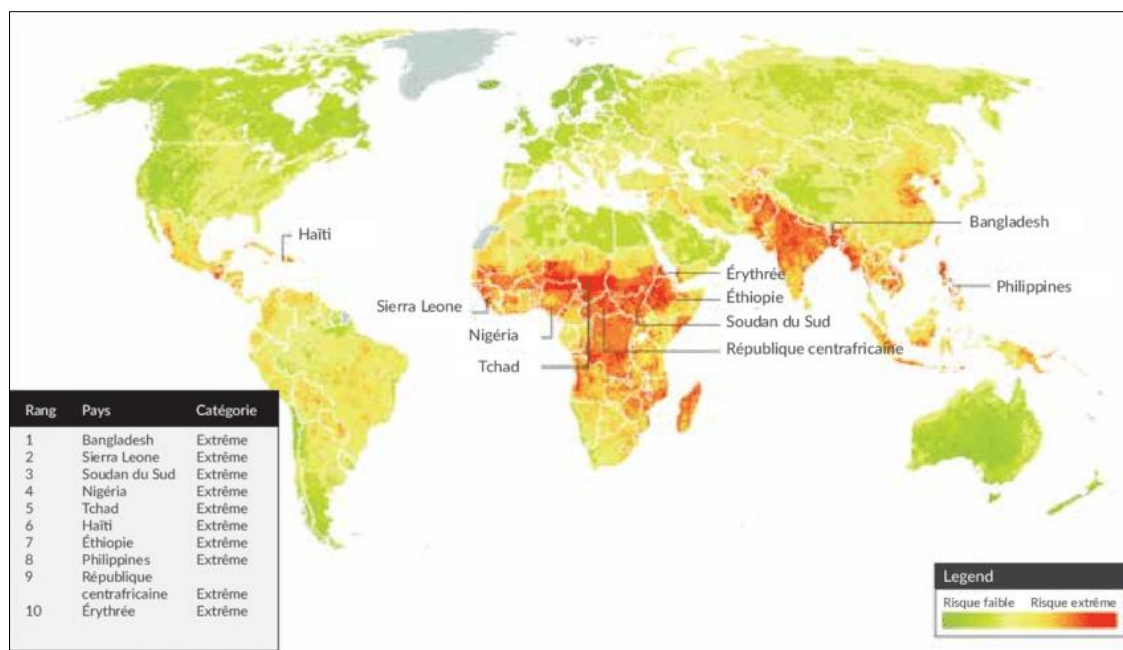


Figure 20. Carte des principaux impacts du réchauffement climatique
Source: https://www.researchgate.net/figure/Carte-des-principaux-impacts-du-rechauffement-climatique_fig5_322752049.

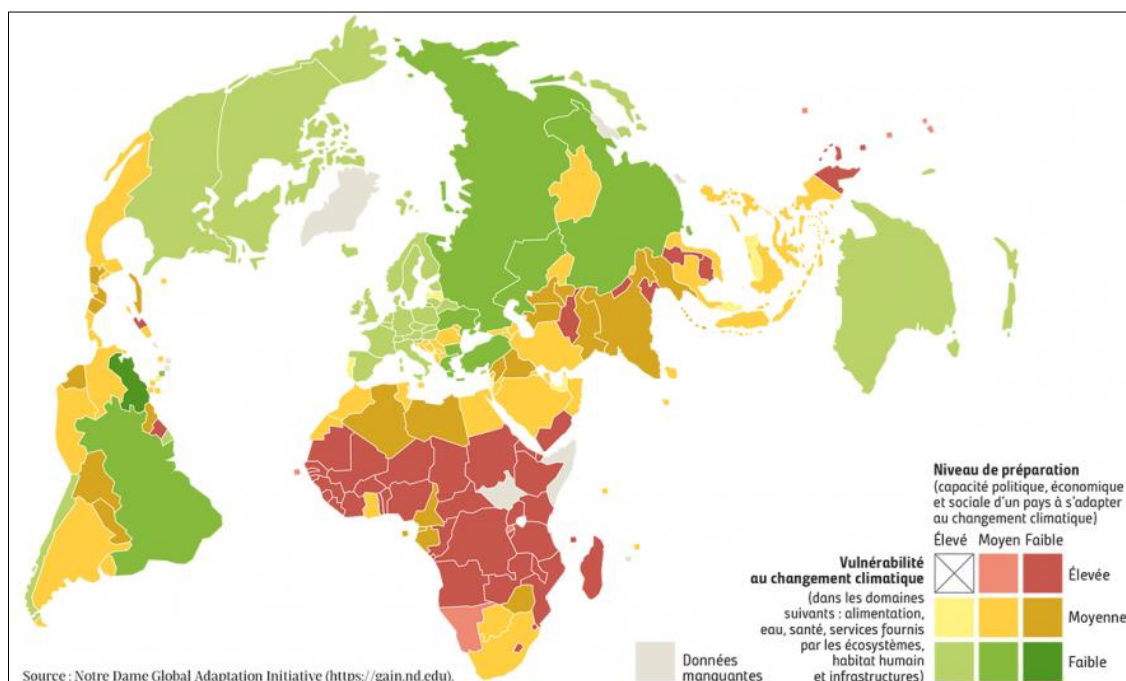


Figure 21. Vulnérabilité au changement climatique et niveau de préparation.
Source : <https://www.monde-diplomatique.fr/cartes/vulnerabilite-climat>.

I.5 La prévention contre le changement climatique

La prévention contre le changement climatique consiste en un ensemble d'actions et de stratégies visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et à minimiser les effets du changement climatique. Voici quelques mesures de prévention essentielles :

- **Réduction des émissions de GES** : Les pays, les entreprises et les individus cherchent à réduire leurs émissions de GES en adoptant des pratiques plus durables. Cela inclut l'utilisation d'énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique, la promotion des transports en commun, et la réduction de la déforestation.
- **Accords internationaux** : Les pays du monde entier coopèrent à travers des accords tels que l'Accord de Paris, qui vise à limiter le réchauffement climatique en maintenant l'augmentation de la température mondiale bien en dessous de 2 degrés Celsius par rapport aux niveaux préindustriels.
- **Adaptation** : En plus de réduire les émissions, il est nécessaire de s'adapter aux changements climatiques inévitables. Cela peut inclure des infrastructures résistantes au climat, des systèmes d'alerte précoce pour les catastrophes naturelles, et des pratiques agricoles adaptées.
- **Éducation et sensibilisation** : Informer les gens sur les impacts du changement climatique et les encourager à prendre des mesures individuelles peut avoir un impact significatif. Les initiatives d'éducation et de sensibilisation sont essentielles.
- **Recherche et innovation** : La recherche sur les énergies propres, les technologies de capture du carbone et d'autres solutions innovantes est cruciale pour lutter contre le changement climatique.
- **Réduction de la déforestation** : La préservation des forêts et la reforestation sont essentielles pour absorber le CO₂ de l'atmosphère.
- **Réglementation gouvernementale** : Les gouvernements jouent un rôle majeur en mettant en place des réglementations et des politiques pour encourager la réduction des émissions, comme les normes d'émissions pour les véhicules.
- **Investissements durables** : Les investissements dans des entreprises et des projets durables favorisent le développement de technologies propres et d'infrastructures respectueuses de l'environnement.

- **Économie circulaire** : La promotion de la réutilisation, du recyclage et de la réduction des déchets contribue à réduire l'impact environnemental.
- **Agriculture durable** : La transition vers des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, telles que l'agriculture biologique et la gestion de l'eau, est importante pour lutter contre le changement climatique (Ouanes, 2020).

I.6 Changement climatique en Algérie

L'Algérie, le plus grand pays d'Afrique situé au sud de la Méditerranée, présente une diversité géographique marquée résultant de l'influence combinée de systèmes climatiques tempérés et tropicaux. Cependant, cette situation géographique unique la rend particulièrement vulnérable aux effets du changement climatique mondial. Plusieurs causes ont contribué à l'émergence de ce phénomène, notamment des facteurs naturels et humains tels que les émissions de gaz à effet de serre, la déforestation, une utilisation inadéquate de l'eau, des pratiques agricoles inadaptées, une urbanisation croissante et des modifications de l'utilisation des terres. Le changement climatique en Algérie a des répercussions significatives, notamment des températures plus élevées, des précipitations réduites, des sécheresses fréquentes, une augmentation des incendies de forêt, une érosion côtière préoccupante, des mouvements internes de populations, des perturbations dans le secteur agricole, des enjeux de santé publique et des défis pour le secteur de l'énergie.

L'Algérie met en place des stratégies variées pour lutter contre le changement climatique. Cela comprend la transition vers des énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique, la promotion des transports durables, la gestion de l'eau, l'adoption de pratiques agricoles durables, la réduction des déchets, l'éducation sur le changement climatique, des réglementations strictes, des investissements dans des technologies propres, et la coopération internationale. Ces mesures visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à minimiser les impacts du changement climatique et à contribuer aux efforts mondiaux pour atténuer ces effets.

De plus, l'Algérie participe aux accords internationaux sur le climat, tels que l'Accord de Paris, pour contribuer aux efforts mondiaux visant à atténuer le changement climatique.

Bibliographies du cours n° V:

- Ouanes. M. 2020. Effet De Changements Climatiques Sur La Qualité Des Eaux Souterraines De La Plaine De F'kirina De La W. D'Oum El Bouaghi. Faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers. Département d'écologie et génie de l'environnement. Doctorat en Science. Filière: Science Biologique.
- Chourghal. N. 2016. Impacts des changements climatiques sur la culture du blé dur en Algérie. Ecole Nationale Supérieure Agronomique Alger. DOCTORAT en Sciences Agronomiques.
- Khezazna. A. 2017. Les changements climatiques au Nord-est algérien Evolution récente et projections futures. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA. Faculté des sciences de l'ingénieur. Département d'Hydraulique. DOCTORAT. Option : Hydraulique.
- Adjil I. 2009. Impact du changement climatique sur l'énergie éolienne Cas du Niger Msc Génie Sanitaire et environnement maitrise es physique à option ER
- GIEC, 2008. Résumé à l'intention des décideurs. In: Bilan 2007 des changements climatiques : Les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. et Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom et New York, NY, USA.0
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability," Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC.
- World Health Organization (WHO). 2018."Climate change and health," WHO Fact Sheet,
- <https://www.eaufrance.fr/agir-pour-lutter-contre-le-changement-climatique>.
- <https://presse.inserm.fr/cest-dans-lair/10-principes-pour-lutter-contre-le-changement-climatique/>.
- <https://www.undp.org/fr/sustainable-development-goals/climate-action>
- <https://www.monde-diplomatique.fr/cartes/vulnerabilite-climat>.
- https://www.researchgate.net/figure/Carte-des-principaux-impacts-du-rechauffement-climatique_fig5_322752049.
- <https://courrierstrategique.com/52-colloque-international-sur-le-changement-climatique.html>.
- <https://mmse-uvd.ipsl.jussieu.fr/html/>

**Cours n° 06 : LES RISQUES NATURELS : LE TREMBLEMENT DE TERRE
(D'origine géologique)**

I.1 Introduction

Les tremblements de terre ont été observés depuis des milliards d'années. De nombreux récits à travers l'histoire de l'humanité témoignent de l'impact significatif qu'ils ont eu sur les vies humaines et les biens. Les tremblements de terre sont les phénomènes naturels les plus effrayants et les plus dévastateurs, engendrant des pertes humaines et économiques majeures dans les zones urbaines.³¹

Les zones sismiques représentent une source de risque majeure à laquelle l'homme doit faire face et apprendre à coexister avec dans son environnement. La science a créé des disciplines spécialisées dans l'étude des séismes, telles que la sismologie, la géophysique et la géologie, qui s'attaquent directement ou indirectement à ce sujet. Ces disciplines travaillent en collaboration pour fournir la vision la plus complète possible de ce phénomène.³²

I.2 Définition du tremblement de terre (Séisme)

Un tremblement de terre est un phénomène naturel, tout comme le vent et la pluie. Il se produit lorsque de l'énergie stockée dans les roches est soudainement libérée, provoquant une secousse rapide et violente de la terre.³³

Les séismes sont causés par la collision de deux plaques tectoniques en mouvement, séparées par une zone de faiblesse ou de discontinuité dans la croûte terrestre appelée faille. L'accumulation d'énergie potentielle dans la croûte terrestre crée des failles qui se libèrent lorsque le seuil de rupture mécanique des roches est atteint, provoquant des fissures et des déformations, ainsi que la libération de chaleur et d'énergie sismique sous forme d'ondes sismiques. Différents types et vitesses d'ondes sont générés et parcourent divers chemins avant d'atteindre un site et de le soumettre à différents mouvements. Les dommages observés en surface dépendent de l'amplitude, de la fréquence et de la durée des vibrations.

³¹ Boughazi. K. (2012). Risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger. Thèse magistère. Université Mentouri Constantine Faculté des sciences de la terre, de la Géographie et de l'aménagement du territoire. Département d'architecture et d'urbanisme..

³² Kacimi El-Hassani. (2010). Evaluation Des Réhabilitations Menées Sur Des Bâtiments Affectés Par Le Séisme De Boumérdes Du 21 Mai 2003. Magister. En Génie Civil Spécialité : Géotechnique. Université Des Sciences Et De La Technologie Houari Boumediene. Faculté De Génie Civil

³³ Boughazi. K. (2012). Risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger. Thèse magistère. Université Mentouri Constantine Faculté des sciences de la terre, de la Géographie et de l'aménagement du territoire. Département d'architecture et d'urbanisme..

Terminologie :

Le foyer (hypocentre) : c'est le point de départ de la rupture à l'intérieur de la Terre, où l'énergie sismique est libérée. Il se situe à une profondeur de quelques kilomètres jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres.

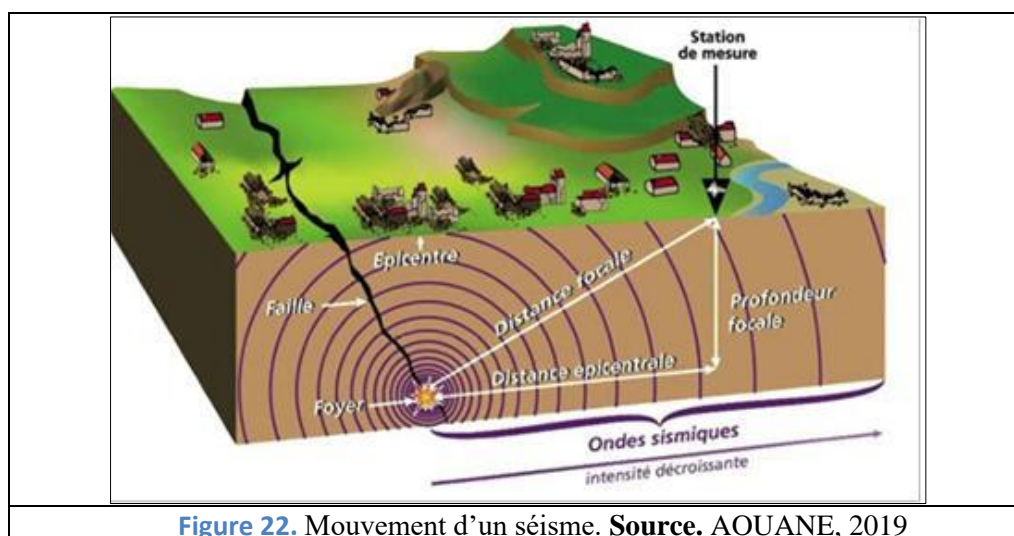
Profondeur focale : c'est la profondeur du foyer d'un séisme par rapport à la surface de la Terre.

L'épicentre : c'est le point situé à la verticale du foyer à la surface de la Terre.

Distance focale (ou hypocentrale) : c'est la distance entre le foyer d'un séisme et un point donné à la surface de la Terre.

Distance épacentrale : c'est la distance entre l'épicentre d'un séisme et un point donné à la surface de la Terre.

L'épicentre macrosismique est le lieu où l'intensité du séisme est la plus forte, c'est-à-dire là où les effets du séisme sont les plus importants. ³⁴Voir figure.



I.3 Origine des tremblements de terre

Les séismes sont des phénomènes naturels causés par différentes sources, notamment d'origine tectonique, volcanique ou humaine. Les séismes les plus dévastateurs sont d'origine tectonique et sont causés par la collision de deux plaques tectoniques. Les séismes génèrent des ondes sismiques qui peuvent causer des effets dévastateurs tels que des secousses, des raz-de-marée, des glissements de terrain et des effondrements de bâtiments. La sismologie étudie les ondes sismiques et les sources qui les génèrent.

³⁴ AOUANE.A. 2019.Simulation sismique avec une approche SMA (Systèmes Multi Agents). Application de la méthode RISK-DZ à la ville d'Arzew (Oran). Doctorat en science.218 pages.

Tableau 6. Sources d'onde sismique

	Sources Naturelle	Source Humaine
Événement sismique	Collision de faille	Effondrement de mine
	Circulation hydraulique	Mise en eau de barrage
	Éruption volcanique	Excavation
	Glissement de terrain	Tir d'exploration
	Éboulement	Essai nucléaire
Bruit sismique	Impacte météorique	
	Mouvement magmatique vent, marée	Bruit : véhicule, machine

Source.AOUANE,2019

I.3.1. Globe terrestre

La Terre est divisée en couches superposées qui se distinguent par leur état solide, liquide ou plastique, ainsi que par leur densité. En partant du centre vers la surface de la Terre, on trouve les entités suivantes :

- Le noyau : divisé en un noyau interne solide et un noyau externe liquide. Le centre de la Terre se trouve à 6 370 km de profondeur.
- Le manteau : est constitué par :
 - un manteau supérieur rigide jusqu'à 70 à 150 km, puis plastique jusqu'à 700 km de profondeur.
 - un manteau inférieur, solide et situé entre 700 et 2 900 km de profondeur.
- La croûte (ou écorce) : elle est à l'état solide. On distingue deux types de croûte, océanique et continentale.
- La croûte océanique se situe essentiellement sous les océans. Son épaisseur est de 5 km à 10 km en moyenne. Elle est constituée de roches basaltiques.
- La croûte continentale se trouve au niveau des continents. Son épaisseur est de 30 à 35 km au niveau des plaines continentales et de 50 à 65 km sous les chaînes de montagnes. Moins dense que la croûte océanique, elle est formée de roches granitiques essentiellement.

La lithosphère correspond au manteau supérieur solide et à la croûte terrestre. L'asthénosphère représente la partie plastique du manteau supérieur.

Dans le manteau, la désintégration radioactive de certains éléments chimiques produit un flux de chaleur à l'origine de cellules de convection. Les mouvements de convection qui animent le manteau induisent alors sur la lithosphère rigide des déformations. Ces dernières se

traduisent par un découpage de la lithosphère en plaques rigides qui bougent les unes par rapport aux autres en glissant sur l'asthénosphère.

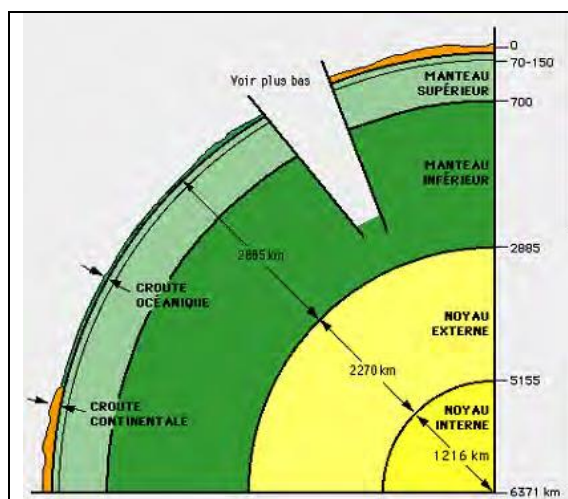


Figure 23. Coupes schématiques sur le globe terrestre. Source. Boughazi, 2012

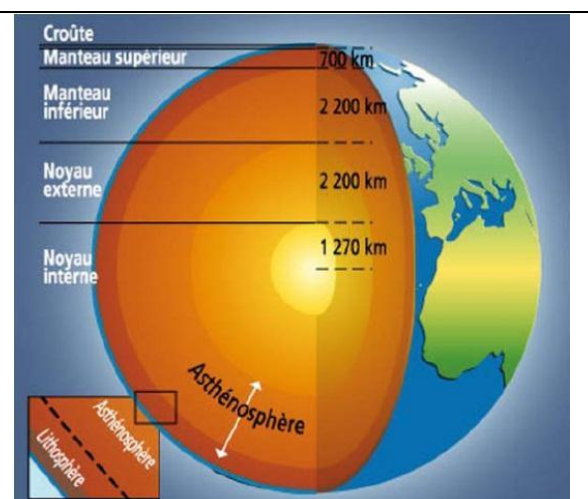


Figure 24. La Globe terrestre. Source. AOUANE, 2019

I.3.2. La Tectonique des plaques

La théorie de la tectonique des plaques³⁵ est fondamentale pour comprendre les forces qui agissent à l'intérieur de la Terre et qui entraînent des tremblements de terre. Cette théorie, élaborée dans les années soixante, est essentielle pour expliquer la sismicité naturelle de notre planète.

La lithosphère se compose de douze grandes plaques ainsi que de plusieurs plus petites qui se déplacent les unes par rapport aux autres. Le moteur de cette dynamique se trouve dans le manteau, sous la croûte terrestre. L'activité sismique est la plus intense à la frontière des plaques.

Les mouvements de divergence, de convergence ou de coulissage horizontal entre les plaques sont induits par le glissement de ces dernières sur l'asthénosphère.³⁶

³⁵ **Tectonique de plaques:** Une théorie, acceptée aujourd'hui, qui expliquent Scientifiquement la cause des tremblements de terre.

³⁶ AOUANE.A. (2019).Simulation sismique avec une approche SMA (Systèmes Multi Agents). Application de la méthode RISK-DZ à la ville d'Arzew (Oran). Doctorat en science. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. Faculté de Faculté d'Architecture et de Génie Civil Département de Génie Civil.

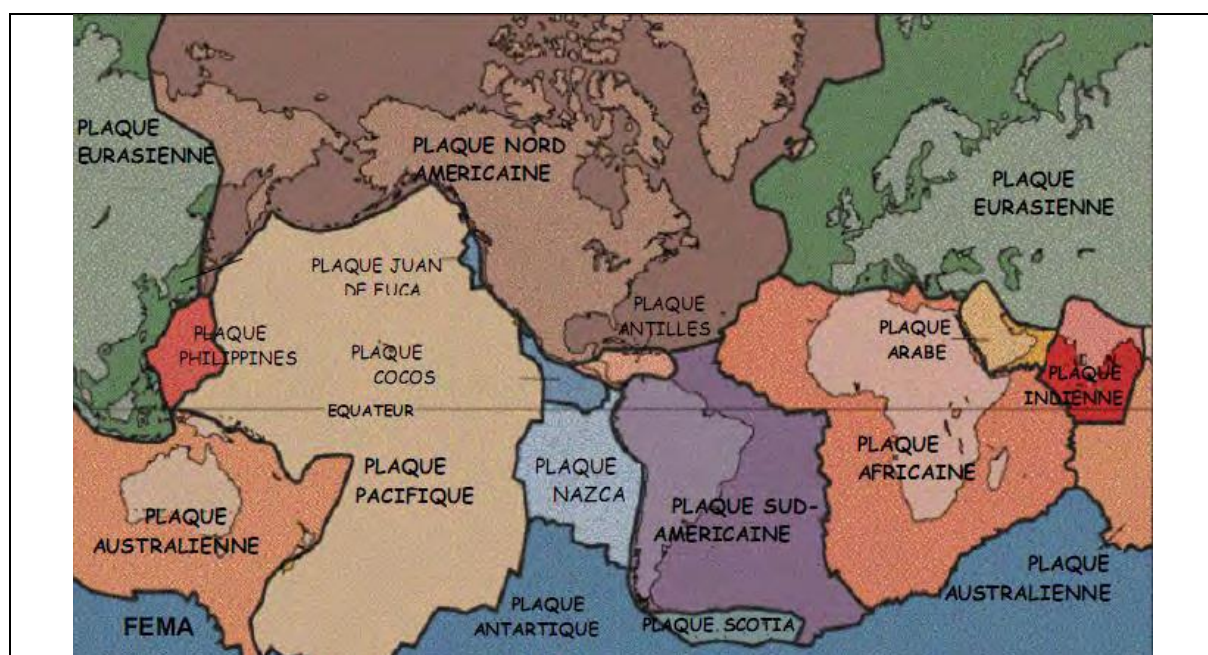


Figure 25. Les différentes plaques tectoniques. **Source.** Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR in Boughazi, 2012

1-La divergence : La divergence de deux plaques est à la base de la création de la croûte océanique. Les zones de divergence de plaques sont marquées sur le fond des océans par les dorsales océaniques, qui sont les systèmes volcaniques les plus importants de la Terre. Elles correspondent à des remontées de magma qui, lorsqu'il arrive en surface, durcit et forme la croûte océanique.

2-La convergence : La convergence entre deux plaques est la cause principale de la formation des chaînes de montagnes, du volcanisme et des séismes.

- **La convergence entre deux plaques océaniques:** la plaque la plus dense plonge sous l'autre, c'est une subduction. En surface, des arcs insulaires volcaniques se forment.
- **La convergence entre une plaque océanique et une plaque continentale:** la croûte océanique, plus dense, plonge sous la plaque continentale. Cette subduction se traduit en surface par la formation d'une chaîne de montagne volcanique.
- **La convergence entre deux plaques continentales:** contrairement aux deux cas précédents, cette convergence ne donne pas lieu à une subduction, mais à une collision. La plaque la plus faible se plisse ; apparaissent alors des chaînes de montagnes et de grands systèmes de failles. La sismicité y est importante, mais le volcanisme est quasi inexistant.³⁷

³⁷ <https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

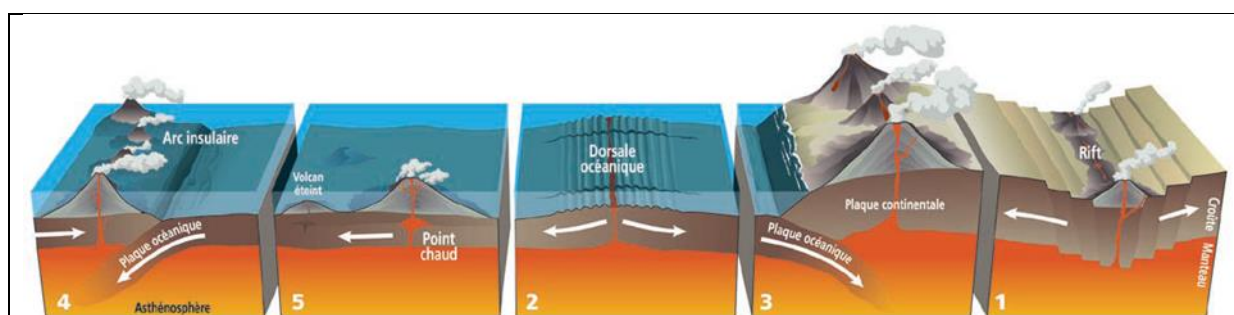


Figure 26. La tectonique des plaques. **Source :** <https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

I.3.3. Cas du Nord de l'Algérie

L'Algérie est située sur une limite majeure entre deux plaques tectoniques : la plaque Eurasienne et la plaque Africaine. D'après le modèle global "Nuvel 1" (Argus et al, 1991), la vitesse de raccourcissement entre les deux plaques est estimée entre 5 et 6 mm/an dans la région d'Alger.

L'affrontement entre les deux plaques a donné naissance notamment à la chaîne de l'Atlas Tellien. Ce massif forme une zone complexe constituée de nappes mises en place au Miocène inférieur.

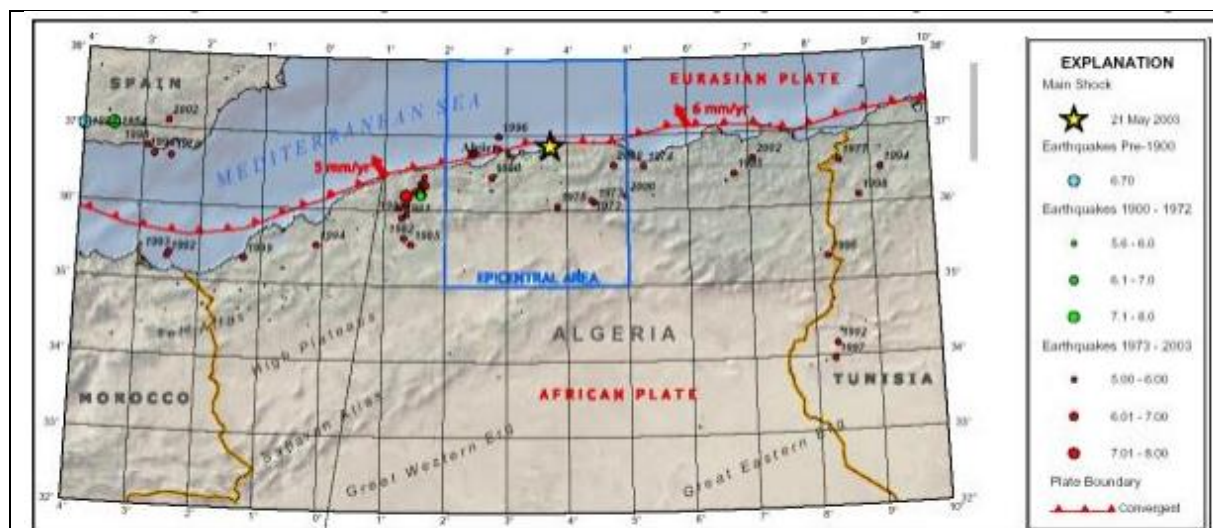


Figure 27. Carte sismo-tectonique de l'Algérie du Nord (NEIC). **Source :** <https://iast.univ-setif.dz/documents/Cours/Cours6MilieuxPhysiquesL2GAT21.pdf>

I.3.4. Notion de faille

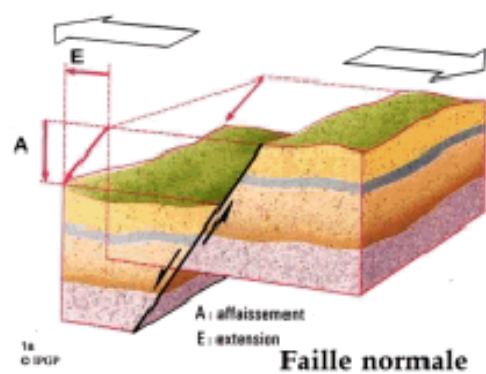
Une faille est une fracture le long de laquelle deux compartiments de la croûte se sont déplacés de chaque côté l'un relativement à l'autre en parallèle à la fracture. La secousse d'un séisme se génère au foyer quand la zone de faille se rompt, c'est un processus qui prend

quelques secondes ou au plus quelques minutes. Ensuite, les ondes sismiques libérées par la rupture de faille se propagent après la fin du mouvement de la faille et traversent le globe terrestre en environ 20 minutes.³⁸

I.3.5. Classification des failles

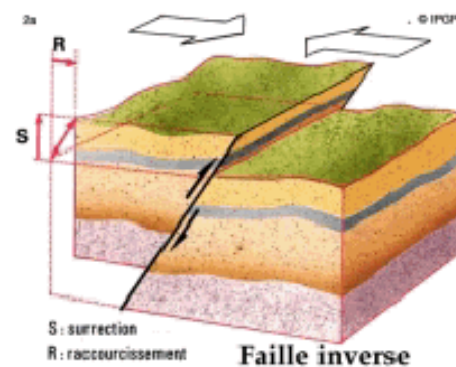
a) Les failles normales

la déformation entraîne un étirement des roches initiales. Elles résultent de mouvements d'écartement (divergence).



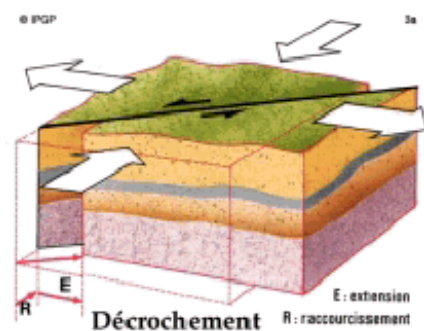
b) Les failles inverses

la déformation entraîne un raccourcissement des terrains initiaux. Elles résultent de mouvements de rapprochement (convergence).



c) Les failles en décrochement

Les failles en décrochement provoquent un déplacement des blocs uniquement dans le sens horizontal.



I.4 Intensité d'un séisme

L'intensité d'un séisme est définie en un lieu par rapport aux effets produits par ce séisme, qu'ils soient seulement observés ou ressentis par l'homme (réveil, chute d'objets, fissures...) ou

³⁸ Kacimi El-Hassani. (2010). Evaluation Des Réhabilitations Menées Sur Des Bâtiments Affectés Par Le Séisme De Boumérdes Du 21 Mai 2003. Magister. En Génie Civil Spécialité : Géotechnique. Université Des Sciences Et De La Technologie Houari Boumediene. Faculté De Génie Civil

qu'ils aient causé des dégâts plus ou moins importants aux constructions. On parle alors d'effets macrosismiques.

On distingue trois classes de séismes selon la profondeur de leur foyer :

- les séismes superficiels : moins de 60 km de profondeur.
- les séismes intermédiaires : entre 60 et 300 km de profondeur.
- les séismes profonds : supérieurs à 300 km de profondeur.

I.5 L'échelle d'intensité d'un séisme

L'échelle d'intensité d'un séisme, qui mesure les effets ressentis et observés en un lieu donné. L'échelle la plus couramment utilisée est l'échelle de Mercalli modifiée (EMS98), qui comporte 12 degrés et prend en compte des facteurs tels que la durée de la secousse, la distance à l'épicentre, la nature du sol et la qualité de la construction des bâtiments. Cette échelle est souvent utilisée en complément de l'échelle de magnitude de Richter, qui mesure l'énergie libérée par un séisme à son épicentre.

ÉCHELLE D'INTENSITÉ DE MERCALLI	MAGNITUDE À L'ÉCHELLE RICHTER
I Séisme perçu uniquement par quelques personnes dans des circonstances particulières; détecté seulement par des instruments très sensibles.	2
II Perçu par quelques personnes au repos et se trouvant aux étages supérieurs; balancement d'objets suspendus.	3
III Perçu principalement par des personnes à l'intérieur des édifices. Les automobiles stationnées peuvent bouger.	
IV Perçu par la plupart des gens à l'intérieur des édifices et par certains à l'extérieur; suffisant pour réveiller certaines personnes. Bruits de vaisselle, fenêtres et portes.	4
V Perçu par presque tout le monde; plusieurs personnes sont réveillées. Bris de vaisselle et de fenêtres; les objets instables sont renversés.	5
VI Perçu par tout le monde; plusieurs personnes sont effrayées et courent à l'extérieur; quelques meubles sont déplacés; quelques morceaux de plâtre tombent et quelques dommages aux cheminées. Dommages légers.	
VII La plupart des gens paniquent et courent à l'extérieur; dommages minimes aux constructions conçues pour les zones sismiques, de minimales à moyennes chez les bonnes constructions ordinaires, importants chez les mauvaises constructions. Meubles renversés.	6
VIII Dommages légers aux constructions conçues pour les zones sismiques, importants chez les bonnes constructions ordinaires avec des effondrements possibles, catastrophiques chez les mauvaises constructions.	7
IX Dommages considérables aux constructions conçues pour les zones sismiques. Edifices déplacés sur leurs fondations. Fissuration du sol. Bris des canalisations souterraines.	
X Quelques bonnes constructions en bois et la plupart des constructions en maçonnerie sont détruites. Sol fortement fissuré. Plusieurs glissements de terrain se produisent.	8
XI Très peu de constructions en maçonnerie restent debout; rails tordus; ponts détruits. Grandes fissures dans le sol.	
XII Destruction quasi totale. Ondulations visibles à la surface du sol. Objets projetés dans les airs.	9



Figure 28. L'échelle d'intensité d'un séisme

Source. <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/seismes.html>

I.6 Les effets des tremblements de terre

Les effets des tremblements de terre sur les hommes, les biens et l'environnement sont nombreux, d'autant plus qu'ils provoquent un nombre incroyable d'effets indirects, tant naturels que techniques. Le tremblement de terre est le risque naturel le plus meurtrier. La majeure partie des victimes périssent suite à la chute d'objets, aux effondrements de bâtiments, aux incendies ou sont emportées par des mouvements de terrain ou des tsunamis. Le nombre de personnes blessées, sans abri et déplacées peut être considérable. Les atteintes aux biens se traduisent par de vastes destructions, détériorations et dommages aux habitations, aux ouvrages (ponts, routes et rues, voies ferrées, etc.) et aux usines. Suite aux ruptures des conduites d'eau, de gaz et d'électricité, ils peuvent provoquer des incendies, des explosions et

des électrocutions. Les effets sur l'environnement sont variés et peuvent parfois provoquer un changement total de paysage (vallées barrées et transformées en lacs, rivières déviées...). L'aléa sismique est bien connu. L'analyse de la sismicité historique (réurrence des séismes), de la sismicité instrumentale et l'identification des failles actives permettent de définir l'aléa sismique d'une région.

	
<p>Photo 14. les effets du tremblement de terre en Turquie 2023. Source. https://www.bbc.com/afrique/articles/czvy89k1yd1o</p>	<p>Photo 15. Tsunami provoqué par le tremblement de terre du 26 décembre 2004 Thaïlande Source. https://mbradio.tv/article/13-ans-depuis-le-tsunami-dans-l%E2%80%99oc%C3%A9an-indien</p>

I.7 Les mesures de la prévention au risque Sismique

Les mesures de prévention aux risques sismiques consistent à anticiper les conséquences des tremblements de terre et à mettre en place des stratégies pour minimiser les dommages causés aux personnes, aux bâtiments, aux infrastructures et à l'environnement. Parmi ces actions :

- La réglementation de la construction : des normes et des règles de construction strictes peuvent être mises en place pour renforcer les bâtiments et les infrastructures et les rendre plus résistants aux tremblements de terre.
- La cartographie des zones à risque : il est important de cartographier les zones où les risques sismiques sont élevés pour mieux les identifier et les prévenir.
- La mise en place d'un système d'alerte : un système d'alerte précoce peut être mis en place pour permettre aux populations de se préparer avant l'arrivée d'un tremblement de terre.
- La sensibilisation et la formation de la population : les populations doivent être sensibilisées aux risques sismiques et formées aux gestes de premiers secours pour mieux se protéger et réduire les conséquences des tremblements de terre.

- La mise en place de plans d'urgence : des plans d'urgence peuvent être mis en place pour mieux coordonner les secours en cas de tremblement de terre et éviter les pertes en vies humaines et les dégâts matériels.

La mise en place d'un système de surveillance sismique : un système de surveillance sismique permet de détecter les tremblements de terre et de les localiser avec précision pour mieux comprendre les phénomènes sismiques et mieux prévenir les risques.

Bibliographie Cours n° VI

- Boughazi, K. (2012). Risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger. Thèse magistère. Université Mentouri Constantine Faculté des sciences de la terre, de la Géographie et de l'aménagement du territoire. Département d'architecture et d'urbanisme.
- Kacimi El-Hassani. (2010). Evaluation Des Réhabilitations Menées Sur Des Bâtiments Affectés Par Le Séisme De Boumérdes Du 21 Mai 2003. Magister. En Génie Civil Spécialité : Géotechnique. Université Des Sciences Et De La Technologie Houari Boumediene. Faculté De Génie Civil
- AOUANE.A. (2019). Simulation sismique avec une approche SMA (Systèmes Multi Agents). Application de la méthode RISK-DZ à la ville d'Arzew (Oran). Doctorat en science. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. Faculté de Faculté d'Architecture et de Génie Civil Département de Génie Civil.
- BENOUAR. D (2005) in RISQUE DE TREMBLEMENT DE TERRE EN AFRIQUE : UN GUIDE POUR LES CHEFS DE COMMUNAUTES. (Ecrit pour le compte des Nations Unies/ Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes –UN/SIPC)
- <https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>
- <https://iast.univ-setif.dz/documents/Cours/Cours6MilieuxPhysiquesL2GAT21.pdf>
- <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/seismes.html>
- <https://www.bbc.com/afrique/articles/czvy89k1yd1o>
- <https://mbradio.tv/article/13-ans-depuis-le-tsunami-dans-1%E2%80%99oc%C3%A9an-indien>

Cours n° 07 : LES RISQUES D'ORIGINE NATURELS : LE MOUVEMENT DE TERRAIN (D'origine géologique)

I.1 Introduction

Le monde est sujet à de nombreux phénomènes naturels catastrophiques, notamment les mouvements de terrain qui sont causés par la déformation et le déplacement du sol. Ces mouvements peuvent entraîner la mort de nombreuses personnes et des dommages économiques considérables. La fréquence et l'intensité des mouvements de terrain varient en fonction des facteurs géologiques, hydrogéologiques et anthropiques. Les mouvements de terrain sont responsables d'environ 14% des pertes de vie humaines dues à des catastrophes naturelles. (La commission sur les mouvements de terrain de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, 1979).³⁹

Par exemple, selon TIANCHI en 1989, les mouvements de terrain induits par les séismes dans les LOESS en Chine ont causé la mort de centaines de milliers de personnes au 19ème siècle. En 1920, le séisme de NINGXIA a provoqué des glissements de terrain massifs dans les LOESS, entraînant la mort d'au moins 100 000 personnes.⁴⁰

I.2 Définition du Mouvement de Terrain

Le terme mouvement de terrain regroupe plusieurs types de phénomènes naturels très différents reliés à la nature, le comportement, et à l'intervention de l'homme.⁴¹

Les mouvements de terrain sont les manifestations du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (fonte des neiges, pluviométrie anormalement forte, séisme, etc.) ou anthropiques (terrassement, vibration, déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères, etc.).

Ils recouvrent des formes très diverses qui résultent de la multiplicité des mécanismes initiateurs (érosion, dissolution, déformation et rupture sous charge statique ou dynamique), eux-mêmes liés à la complexité des comportements géotechniques des matériaux sollicités et

³⁹ Benkechkache. I. (2012). Investigation de la dégradation du cadre bâti sous l'effet du glissement de terrain cas de Constantine. Thèse de Magistère. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la Terre. Département d'Architecture et d'Urbanisme. Option : Ville et Risques Urbains

⁴⁰ Maquaire, O. (2002). Aléa géomorphologique (mouvement de terrain) - processus, fonctionnement, cartographie -, mémoire de recherche, 2002. Université Louis Pasteur – Strasbourg

⁴¹ Harkati, M. (2019). Etude paramétrique de la stabilité des talus à l'aide des codes numériques. Master en Génie civil Spécialité : E.C.B.R. Université Kasdi Merbah – Ouargla. Faculté des sciences appliquées Département de Génie civil et d'Hydraulique.

des conditions de gisement (structure géologique, géométrie des réseaux de fractures, caractéristiques des nappes aquifères, etc.)⁴²

Egalement on peut définir, un mouvement de terrain est un déplacement plus au moins brutal du sol ou du sous-sol, sous l'effet d'influence naturelle (agent d'érosion, pesanteur, séisme...etc.) ou anthropique (exploitation, déboisement, terrassement,...etc.).

Ce phénomène comprend diverses manifestations : lentes ou rapides, en fonction des mécanismes initiateurs, des matériaux considérés et de leur structure.⁴³

I.3 Types de mouvement de terrain

Les mouvements de terrain sont difficiles à prévoir et constituent un danger pour la vie humaine en raison de leur intensité, de leur soudaineté et de leur caractère dynamique. Ils peuvent être distingués en mouvements lents et rapides, seuls ces derniers étant directement dangereux pour l'homme. Les conséquences des mouvements rapides sont plus graves lorsque les masses déplacées sont importantes, tandis que les mouvements lents ont des conséquences principalement socio-économiques ou d'intérêt public.⁴⁴

I.3.1. Les mouvements rapides et discontinus

Les mouvements rapides, tels que l'effondrement, les chutes de pierres et de blocs, l'éboulement et les coulées boueuses, se produisent de manière subite et violente. Ils ont un impact majeur sur les personnes, avec des conséquences souvent dramatiques. En outre, ils peuvent endommager les infrastructures telles que les bâtiments et les routes, allant de la simple dégradation à la destruction totale.

1-Les effondrements de cavités souterraines

Les effondrements de cavités souterraines surviennent lorsque les appuis ou le toit d'une cavité souterraine se rompent et que cette rupture se propage jusqu'à la surface de manière brutale, entraînant l'ouverture d'une excavation cylindrique.

⁴²Boumaza& al. (2015). Etude D'un Glissement de terrain. Université du 8 Mai 1945 Guelma Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénierie Département de : "Génie Civil". Domaine : "Sciences et Technologie". Spécialité : "Génie Civil ", " Option : Géotechnique"

⁴³Benkechkache. I. (2012).Investigation de la dégradation du cadre bâti sous l'effet du glissement de terrain cas de Constantine. Thèse de Magistère. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la Terre. Département d'Architecture et d'Urbanisme. Option : Ville et Risques Urbains..

⁴⁴ Idem

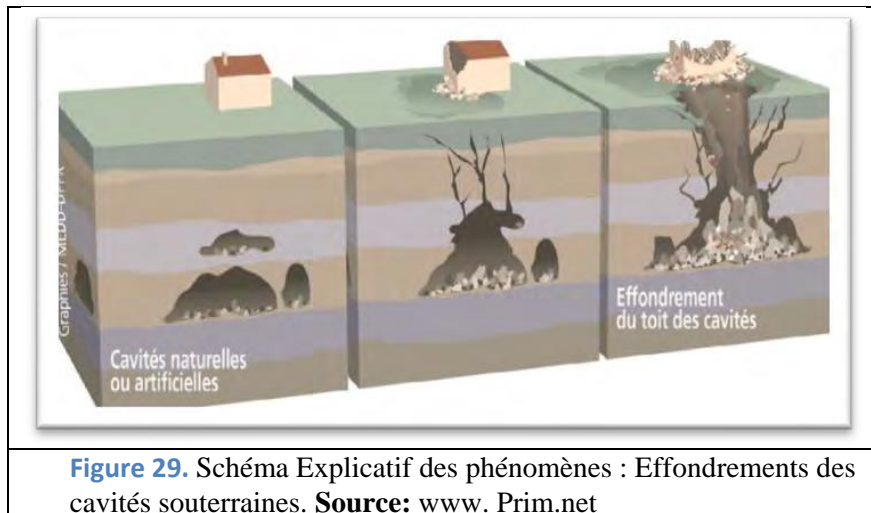


Figure 29. Schéma Explicatif des phénomènes : Effondrements des cavités souterraines. **Source:** www. Prim.net

2-L'éboulement, chutes de blocs et de pierres

Sont causés par l'évolution des falaises et des versants rocheux, et peuvent se présenter sous différentes formes selon leur volume, allant de petites pierres à de grands écroulements en masse.



3-Les coulées de boues et laves torrentielles

Les coulées de boues sont des mouvements rapides de masses de matériaux remaniés avec une forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse, qui ont souvent lieu dans la partie aval d'un glissement de terrain.

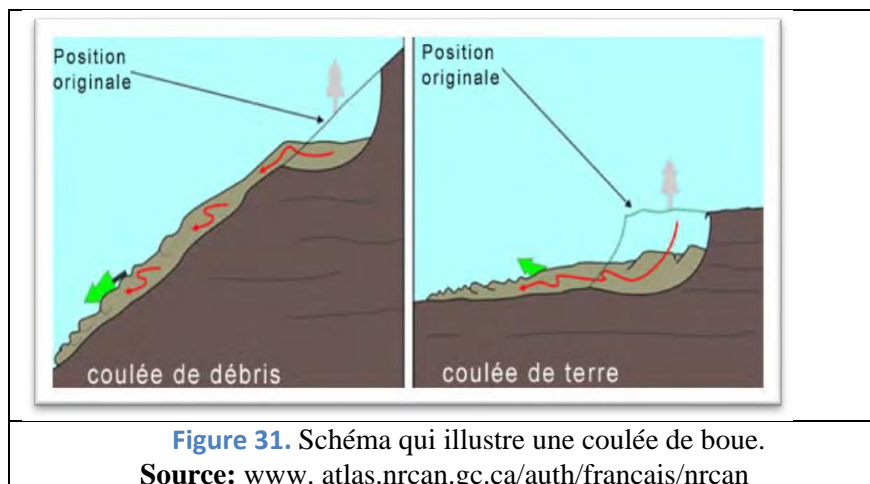


Figure 31. Schéma qui illustre une coulée de boue.

Source: [www. atlas.nrcan.gc.ca/auth/francais/nrcan](http://www.atlas.nrcan.gc.ca/auth/francais/nrcan)

I.3.2. Les mouvements lents et continus

Ces phénomènes provoquent une altération graduelle des terrains, qui peut ne pas être perceptible par l'homme. Ils comprennent l'affaissement, le tassement, le glissement, la solifluxion, le fluage, le retrait-gonflement et le fauchage. Ils affectent principalement les biens, en provoquant des fissures dans les constructions. Ces dommages peuvent être si graves pour la sécurité des occupants qu'une démolition des bâtiments est souvent nécessaire.

1-L'affaissement

Il s'agit d'une dépression topographique en forme de cuvette qui résulte du fléchissement progressif et lent du terrain de couverture, avec ou sans fractures ouvertes. Dans certaines situations, cela peut être le signe avant-coureur d'un effondrement de bâtiments.



Photo 17. Affaissement de terrain. **Source.** <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-risque-mouvement-de-terrain.html>, in Boumaza& al. (2015).

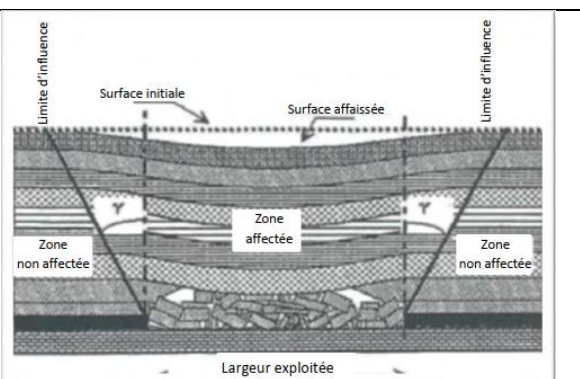


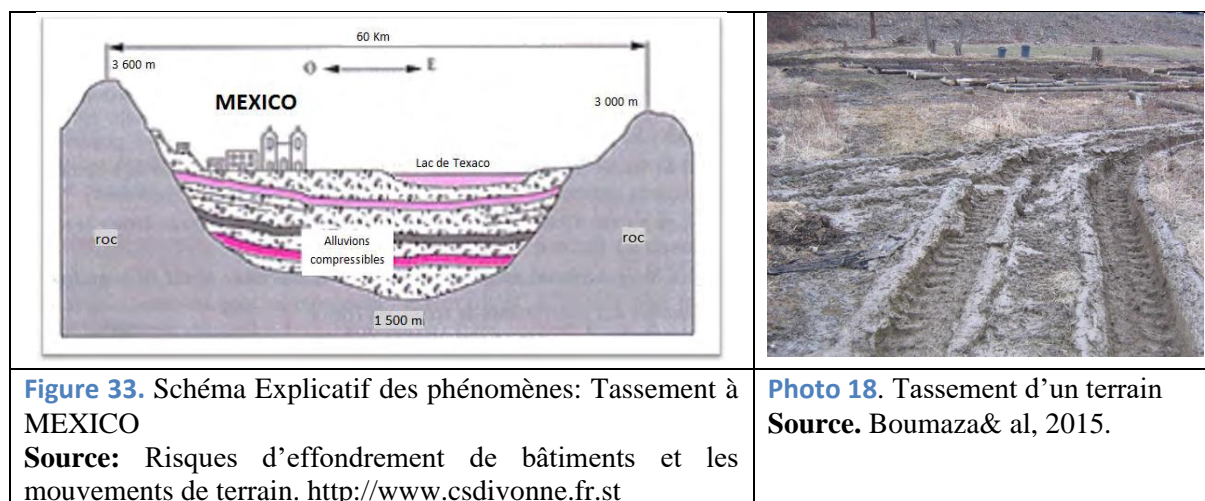
Figure 32. Affaissement lié à une exploitation ancienne avec un recouvrement d'une centaine de mètres.

Source : INERIS : institut national de l'environnement industriel et des risques. Benkechkache, 2012.

2-Le tassement

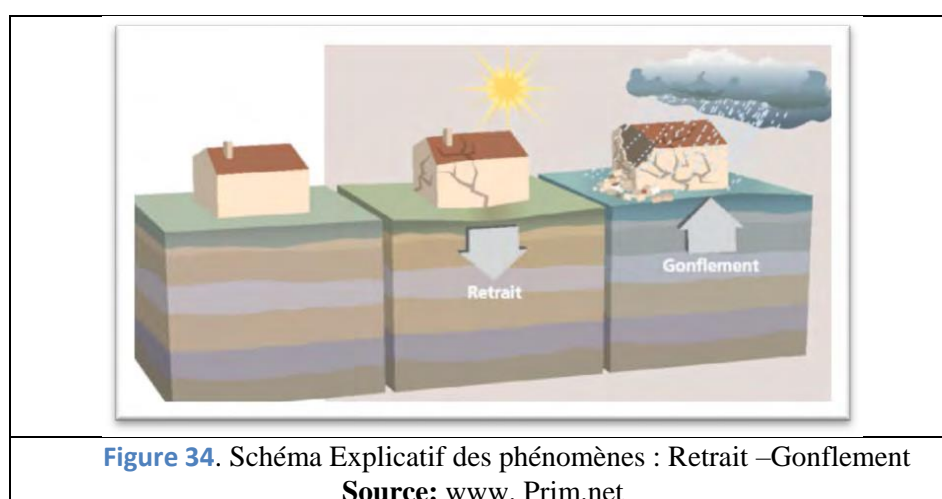
Le tassement est une baisse de l'assise d'un support, généralement due à l'écrasement du sol sous une fondation. Les tassements peuvent varier selon la nature du sol, les charges

appliquées et l'assèchement, et peuvent être presque instantanés ou s'étendre sur des décennies. Pour s'assurer de la sécurité et de la conformité des structures, il est nécessaire de calculer les tassements. Ce phénomène peut avoir une grande ampleur et affecter des villes entières.⁴⁵



3-Le retrait-gonflement

Il se manifeste dans les sols argileux, il est lié aux variations d'eau dans le sol. Lors des périodes de sécheresse, le manque d'eau entraîne un tassement irrégulier du sol en surface (retrait). A l'inverse, un nouvel apport d'eau dans ces terrains produit un phénomène de gonflement.⁴⁶



⁴⁵ Benkechkache. I. (2012). Investigation de la dégradation du cadre bâti sous l'effet du glissement de terrain cas de Constantine. Thèse de Magistère. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la Terre. Département d'Architecture et d'Urbanisme. Option : Ville et Risques Urbains.

⁴⁶ Idem.

4-Le glissement de terrain

Un glissement de terrain est le déplacement lent d'une masse de terrain cohérente le long d'une surface de rupture. Cette surface se situe généralement à une profondeur de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, avec des volumes de terrain considérables et des vitesses d'avancement allant jusqu'à quelques décimètres par an. Ces phénomènes se produisent souvent lorsque les sols sont saturés en eau. Les glissements de terrain sur des sols marneux et argileux sont marqués par des loupes de glissement en surface, également appelées loupes de solifluxion ou d'arrachement.

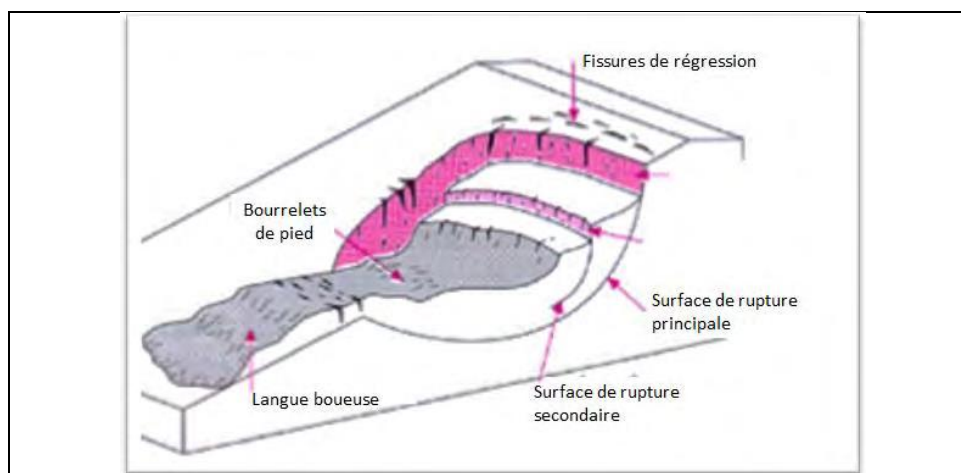


Figure 35. Schéma Explicatif du phénomène : Glissement de terrain

Source: Risques d'effondrement de bâtiments et les mouvements de terrain.
<http://www.csdivonne.fr.st>

I.4 Le processus du glissement de terrain

Les glissements de terrain sont des phénomènes géologiques qui se produisent dans le monde entier, impliquant le déplacement d'une masse de matériaux tels que des roches, de la terre ou des débris sur une pente le long d'un plan de glissement. Ces glissements peuvent survenir sur des pentes de 10° à 40° degrés et se distinguent par leur vitesse et leur forme, qui dépendent de la nature du sol et de l'influence de l'eau.⁴⁷

I.4.1. Les types des glissements de terrain

Les glissements de terrain sont le déplacement d'une masse de terre le long d'une surface de rupture. Cette surface peut être plane, circulaire ou quelconque, et peut apparaître dans tous

⁴⁷ Khelil, Senad. (2014). Etude de stabilité, modélisation et confortement du glissement de terrain de la cité des 50 logements MEZGHITANE (JIJEL). Master en génie civil Option : Géotechnique. Université Abderrahmane Mira De Bejaia Faculté De Technologie département De Génie Civil.

types de matériaux. Il existe trois types principaux de glissements selon la géométrie de cette surface.

1-Glisement plane (translatif)

Lors d'un glissement plan, les couches de l'ensemble de terrain se déplacent selon une surface plus ou moins plane. Il s'étend sur une surface très vaste allant jusqu'à 30 km². L'épaisseur des masses glissées peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

2-Glisement circulaire ou rotatif

Lors d'un glissement circulaire, la masse se déplace vers l'aval le long d'une surface de rupture circulaire. Habituellement, les glissements de type circulaire sont de faible volume et le déplacement des matériaux est limité.

3-Glisement quelconque

Le mouvement est très semblable au précédent dans son allure externe, mais la section verticale de la surface de glissement est de forme irrégulière. Il s'agit souvent d'une combinaison des deux cas précédents.

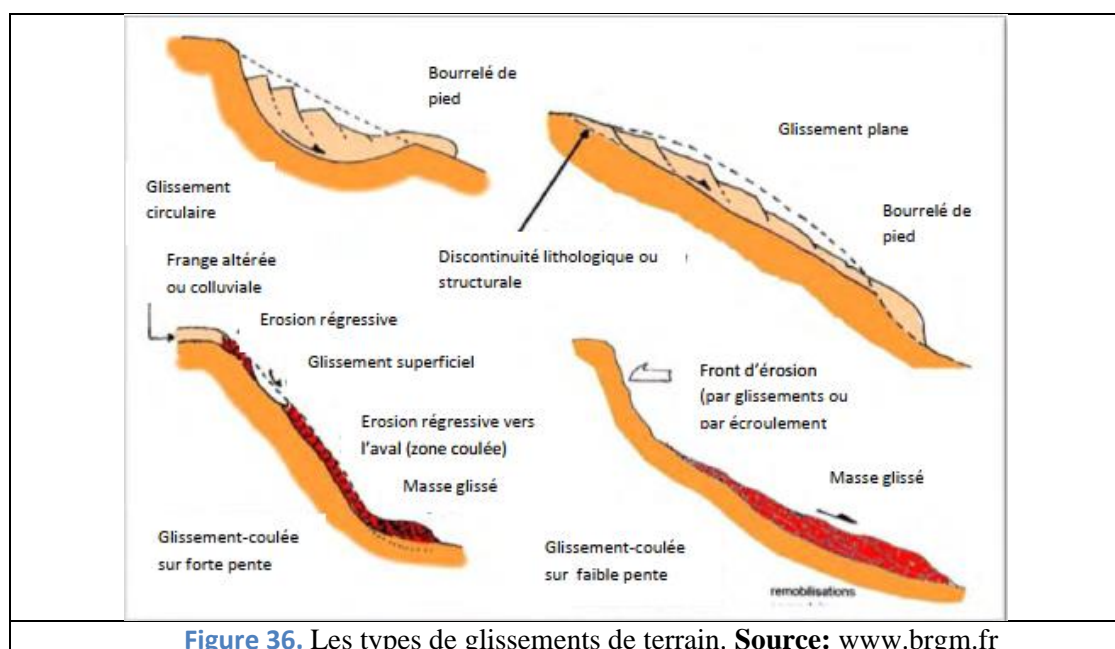


Figure 36. Les types de glissements de terrain. Source: www.brgm.fr

I.4.2. La classification du glissement de terrain

Les glissements de terrain peuvent être classés en fonction de la profondeur de leur surface de glissement et de la vitesse moyenne du mouvement.

Tableau 7. La classification de glissement de terrain.

Classification d'après la profondeur de la surface de glissement (en m sous la surface du sol)		Classification selon l'activité (en fonction de la vitesse moyenne de glissement en cm par an à long terme)	
Glissement	Surface de glissement	Glissement	Vitesse de glissement
Superficiel	0 – 2 m	Substabilité, très lent	0 – 2 cm/an
Semi-profond	2 – 10 m	Peu actif, lent	2 – 10 cm/an
Profond	10 -30 m	Actif (ou lent avec phases rapides)	> 10 cm/an
Très profond	> 30 m		

Source: Office fédéral de l'environnement Division Prévention des dangers,2009

1- Glissement superficiel

Dans les pentes où la couche superficielle se trouve en état d'équilibre limite, une dégradation temporaire de la qualité du sol, par saturation lors de pluies notamment, entraîne soit des écoulements sans limites nettes (solifluxion), soit des glissements avec des arrachements superficiels mettant à nu la surface. La profondeur limite théorique admise entre glissement profond et superficiel est de 2 m.

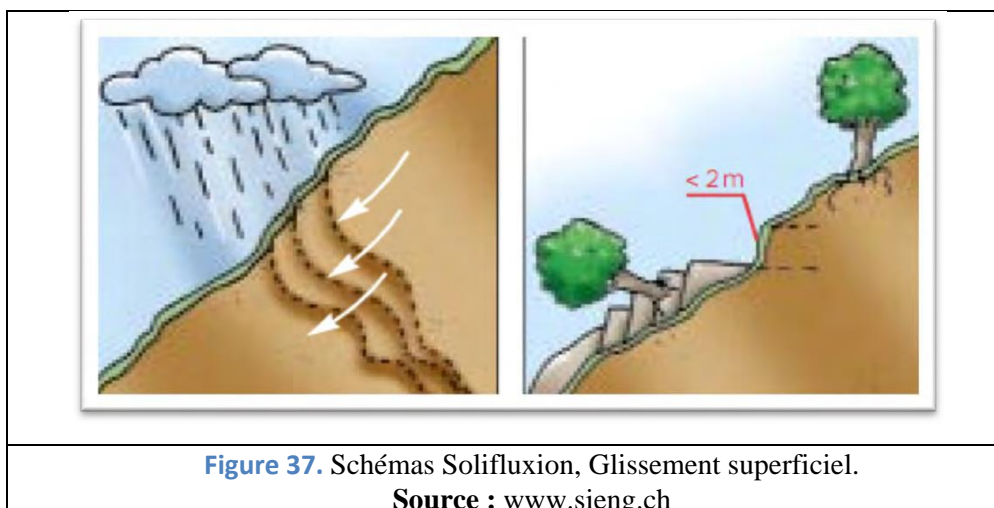


Figure 37. Schémas Solifluxion, Glissement superficiel.

Source : www.siang.ch

2- Glissement profond

Le glissement profond est caractérisé par la présence de niches d'arrachement, généralement multiples, bien marquées, avec un déplacement d'une masse de matériaux meubles ou rocheux le long d'une ou de plusieurs surfaces de glissement situées en profondeur et de moindre résistance.



I.4.3. Les facteurs intervenant dans les processus d'instabilité des terrains

Plusieurs facteurs influencent le phénomène du mouvement de terrain, y compris l'action naturelle ou anthropique nécessaire au déclenchement d'un glissement de terrain.

- La variation des conditions hydrauliques est l'une des principales causes de glissement de terrain, et la pluviométrie est considérée comme le facteur le plus influent.
- L'action de la pesanteur est le moteur principal du mouvement, et l'homme peut la changer en modifiant les conditions du milieu.
- La nature des terrains est un des principaux facteurs d'apparition de ce phénomène, avec l'eau et la pente.
- Les séismes peuvent être à l'origine de la déstabilisation des masses en place.
- Le déboisement d'un versant peut entraîner l'apparition de glissements de terrain.
- Les opérations de terrassement et de construction peuvent influencer l'aléa en supprimant une butée de pied stabilisatrice d'une masse de terrain, augmentant la pente d'un versant ou engendrant une surcharge pouvant déclencher ou aggraver un glissement.

I.4.4. Conséquences sur les personnes et les biens (enjeux)

Les grands mouvements de terrain étant souvent peu rapides, les victimes sont, fort heureusement, peu nombreuses. En revanche, ces phénomènes sont souvent très destructeurs, car les aménagements humains y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles. Les bâtiments, s'ils peuvent résister à de petits déplacements, subissent une fissuration intense en cas de déplacement de quelques

centimètres, seulement. Les désordres peuvent rapidement être tels que la sécurité des occupants ne peut plus être garantie et que la démolition reste la seule solution.⁴⁸



Photo 20. Impact du glissement sur les ponts. **Source :** Saadaoui, 2018



Photo 21. Dégradation physique des voiries. **Source :** Saadaoui, 2018



Photo 22. Impact du glissement sur le système parcellaire **Source :** Saadaoui, 2018

I.4.5. Les différents types des fissurations les plus fréquentes:

Les spécialistes du bâtiment distinguent trois types de fissures différents en fonction de leur taille, de leur orientation ou encore de leur évolution dans le temps.

Pour comprendre le phénomène de fissuration, il est important de savoir les différencier.

LAMY Expertise Suisse vous en dit plus sur les différents types de fissures.⁴⁹

1-Les microfissures :

Voici les caractéristiques qui vous permettront de repérer rapidement une microfissure

- La taille de ces fissures est inférieure à 0,2 millimètres
- Elle a l'apparence d'un cheveu fin se diffusant sur le mur

⁴⁸Guide générale, les risques majeurs, ministère de l'écologie et du développement durable, 2004, 30-31p

⁴⁹ <http://www.lamy-expert.ch>

- Ce type de fissure n'est pas signe de danger pour l'intégrité du bâtiment concerné sauf si elles se referment sous l'effet du poids peuvent créer un déséquilibre sur l'ensemble de la structure (risque de glissement de la partie supérieure sur la partie inférieure : c'est l'effet avalanche)
- Il existe un type particulier de microfissures superficielles n'altérant que la couche superficielle de l'enduit mural : il s'agit du faïençage.

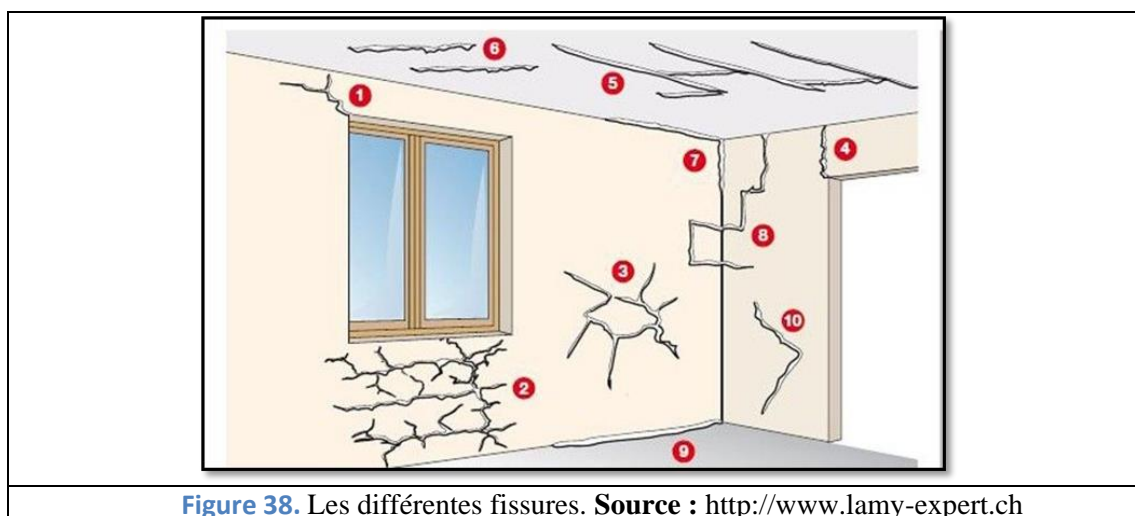
2-Les fissures :

Les fissures classiques sont :

- Des fissures dont la taille se situe entre 0,2 et 2 millimètres, ce qui laisse penser que les détériorations visibles sur l'enduit sont également présentes sur le support.
- Il est nécessaire de surveiller l'évolution de ces fissures en utilisant un fissuromètre de type Plurinno ou Jauges Saugnac
- Si la fissure évolue dans le temps, il sera nécessaire de rechercher et d'identifier les facteurs de déclenchement de ces dernières afin de pouvoir réaliser les réparations nécessaires.

3-Les lézardes :

- Ce sont les fissures les plus importantes de la série :
- Également appelées crevasses, les lézardes font plus de 2 millimètres de large.
- S'il y a eu un mouvement du sol sur lequel se trouve la structure, vous pourrez voir apparaître des lézardes sous forme d'escalier
- Si vous notez la présence de cette catégorie de fissures, le problème peut venir : du remblai, des sols argileux ou une terre végétale par exemple.



Toute fissure a une explication à fournir quant à son apparition. Les [causes](#) des fissures sont essentielles à déterminer, car elles conditionnent les travaux de réparation à effectuer. Seul un expert est en mesure de les déterminer, mais il est néanmoins possible d'établir un panorama des causes les plus fréquemment constatées.

- un sol argileux : phénomène de retrait et gonflement des argiles ;
- des infiltrations d'eau pluviale et des épisodes de gel, successifs et alternés ;
- une assise de la construction instable : fondations absentes ou insuffisantes ;
- une malfaçon de la construction : absence de joint de dilatation, de chaînages ou de raidisseurs, mauvaise mise en œuvre d'une dalle béton, etc. ;
- un affaissement ou encore un effondrement souterrain : marnière, carrières de gypse, ardoisières, etc.
- un accident ou un sinistre : chocs violents sur la maçonnerie comme la démolition d'un immeuble à proximité ;
- un événement sismique ;

I.4.6. Les mesures techniques de stabilisation

La protection contre le risque de glissement de terrain passe par l'étude du phénomène (nature de terrain, vitesse de déplacement, volume déplacé, facteur déclenchant), qui conduit à l'exécution de travaux de stabilisation.

1-LES TERRASSEMENTS

Ces techniques consistent à modifier la topographie du glissement afin de retrouver une situation d'équilibre

1-L'allègement en tête de glissement

Cela consiste à décharger la "tête du glissement". Ce déchargement entraîne une diminution de la masse et donc des forces motrices. Il est également possible d'augmenter la stabilité d'un terrain en réduisant sa pente.

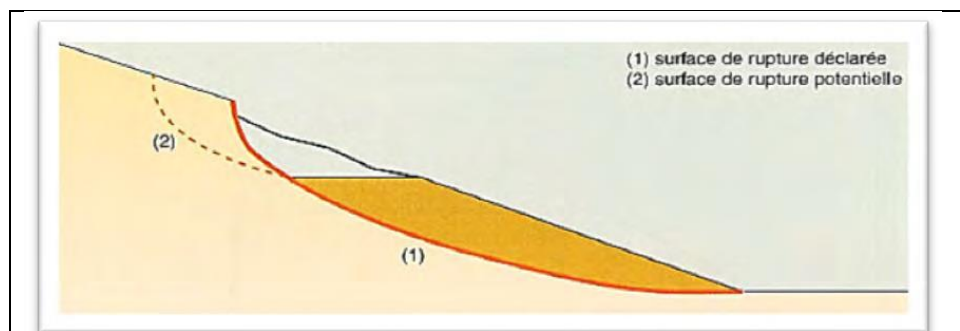


Figure 39. Dimensionnement d'un allègement en tête.
Source : Guide technique : stabilisation des glissements de terrain

2-Butée de pied

Le chargement en pied (ouvrage de butée également appelé banquette dans certaines configurations) agit de deux manières, d'une part, il équilibre les forces motrices et d'autre part il permet de contenir le déplacement de la masse instable.

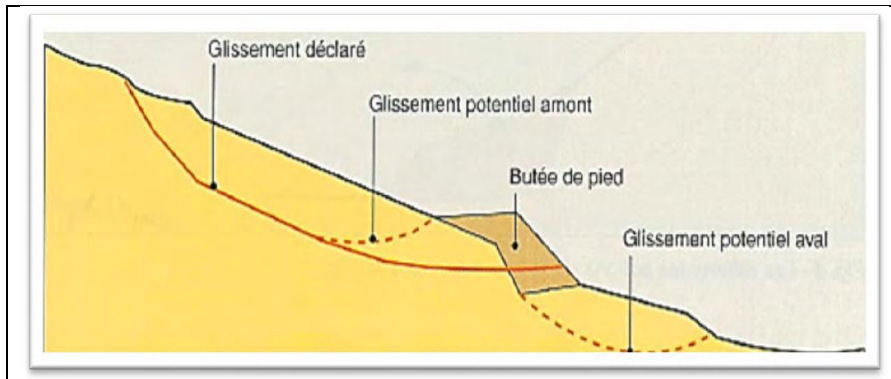


Figure 40. Dimensionnement d'une butée de pied
Source : guide technique : stabilisation des glissements de terrain.

3-Purge et reprofilage

-La purge

Les techniques de terrassement s'accompagnent fréquemment de purges du matériau ayant glissé. Cette solution est généralement limitée au glissement de taille modeste.

Une purge totale, a été réalisée de façon à dégager un horizon stable. C'était ici la seule solution envisageable. il y a une substitution totale et partielle.

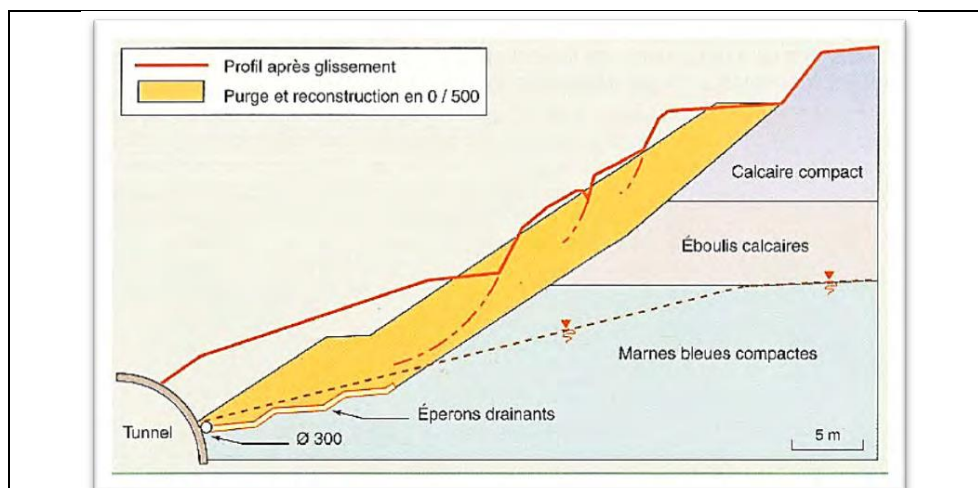
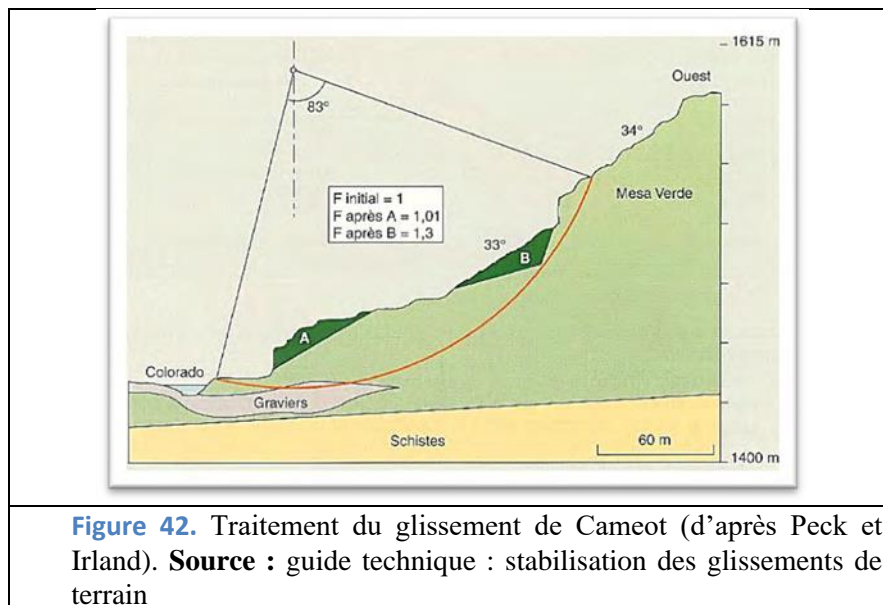


Figure 41. Substitution totale des matériaux glissés au droit de la tête sud du tunnel de Marnay. **Source :** guide technique : stabilisation des glissements de terrain.

-Reprofilage

Les conditions de stabilité d'un talus étant directement liées à sa pente, on peut simplement augmenter la sécurité par retalutage du terrain naturel. Dans ce sens le procédé s'apparente à l'allègement en tête : il consiste à un adoucissement de la pente moyenne. Ce type de traitement est particulièrement bien adapté aux talus de déblais

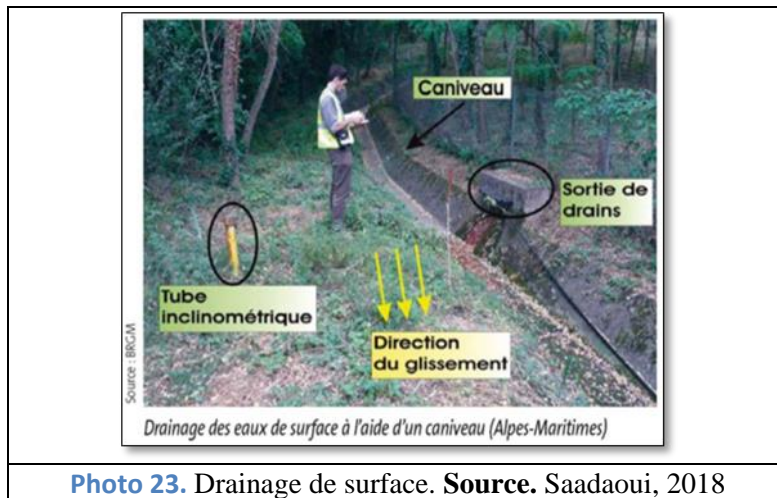


2-LES DISPOSITIFS DE DRAINAGE

L'eau joue très souvent un rôle déterminant dans "le déclenchement" des mouvements de terrain. Les dispositifs de drainage ont pour rôle de réduire l'action de l'eau soit en évitant l'alimentation en eau du site, soit en expulsant l'eau présente dans le massif instable

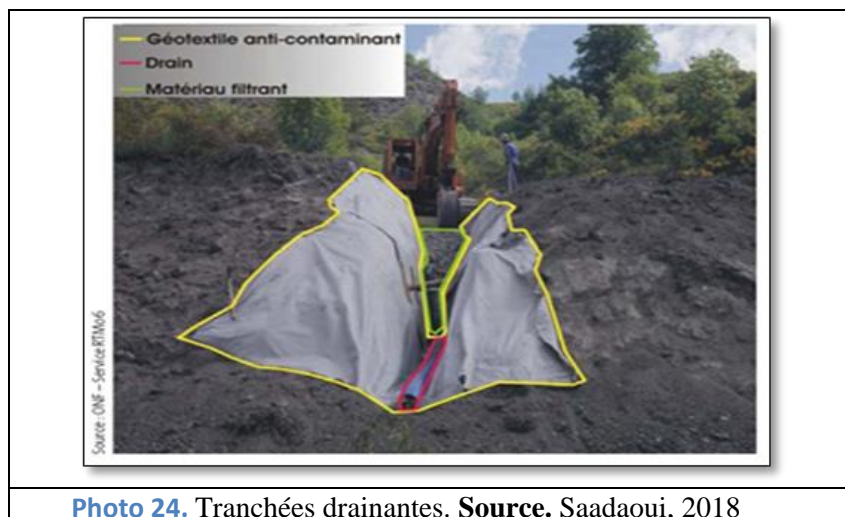
-Drainage de surface

Il s'agit de mettre en œuvre des moyens pour limiter les infiltrations dans les terrains en mouvements en collectant et en canalisant les eaux de surface (cunettes, caniveaux, fossés, etc.).



2-Tranchées drainantes

Ce sont des ouvrages qui permettent de rabattre le niveau des nappes phréatiques diminuant ainsi les pressions interstitielles au niveau de la surface de rupture.



3-Drainage profond

Il s'agit de collecter et d'évacuer les eaux à l'intérieur du massif et dans la masse instable. Cela permet de diminuer les pressions d'eau dans le massif, d'éviter les mises en charge brutales dans les discontinuités et d'abaisser le niveau de la nappe.

3-L'INTRODUCTION D'ELEMENTS RESISTANTS

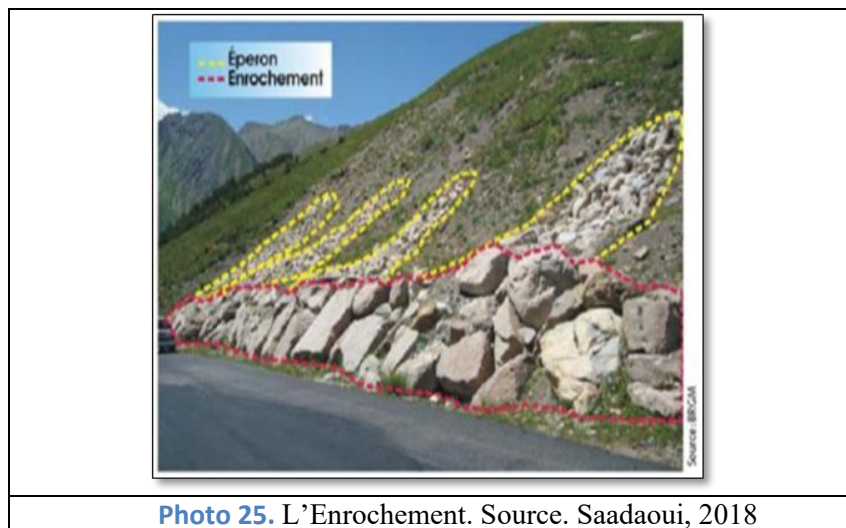
La mise en place d'éléments résistants n'influe pas directement sur la cause du mouvement mais sur ses conséquences.

Les éléments résistants (type ouvrages de soutènement, tirants, ancrages, rangées de pieux...) visent à réduire ou arrêter les déformations. Ces techniques sont intéressantes dans le cas où

les techniques de stabilisation type terrassement ou drainage ne peuvent être techniquement ou économiquement mises en œuvre

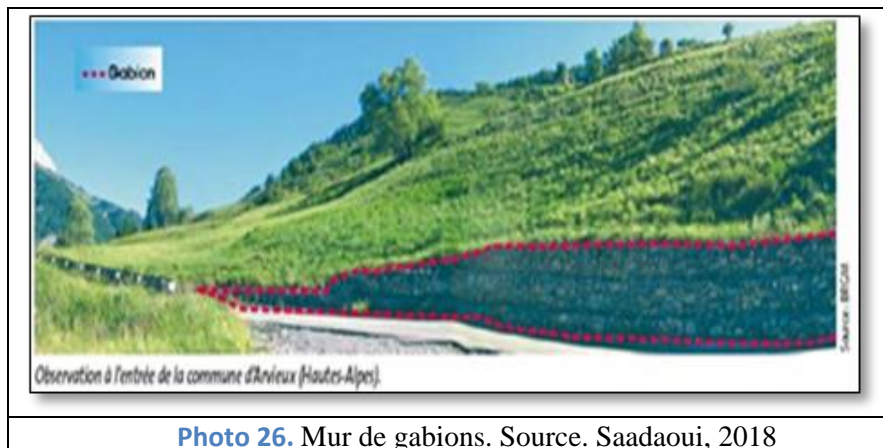
1-Enrochement

Éperons drainants et enrochement en pied de glissement pour contrer l'avancée des matériaux sur la chaussée.



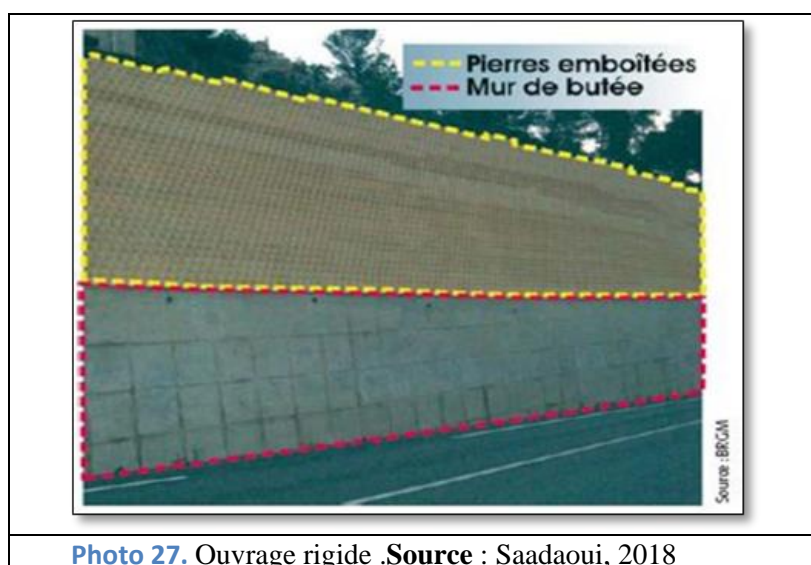
2-Gabions

Mur de gabions (casiers remplis de pierre en grillage métallique) disposé en pied de glissement pour stopper son évolution vers la route



3-Ouvrage rigide

Partie supérieure souple : mur de pierres emboîtées, partie inférieure rigide : mur en béton (pied du glissement) avec ancrages (masqués par le béton).



I.4.7. Le glissement de terrain en Algérie

Parmi les aléas naturels, et hormis le phénomène sismique qui concerne l'ensemble de la zone Nord du pays et les Hauts Plateaux, le risque relatif aux glissements de terrains est certainement le plus répandu à travers le territoire national.

Le terme "glissement de terrains" ou "instabilité de terrains" désigne le déplacement ou la déformation d'un sol à topographie en pente et dont les causes sont multiples :

- **Nature des formations géologiques qui présentent de faibles résistances à des sollicitations internes et externes ;**
- **Eaux pluviales ou provenant de fuites de réseaux d'AEP et/ou d'assainissement ;**
- **Perturbations extérieures dues à des terrassements ;**
- **Urbanisation sur remblais.**
- Ce phénomène peut être accéléré par **l'aléa sismique** comme, par exemple, le cas de la ville de Constantine, classée en zone II et qui a connu plusieurs événements marquants, notamment en 1908, 1947 et en 1985.
- Cette activité du fait de l'homme peut, prévenir l'événement, en atténuer les effets ou faire réduire l'exposition des personnes et des constructions à ce risque.
- A ce propos, plusieurs cas des glissements de terrains sont recensés de manière régulière (Béjaia , Skikda , Constantine, Oran, TiziOuzou...) portant essentiellement atteinte à l'économie, et nécessitant la destruction de bâtiments et le relogement des familles.

Bibliographie Cours n° VII

- Chaline, Claud-Dubois, MAURRY, Jocelyne, (2004) : « *Les risques urbains* », Paris, Géographie ; 208p.
- Calvino, A, Evard, Henri, (2000) : « *Guide technique pour la caractérisation de l'aléa dû aux mouvements de terrain* », Paris ; collection environnement, les risques naturels, 1 vol.91p
- Flageollet, Jean Claud, (1989) : « *Les mouvements de terrain et leur prévention* » Ed : Masson, Paris, Milan, Barcelone(Géographie), 224p.
- Gilles Seve, Pierre Pouget, (1998) : « *Stabilisation des glissements de terrain* », Guide technique, technique et méthode des laboratoires des ponts et chaussées, ministère de l'équipement des transports et du logement, Ed : Laboratoire centrale des ponts et chaussées, Paris, 91p
- Benkechkache. I. (2012).Investigation de la dégradation du cadre bâti sous l'effet du glissement de terrain cas de Constantine. Thèse de Magistère. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la Terre. Département d'Architecture et d'Urbanisme. Option : Ville et Risques Urbains.
- Maquaire, O. (2002). Aléa géomorphologique (mouvement de terrain) - processus, fonctionnement, cartographie –, mémoire de recherche, 2002. Université Louis Pasteur – Strasbourg I.
- Harkati, M. (2019). Etude paramétrique de la stabilité des talus à l'aide des codes numériques. Master en Génie civil Spécialité : E.C.B.R. Université Kasdi Merbah – Ouargla. Faculté des sciences appliquées Département de Génie civil et d'Hydraulique.
- Boumaza& al. (2015). Etude D'un Glissement de terrain. Université du 8 Mai 1945 Guelma Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénierie Département de : "Génie Civil". Domaine : "Sciences et Technologie". Spécialité : "Génie Civil ", " Option : Géotechnique"
- Khelil, Senad. (2014). Etude de stabilité, modélisation et confortement du glissement de terrain de la cité des 50 logements MEZGHITANE (JIJEL). Master en génie civil Option : Géotechnique. Université Abderrahmane Mira De Bejaia Faculté De Technologie département De Génie Civil.
- Saadaoui I. (2018). L'étude De La Vulnérabilité Du Risque Glissement De Terrain Sur Le Tissu Urbain Cas De : « Boussouf». Université Constantine 3 Salah Boubnider Faculté D'architecture Et D'urbanisme / Département D'urbanisme. Master II urbanisme opérationnel Option : gestion des risques urbains
- Office fédéral de l'environnement Division Prévention des dangers ; 2009
- Guide générale, les risques majeurs, ministère de l'écologie et du développement durable, 2004
- Guide technique : stabilisation des glissements de terrain
- www. Prim.net
- <http://www.var.gouv.fr/le-risque-mouvements-de-terrain-les-pprmvt-dans-le-a1992.html> in Boumaza & al, 2015.
- www. atl as.nrcan.gc.ca/auth/francais/nrcan
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-risque-mouvement-de-terrain.html>, in Boumaza& al. (2015).
- Risques d'effondrement de bâtiments et les mouvements de terrain. <http://www.csdivonne.fr.st>
- www.brgm.fr
- www.sien.ch
- <http://www.lamy-expert.ch>

Cours n° 08 : LES RISQUES MAJEURS D'ORIGINE TECHNOLOGIQUE

I.1 Introduction

Les progrès industriels des deux derniers siècles ont apporté des avancées technologiques et une amélioration significative du niveau de vie. Cependant, ces développements ont également engendré de nouvelles sources de danger et de nouveaux types de risques. Le recours à l'énergie (mines, pétrole, nucléaire), la chimie, les transports (chemin de fer, véhicules terrestres, avions) ont été à l'origine de nombreux accidents technologiques majeurs, répertoriés dans différentes bases de données. Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI) du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a pour mission de collecter et de diffuser des informations sur les risques technologiques liés aux accidents industriels.⁵⁰

I.2 Définition

Les risques technologiques majeurs sont des dangers qui résultent de l'activité humaine, tels que la manipulation, la production, le stockage, le conditionnement ou le transport de produits dangereux. Les risques industriels, nucléaires, liés à la radioactivité et au transport de matières dangereuses (par voie terrestre, fluviale ou maritime) sont des exemples de ces risques. La probabilité de survenue de phénomènes dangereux et l'intensité de leurs effets (c'est-à-dire la vulnérabilité) sont les deux critères qui contribuent à l'évaluation des risques technologiques.⁵¹

I.3 Les types des risques technologiques

I.3.1. Le risque nucléaire

1-Définition

La radioactivité, découverte en 1896 par Becquerel, a d'abord été saluée pour ses applications en radiographie et radiothérapie. Cependant, l'accident de Tchernobyl en 1986 a mis en évidence les dangers potentiels de l'énergie nucléaire, notamment en raison des conséquences

⁵⁰ Djema Fares. (2013). Problématique du développement urbain vis-à-vis des risques technologiques majeurs cas de la ville de Skikda. Magistère en aménagement Urbain. Université Badji Mokhtar. Annaba. Faculté des sciences de la terre. Département d'aménagement du territoire.

⁵¹ <https://www.vienne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques-majeurs/Les-risques-technologiques#:~:text=Les%20risques%20technologiques%20sont%20des,la%20sant%C3%A9%20ou%20l'environnement>

néfastes que peuvent avoir les rayonnements émis sur l'homme et l'environnement. Il est donc important de clarifier certaines notions fondamentales dans ce domaine.⁵²

Le risque provient de la survenance éventuelle d'accidents, conduisant à un rejet d'éléments radioactifs dans l'environnement. Les accidents peuvent survenir :

- **lors d'accidents de transport**, car des sources radioactives intenses sont quotidiennement transportées par route, rail, bateau, voire avion
- **en cas de dysfonctionnement grave sur une installation nucléaire industrielle** et particulièrement sur une centrale électronucléaire.

*Deux risques émanent de cet aléa: La contamination et l'irradiation

2-La contamination

La contamination peut survenir lorsque des éléments radioactifs sont accidentellement rejetés dans l'air et se propagent au gré des vents, parfois sur de longues distances. Dans ce cas, l'air est contaminé.

- Lorsque l'homme inhale cet air contaminé, il absorbe certaines particules radioactives, ce qui est appelé inhalation d'éléments radioactifs.
- Une partie des particules radioactives présentes dans l'air se dépose sur le sol, les plantes ou dans l'eau, provoquant une contamination de l'environnement.
- Si des légumes contaminés sont consommés, l'homme absorbe une partie de leur radioactivité. Les éléments radioactifs inhalés peuvent circuler dans l'organisme et se fixer temporairement sur certains organes, provoquant une contamination interne de l'organisme.

3-L'irradiation interne

Lorsqu'ils demeurent dans l'organisme, les éléments radioactifs émettent des rayonnements qui peuvent atteindre les organes sur lesquels ils se sont temporairement fixés, ce qui provoque une irradiation interne.

4-Les effets des rayonnements sur l'homme⁵³

Les conséquences d'une irradiation: Les conséquences d'une exposition aux rayonnements varient selon :

- la dose reçue ;
- la nature des tissus concernés ;

⁵² <https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

⁵³ https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/4661/25126/file/7-ddrm_risques_nucleaire_2009.pdf

- le type d'irradiation, externe ou interne par contamination.

On distingue deux types d'effets des irradiations sur l'homme:

A. Les effets non aléatoires

Dus à de fortes doses d'irradiation. Ils interviennent rapidement après l'irradiation (quelques heures à quelques semaines), on observe :

- une modification de la formule sanguine ;
- l'apparition de maux divers : malaises, nausées, vomissements, érythèmes (brûlures de la peau), fièvre;
- la probabilité d'une issue fatale.

B. Les effets aléatoires

Engendrés par de faibles doses d'irradiation. Ces effets n'apparaissent pas systématiquement chez toutes les personnes irradiées. Ces effets se manifestent longtemps après l'irradiation (plusieurs années). Ce sont principalement l'induction de cancers et, à un degré moindre, l'apparition d'anomalies génétiques.

5-Les actions préventives ⁵⁴et ⁵⁵

➤ Dans La réglementation

Les installations nucléaires d'importance sont désignées comme "installations nucléaires de base" (INB) et sont soumises à une réglementation spécifique. Cette réglementation couvre toutes les étapes du processus, y compris le classement, la création, la construction, le démarrage, l'exploitation, la surveillance et le démantèlement [démolition] de ces installations. Elle définit également les règles de sécurité pour protéger les travailleurs et le public contre les risques liés aux rayonnements ionisants.

➤ La réduction du risque à la source

La sûreté d'une installation nucléaire est garantie par différents éléments :

- La conception de l'installation qui inclut des systèmes destinés à empêcher la dissémination de matières radioactives (par exemple, l'utilisation d'une série de barrières étanches indépendantes les unes des autres selon le principe de défense en profondeur)
- La qualité de la construction ;

⁵⁴ <https://www.rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Le-Dossier-Departemental-sur-les-Risques-Majeurs/Risques-technologiques/Risque-nucleaire/La-prevention>

⁵⁵ https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/4661/25126/file/7-ddrm_risques_nucleaire_2009.pdf

- La surveillance constante de l'installation en fonctionnement grâce à des dispositifs automatiques et manuels qui déclenchent des mesures de sécurité en cas d'anomalie ;
- La qualité et la formation du personnel.

➤ *Une étude d'impact*

Une étude d'impact est imposée à l'industriel afin de réduire au maximum les nuisances causées par le fonctionnement normal de son installation.

Les rejets d'effluents radioactifs dans l'eau et dans l'air doit faire l'objet d'autorisations délivrées par décrets et assorties de limitations et de conditions techniques.

➤ *Une étude de maîtrise des risques*

L'étude de maîtrise des risques présente l'inventaire des risques de l'installation nucléaire, l'analyse des dispositions prises pour prévenir des risques et des mesures propres à limiter la probabilité des accidents et de leurs effets.

➤ *L'information de la population*

Les mesures de sécurité nucléaire impliquent que les maires organisent des actions de communication et des affichages sur le risque nucléaire, que les populations riveraines reçoivent une information spécifique tous les cinq ans et que des commissions locales d'information soient créées. Ces commissions recueillent et diffusent les informations sur le fonctionnement, les incidents et l'impact environnemental des rejets des installations nucléaires. Des supports d'information nationaux sont également disponibles pour informer sur la radioactivité de l'environnement, les rejets des INB et les incidents survenus.

➤ *Un contrôle régulier des installations nucléaire de base*

Un contrôle régulier de ces INB est effectué par le biais de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), ainsi que par ceux des divisions régionales de l'ASN.

Elle s'appuie sur des inspections réalisées par ses inspecteurs.

I.3.2. Le risque industriel

1-Définition des aléas industriels

Un risque industriel majeur est un événement accidentel survenant sur un site industriel et ayant des conséquences graves immédiates pour le personnel, les populations environnantes, les biens ou l'environnement.

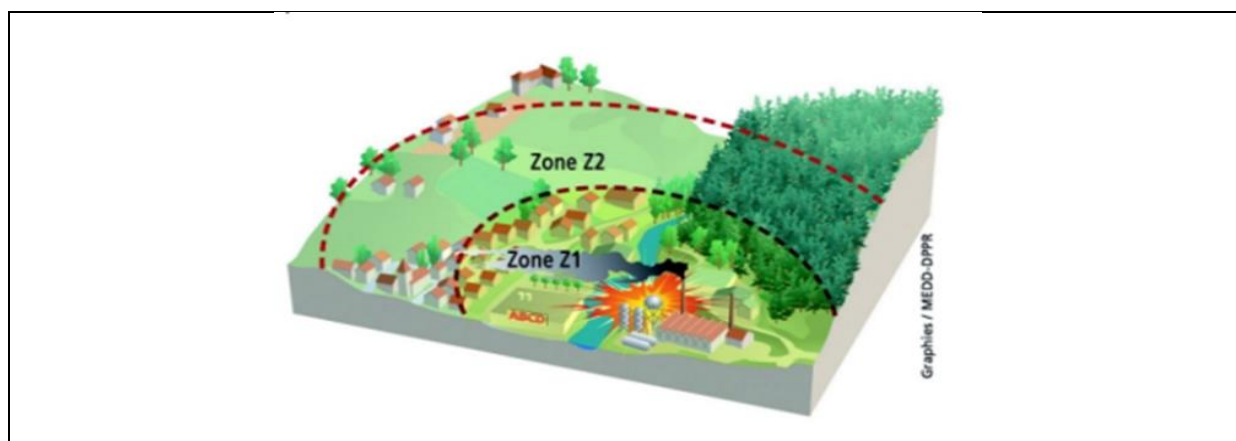


Figure 43. Risque industriels dans un site classé.

Source. https://www.vosges.gouv.fr/contenu/telechargement/13155/104723/file/08_Risque_industriel_DDRM2021.pdf

2-Types d'industries à risque ⁵⁶

Industrie chimique : regroupe les activités produisant ou utilisant des produits chimiques en grande quantité.

Industrie pétrolière : correspond à l'ensemble des industries travaillant les produits pétroliers, incluant les raffineries ainsi que d'autres industries utilisant, stockant ou transformant des produits pétroliers.

Le risque industriel concerne certains sites industriels tels que :

- des sites de production de matières premières chimiques ou pétrolières,
- des sites de transformation de ces matières,
- des sites de stockage de produits chimiques ou pétroliers ;
- des sites de distribution, comme les unités de livraison pour les produits pétroliers par exemple.

3-Les Causes du risque industriel:⁵⁷

Il existe plusieurs causes potentielles qui peuvent conduire à un accident industriel, telles que Une défaillance technique du système, qu'elle soit mécanique ou liée à un mauvais entretien (vanne bloquée, capteur défaillant, etc.)

- Une erreur humaine, qui peut résulter d'une méconnaissance des risques, d'une erreur de manipulation (mauvais dosage, inattention, etc.) ou d'un défaut d'organisation

⁵⁶ <https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

⁵⁷ <https://www.indre-et-loire.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-des-personnes/Securite-civile/L-information-preventive/Le-Risque-Industriel/Quelles-en-sont-les-causes>

- Un emballement réactionnel, où une réaction chimique mal maîtrisée peut entraîner un débordement, une montée en pression, la génération de gaz, la génération de produits corrosifs ou toxiques
- Des causes externes, telles que les risques naturels comme un séisme ou une inondation, une panne due à un problème d'alimentation électrique mal gérée, ou encore une cause extérieure telle que la chute d'un avion
- Un incident sur une installation voisine, qu'elle appartienne au même établissement ou non, pouvant avoir des effets sur d'autres installations à risques, ce que l'on appelle les effets dominos entre équipements
- La malveillance, qui peut être à l'origine d'un accident industriel, comme un attentat ou une dégradation volontaire d'un outil de production
- Enfin, des causes liées à une mauvaise gestion de la sécurité peuvent également contribuer à un accident industriel.

4-Manifestations du risque industriel

Les accidents industriels peuvent se manifester sous forme d'incendies, d'explosions ou de dispersion de produits dangereux, avec des conséquences potentiellement graves pour la santé humaine. Les causes peuvent être variées, directes ou indirectes, et doivent être évaluées dans une étude de danger lors de la demande d'autorisation d'exploiter. Des exemples marquants d'accidents industriels ont eu lieu dans le monde.⁵⁸

Tableau 8. Les différents types d'effets du risque industriel et leurs conséquences.

Types d'effets	Conséquences
Effets thermiques : engendrés par la combustion d'un produit inflammable ou par une explosion.	Brûlures à des degrés variables, en fonction de la distance à laquelle on se trouve.
Effets toxiques : résultent de la fuite d'une substance chimique plus ou moins toxique.	Intoxication des individus exposés, les symptômes peuvent varier d'une simple irritation de la peau ou d'une sensation de picotement de la gorge à des atteintes graves, comme des asphyxies ou des œdèmes pulmonaires. Pollution des eaux souterraines ou de surface en cas de déversement accidentel de liquide toxique.
Effets de surpression : résultant d'une onde de choc (déflagration ou détonation) provoquée par une explosion.	Déstabilisation des structures matérielles (projections, effondrement des bâtiments). Lésions chez l'homme (lésions internes au niveau des tympans et des poumons, traumatismes).

Source : Boudraa, 2016

⁵⁸ Boudraa, S. (2016). Etude cartographique du risque industriel : cas des zones industrielles du secteur urbain 5 juillet 1962, Constantine. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie. Filière : Sciences Biologiques. Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement

Tableau 9. Les différents types d'accidents et ses conséquences

Date	Localisation	Type d'accident	Conséquences
04 janvier 1966	Feyzin (France)	Un incendie provoque les explosions successives de deux sphères de stockage de propane.	L'accident fait 18 morts et environ 80 blessés.
10 juillet 1976	Seveso (Italie)	Suite à une explosion dans un site industriel, un nuage toxique se forme, chargé de dioxine, et s'abat sur la ville.	Evacuation de près de 15 000 personnes.
19 Novembre 1984	Mexico (Mexique)	Explosion d'une citerne de GPL dans un dépôt de carburants.	574 morts, 1200 disparus et 7 000 blessés
03 décembre 1984	Bhopal (Inde)	Explosion dans une usine de pesticides (Union Carbide) provoque la dispersion atmosphérique de 40 tonnes de gaz toxique (isocyanate de méthyle).	Entre 7 000 à 10 000 personnes sont mortes immédiatement après la fuite de gaz, 15 000 sont décédées les années suivantes.
02 juin 1987	Lyon (France)	Explosion d'un réservoir d'hydrocarbures avec une boule de feu de 250 mètres de diamètre s'élève jusqu'à 100 mètres de hauteur.	Bilan 2 morts et 15 blessés.
21 septembre 2001	Toulouse (France)	70 tonnes d'un stock de 220 tonnes d'ammonitrate explosent, creusant un cratère de plus de 30 m de diamètres et 10 m de profondeur.	Bilan 31 morts, 2 500 blessés graves et près de 8 000 blessés légers. Destruction de nombreux logements, de plusieurs entreprises et de quelques établissements (gymnases, lycées, etc.).
11 décembre 2005	Buncefield (Angleterre)	Trois explosions dans un terminal pétrolier exploité par TOTAL déclenchent un incendie très important, qualifié comme le plus important de ce type en Europe.	Bilan 43 blessés.

Source : Boudraa, 2016

5-Les risques industriels En Algérie

L'Algérie a connu plusieurs accidents industriels qui ont entraîné des pertes humaines et matérielles. Parmi les accidents les plus marquants, on peut citer l'explosion dans la raffinerie de gaz à Skikda en 2004, qui a causé 27 morts et 74 blessés parmi les travailleurs, ainsi que des dommages dans un rayon de 4 km. Il y a également eu l'explosion dans un site pétrolier à Gassi Atouil en 2006, qui a entraîné la disparition de cinq ouvriers, ainsi que l'incendie de l'unité FERTIAL à Annaba en 2007, qui a détruit complètement l'atelier, le compresseur et la turbine d'accouplement.

En outre, la wilaya de Constantine a connu plusieurs accidents industriels, notamment une explosion dans une usine de polystyrène en 2009 à la zone industrielle Palma, qui a causé la mort de deux personnes, ainsi que des incendies dans un dépôt de produits alimentaires en 2010 et dans une fourrière en 2012, entraînant des dégâts matériels et deux blessés. En 2015, une usine de chaussures située dans la zone industrielle Palma a également subi un incendie causant des dommages matériels.

La wilaya de Constantine dispose de sept zones industrielles, dont trois sont en cours de réalisation, et de onze zones d'activités, dont cinq sont exploitées. L'objectif de ce travail est d'étudier le risque dans ces zones industrielles et d'activités situées au niveau de la commune de Constantine.⁵⁹

6-LES ACTIONS PRÉVENTIVES⁶⁰

La politique de prévention repose sur 4 piliers :

6.1. La maîtrise du risque à la source

L'exploitant doit démontrer qu'il maîtrise les risques.

Il s'agit de limiter les accidents et l'importance de leurs conséquences sur leur environnement à travers un certain nombre d'outils :

- **Des études de dangers** afin d'identifier les accidents les plus dangereux pouvant survenir ;
- **Des études d'impact** afin de réduire au maximum les nuisances causées par le fonctionnement normal ;
- **La formation des salariés** pour leur participation à l'élaboration et la mise en œuvre de la politique de prévention des risques de l'établissement ;
- **Des exercices de sécurité civile** afin de tester les Plan d'Organisation Interne (POI) et les Plans Particuliers d'Intervention (PPI) ;
- **Des réunions publiques obligatoires**, si le maire en fait la demande, lors de l'enquête publique portant sur l'autorisation d'installation d'un établissement.

6.2. La maîtrise de l'urbanisation

La maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels participe également à la réduction des risques en intervenant directement sur le facteur des enjeux, ou de la vulnérabilité.

Le développement, à proximité d'un site à risques, d'habitats, de structures éducatives, de loisirs ou de santé, d'infrastructures de transport ou d'activités économiques, expose des populations à un éventuel accident.

Cette augmentation de présence humaine est susceptible d'accroître la gravité de l'accident. La connaissance des aléas technologiques est le préalable à toute politique de maîtrise de l'urbanisation.

⁵⁹ Boudraa. S. (2016). Etude cartographique du risque industriel : cas des zones industrielles du secteur urbain 5 juillet 1962, Constantine. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie. Filière : Sciences Biologiques. Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement

⁶⁰ <https://www.dispositif-reponses.org/cles-pour-comprendre/informer-et-sensibiliser/focus-sur-le-secteur-industriel/risques-industriels--quelles-prevention-et-information->

Ainsi, il survient aux autorités en charge du contrôle des installations à risques d'informer les maires des communes concernées par ces risques pour que ces derniers puissent prendre en compte ces éléments dans les documents d'urbanisme (Plan d'Urbanisme Directeur par exemple), mais aussi dans d'autres décisions qui relèvent de leur responsabilité (permis de construire, zones d'activités, etc.).

6.3. L'organisation des secours

En cas d'événement majeur, la population est avertie au moyen du signal national d'alerte, diffusée par les sirènes présentes sur les sites industriels classés **Haut Risque Industriel (HRI)**.

Les secours s'organisent à partir des plans préalablement établis :

***Le Plan d'Opération Interne (POI)** est spécifique à l'établissement concerné. Il est conçu par l'exploitant et il définit l'organisation interne en cas d'accident n'entraînant pas de conséquences graves au-delà des limites du site

* **Le Plan Particulier d'Intervention (PPI)** est mis en place par la sécurité civile pour faire face à un sinistre sortant des limites de l'établissement. Ce plan de secours a pour but de protéger la population et l'environnement des effets du sinistre. Des exercices sont organisés sur des sites HRI (**Haut Risque Industriel**) disposant d'un **PPI (Plan Particulier d'Intervention)**.

***Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS)** est élaboré par le Maire. Il est obligatoire si la commune est située dans un champ d'un Plan Particulier d'Intervention.

6.4. L'information

Les citoyens ont droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur leur lieu de travail et dans leur lieu de résidence :

*Le dossier sur les risques majeurs (DRM), réalisé par la sécurité civile. Il permet de connaître, pour chaque commune du territoire, la liste des risques majeurs auxquels elle est soumise ;

*L'information du public peut être réalisée au cours de la vie de l'installation industrielle au travers d'un comité local d'information (**CLI**) instituée spécifiquement pour l'établissement et regroupant les autorités, les institutions locales, l'industriel, les représentants du personnel, les représentants des riverains et les associations de protection de l'environnement.

I.3.3. Transports des matières dangereuses TMD

1-Définition du risque TMD

Le transport de matières dangereuses ne se limite pas aux produits hautement toxiques, explosifs ou polluants, mais peut également inclure des produits courants comme les carburants, le gaz et les engrais. Les accidents de transport peuvent se produire sur les routes, les voies ferrées, les voies navigables et les canalisations, avec des risques pour la population et l'environnement. L'évaluation des risques est difficile en raison de la diversité des dangers, des lieux d'accidents probables et des causes possibles. Les matières dangereuses nécessitent un conditionnement, une manutention et un stockage particuliers, ainsi que la sensibilisation et la formation du personnel. La réglementation ne s'applique pas aux oléoducs ou aux gazoducs.⁶¹

Plusieurs facteurs contribuent à rendre difficile l'évaluation du risque lié au transport de matières dangereuses, notamment :

- la diversité des dangers : les substances transportées sont multiples ; elles peuvent être inflammables, toxiques, explosives, radioactives ;
- la diversité des lieux d'accidents probables : autoroutes, routes départementales, dans ou hors agglomération (75 % des accidents sur route) ;

2-Les causes des accidents TMD

Les accidents impliquant des matières dangereuses peuvent avoir différentes causes.

La première est **le facteur humain**, car les conducteurs, employés ou personnes tierces sont responsables de la sécurité et peuvent commettre des erreurs dues à la fatigue, la négligence, l'inattention, l'alcool ou la vitesse. Cependant, ces mêmes personnes peuvent également faire preuve de présence d'esprit et de courage pour éviter les accidents.

Les causes matérielles et externes sont également importantes, car les défaillances techniques et le manque de surveillance ou d'entretien du matériel peuvent également causer des accidents. Sur les rails, cela peut être une rupture mécanique (essieux, freins), une fausse manœuvre ou un déraillement. Sur la route, cela peut être une défaillance des freins, un éclatement de pneumatiques ou une rupture d'attelage. Pour les canalisations, cela peut être dû à la corrosion, à une défaillance de la canalisation et des éléments annexes (vannes), ou à une rupture ou une usure due à un événement externe tel qu'une collision ou une agression

⁶¹ <https://www.cevalogistics.com/fr/glossaire/transport-de-matieres-dangereuses>

accidentelle par un engin agricole ou de travaux publics, un glissement de terrain, un séisme ou une érosion par crue de rivière.

Il est également possible que plusieurs causes se combinent, ce qui peut aggraver la situation et augmenter le risque d'accident.⁶²

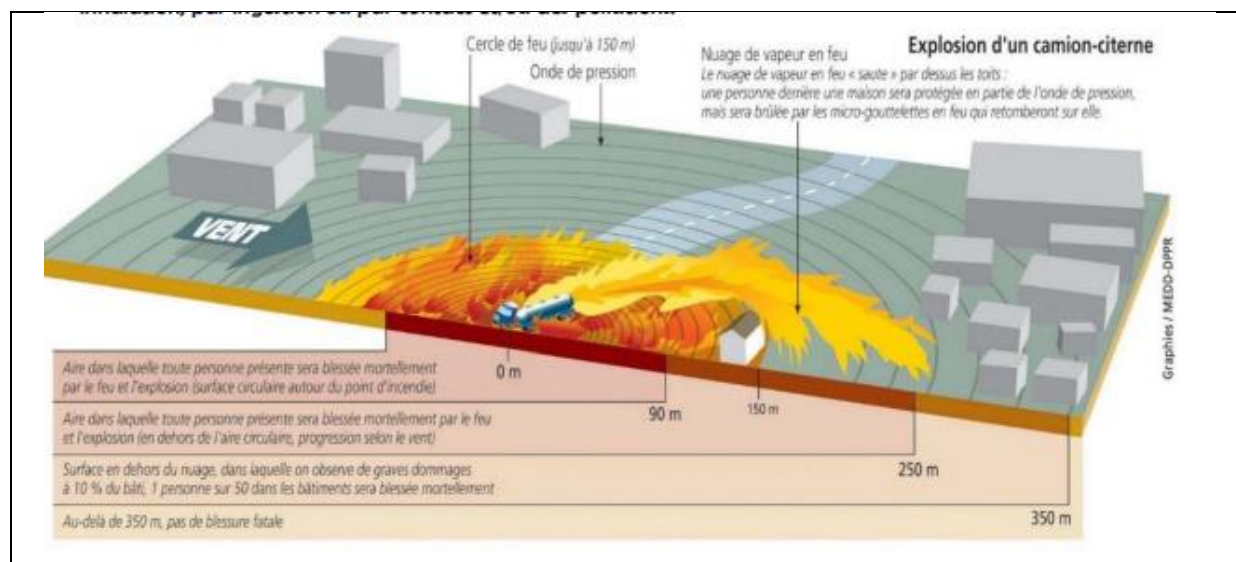


Figure 44. Schéma d'un accident de transport des matières dangereuses.

Source. <https://www.basrhin.gouv.fr/contenu/telechargement/29254/200821/file/Risque+li%C3%A9s+aux+transports+et+mati%C3%A8res+dangereuses.pdf>

3-Les principaux risques liés aux matières dangereuses⁶³

- **le risque d'explosivité**
- **le risque gazeux** : risque de fuite ou d'éclatement du récipient ; diffusion du gaz dans l'atmosphère ; risque propre à la nature du gaz : inflammabilité, toxicité, corrosivité, etc. ;
- **l'inflammabilité** : propriété de prendre feu facilement ;
- **la toxicité** : propriété d'empoisonner, c'est-à-dire de nuire à la santé ou de causer la mort par inhalation, absorption cutanée ou ingestion ;
- **la radioactivité** : propriété d'émettre divers rayonnements dangereux pour les êtres vivants
- **la corrosivité** : propriété de ronger, d'oxyder ou de corroder les matériaux

⁶² <https://www.oise.gouv.fr/contenu/telechargement/10211/68457/file/Feuillet+n>

⁶³ <https://www.basrhin.gouv.fr/contenu/telechargement/29254/200821/file/Risque+li%C3%A9s+aux+transports+et+mati%C3%A8res+dangereuses.pdf>

- **le risque infectieux** : propriété de provoquer des maladies graves chez l'homme ou les animaux.
- **le risque de brûlures** : propriété de provoquer des brûlures par le chaud ou le froid.

4-Les différents types de transport de matières dangereuses⁶⁴

Les matières dangereuses peuvent être acheminées par différents modes de transport :

1-Le transport par route : est considéré comme le plus exposé aux accidents car les causes possibles sont multiples, telles que l'état du véhicule, la faute de conduite du conducteur ou d'un tiers, ainsi que les conditions météorologiques.

2-Le transport ferroviaire : est considéré comme plus sûr que le transport par route en raison du système de contrôle automatique et des conducteurs asservis à un ensemble de contraintes. De plus, il y a moins de risques liés aux conditions météorologiques.

3-Le transport par canalisations souterraines : est censé être le plus sûr, car les installations sont fixes et protégées. Il est principalement utilisé pour les transports de gaz combustibles, d'hydrocarbures et parfois de produits chimiques sur de longues distances. Cependant, des accidents très meurtriers peuvent se produire en cas de défaillance de la canalisation, qui est souvent causée par la détérioration de celle-ci due à des engins de travaux publics ou agricoles. La corrosion de la canalisation en cas de défaut de protection peut également en être la cause.

5- Les conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement⁶⁵

Les TMD (Transports de Matières Dangereuses) représentent un risque spécifique en raison de leur diversité et de la densité de leur trafic. Les communes situées le long des grands axes de transport, à proximité de sites industriels, de complexes portuaires, etc., sont particulièrement exposées à ces risques, avec au moins un type de transport de matières dangereuses présent dans la région. Les conséquences d'un accident pendant le transport de matières dangereuses dépendent de la nature du produit transporté, mais les principaux dangers sont : l'incendie, l'explosion, le nuage toxique, la pollution de l'atmosphère, du sol et de l'eau.

⁶⁴ <https://services.totalenergies.fr/pro/total-me-conseille/materiel/risques-matieres-dangereuses#:~:text=Le%20risque%20d'explosivit%C3%A9%20c,ou%20d'%C3%A9clatement%20du%20contenant.>

⁶⁵ <https://www.basrhin.gouv.fr/contenu/telechargement/29254/200821/file/Risque+li%C3%A9s+aux+transports+et+mati%C3%A8res+dangereuses.pdf>

- **Les enjeux humains** liés à un accident de TMD concernent les personnes exposées aux conséquences de l'accident, avec un risque allant de la blessure légère au décès.
- **Les enjeux économiques** sont également importants, car les causes d'un accident de TMD peuvent mettre à mal l'outil économique d'une zone, avec des entreprises voisines du lieu de l'accident, des routes, des voies de chemin de fer, etc. qui peuvent être détruites ou gravement endommagées, entraînant des conséquences économiques néfastes.
- **Les enjeux environnementaux** sont également critiques, car un accident de TMD peut avoir des répercussions importantes sur les écosystèmes, avec une destruction partielle ou totale de la faune et de la flore.

Bibliographie Cours n° VIII

-Djema Fares. (2013). Problématique du développement urbain vis-à-vis des risques technologiques majeurs cas de la ville de Skikda. Magistère en aménagement Urbain. Université Badji Mokhtar. Annaba. Faculté des sciences de la terre. Département d'aménagement du territoire.

-Boudraa. S. (2016). Etude cartographique du risque industriel : cas des zones industrielles du secteur urbain 5 juillet 1962, Constantine. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie. Filière : Sciences Biologiques. Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement

-<https://www.vienne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques-majeurs/Les-risques-technologiques#:~:text=Les%20risques%20technologiques%20sont%20des,la%20sant%C3%A9%20ou%20l'environnement>

-<https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/4661/25126/file/7ddrm_risques_nucleaire_2009.pdf

-<https://www.rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Le-Dossier-Departemental-sur-les-Risques-Majeurs/Risques-technologiques/Risque-nucleaire/La-prevention>

-https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/4661/25126/file/7-ddrm_risques_nucleaire_2009.pdf

https://www.vosges.gouv.fr/contenu/telechargement/13155/104723/file/08_Risque_industriel_DDRM_2021.pdf

-<https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

-<https://www.indre-et-loire.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-des-personnes/Securite-civile/L-information-preventive/Le-Risque-Industriel/Quelles-en-sont-les-causes>

Cours n° 09 : LES RISQUES D'ORIGINE ENVIRONNEMENTALE (Le risque de pollution)

I.1 Définition de la pollution

C'est la dégradation de l'environnement par des substances (naturelles, chimiques ou radioactives), des déchets (ménagers ou industriels) ou des nuisances diverses (sonores, lumineuses, thermiques, biologiques, etc.). [Bien qu'elle puisse avoir une origine entièrement naturelle (éruption volcanique, par exemple), elle est principalement liée aux activités humaines.]⁶⁶

De même TEBANI, en 2021, la pollution se manifeste lorsque des substances étrangères sont introduites dans l'air, l'eau ou le sol, entraînant ainsi une altération de l'environnement. Cela perturbe les écosystèmes et peut avoir des conséquences graves, telles que la migration ou l'extinction de certaines espèces qui ne parviennent pas à s'adapter à ces modifications.⁶⁷

I.2 Les types de pollution

Les principaux types de pollution sont les suivants :

I.2.1. La pollution de l'air

La pollution de l'air résulte de la présence de polluants atmosphériques. Contrairement aux autres formes de pollution qui peuvent être réglementées efficacement à l'échelle nationale (y compris la pollution marine), les polluants atmosphériques sont moins réglementés, en particulier les gaz persistants ayant la capacité de perturber le fonctionnement global de la biosphère terrestre.⁶⁸

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) recommande une limite maximale de concentration de polluants dans l'air pour protéger la santé humaine.

Cette limite dépend du type de polluant et est exprimée en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les limites recommandées par l'OMS pour les polluants atmosphériques les plus courants sont les suivantes :

⁶⁶[https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pollution/62217#:~:text=D%C3%A9gradation%20de%20l'environnement%20par%20des%20substances%20\(naturelles%20ou%20chimiques,\)%2C%20des%20d%C3%A9chets..](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pollution/62217#:~:text=D%C3%A9gradation%20de%20l'environnement%20par%20des%20substances%20(naturelles%20ou%20chimiques,)%2C%20des%20d%C3%A9chets..)

⁶⁷ Tebani, (2021). Pollution de l'environnement. https://www.univ-chlef.dz/fsnv/wp-content/uploads/Cours-_-Pollution-de-l'environnement-_-L3-Ecologie-et-environnement-R%C3%A9sum%C3%A9-_-Dr.-TEBANI-Mohamed-_.pdf

⁶⁸ <https://www.techno-science.net/definition/3535.html>

- Particules fines (PM_{2,5}) : 10 µg/m³ en moyenne annuelle et 25 µg/m³ en moyenne journalière
- Ozone (O₃) : 100 µg/m³ en moyenne journalière pendant 8 heures
- Dioxyde d'azote (NO₂) : 40 µg/m³ en moyenne annuelle et 200 µg/m³ en moyenne horaire
- Dioxyde de soufre (SO₂) : 20 µg/m³ en moyenne annuelle et 500 µg/m³ en moyenne horaire
- Monoxyde de carbone (CO) : 10 mg/m³ en moyenne annuelle et 30 mg/m³ en moyenne journalière

Ces limites ont été établies sur la base des données scientifiques disponibles et visent à protéger la santé humaine en minimisant les effets nocifs de la pollution atmosphérique sur la santé.⁶⁹

I.2.2. La pollution du sol

La pollution du sol peut être causée soit par des activités industrielles où des précautions insuffisantes sont prises pour éviter les fuites, soit par des pratiques agricoles qui utilisent abondamment des engrais ou des insecticides qui pénètrent dans les sols. Ces formes de pollution agricole peuvent avoir divers impacts sur la santé humaine. D'une part, elles peuvent contaminer les nappes phréatiques, et d'autre part, elles peuvent entraîner une contamination par bioaccumulation des cultures qui poussent sur ces sols.⁷⁰

I.2.3. La pollution de l'eau

La pollution de l'eau peut avoir différentes origines, notamment :

- Les exploitations agricoles industrielles : Elles peuvent rejeter dans l'eau diverse produits présents dans les engrais tels que les nitrates, ainsi que des produits phytosanitaires. Ces substances peuvent polluer les nappes phréatiques et entraîner la fermeture des points de captage d'eau potable si leur présence est excessive.
- L'industrie : Les sous-produits industriels représentent l'une des sources de pollution de l'eau les plus importantes. Il s'agit principalement de produits chimiques et d'hydrocarbures provenant du dégazage industriel.
- Les eaux usées : Si elles ne sont pas correctement traitées, les eaux usées peuvent constituer une source de pollution de l'eau. Dans les pays développés, comme en

⁶⁹ <https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

⁷⁰ <https://www.techno-science.net/definition/3535.html>

France, des réglementations ont été mises en place pour imposer le traitement des eaux usées, ce qui contribue à réduire l'importance de ce type de pollution.⁷¹

I.3 Les causes de la pollution⁷²

I.3.1. La pollution de l'air

Les différentes causes de la pollution atmosphérique :

- L'activité industrielle
- L'utilisation des véhicules automobiles
- L'exploitation minière
- La déforestation
- L'utilisation excessive de pesticides dans l'agriculture, qui affecte le sol et facilite l'accumulation de gaz dans l'air.

I.3.2. La pollution de l'eau

Les différentes sources de pollution :

- Pollution industrielle : rejets de produits chimiques et d'eaux usées provenant des installations industrielles.
- Pollution agricole : déjections animales et utilisation de produits phytosanitaires/pesticides tels que les herbicides, insecticides et fongicides présents dans les engrais agricoles. Ces substances peuvent pénétrer les sols jusqu'aux eaux souterraines.
- Pollution domestique : eaux usées provenant des toilettes, produits d'entretien ménager ou cosmétiques tels que les savons à lessive, détergents, peintures, solvants, huiles usagées et hydrocarbures.
- Pollution accidentelle : déversement involontaire de produits toxiques dans l'environnement, perturbant ainsi les écosystèmes.

I.3.3. La pollution du sol

Voici les différentes sources de pollution :

- Déversement de déchets et d'ordures.
- Utilisation intensive de produits chimiques.
- Fuites radioactives.
- Émissions de fumées provenant des voitures et de l'industrie.

⁷¹ Idem

⁷² <https://www.lorientbroderie.com/la-pollution-definition-causes-et-consequences/>

- Réseau d'égouts vétuste.

I.4 Les conséquences de la pollution⁷³

I.4.1. Les conséquences de la pollution de l'air

Les différentes conséquences de la pollution atmosphérique :

Affections respiratoires ; Affections dermatologiques ; Formation de smog ; Réchauffement climatique ou perturbation climatique ; Diminution de la couche d'ozone ; Pluie acide

I.4.2. Les conséquences de la pollution de l'eau

Les conséquences de la pollution de l'eau :

-Des maladies : la consommation d'eau contaminée peut causer de graves problèmes de santé, allant de la diarrhée, du choléra, de l'hépatite A et de la typhoïde, jusqu'à la mortalité.

-Malnutrition : une alimentation insuffisante, combinée à des maladies infectieuses et à un manque d'hygiène en raison de l'absence d'eau propre, peut entraîner diverses maladies, y compris la malnutrition.

-sur les écosystèmes : la contamination de l'eau douce perturbe l'habitat naturel des écosystèmes, ce qui entraîne une perte de biodiversité aquatique, l'apparition d'algues nuisibles et d'autres problèmes environnementaux.

I.4.3. Les conséquences de la pollution du sol

Les conséquences de la pollution du sol :

-Perte de la flore et de sa diversité.

-Difficultés rencontrées dans les domaines de l'agriculture et de l'élevage.

-Contamination et perte de la diversité de la faune.

-Détérioration du paysage.

-Appauvrissement global de l'écosystème, qu'il s'agisse d'un écosystème marin ou terrestre.

I.4.4. Les mesures de la prévention au risque de la pollution

- Opter pour des modes de transport respectueux de l'environnement, tels que le vélo ou les transports en commun.
- Favoriser le recyclage des déchets afin de réduire l'impact environnemental des quantités massives produites quotidiennement.
- Adopter une consommation responsable des combustibles fossiles et des sources d'énergie, en cherchant à minimiser leur impact sur la planète.

⁷³ Idem

- Promouvoir la création de jardins urbains respectueux de l'environnement et de ses cycles naturels.
- Mettre en place des mesures de prévention et de sensibilisation.
- Interdire les pratiques nuisibles.
- Améliorer les processus de recyclage.
- Développer des techniques de purification de l'eau plus efficaces.
- Favoriser l'utilisation des énergies renouvelables.
- Moderniser le système d'égouts.

Bibliographie Cours n° IX

-Salomon. J.N. (2003). Dangers de pollution. Presses universitaires de Bordeaux. Pressac CEDEX-France.

-BELHADJ H. (2015). Détection de la pollution atmosphérique à l'aide du lichen *Xanthoria parietina* (L.) bio-accumulateur d'éléments traces métalliques dans le centre urbain de la ville de Sidi Bel Abbes (Algérie occidentale). DOCTORAT EN SCIENCES. Spécialité : Sciences de l'Environnement Option : Pathologie des Ecosystèmes Terrestres. Université Djillali Liabes De Sidi Bel Abbes Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie. Département des Sciences de l'Environnement.

-BOUDJELLA A. (2017). Etude de la Dispersion des Polluants Gazeux sur l'Ouest de la Méditerranée. Doctorat en Sciences. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. Faculté de Faculté de génie mécanique. Département Génie Mécanique. Spécialité : Génie Mécanique Option : Energétique.

-SELLAL A. (2018). Etude de la pollution de Oued K'sob (région de Bordj Bou Arreridj) et de l'effet phyto-accumulateur de *Phragmites Australis* (roseau). Doctorat en Sciences Filière : Biologie Spécialité : Biochimie. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département De Biochimie

-Tebani, (2021). Pollution de l'environnement. https://www.univ-chlef.dz/fsnv/wp-content/uploads/Cours_-_Pollution-de-lenvironnement_-_L3-Ecologie-et-environnement-R%C3%A9sum%C3%A9_-_Dr.-TEBANI-Mohamed_.pdf

[https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pollution/62217#:~:text=D%C3%A9gradation%20de%20l'environnement%20par%20des%20substances%20\(naturelles%20ou%20chimiques,\)%2C%20des%20d%C3%A9chets.](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pollution/62217#:~:text=D%C3%A9gradation%20de%20l'environnement%20par%20des%20substances%20(naturelles%20ou%20chimiques,)%2C%20des%20d%C3%A9chets.)

-<https://www.techno-science.net/definition/3535.html>

-<https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

- <https://www.lorientbroderie.com/la-pollution-definition-causes-et-consequences/>

CONCLUSION GENERALE

Après avoir identifié l'ensemble des types de risques urbains majeurs dans la société, il devient clair que la gestion efficace de ces risques est essentielle pour assurer la sécurité et la résilience des zones urbaines. Les risques naturels et technologiques peuvent avoir des conséquences dévastatrices, mais avec une approche proactive, des mesures appropriées peuvent être mises en place pour prévenir ces risques et minimiser leurs impacts.

Il est primordial de promouvoir une culture de prévention et de sensibilisation parmi les autorités, les décideurs, les communautés locales et les individus. Cela implique la mise en place de politiques et de réglementations solides visant à intégrer la gestion des risques dans la planification urbaine, la construction des infrastructures et le développement des zones urbaines. La création de mécanismes de surveillance et d'alerte précoce, ainsi que la formation des populations à réagir aux situations d'urgence, sont également des éléments clés pour réduire les conséquences des risques urbains majeurs.

Parallèlement, il est important d'investir dans des infrastructures résilientes, capables de faire face aux aléas naturels et technologiques. Cela inclut la construction de bâtiments solides, la mise en place de systèmes de drainage et de gestion des eaux, la sécurisation des installations industrielles et la diversification des sources d'énergie. La recherche et l'innovation jouent également un rôle crucial dans l'identification de nouvelles technologies et techniques pour prévenir les risques et améliorer la résilience des zones urbaines.

Enfin, une coordination étroite entre les différents acteurs, tels que les autorités locales, les agences gouvernementales, les organisations internationales, les universités et les organisations de la société civile, est nécessaire pour une approche holistique et intégrée de la gestion des risques urbains majeurs. La collaboration et le partage des connaissances permettront de tirer les leçons des expériences passées et de développer des stratégies efficaces pour anticiper et faire face aux futurs risques.

En conclusion, la prise de conscience des risques urbains majeurs est un premier pas crucial, mais la véritable action réside dans la mise en œuvre de mesures préventives et dans la construction de sociétés urbaines résilientes. En investissant dans la prévention, la planification et la gestion des risques, nous pouvons contribuer à créer des villes sûres, durables et capables de faire face aux défis futurs.

BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages

- Bedrani S. (1999). Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne. CIHEAM. Paris.
- Beucher, S ; Veyret, Y ; Reghezza, M. (2004). Les risques. Bréal Édition. Pages 205.
- Calvino, A, Evard, Henri, (2000). Guide technique pour la caractérisation de l'aléa dû aux mouvements de terrain », Paris ; collection environnement, les risques naturels, 1 vol.91p
- Castera, L ; Ourliac, X ; Ourliac, J.P. (2004). Risque et urbanisme : risque naturels, risque technologique prévention, responsabilité. Paris, Le Moniteur, Guide juridique. Pages 237.
- Cros, M ; Gaultier-Gaillard, S ; Harter, H ; Pech, P. (2010). Catastrophes et risques urbains. Édition : Lavoisier. Pages 302.
- Desroches. A ; Leroy. A ; Vallée. F. (2015). La gestion des risques. Principes et pratiques. Edition : Céline Poiteaux ; Gilda Massete. Lavoisier, Paris. Pages 291.
- Dubois-Maury, J ; Chaline, C. (2004). Les risques urbains. Éditeur : Armand Colin. Pages 208.
- Flageollet, Jean Claud, (1989). Les mouvements de terrain et leur prévention. Ed : Masson, Paris, Milan, Barcelone(Géographie), 224p.
- Gilles Seve, Pierre Pouget, (1998). Stabilisation des glissements de terrain. Guide technique, technique et méthode des laboratoires des ponts et chaussées, ministère de l'équipement des transports et du logement, Ed : Laboratoire centrale des ponts et chaussées, Paris, 91p
- Gleyze J.F ; (2002). Le risque. Institut Géographique national. Laboratoire COGIT.
- Salomon. J.N. (2003). Dangers de pollution. Presses universitaires de Bordeaux. Pressac CEDEX-France.
- Margossian. (2006). Risques et accidents industriels majeurs. Caractéristiques, réglementation, prévention. Edition : Dunod. Pages 268.
- Michèle Ansidei. (1998). Les risques urbains. Acteurs, systèmes de prévention. Édition : Anthropos. Pages 286.
- UNESCO. (2022). Atlas sur les risques naturels dans la région arabe. Un outil pour la résilience et l'adaptation des systèmes socio-écologiques. Édition : UNESCO Publishing. Pages 128.
- Scarwell, H. J; Laganier, R. (2004). Risque d'inondation et aménagement durable des territoires. Édition : Presses Universitaires du Septentrion. Pages 240.
- Zacek, M. (1996). Construire parasismique. Risque sismique, conception parasismique des bâtiments, réglementation. Éd. Parenthèses. Pages 340.

Thèses et mémoires

- Aouane.A. (2019).Simulation sismique avec une approche SMA (Systèmes Multi Agents). Application de la méthode RISK-DZ à la ville d'Arzew (Oran). Doctorat en science. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. Faculté de Faculté d'Architecture et de Génie Civil Département de Génie Civil.

- Belhadj H. (2015). Détection de la pollution atmosphérique à l'aide du lichen *Xanthoria parietina* (L.) bio-accumulateur d'éléments traces métalliques dans le centre urbain de la ville de Sidi Bel Abbas (Algérie occidentale). DOCTORAT EN SCIENCES. Spécialité : Sciences de l'Environnement Option : Pathologie des Ecosystèmes Terrestres. Université Djillali Liabes De Sidi Bel Abbas Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie. Département des Sciences de l'Environnement.
- Bendjemila, I. (2011). De la prudence à la prévention vers une éthique du risque. Cas de Skikda. Thèse de Magistère. Option : Ville et risques urbains. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. Département d'architecture et d'urbanisme.
- Benkechkache. I. (2012). Investigation de la dégradation du cadre bâti sous l'effet du glissement de terrain cas de Constantine. Thèse de Magistère. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la Terre. Département d'Architecture et d'Urbanisme. Option : Ville et Risques Urbains.
- Boudjella A. (2017). Etude de la Dispersion des Polluants Gazeux sur l'Ouest de la Méditerranée. Doctorat en Sciences. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf. Faculté de Faculté de génie mécanique. Département Génie Mécanique. Spécialité : Génie Mécanique Option : Energétique.
- Boudraa. S. (2016). Etude cartographique du risque industriel : cas des zones industrielles du secteur urbain 5 juillet 1962, Constantine. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie. Filière : Sciences Biologiques. Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement
- Boughazi, K. (2012). Risque sismique et urbanisation regard croisé sur la ville d'Alger. Thèse de Magistère. Option : Ville et risques urbains. Université Mentouri de Constantine. Faculté des sciences de la terre. Département d'architecture et d'urbanisme.
- Bouguetof A. (2016). La Vulnérabilité urbaine face au risque d'inondation -cas d'un perimeter témoin de la ville de Tébessa. Master en Architecture. Option : Architecture et environnement. Université Larbi Tébessi - Tébessa Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Architecture.
- Boumaza & al. (2015). Etude D'un Glissement de terrain. Université du 8 Mai 1945 Guelma Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénierie Département de : "Génie Civil". Domaine : "Sciences et Technologie". Spécialité : "Génie Civil ", " Option : Géotechnique"
- Djema, F. (2013). Problématique du développement urbain vis-à-vis des risques technologiques majeurs cas de la ville de Skikda. Magistère en aménagement Urbain. Université Badji Mokhtar. Annaba. Faculté des sciences de la terre. Département d'aménagement du territoire.
- Faregh, W. (2018). Etude du risque hydrologique en zone urbaine Cas de la région d'Oum El Bouaghi. Doctorat LMD en : Hydraulique. Université Mohamed Khider – Biskra. Faculté des Sciences et de la Technologie. Département de Génie Civil et d'Hydraulique.
- Harkati, M. (2019). Etude paramétrique de la stabilité des talus à l'aide des codes numériques. Master en Génie civil Spécialité : E.C.B.R. Université Kasdi Merbah – Ouargla. Faculté des sciences appliquées Département de Génie civil et d'Hydraulique.

- Kacimi El-Hassani. (2010). Evaluation Des Réhabilitations Menées Sur Des Bâtiments Affectés Par Le Séisme De Boumérdes Du 21 Mai 2003. Magister. En Génie Civil Spécialité : Géotechnique. Université Des Sciences Et De La Technologie Houari Boumediene. Faculté De Génie Civil
- Khelil, Senad. (2014). Etude de stabilité, modélisation et confortement du glissement de terrain de la cité des 50 logements MEZGHITANE (JIJEL). Master en génie civil Option : Géotechnique. Université Abderrahmane Mira De Bejaia Faculté De Technologie département De Génie Civil.
- Loumi K. (2022). Croissance Urbaine Et Risque D'inondation Dans La Région Du Hodna : Cas De La Ville De M'sila. DOCTORAT 3ème Cycle En : génie urbain Spécialité : ville et risques urbains. Université de M'SILA Institut de la gestion des techniques urbaines
- Maquaire, O. (2002). Aléa géomorphologique (mouvement de terrain) - processus, fonctionnement, cartographie –, mémoire de recherche, 2002. Université Louis Pasteur – Strasbourg I.
- Saadaoui I. (2018). L'étude De La Vulnérabilité Du Risque Glissement De Terrain Sur Le Tissu Urbain Cas De : « Boussouf ». Université Constantine 3 Salah Bounider Faculté D'architecture Et D'urbanisme / Département D'urbanisme. Master II urbanisme opérationnel Option : gestion des risques urbains
- Sellal A. (2018). Etude de la pollution de Oued K'sob (région de Bordj Bou Arreridj) et de l'effet phyto-accumulateur de Phragmites Australis (roseau). Doctorat en Sciences Filière : Biologie Spécialité : Biochimie. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département De Biochimie
- Slimani K. (2020). La résilience comme concept et outil de gestion des risques et catastrophes dans la ville de Batna. Cas d'une catastrophe liée aux inondations. Doctorat LMD. Filière : Géographie et aménagement du territoire. Université Mostafa Ben Boulaid Batna2 Institut Des Sciences De La Terre Et De L'univers Département De La Géographie Et Aménagement Du Territoire.

Les Rapports

- Aidoud A. et Nedjraoui D., (1992)- The steppes of alfa (*Stipa Tenacissima* L) and their utilisation by sheeps. In Plant animal interactions in mediterranean-type ecosystems, MEDECOS VI, Grèce. p. 62-67
- Bedrani S., (1997). Les effets du commerce mondial sur la désertification dans les pays du Maghreb, In L'Annuaire de l'Afrique du Nord, (CNRS, Aix en Provence)
- Benouar. D (2005) in RISQUE DE TREMBLEMENT DE TERRE EN AFRIQUE : UN GUIDE POUR LES CHEFS DE COMMUNAUTES. (Ecrit pour le compte des Nations Unies/Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes –UN/SIPC)
- Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003 ; L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures.
- Goodchild, (2000); Communicating Geographic Information in a Digital Age, Annals of the Association of American Geographers, Volume 90, Issue2, Pages 344-355.
- Guide technique : stabilisation des glissements de terrain

- Le Houerou H.N., (1985), La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.
- Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable, (2004). Guide générale, les risques majeurs
- Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. (2004). Les inondations. Dossier d'information. Risques naturels majeurs. Alp'Géorisques.
- Ministère De L'écologie Et Du Développement Durable. 2004. Les risques majeurs. Guide générale.
- Ministère de la Sécurité publique du Nouveau-Brunswick Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick. (2019).
<https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding-Inondations/ProtectionContreLesInondations.pdf>
- Nedjraoui & Bédrani, (2008). La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. <https://journals.openedition.org/vertigo/5375>
- Office fédéral de l'environnement Division Prévention des dangers; (2009)
- OZER. P. 2007. Introduction aux risques naturels. Département des Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège.
https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/22442/3/Microsoft%20PowerPoint%20-%20GRN_RN301_1.pdf
- Safar-Zitoun. M, 2019 : Plan national sècheresse Algérie lignes directrices en vue de son operationnalisation. Ministre de l'agriculture, du développement rural et de la pêche direction générale des forets
https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/Plan%20National%20S%C3%A9cheresse%20Alg%C3%A9rie%20version3.2%20d%C3%A9f.300619-3-version-20-12-2019-converti.pdf
- Tebani, (2021). Pollution de l'environnement. <https://www.univ-chlef.dz/fsnv/wp-content/uploads/Cours--Pollution-de-lenvironnement--L3-Ecologie-et-environnement-R%C3%A9sum%C3%A9--Dr.-TEBANI-Mohamed-.pdf>

Les sites web

- <https://www.catnat.net/veille-catastrophes-naturelles/catnat-analytics/tableau-de-bord-de-l-annee-en-cours>
- https://www.assistancescolaire.com/eleve/2nde/geographie/reviser-le-cours/2_geo_08
- <https://www.schoolmouv.fr/enseignants/cours/les-societes-face-aux-risques/fiche-de-cours>
- www.Prime.net
- <https://www.officiel-prevention.com/dossier/formation/formation-continue-a-la-securite/la-cindynique-science-du-danger-du-risque-et-de-la-prevention>
- <https://www.sudouest.fr/archives/portfolios/en-images-il-y-a-25-ans-un-effroyable-seisme-s-est-abattu-sur-la-ville-de-kobe-au-japon-2081853.php>
- <https://www.leparisien.fr/faits-divers/algerie-un-avion-militaire-s-ecrase-pres-d-alger-avec-plus-de-100-personnes-a-bord-11-04-2018-7658019.php>
- <https://www.aviation-accidents.net/tag/linat/>
- <https://www.letelegramme.fr/monde/transport-maritime-12-000-morts-en-dix-ans-04-02-2019-12201142.php>
- <https://www.aps.dz/societe/58844-mines-et-carrieres-87-deces-enregistres-de-2010-a-2016>
- https://www.bfmtv.com/international/les-effondrements-de-ponts-les-plus-meurtriers-ou-spectaculaires-de-l-histoire-contemporaine_AV-201808150042.html

-<https://www.tdg.ch/l-enquete-accuse-le-propretaire-de-l-immeuble-327209652491>
-https://www.lexpress.fr/monde/russie-18-militaires-tues-dans-l-ecroulement-d-une-caserne-en-siberie_1698341.html
<https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>
<https://www.encyclopedie-environnement.org/air/cyclones-tropicaux-developpement-organisation>
<https://www.mementodumaire.net/les-risques-naturels/rn-1-tempetes-cyclones-tornades-et-orages/>
<http://lecourrier-dalgerie.com/apres-louragan-les-inondations-menacent-dans-lest-des-etats-unis/>
<https://www.ledauphine.com/france-monde/2018/09/15/typhon-mangkhut-premieres-victimes-aux-philippines-et-a-taiwan>
<https://climate.selectra.com/fr/comprendre/desertification>
<https://youmatter.world/fr/definition/comprendre-secheresse-causes-consequences-risques-climat/>
[https://www.atlas-mag.net/article/la-secheresse#:~:text=S%C3%A9cheresse%20%3A%20une%20calamit%C3%A9%20qui%20frappe%20n'importe%20o%C3%B9&text=Europe%2C%202003%20%3A%20La%20canicule%20a,5%20milliards%20USD\)%20aux%20assurances.](https://www.atlas-mag.net/article/la-secheresse#:~:text=S%C3%A9cheresse%20%3A%20une%20calamit%C3%A9%20qui%20frappe%20n'importe%20o%C3%B9&text=Europe%2C%202003%20%3A%20La%20canicule%20a,5%20milliards%20USD)%20aux%20assurances.)
<https://www.cieau.com/connaitre-leau/les-ressources-en-france-et-dans-le-monde/secheresse-en-france-comment-la-gerer-et-comment-la-prevenir/>
<https://climate.selectra.com/fr/comprendre/desertification>
www.mementodumaire.net
-<https://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/Risque-inondations-2004.pdf>
-<https://www.rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Le-Dossier-Departemental-sur-les-Risques-Majeurs/Risque-d-inondation/La-prevention>
<https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/FloodingInondations/ProtectionContreLesInondations.pdf>
-<https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>
- <https://iast.univ-setif.dz/documents/Cours/Cours6MilieuxPhysiquesL2GAT21.pdf>
-<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/seismes.html>
- <https://www.bbc.com/afrique/articles/czvy89k1yd1o>
- <https://mbradio.tv/article/13-ans-depuis-le-tsunami-dans-l%E2%80%99oc%C3%A9an-indien>
-www.atlas.nrcan.gc.ca/auth/francais/nrcan
-Risques d'effondrement de bâtiments et les mouvements de terrain. <http://www.csdivonne.fr.st>
- www.brgm.fr
- www.sieng.ch
- <http://www.lamy-expert.ch>
-<https://www.vienne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques-majeurs/Les-risques-technologiques#:~:text=Les%20risques%20technologiques%20sont%20des,la%20sant%C3%A9%20ou%20l'environnement>
-<https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>
https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/4661/25126/file/7ddrm_risques_nucleaire_2009.pdf
-<https://www.rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/La-securite-civile/Les-risques-majeurs/Les-risques-majeurs-dans-le-Rhone/Le-Dossier-Departemental-sur-les-Risques-Majeurs/Risques-technologiques/Risque-nucleaire/La-prevention>
-https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/4661/25126/file/7-ddrm_risques_nucleaire_2009.pdf
https://www.vosges.gouv.fr/contenu/telechargement/13155/104723/file/08_Risque_industriel_DDRM_2021.pdf
-<https://side.developpement-durable.gouv.fr/BRET/doc/SYRACUSE/72232/risques-majeurs-les-guide-general>

- <https://www.indre-et-loire.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-des-personnes/Securite-civile/L-information-preventive/Le-Risque-Industriel/Quelles-en-sont-les-causes>
- [https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pollution/62217#:~:text=D%C3%A9gradation%20de%20l'environnement%20par%20des%20substances%20\(naturelles%20ou%20chimiques,\)%2C%20des%20d%C3%A9chets.](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pollution/62217#:~:text=D%C3%A9gradation%20de%20l'environnement%20par%20des%20substances%20(naturelles%20ou%20chimiques,)%2C%20des%20d%C3%A9chets.)
- <https://www.techno-science.net/definition/3535.html>
- <https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- <https://www.lorientbroderie.com/la-pollution-definition-causes-et-consequences/>