



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المدنية والمعمارية
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M/GCA/2022

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en architecture

Domaine AUMV – Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville / Filière ARCHITECTURE

Par :

Drief Radhia

Bendacha Fatma Zohra

Titre du projet / Thématique :

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia, El Hassiane, Mostaganem.

Membres du jury :

Président : Mme Benmohamed Nour El Houda

Examineur : Mr Mokhtari

Encadreur : Mme Hadjij Ilhem

Année universitaire 2021-2022

Dédicace 01 :

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A la femme qui a souffre sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher papa.

A mes très chers frères (Farouk, Radhwane et Sofiane) qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études, que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A ma chère sœur (Ahlam) qui n'a pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études .que dieu la protège.

A ma chère nièce Nada et cher neveu Eyed.

Sans oublier mon binôme Fatma Zohra pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous les amis que j'ai connus jusqu'à maintenant.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Dédicace 02 :

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

A ma mère, qui m'a encouragé à aller de l'avant et qui m'a donné tout son amour pour reprendre des études

Particulièrement à mon père, pour le goût à l'effort qu'il a suscité en moi, de par sa rigueur.

A mes frères AEK, Mourad et Hamza , Abdou ,a mes sœurs Radhia et Hadjer qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'étude.

A mon chère neveu Youcef et mes chères nièces Rahil , Rahma ,Rihab et kawthar..

A ma chère amie et mon binôme Radhia.

A tous mes amis.

Remerciement :

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme Hadjij Ilhem ,On la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel ,pour sa patience , sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciement s'adresse à Mr Latrouche AEK et Mr Yazid Habib pour son aide.

Nos remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Résume :

Les risques naturels et les inondation sont considérés comme un problème répandu dans le monde entier et en Algérie ,en raison des inondation auxquelles ils sont exposés .

pour cela la gestion de ce risque doivent intervenir pour gérer ces problèmes et les réduire .
Mostaganem a une riche histoire d'inondation avec beaucoup de pertes matérielles et humaines .

Et pour cela on a choisi la ville industrielle Bordjia pour faire une étude de vulnérabilité sur la zone la plus exposée au risque d'inondation afin de trouver des solutions techniques pour l'adapter à ce phénomène.et pour but de protéger les usines et les biens contre l'inondation.

ملخص :

تعتبر المخاطر الطبيعية والفيضانات مشكلة منشرة في انحاء العالم وفي الجزائر مما تتعرض له من فيضانات و من اجل هذا وجب تدخل الاطراف المعني لتسيير هذه المشاكل والحد منها.
ولمستغانم تاريخ حافل بالفيضانات مع العديد من الخسائر المادية والبشرية ومن اجل هذا اخترنا المنطقة الصناعية برجية لاجل القيام بدراسة الهشاشة المنطقة الاكثر عرضة للفيضان من الاجل على حلول تقنية من اجل تكييف مع هذه الظاهرة بهدف حماية المصانع والاشخاص .

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

SOMMAIRE

REMERCIEMENT•	
DEDICACE•	
RESUME•	
Table des figures	
Table des tableaux	
Introduction	01
Problématique	02
Choix du thème	03
Carte conceptuelle	04
Partie 01 :	05
Chapitre 01 : Risque, Aléas, Vulnérabilité	06
Introduction	07
Compréhension du risque	
2-Dualité du risque : Alea, Vulnérabilité	
2.1- Concept Alea	07
2.2-Concept Vulnérabilité	07
3-Connaitre un risque majeur	09
Classification des risques majeurs	09
4.1-Risques naturels	09
4.1.1-Hydrométéorologique	10
4.1.2-Géophysique	10
4.1.3-Géomorphologique	10
4.2Risque technologique	11
4.2.1Risque industriels	11
4.2.2Risque nucléaire	11
4.2.3Ruptures de barrages	11
Conclusion	12
CHAPITRE III : Qu'est ce qu'un risque d'inondation	13
Introduction	14
1-Connaissance de l'aléa inondation	14
2-Paramètres fondamentaux d'un cours d'eau	14
3-Principaux paramètres caractérisant l'aléa inondation	17
4-Causes de formation des crues et des inondations	21
4-1 CAUSES DIRECTES :	21
5-Politique de gestion du risque d'inondation	22
Conclusion	24
Chapitre 4	25
Introduction	25
Présentation du cas d'étude	25
2.1-Présentation de la ville de Mostaganem	25
Présentation de la zone d'étude	26
3.2-Délimitation	27
3.3-Aménagement des infrastructures	28
3.4-Intersection des oueds	28

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

.3.5-Le climat	28
3.6-Précipitation	28
3.7- Températures	30
Vulnérabilité de la zone d'étude	31
4.3-L'étude géomorphologique du sol	34
Scénario de l'inondation de Bordjia 27 Janvier 2017	36
Etude de la vulnérabilité de la zone d'étude	38
4.6-introduction (de vulnérabilité des bâtiments inondables	38
A-Méthode Creach	38
B-Application sur le terrain	40
B.3-Critère03 : la topographie de la zone)	41
-Le zonage selon le degré de vulnérabilité	41
Conclusion	42
Chapitre 5 : analyse des exemples	43
1 -INTRODUCTION :	44
Exemple n°01 : La cité pluviale de Matra	45
Analyse contextuelle	45
La cause d'inondation	45
Le but	46
3-Exemple n°02 :La zone d'activités des Ardoines	31
Situation	31
Contraintes	31
Conséquence de crue majeure:	32
Le but	32
Étude de vulnérabilité de la zone	53
-4Exemple n°03 : Usine pharmaceutique de St Germain Laprade	54
Chapitre 6 : Principe mobilisables pour un aménagement adapté au risque d'inondation	46
Introduction.	
Principe 1 : Inclure un système de protection dans l'aménagement urbain	68
Principe 2 : Donner ou redonner plus de place à l'eau	69
Principe 3 : Localiser les activités et les infrastructures urbaines	70
Principe 4 : Concevoir des bâtiments adaptés à l'inondation	72
Principe5 : Assurer le maintien du fonctionnement des réseaux techniques.	76
Principe6 : Créer des "espaces intelligents" pour la gestion de crise et la reconstruction	77
Parte projet	79
Introduction	80
3.Découpage adapté au principe d'aménagement en zone inondable	81
Délimitation de la zone	82
Principes de découpage de la zone à éviter 1 et d'implantation	83
I-Implantations des arbres Création des voies	84

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

TABLE DE FIGURES :

Figure 1: définition classique du risque .Source : www.google.com	7
Figure 2: exemple du risque .Source: www.google.com	7
Figure 3:Seisme-de-Boumerdes.Source: https://www.azurseisme.com	8
Figure 4:prevention-des-risques.Source: https://adrasec08.fr/la-securite-civile/prevention-des-risques	9
Figure 5:inondation en INDE.Source: https://www.En Inde	10
Figure 6:Le séisme du 17 août 1999 en Turquie.Source: https://www.pourlascience.fr/theme/catastrophes-naturelles/istanbul-quel-seisme-se-prepare-1526	10
Figure 7:geophysique-geotechnique-et-geophysique-comment-optimiser-cette-relation,b22-289.htm.Source: https://www.solscope.fr	10
Figure 8:Une forte explosion dans une bâtiment industriel en états unis .Source: www.lenouveleconomiste.fr	11
Figure 9:Le japon craint un accident nucléaire. Source: www.maxisciences.com	11
Figure 10:rupture de barrage .Source: rupture de barrage wikipédia	11
Figure 11:Lit mineur .Source: www.nord.gouv.fr	15
Figure 12:Lit moyen.Source: : www.nord.gouv.fr	15
Figure 13:lit majeur.Source: : www.nord.gouv.fr	16
Figure 14:Inondation par remontée de nappe phréatique.Source: : www.nord.gouv.fr	19
Figure 15:Inondations par crues torrentielles.Source: www.nord.gouv.fr	20
Figure 16:: Cartes de la situation de la wilaya de Mostaganem.Source: www.google.com	25
Figure 17:Les zones inondables dans la wilaya de Mostaganem .Source: la direction de protection civile de la wilaya de Mostaganem:	25
Figure 18:Carte situation de la zone de Bordjia par rapport à Mostaganem.Source: Carte situation de la zone de Bordjia par rapport à Mostaganem.....	26
Figure 19:Carte de la zone de Bordjia.Source: www.google.com	27
Figure 20:Carte des infrastructures de la zone de Bordjia.Source : Bureau d'étude urbor.....	27
Figure 21:Carte des oueds principaux dans la zone de Bordjia.Source: Direction de l'hydraulique	28
Figure 22:Variation interannuelle de la précipitation .Source: : Direction de l'hydraulique	29
Figure 23:Variation mensuelle interannuelle des précipitations.Source: Direction de l'hydraulique ..	29
Figure 24:Courbe de température.Source: Direction d'hydraulique	30
Figure 25:Représentation des températures.Source : Direction d'hydraulique	30
Figure 26;Echantillon de section transversale d'oued tin.Source: : Direction de l'hydraulique.....	31
Figure 27:Profil en travers type de l'oued Tin.Source: Direction de l'hydraulique.....	31
Figure 28:: Principaux Bassins Versants.Source: Direction de l'hydraulique	32
Figure 29 :Délimitation du bassin versant de l'oued Tin.Source: Direction de l'hydraulique.....	32
Figure 30:Carte du sol de la plaine de Bordjia.Source: Direction de l'hydraulique	34
Figure 31:Carte des réseaux hydrographiques.Source:direction de l'hydraulique	34
Figure 32:carte des ensemnles morohologiques.Source: urbor	35
Figure 33:la géomorphologie du zone.Source : urbor.....	35
Figure 34: coupe du zone.Source: urbor	35
Figure 35:fermeture de la rout.Source:direction d'hydraulique	36

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Figure 36:Les eaux en furie d’oued Tin ont charrié boue	36
Figure 37:troncs d'arbres et autres blocs Figure : de pierre sur ce hameau rural ont charriés .Source :direction d’hydralyque	36
Figure 38:Plus de 40 etait sinistrées.Source :direction d’hydraulique	36
Figure 39:: Débordement d’oued tin.Source:direction d'hydraulique.....	36
Figure 40:la submersion de la zone.Source : direction d'hydraulique	36
Figure 41 : La cité pluviale matra	45
Figure 42 : La cité pluviale Matra	45
Figure 43 : Plan masse du quartier Matra à Romorantin-Lanthenay.....	46
Figure 44 : Photographies représentant l’inondation lors de la montée des eaux dans le quartier	46
Figure 45 :Photographies représentant l’inondation lors de la montée des eaux dans le quartier	46
Figure 46 : Coupe des mouvements de déblaisremblais entre le bassin de rétention, les parkings et la voirie (A)	47
Figure 47	47
Figure 48	48
Figure 49	48
Figure 50:L’utilisation des balcons.Source: lhb_BONNEFOND.pdf	48
Figure 51:Les passerelles dela circulation pendant la cru.Source : lhb_BONNEFOND.pdf	49
Figure 52:Les niveaux des jardins,des voiries ,des planchers.Source : lhb_BONNEFOND.pdf.....	49
Figure 53:Le Bateau-Lavoi une architecture prévoyante.source : lhb_BONNEFOND.pdf.....	49
Figure 54:Les trottoirs et des passagessuélvé .Source : lhb_BONNEFOND.pdf	50
Figure 55:carte de situation.Source:services urbains ardoines	50
Figure 56:carte de submersion.Source: services urbains ardoines.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 57: vue sur la zone activité ardoines.Source:services urbains ardoines	50
Figure 58:Carte du risque scénario crue de retour 50 ans .Source: service urbains ardoines.....	52
Figure 59:Carte carte de risque scénario crue centennale plus d 1m.Source: services urbains ardoines	52
Figure 60:Carte 3 carte de risque scénario crue centennale .Source : srvides urbains ardoines.....	52
Figure 61:Renforcer le maillage des liaisons douces et des continuités écologiques .Source:services urbains ardoines.....	53
Figure 62:Renforcer le maillage des liaisons douces et des continuités écologiques .Source:services urbains ardoines.....	53
Figure 63;Elargir les trottoirs et améliorer la perception de la Seine .Source: services urbains ardoines	54
Figure 64:rue des Fusillés et le quai Jules Guesdes.source:services urbains ardoines	54
Figure 65:carte de situation Usine pharmaceutique de St Germain Laprade .source:www.google.com	Erreur ! Signet non défini.
Figure 66:Vestiaires pendant l’inondation .source :ww.google.com.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 67:Laboratoire après l’inondation .source :www.google.com .	Erreur ! Signet non défini.
Figure 68:Laboratoire après l’inondation .source:www.google.com ...	Erreur ! Signet non défini.
Figure 69:Vestiaires après l’inondation .source:www.google.com	Erreur ! Signet non défini.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Figure 70:Les règles de construction dans les sols argileux soumis au retrait-gonflement .Sourceh ttp://observatoire-regional-risques-paca.fr.....	61
Figure 71:Adapter les fondations .Source: ttp://observatoire-regional-risques-paca.fr.....	62
Figure 72:Rigidifier la structure et désolidariser les bâtiments accolés.Source: ttp://observatoire- regional-risques-paca.fr	62
Figure 73:Eviter les variations localisées d'humidité.source : http://observatoire-regional-risques- paca.fr.....	63
Figure 74:Eloigner la plantation d'arbres .Source: http://observatoire-regional-risques-paca.fr.....	63
Figure 1:le système de protection dans l'aménagement urbain.	65
Figure 2:Quartier des sept derniers à toulouse.	65
Figure 3:le concept de super digue.	65
Figure 4:Mur de protection contre les crues du Rhin.	66
Figure 5:les sentinelles de l'inondation le long de la Voorstraat dike.	66
Figure 6:la conception de digues multifonctionnelles.	66
Figure 7:coupe schématique de la digue terrasse The H illedijk à Rotterdam.....	67
Figure 9: les structures verticales (mur).....	67
Figure 8:système de protction à Andernach(Allemagne).....	67
Figure 10: les structures en forme de diedres(non verticales).	68
Figure 11:les barrière flexibles (sous presion de l'eau).....	68
Figure 13:les barrages poids.....	68
Figure 12:exemple des sacs de sable.	68
Figure 14: Redonner l'espace a l'eau.....	69
Figure 15:Exemple de l'aménagement des berges réalisation d'une passerelle pour piétons	69
Figure 17:localiser les activités et les infrastructures urbaines	70
Figure 16: Immeuble d'habitat collectif dans le quartier Matra.	70
Figure 19:localisation des usages sur le plan horiwontal.....	71
Figure 20:forme de construction adapté a l'inondation	72
Figure 21: Eriger un bâtiment au-dessus de la ligne d'eau de crue (construction sur pilotis.	72
Figure 22:Vue en plan d'un vide sanitaire.....	73
Figure 23:Exemple de vide sanitaire inondable.	73
Figure 24:Fenêtre anti-inondation	73
Figure 25:PROTÉGER CONTRE LA PÉNÉTRATION D'EAU	73
Figure 26:Inondation d'un parking souterrain.	74
Figure 27 : Protection du bâtiment contre le refoulement	74
Figure 28:nstaller les appareils sensibles sur un support surélevé.....	75
Figure 29:Vue en profil du bâtiment y compris Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a- l_interieur-des-zones-inondables	75
Figure 30:Arbre décisionnel pour l'octroi d'une autorisation selon le droit de l'eau.....	75
Figure 31:assurer le maintien du fonctionnement.	76
Figure 32:résistance ou robustesse des réseaux .Source: CEPRI principe technique d'aménagement	76
Figure 33: la diversification.	76
Figure 34:l'autonomie.	77
Figure 35:le maillage des réseaux	77
Figure 36:Créer des "espaces intelligents" pour la gestion de crise et la reconstruction.	77

CHAPITRE I : INTRODUCTIF

1-Introduction.

2-problématique.

3-choix du thème.

4-choix du site.

Introduction générale :

L'homme en vivant a proximité des cours d'eau, pour s'installer ou encore pour travailler, s'est mis dans une situation de risque d'inondation ce qui aggrave sa situation en cas d'incidents.

Il existe deux familles de risques majeurs : risques naturels (inondation, séisme, tempête, cyclone, mouvement de terrain, avalanche, feu de forêt, volcanisme) et risques technologiques (accident industriel, accident nucléaire, transport de matière dangereuse, rupture de barrage).

Les inondations sont considérées et classées comme risque majeur. Au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde, elles font environ 20 000 victimes par an. Certaines résultent de l'inondation qui se renouvellent chaque année comme la mousson, d'autres sont le fait de circonstances particulières (cyclones, typhons, orages violents).

L'Algérie est un pays à risques multiples. C'est un pays particulièrement exposé à plusieurs phénomènes qui résultent de raisons diverses. Aujourd'hui en Algérie, on confronte plus de 50% des villes algériennes, sans distinction de situation géographique, sont astreintes aux risques d'inondations. En fonction de cette situation, les hommes et l'environnement sont de plus en plus touchés.

La ville de Mostaganem est l'une des villes qui a connu de nombreuses périodes de crue dues principalement à la présence des oueds. Spécialement oued tinn .

La zone industrielle Bordjias (Elhassiene) est affrontée continuellement aux inondations générées par les crues de oued tinn . notre champ d'étude s'intéresse à cette zone ,vu le manque de terrain foncier pour implanter les zones industrielles ,on s'intéresse récemment à l'industrialisation des zones inondables.

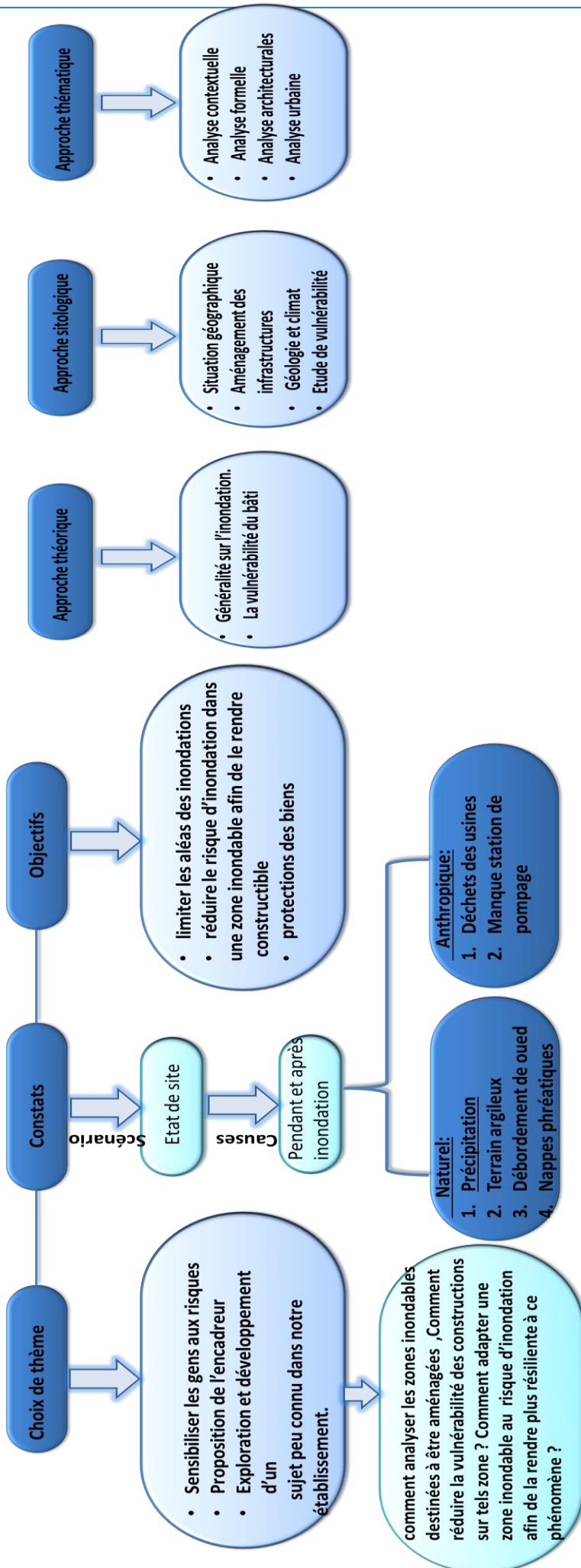
Problématique :

L'eau peut être une aubaine comme elle peut être une source de problèmes ; elle engendre des situations contradictoires des fois de pénuries et d'autre d'inondations. les inondations sont à l'origine de plus de 80% des catastrophes naturelles enregistrés dans le monde entre 1996 et 2006 provoquant ainsi des dégâts estimés à 500 000 de personnes décédées et de 600 milliards de dollars de pertes économiques.

L'Algérie, de sa part, est confrontée aux phénomènes de crues et d'inondations qui sont plus fréquents que les séismes. Ces phénomènes provoquent des catastrophes plus destructrices et occasionnent d'importants dégâts humains et matériels. Les exemples de Bâb El Oued – Alger en 2001, de Sidi Bel Abbes en 2006, de Ghardaïa en 2008 et El Bayadh en 2011, Guelma, Ouargla, Constantine, Tlemcen en 2018 sont frappant.

la ville de Mostaganem, n'est pas épargnée par les inondations ,dans la nuit du 27 novembre 1927, une crue subite de l'oued Ain Sefra avait failli emporter presque la moitié de la ville avec un bilan de plus de 300 morts, pas loin une autre commune « sidi Belattar »a subie aussi des inondations catastrophique en 2001 , et en 2017.Ces crues n'épargnent pas aussi les zones d'activités comme la zone de Bordjia (commune de BenYahi) qui connais aussi une récurrence des crues causées par le débordement du Oued Tine, cette zone est notre choix comme cas d'étude, car on assiste ces derniers temps à l'industrialisation des zones inondable sans prendre en compte l'impact des crues sur ces territoires .Alors comment analyser les zones inondables destinées à être aménagés ,Comment réduire la vulnérabilité des constructions sur tels zone ?Comment adapter une zone inondable au risque d'inondation afin de la rendre plus résiliente à ce phénomène ?

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

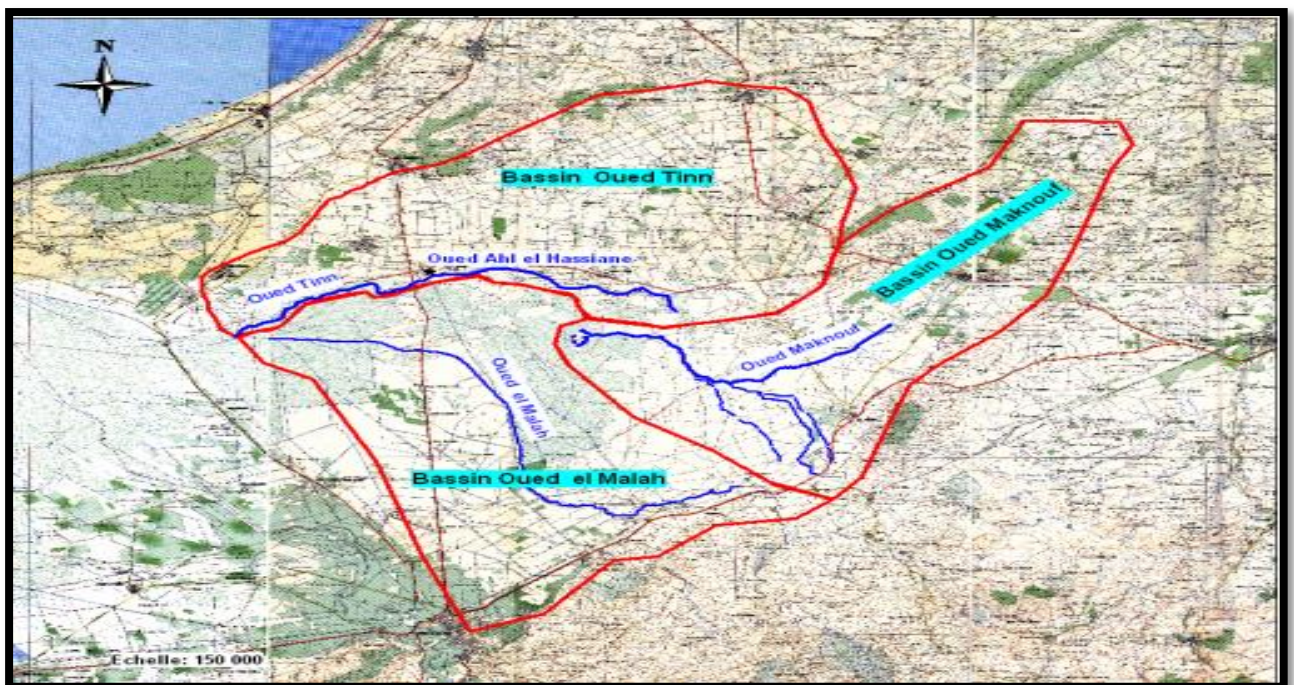


Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Choix du thème et du site :

Nous avons opté pour ce thème car l'inondation est un sujet d'actualité en Algérie vue l'incident des inondations du dernier semestre de l'année 2018 enregistré à travers différents wilaya du pays.

Notre zone d'étude est exposée a des risques d'inondation, Les oueds (Maklouf et el Malah) déversent leurs eaux de ruissèlement hors le bassin de l'Oued Tinn et ce dernier occupe le grand part de la surface de la plaine de Bordjias.

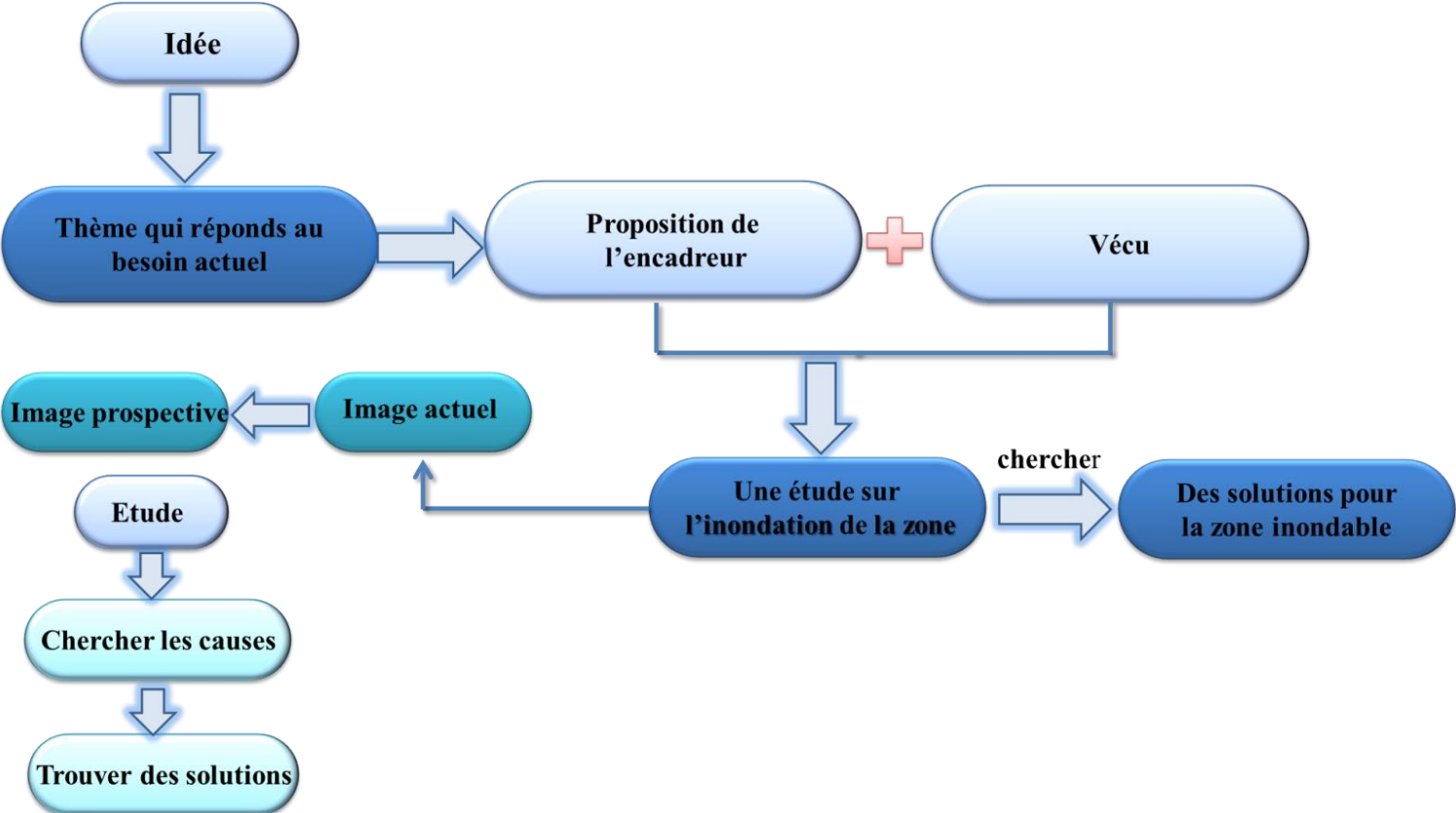


Il est primordial de traiter ce sujet le risque " inondations "en Algérie s'est traduit par des pertes humaines, patrimoniales et environnementales dues au climat, à la nature du sol et à une organisation de l'espace non conforme aux aptitudes réelles du milieu dans sa composante naturelle et humaine.

Exploration et développement d'un sujet peu connu dans notre établissement.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Dans l'intérêt d'aménagement de la zone d'activité dans une zone inondable, On a choisi le site de bordjia qui sera aménagé en zone d'activités



La zone contient plusieurs oueds comme oued tin, oued el maleh, ouedMakhloof qui se rejoignent dans un point.

CHAPITRE II : Généralité sur les risques majeurs

1-introduction

2- Compréhension du risque

3-dualité du risque : alea, vulnérabilité.

4-connaître un risque majeur.

5-les types de risques majeurs.

6-conclusion.

Introduction

Le chapitre constitue une Généralité sur les risques majeurs et le risque d'inondation. Il s'agira de définir le risque et ces types et le risque d'inondation .

1 -Compréhension du risque :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.

Est liée par :

- L'existence d'enjeux, qui représentent l'ensemble des personnes et des biens .
- La présence d'un événement (aléa).

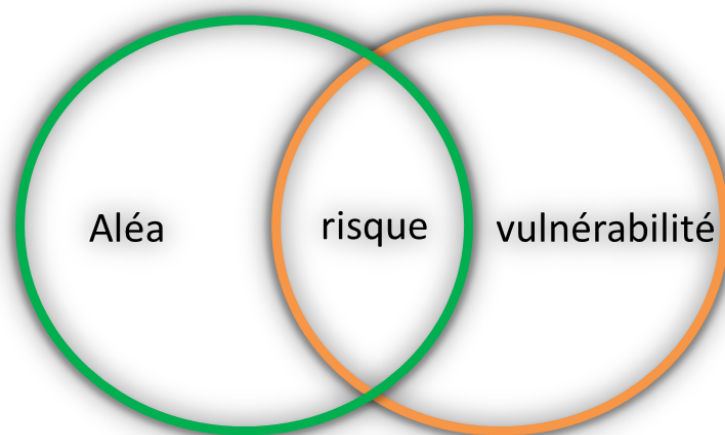


Figure 1: définition classique du risque .Source : www.google.com

2-Concept L'aléa :L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données

3-Les enjeux :Les enjeux sont les personnes, les biens et les activités susceptibles d'être affectés par les inondations et les submersions marines

4-Concept vulnérabilité :La vulnérabilité exprime la potentialité des enjeux à être impactés par une inondation/submersion. Est une notion composite. Elle prend en compte divers

Figure 2: exemple du risque .Source:www.google.com

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

paramètres géographique et socioéconomique.

La notion de vulnérabilité peut être résumée en quatre points :

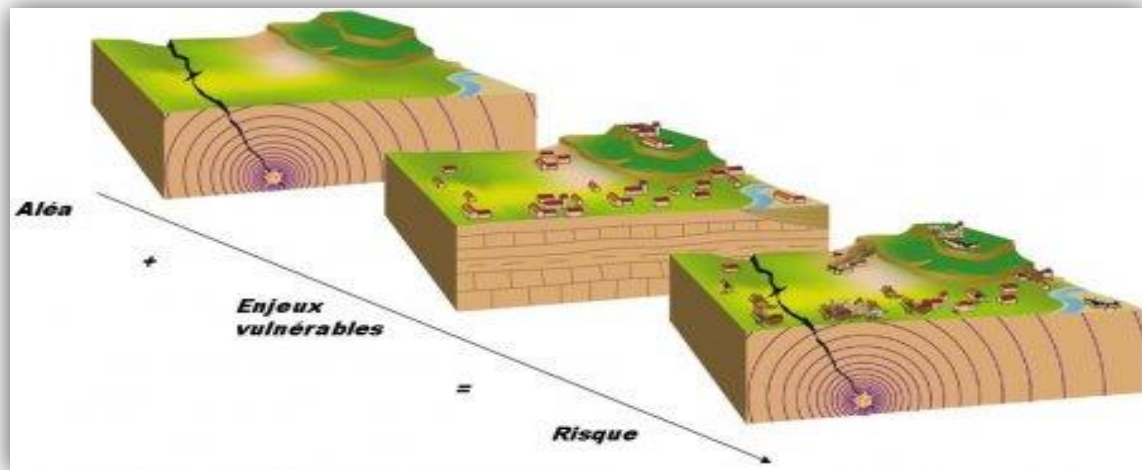
- La perception sociale de l'aléa
- L'aléa et ses conséquences prévisibles sur les enjeux
- Les dispositions prises pour limiter l'effet de l'aléa
- Les enjeux.



Figure 3: Seisme de Boumerdes. Source: <https://www.azurseisme.com>

:

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



5-1-Le 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.

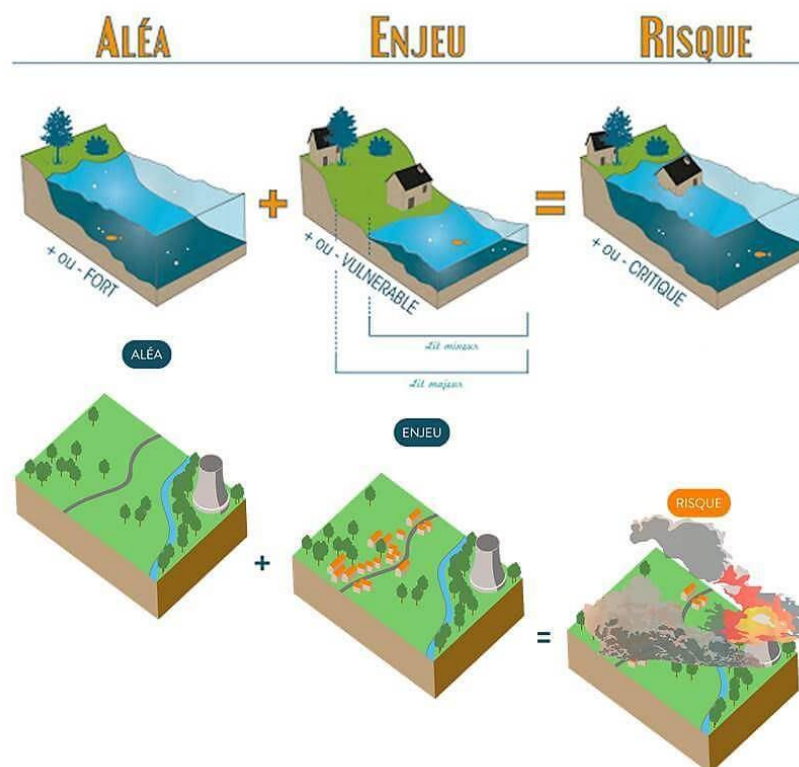


Figure 4:prevention-des-risques.Source: <https://adrsec08.fr/la-securite-civile/prevention-des-risques>

5-2-Les types des risques majeurs :

1-Risques naturels : recouvre l'ensemble des menaces que certains phénomènes et aléas naturels font peser sur des populations, des ouvrages et des équipements.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Hydrométéorologique :

Étudie les phases atmosphérique et terrestre du cycle hydrologique, en mettant l'accent sur leur interaction¹. Elle se concentre sur les interactions entre le cycle de l'eau et l'atmosphère. et pouvant potentiellement créer des dommages comme 'une tempête, inondation, cyclone.



Figure 5: inondation en INDE.

Source: <https://www.En Inde>

Géophysique :

Une discipline importante des sciences de la Terre. se basant sur les caractéristiques géologiques, atmosphériques ou spatiales du domaine étudié qui examine la constitution interne de la Terre ainsi que tous les phénomènes sismiques, électriques, thermiques et magnétiques.



Figure 6: Le séisme du 17 août 1999 en Turquie.
Source: <https://www.pourlascience.fr/theme/catastrophes-naturelles/istanbul-quel-seisme-se-prepare-1526>.

Géomorphologique :

La géomorphologie est une branche de la géographie étudiant les formes du relief terrestre indique les phénomènes liés à la morphologie de globe terrestre.



Figure 7: géophysique-geotechnique-et-geophysique-comment-optimiser-cette-relation,b22-289.htm.

Source: <https://www.solscope.fr>

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

2- Risque technologique :

Un risque technologique majeur est un événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens ou l'environnement.

Le risque industriel :

Le risque industriel majeur correspond au risque accidentel pouvant survenir sur les sites industriels et pouvant entraîner des conséquences graves pour les personnes, les biens et l'environnement.



Figure 8: Une forte explosion dans un bâtiment industriel en États-Unis.

Source: www.lenouveleconomiste.fr

Le risque nucléaire :

Le risque nucléaire concerne les risques propres à l'exploitation d'une **centrale Nucléaire**, mais il convient également de prendre en considération les risques liés à la **gestion des déchets radioactifs** issus de ces centrales, et ceux liés au transport de ces déchets vers leurs lieux de traitement ou de stockage.



Figure 9: Le Japon craint un accident nucléaire.

Source: www.maxisciences.com

3-Ruptures de barrages :

Une **rupture de barrage** correspond à une **destruction partielle ou totale de l'ouvrage** et entraîne la formation d'une onde de submersion ; celle-ci engendre l'élévation brutale du niveau de l'eau à l'aval, voire un gigantesque torrent.



Figure 10: rupture de barrage .

Source: rupture de barrage wikipédia

Conclusion :

De nos jours, les catastrophes naturelles sont de plus en plus fréquentes et malheureusement les modifications que l'homme fait à la nature outrer les chances que ces catastrophes soient meurtrières .

Les conséquences de ces aléas sont variées et dépendent de l'envergure de ces derniers. L'échelle locale, nationale et internationale ont une rapidité et des moyens (plus ou moins efficaces) différents pour agir lors de catastrophes et après celles-ci ; cependant malgré les meilleurs conditions pour le sauvetage et les réparations les catastrophes cause des dégâts toujours très important (et qui nuit au développement,) par rapport à l'échelle.

CHAPITRE III : Qu'est ce qu'un risque d'inondation ?

1-introduction.

2-Connnaissance du risque d'inondation

3-Paramètres fondamentaux d'un cours d'eau

4- Crue

5-Inondations

6- Principaux paramètres caractérisant l'aléa inondation

7- Types d'inondations.

8- Causes de formation des crues et des inondations.

9- Politique de gestion du risque d'inondation.

10-conclusion.

Introduction :

L'inondation est un débordement d'eau qui submerge les terrains environnants. Elle peut-être bénéfique quand elle est lente¹. Elle peut-être désastreuse quand elle est violente. Les dégâts engendrés par cette catastrophe, qu'ils soient humains ou matériels sont généralement de statistiques lourdes.

1-Connaissance de l'aléa inondation :

Étymologie: Le mot inondation vient du latin: «inundatio» qui signifie submersion.

Définition : c'est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau, Qui peut être provoquée de plusieurs façons, par des pluies importantes en durée et (ou) en intensité. Par ailleurs, les dégâts occasionnés par une inondation dépendent de plusieurs facteurs :

- La hauteur de submersion,
- La durée de submersion,
- Les vitesses d'écoulement,
- Le volume de matière solide transporté,
- L'érosion des berges

Ces paramètres permettent d'évaluer l'aléa « inondation » et les critères d'identification des zones à risques.

2-Paramètres fondamentaux d'un cours d'eau :

2.1.1. Lits de la cour d'eau :Le lit d'une rivière étant façonné par les eaux qu'il transporte on conçoit que ses dimensions soient fortement liées aux régimes hydrologiques.

Les cours d'eau se caractérisent en général par l'existence de trois lits : le lit mineur, le lit moyen et le lit majeur.

Lit mineur : Le lit mineur est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (crues annuelles).

¹www.actu-environnement.com



Figure 11:Lit mineur .

Source: www.nord.gouv.fr

Lit moyen: Sous certains climats, et pour certains cours d'eau comme la rivière Yerres en Essonne, on peut identifier un lit moyen. Pour les crues de période de retour de 1 à 10 ans, l'inondation submerge les terres bordant la rivière et s'étend dans le lit moyen. Il correspond à l'espace fluvial ordinairement occupé par la ripisylve, sur lequel s'écoulent les crues moyennes.



Figure 12:Lit moyen.

Source: : www.nord.gouv.fr

Lit majeur : Le lit majeur comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

On distingue deux types de zones :

- les zones d'écoulement, au voisinage du lit mineur ou des chenaux de crues, où le courant a une forte vitesse

Les zones d'expansion de crues ou de stockage des eaux, où la vitesse est faible. Ce stockage est fondamental, car il permet le laminage de la crue, c'est-à-dire la réduction du débit et de la vitesse de montée des eaux à l'aval.

Le lit majeur fait partie intégrante de la rivière. En s'y implantant, on s'installe donc dans la rivière elle-même.



Figure 13:lit majeur.

2.1.2 Rive, berge : Une **rive** est une **berge**. Il s'agit d'un terme de marine désignant une bande de terre qui borde une étendue d'eau douce. Les **rives** peuvent border un fleuve, un lac, une rivière ou encore un étang.

2.1.3 Ripisylve : formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre (écotones).

Elles sont constituées de peuplements particuliers en raison de la présence d'eau sur des périodes plus ou moins longues : saules, aulnes, frênes en bordure, érables et ormes en hauteur, chênes pédonculés et charmes sur le haut des berges.²

2.1.4 Alluvion et submersion : Une rivière coule généralement sur ses alluvions. Les alluvions sont les grains fins ou grossiers alternativement déposés ou repris par le courant. Les alluvions recouvrent le substratum rocheux formé d'une roche dure ou bien d'une roche plus ou moins tendre (schistes, grés, marnes...).

²www.actu-environnement.com

2.2. Crue : Les crues, terme plutôt hydrologique, désigne le dépassement d'un certain débit ou d'une certaine hauteur par un cours d'eau. Cette hauteur d'eau peut être qualifiée en fonction de sa durée de retour : crue décennale pour une hauteur d'eau ou un débit qui a une chance sur dix de se produire chaque année³

2.3 Inondation : Le terme inondation est d'acceptation plutôt topographique ou géomorphologique. Il désigne le débordement d'un cours d'eau de son lit mineur, mais aussi le remplissage d'une cuvette topographique par les eaux de ruissellement local. Ce type d'inondations pluviales se distingue par la vitesse de l'eau, le volume d'eau écoulé et la hauteur d'eau. Ces paramètres sont essentiels pour comprendre les dommages et instaurer des politiques de prévention efficaces.

3-Principaux paramètres caractérisant l'aléa inondation :

a-La période de retour de crues : On associe souvent à la notion de crue la notion de période de retour (crue décennale, centennale, millénaire, etc.) : plus cette période est grande, plus les débits et l'intensité sont importants

.On distingue par ordre croissant :

- les crues fréquentes, dont la période de retour est comprise entre un et deux ans ;
- les crues moyennes, dont la période de retour est comprise entre dix et vingt ans ;
- les crues exceptionnelles, dont la période de retour est de l'ordre de cent ans ; - la crue maximale vraisemblable, qui occupe l'intégralité du lit majeur.

Les événements les plus souvent représentés sur la carte d'aléa sont la crue décennale (Q10) et la crue centennale (Q100).

L'aléa de référence servant de base à l'élaboration des documents réglementaires correspond à l'événement centennal ou au plus fort événement connu, s'il présente une fréquence supérieure à cent ans.

³<http://archives.univ-biskra.dz>

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

hauteur et la durée de submersion

La hauteur de submersion peut avoir un impact important sur le bâti, notamment lorsqu'elle dépasse la cote de référence. La structure porteuse de l'habitation peut être endommagée et les sols et murs gorgés d'eau.

Lorsque la durée de submersion est importante (supérieure à 24 h voire 48 h), des problèmes sanitaires peuvent survenir, l'eau étant souvent sale, contaminée par les égouts ou parfois le mazout échappé des cuves.

Pour l'homme, on considère généralement que des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm sont dangereuses. À titre d'exemple, une voiture commence à flotter à partir de 30 cm d'eau.

La vitesse du courant :

La vitesse d'écoulement est conditionnée par la pente du lit et sa rugosité. Elle peut atteindre plusieurs mètres par seconde. La dangerosité de l'écoulement dépend du couple hauteur/vitesse. À titre d'exemple, à partir de 0,50 m/s, la vitesse du courant devient dangereuse pour l'homme, avec un risque d'être emporté par le cours d'eau ou d'être blessé par des objets charriés à vive allure.

Le volume de matière transportée :

Ce volume est communément appelé « transport solide ». Il s'agit de matériaux (argiles, limons, sables, graviers, galets, blocs, etc.) se trouvant dans les cours d'eau, et dont le transport peut s'effectuer soit par suspension dans l'eau, soit par déplacement sur le fond du lit, du fait des forces liées au courant. Le terme de transport solide ne comprend pas le transport des flottants (bois morts...)

Types d'inondations :

Les inondations de plaine : se produisent lorsque la rivière sort lentement de son lit mineur et inonde la plaine pendant une période relativement longue. La rivière occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur. (Seine, Essonne, Orge...)

Inondation par remontée de nappe phréatique :

Après une ou plusieurs années pluvieuses, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise : on parle d'inondation par remontée de nappe phréatique. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés. Sa dynamique lente perdure plusieurs semaines. Ces inondations sont possibles dans certaines zones marécageuses des vallées de l'Essonne et de la Jun.



Figure 14: Inondation par remontée de nappe phréatique.

Source : www.nord.gouv.fr

Inondations par crues torrentielles:

Lorsque des précipitations intenses, telles des averses violentes, tombent sur tout un bassin versant, ou sur une portion de bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, engendrant des crues torrentielles brutales et violentes. Le cours d'eau transporte de grandes quantités de sédiments, ce qui se traduit par une forte érosion du lit et un dépôt des matières transportées. Ces dernières peuvent former des barrages, appelés embâcles, qui, s'ils viennent à céder, libèrent une énergie pouvant aggraver les dégâts.

Ces types d'inondations sont rares en Essonne, elles peuvent toutefois se produire dans le cas d'orage violent localisés sur des bassins versants d'alimentation de petits ruisseaux implantés sur des coteaux présentant de fortes pentes.

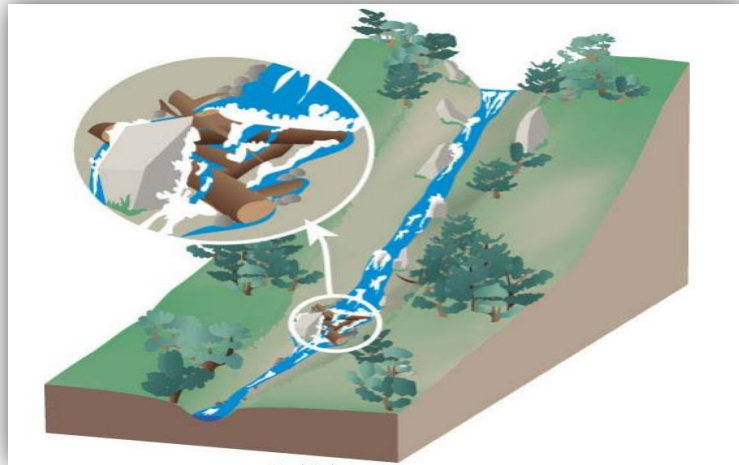


Figure 15: Inondations par crues torrentielles.

Source: www.nord.gouv.fr

Le ruissellement pluvial :

L'imperméabilisation du sol par les aménagements (bâtiments, voiries, parkings, etc.) et par les pratiques culturales limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Ceci occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues.

Les territoires fortement urbanisés du Nord du département de l'Essonne sont particulièrement sensibles à ce dernier type d'inondations

Inondations par rupture d'ouvrage ou d'embâcle:

L'inondation consécutive à une rupture de digue est un phénomène très brutal et d'autant plus dommageable que le site étudié est proche de la digue. Une rupture peut provoquer l'entrée d'un mur d'eau de plusieurs mètres de haut. Il est très difficile de prévoir la rupture d'un ouvrage de protection, ce qui rend la prévention de ce type d'accident particulièrement incertaine.

Inondations marines :

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (fortes dépressions et vents de mer) et forts coefficients de marée.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Elles se traduisent par l'invasion par des eaux salées particulièrement agressives. Elles se manifestent soit lors d'un raz de marée ou de tsunami (occurrence très faible, mais phénomène dévastateur), soit lors d'une tempête (surcote marine, vents et précipitations importants) ou en cas de rupture des défenses contre la mer.

4-Causes de formation des crues et des inondations :

CAUSES DIRECTES :

ABONDANCE DES PRECIPITATIONS : C'est le principal facteur explicatif des crues et des inondations. On peut distinguer plusieurs types : **Les averses brutales** de type orageux où les orages porteurs de précipitations ont des lames d'eau de 200 à 300 mm en quelques heures. **Les averses durables** qui sont moins brutales car elles comportent en fait des séries d'averses successives entrecoupées de périodes de tranquillité, mais elles sont tout aussi dévastatrices. **Les pluies de type orographique et cyclonique;** à titre d'exemple une pluie de 1136 mm en 24 heures au Philippines².

FUSION BRUTALE DES NEIGES : Elle est fréquente en Europe à la fin du printemps et au début de l'été. En effet, en fin d'hiver l'arrivée de front chaud (avec vent et pluie) va fusionner rapidement la neige qui couvre les bassins versants montagneux (Alpes, Pyrénées en France par exemple) ce qui provoque de grandes crues particulièrement importantes sur un sol parfois gelé et sans végétation. Mais le plus souvent l'alimentation d'origine neigeuse se combine à celle des averses

DEBACLE DES GLACES FLUVIALES : Celle-ci intervient à la suite de la rupture de barrages naturels de glace que ce soit en haute montagne ou dans les pays des hautes latitudes. Dans le dernier cas le phénomène est saisonnier ; chaque hiver les températures glaciales gèlent les eaux des fleuves d'abord en surface, puis progressivement en profondeur. De grands embâcles se produisent interdisant peu à peu tout écoulement superficiel.

ACCIDENTS : Rupture accidentel de barrage naturel ou artificiel. Parfois cet accident est lui-même lié à un autre phénomène exceptionnel (glissement de terrain, lié à des précipitations importantes, volcanisme, séisme...

Phénomène aggravant l'aléa :

Influence des facteurs naturels :

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Surface et forme du bassin versant : ainsi pour une même surface, l'allure de L'hydro gramme de crue résultant d'une pluie donnée est très différente suivant la forme du bassin versant

Configuration du relief des lits des cours d'eau. La pente exerce une influence directe sur la rapidité de l'écoulement et donc sur la puissance de la crue

Densité des cours d'eaux et perméabilité du bassin versant : ainsi la densité des cours d'eau était fonction de la nature des terrains, le réseau est d'autant plus développé et complexe que le terrain est moins perméable.

Facteurs biogéographiques : la végétation joue un rôle climatique complexe, elle agit sur le ruissellement, retient une part des pluies, évapore l'eau

L'influence des facteurs anthropiques : Les facteurs anthropiques constituent des facteurs aggravants et ont un rôle fondamental dans la formation et l'augmentation des débits des cours d'eau.

L'urbanisation et l'implantation d'activités dans les zones inondables

La diminution des champs d'expansion des crues

L'aménagement parfois hasardeux des cours d'eau

L'utilisation ou l'occupation des sols sur les pentes des bassins versants

5-Politique de gestion du risque d'inondation :

-Dans le monde :

Les responsabilités :

Face au risque d'inondation, l'État et les collectivités territoriales ont un rôle de prévention qui se traduit notamment par des actions d'information et une politique d'entretien et de gestion des cours d'eau domaniaux.

De plus, les collectivités territoriales ont à leur charge la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme et l'État la réalisation des plans de prévention des risques naturels(PPR) pour les communes les plus menacées. Cependant, les propriétaires riverains de cours d'eau non domaniaux ont aussi un rôle essentiel à jouer. **Ils ont l'obligation :**

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

- de curer régulièrement le lit, pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles ;
- d'entretenir les rives leur appartenant ;
- d'enlever les embâcles et débris, pour maintenir l'écoulement naturel des eaux et assurer la bonne tenue des berges.

La prévention : La prévention regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour réduire l'impact d'un phénomène naturel prévisible sur les personnes et les biens.

Le meilleur moyen de prévention contre les risques d'inondation est d'éviter d'urbaniser les zones exposées. Pour autant, de nombreuses habitations existent déjà dans ces zones.

Il faut agir sur la réduction de la vulnérabilité des enjeux, c'est-à-dire sur la limitation des éventuels dommages

La prévision : La première démarche à entreprendre est de procéder à un inventaire des observations de terrain, la seconde est de mettre en place un service d'annonce de crue.

a) Les observations de terrains :

Il s'agit d'analyser, aux différents endroits des bassins versants susceptibles de subir une crue ou une inondation, les paramètres suivants :

La délimitation précise des secteurs inondables et ce, pour chaque type de crue ;

La typologie des inondations (pointe, durée, récurrence, intensité) ;

L'ampleur de l'inondation possible ;

La période de retour

L'évaluation des dommages à craindre, sur les plans matériels et humains

b) La mise en place d'un service d'annonce de crues :

La prévision porte sur la collecte et la transmission des données pluviométriques et hydrologiques.

Deux aspects de la prévision peuvent être distingués :

La prévision immédiate

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

La prévision à long terme

En Algérie :

Au cours de la décennie écoulée, nous avons pu avoir les données de quelques inondations parmi lesquelles :⁴

Date	Lieu	
Le 20 octobre 1993	ouest algérien(Oued Rhiou)	22 décès et 14 blessés
Octobre 1994	plusieurs régions du pays	60 décès et des dizaines de disparus
Le 22 octobre 2000	ouest algérien	plus de 24 décès.
Les 10 et 11 novembre 2001	BAB EL OUED (Alger)	733 victimes, 30 000 personnes sans-abris et d'importants dégâts matériels.
Le 1er octobre 2008	la région de Ghardaïa	33 personnes sont mortes, quatre-vingt-quatre personnes ont été blessées et près de 600 maisons détruites
Le 09 octobre 2008	la wilaya D'AÏN DEFLA	six décès et huit autres blessées
12 octobre 2008	KHEMIS MILIANA et Sidi Lakhdar	que le revêtement bitumeux de la chaussée en certains endroits a été endommagé
Octobre 2008	Batna (450 km au sud-est d'Alger)	deux personnes ont été emportées par les eaux d'oueds
mercredi et jeudi 15 et 16 octobre 2008	A Bechar(sud-ouest d'Alger)	au moins huit personnes sont mortes noyées
01 octobre 2011	la ville d'EL BAYADH	11 personnes sont mortes, et près de 170 maisons détruites

Conclusion :

Il existe différents types d'inondation : les inondations par débordement direct, les inondations par débordement indirecte et les inondations par ruissellement. Elles entraînent de nombreux dégâts, les principaux types de dégâts sont les dégâts matériels et les dégâts humains. Cependant, les inondations n'ont pas que des conséquences négatives, dans certains pays, elles ont un effet bénéfique. Enfin, de nombreuses mesures ont été prises dans le but de lutter contre les inondations comme la délimitation des zones inondables et la préservation des champs d'expansion des crues.

⁴Mémoire fin d'étude : « la prise en compte des risques d'inondations dans la planification urbaine », cas de la ville de Bab El Oued.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

INTRODUCTION :

Pour étudier la vulnérabilité d'une zone inondable a fin de la rendre constructible il faut l'analyser passant par plusieurs étapes dont la présentation de la zone d'étude, vulnérabilité de la zone, synthèse générale.

1. Présentation du cas d'étude

2.1-Présentation de la ville de Mostaganem :

Mostaganem est une commune algérienne de la wilaya dont elle est le chef-lieu. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, en bordure du golfe de Mostaganem, à 80,7 km à l'est d'Oran et à 363 km à l'ouest d'Alger. Elle est l'une des plus importantes villes de l'Ouest algérien et du littoral algérien.

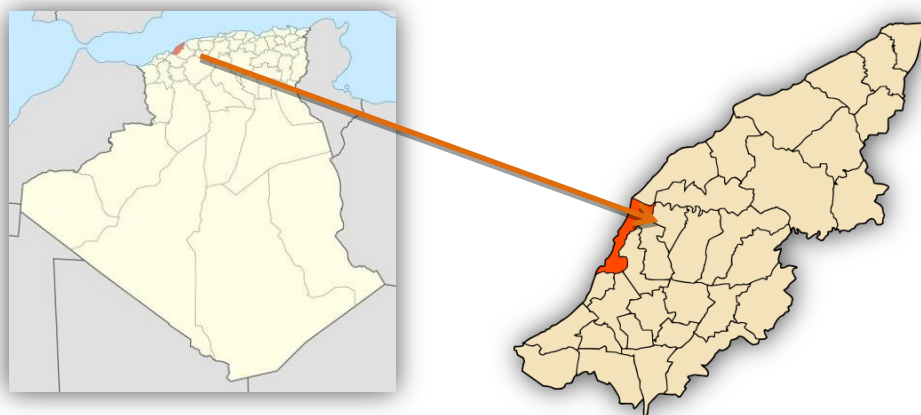


Figure 16:: Cartes de la situation de la wilaya de Mostaganem.

Source: www.google.com

2.2-Les zones inondables dans la wilaya de Mostaganem :

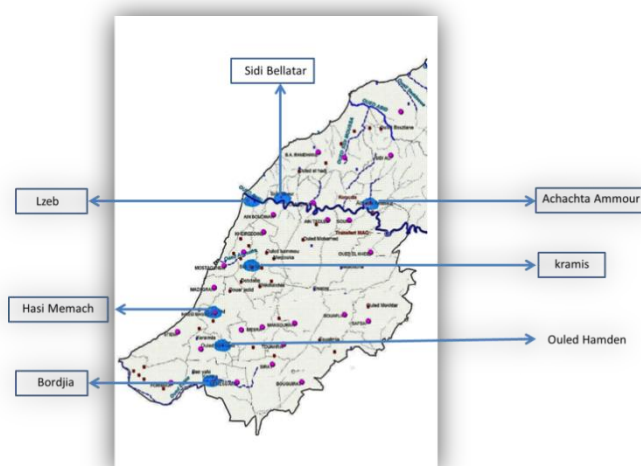


Figure 17:Les zones inondables dans la wilaya de Mostaganem .

Source: la direction de protection civile de la wilaya de Mostaganem:

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

2.3-Tableau de l'historique des inondations dans la wilaya de Mostaganem :

Ville	Date
Sidi Bellatar	30-01-1904 2001 janvier 2017
Tigditt/oued Ain Sefra	30 novembre 1927
Bordjia ,elhassiane	27 janvier 2017
La cité balnéaire /la Salamandre	10 septembre 2018

Tableau 1: la carte des zones inondables de la wilaya Mostaganem.
Source : la direction de protection civile de la wilaya de Mostaganem

Présentation de la zone d'étude :

3.1-Situation

La plaine des Bordjia est une entité géographique située dans la limite Sud-ouest de la wilaya de Mostaganem. Elle peut être considérée comme une plaque tournante reliant plusieurs wilayas avec celle de Mostaganem, c'est une région à fortes potentialités économiques,



naturelles et humaines; elle forme une entité géographique, la zone de Bordjia s'étend sur une superficie de plus de 21 000 Ha et abrite une population de 116 000 habitants.

Figure 18: Carte situation de la zone de Bordjia par rapport à Mostaganem.
Source: Carte situation de la zone de Bordjia par rapport à Mostaganem

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

3.2-Délimitation :

La zone de Bordjia englobe les agglomérations décrites par le périmètre géométrique de la plaine et qui sont : Ain Nouissy, Fornaka, El Hassiane, Sirat, Touahria, Mesra et Ain Sidi Cherif. Mostaganem, elle est limitée :

- au nord par : Ain Nouissy, Ain Sidi Chérif et Mesra.
- A l'Ouest par : Fornaka.
- A l'Est par : Sirat, BladTouahria et Oulad Sidi Abdellah.
- Au sud Est par : Djebel Biod, Brahl, Mouzaia
- et Milar.
- Au sud : Oued Tin.

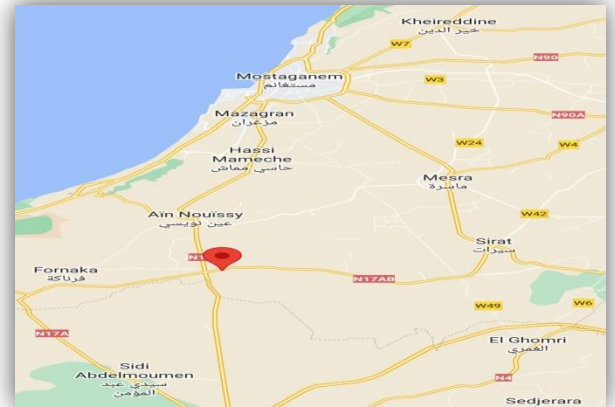
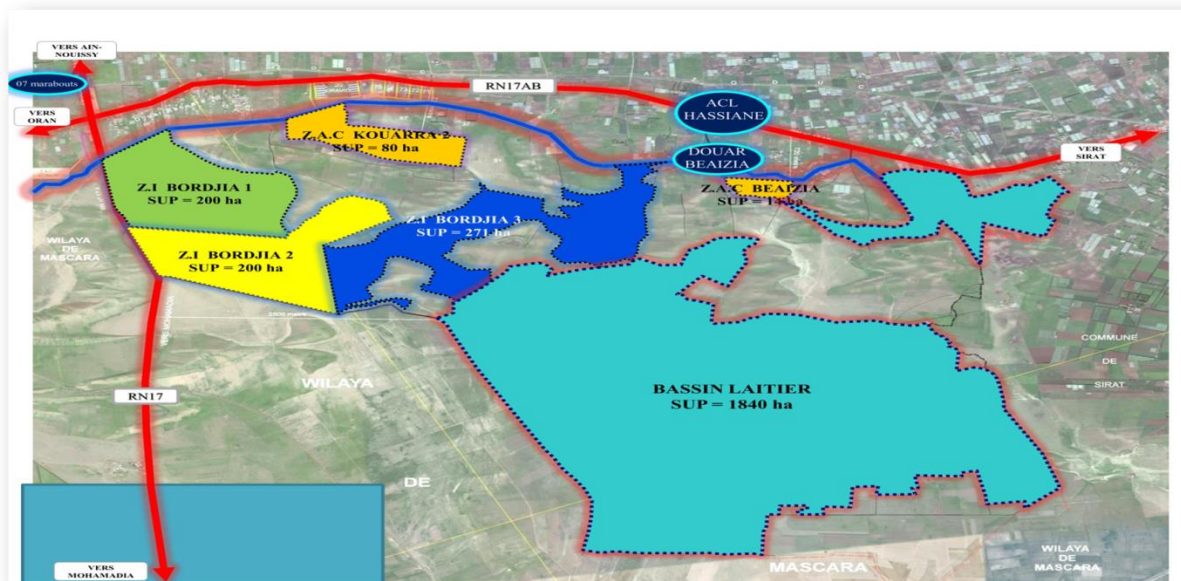


Figure 19: Carte de la zone de Bordjia.
Source: www.google.com

3.3-Aménagement des infrastructures :

La zone est dotée d'un réseau routier bien développé, qui est représenté principalement par la RN 17 reliant Mostaganem à Mascara, et la RN 17 AB qui traverse la plaine d'Ouest en Est reliant ainsi les wilayas d'Oran et de Relizane.



Zone d'étude Bordjia 1 Oued tin RN17 vers Mohammadia RN17 vers Oran

Figure 20: Carte des infrastructures de la zone de Bordjia.

Source : Bureau d'étude urbor

3.4-Intersection des oueds :

Suivant la carte de figurée ci-après. Les oueds (Maklouf et el Malah) déversent leurs eaux de ruissèlement hors le bassin de l'Oued Tin et ce dernier occupe le grand part de la surface de la plaine de Bordjias. Ce constat nous mène que les deux autres bassins limitrophes du bassin de l'Oued Tin (Maklouf et el Malah) jouent un rôle moins important vis-à-vis la problématique de l'inondation de la plaine de Bordjias. Toutefois l'Oued Tin c'est celui qui inonde cette zone, donc la présente étude sera concentrée sur le bassin de l'oued Tin

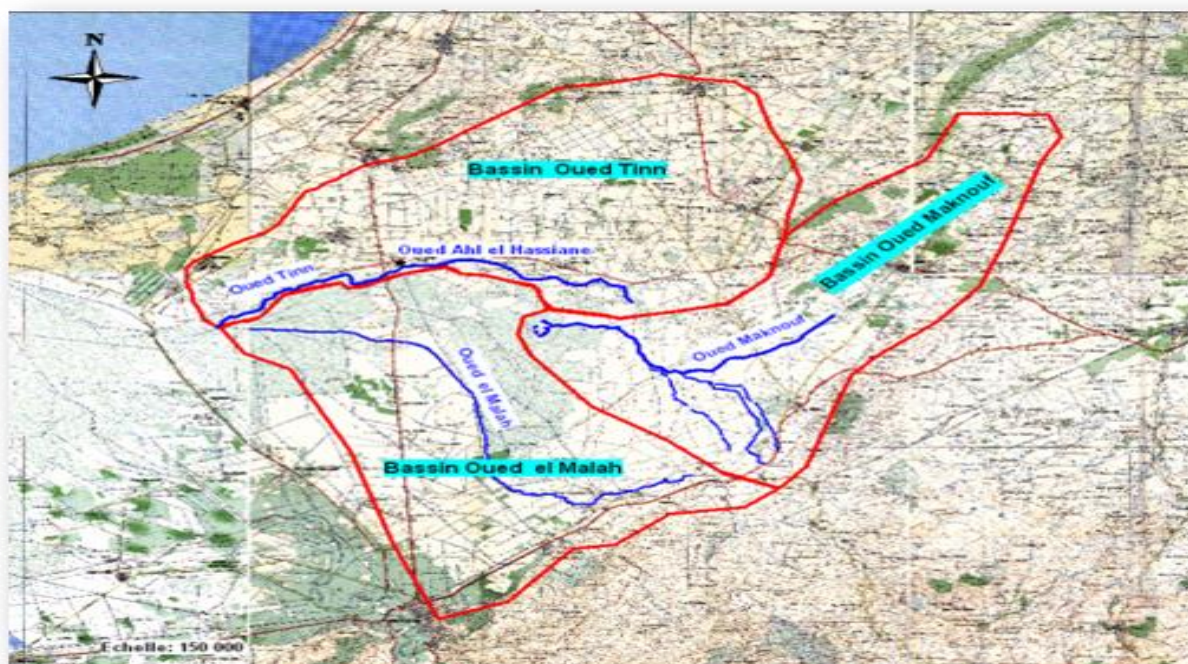


Figure 21: Carte des oueds principaux dans la zone de Bordjia.

Source: Direction de l'hydraulique

3.5-Le climat :

Le climat est marqué par le différent phénomène météorologique (températures, précipitations, vents) du climat semi-aride et très contrasté.

3.6-Précipitation :

En moyenne, le moins de jours de pluie est mesuré en Juillet (0.13 jours). Le mois avec le plus de jours pluvieux est Novembre (9.20 jours).

mois	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitation (mm)	56	45	44	38	24	4	1	3	15	34	74	49
Jours de pluies	6	5	5	5	3	1	0	0	2	4	7	8

Tableau 2: Précipitation d'Ain Nuissy.
Source: direction d'hydraulique

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Implantation des stations pluviométriques dans le bassin versant d'Oued Tin :

A-Variation des pluies annuelles : pluies moyennes annuelle :

La variation interannuelle des cumuls annuels (figure 11) de pluies dans la région de l'Oued Tin montre bien que les précipitations dans cette zone sont presque stables d'une année à l'autre à quelque exception près où on remarque les cumuls des pluies annuels dépassaient largement la moyenne des précipitations de la région de l'Oued Tin (250 mm).

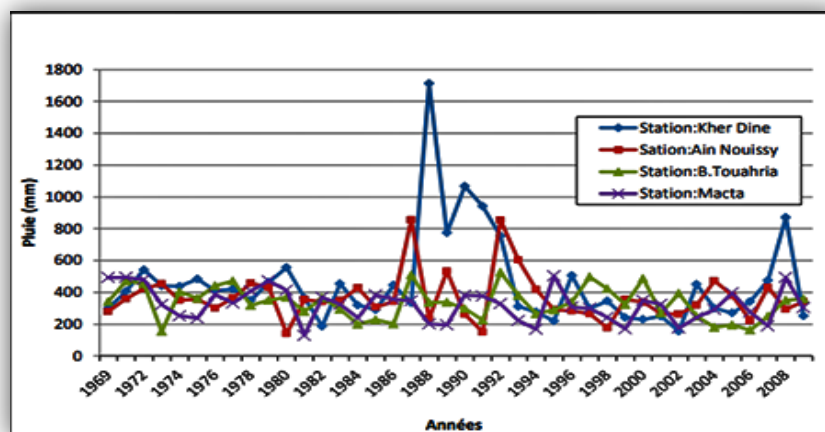


Figure 22:Variation interannuelle de la précipitation .
Source:: Direction de l'hydraulique

B-Variation des pluies mensuelles : pluies moyennes mensuelles :

La variation des pluies moyennes mensuelles (figure 12) enregistrée par les stations monte bien l'accentuation de la variation des précipitations durant l'année où les mois les plus pluvieux sont Novembre à Mars et les mois les plus secs sont juin à aout.

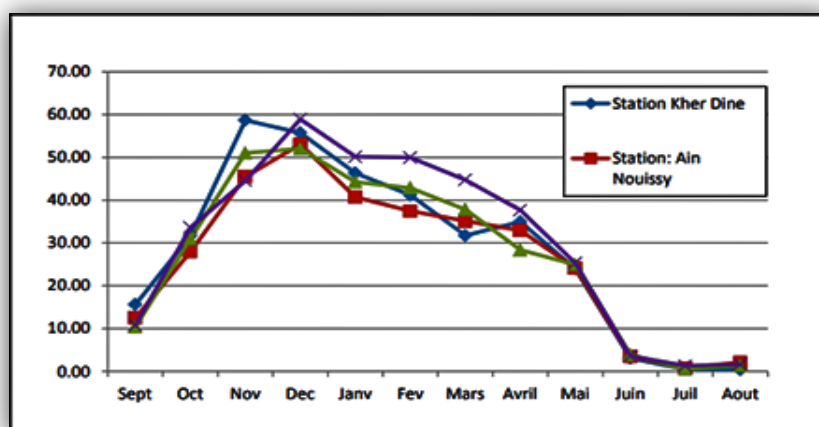


Figure 23:Variation mensuelle interannuelle des précipitations.
Source:Direction de l'hydraulique

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

3.7- Températures :

La commune d'el Hassiane caractérisé par un climat semi-aride et très contrasté : les étés sont particulièrement chauds avec des températures moyennes de 30°C durant les mois de juillet et août. Elles sont basses en hiver avec une moyenne de 10°C en décembre et janvier.

mois T(°)	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy annu
T° min	7,00	7,50	8,00	10,00	13,00	16,00	18,50	19,00	17,00	14,00	10,00	8,00	12,33
T° max	15,50	16,00	17,00	19,00	22,00	25,00	29,00	29,50	28,00	23,00	19,00	16,00	21,58
T° moy	11,25	11,75	12,50	14,50	17,50	20,50	23,75	24,25	22,50	18,50	14,50	12,00	16,96

Tableau 3:Températures moyennes et maximales mensuelles.

Source:direction d'hydraulique

L'analyse de ces données nous a permis de distinguer deux périodes :

- Une période froide de novembre à avril avec des températures moyennes inférieures à 15°C, le mois de Janvier étant le plus froid avec une température moyenne de 11,25°C.
- Une période chaude de mai à octobre avec une température moyenne supérieure à 17°C, et les mois d'Août et Juillet sont les plus chauds avec une température moyenne de 24 °C.
- La température moyenne annuelle de l'air est de 16,96°C.

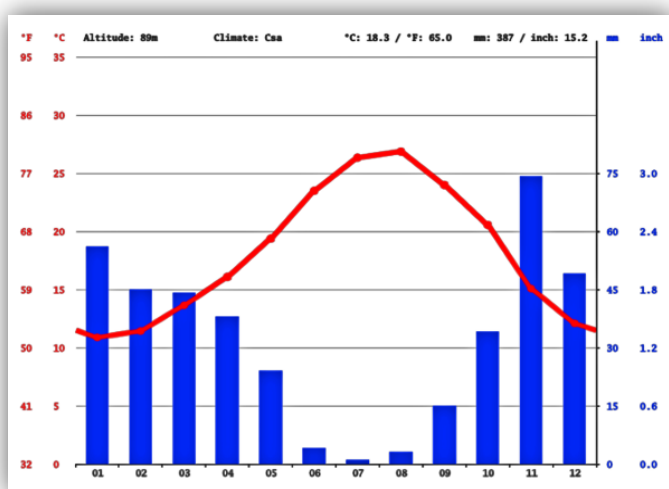


Figure 24: Courbe de température.

Source: Direction d'hydraulique

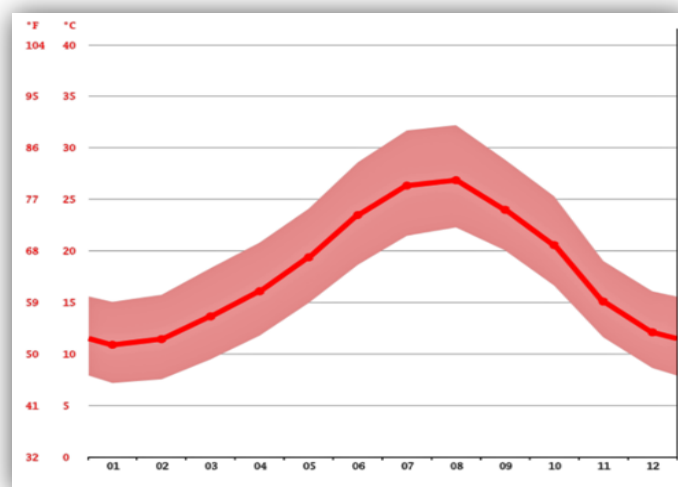


Figure 25: Représentation des températures.

Source : Direction d'hydraulique

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Vulnérabilité de la zone d'étude :

4.1-Les caractéristiques d'oued Tin :

Les sections transversales qui ont été relevées montrent bien que l'oued Tinn n'est pas un cours d'eau large où la largeur du miroir de lit de l'oued ne dépasse pas 10 m et la profondeur de ce derniers est au maximum 3 mètre



Figure 26;Echantillon de section transversale d'oued tin.
Source:: Direction de l'hydraulique

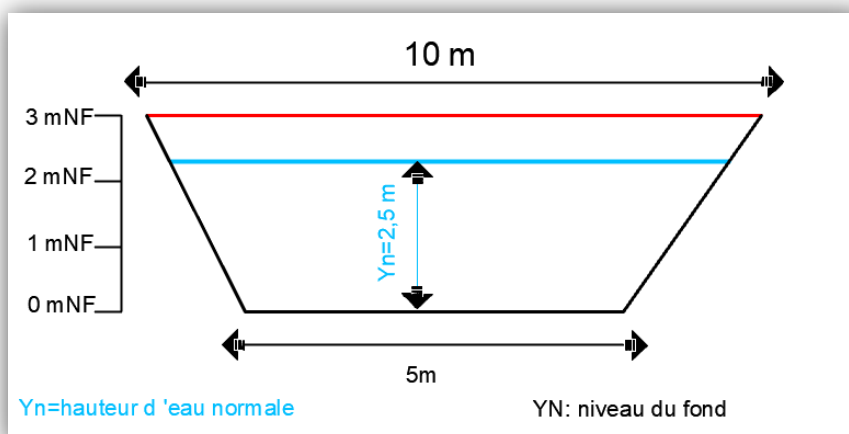


Figure 27:Profil en travers type de l'oued Tin.
Source:Direction de l'hydraulique

Largeur de fond	5m
Miroir au fond	10m
Hauteur de l'oued	3m

Tableau 4:Dimensions de la section de l'oued.

Source: Direction de l'hydraulique

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

4.2- Le bassin versant d'oued tin :

La zone des Bordjias se constitue de trois bassins versants principaux à savoir bassin de l'Oued Tinn, Oued Maklouf et Oued el Malah.

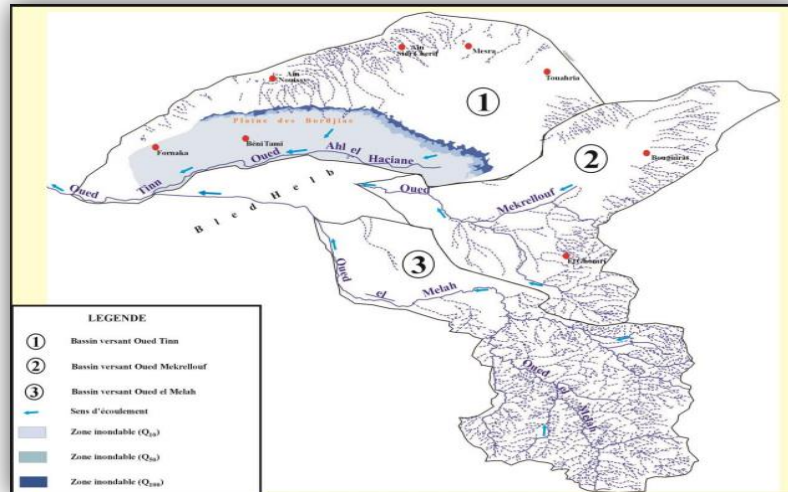


Figure 28:: Principaux Bassins Versants.

Source:Direction de l'hydraulique

Le bassin versant de l'oued Tin qui a pour exutoire l'oued Tin, objet des inondations fréquentes.

Bassins versant	Superficie en Km ²	Périmètre (km)	Point haut	Point bas	Longueur hydraulique en Km	Pente moyenne (en m/m)
Oued Tin	226,4	70,44	187 m NGA	115 m NGA	23,43	0,04

Tableau 5:Caractéristiques des bassins versants naturels recoupant la plaine des BORDJIAS.Source:: Direction de

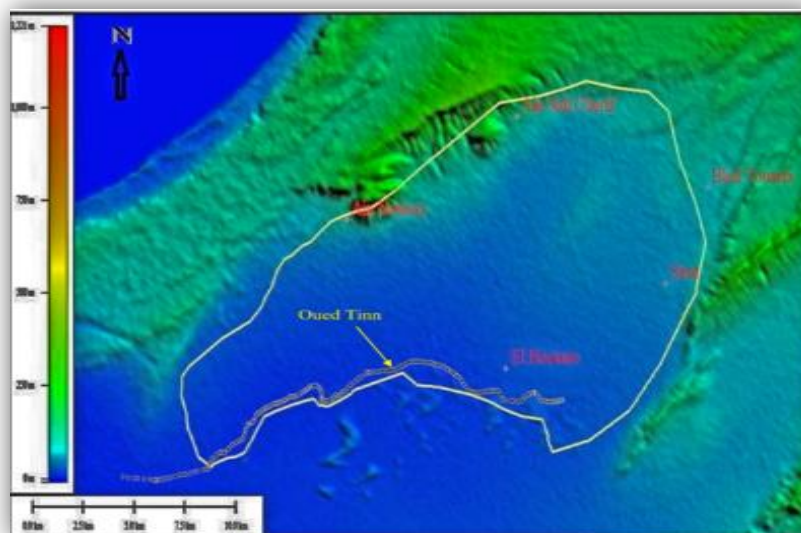


Figure 29 :Délimitation du bassin versant de l'oued Tin.Source:Direction de l'hydraulique

4.2-Les caractéristiques d'oued tin :

Sur toute sa longueur, l'oued Tin a un cours 20,6 km naturel à fond occupé par une végétation très dense (roseaux) et un lit mineur relativement raides. Autant les irrégularités du fond que celles des parois latérales sont relativement prononcées et auront un impact négatif sur la vitesse de l'écoulement (Photo 1). Ainsi la pente de l'oued Tinn est trop faible, elle varie de 0.13m/km après levée topographique ce qui génère un écoulement lent (nombre de Froude inférieure à 1).



Figure 1 : Lit de l'oued Tin occupé par la végétation l'écoulement



Figure : Pente faible et stagnation d'eau



Figure : l'ouverture de ponceau gêne



Figure : Section Complètement colmatée par végétation.



Figure : Section complètement colmatée par envasement.



Figure : Ponceau empêche l'écoulement de l'oued.

Source : Direction de l'hydraulique.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

4.3-L'étude géomorphologique du sol :

La zone de Bordjia se caractérise par un type de sol argileux.

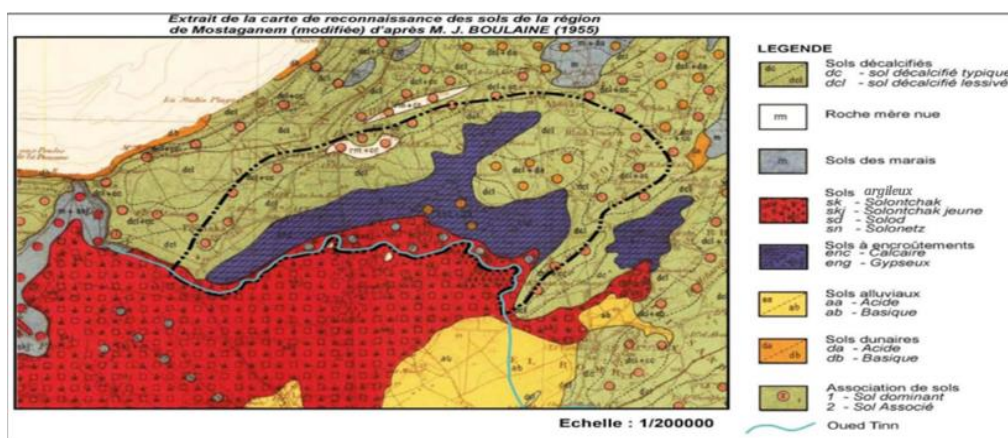


Figure 30: Carte du sol de la plaine de Bordjia.

Source: Direction de l'hydraulique

La représentation des valeurs de perméabilité montre néanmoins qu'une grande partie des sols se caractérise par une faible perméabilité. La répartition en pourcentage des perméabilités par classe est montrée dans le tableau ci-dessous. Notre zone montre une capacité d'infiltration faible des eaux.

K (cm/h)	Description du sol	perméabilité
< 0,6	sol argileux	impermeable

Tableau 6: nature de sole.

Source :auteur

Le ruissellement de ces deux oueds se perd dans la zone basse de la commune d'El Hassiane. Oued Tine n'arrive pas à les évacuer vers le bassin de la Macta, Ce qui fait de cette zone basse une zone d'accumulation des eaux, avec des remontées régulières de la nappe phréatique qui est très peu profonde avec la difficulté d'infiltration des eaux.



Figure 31: Carte des réseaux hydrographiques.

Source: direction de l'hydraulique

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Configuration géomorphologique de cette plaine est caractérisée par un relief plat, qui favorise l'épandage des eaux superficielles et résiduelles lesquelles inondent en période humide, une bonne partie des terres agricoles.

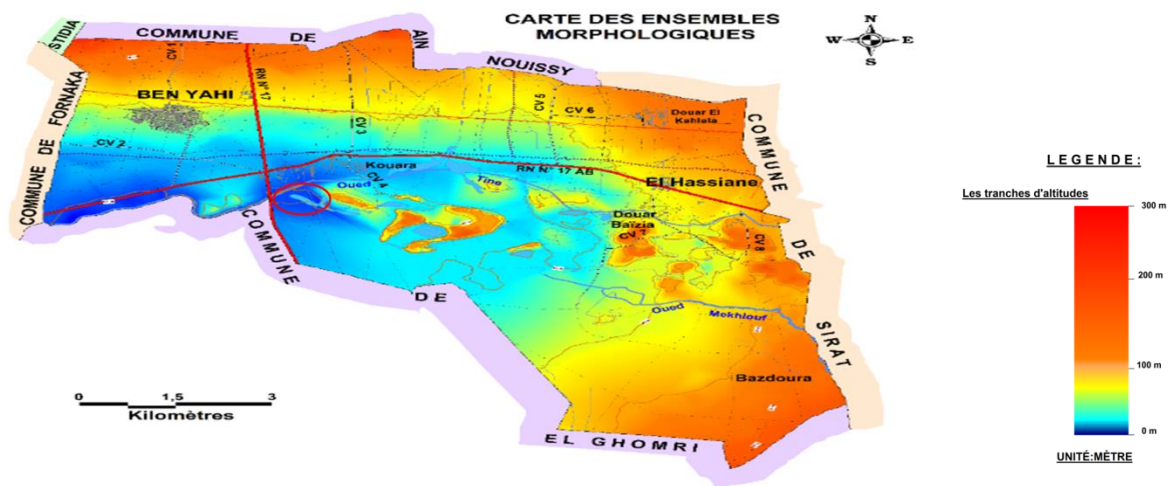


Figure 32: carte des ensembles morphologiques.
Source: urbor

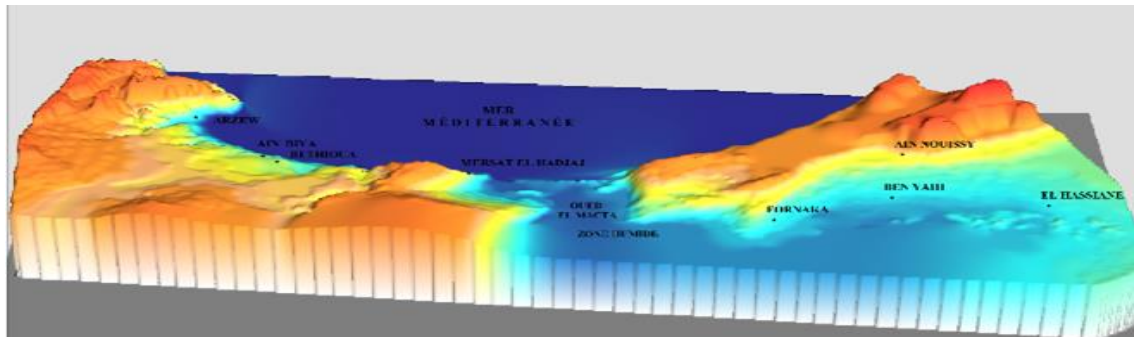


Figure 33: la géomorphologie du zone.
Source : urbor

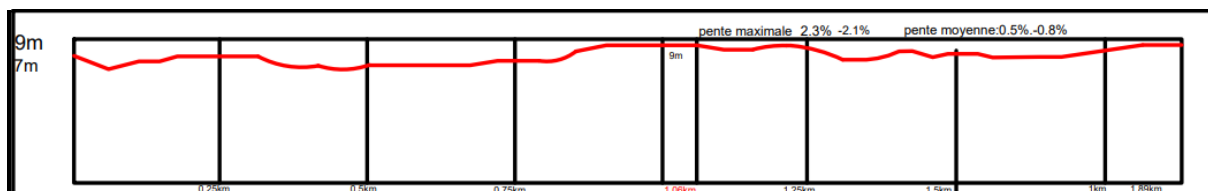


Figure 34: coupe du zone.
Source: urbor

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Scénario de l'inondation de Bordjia 27 Janvier 2017 :



Figure 36: fermeture de la rout. Source: direction d'hydraulique



Figure 35: Les eaux en furie d'oued Tin ont charrié boue



Figure 38: troncs d'arbres et autres blocs de pierre sur ce hameau rural ont charriés. Source : direction d'hydraulique



Figure 37: Plus de 40 etait sinistrées. Source : direction d'hydraulique



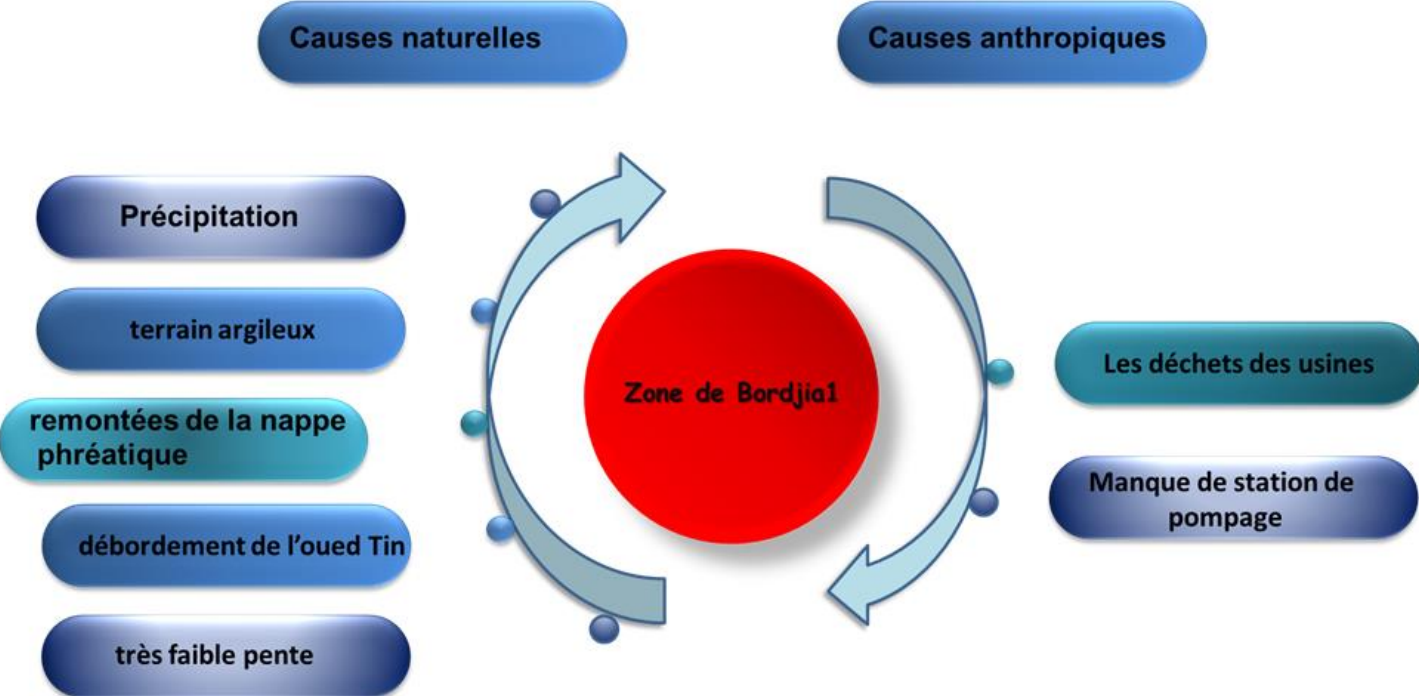
Figure 40: Débordement d'oued tin. Source: direction d'hydraulique



Figure 39: la submersion de la zone. Source : direction d'hydraulique

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

.5-Synthèse :



Etude de la vulnérabilité de la zone d'étude :

4.6-introduction(de vulnérabilité des bâtiments inondables :

A-Méthode Creach

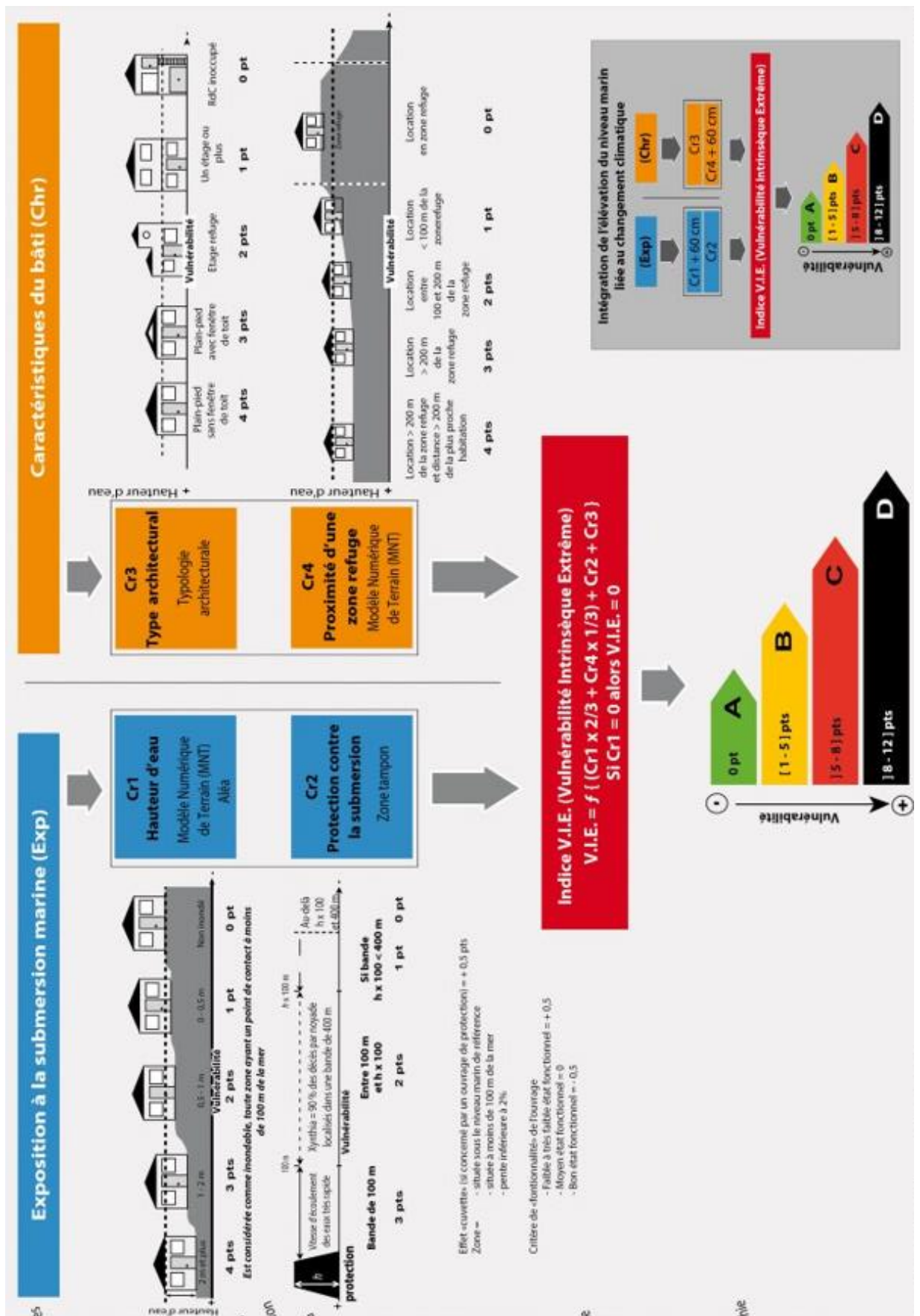
Afin de réduire la vulnérabilité de la zone, le but était de réfléchir aux différentes stratégies au travers de l'analyse pour proposer des pistes d'actions adaptées aux différents territoires Analysés.

Les mesures quantitatives de l'exposition des éléments aux inondations s'appuient sur la création d'un indice de vulnérabilité à partir de plusieurs critères statiques selon une méthodologie développée par CREACH et al. (2015). Le premier critère correspond à la hauteur d'eau potentielle calculée précédemment. Le principe est qu'au-delà de 0,50 m, les véhicules terrestres ne sont plus utilisables, perturbant les secours et l'évacuation, au-delà de 1 m, une personne en bonne santé ne peut plus se déplacer normalement (MEDDTL et al., 2011) et au-delà de 2 m, les gens peuvent être piégés dans les constructions (VINET et al., 2012). Le deuxième critère est la distance aux ouvrages de protection en raison de l'effet de surprise que peut engendrer une rupture soudaine de la digue et du sentiment de fausse sécurité que donne la proximité à un ouvrage. Le troisième critère est la distance aux zones de refuges qui prend en compte la distance que doit parcourir un occupant pour arriver dans une zone non inondée (maximum 200 m). Le quatrième critère correspond à la typologie des habitations basée sur leur solidité (maison en roseau, maison en bois, maison en dur et maison à étage). Un score est affecté à chacun des éléments de chaque critère selon le degré de vulnérabilité qu'il génère

Pour chacun de ces critères, une note de 0 (non vulnérable) à 4 (très vulnérable) a été calculée pour les 23 630 habitations des communes étudiées. Une formule a été mise au point afin d'agréger et de pondérer ces critères. Afin de cartographier ce diagnostic de vulnérabilité, les résultats ont été divisés en quatre classes :

- Classe verte : non vulnérable.
- Classe jaune : vulnérabilité faible.
- Classe rouge : vulnérabilité importante, risque de décès pour les populations vulnérables.
- Classe noire : vulnérabilité est extrême, les occupants peuvent être piégés en cas d'inondation. Le risque de décès est important.

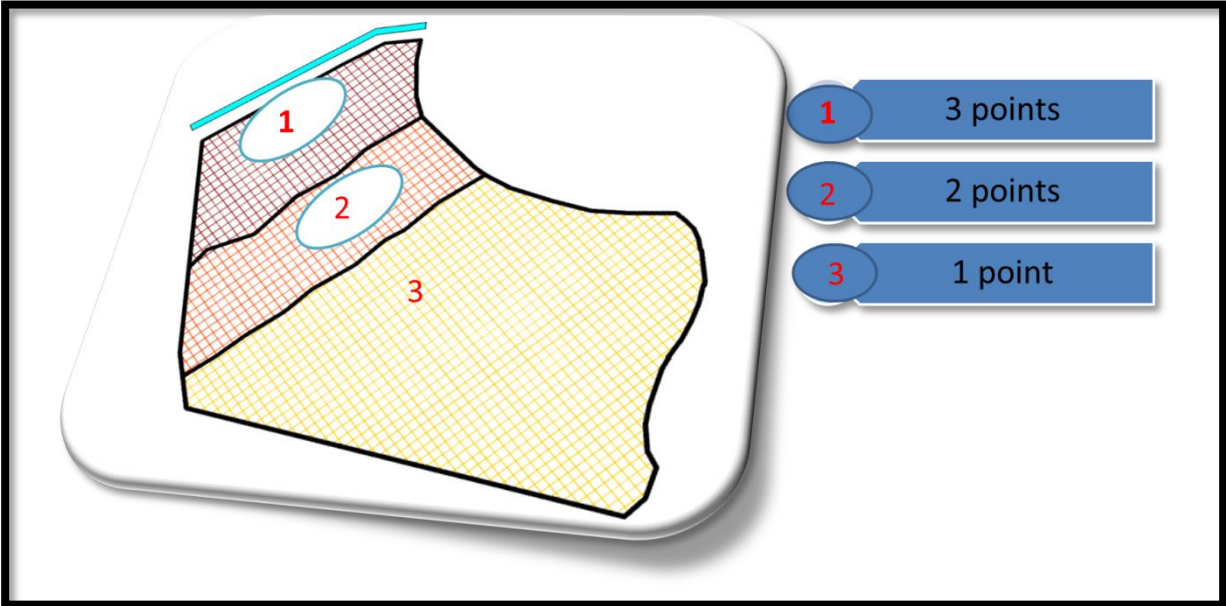
Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



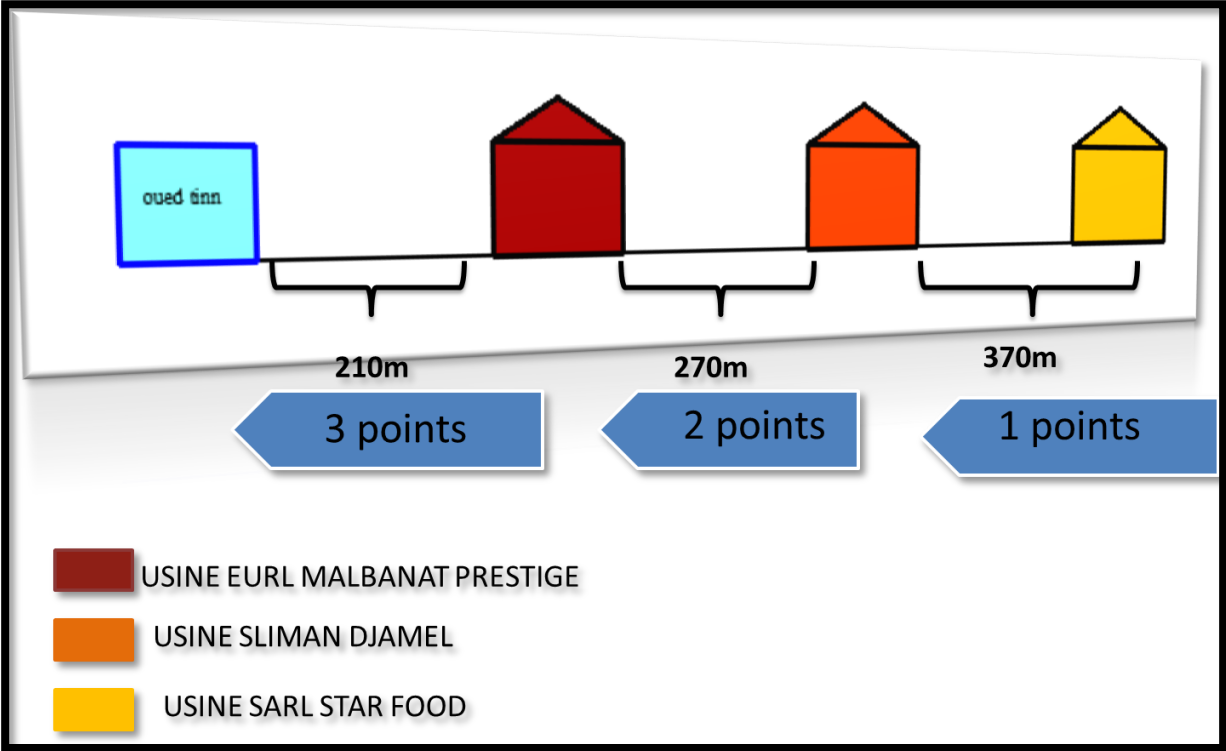
Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

B-Application sur le terrain :

B.1- Degrés du sol argileux :

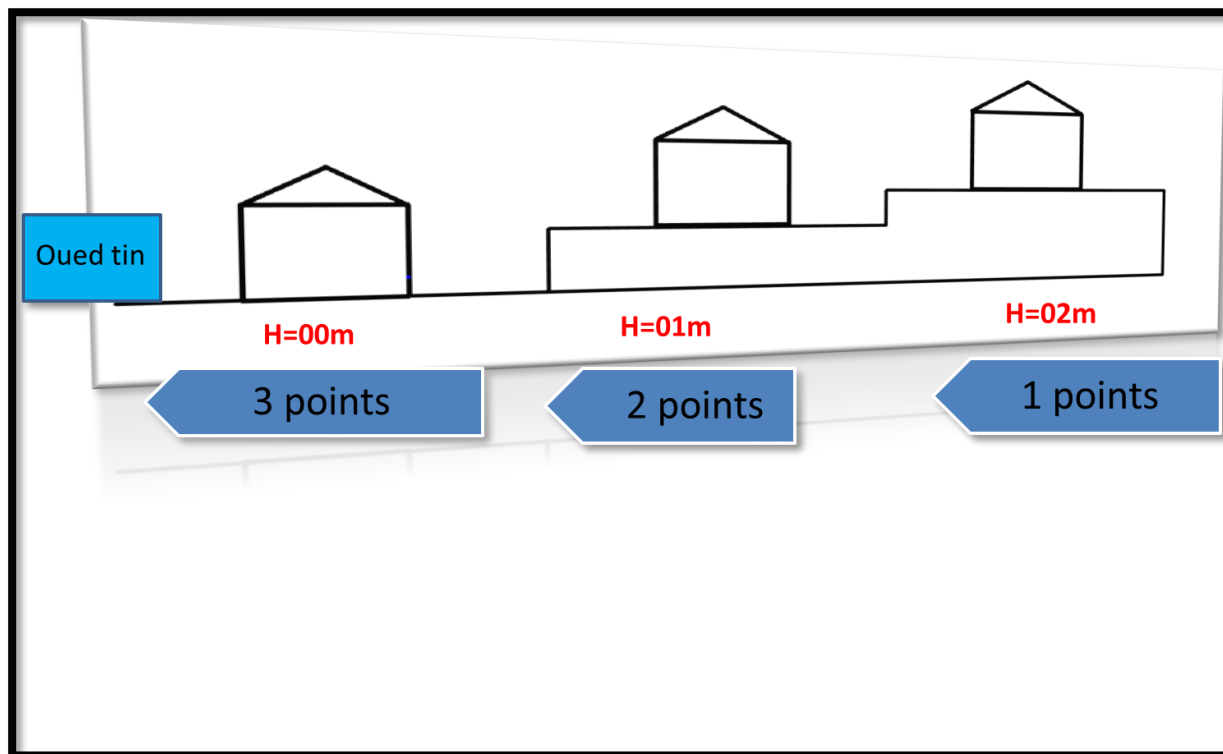


B.2-Critère02 :Distance par rapport au type du bâtiment :



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

B.2-Critère02 :Distance par rapport au type du bâtiment :



B.3-Critère03 : la topographie de la zone) : -Le zonage selon le degré de vulnérabilité :

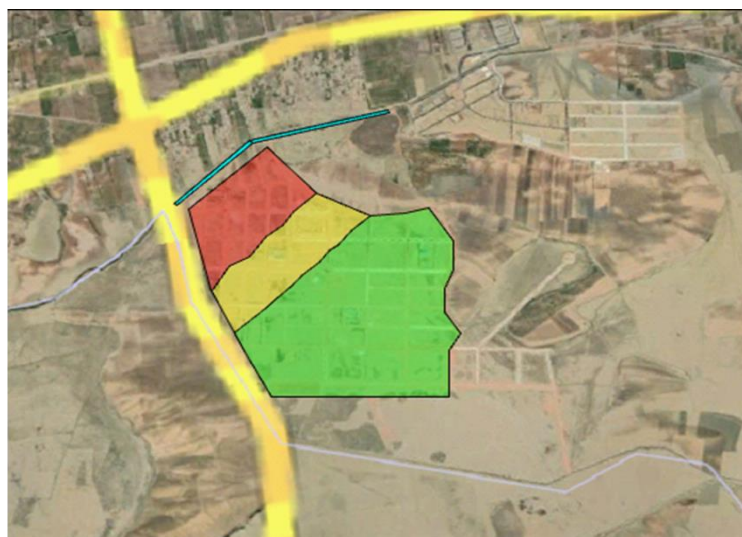
D'après l'analyse effectuée suivant méthode Creach qui englobe les facteurs naturels et anthropiques (le type de sol, la distance par rapport au type du bâtiment, la topographie de la zone).

On a déduire un découpage selon le degré de vulnérabilités face au risque d'inondation de chaque partie, le résultat du zonage était come suivant :

Zone A=Zone a degrés de vulnérabilité élevé.

Zone B=Zone a degrés de vulnérabilité moyen.

Zone C=Zone a degrés de vulnérabilité faible.



- Zone a degré de vulnérabilité élevé
- Zone a degré de vulnérabilité moyen
- Zone a degré de vulnérabilité faible

Conclusion :

D'après les recherches et l'analyse

On a pu déterminer les problèmes et les causes principales naturelles et anthropiques d'inondation de oued tin vu les degrés de vulnérabilité de chaque partie de notre zone d'étude d'après l'analyse de vulnérabilité face au risque d'inondation, et déduire ce qui suit :

- La principale cause de l'inondation de notre zone d'étude c'est le débordement d'oued tin et d'autres causes naturelles comme la précipitation, la remontée des nappes phréatiques, le type du sol argileux qui entrave l'infiltration des eaux (sol imperméable).
- Les causes anthropiques comme les déchets des usines (puisque c'est une zone industrielles) plus le manque de station du pompage.

Chapitre 5 : analyse des exemples

1- INTRODUCTION :

2- Exemple n°01 : La cité pluviale de Matra

Analyse contextuelle

La cause d'inondation

Le but

3-Exemple n°02 :La zone d'activités des Ardoines

Situation

Contraintes

Conséquence de crue majeure:

Le but

Étude de vulnérabilité de la zone

-4Exemple n°03 : Usine pharmaceutique de St Germain Laprade

3- INTRODUCTION :

Pour mieux comprendre le risque d'inondation et comment le traiter, nous avons cherché des exemples de la réalité et présenté dans ce chapitre, les exemples étudiés correspondent à des projets de renouvellement urbain (Figure 1) en zone inondable pour lequel la modélisation hydraulique a un rôle prépondérant à plusieurs niveaux.

Il s'agit de trois exemples internationaux bien étudiés :

- La cité pluviale Matra.
- La zone d'activités des Ardoines .
- Usine pharmaceutique de St Germain Laprade .

Les exemples analysés :

Exemple n°01 : La cité pluviale de Matra

Fiche technique :

- **Projet** : La cité fluviale de Matra.
- **Situation** : Romorantin, un nouveau centre-ville, Lanthenay.
- **Maitre d'œuvre** : Eric Daniel Lacombe.
- **Surface** : 6Héctar.
- **Année** : 2006-2016.



Figure 41 : La cité pluviale matra

Source : <https://www.driee.ile-de-france.developpement->

Analyse contextuelle :

Cet ancien terrain anciennement occupé par les usines Matra en site inondable est désormais un ensemble résidentiel, industriel avec un parc public. Lors d'inondations en 2016, le quartier a prouvé sa résilience avec des dégâts minimum alors que les hauteurs d'eau étaient supérieures aux plus hautes eaux jamais relevées⁵.



Figure 42 : La cité pluviale Matra

Source : <http://www.driee.ile-de-france.developpement->

La cause d'inondation :

Crue causé par l'augmentation des eaux de la rivière.

Le but :

- Réaliser un projet de restriction de grande envergure devant donner naissance a un nouveau quartier.
- Ne cherche pas à protéger le quartier de l'eau mais au contraire à l'intégrer aux conditions d'écoulement en crue.

⁵<https://referentiel-ville-durable.orleans-metropole.fr/>

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Implantation et intégration au site :

-  Jardin de Sologne
-  Logement en bande
-  50 logements
-  Maisons individuelles
-  Résidence Muraille

- **Programme :**
- 50 logements collectifs
- 10 logements individuels
- 104 logements en résidence seniors
- 8 logements en bande
- Le parc public (le jardin de Sologne)



Figure 43 : Plan masse du quartier Matra à Romorantin-Lanthenay
du Bureau d'architecture d'Éric Daniel-Lacombe, 2017)

Source : <https://www.revue-urbanites.fr/chroniques-lenouvel/>

- Le plan d'ensemble épouse le lit de la rivière et s'articule dans le sens de l'eau.
- L'aménagement des sols et des voiries suivant le plan d'urbanisme permis de réduire l'emprise des bâtiments industriels tout en valorisant leur présence par un équipement public .

A/ La vraisemblance des résultats peut être mis en doute au regard de la connaissance des certains acteurs (mémoire historique, connaissance du terrain, etc.).



Figure 44 : Photographies représentant l'inondation lors de la montée des eaux dans le quartier

Source : lhb_BONNEFOND.pdf

B/ La robustesse de la modélisation sera plus discutée que ses résultats, la modélisation est une base de négociation, plus ou moins instrumentalisée pour ces acteurs



Figure 45 : Photographies représentant l'inondation lors de la montée des eaux dans le quartier

Source : lhb_BONNEFOND.pdf

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

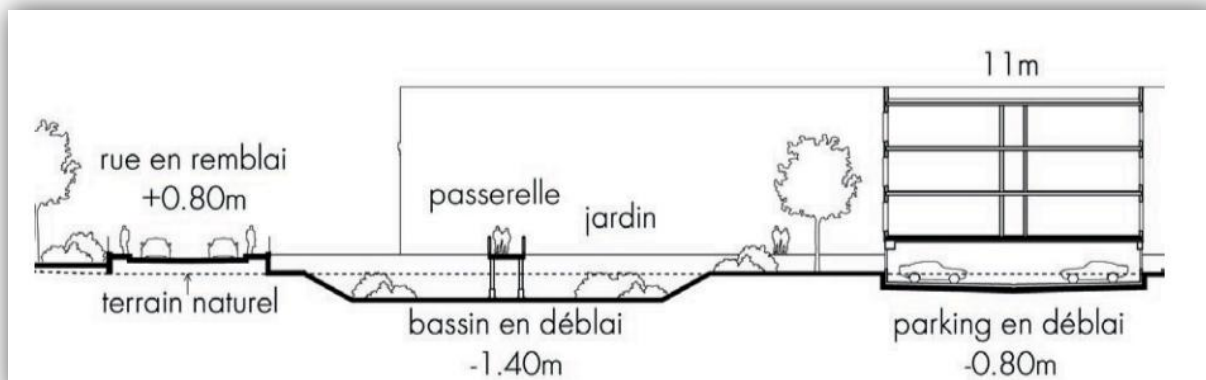


Figure 46 : Coupe des mouvements de déblais/remblais entre le bassin de rétention, les parkings et la voirie (A)

Source : lhb_BONNEFOND.pdf

La conception du quartier s'est faite en tenant compte de la topographie du terrain, des sens d'écoulements et des hauteurs d'eau prévues. La circulation des eaux avaient été anticipée puisque l'ensemble des bâtiments (pilotis), des voies d'accès (passerelles, remblais,...) ont été mis en hauteur, permettant de mettre hors d'eau les équipements sensibles. Une partie de la chaussée a été conçue pour permettre le stockage des eaux pour faciliter et ralentir leur écoulement et leur restitution au cours d'eau.⁶



← Les niveaux des jardins, des voiries, des garages et des planchers d'appartement sont différents .

Figure 47

Source : /IMG/pdf/2020_01_13_driee_seminaire_seine_normandie_edl_archi.pdf

⁶<https://referentiel-ville-durable.orleans-metropole.fr/>

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



Figure 48
Source : lhb_BONNEFOND.pdf



Figure 49
lhb_BONNEFOND.pdf

Différents types de bâtiments sur pilotis



Figure 50: L'utilisation des balcons. Source: lhb_BONNEFOND.pdf

Des terrasses accessibles

L'utilisation des balcons
en métallique
et l'utilisation des couleurs en
intégrant l'habitation avec le site.



Les passerelles de
la circulation pendant
la crue.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



Figure 51: Les passerelles de la circulation pendant la crue.
Source : lhb_BONNEFOND.pdf

Les niveaux des jardins,
des voiries, des garages
et des planchers
d'appartement sont
différents.



Figure 52: Les niveaux des jardins, des voiries, des planchers. Source : lhb_BONNEFOND.pdf

Le Bateau-Lavoir
une architecture
prévoyante garantit
d'avoir les pieds au
sec



Figure 53: Le Bateau-Lavoir une architecture prévoyante. source : lhb_BONNEFOND.pdf

Les trottoirs et des
Passages surélevés
Pour permettre
Aux habitants de
sortir de chez eux.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Exemple n°02 : La zone d'activités des Ardoines

Le projet de la ZAC Gare Ardoines s'implante au sud du périmètre des Ardoines. Le site, d'une superficie d'environ 49 hectares, s'étend de la Seine à l'est à l'avenue du Général Malleret-Joinville à l'ouest, et est limité au sud par l'autoroute A86.

Le périmètre de ZAC englobe la gare RER des Ardoines (ligne C). Il comprend les tissus d'activités économiques à proximité des voies ferrées et de l'A86. A l'est des voies ferrées, le périmètre de ZAC intègre les terrains ferroviaires mutables, autour de la Grande Halle SNCF, ainsi qu'un terrain appartenant à l'EPA ORSA en bord

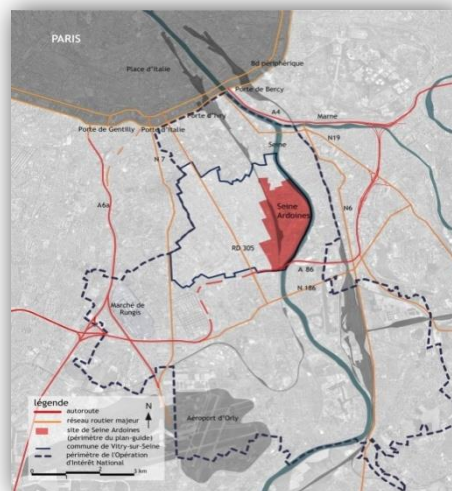


Figure 54: carte de situation. Source: services urbains ardoines



Figure 55: vue sur la zone activité ardoines. Source: services urbains ardoines

de Seine.

La ZAC est située en zone de submersion supérieure à 1 voire 2 mètres par endroit en zone d'aléas forts à très forts (zones violettes claires et foncées) Le projet est donc soumis aux prescriptions des zones violettes foncées.

Contraintes:

Le secteur des Ardoines comporte de nombreuses contraintes liées aussi bien au milieu physique (réseau hydrologique, hydrogéologie) que règlementaires (zones protégées, dispositions des documents d'urbanisme). L'aménagement de la ZAC devra donc tenir compte de quelques enjeux forts du site :

- L'accessibilité piétonne difficile pour certaines entreprises.

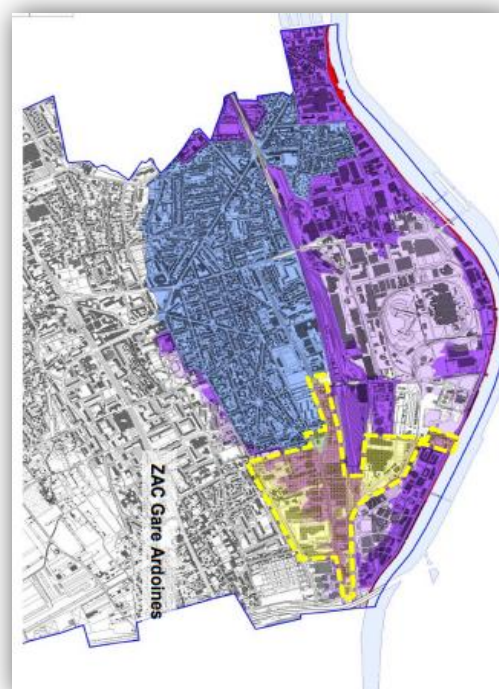


Figure 56: Les trottoirs et des passages élevés. Source : lhb_BONNEFOND.pdf

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

- la proximité de la Seine qui induit un risque d'inondation important et un cadrage strict des règles d'urbanisme.
- la présence de la nappe souterraine
- une pollution des sols et de la nappe aux hydrocarbures, solvants ou encore aux métaux lourds, héritage du passé industriel du site.
- la gestion des eaux pluviales sur la ZAC.

Conséquence de crue majeure:

- Réseaux détériorés et stocks détruits.
- machines-outils hors service.
- Voiries impraticables.

Programme :

Avec une programmation équilibrée entre activités, logements, tertiaire, commerce et équipement, le projet offre une mixité à l'échelle de la ZAC, retranscrite à une échelle plus fine (par exemple à l'échelle de l'îlot). Le volume et la répartition envisagés entre les différents éléments programmatiques sont donnés dans le tableau ci-dessous. Le programme global prévoit environ 660 000 m² SP.

- des grandes emprises industrielles.
- Accueil : 9000 emplois répartis en 400 établissements.
- couvre 256 hectares à Vitry sur seine.

Le but :

Pour une meilleure intégration du secteur d'activités des Ardoines dans le tissu urbain et pour renforcer les liens entre les nouveaux quartiers d'habitation , la seine et le pars des Berges il semble important de renforcer le maillage des espaces publics et le confort d'usage par les piétons et les cyclistes , en engageant la création de nouvelles voies piétonnes et l'élargissement de certains trottoirs existants .

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Étude de vulnérabilité de la zone :

Les hauteurs de submersion, au plus fort de la crue, seraient conséquentes (1 à 1,5 mètre en moyenne)

Le lit mineur reste le plus sûr moyen d'évacuer l'eau rapidement (80 à 90 % du débit total, estimé entre 1 300.

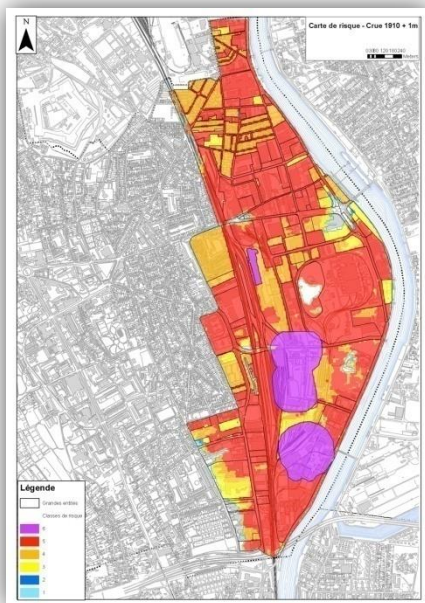


Figure 57: Carte du risque scénario crue de retour 50 ans .Source: service urbains ardoines

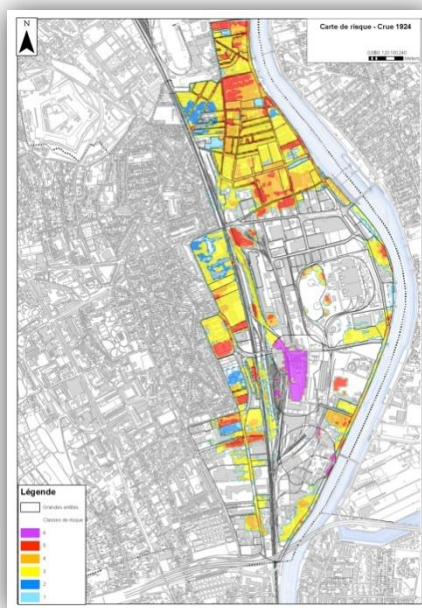


Figure 58: Carte de risque scénario crue centennale plus d 1m. Source: services urbains ardoines

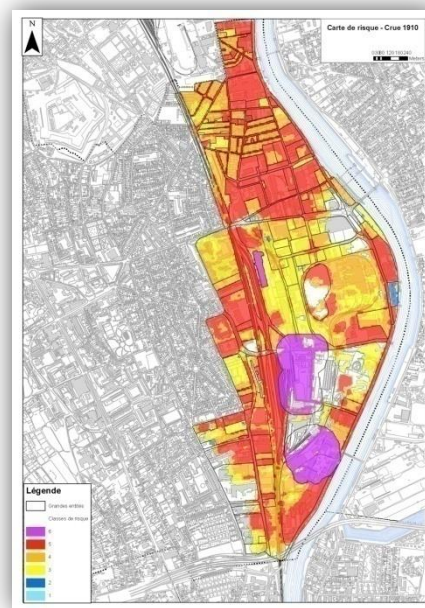


Figure 59: Carte 3 carte de risque scénario crue centennale .Source : srvices urbains ardoines

Les hauteurs de submersion, au plus fort de la crue, seraient conséquentes (1 à 1,5 mètre en moyenne).

Le lit mineur reste le plus sûr moyen d'évacuer l'eau rapidement (80 à 90 % du débit total, estimé entre 1 300.

*		VULENARIBILITE				
		1	2	3	4	5
ALEA	0 < H < 0.5 m	1	2	3	3	6
	0.5 < H < 1 m	1	3	3	4	6
	1 < H < 2 m	2	3	4	5	6
	H > 2 m	3	4	5	5	6

Tableau 7: tableau de vulnérabilité. Source: services urbains ardoines

Solutions adapté :

Traitement paysager de la zone d'activités :

Renforcer le maillage des liaisons douces et des continuités écologiques :

Une restructuration marginale des parcelles privés à fin de dégager des promenades piétonnes d'une vingtaine de mètres de large et d'une centaines de mètres de long



En orange ,les espaces à mobiliser pour améliorer le maillage du parc des berges et assurer de meilleurs liaisons entre les futures quartiers d'habitation et la seine .

Figure 60:Renforcer le maillage des liaisons douces et des continuités écologiques
.Source:services urbains ardoines



Installer des cheminements larges entre les emprises Industrielle pour réduire l'effet couloir de la rue des fusillés
A-Entre CPCU et Air Liquide.
B-Entre la TAC EDF et nouvelle activité projetée

Figure 61:Renforcer le maillage des liaisons douces et des continuités écologiques
.Source:services urbains ardoines

Elargir les trottoirs et améliorer la perception de la Seine :

Les deux voies principales du site, la rue des Fusillés et le quai Jules Guesdes, sont aujourd'hui aménagées pour une circulation fluide des véhicules.



Figure 62; Elargir les trottoirs et améliorer la perception de la Seine .Source: services urbains ardoines



Figure 63: rue des Fusillés et le quai Jules Guesdes. source: services urbains ardoines

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Solutions techniques :

Le premier palier

Les berges

Le second palier

Les terrasses



densifier l'activité et diversifier le quartier en créant des conditions pour habiter au bord de la Seine et d'un parc fluvial

un grand parc fluvial linéaire régulièrement inondé de plus de dix hectares

Une promenade sur pilotis ou flottante située au-dessus des berges

les berges sont partiellement décaissées, les perrés maçonnés

destiné à

circulation hors d'eau pour l'évacuation des usagers en périphérie des nouveaux bâtiments

accueillir des bâtiments à usage d'habitation et de bureaux

doublement des accès aux bâtiments avec un accès bas et un accès haut, robustesse des matériaux et des dispositifs techniques utilisés

stationnements en surface et système d'alerte facilitant l'évacuation des véhicules

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Le troisième palier

Les plateformes



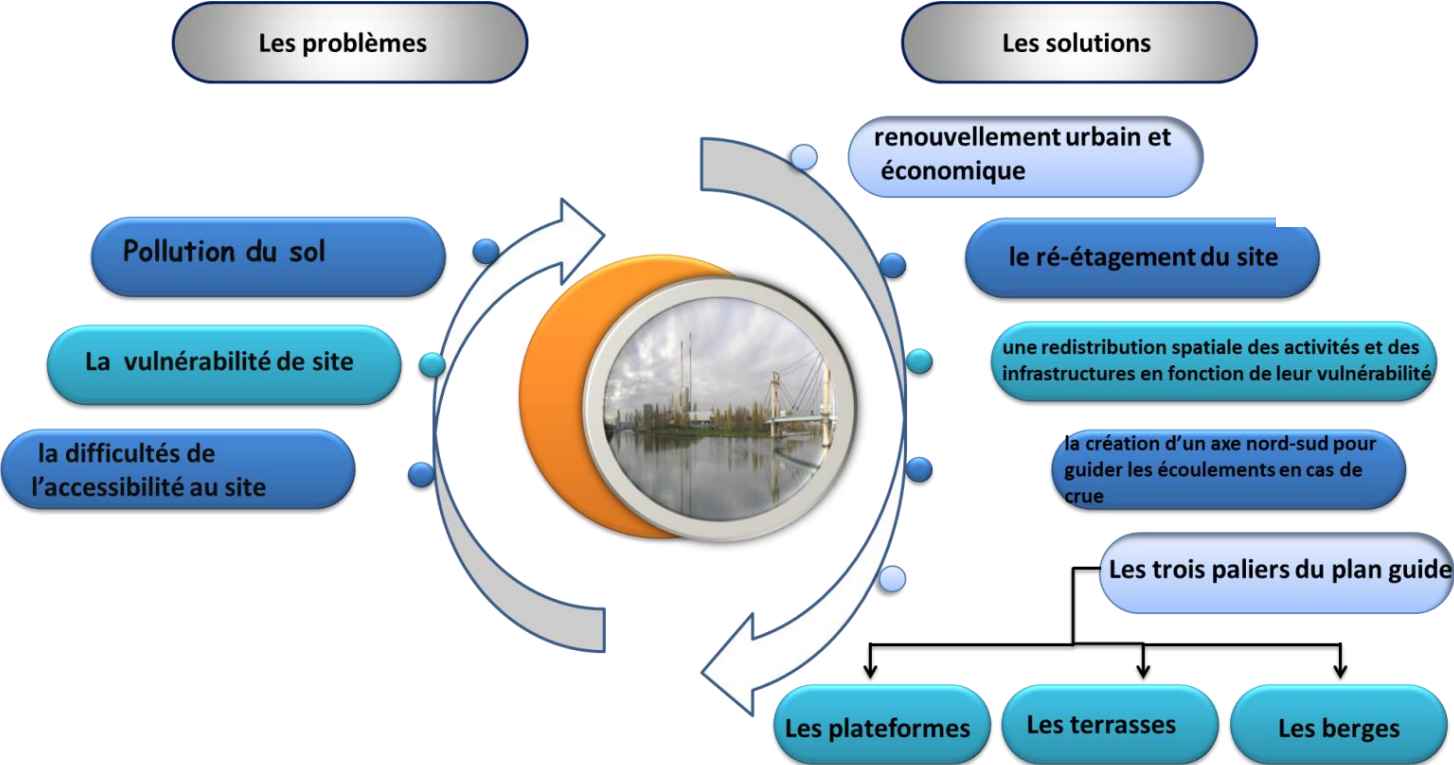
Il s'agit de créer une plateforme positionnée altimétriquement au-dessus d'une crue centennale augmentée d'un mètre

regroupe les activités à risque et les grands équipements

Les voies de communication sont désormais hiérarchisées dans le but de délester la voie sur berge du trafic de transit

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Synthèse :



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Exemple n°03 : Usine pharmaceutique de St Germain Laprade

Situation et contexte :

L'entreprise, située dans la zone industrielle de St-Germain Laprade

La cause de crue :

un écoulement insuffisant des eaux du bassin hydrographique ,entraîne une inondation ; de 20 cm à 1 mètre d'eau.



Les conséquences :

Le site chimique a été totalement inondé ; avec une hauteur d'eau comprise entre 0,2 et 1 m.

L'inondation a toutefois généré d'importants dégâts des eaux sur certains équipements ou locaux.

Remis en état rapide des installations (évacuation de l'eau, nettoyage,rangement) :



Vestiaires pendant l'inondation



Vestiaires après l'inondation

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



Laboratoire pendant l'inondation



Laboratoire après l'inondation

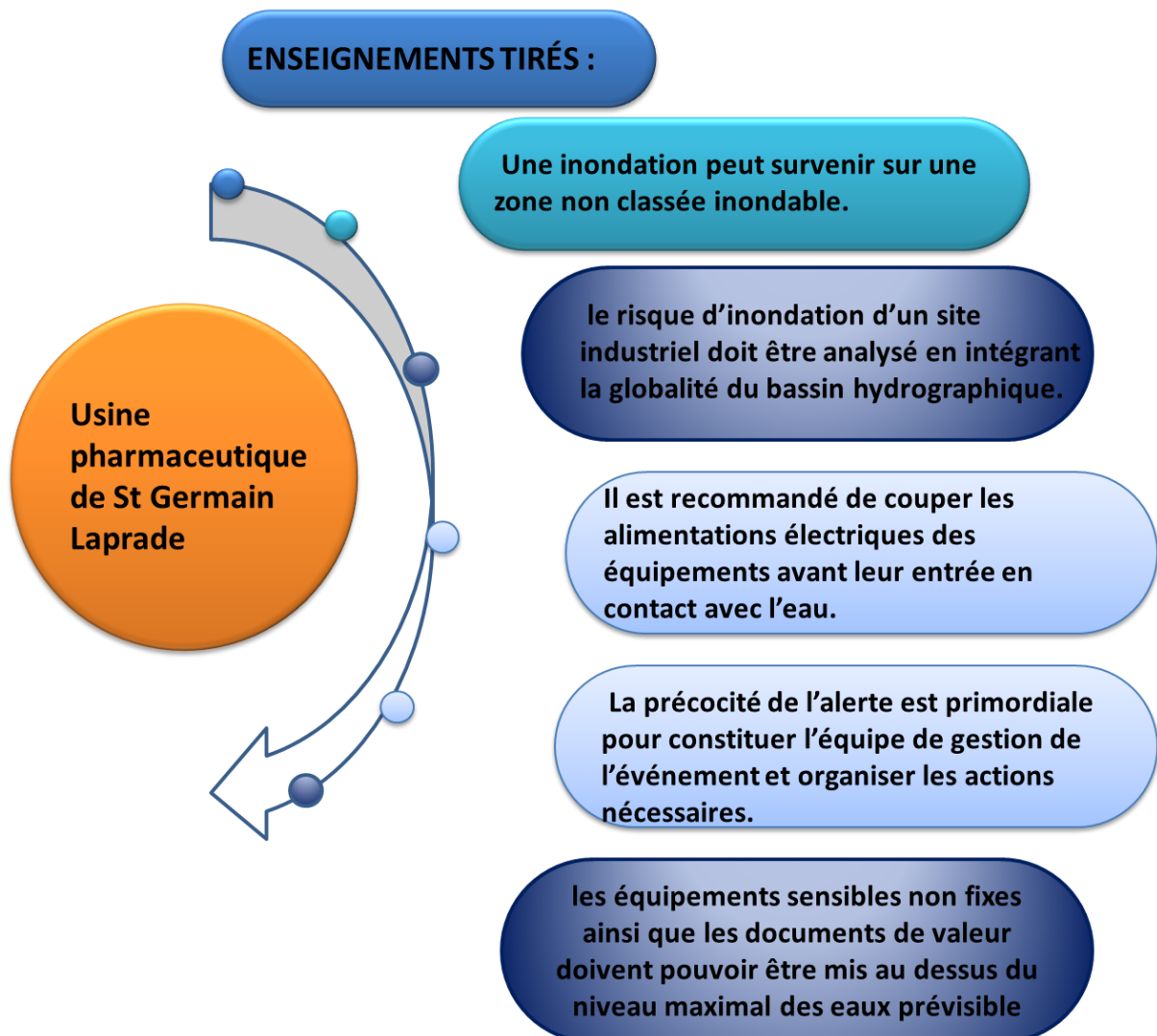


Préparation des documents toujours locaux humides en sacs plastifiés



Opération de séchage des locaux humides

Synthèse :



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Les règles de construction dans les sols argileux soumis au retrait-gonflement :

Les travaux pour réduire le risque sont résumés dans le schéma ci-dessous :

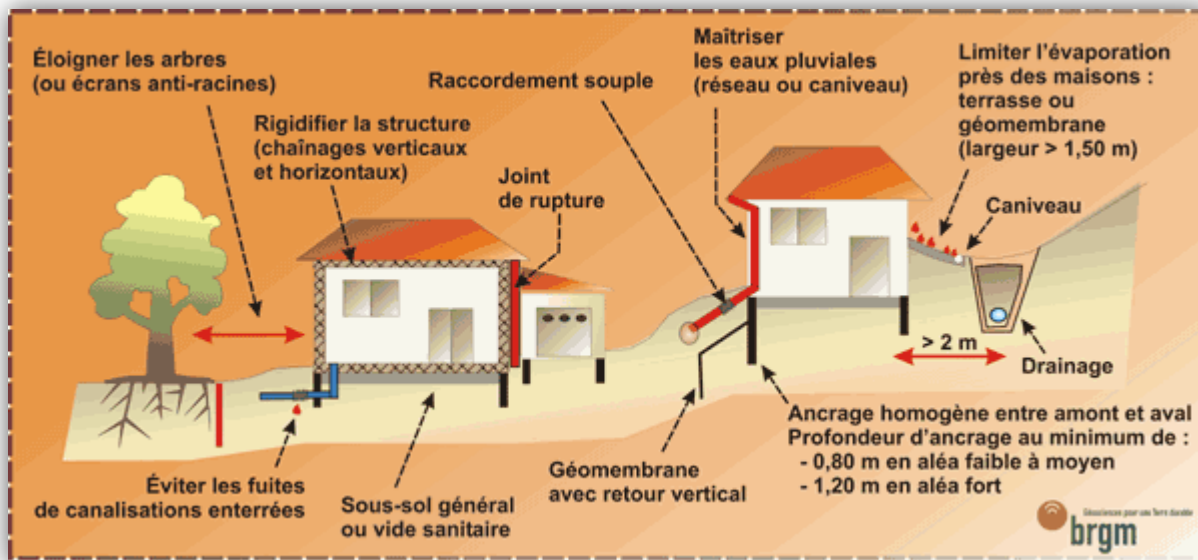


Figure 64: Les règles de construction dans les sols argileux soumis au retrait-gonflement .Source <http://observatoire-regional-risques-paca.fr>

Les travaux pour réduire les risques :

Les mesures pour réduire la vulnérabilité des enjeux :

Pour les bâtiments existants :

La réduction des risques consiste à corriger tout élément apportant une variation localisée d'humidité :

- drains à moins de 2 m des bâtiments.
- concentration d'eaux pluviales à moins de 15 m des bâtiments.
- arbres à une distance inférieure à leur hauteur, sauf si il y a un écran anti-racines ; un élagage régulier tous les trois ans réduit sensiblement l'impact.
- fuites dans le réseau.
- pompage dans un puits situé à moins de 10 m du bâtiment.
- présence de sources de chaleur en sous-sol (four ou chaudière) à proximité d'un mur.

Lors de la construction :

On sait parfaitement construire des maisons sur des sols argileux sensibles au phénomène de retrait gonflement, à condition de respecter un certain nombre de règles préventives simples à mettre en œuvre.

Les mesures de prévention consistent essentiellement à appliquer les règles de l'art, à savoir :

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Identifier la nature du sol

Dans les zones d'aléa, il est vivement recommandé de faire réaliser avant construction une étude géotechnique. Cette étude établira avec précision la nature des sols en présence sur la parcelle afin d'adapter au mieux le système de fondation de la construction envisagée.

1) Adapter les fondations

2) :

- profondeur minimale d'ancrage fixée à 1,20 m en zone d'aléa fort et à 0,80 en zone d'aléa moyen à faible
- fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille
- éviter toute dissymétrie dans l'ancrage des fondations (ancrage aval au moins aussi important que l'ancrage amont, pas de sous-sol partiel).
- préférer les sous-sols complets, les radiers ou les planchers sur vide sanitaire plutôt que les dallages sur terre-plein.

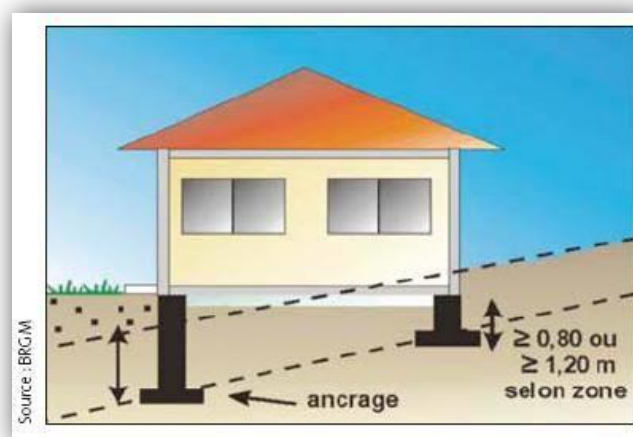


Figure 65: Adapter les fondations. Source: <http://observatoire-regional-risques-paca.fr>

3) Rigidifier la structure et désolidariser les bâtiments accolés:

- prévoir des chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs .
- prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre bâtiments accolés fondés différemment ou exerçant

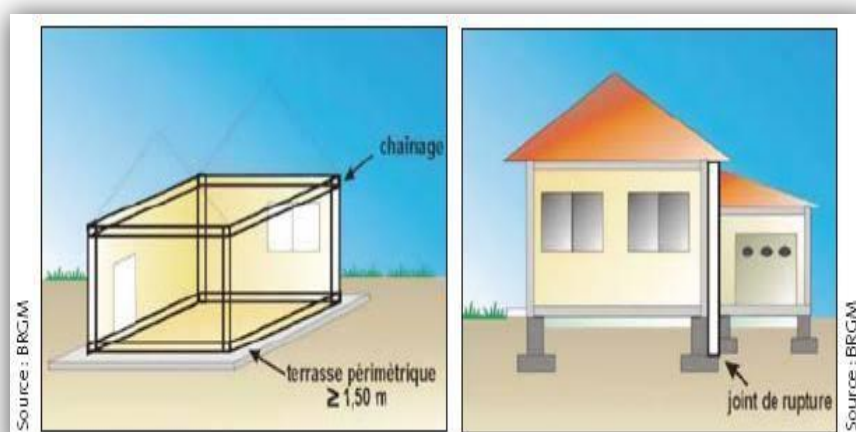


Figure 66: Rigidifier la structure et désolidariser les bâtiments accolés. Source: <http://observatoire-regional-risques-paca.fr>

des charges différentes.

4-Eviter les variations localisées d'humidité

- réaliser un trottoir péri métrique anti-évaporation d'une largeur minimale de 1,50 m (terrasse ou géo membrane)
- éloigner les eaux de ruissellement des bâtiments (caniveau) et privilégier le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau lorsque c'est possible.
- assurer l'étanchéité des canalisations enterrées.
- éviter les drains à moins de 2 m d'un bâtiment ainsi que les pompages (à usage domestique) à moins de 10 m.
- prévoir une isolation thermique en cas de chaudière en sous-sol.

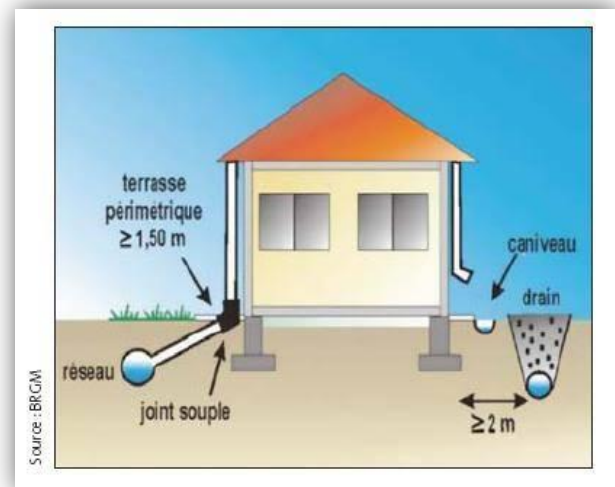


Figure 67:Eviter les variations localisées d'humidité.source : <http://observatoire-regional-risques-paca.fr>

4) Eloigner la plantation d'arbres :

- Ne pas planter l'arbre à une distance inférieure à leur hauteur.
- Mettre en place des écrans anti racines d'une profondeur minimale de 2m.



Figure 68:Eloigner la plantation d'arbres .Source: <http://observatoire-regional-risques-paca.fr>

Chapitre : Principe mobilisables pour un aménagement adapté au risque d'inondation

1-Introduction.

2-Principe 1 : Inclure un système de protection dans l'aménagement urbain

3-Principe 2 : Donner ou redonner plus de place à l'eau

4-Principe 3 : Localiser les activités et les infrastructures urbaines

5-Principe 4 : Concevoir des bâtiments adaptés à l'inondation

6- Principe5 : Assurer le maintien du fonctionnement des réseaux techniques.

7-Principe6 : Créer des "espaces intelligents" pour la gestion de crise et la reconstruction

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Les principes techniques d'aménagement :

1.Introduction :

À partir de l'étude de projets réalisés ou en cours de conception, différents principes ont été identifiés pour guider la réflexion des collectivités et des professionnels de l'aménagement lors de projets de renouvellement urbain en zones inondables.

Principe 1 : Inclure un système de protection dans l'aménagement urbain :

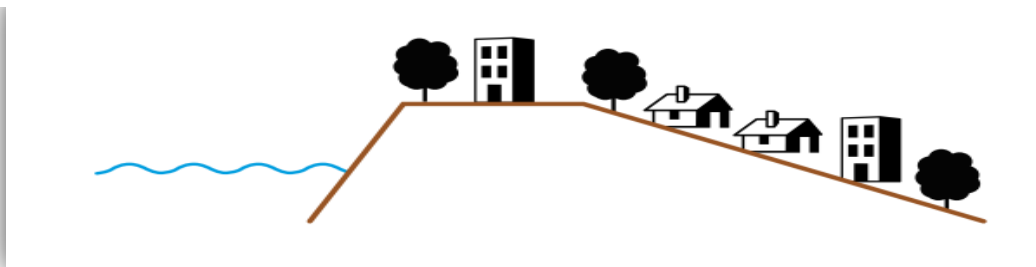


Figure 69:le système de protection dans l'aménagement urbain.

source: CEPRI principe techniques d'aménagement

Il vise à présenter un certain nombre d'aménagements conciliant ouvrages de protection (digues) et densification de l'espace urbain à travers des dispositifs innovants tels que les super-digues par exemple.

Types d'aménagements possibles :

a Le concept de super-digue : Ce genre d'opération allie à la fois gestion du risque d'inondation, en conservant l'ouvrage de protection, et aménagement du territoire. Il implique, pour la ville qui décide de le mettre en œuvre, une réflexion réelle sur les formes urbaines qui seront implantées sur ce nouveau terrain.



Figure 70:Quartier des sept derniers à toulouse.

Source:CEPRI principe technique d'aménagement



Figure 71:le concept de super digue.

Source: CEPRI principe technique d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

b- Le Concept de digue multifonctionnelle :

Ce concept vise à répondre à la problématique du foncier disponible dans les zones de renouvellement urbain, en particulier dans les cas de zones urbaines densément peuplées. Il ne s'agit pas d'un concept nouveau : dans la pratique, on observe déjà de nombreux cas de digues multifonctionnelles parfois anciennes (routes, voies piétonnes, chemins, voies de chemin de fer, habitations faisant office de digues...). Ces ouvrages sont des digues dont la structure est utilisée pour une autre fonction, ce qui peut permettre de gagner de l'espace dans les villes. Plusieurs types de digues multifonctionnelles existent ou peuvent être envisagés.

La conception de digues multifonctionnelles à partir de murs de protection :

Les murs de protection sont des dispositifs permanents et leur hauteur est variable en fonction de la crue de référence. Ils peuvent être différenciés par rapport à leur structure de soutènement : mur de soutènement élancé, mur poids, mur en forme de "L" ou avec talon et fortification .



Figure 72: Mur de protection contre les crues du Rhin.

Source: CEPRI principe technique d'aménagement

- La conception de digues multifonctionnelles à partir de bâtiments ayant d'autres fonctions :

Ce sont des ouvrages qui ont la fonction de protéger une zone urbaine donnée, parce qu'ils ont la résistance et la robustesse d'une digue. Comme le mur de protection "en L", ils ont des fonctions différentes à l'extérieur et à l'intérieur du bâtiment. L'avantage de ce dispositif est sa capacité d'évolution verticale dans le temps, ce qui représente une piste intéressante pour l'adaptation au changement climatique notamment.

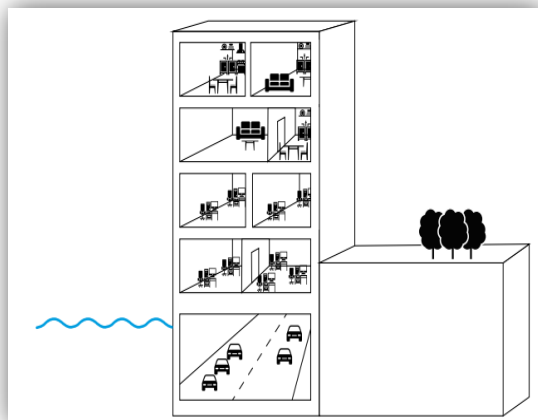


Figure 74: la conception de digues multifonctionnelles.

Source: CEPRI principe technique d'aménagement



Figure 73: les sentinelles de l'inondation le long de la Voorstraat dike.

Source: CEPRI principe technique d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Conception de digues multifonctionnelles à partir d'un remodelage du terrain :

Cette technique peut être utilisée dans le cadre d'une stratégie d'aménagement tenant compte de digues existantes. L'idée est d'augmenter la hauteur de la digue et d'assurer sa robustesse face à des charges horizontales à travers des éléments verticaux. Il est possible de compenser les coûts de l'aménagement de ces dispositifs et leur entretien grâce à l'implantation d'espaces publics, de voiries, de bâtiments comprenant des logements



Figure 75: coupe schématique de la digue terrasse The H illedijk à Rotterdam.

Source: CEPRI principe technique d'aménagement

c-Les dispositifs mobiles de protection :

Les systèmes de protection mobiles peuvent être intéressants. Ils remplissent la même fonction qu'une digue permanente et peuvent être de plusieurs types différents :

Les structures verticales (murs) :

Il existe différentes structures : portes, barrières et murs temporaires, etc. Les barrières peuvent être situées à l'entrée des lotissements ou à l'entrée des quartiers directement sur les rues, les murs temporaires sont situés le long du cours d'eau ou du littoral pour assurer la protection des quais.

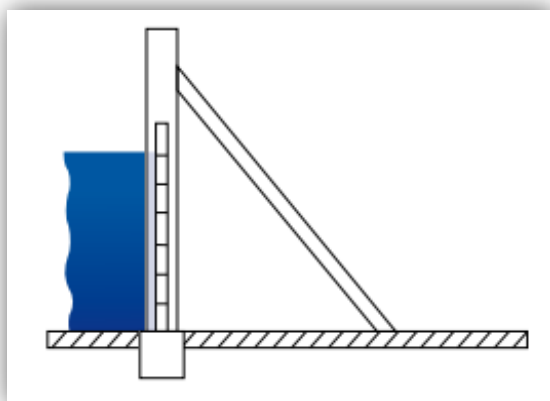


Figure 76: les structures verticales (mur).

Source: CEPRI principe technique d'aménagement.



Figure 77: système de protection à Andernach (Allemagne).

Source: CEPRI principes techniques d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Les structures en forme de dièdres (non verticales) :

Ces systèmes de protection sont constitués de dièdres assemblés (formes géométriques issue de la rencontre entre deux plans). Une partie du mécanisme est en contact avec le sol, l'autre partie, qui sera en contact avec l'eau, vient s'appuyer dessus (cf. schéma ci-contre). La pression de l'eau pousse la structure sur le sol, ce qui suppose que ces systèmes soient installés sur des sols lisses.

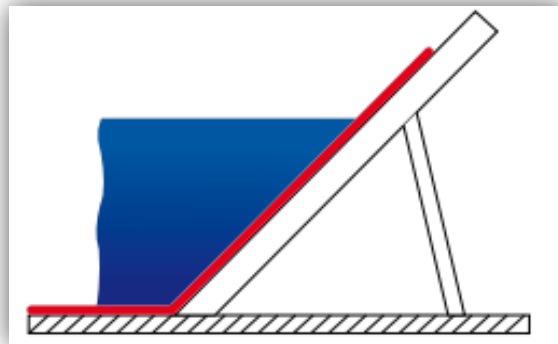


Figure 78: les structures en forme de dièdres(non verticales).

Source: CEPRI principes techniques d'aménagement

- Les barrières flexibles (sous pression de l'eau) :

Le principe de ces barrières est leur mise en place grâce à la force de l'eau, comme un parachute. Elles ne s'ouvrent qu'à partir du moment où l'eau arrive. Plus la hauteur de l'eau augmente, plus la barrière ne s'ouvre.

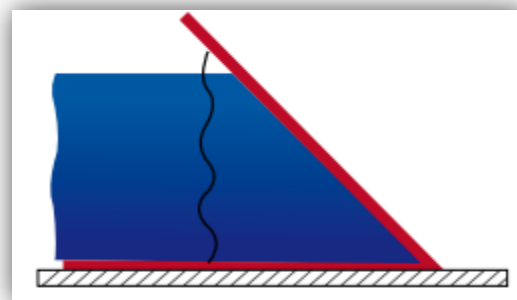


Figure 79:les barrière flexibles (sous presion de l'eau).

Source:CEPRI principes techniques d'aménagement

- Les barrages poids :

Le principe consiste à remplir des volumes (tubes, réservoirs) de sable ou d'eau afin de réaliser une digue temporaire grâce au poids de ces volumes "lestés". Ces volumes peuvent être ajoutés les uns aux autres afin d'obtenir la longueur adéquate. La hauteur d'eau maximum est de 1 m et dépend du frottement sur le sol de ces volumes remplis.

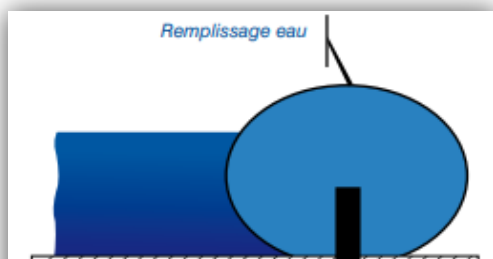
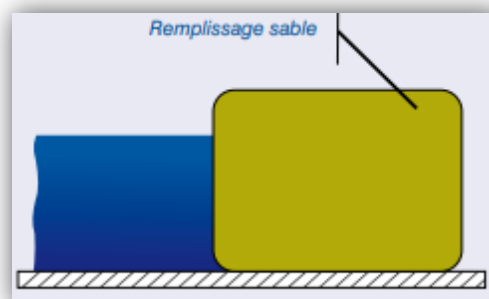


Figure 80:les barrages poids

.Source: CEPRI principes techniques d'aménagement



Les sacs Figure 81:exemple des sacs de sable.

Source:CEPRI principes techniques d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

absorbants :

À la différence des sacs de sable, les sacs absorbants n'ont pas besoin d'être remplis avec du sable. Il s'agit de sacs en géotextile qui contiennent des polymères (macromolécules) ayant une très grande capacité d'absorption de l'eau. Ils peuvent être empilés afin de former une digue.

Principe 2 : Donner ou redonner plus de place à l'eau

il s'attache à réduire l'aléa inondation au sein des villes, ou du moins à ne pas l'aggraver, en proposant un panel d'exemples donnant ou redonnant sa place à l'eau dans les centres urbains denses.

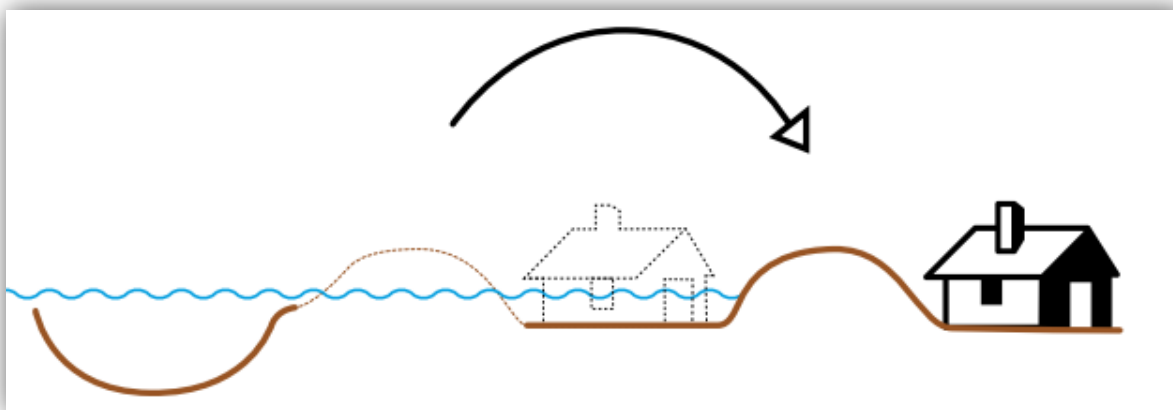


Figure 82: Redonner l'espace à l'eau.

Source: CEPRI principes techniques d'aménagement

Types d'aménagements possibles :

a) Les aménagements permettant de préserver les écoulements de l'eau, sans aggraver ni réduire l'aléa.

- L'aménagement sans construction de bâtiments :

Dans les zones en renouvellement urbain situées en zone inondable, pour préserver l'expansion des crues en cas d'inondation lorsqu'il n'existe pas d'ouvrages de protection, on peut envisager la solution où aucun bâtiment n'est réalisé. La zone ne présente aucune construction faisant obstacle à l'eau en cas d'inondation et peut être intégrée dans le tissu urbanisé sous la forme d'un parc ou d'un espace récréatif par exemple, ne nécessitant pas ou très peu d'infrastructures.



Figure 83: Exemple de l'aménagement des berges réalisation d'une passerelle pour piétons .

Source : CEPRI principes techniques d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

- L'aménagement avec construction de bâtiments respectant le principe de la transparence hydraulique :

Dans ce cas, garantir l'espace pour l'eau en cas d'inondation consiste à concevoir des aménagements qui soient parfaitement transparents d'un point de vue hydraulique. Cela peut se caractériser par des méthodes constructives telles que la conception de structures inondées volontairement (parkings), la compensation des déblais et remblais réalisés,



Figure 84: Immeuble d'habitat collectif dans le quartier Matra.

Source: CEPRI principes techniques d'aménagement

b) Les aménagements permettant de donner plus de place à l'eau en réduisant l'aléa :

- La relocalisation d'ouvrages faisant obstacle à l'eau :

Le premier type d'aménagement permettant de redonner plus d'espace à l'eau peut être la relocalisation des ouvrages qui représentent un obstacle à l'expansion de la mer ou des crues dans le lit majeur d'un cours d'eau. Un exemple est le recul des systèmes d'endiguement. Celui-ci permet de laisser plus de place à l'eau, qu'il s'agisse d'un cours d'eau ou de la mer.

-La suppression des ouvrages faisant obstacle à l'eau :

Un autre type d'aménagement destiné à redonner plus de place à l'eau en ville peut consister à détruire les ouvrages existants et les remplacer par de nouveaux procédés compatibles avec cet objectif. Plusieurs exemples existent : création de canaux secondaires, destruction d'infrastructures urbaines, décaissement des berges

Principe 3 :Localiser les activités et les infrastructures urbaines.

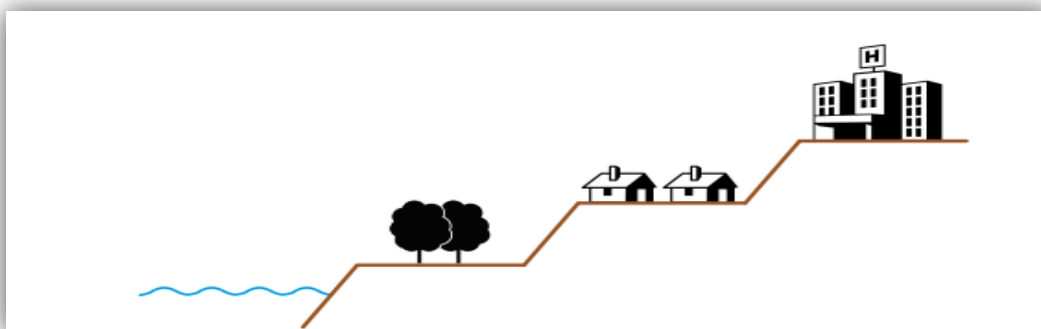


Figure 85:localiser les activités et les infrastructures urbaines .

Source: CEPRI principes techniques d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Ce principe vise à définir le lieu d'implantation d'une infrastructure ou d'une activité en fonction de la vulnérabilité qu'elle génère pour le territoire en cas d'inondation. Les infrastructures et activités existant au sein d'une ville sont diverses : logements, commerces, industries, infrastructures de transports, établissements de santé, bureaux de police, écoles, stations d'épuration, etc. Elles peuvent présenter des degrés de vulnérabilité différents par rapport au risque d'inondation, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas toutes la même propension à subir des dommages, ni les mêmes difficultés à surmonter en cas d'inondation.

1. Types d'aménagements possibles

a) Localisation des usages sur le plan horizontal :

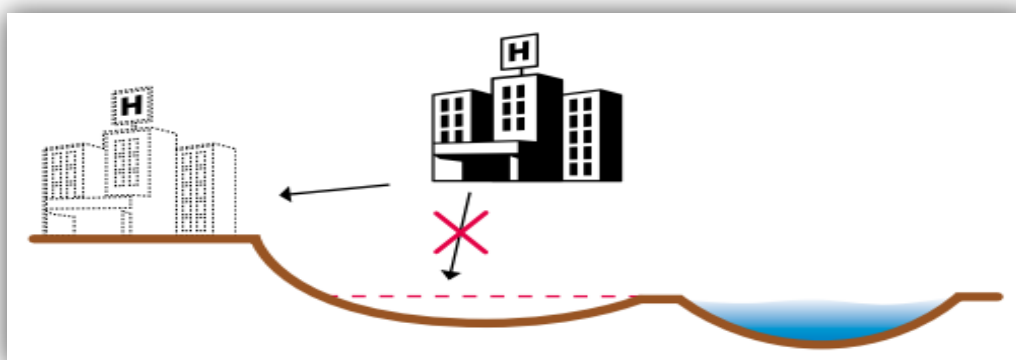


Figure 86:localisation des usages sur le plan horiwontal.

Source: CEPRI principes techniques d'aménagement

.C'est le type d'aménagement qui semble être le plus évident à mettre en œuvre. Dans le contexte du renouvellement urbain, ce type d'aménagement consiste à implanter les activités en fonction de la variation des caractéristiques de l'aléa sur la zone (hauteur d'eau, durée d'immersion, fréquence) et en tenant compte de leur capacité à générer de la vulnérabilité pour la ville. Leur localisation dépendra donc précisément de la connaissance de l'aléa sur les zones inondables et leurs caractéristiques.

b) Localisation des usages sur le plan vertical :

Le principe, là encore, est de positionner les usages présentant une forte vulnérabilité dans les zones d'aléa d'intensité et de fréquence moindres. Sur le plan vertical, répartir les usages en fonction de leur vulnérabilité consiste à placer les usages les uns au-dessus des autres, au-dessus des plus hautes eaux potentielles. Un exemple de ce type d'aménagement pourrait être celui d'un immeuble dans lequel seraient superposés les usages, de façon à ce que ceux qui sont les moins vulnérables soient à la base de l'immeuble (sous-sol ou rez-dechaussée). Ceux qui seraient un peu plus vulnérables seraient installés au-dessus et ainsi de suite jusqu'aux plus vulnérables situés dans la partie supérieure du bâtiment.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Principe 4 : concevoir des bâtiments adaptés à l'inondation :



Figure 87: forme de construction adapté a l'inondation

.Source: CEPR principes techniques d'aménagement

Il consiste à imaginer des procédés constructifs permettant d'adapter un bâtiment (logement, bâtiment public, locaux d'entreprise, etc.), voire une infrastructure, à la présence du risque d'inondation dans une zone en renouvellement urbain.

Types d'aménagements possibles :

a) La stratégie "éviter" :

La stratégie la plus efficace contre les dommages consiste à éviter autant que possible le danger (ici : l'inondation) en veillant à ne pas implanter les bâtiments dans une zone à risque. Cela peut se faire à l'horizontale ou à la verticale. Cette stratégie a en outre l'impact le plus faible sur les inondations car elle ne réduit pas le volume de rétention disponible pour l'eau.

-La construction sur tertre ou remblai: Cette solution est efficace mais paraît plus adaptée aux zones rurales, avec une densité faible, plutôt qu'aux zones urbaines où le foncier disponible nécessaire à ce type de construction est peu abondant.

- CONSTRUIRE SUR PILOTIS :

La construction sur pilotis consiste à maintenir, à l'aide de pieux ou de piliers, l'arête inférieure du bâtiment au-dessus de la zone dangereuse. Les pilotis n'étant pas considérés comme objets de refoulement d'eau, cette méthode ne nécessite aucune mesure de compensation de volume. L'espace dégagé sous le bâtiment peut être protégé contre les débris flottants par des grilles ou des dispositifs similaires



Figure 88: Eriger un bâtiment au-dessus de la ligne d'eau de crue (construction sur pilotis).

Source : Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l-interieur-des-zones-inondables



Figure 21:CONSTRUIRE SUR PILOTIS.

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l-interieur-des-zones-inondables

-LE VIDE SANITAIRE :

Pour construire un vide sanitaire on érige les murs à partir des fondations filantes jusqu'au-delà du niveau d'eau nominal. On crée de cette manière un volume libre dans lequel l'eau peut entrer et ressortir à travers des ouvertures soigneusement placées.

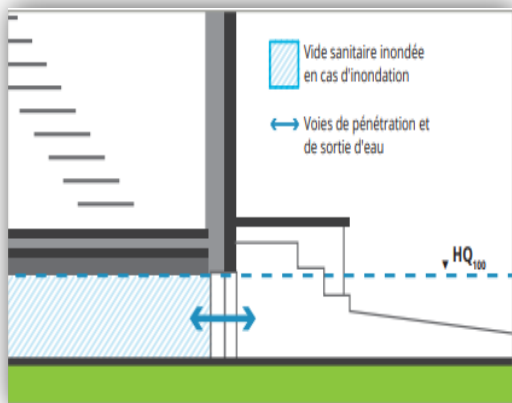


Figure 90: Exemple de vide sanitaire inondable.

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l-interieur-des-zones-inondables

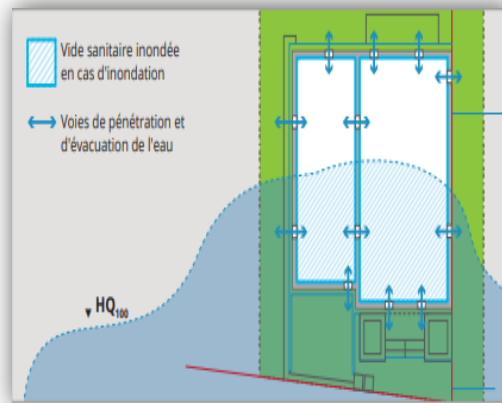


Figure 89: Vue en plan d'un vide sanitaire.

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l-interieur-des-zones-inondables

b) La stratégie "résister" :

Consiste à construire en zone inondable et à exposer le bâtiment à l'eau en cas d'inondation. Dans ce cas, il convient d'éviter ou de limiter la pénétration d'eau.

-PROTÉGER CONTRE LA PÉNÉTRATION D'EAU :

La mise en place de barrières doit permettre d'obturer hermétiquement toutes les ouvertures susceptibles de laisser pénétrer de l'eau d'inondation ou de l'eau souterraine.



Figure 92: PROTÉGER CONTRE LA PÉNÉTRATION D'EAU .

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l-interieur-des-zones-inondables



Figure 91: Fenêtre anti-inondation .

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l-interieur-des-zones-inondables

-LE CAS PARTICULIER DES PARKINGS SOUTERRAINS EN ZONE INONDABLE :

Les parkings souterrains, en particulier ceux à plusieurs étages, ne sont pas recommandés en zone inondable car ils se remplissent en quelques minutes en cas d'inondation et peuvent donc représenter un danger pour les personnes



Figure 93: Inondation d'un parking souterrain.

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l_interieur-des-zones-inondables

-PROTÉGER CONTRE LE REFOULEMENT D'ÉGOUT :

Des dispositifs de sécurité tels que les clapets anti-retour ou les vannes d'arrêt permettent d'éviter le refoulement d'égout. Si les délais de pré alerte sont suffisants, les vannes d'arrêt offrent une plus grande sécurité, mais elles doivent être fermées manuellement.

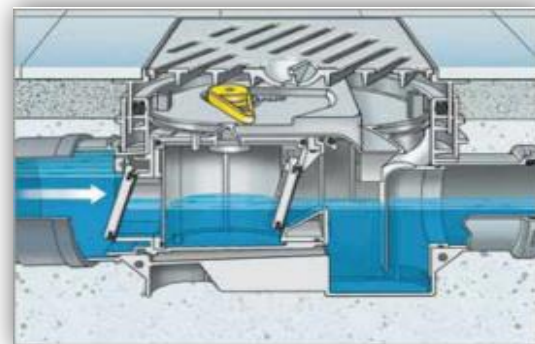


Figure 94 : Protection du bâtiment contre le refoulement .

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l_interieur-des-zones-inondables

c)La stratégie “céder” :

- RENONCER AUX SOUS-SOLS :

Les nouvelles constructions en zone inondable devraient être réalisées sans sous-sols. En cas d'inondation, les caves représentent un danger pour les matériaux stockés et les êtres humains présents, les pièces étant généralement inondées très rapidement.

-METTRE EN EAU POUR PROTÉGER CONTRE LA POUSSÉE D'ARCHIMÈDE ET LA PRESSION DES EAUX :

La mise en eau volontaire et contrôlée peut contribuer à prévenir les dommages consécutifs, notamment lorsque les bâtiments ne sont pas protégés contre la poussée d'Archimède. La mise en eau a pour effet une contre-pression agissant contre la pression extérieure, ce qui réduit les sollicitations qui en résultent.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

-PLACER LES USAGES ET INSTALLATIONS SENSIBLES À L'EAU :

Les usages sensibles à l'eau (tels que dormir et habiter) doivent être tenus à l'écart de la zone exposée au risque d'inondation en les plaçant par exemple aux étages supérieurs.

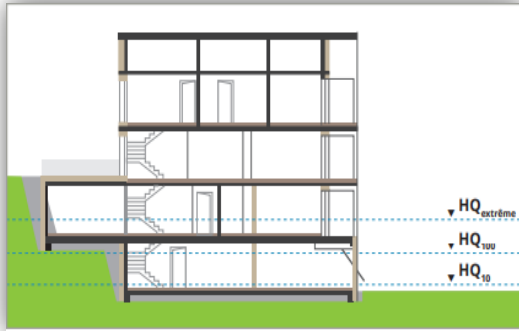


Figure 96: Vue en profil du bâtiment y compris
Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l_interieur-des-zones-inondables

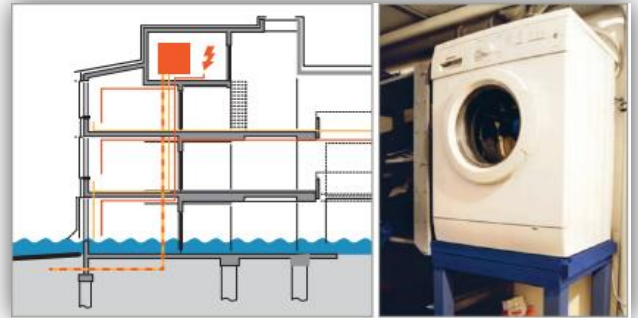


Figure 95: Installer les appareils sensibles sur un support surélevé.

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l_interieur-des-zones-inondables

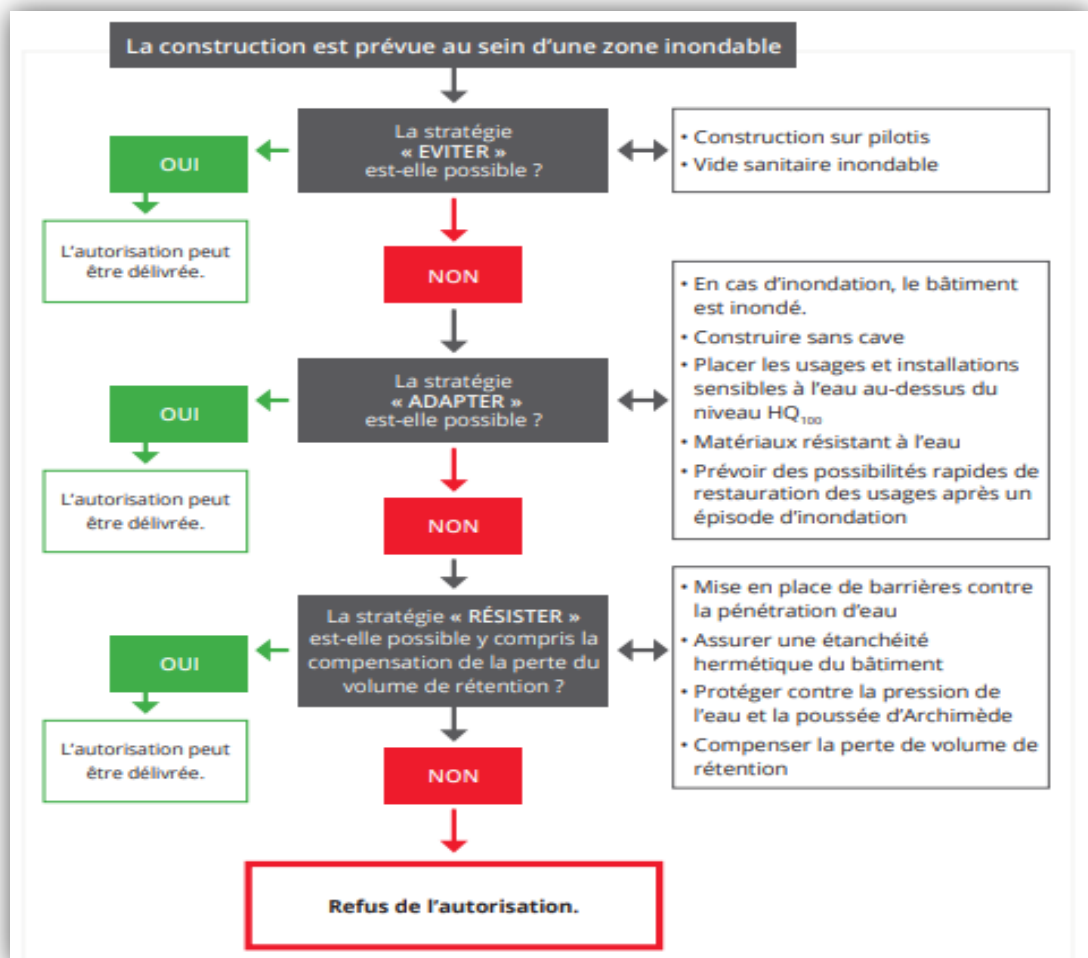


Figure 97: Arbre décisionnel pour l'octroi d'une autorisation selon le droit de l'eau.

Source: Guide-pour-les-projets-de-construction-a-l_interieur-des-zones-inondables

Principe 5 : assurer le maintien du fonctionnement des réseaux techniques.

Les réseaux occupent une place particulière dans le système urbain. En reliant les différentes composantes du système, les réseaux techniques constituent une partie fondamentale pour le fonctionnement de la ville. Ils supportent les flux des différents services essentiels pour les

personnes, les activités et les institutions : transports urbains, fourniture d'énergies (électricité, gaz...), alimentation en eau potable.

- La résistance ou robustesse des réseaux :

La capacité fonctionnelle de ces réseaux est liée à leur résistance physique à l'inondation : résistance des canalisations à la pression, l'étanchéité de certaines installations (postes et transformateurs électriques notamment), gaines de câbles étanches.

- La diversification :

Il s'agit d'avoir plusieurs types de sources différentes pour un même réseau afin d'assurer une certaine dispersion du risque et d'avoir des possibilités de substitution. Par exemple, concernant les réseaux d'énergie, implanter des éoliennes, recourir aux panneaux solaires, à la biomasse, etc. Le but est de ne pas être dépendant d'une seule source afin de pouvoir compter sur plusieurs types d'alimentation en cas d'atteinte à l'un d'entre eux par l'inondation.

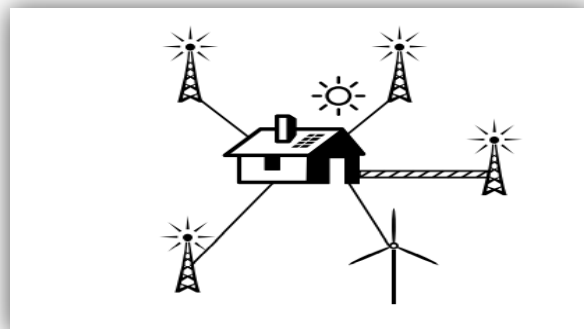


Figure 98: assurer le maintien du fonctionnement.

Source : CEPRI principe technique d'aménagement

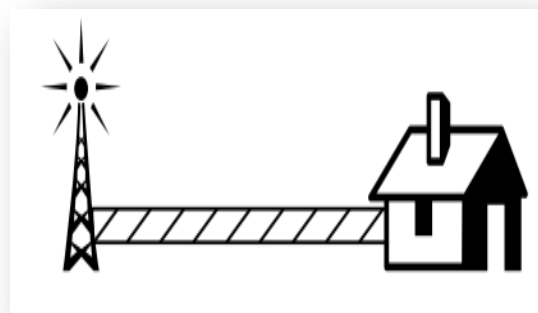


Figure 99: résistance ou robustesse des réseaux
.Source:CEPRIprincipe technique d'aménagement

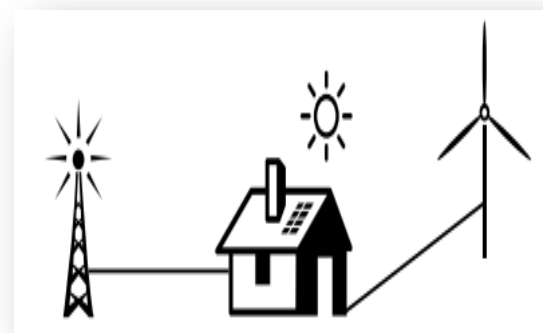


Figure 100: la diversification.

Source:CEPRI principes techniques d'aménagement

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

- L'autonomie :

Cela concerne la capacité d'un réseau à pouvoir fonctionner sans dépendre de son environnement immédiat. Une atteinte à un transformateur électrique par exemple aura moins d'impact sur le fonctionnement des services hospitaliers, d'un établissement de santé si ceux-ci sont équipés de panneaux solaires ou autres.

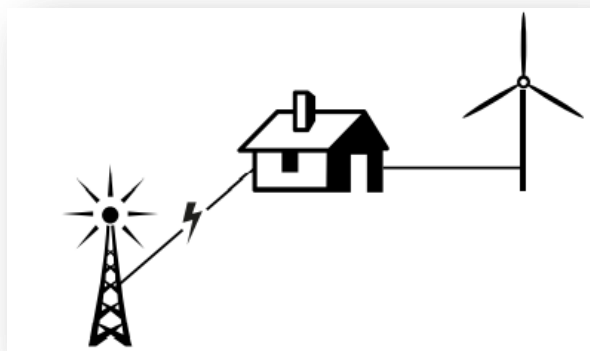


Figure 101:l'autonomie.

Source:CEPRI principe d'aménagement

- Le maillage du territoire :

Il consiste à implanter, à plusieurs endroits sur le territoire, des sources du même type de réseau pour permettre une interconnexion de ces réseaux. Par exemple, pour l'eau potable, cela implique de ne pas avoir seulement un point d'alimentation pour l'ensemble de la ville. Plusieurs points d'alimentation pourraient être répartis sur l'ensemble de la ville, à la fois dans les zones soumises à une inondation potentielle et dans les zones non inondables. Cela peut aussi être le doublement d'un réseau afin de le sécuriser.

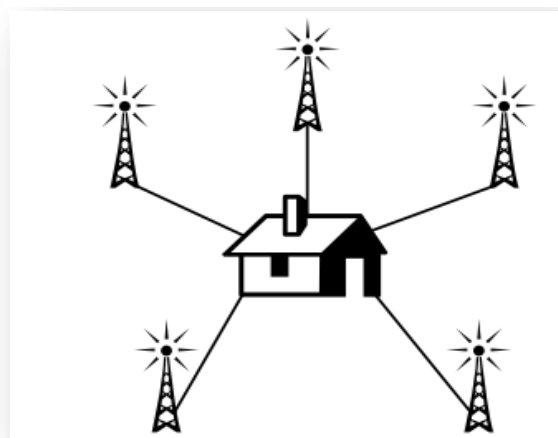


Figure 102:le maillage des réseaux .

Source:CEPRI principes techniques d'aménagement

Principe 6 : Créer des "espaces intelligents" pour la gestion de crise et la reconstruction :

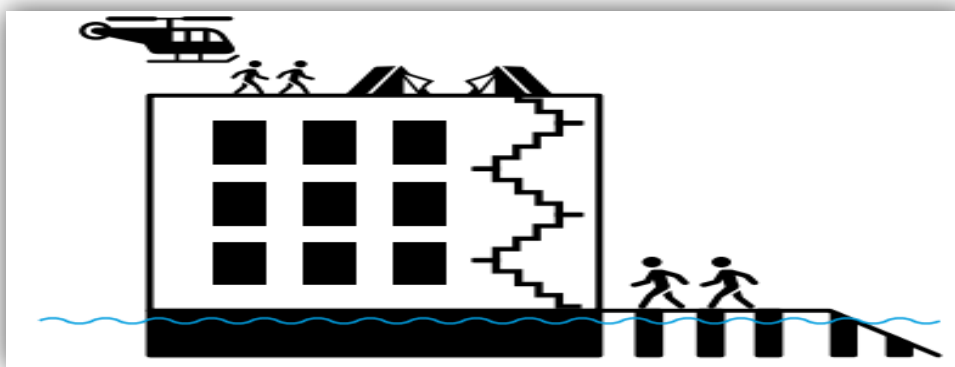


Figure 103:Créer des "espaces intelligents" pour la gestion de crise et la reconstruction.

Source:CEPRI principes techniques d'aménagement

Ce principe a pour objectif de faciliter la gestion de crise et le retour à la normale d'une ville soumise à des risques d'inondation. Il consiste à installer en zone inondable, au plus près des populations sinistrées, des structures permettant l'accueil des populations pendant la crise et le redémarrage du territoire impacté le plus rapidement possible après une inondation.

Le qualificatif "intelligent" implique que ces infrastructures ont une fonction principale en période normale et sont capables de basculer vers une ou plusieurs fonctions de gestion de crise en cas d'inondation, et même lors du retour à une situation normale.

Types d'aménagements possibles :

a) Le concept de refuge adapté :

En règle générale, les bâtiments servant de refuge n'ont pas été conçus pour assurer cette fonction et l'hébergement des populations en période d'inondation s'effectue souvent dans des lieux d'accueil qui ne sont pas toujours adaptés à ce besoin d'urgence. Des standards ont été développés, essentiellement en Amérique du Nord, pour la conception de lieux d'hébergement temporaire qui ont vocation à assurer cette fonction.

b) La notion de services essentiels implantés en zone inondable :

Les infrastructures vitales, ou "hot spot", sont des bâtiments qui sont essentiels dans le fonctionnement d'une zone urbaine. Ils sont d'autant plus importants qu'ils sont et doivent demeurer en interrelation constante avec le système urbain pour le faire fonctionner.

Ces infrastructures sont indispensables en période normale pour assurer le bon fonctionnement d'une ville. En période d'inondation, elles conservent leur importance, qui se trouve même accrue par les besoins de la population au moment de la post-crise : soutien et protection par les services de secours, soins par les services de santé, besoins vitaux en eau et nourriture, sans compter les réseaux électriques qui permettent de maintenir le fonctionnement de services de soins spécialisés.

INTRODUCTION :

Nous avons étudié les informations et les données relatives aux les inondation afin de montrer un nouveau projet qui cherche à, montrer des solutions utiles pour la protection contre les inondations.

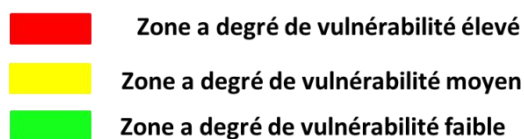
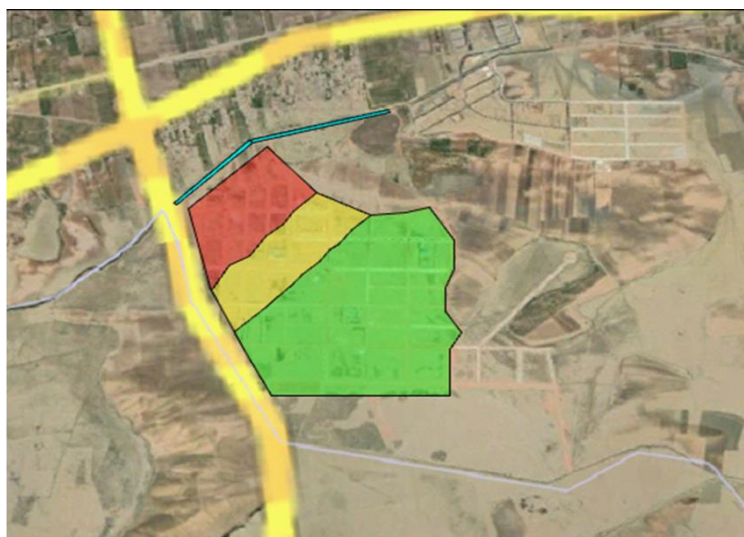
2. Découpage adapté au principe d'aménagement en zone inondable :

D'après les stratégies d'aménagement possible en zone inondable couvrant le bâti existant et les nouvelles constructions que nous allons projeter, et selon la synthèse de l'analyse de site et de l'analyse thématique, on a déduire le découpage de notre zone d'intervention en zone à éviter, zone à adapter, zone à résister à l'inondation comme suivant :

Zone A=Zone a degrés de vulnérabilité élevé.

Zone B=Zone a degrés de vulnérabilité moyen.

Zone=Zone a degrés de vulnérabilité faible.



2.1. Aménagement en zone a évité :

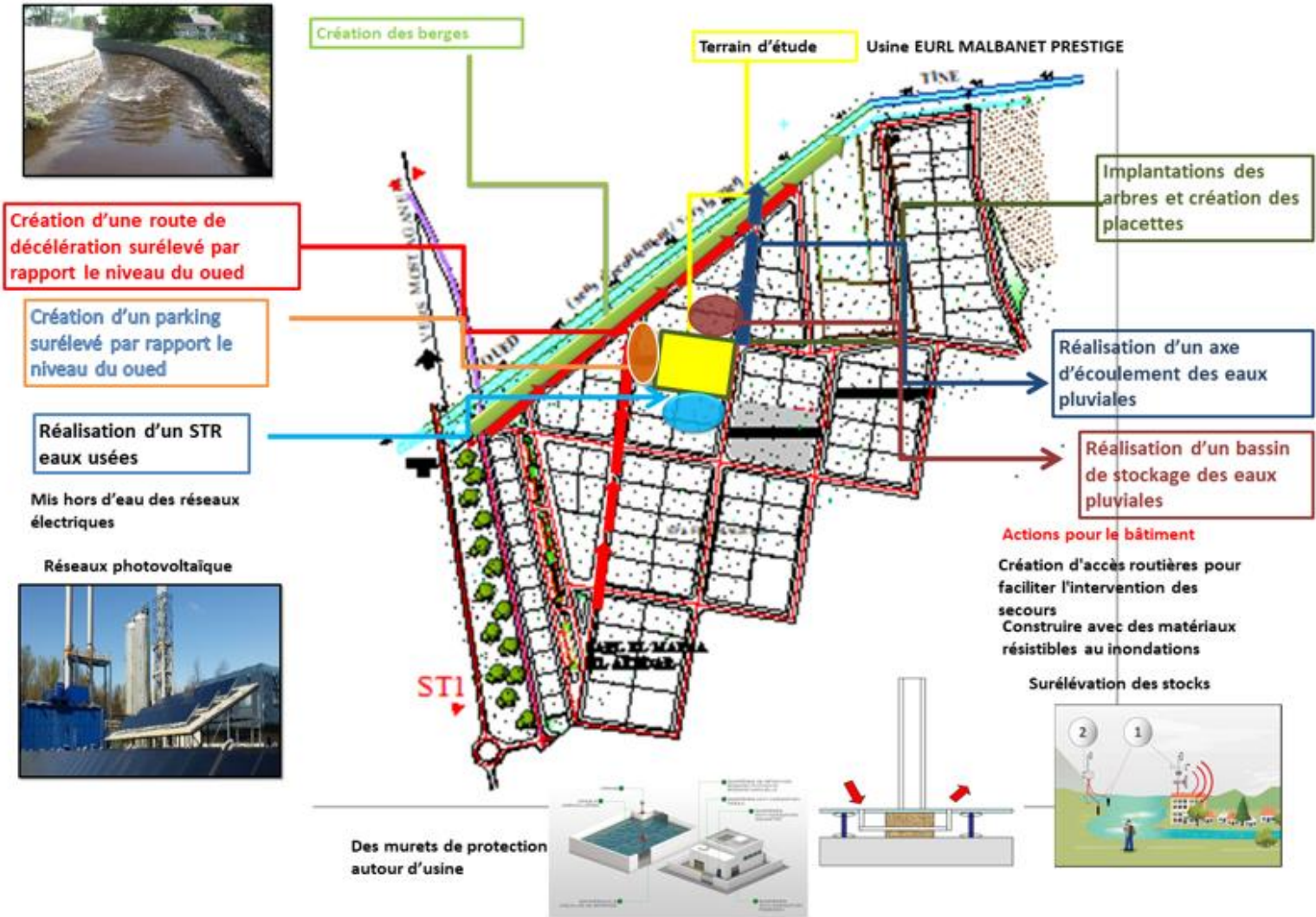
Les critères de choix de cette zone sont:

D'après l'analyse effectuée suivant méthode Creach.

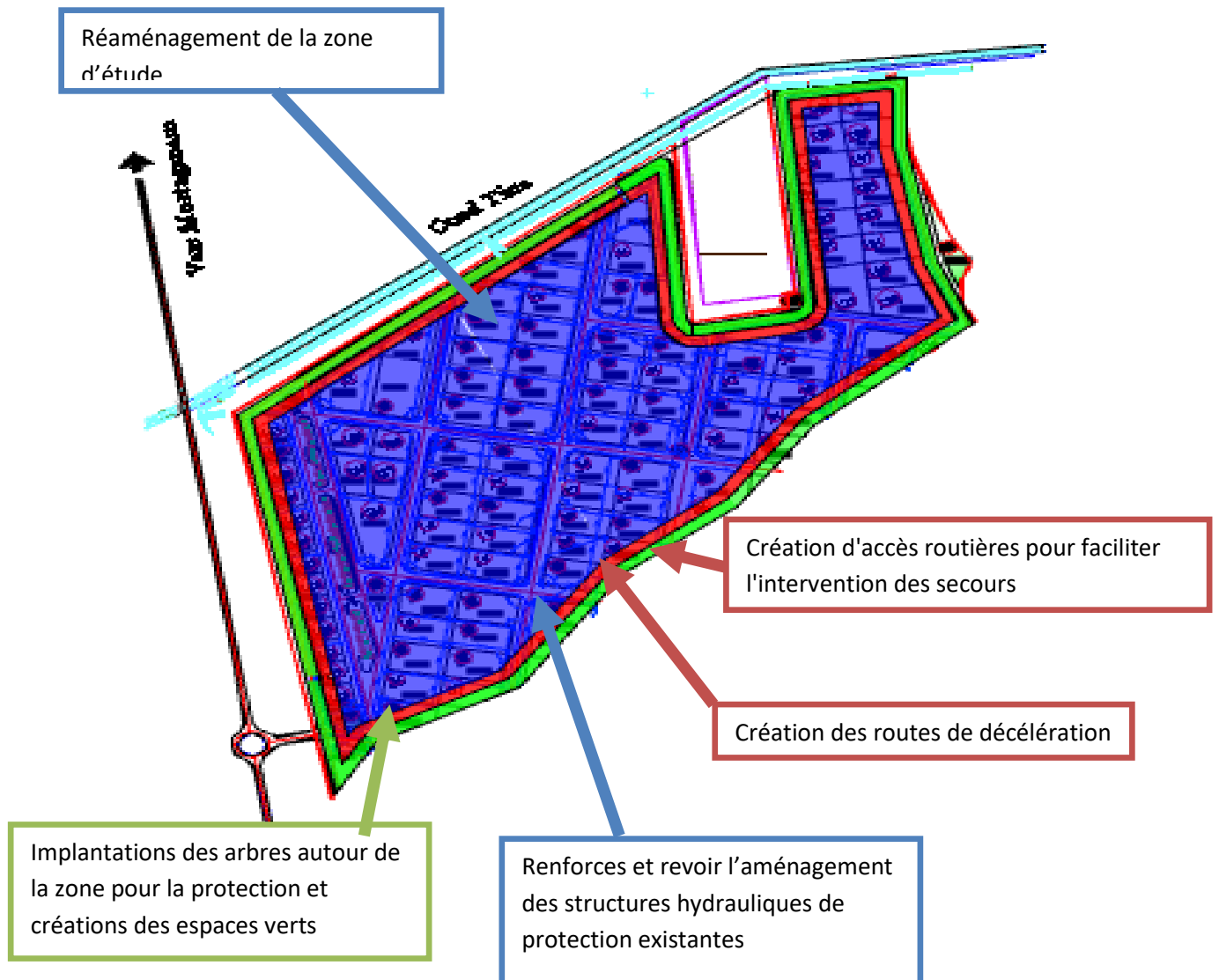
Le degré de vulnérabilité de la zone.

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Schéma d'actions primaire :



Délimitation de la zone :



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

2.Principes de découpage de la zone à éviter 1 et d'implantation :

Selon l'analyse de vulnérabilité et les principes d'aménagement en zone inondable on a découpé notre zone d'étude comme suit :

1-Implantations des arbres Création des voies :

-Implantations des arbres tout autour de la zone comme un mur de protection. Parce que la végétation est le meilleur ralentisseur des écoulements pendant la ou les saisons pluvieuses.

-Création des voies de décélération a cote de la zone.

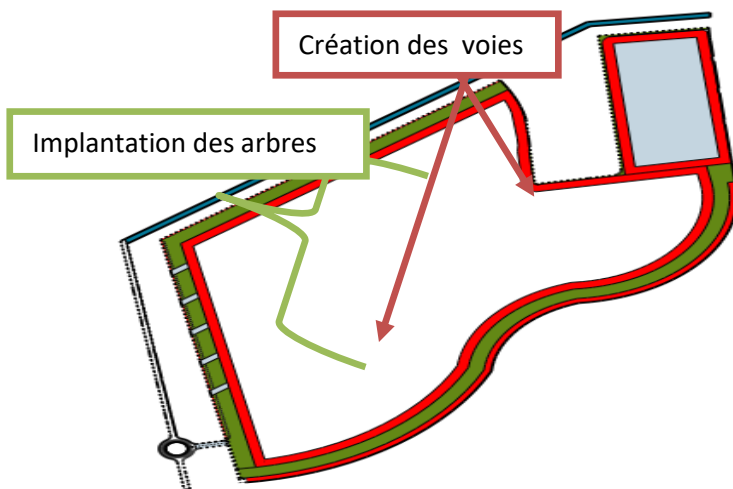
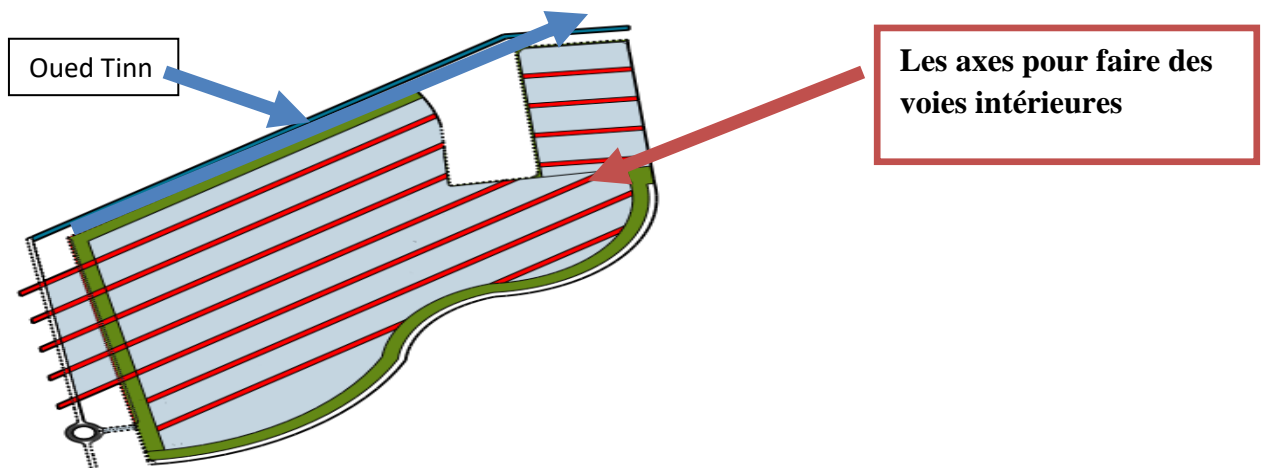


Figure : implantation des arbres et la création des voies

Source : auteur

2- création des axes :

Cette étape consiste à projeter des axes parallèles à l'axe de l'oued tin pour réaménager la zone d'étude, et pour faire ressortir la forme des nouveaux ilots. pour crée des chants visu elle sur l'oued.



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

4-Implantation d'un ruisseau :

Cette étape consiste à la création d'un ruisseau relié avec oued tin .il permet de ralentir et de réduire le ruissellement en améliorant l'infiltration des précipitations dans le sol. Et résulte de l'insuffisance de système d'évacuation.

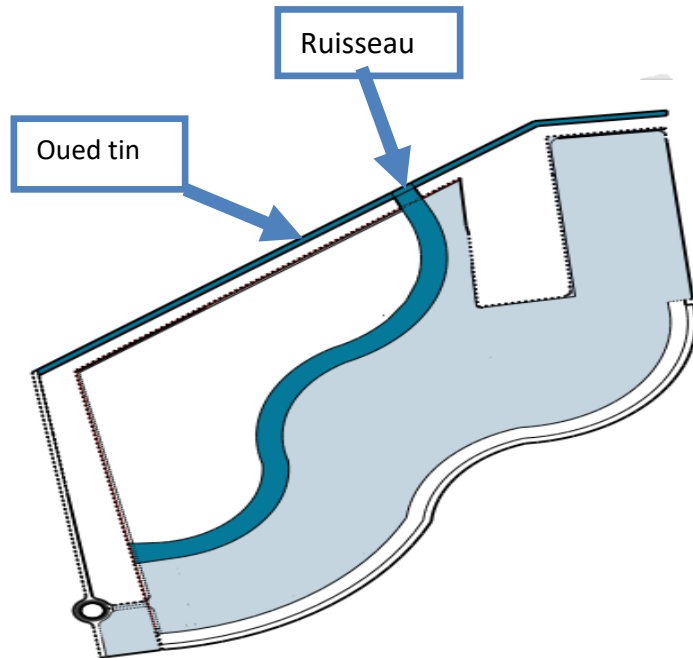
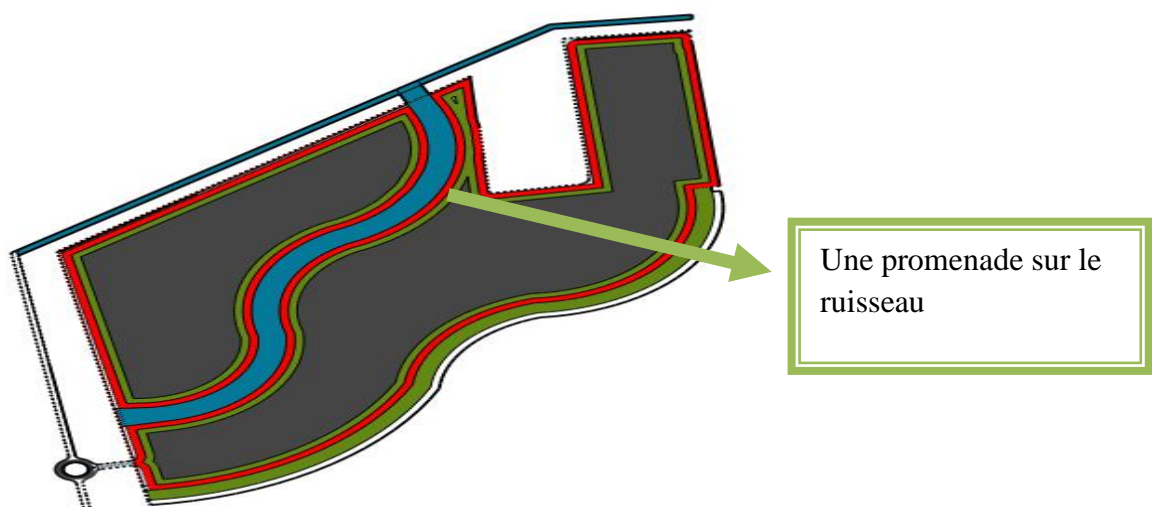


Figure :la création d'un ruisseau

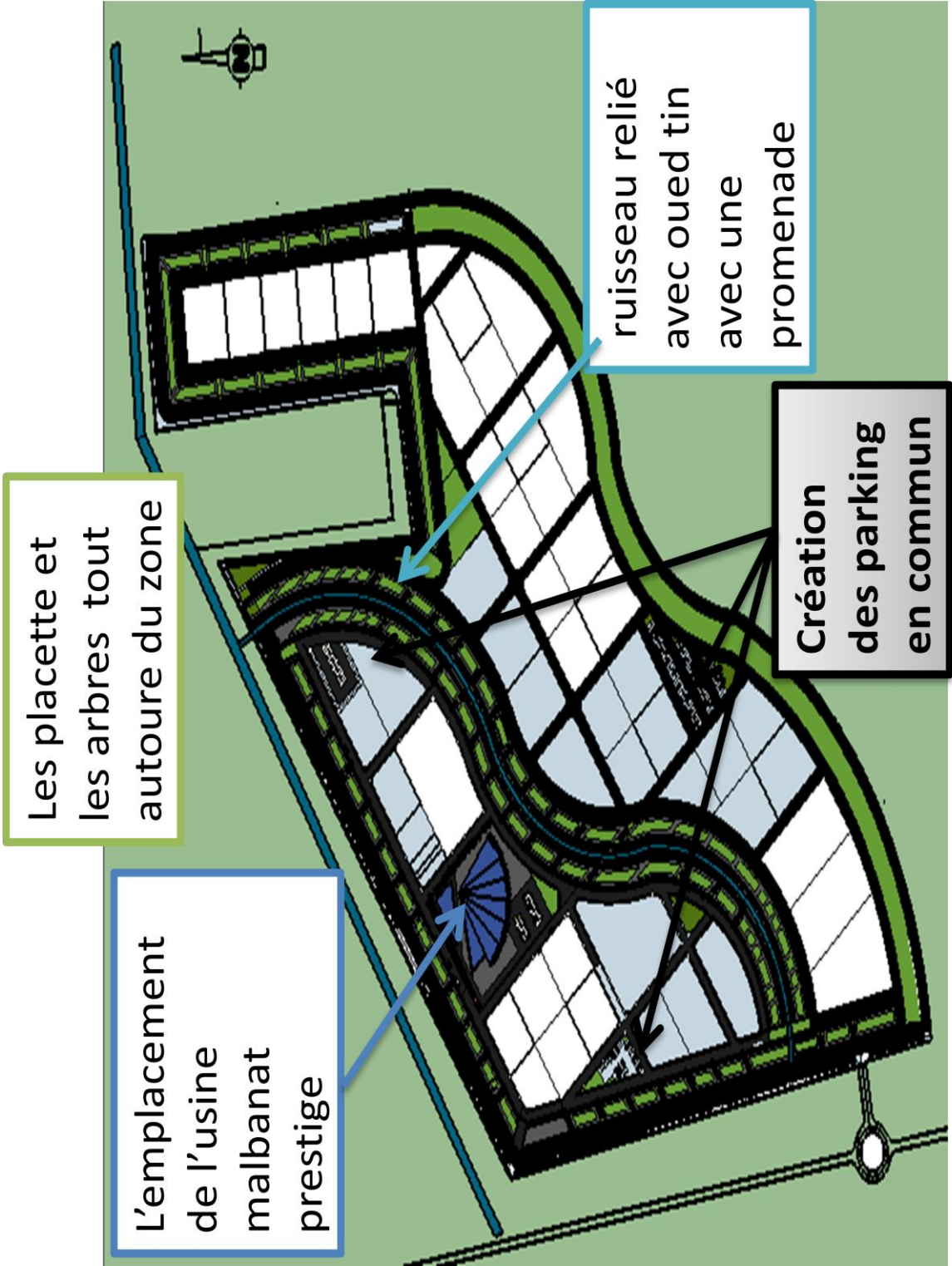
Source :auteur

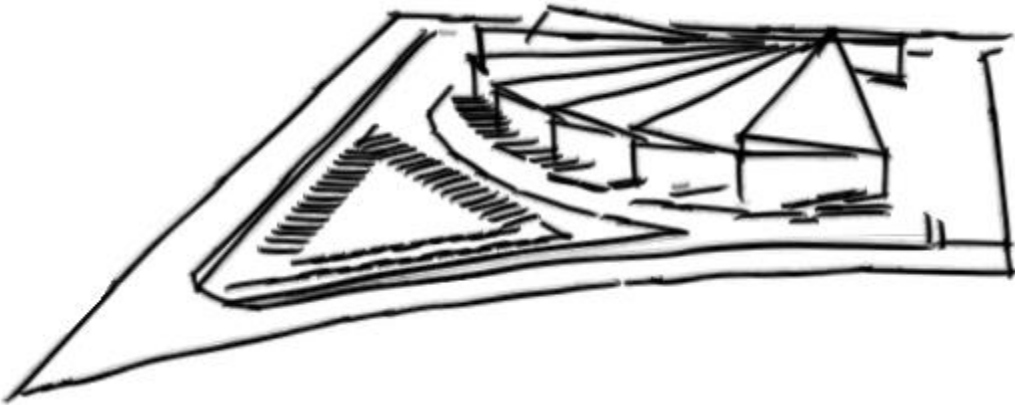
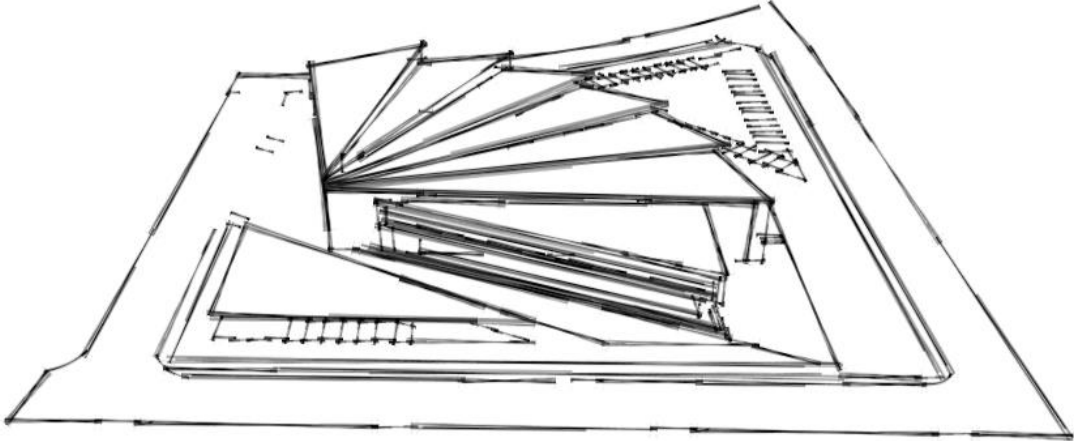
-la création pour obtenir un paysage agréable pour la zone.

Et création des placettes sur les niveaux.



Plan de masse schématique



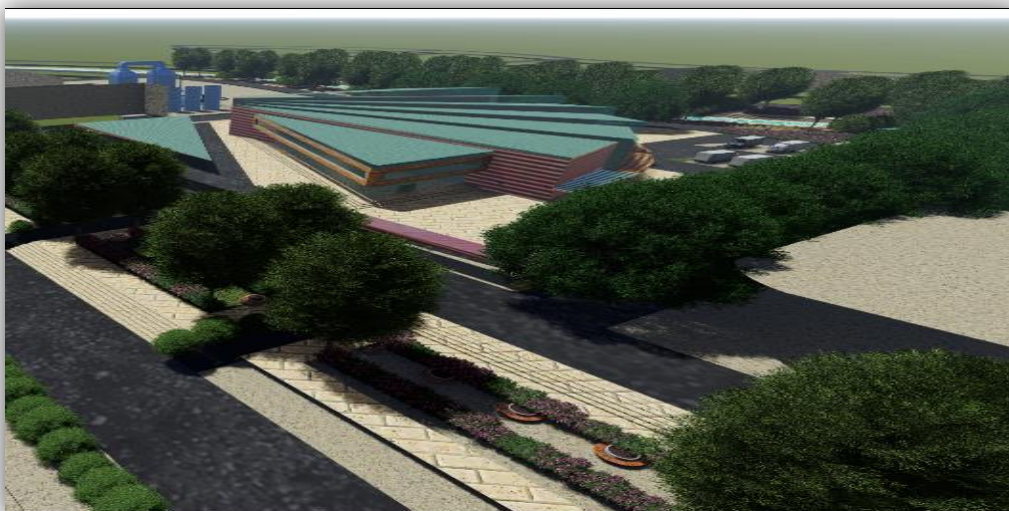


Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

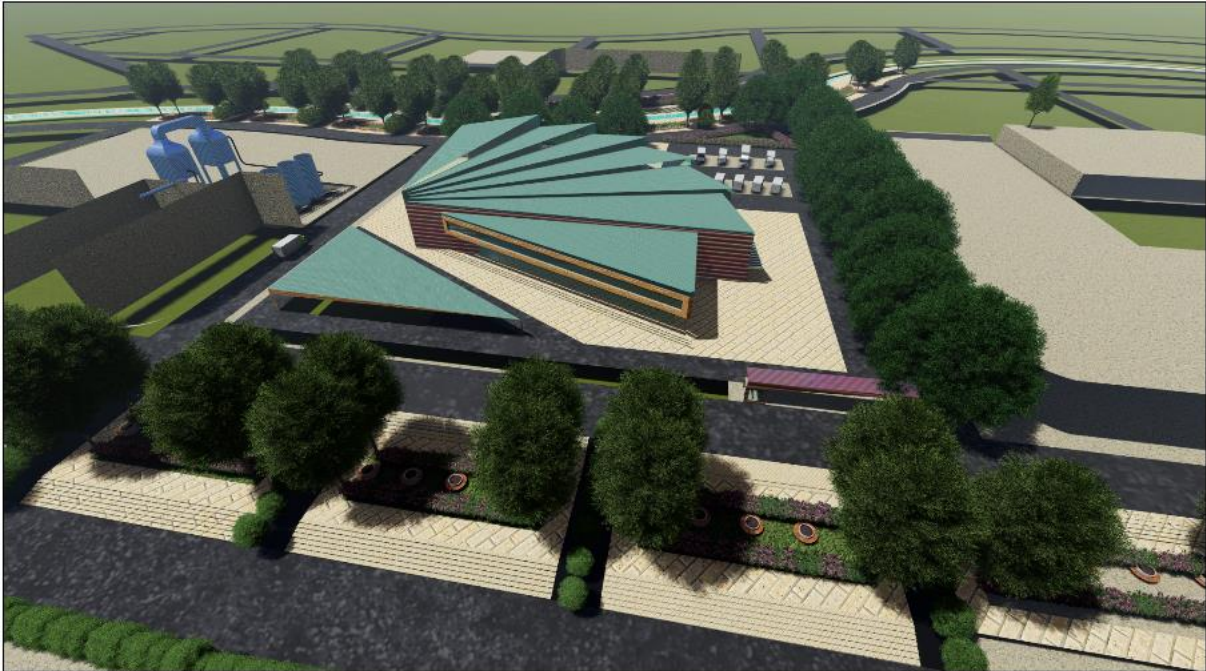


Vue sur l'usine

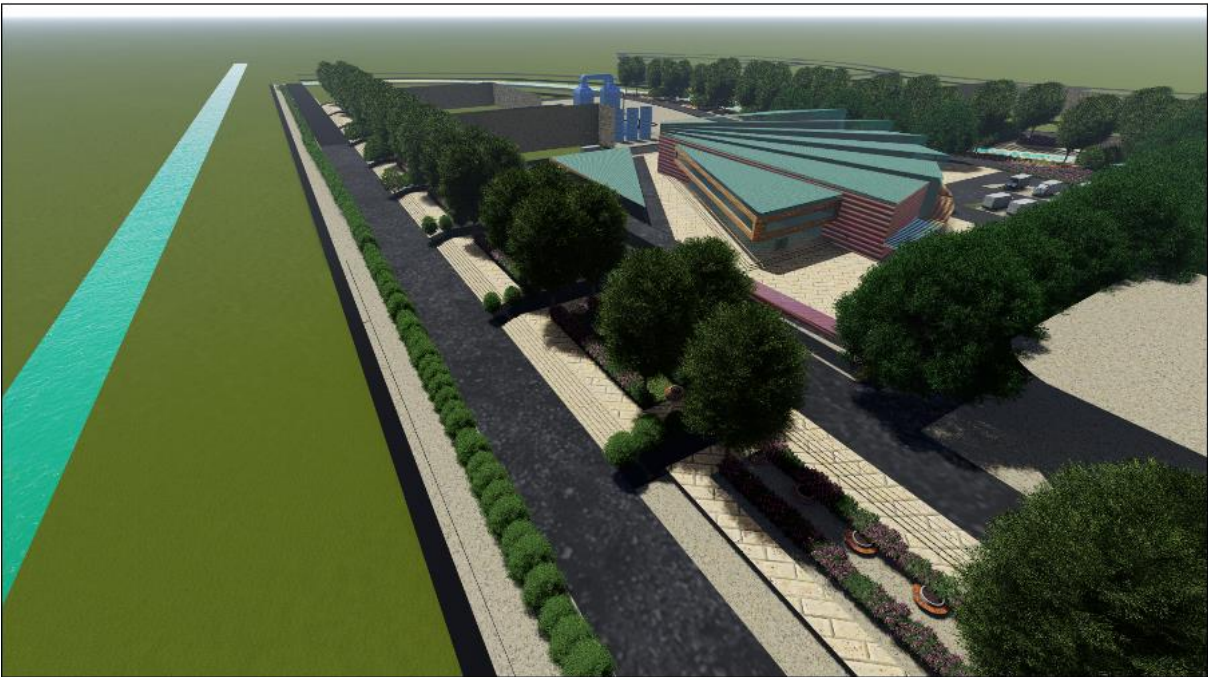
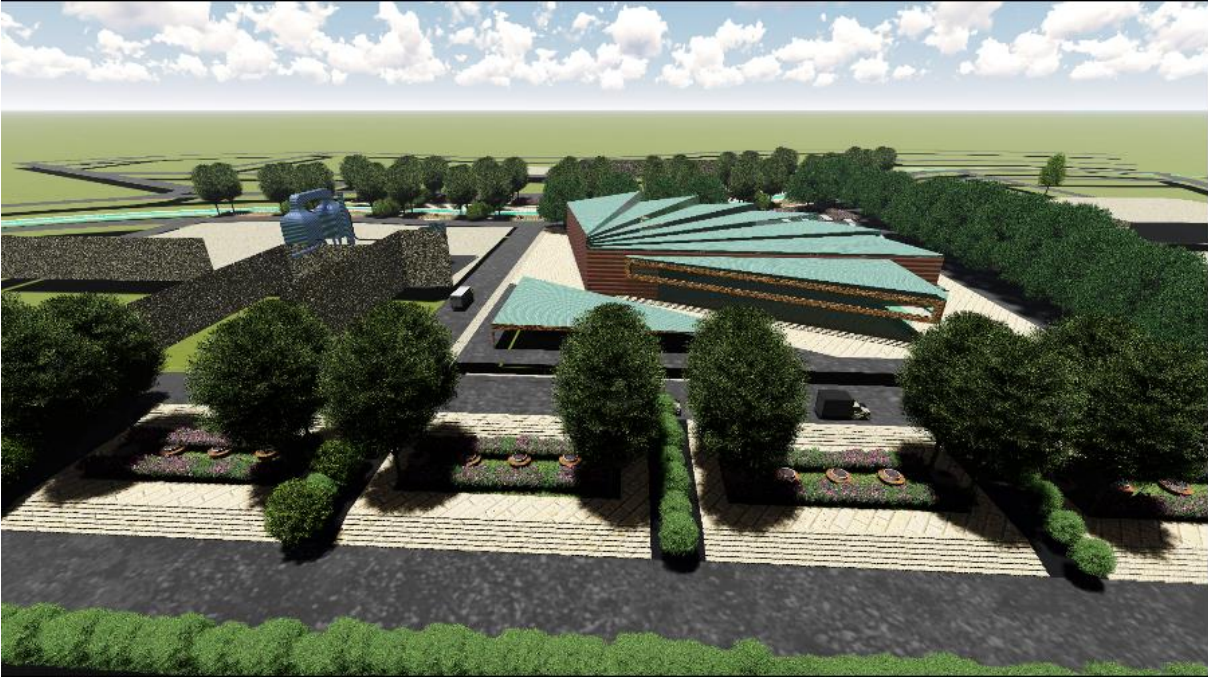
3d de projet :



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.



Conclusion générale :

Pour construire dans une zone inondable il faut une étude passant par l'analyse de site : présentation de la zone, vulnérabilité de la zone , l'historique des inondations de la zone.

En s'appuyant sur une recherche et analyse thématique, des exemples réalisés et une étude de Principe mobilisables pour un aménagement adapté au risque d'inondation

Les points suivants résument les grandes lignes de l'aménagement de notre zone suivants les principes d'aménagement en zone inondable :

- Réaménagement de la zone d'étude.
 - Renforces et revoir l'aménagement des structures hydrauliques de protection existantes .
 - Création d'accès routières pour faciliter l'intervention des secours
 - Implantations des arbres autour de la zone pour la protection et créations des espaces verts .
 - faire remblai le terrain .
 - création des axes **routière**.
 - la création d'un ruisseau relié avec oued tin .il permet de ralentir et de réduire le ruissellement en améliorant l'infiltration des précipitations dans le sol. Et résulte de l'insuffisance de système d'évacuation
 - la création d'une promenade pour obtenir un paysage agréable pour la zone.
- Et création des placettes sur les niveaux.
- la créations des parking en commun.
 - construction avec des matériaux résistible à l'inondation .

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Ouvrage	Matériau de construction ou mode d'exécution	Résistance contre l'action de l'eau		
		bonne	moyenne	mauvaise
Revêtement mural	Papiers peints			x
	Carrelage	x		
	Bois			x
	Matières textiles			x
	Placoplâtres			x
	Liège			x
Fenêtres	Bois (selon l'essence)		x	x
	Plastique	x	x	
	Aluminium	x		
	Acier galvanisé	x		
Rebords de fenêtre	Marbre			x
	Autres pierres naturelles (granit par exemple)	x		
	Bois (selon l'essence)		x	x
	Aluminium et métaux revêtus	x		
	Grès			x
	Ardoise		x	
Portes	Châssis en bois			x
	Châssis en métal	x		
	Portes en bois			x
	Portes en inox	x		
Escaliers	Béton	x		
	Bois			x
	Construction en acier galvanisé	x		
	Escaliers massifs en pierre naturelle	x		

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Ouvrage	Matériau de construction ou mode d'exécution	Résistance contre l'action de l'eau			
		bonne	moyenne	mauvaise	
Murs	Briques silico-calcaires	x			
	Briques pleines en terre cuite	x			
	Briques pleines perforées		x		
	Klinker	x			
	Béton	x			
	Béton cellulaire durci en autoclave		x		
	Argile (selon la durée d'action)		x	x	
	Cloisons légères en plaques de plâtre			x	
	Bois			x	
	Briques de verre	x			
	Systèmes composites pour l'isolation thermique extérieure			x	
	Enveloppe du bâtiment	Crépis minéraux (ciment, chaux hydraulique)	x		
		Maçonnerie de parement avec lame d'air	x		
Carreaux en grès cérame		x			
Isolation hydrofuge		x			
Plinthes en plastique		x			
Plaques en fibrociment		x			
Isolants fibreux				x	
Crépis	Crépis minéraux de ciment	x			
	Crépis de chaux (chaux hydrauliques)	x			
	Crépis de plâtre			x	
	Argile (selon la durée d'action)	x	x		
	Crépis spéciaux (imprégnation hydrophobe)	x			
	Crépis de résines synthétiques	x			
Peinture	Peintures minérales	x			
	Peintures à la chaux	x			
	Peinture de dispersion			x	

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Ouvrage	Matériau de construction ou mode d'exécution	Résistance contre l'action de l'eau		
		bonne	moyenne	mauvaise
Matériaux	Chaux	x		
	Plâtre			x
	Ciment	x		
	Matériaux cuits	x	x	
	Argile (selon la durée d'action)	x	x	x
	Produits en grès	x		
	Bitume (enduits et lés)	x		
	Métaux (selon le type)	x	x	
	Matières plastiques (selon le type)	x	x	x
	Bois (selon l'essence)		x	x
	Matières textiles			x
	Matières absorbantes			x
	Dalle de fondation	Béton imperméable à l'eau	x	
Structure du sol	Chape	x	x	
	Chape flottante		x	x
	Chape anhydrite			x
	Poutres en bois		x	
Revêtement de sol	Pierre naturelle (granit, dolomite)	x		
	Grès			x
	Marbre			x
	Pierre artificielle	x		
	Carrelage (selon le type)	x	x	
	Surfaces en résines époxydes	x		
	Parquet/sol stratifié			x
	Pavé en bois			x
	Bois massif			x
	Liège			x
	Revêtements textiles (tapis, moquettes)			x
Linoléum			x	

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

Bibliographie :

(s.d.). Consulté le 12 08, 2022, sur <https://referentiel-ville-durable.orleans-metropole.fr/>.

(s.d.). Consulté le 12 08, 2022, sur
[/IMG/pdf/2020_01_13_driee_seminaire_seine_normandie_edl_archi.pdf](#).

(s.d.). Récupéré sur CEPRI principe technique s d' aménagement .

(s.d.). Récupéré sur projet urbain inondation.pdf.

(s.d.). Récupéré sur La-conception-architecturale-pour-répondre-au-risque-inondation.pdf.

(s.d.). Récupéré sur MEMOIRE fin étude PROTECTION DES VILLES CONTRE LES .pdf.

(s.d.). Récupéré sur MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN MASTER AMENAGEMENT EN ZONE INONDABLE.pdf.

(s.d.). Récupéré sur batir en zone inondable.pdf.

(s.d.). Récupéré sur MEMOIRE DE MASTER contribution à l'étude de l'aléa " inondations": Genèse et prédiction .pdf.

(s.d.). Récupéré sur ÉTUDE DE SYSTÈME DE DRAINAGE ET PROTECTION DE LA ZONE DES BORDJIAS.pdf.

(s.d.). Récupéré sur lhb_BONNEFOND.pdf.

(s.d.). Récupéré sur P.D.A.U el hassienne .

(s.d.). Récupéré sur direction d 'hydraulique Mostaganem.

(s.d.). Récupéré sur guide de vulnérabilité technique construction tableau.pdf.

(s.d.). Récupéré sur vulnérabilité-et-protection-des-etablissements-industriels-face-au-risque-inondation-dans-le-cadre-d_doc.pdf.

• <https://www.interieur.gov.dz/index.php/fr/d%C3%A9partement-national-aux-risques-majeurs.html>. (s.d.).

books.openedition.org. (s.d.).

bureau d étude urbor mostaganem.

<http://archives.univ-biskra.dz>. (s.d.). *mémoire fin étude , 77.*

http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/19842/m%C3%A9moire_djeddou_finale%20%285%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (s.d.).

Construire dans une zone inondable, la zone industrielle, Bordjia.

<http://observatoire-regional-risques-paca.fr/article/definitions-generalites-risques-majeurs>. (s.d.).

<http://observatoire-regional-risques-paca.fr/article/risque-industriel#:~:text=Un%20risque%20industriel%20majeur%20est,et%2Fou%20l'environment>. (s.d.).

<http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/Risque-inondations-2004.pdf>. (s.d.).

<http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/Risque-inondations-2004.pdf>. (2021, 1 15).

https://library.ensh.dz/images/site_lamine/pdf/these_master/2014/6-0011-14.pdf. (s.d.). 112.

https://library.ensh.dz/images/site_lamine/pdf/these_master/2014/6-0011-14.pdf. (s.d.).

https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/hydrologie.php4. (s.d.).

https://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2020_01_13_driee_seminaire_seine_normandie_edl_archi.pdf. (s.d.). Consulté le 12 08, 2022

<https://www.ecologie.gouv.fr/prevention-des-risques-majeurs#:~:text=%22La%20d%C3%A9finition%20que%20je%20donne,TAZIEFF%20qualifiait%20le%20risque%20majeur>. (s.d.).

<https://www.finistere.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques/Generalites/Qu-est-ce-qu-un-risque-majeur>. (s.d.).

<https://www.otri.fr/le-risque-inondation/alea-et-risques/>. (s.d.).

<http://dspace.univ-jijel.dz>. (s.d.).

http://ressources.fondation-ued.fr/modules/moduleRisques/__les-risques-naturels-aquatiques_2. (s.d.).

www.actu-environnement.com. (2022, 01 15).

[www.google image .com](http://www.google.com). (s.d.).

www.google.com. (s.d.).