

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



N° d'Ordre :

N° de Série :

INSTITUT DE GESTION DES TECHNIQUES URBAINES

Mémoire présenté par

M^r KHALED Foudil

Pour l'obtention du diplôme de Magister

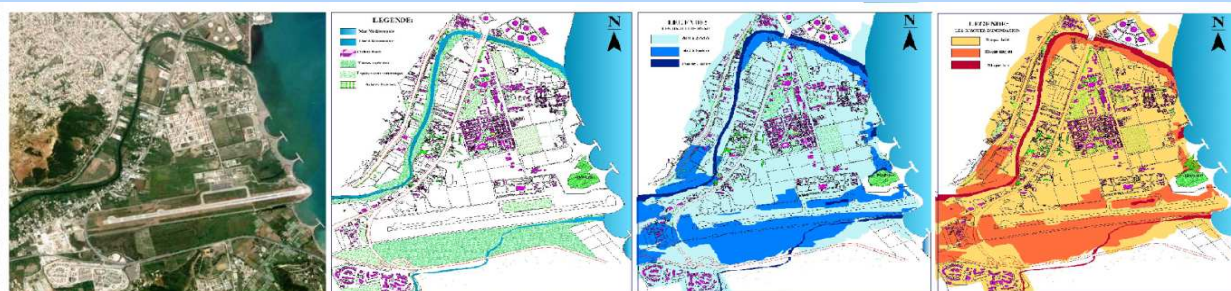
Option : Gestion des villes et gouvernance

Thème :

VILLES ET RISQUE D'INONDATION :

Essai d'élaboration d'un P.P.R.I

Cas d'Iriahène-Bejaia



Devant le jury composé de

Nom et prénom

CHAFI Fatma Zohra

AMIRECHE Hamza

AICHE Mouloud

BRAHMIA Khaled

Grade

M.C.A

Professeur

M.C.A

M.C.A

Présidente

Encadreur

Examineur

Examineur

Université Constantine 3

Université Constantine 3

Université Badji Mokhtar Annaba

Université Badji Mokhtar Annaba

Année Universitaire : 2014-2015

INSTITUT DE GESTION DES TECHNIQUES URBAINES

VILLES ET RISQUE D'INONDATION :

Essai d'élaboration d'un P.P.R.I

Cas d'Iriahène-Bejaia

Mémoire présenté par

M^r KHALED Foudil

Pour l'obtention du diplôme de Magister

Option : Gestion des villes et gouvernance

Année Universitaire : 2014-2015

REMERCIEMENTS

Une thèse est une entreprise dont la réussite n'est possible qu'avec l'aide d'un certain nombre de personnes. Il m'est agréable de remercier vivement et chaleureusement tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail.

*Pr. **AMIRECHE Hamza** (mon Encadreur) pour m'avoir laissé libre de découvrir le monde de la recherche par moi-même. Je lui adresse tout mes sincères remerciements pour ces conseils, sa disponibilité et ces orientations tout au long de ce travail.*

*Le président et les membres du jury, M^{me} **CHAFI Fatma Zohra**, M^r : **AICHE Mouloudet** M^r **BRAHMIA Khaled** pour avoir pris le temps de lire et de juger cette thèse, pour leurs remarques avisées, leurs nombreux conseils et leur valeureuse contribution d'enrichir cette recherche.*

*A mes amis : **BELAOUT Adel**, **CHIBOUNE Soufiane**, pour leur soutien en matière de documentations sur la ville de Bejaia. **À Billel FILALI** (étudiant en France) pour avoir pris de son temps de m'envoyer par poste un ouvrage intéressant traitant ma thématique de recherche. A mon collègue de travail a l'APC : **ABDOUNE Khoudir**, pour les nombreux conseils qu'il m'a donnés notamment la partie hydrologique.*

*A ma **Femme**, pour son encouragement, son appui pendant toute la réalisation du travail et pour son assistance en matière d'élaboration de la démarche cartographique, sa compétence et son expérience ont été réellement avantageux pour pouvoir finir mon travail.*

*A la **technicienne** au bureau d'instrument d'urbanisme du service technique de la commune de Bejaia, pour son aide concernant les instruments d'urbanisme (POS de la zone d'étude). Et a mon ami de facebook **Abdelghani ZIDANE** pour son aide en matière de traduction.*

*Je remercie aussi les **nombreux citoyens et membres associatifs** du quartier d'Iriahène, pour leur sympathie et leur collaboration pendant notre travail du terrain.*

Je veux aussi remercier tous mes amis(es) qui m'ont aidé même par un coup de fil, et soutenu tout au long de ce travail. Je tiens enfin à remercier très chaleureusement tous ceux qui ont patiemment relu ce travail et m'ont aidé à le finaliser.

J'oublie certainement des gens, qui, d'une manière ou d'une autre, ont participé à l'élaboration de cette thèse. Qu'ils m'en excusent et qu'ils soient remerciés du fond du cœur.

Et enfin, Je tiens à exprimer toute ma gratitude à toute ma famille pour son soutien et sa confiance.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail de recherche à ma petite chère cousine « Hadjer » âgée de 5 ans, qui a été emportée en 2008 par les eaux de crue près de « l'Oued Agrioune ». Sa mort a été le résultat de la sévérité de la nature et la négligence des hommes à la foi.

Si un jour, vous avez conseillé quelqu'un de ne pas construire dans une zone inondable, sa serai a vous que dédie les fruits de mes efforts et les résultats de ma recherche.

Aussi, je dédie ce travail a toutes les victimes des inondations au monde.

LISTE DES ABREVIATIONS

- ▶ **ABH AHS** : Agence du bassin hydrographique Algérois, Hadna Soummam
- ▶ **AEP** : Alimentation en eau potable
- ▶ **ANRH** : Agence nationale des ressources hydriques
- ▶ **APC** : Assemblé populaire communale
- ▶ **BET** : Bureau d'étude technique
- ▶ **BV** : Bassin versant.
- ▶ **CES** : Coefficient d'emprise au sol
- ▶ **CNTS** : Centre national des techniques spatiales
- ▶ **COS** : Coefficient d'occupation du sol
- ▶ **CTC** : Contrôle technique de construction
- ▶ **CW** : Chemin de wilaya
- ▶ **Dc** : Densité de drainage
- ▶ **DHW** : Direction d'hydraulique de wilaya
- ▶ **DUC** : Direction de l'urbanisme et de la construction
- ▶ **EAC** : Exploitation agricole commune
- ▶ **EPAU** : Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme
- ▶ **K.c** : Indice de compacité
- ▶ **Km** : kilomètre
- ▶ **Logts** : Logement
- ▶ **LPL** : Logement participatif locataire
- ▶ **MNT** : Modèle numérique du terrain
- ▶ **ONM** : Office national de météorologie
- ▶ **OPGI** : Office de promotion et de gestion immobilière
- ▶ **ORSEC** : Organisation des secours
- ▶ **PAW** : Plan d'aménagement de wilaya
- ▶ **PDAU** : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme
- ▶ **PHEC** : les Plus hautes eaux connues
- ▶ **POS** : Plan d'occupation du sol
- ▶ **PPR** : Plan de prévention des risques
- ▶ **PPRI** : Plan de prévention du risque inondation
- ▶ **PUD** : Plan d'urbanisme directeur
- ▶ **R.N** : Route nationale
- ▶ **RGPH** : Recensement général de la population et de l'habitat
- ▶ **SIG** : Système d'information géographique
- ▶ **SNAT** : Schéma national de l'aménagement du territoire
- ▶ **STEP** : Station de traitement des eaux pluviales
- ▶ **TOL** : Taux d'occupation par logement
- ▶ **TOP** : Taux d'occupation par pièce
- ▶ **ZHUN** : Zone d'habita urbain nouvelle

LISTE DES FIGURES		
N°	Titre	Page
Figure N°01	Nombre d'inondations par pays durant la période 1974 – 2003	04
Figure N°02	Algérie, Inventaire des inondations (de 1969 à 2008)	05
Figure N°03	Structure du mémoire	11
Figure N°04	Réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam	20
Figure N°05	Courbe hypsométrique du bassin versants de la Soummam	21
Figure N°06	Carte de situation des sous bassins versants de la Soummam.	23
Figure N° 07	Etages bioclimatiques du bassin de la Soummam.	26
Figure N° 08	Pluviométrie moyenne dans le bassin versant de la Soummam	27
Figure N° 09	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	29
Figure N° 10	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	29
Figure N° 11	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	29
Figure N° 12	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	30
Figure N° 13	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	30
Figure N° 14	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	30
Figure N° 15	Bassin de la Soummam :Précipitations moyennes mensuelles	31
Figure N° 16	Répartition spatiale des pluviomètres sélectionnés	31
Figure N° 17	Bejaia : Variation mensuelle des températures (Max, Moy, Min)	33
Figure N° 18	Evapotranspiration dans le bassin versant de la Soummam	34
Figure N° 19	Limites administratives de la wilaya de Bejaïa.	36
Figure N° 20	Situation physique de la ville de Bejaïa	37
Figure N° 21	Morphologie de la région de Bejaia	38
Figure N° 22	Bejaia,Situation des principales agglomérations	39
Figure N° 23	Polarisation du territoire de la wilaya	39
Figure N° 24	Ville de Bejaïa, directions de l'urbanisation (1920-1958)	43
Figure N° 25	Extension de la ville vers la plaine inondable (Iriahène)	45
Figure N° 26	Cadre administratif du périmètre d'étude	52
Figure N° 27	Cadre physique du périmètre d'étude	53
Figure N° 28	Représentation schématique des lits : mineur, moyen et majeur	54
Figure N° 29	Le lit mineur d'oued Soummam, profil en travers.	56
Figure N° 30	Le lit moyen d'oued Soummam, profil en travers	57
Figure N° 31	Le lit majeur d'oued Soummam, profil en travers	59
Figure N° 32	Les unités hydrogéomorphologique d'oued Soummam	61
Figure N° 33	Oued soummam : Profil en long	63
Figure N° 34	Station hydrométrique de Sidi Aïch (15 10 01)	66
Figure N° 35	Courbe chronologique des débits de pointe de la station de Sidi Aïch	68
Figure N° 36	Crue du 9 février 1954	70
Figure N° 37	Crue du 11-12 avril 1954	70
Figure N° 38	Crue du 12 décembre 1967	71
Figure N° 39	Crue du 5-6 octobre 1969	71
Figure N° 40	Crue du 22 avril 1970	72
Figure N° 41	Crue du 22 avril 1970	72
Figure N° 42	Crue du 19-20 janvier 1972	73
Figure N° 43	Crue du 29-30-31 mars et 1 ^{er} avril 1974	73
Figure N° 44	Station de Sidi Aïch : Hydrogrammes de crues importantes	75

Figure N° 45	Méthode de relevé des laisses de crue	78
Figure N° 46	Quartier Iriahène :Evolution spatiale.	90
Figure N° 47	Problématique de la gestion des risques majeurs en Algérie	102
Figure N° 48	Schéma descriptif de la démarche de gestion des risques	108
Figure N° 49	Schéma représentatif de la composante du risque	109
Figure N° 50	Schéma descriptif d'une submersion marine	112
Figure N° 51	Effondrement de l'aéroport de Nice par un tsunami	115
Figure N° 52	Bejaia : Extension de l'aéroport « Abane Ramdane »	122
LISTE DES PHOTOS		
Photo N° 01	Aqueduc romain de Toudja	41
Photo N° 02	Le lit mineur d'oued Soummam	55
Photo N° 03	Le lit moyen d'oued Soummam	58
Photo N° 04	Le lit majeur d'oued Soummam	58
Photo N° 05	Le périmètre d'étude pendant l'inondation 2002.	65
Photo N° 06	Le périmètre d'étude à l'état actuelle	65
Photo N° 07	Laisses de crue de décembre 2002	78
Photo N° 08	Quartier Iriahène : crue 2002, Avant et après l'inondation	79
Photo N° 09	Quartier Iriahène, plusieurs projets de logement programmés	85
Photo N° 10	Promotion immobilière, non respect des normes d'urbanisme	86
Photo N° 11	Quartier Iriahène : Construction Illicite	86
Photo N° 12	logement construits en même niveaux de la mer	86
Photo N° 13	Quartier Iriahène, état de la voirie	88
Photo N° 14	Route Nationale N°09 pendant la crue de 2002	88
Photo N° 15	Quartier Iriahène : Système d'évacuation défectueux	91
Photo N° 16	Engorgement des cours d'eau par la végétation et les décharges	92
Photo N° 17	Oued Soummam : urbanisation de la zone inondable	92
Photo N° 18	Les terres productives de la zone d'étude	96
Photo N° 19	Quartier Iriahène : effets de l'érosion côtière.	111
Photo N° 20	Effets de l'érosion côtière, près de Bejaia	113
Photo N° 21	Le canal périphérique d'Aboudaou	120
Photo N° 22	Les ouvrages de décharges	121
Photo N° 23	Défaillance des ouvrages de décharges	121
Photo N° 24	brise -lames d'Iriahène	123
LISTE DES CARTES		
Carte N° 01	Situation et délimitation du bassin versant de la Soummam	16
Carte N° 02	Géologie du Bassin versant de la soummam	18
Carte N° 03	Ville de Bejaia : Processus d'urbanisation (historique)	46
Carte N° 04	Quartier Iriahène : carte d'aléa (hauteurs d'eau)	80
Carte N° 05	Quartier Iriahène : POS de la zone d'étude.	84
Carte N° 06	Inventaire des dégâts causées pas la crue décembre 2002	94
Carte N° 07	Quartier Iriahène: Carte des enjeux	98
Carte N° 08	Quartier Iriahène : Risques climatiques	114
Carte N° 09	Quartier Iriahène: Risque d'inondation	116
Carte N° 10	Quartier Iriahène : Plan d'aménagement de la soummam (annexe)	
LISTE DES TABLEAUX		
Tableau N° 01	Caractéristiques hypsométrique du bassin versant de la Soummam	21
Tableau N° 02	Paramètres morphométriques du bassin de la Soummam	22
Tableau N° 03	Paramètres de forme de Sous bassin versant de la Soummam	25
Tableau N° 04	Précipitations moyennes mensuelles interannuelles (en mm)	26

Tableau N° 05	Pluies journalières maximales	32
Tableau N° 06	Evapotranspiration du bassin versant de la Soummam	33
Tableau N° 07	Les données des crues de différentes périodes de retour	64
Tableau N° 08	Débits de point des crues historiques d'oued Soummam.	66
Tableau N° 09	Principaux jaugeages à Sidi Aïch	67
Tableau N° 10	Jaugeages à Sidi Aïch (Information insuffisante du 1974 à1992)	74
Tableau N° 11	Géologie du périmètre d'étude	89
Tableau N° 12	Prévisions démographiques du POS	90
Tableau N° 13	Enjeux humains de la zone d'étude	95
Tableau N° 14	Quartier Iriahène, Les enjeux environnementaux	97
Tableau N° 15	Exemple de définition d'un zonage règlementaire	110

Table des matières

Titre	Page
INTRODUCTION GENERALE	01
1) INTERET DU SUJET	02
2) CHOIX DU SITE	03
3) CADRE GENERAL DE L'ETUDE : NATIONAL ET LOCAL	03
- ANALYSE DU CONTEXTE NATIONAL	04
- CONTEXTE LOCAL : VILLE DE BEJAIA	06
4) CADRE THORIQUE DE L'ETUDE	06
5) PROBLEMATIQUE	08
6) HYPOTHESES	09
7) OBJECTIFS DE RECHERCHE	10
8) METHODOLOGIE D'APPROCHE	10
9) STRUCTURE DU MEMOIRE	11
10) CONTRAINTES ET LIMITES DE LA RECHERCHE	12
CHAPITRE I	13
CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA SOUMMAM ET PROCESSUS D'URBANISATION	
<i>Préambule</i>	13
I- CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA SOUMMAM	14
1- LE BASSIN VERSANT	14
1-1- Définition	14
2- PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA SOUMMAM	14
2-1- Situation géographique	15
2-2- Reliefs	15
2-3- Géologie	17
2-4- Couvert végétal	19
3- CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES	19
3-1- Réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam	19
3-2- La courbe hypsométrique	20
3-3- Paramètres morphométriques	21
4- LE SOUS BASSIN VERSANTS DE LA SOUMMAM	22
4-1- Les indices morphologiques du sous bassin de la Soummam	23
4-1-1- Indice de relief	23
4-1-1-1- Indice de pente globale (Ig) :	23
4-1-1-2- Chevelu hydrographique :	24
4-1-1-3- Coefficient de torrentialité	24
4-1-2- Les indices de forme du sous bassin versant	24
4-1-2-1- Indice de compacité (Kc) :	25
4-1-2-2- Rectangle équivalent	25
4-1-3- Les indices de l'organisation du réseau hydrographique	25
4-1-3-1- La densité de drainage	25
4-1-3-2- Coefficient de torrentialité	26
5- CLIMATOLOGIE	26
5-1- Caractéristiques hydroclimatiques	27

5-1-1- Bassin versant de la Soummam : Pluviométrie moyenne	27
5-1-1-1- Pluies moyennes mensuelles	28
5-1-1-2- Pluies journalières maximales	31
5-2- Température	32
5-3- Evapotranspiration	33
II- ETUDE DU PROCESSUS D'URBANISATION	35
1- DESCRIPTION DE L'AIRE D'ETUDE	36
1-1- Présentation de la ville	36
1-1-1- Situation administrative	36
1-1-2- Situation géographique et physique	37
1-1-3- La morphologie	37
2- POLARISATION DU TERRITOIRE D'OUED SOUMMAM	38
3- ETUDE DU PROCESSUS D'URBANISATION	40
3-1- L'évolution historique et urbaine de la ville	40
3-1-1- Epoque précoloniale	40
4-1-2- Epoque coloniale 1933-1962	42
4-1-3- Epoque postcoloniale : de 1962 à aujourd'hui	43
4-1-3-1- Période 1962-1990	43
4-1-3-2- Période 1990 à nos jours	44
<i>Synthèse</i>	47
CHAPITRE II	48
EVALUATION DE L'ALEA « INONDATION » DANS LA VILLE DE BEJAIA : QUARTIER D'IRIAHENE	
<i>Préambule</i>	48
1- ETUDE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU PÉRIMÈTRE D'ETUDE	
1- PRESENTATION DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE	49
1-1- Définition	49
1-1-1- Les fondements de la méthode	49
1-1-2- Approche historique	51
2- PRESENTATION DU PÉRIMÈTRE D'ETUDE	51
2-1- Cadre administratif	51
2-2- Cadre physique	52
3- CARACTERISTIQUES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES	53
3-1- Morphologie de la plaine alluviale	53
3-2- Unités hydrogéomorphologiques	54
3-2-1- Le lit mineur	54
3-2-2- Le lit moyen	55
3-2-3- Le lit majeur	58
3-2-4- Détermination des unités hydrogéomorphologiques	60
3-2-5- Profil en long de l'oued Soummam	62
1- ANALYSE DE L'ALEA « INONDATION »	63
2-1- Analyse Hydrologique	63
2-2- Approche historique : Les inondations historiques	65

2-2-1. Débits de point des crues historiques	65
3- ANALYSE DES DEBITS	66
3-1- Analyse des Hydrogrammes	70
4- ENQUETE ET TRAVAIL DU TERRAIN	76
4-1- Présentation des laisses de la crue de Décembre 2002	76
4-2- Exploitation des informations	77
5- CARTE D’ALEA INONDATION : HAUTEUR D’EAU (CRUE DECEMBRE 2002)	79
<i>Synthèse</i>	81
CHAPITRE III	
DE L’EVALUATION DE LA VULNERABILITE A LA DETERMINATION DES ENJEUX	
<i>Préambule</i>	82
1- EVALUATION DE LA VULNERABILITE	
1- DEFINITION D’UN POS	83
1-1- Présentation des POS de la zone d’étude	83
2- TISSU URBAIN ET CADRE BATI	85
3- ANALYSE DU POS IRIAHENE 14A (<i>SIDI ALI LEBHAR</i>)	87
3-1- L’aspect géotechnique	87
3-2- Etat et typologie d’habitat et d’équipement	87
3-3- La voirie	87
4- Analyse du POS Iriahène 14b	88
4-1- Aspect hydrogéologique et géotechnique	88
4-2- Analyse et prévision démographique	89
5- Facteurs d’aggravation du risque inondation	91
5-1- Facteur climatique : La pluviométrie	91
5-2- Défaillance des réseaux d’évacuation d’eaux pluviales	91
5-3- Urbanisation et occupation du sol : augmentation d’imperméabilisation	92
2- DETERMINATION DES ENJEUX	
2-1- Inventaire des dégâts de la crue Décembre 2002	93
2-2- Evaluation des enjeux	95
2-2-1. Les enjeux humains	95
2-2-2. Les enjeux économiques	96
2-2-3. Les enjeux environnementaux	96
<i>Synthèse</i>	99
CHAPITRE IV	
DE LA GESTION DU RISQUE « INONDATION » A L’ELABORATION D’UN PPRI	
<i>Préambule</i>	100
1- CADRE JURIDIQUE DES RISQUES NATURELS URBAINS	
1-1- Problématique de la gestion des risques majeurs en Algérie	101
1-2- La gestion des risques naturels dans le cadre de la législation en Algérie	103
1-2-1- Les lois spécifiques de la prévention des risques et catastrophes naturels	103
1-2-2 Les principales étapes de la politique de gestion des risques naturels en Algérie	105
1-2-2-1- L’organisation de la gestion du risque au niveau national	105
1-2-2-2- L’agence nationale des sciences de la terre	106
1-2-2-3- Le centre de commandement alternatif	106
1-3- Le SNAT et la gestion des risques naturels	106

1-3-1-	Identifier, évaluer et prévenir les risques naturels	106
1-3-2-	Renforcer les capacités techniques de la prévention des risques	107
1-3-4-	Assistance technique, sensibilisation et mobilisation des acteurs	107
1-4-	Evaluation de la vulnérabilité organisationnelle des villes	107
1-5-	Une démarche intégrée de gestion des risques naturels	107
2-	REGLEMENT DU ZONAGE DU PPRI	109
2-1-	Zonage du risque inondation : Carte de risque	109
2-2-	Intégration des risques climatiques : érosion côtière et submersion marine	110
2-2-1-	Le phénomène d'érosion côtière	111
2-2-2-	La Submersion marine	112
2-2-2-1-	Exemple de l'aéroport de Nice (France)	115
2-3-	Elaboration d'un PPRI	117
2-3-1-	Objectif d'une PPRI	117
2-3-2-	Règlement du zonage	117
2-3-3-	Champ d'application du règlement	117
2-4-	- Les trois types de zones	118
2-4-1-	2-4-1- La zone rouge (risque fort)	118
2-4-2-	La zone orange (risque moyen)	119
2-4-3-	La zone jeune (risque faible)	119
2-5-	Le caractère révisable du P.P.R.I	120
2-6-	Etude critique des projets réalisés	120
2-6-1-	Le canal Ouest périphérique d'Aboudaou	120
		121
2-6-2-	L'évitement de Béjaia	122
2-6-3-	Pénétrante Béjaia autoroute Est Ouest	122
2-6-4-	Travaux d'extension de l'Aéroport de Béjaia	123
2-7-	Epis et brise –lames	124
	Synthèse	124
	Conclusion générale	124
	Références bibliographiques	
	Annexes	

Introduction Générale

La ville, la réalisation la plus spectaculaire de l'homme, était depuis sa première apparition dans l'histoire un lieu, une identité et des pratiques. Son évolution progressive dans le temps et dans l'espace fait apparaître de nouveaux défis. Aujourd'hui elle est soumise à plusieurs enjeux sociaux, économiques, politiques et environnementaux. Malgré les progrès de la science et de la connaissance, les établissements humains se trouvent à l'heure actuelle face à de nombreuses défaillances.

Les habitants de la planète sont majoritairement des citadins. L'évolution urbaine et la croissance démographique d'une part, et le dysfonctionnement dans les centres urbains d'autre part, au fur et à mesure, crée de nouveaux problèmes socio-spatiaux. Inondation, séisme, cyclone, glissement de terrain, risque technologique et industriel, sont des risques qui menacent les villes d'aujourd'hui. Aucune ville n'est à l'abri ou moins d'un seul type de ces risques. Ce dernier peut attendre le degré d'un désastre : « *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* »¹

Les villes algériennes n'échappent pas à cette situation. Plusieurs phénomènes ont touchés des grandes parties de plusieurs villes du pays. Ils ont atteint dans des cas, le degré d'une catastrophe nationale. Les exemples sont nombreux : les inondations de Bab El Oued (2001) et Ghardaïa (2008), Bejaïa (2002), les séismes d'Aïn Timouchent (1999), et celui de Boumerdès (2003), l'explosion de station de la pétrochimie de Skikda (2004-2007)...etc.

Aujourd'hui, les inondations sont au rang de premier risque naturel, elles ont à leur origine des événements météorologiques-hydrologiques qui, à cause de leur nature **stochastique**², sont très difficiles à prévoir quant à leur période de retour et leur intensité. Elles sont d'autant plus à redouter lorsqu'elles se produisent en ville, là où se situe une forte concentration des activités humaines. « *Ainsi 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 personnes décédées et de 600 milliards de dollars de pertes économiques. De ce fait, elles sont les catastrophes naturelles les plus spectaculaires qui produisent le plus de dégâts* »³ ; Par conséquent, les activités économiques sont fortement perturbées et les coûts pour la société deviennent exorbitants d'où la nécessité de prévoir et d'empêcher le retour de ces catastrophes, « *L'étude des risques naturels en Algérie est devenue une action indispensable dans la gestion des espaces urbains, la prise en compte des différents phénomènes est en train de constituer une base importante dans l'élaboration des dispositifs réglementaires de prévision des risques naturels, notamment, les mouvements de terrain, les inondations, ...* »⁴

¹Définition donnée par **Haroun Tazieff** : Volcanologue et écrivain de nationalité russe (1914-1998), Né le 11 mai 1914 à Varsovie, il a été l'un des pères de la volcanologie contemporaine et un pionnier de la communication entre les volcanologues et le grand public.

² : Le mot **stochastique** est synonyme d'aléatoire et s'oppose par définition au déterminisme.

³ : KLIJN T (2008) « *Flash flood warning based on rainfall thresholds and soil moisture conditions* », *Journal of Hydrology* Pages 120–1.

⁴ : AMIRECHE Hamza, BENABAS Chaouki « *Ville et risque naturel en Algérie* » in : le 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « *aménagement du territoire, gestion des risques et sécurité civile*, Batna le 27 au 29 avril 2010.

C'est l'un des risques majeurs qui touche fréquemment les espaces urbains, par leurs effets dévastateurs. Une prise en charge sérieuse de ce phénomène apparaît actuellement plus qu'une nécessité, que ce soit par l'autorité publique représentée par l'Etat, ou bien par les chercheurs et les scientifiques. L'analyse de l'interaction complexe entre ***l'urbanisation et l'inondation*** et l'aggravation des phénomènes à risque se démontre comme une brèche de recherche à des résultats prometteurs.

Dans ce sens, le rôle d'un chercheur apparaît primordial. Notre contribution se démontre comme un essai de proposition d'une méthode de lutte et de prévention contre les risques inondation. Ceci, à travers une lecture approfondie du terrain, une concertation avec les acteurs de la ville (autorités, société civile et habitants) et enfin une intégration de nouvelles méthodes et outils dans la gestion des risques comme les SIG et les NTIC.

Notre étude de cas est fixée sur la ville de Bejaïa, pour plusieurs raisons. La ville représente un bon exemple par rapport aux caractéristiques du bassin versant de la Soummam, et la forte vulnérabilité due à la densité de la population.

1) INTERET DU SUJET

Dans le monde aujourd'hui, Les crues et les inondations sont considérées comme les formes de risque naturel les plus répandues et les plus dévastateurs dans le monde. « *Evènements récurrents partout dans le monde, les inondations constituent le risque naturel majeur le plus répandu sur le globe* »⁵. L'Algérie fait partie d'une région très exposée à ce type de risques ; « *Le bassin méditerranéen n'échappe pas à cette règle : les inondations représentent 35 % de l'ensemble des catastrophes naturelles qui ont frappé son pourtour ces deux dernières décennies* »⁶.

Devant l'ampleur croissante du risque hydrométéorologique comme l'inondation, les scientifiques, les politiciens et les gestionnaires en ont fait une priorité. Et le grand nombre de travaux réalisés au cours de ces dernières années dans chacune de ces disciplines en témoigne. Cependant, Cela demande un travail interdisciplinaire et intersectoriel dont les acteurs principaux sont les hydrologues, les aménageurs et les gestionnaires de la ville.

Si le travail d'un hydrologue se résume en la recherche de la distribution des pluies dans l'espace et durant le temps, le travail d'un gestionnaire de la ville consiste en une interprétation des données pour arriver à une conception théorique et appliquée visant la prise en charge du risque urbain à travers des outils et méthodes bien définies.

Dans ce sens, la succession des catastrophes qu'enregistrent les villes dans leur configuration actuelle interpelle les chercheurs vers une nouvelle façon de réfléchir et de penser la ville. En effet, la prise en charge du risque majeur dans le processus de production et de gestion des villes est aujourd'hui plus qu'une nécessité, il constitue une pierre angulaire dans le processus d'urbanisation dans tous ses états. « *La gestion du risque inondation, qui s'oriente*

⁵ : Jean-Baptiste HENRY, *Systèmes d'information spatiaux pour la gestion du risque d'inondation de plaine*, thèse de Doctorat, université louis pasteur – Strasbourg I. 2005. Page 03.

⁶ : Wahiba MENAD : « *Risques de crue et de ruissellement superficiel en métropole méditerranéenne : cas de la partie Ouest du Grand Alger* », Thèse de Doctorat en Géographie, Université Paris Diderot - Paris 7, 2012.

d'avantage aujourd'hui vers une gestion de la vulnérabilité, et la mise en valeur des milieux humides amènent les scientifiques et les gestionnaires du territoire à s'interroger sur le passé de ces milieux, l'identité de ces territoires, voire la mémoire des lieux »⁷.

L'intérêt du sujet apparaît dans son actualité et son originalité. Il est nourri d'une volonté personnelle de concevoir une nouvelle méthode de la prise en charge et du risque inondation, dans l'objectif de diminuer les dégâts matériels et les pertes humaines. Aussi, cette modeste recherche peut s'inscrire dans une tendance scientifique permettant de donner les premiers repères de la maîtrise des risques urbains naturels en Algérie

02) CHOIX DU SITE

Durant ces dernières décennies, la population de Bejaia a été de plus en plus exposée aux risques d'origine naturelle (inondations, feux de forêt, séismes et glissements de terrain) qui ont provoqué des dommages sur les populations et leurs environnements. La perception de la notion de sécurité des hommes et des biens ne cesse d'évoluer et les efforts de protection des populations et d'enjeux économiques deviennent plus que nécessité.

Le choix de la zone d'étude est basé sur la présence de l'enjeu humain à l'aval du cours d'eau pour cela, nous avons choisi l'Oued Soummam qui est parmi les plus grands Oueds d'Algérie et présente un réseau hydrographique très dense. Une forte urbanisation est présente le long de l'Oued, pratiquement dans sa partie avale, faite d'une façon aléatoire, et des fois, sans gestion ni respect des outils de l'aménagement et de l'urbanisme. Ajoutons à cela, la forte fréquence des événements historiques qu'a connu cette région dont on dénombre presque une dizaine de crues dans le siècle passé.

03) CADRE GENERAL DE L'ETUDE : CONTEXTE NATIONAL ET LOCAL

Le territoire algérien recèle d'importantes zones environnementales et urbaines d'une valeur écologique et socio-économique avérée. En raison de leurs caractéristiques géomorphologiques fragiles et leur position géographique, elles sont extrêmement vulnérables et sensibles aux risques naturels tels que les inondations. *« Il y a également les inondations qui sont beaucoup plus fréquentes et dévastatrices qu'on ne le pense et bien souvent avec elles dans d'autres étages bioclimatiques »⁸.* Ce dernier est provoqué par plusieurs facteurs naturel et humains, des conditions météorologiques peuvent être la cause, comme la négligence en matière de curage de réseaux urbains de drainage et d'assainissement provoque

⁷ :Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Programme risque inondation, (sous la direction) Richard LAGANIER, Méthodes pour une gestion intégrée du risque inondation à partir de l'analyse du bassin versant de la canche, France, Octobre 2001

⁸ : Rapport « La prise en charge des actions de l'environnement au niveau des collectivités locales », Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, C.N.E.S, 2003.

ce genre de risque « ...aussi, certains réseaux d'assainissement, de par leur inadéquation et leur vétusté, ont coûté cher à l'Etat pour leurs opérations de rénovation répétitives. »⁹.

Notre pays est classé à l'échelle plantaire dans la zone orange par plus de 60 inondations durant la période **1974-2003**. La carte suivante démontre clairement la situation difficile laquelle l'Algérie doit faire face. Selon la base de données internationale sur les catastrophes EM-DAT¹⁰, **2470** crues se sont produites à l'échelle internationale lors des vingt dernières années (1999 et 2009). **147 457** personnes y ont perdu la vie et les dommages ont été estimés à **372,5** milliards de \$ US.¹¹ (Voir la **Figure N° 01** : Nombre d'inondations par pays durant la période 1974 – 2003, dans l'annexe 4)

En Algérie, le risque hydrométéorologique représente toujours un souci majeur sur l'ensemble du territoire, peu de plan de prévention ayant été déjà établi. Concernant cette problématique, beaucoup de choses restent à faire : identification, analyse et gestion des zones à risque.

- ANALYSE DU CONTEXTE NATIONAL

L'inventaire des inondations à travers notre pays pour la période allant de 1969 à 2008, révèle qu'il n'existe pas de régions prémunies contre ce risque et que ces événements sont imprévisibles dans le temps et dans l'espace.

Les inondations ont marqué comme l'une des catastrophes naturelles les plus nombreuses dont plusieurs étaient dévastatrices « Les dégâts matériels et les pertes humaines qu'engendre les inondations sont colossaux, que ce soit sur le plan humain ou matériel, selon l'office mondiale de météorologie ; environ 1.5 milliard de personnes dans le monde ont été victimes des crues de 1991 à 2000 »¹². Les plus récentes qui ont touchés notre pays sont :

- Inondation de Juin 2015 (M'sila) : un mort et des dégâts matériels importants.
- Inondations d'Octobre 2008 (Ghardaïa) : plus de 40 morts et des dégâts matériels très lourds.
- Inondation de Décembre 2002 (Bejaïa) : 02 décès et des dégâts matériels estimés en milliards de dinars.
- Inondations du 10 Novembre 2001 (Bab El-Oued à Alger) : 733 décès et 3000 sans-abri et une partie de la capitale fût rasée.
- Inondations d'Octobre 2000 (Ouest algérien) : Plus de 24 décès.

⁹ : Mot du ministre de l'habitat et d'urbanisme. Actes des assises nationales de l'urbanisme, Palais des Nations, Club des Pins ; Alger le 19-20 juin 2011. (Page 32)

¹⁰ : EM-DAT : La base de données internationale en catastrophes, OFDA-CRED - www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Bruxelles - Belgique.

¹¹ : Etude pour la réalisation d'une cartographie et d'un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc, Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement chargé de l'Eau et de l'Environnement, septembre 2008.

¹² : KHALED Foudil, KOULLA Yacine « Urbanisation et risque d'inondation en Algérie, essai d'un PPRI pour la ville de Ghardaïa » in : le 2^{ème} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 25 au 27 Septembre 2012.

- Inondations du 24 Octobre 2000 (Sidi Bel Abbès) : 02 décès et d'importants dégâts matériels.
- Inondations d'Octobre 1994 (plusieurs régions de pays) : 60 décès et des dizaines de blessés pendant 10 jours.
- Inondations d'Octobre 1993 (Oued R'hiou, Relizane) : 22 décès et 14 Blessés.
- El Bayadh, Sid Bel Abbes, Skikda, Annaba...etc.

Aussi, il y'a quelques mois à peine (*Hiver 2014, début 2015*), la capitale algérienne et plusieurs villes littorales ont vécues des inondations qui ont causées des dégâts considérables. Des infrastructures : routes, trottoirs, égouts, gouttières, ne sont pas conçues pour subir de telles intempéries. Les villes se sont rapidement trouvées submergées et inondées. Ce phénomène n'est pas exceptionnel, cependant, il se manifeste à chaque moment que des précipitations tombent. (Voir **Figure N° 02** : Algérie, Inventaire des inondations (de 1969 à 2008, dans l'annexe 4)

- CONTEXTE LOCAL : VILLE DE BEJAIA

La ville de Bejaia est située à une distance de 240 Km à l'Est d'Alger. Elle s'élève en amphithéâtre et surplombe la mer, pivotant au milieu des montagnes qui ceignent l'espace urbain. Elle s'étend sur une superficie d'environ 12 022 ha. La ville est caractérisée par une forte urbanisation, une densité d'activité économique, et une forte concentration d'activité de communication.

Bejaia fait partie de la région côtière Centre-Est de l'Algérie assez arrosée et traversée par plusieurs Oueds drainant les eaux superficielles de ruissellement vers la mer. La ville de Bejaia est constituée essentiellement par des cours d'eau à ruissèlement intermittent, avec un régime le plus souvent sec en été, et parfois de fortes crues en hiver. Ces cours se jettent généralement dans l'Oued Seghir et ceux sud à l'Oued Ighil Ouazoug et aussi Oued Soummam.

Les zones les plus inondables sont : la plaine (POS urbains) et les zones proches de l'Oued Soummam (POS périurbains). Aussi, la zone d'Iriyahène, Sidi Ali Lebhar, d'Aboudaou c'est à dire notre cas d'étude, ont été affectées par les crues de l'Oued les 6 et 7 décembre 2002.

Le débordement probable de l'Oued Soummam menace plusieurs communes du Sud de la Bejaia, des trombes d'eau dévalant de la partie haute de la ville, submergeraient à chaque saison hivernale des quartiers entiers dans la ville de Bejaia.

En effet, des quartiers implantés sur des sites hautement inondables, à l'image de Sidi Ali Lebhar et Iriyahène « *On peut alors citer les situations de nombreuses villes algériennes qui sont édifiées sur les berges des oueds, ou encore l'exemple de quartier densément peuplés qui s'accrochent sur des versant argileux en pente forte* »¹³ ; La menace d'inondation à Bejaia est donc bien réelle ! En témoigne du reste un certain Octobre 2007, a-t-on retenu la leçon ? Le constat dressé par les

¹³ : SID Salah, SID Ahmed Soufiane ; « Cartographie des zones à risque d'inondation dans la ville de Tébessa : Apport de l'imagerie satellitaire, in : le 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.

différents organismes chargés de la lutte contre les inondations à Bejaïa est à ce sujet édifiant.

Dans presque toutes les communes de la wilaya de Bejaïa, les plans de recollement des réseaux sont inexistant. S'y ajoutent la vétusté et un sous-dimensionnement de certains réseaux, inexistence parfois de réseaux de drainage des eaux pluviales, des retards dans le lancement d'opérations de curage des oueds et des réseaux d'assainissement et ouvrages annexes.

Il y'a lieu ici de constater les risques liés aux inondations qui pèsent sur la ville de Bejaïa, même si les dégâts humains ne sont pas importants, ce ne peut en aucun cas éliminer l'hypothèse de la survenance d'une catastrophe comme celle de Bab El Oued (2001). A cet effet, que notre étude se présente comme un outil de prévention et une manière d'agir en pré-catastrophe.

04) CADRE THORIQUE DE L'ETUDE

Puisque le risque inondation est caractérisé par deux composantes l'aléa inondation et la vulnérabilité des enjeux exposés, alors l'évaluation de celui-là se base à la fois sur l'évaluation de ces deux derniers. Ainsi, évaluer le risque inondation veut dire apprécier, estimer, quantifier, calculer et mesurer la valeur de l'aléa. Il s'agit aussi de délimiter, localiser, identifier, peser, chiffrer et analyser l'importance de la vulnérabilité. « *L'évaluation de la première composante l'aléa inondation bénéficie aujourd'hui de méthode bien rôdées qui permettent de découper un territoire inondable en zones d'aléa d'intensité plus ou moins forte, en fonction de paramètres hydrauliques (hauteur d'eau, durée de submersion, vitesse d'écoulement) et pour différentes crues* »¹⁴

Actuellement, la description des enjeux est réalisée avec des cartes topographiques dont la fréquence de mise à jour peut atteindre, voire dépasser, dix ans. Le danger est alors de fournir une vision quasi historique des zones qualifiées comme vulnérables. « *Techniciens et responsables de l'aménagement s'efforcent de mieux connaître et de prévoir ces phénomènes, afin de déterminer les normes de construction en bordures des cours d'eau et de calculer le dimensionnement des ouvrages* »¹⁵. Les capacités de cartographie des systèmes d'observation et d'information géographique peuvent être largement mises à profit pour obtenir une information utile et indispensable sur de larges régions, actualisable régulièrement. « *La problématique des risque auxquelles s'expose les société contemporaines est encore loin de bénéficier pleinement du potentiel d'information et de compréhension que l'analyse de son inscription spatiale pourrait apporter* »¹⁶.

¹⁴ : DEFRANCE Bruno (2009) : « Plan de prévention des risques naturels d'inondation (PPRNI, Brévenne–Turdine », *Compte-Rendu de la 1^{er} réunion publique le 1^{er} octobre 2009 à Tarare, Chef du Service Environnement Risques et Développement durable (SERDD)*.

¹⁵ : EMANUELLE Gautier, LAURAIN Touchart, *fleuves et lac, collections synthèse, édition Arman Colin, paris, 96 pages. 1999.*

¹⁶ : *Préambule du 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.*

En premier lieu, il s'agit de préciser un certain nombre de concepts et notions fondamentales du risque. Un grand nombre de définitions de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque sont proposés souvent par les administrations, les organisations internationales et les scientifiques.

Cependant, loin des considérations thématiques et statistiques à propos des phénomènes aléatoires, les aspects sociologiques de l'aléa tendent à prouver qu'il est nécessaire de les prendre en compte. Il apparaît assez clair que la perception de l'aléa, de sa nature et de son intensité, conditionne les moyens qui sont mis en œuvre par la population pour se prémunir de ses effets, c'est-à-dire réduire sa vulnérabilité.

Ce point de vue social et sociologique est intimement lié à la notion culturelle de risque, qui évolue dans le temps. On constate effectivement dans la littérature que la construction sociale du risque n'a véritablement lieu que lorsque le phénomène générateur, l'aléa, est identifié comme un danger. Plus proches de nous, et face au risque d'inondation, on constate assez souvent que les centres anciens des villes et villages sont construits à distance suffisante des lits majeurs. La complexité du concept d'aléa et de la notion de vulnérabilité montre à quel point le risque est une notion composite, nécessitant une part d'expertise importante pour le mesurer et envisager une politique de gestion.

Aussi, la qualification du risque prend en compte les aspects spatio-temporels et de fréquence d'occurrence de l'aléa, ainsi que la qualification des enjeux par leur localisation géographique et leur nature. Le niveau de protection des enjeux, s'il est accessible, peut permettre d'évaluer l'appropriation de l'aléa par les populations, soit leur vulnérabilité. « *La réduction de vulnérabilité, pour le cas des inondations, consiste souvent en des travaux hydrauliques (empierrement des berges, curage...) et des ouvrages de protection (levées, digues...). En considérant le seul cas des ouvrages de protection, l'action sur l'extension spatiale de l'inondation, donc sur les effets de l'aléa, a pour conséquence une réduction de la vulnérabilité des enjeux* »¹⁷

De manière générale, la gestion du risque se décompose en plusieurs étapes, plusieurs temps d'analyse et d'action. Chacune d'entre elles a des domaines et des exigences propres en termes de zones considérées et de fréquence de réactualisation des informations. Ces différentes étapes fournissent un découpage de la gestion du risque vis-à-vis des techniques employées dans chaque étude. Pour simplifier la démarche, elles sont regroupées de la façon suivante :

- 1) **Prévision et anticipation,**
- 2) Gestion de crise,
- 3) Retour d'expérience et prévention.

Ces trois grandes phases soutiennent notre travail de recherche qui s'articule autour de la prévision et de l'anticipation, scientifiquement et techniquement exigeantes. La prévision, qui relève d'un processus continu dans le temps, fournit des informations capitales pour l'anticipation des événements graves et soudains. Elle aide également à une gestion effective de la crise, contraignante en termes de fréquence et de mise à disposition de l'information, notamment par l'évaluation des tendances d'évolution de la situation.

¹⁷ : Jean-Baptiste HENRY, *Op.cit.* Page 19.2005.

Notre travail propose donc, à partir d'une étude de cas, une réflexion sur la vulnérabilité d'un espace urbain. Notre problématique s'articulera dans une grande partie autour de deux questions. Quelle est la spécificité du risque « Inondation » et de sa vulnérabilité dans une zone urbaine ? Comment la gestion du risque peut-elle s'adapter à cette spécificité ?

05) PROBLEMATIQUE

Le phénomène « inondation » est bien répandu en Algérie ; « Une forte vulnérabilité a été constatée dans un vaste éventail de pays où l'inondation demeure l'une des catastrophes les plus dangereuses et les plus fréquentes »¹⁸. Elle est définie comme étant la réalisation d'un risque résultant de la **concomitance**¹⁹ d'un aléa hydrologique, et d'une vulnérabilité (occupation du sol et urbanisation).

Certes, urbanisation et inondation ; une interaction complexe ; « La vulnérabilité naturelle du site, aggravée par des modes d'urbanisation inappropriés, occupant des lits d'oueds, ajoutés à l'absence d'aménagements de protection, furent alors considérés comme les principales causes de cet événement »²⁰. Il y a lieu de constater que les nouvelles implantations et aménagement en zone inondable contribue à densifier les territoires déjà urbanisés plutôt qu'à les étendre ; ce qui augmente la vulnérabilité ; « En effet, on peut constater que la majorité des victimes des inondations sont des habitants des villes dont une grande partie est implantée à proximité des oueds. En outre, les vallées ont été, à travers l'histoire des zones ayant une attractivité sur les établissements humains pour la recherche d'une proximité à l'eau comme source de vie, et satisfaire leurs besoins »²¹. Mais, malheureusement, ce mode de vie a disparu avec la disparition de ces civilisations.

Aujourd'hui et avec l'explosion démographique et la croissance urbaine, la consommation de l'espace a pris d'autres formes où des ravins des oueds sont envahis par les constructions anarchiques sans prendre compte de l'aléa inondation qui peut se produire en tout moment et l'absence de mesures de protection contre ce phénomène et des défaillances de la gestion urbaine de la part de l'Etat. De ce fait, le territoire national est presque totalement exposé aux risques de crue, tant il n'y a pas de mesures de protection contre ce phénomène au niveau des villes et des centres urbains.

En Algérie, plusieurs villes ont connu beaucoup d'événements liés aux crues. La problématique qui se pose est :

- **Qu'est-ce qui aggrave le risque inondation dans les villes algériennes ? Et quelle démarche pour faire face ?**

- 1) Comment l'étalement urbain peut-il accroître et aggrave le risque d'inondation dans la ville de Bejaïa ?

¹⁸ : KHALED Fondil et KOULLA Yacine, *Urbanisation et cartographie du risque inondation en Algérie, essai d'un PPRI, Cas de la ville de Ghardaïa. Mémoire d'ingénieur d'Etat, Institut sciences de la terre de la géographie et de l'aménagement du territoire, Université MENTOURI de Constantine, 2010.*

¹⁹ : *Existence ou évolution simultanée de deux choses ; simultanéité : La concomitance de deux phénomènes.*

²⁰ : DAOUUD Abdelkarim ; « vulnérabilité urbaine face aux risque d'inondation, Cas de l'agglomération de Sfax (Tunisie méridionale) in : 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.

²¹ : KHALED Fondil et KOULLA Yacine, *Op.cit.*2010.

- 2) Comment peut-on étudier (prévoir et gérer) le risque « Inondation urbaine» dans le quartier d'Iriyahène ?
- 3) Quelle opportunité d'élaborer un PPRI pour le quartier d'Iriyahène à Bejaia ?

L'un des intérêts de la démonstration du phénomène est l'association entre prévention du risque d'inondation et réduction de la vulnérabilité. Nous cherchons à expliquer l'articulation de la pratique urbaine ou urbanistique avec la réduction de la vulnérabilité d'un territoire face aux inondations.

06) HYPOTHESES DE TRAVAIL

A travers le bref constat fait sur le terrain et l'analyse préliminaire des études et lectures liées au sujet de recherche, il y'a lieu de proposer quelques hypothèses à la problématique posée :

Première hypothèse:

- L'urbanisation rapide et l'étalement urbain anarchique d'une part, et les facteurs hydrologiques et topographiques d'autre part, font apparaître une interaction complexe et non maîtrisée entre deux phénomènes : **Urbanisation-Inondation** qui conduit dans des cas extrêmes à des dégâts humains et matériels catastrophiques.

Deuxième Hypothèse :

- La persistance des **risques liés aux inondations** dans la ville de *Bejaia* serait due à l'absence d'une démarche urbaine efficace de **gestion des risques majeurs en villes** et le manque d'outil d'aide à la décision notamment les **SIGs** (systèmes d'information géographique).

07) OBJECTIFS DE RECHERCHE

La gestion du risque inondation en Algérie se fonde essentiellement sur l'application des lois et règlements relatifs à la gestion des risques naturels. Elle s'articule principalement autour de la prévision des risques naturels et la prévention et protection de la population. Les espaces urbains souffrent encore des effets et conséquences néfastes de ce type de catastrophes. Cette recherche vise essentiellement à donner les premiers repères d'une gestion du risque inondation dans le cadre de la gestion des villes. Cette démarche devra prendre en charge la notion du "*risque*" dans chaque opération urbaine. Il s'agit aussi de :

- 1) Approfondir les recherches liées aux risques urbains dans la cadre de la gestion des villes et des plans d'urbanisme.
- 2) Examiner de nouveaux outils de maîtrise de l'urbanisation et de la gestion du risque d'inondation notamment les photos satellitaires et les SIG.
- 3) Cette étude peut servir de guide pour les autorités locales et les institutions publiques et économiques. Elle sert aussi, à fournir des données utiles, scientifiques et fiables pour mieux planifier le développement d'une ville exposé aux inondations.

Pour mieux comprendre le risque « *inondation* », on commentera les notions élémentaires suivantes; les paramètres fondamentaux du bassin versant et du cours d'eau, la crue, l'inondation, les principaux paramètres caractérisant l'aléa inondation, et les causes anthropiques de genèse des crues et des inondations.

08) METHODOLOGIE D'APPROCHE

Notre méthodologie ici se base essentiellement sur trois approches :

1. **Approche descriptive** : Pour cerner les notions et concepts liés au sujet de recherche, des définitions et des schémas de représentation. (*Travail bibliographique et documentaire*), pour la bonne compréhension du phénomène nous allons adopter l'*hydrogéomorphologie* et l'*historique* du risque « *inondation* ».
2. **Approche analytique** : Pour analyser le phénomène, nous avons procédé à la collecte des données et les *entretiens* avec les différents acteurs de la ville. Le traitement des données a été réalisé par recours à l'outil informatique spécialisé ; par lequel on a abouti à un *diagnostic* exhaustif sur le phénomène étudié.
3. **Approche cartographique** : Une gestion du risque ne peut se faire, en aucun cas, sans représentation graphique des phénomènes à risque et la détermination des zones inondables avec des cartes. Le traitement a été fait par les logiciels *MapInfo*, *Google Earth* et autres.

09) STRUCTURE DU MEMOIRE

Notre travail de recherche a été devisé en quatre chapitres, précédée par une introduction générale, dans laquelle on a développé l'aspect problématique du sujet et la démarche adoptée (voir la **Figure N° 03** : Structure du mémoire dans l'annexe 5)

Le premier chapitre, a traité l'étude des caractéristiques du bassin versant de la Soummam et le processus d'urbanisation, pour faire une synthèse de l'état des lieux. Le chapitre deux a été consacré à l'étude et l'évaluation de l'aléa « Inondation » dans la ville de Bejaia, pratiquement le quartier d'Iriyahène. La partie a abouti à une carte d'aléa inondation.

Pour cerner la composante risque, il a fallu aussi décortiquer les éléments de la vulnérabilité et l'inventaire des dégâts. C'est donc, le contenu du troisième chapitre. Ce dernier a fini par une carte d'enjeux. Dans le dernier chapitre, une évidence a été mise sur la gestion des risques majeurs dans son aspect réglementaire, suivi d'une carte et d'un règlement du zonage du risque « inondation » dans la cadre d'élaboration d'un PPRI pour le quartier d'Iriyahène. Le travail sera chapoté dans l'annexe par un projet d'aménagement d'oued Soummam. Le schéma suivant simplifier la structure du mémoire.

10) CONTRAINTES ET LIMITES DE LA RECHERCHE

Pendant notre travail, Nous avons effectué une série d'entretiens auprès des acteurs en charge de la connaissance du risque « inondation »: Services publique de l'État (Direction d'Hydraulique, subdivision d'Hydraulique, Office national d'assainissement, Direction régionale de la protection civile, communes...), Institutions de recherche, cabinets d'expertise (bureaux d'étude en hydrauliques environnement...), aussi, des membre de la société civile, des acteurs associatifs et des enseignants et chercheurs universitaires. Il a fallu au préalable identifier les acteurs compétents pour notre recherche.

Souvent, la recherche du bon interlocuteur a été difficile. Certains organismes n'ont jamais répondu à nos demandes, pourtant plusieurs fois réitérées. Nous avons aussi été orientés vers des personnes qui n'étaient pas toujours compétentes pour le sujet que nous traitions. En revanche, nous avons été accueillis et certaines personnes interrogées se sont montrées particulièrement disponibles à notre égard.

La limite de notre recherche tient à la difficulté de crédibiliser les informations fournies car elles émanent en général d'une source unique. On ne dispose que des informations et études que les acteurs veulent bien nous communiquer et il est bien sûr impossible faute de moyens, de temps et d'accès aux données, de refaire nous-mêmes les estimations de dommages. Les entretiens permettent en revanche de vérifier la cohérence des discours de chaque acteur, de repérer des contradictions ou de mettre en avant les zones d'ombres de certaines analyses.

Certains travaux ne sont pas accessibles, du moins en théorie. De cette catégorie relèvent les études menées par les institutions militaires (CNTC), aussi, les analyses réalisées par les cabinets privés d'expertise ou d'assurance et certaine études réalisé par la *direction d'Hydraulique*²².

En plus de ça, et du manque de références bibliographiques nationales sur notre thème, nous avons aussi, enregistré des difficultés sur le terrain, du cout, notre travail a pris plus de temps qu'il le faut à cause de l'absence de la coopération des habitants à l'exception des certaines personnes, et l'impossibilité de réaliser un inventaire exhaustif des dégâts enregistré et des bien vulnérables.

Evoquer les limites de la présente recherche, n'est jamais pour susciter une quelconque indulgence, mais pour mettre en lumière les contrainte et obstacles rencontrés en cours du travail. Nous tenons à souligner à ce titre, que ces difficultés nous ont privés d'explorer opportunément et efficacement une problématique aussi intéressante.

²² : *Malgré notre disposition d'une autorisation de recherche, Un agent de la Direction d'Hydraulique a refusé strictement qu'on prenne une photo de la maquette réalisée sur le projet de la déviation d'oued Soummam. (Mai 2014)*

CHAPITRE I

*Caractéristiques du bassin versant de la Soummam
et processus d'urbanisation*

Préambule

Au début, le réseau hydrographique naturel a été utilisé par l'homme pour son bien être en terme de ressources et de moyen de communication. Cependant, les rivières mettant les habitats en danger, l'homme a modifié la géométrie des cours d'eau et adapté la ville pour s'en protéger. Aujourd'hui, la croissance progressive et anarchique des villes amplifie les risques d'origine naturelle.

L'inondation, au sens d'aléa, est un phénomène naturel très complexe dont l'analyse nécessite des outils performants et élaborés. Les dommages dus à ce type de risque sont, en grande partie, concentrés dans des milieux urbanisés (centre-ville ou périphérie). La simulation des débits et écoulements dans de tels milieux est nécessaire pour établir des mesures de prévention ou de prévision.

Notre site d'étude le quartier « Iriahène », fait partie de la ville de Bejaia. Il se situe dans la zone aval du sous bassin versant de la Soummam. Il s'agit dans ce premier chapitre de procéder à la présentation des caractéristiques physiques et morphométriques du bassin versant dont il fait partie. Ensuite, l'étude du processus d'urbanisation de la ville de Bejaia à travers les différentes périodes historiques.

I- CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA SOUMMAM

Afin d'aboutir à une analyse fructueuse du phénomène d'inondation, il est nécessaire de prendre connaissance de toutes les caractéristiques du bassin versant. Il convient de donner un bref aperçu du bassin, sa situation géographique et les climats dominant qui jouent un rôle déterminant sur les eaux précipitées. Nous aborderons également, les caractéristiques morphométriques du bassin qui interviennent dans les modalités de l'écoulement superficiel durant la crue pluviale.

1- LE BASSIN VERSANT

Un bassin versant de manière générale, est une unité territoriale correspondant à l'ensemble du territoire qui alimente un cours d'eau en eau. Les limites du territoire d'un bassin versant sont appelées les lignes de partage des eaux et sont constituées des sommets qui séparent les directions d'écoulement des eaux de ruissellement. La direction d'écoulement des eaux dans un bassin versant implique que ces eaux se dirigeront vers un exutoire commun (cours d'eau, lac, fleuve, océan).

1-1- Définition

« Un bassin versant est une surface close hydrologiquement parlant, qui suppose qu'il n'y a pas d'écoulement de surface ou hypodermique y pénétrant de l'extérieur, et que tous les excédents de précipitation qui tombent sur cette surface s'écoulent par un cours d'eau principal ou s'évaporent. Un bassin versant dont les limites sont fermées par la ligne de partage des eaux, correspond toujours à une section en travers de cours d'eau, qui s'appelle l'exutoire »¹.

Le régime hydrologique est influencé par les caractéristiques morpho-structurales et géographiques du bassin, tels que la forme et la topographie de la surface drainée, ce que nous conduit à la reconnaissance des principales caractéristiques du bassin versant de la Soummam.

2- PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA SOUMMAM

La vallée de la Soummam est considérée comme un espace et une voie d'échanges importants entre le littoral méditerranéen et les Hauts plateaux algériens. Elle constitue à cet effet une voie de passage très ancienne qui a contribué à l'occupation des sols et à l'installation humaine en créant des villages tout le long de l'oued. *« Le site est considéré d'importance internationale parce qu'il possède, outre les valeurs écologiques pertinentes, des valeurs culturelles importantes, matérielles et non matérielles, liées à ses origines, à la conservation de la nature et/ou au fonctionnement écologique »².*

L'oued Soummam constitue la partie la plus avale du bassin versant de la Soummam. Son relief hétérogène et son climat méditerranéen lui ont permis d'entretenir une diversité de milieux terrestres et aquatiques.

2-1- Situation géographique

Le bassin versant de la Soummam est un important bassin algérien dont le numéro est 15 dans le répertoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH), (**Carte N° 01**)

Il est situé dans le nord-est Algérien entre 3°60' - 5°57' de longitude Greenwich et 35°75' - 36°77' de latitude de nord. Il a une forme très irrégulière. Au nord, il est limité par les chaînes de Djurdjura, à l'est par les montagnes de la petite Kabylie et au sud par les montagnes de Bibans et de

¹: JAROMIR Nemec, Hydrologie opérationnelle, Edition Lausanne : EPFL, 1974.

² : Fiche Descriptive Ramsar de la Vallée de l'oued Soummam. (FDR- version 2006-2008)

Djebel Mansourah. A l'est, sa ligne de démarcation est constituée par le golfe de Bougie et par les cours de la Djemaa, de l'Agrioun et de l'El Kebir, tandis qu'au sud-est et au sud, par le chott el Hodna. A l'ouest et au nord, il est limité par les cours de l'Isser, du Sébaou et de la Daass.

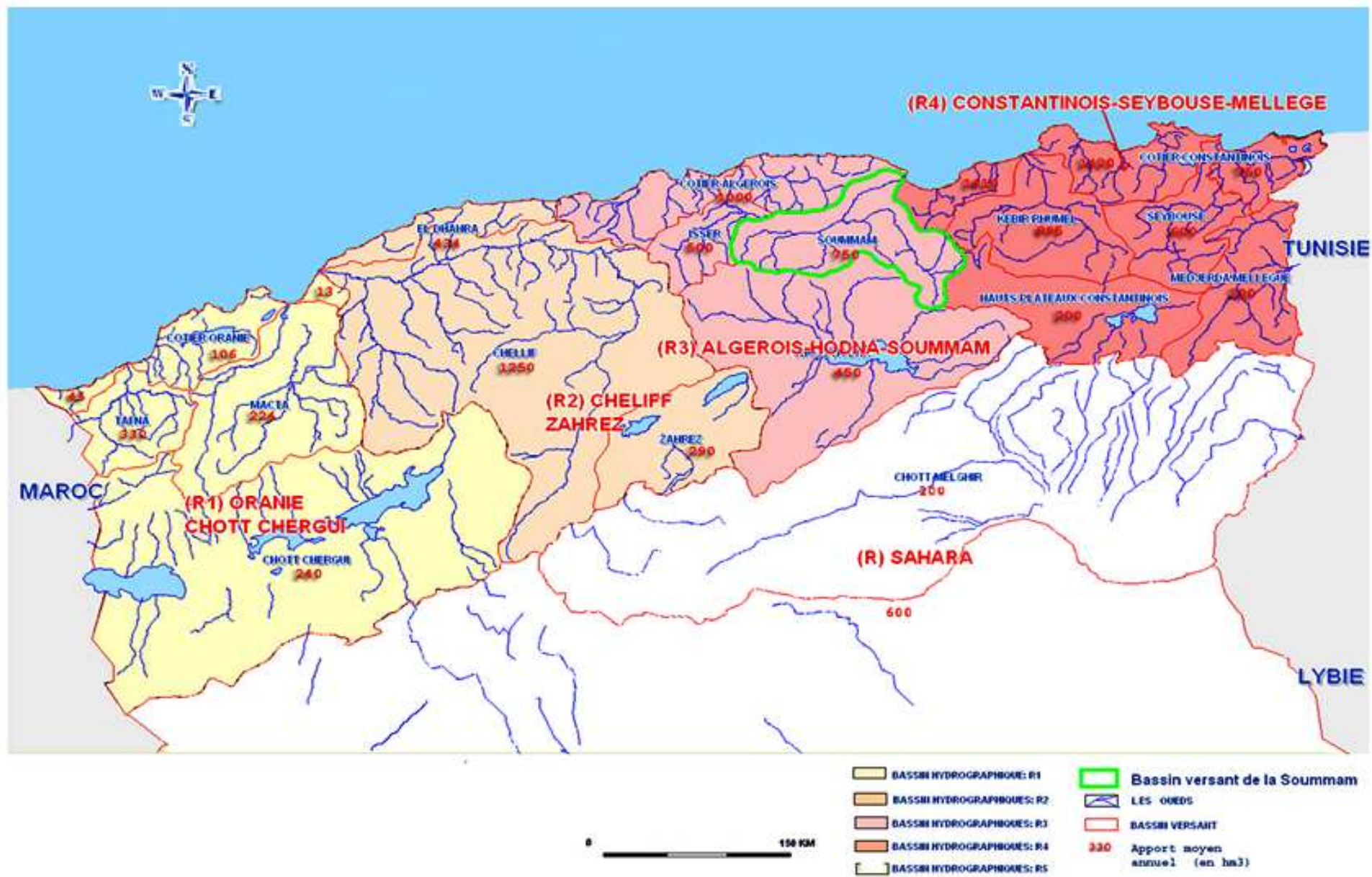
2-2- Reliefs

Le relief joue un rôle important sur le comportement hydrologique d'un bassin, il détermine en grande partie l'aptitude des terrains au ruissellement, l'infiltration et la vaporisation.

Le relief de la Soummam présente une forme assez irrégulière ; au Nord, le bassin est limité par les chaînes de Djurdjura, au Sud par les montagnes de Bibans et des Djebels Mansourah, à l'Est par les montagnes de la petite Kabylie. En allant de Bouira vers Akbou, l'orographie du bassin est très prononcée, l'altitude n'en aucun endroit n'est inférieure à 1500m. L'altitude diminue graduellement en avançant d'Akbou vers la mer. « *Les montagnes de la petite Kabylie sont également prononcées de point de vue altitude, leur plus haut sommet atteint 2004 m au Djebel Babor. De même les chaînes montagneuses du sud ne restent pas orthographiquement en arrière par rapport aux massifs cités précédemment, les pics sont atteints à Bibans 1832 m et Djebel Mansourah 1836m* »³.

³ : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, op.cit.

Carte N° 01 : Situation du bassin versant de la Soummam dans sa région hydraulique



Source : Réalisé par ZEBOUJ Mustapha, DRRE/SDEC, 2012.

2-3- Géologie

La connaissance de la géologie d'un bassin versant s'avère importante pour cerner l'influence des caractéristiques physiographiques. La géologie du substratum influe non seulement sur l'écoulement de l'eau souterraine mais également sur le ruissellement de surface. Dans ce dernier cas, les caractères géologiques principaux à considérer sont la lithologie (nature de la roche mère) et la structure tectonique du substratum. L'étude géologique d'un bassin versant dans le cadre d'un projet hydrologique a surtout pour objet de déterminer la perméabilité du substratum.

La complexité géologique des terrains formant le bassin versant de la Soummam, montre que ces terrains sont d'origine sédimentaire (Oligocène, Crétacé,...): calcaires, marnes, grès, dolomies..., et souvent plutôt imperméables ce qui, couplé à de fortes pentes, favorise le ruissellement. « *La basse Soummam s'étendant de Tazmalt à Bejaia, constitue le prolongement vers la mer méditerranéenne de la vallée de la Soummam qui est une dépression alluvionnaire, orientée Sud-ouest Nord-est sur 195 km* »⁴. Cette dépression a été mise en place par affaissement lors d'une phase de distension post organique d'âge moi-pliocène accompagnée de volcanisme soulignant parfaitement la phase de la fracturation qui succède à la mise en place des grandes nappes de glissement.

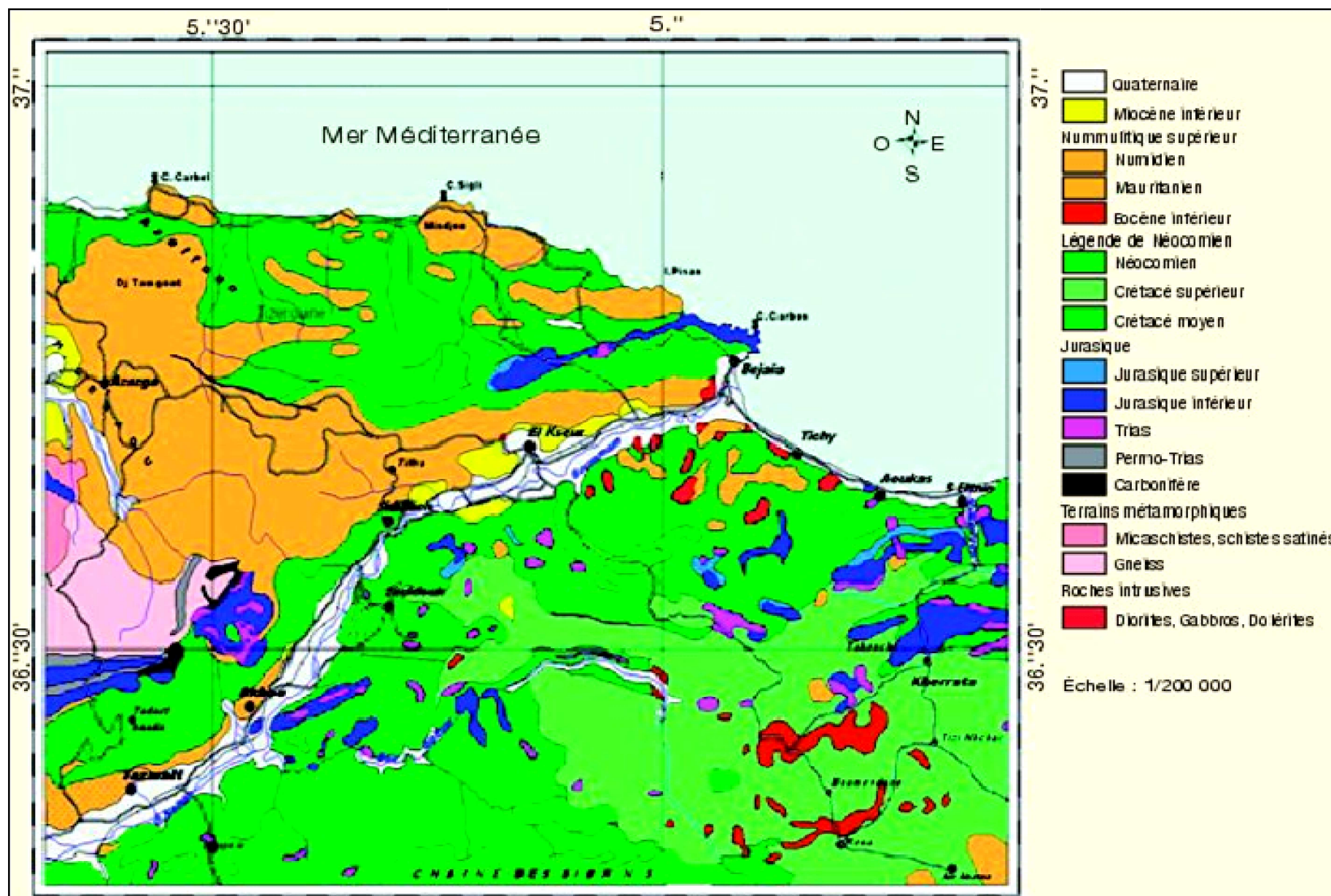
Du point de vue structurel, la vallée de la Soummam présente une grande complexité due à la superposition des ensembles géologiques appartenant à deux domaines entre lesquels elle constitue une zone de transition. La basse Soummam est bordée par deux chaînes montagneuses que sont les Bibans-Babors à l'Est et Gouraya-Aghbalou à l'Ouest.

Du point de vue tectonique, la basse Soummam a connu plusieurs périodes d'intense activité tectonique. Du jurassique au crétacé on enregistre les périodes tectoniques anténappes et du Langhien au Pliocène les périodes post-nappes. « *La litho-stratigraphie de la basse Soummam présente des formations géologiques allant du Tria au quaternaire. Ce dernier consiste l'essentiel du remplissage alluvial ainsi que le recouvrement majeur du lit de l'oued. Son épaisseur est de l'ordre de 34 à 40m dans l'axe de la vallée de la confluence d'oued Roumila à Aguellal, elle est de l'ordre de 35 à 70 m dans l'axe de la vallée d'Aguellal à l'embouchure* »⁵.

⁴ : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, Op.cit.

⁵ : Maza M, Hamdi L et Saou A. Présentation de l'aspect géologique de la Soummam, séminaire international Bejaia-Rouen 2008.

Carte N°02 : Géologie du bassin versant de la Soummam



Source : ANRH

2-4- Couvert végétal

La végétation est un paramètre physique important des bassins. Suivant sa nature, sa diversité et sa densité, le couvert végétal influence directement le cycle de l'eau au sein des bassins versants. « *La végétation évolue en fonction des conditions climatologiques du milieu. Ainsi, la densité de la végétation diminue avec l'altitude du fait de l'évolution des conditions climatologiques. Si la densité de la végétation diminue, alors les pertes par évapotranspiration et par interception diminuent de l'aval vers l'amont* »⁶.

Dans la plaine, la végétation est dense mais essentiellement temporaire ; « *elle est formée par les grands et formidables champs de cultures maraîchères diverses. Autrefois, les forêts qui couvraient la région fournissaient le bois nécessaire à une industrie du bois florissante mais malheureusement ce capital tend à disparaître sous les feux qui ravagent chaque année des milliers d'hectares. À cela s'ajoute l'absence d'une politique claire de reboisement et de lutte contre les incendies* »⁷.

3- CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES

Les indices morphométriques ont été les toutes premières mesures créées en géomorphologie pour comparer les caractéristiques morphologiques des bassins versants et pour quantifier leur comportement hydrologique potentiel. Alors que toutes ces méthodes se retrouvent aujourd'hui en préambule de nombreux ouvrages d'hydrologie, plusieurs auteurs en soulignent toutefois les limites. Nous allons définir ici, les paramètres morphométriques du bassin versant de la Soummam.

3-1- Réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Il peut prendre une multitude de formes. La différenciation du réseau hydrographique d'un bassin est due à quatre facteurs principaux.

- **La géologie** : par sa plus ou moins grande sensibilité à l'érosion, la nature du substratum influence la forme du réseau hydrographique.
- **Le climat** : le réseau hydrographique est dense dans les régions montagneuses très humides et tend à disparaître dans les régions désertiques.
- **La pente du terrain**, détermine si les cours d'eau sont en phase érosive ou sédimentaire. Dans les zones plus élevées, les cours d'eau participent souvent à l'érosion de la roche sur laquelle ils s'écoulent. Au contraire, en plaine, les cours d'eau s'écoulent sur un lit où la sédimentation prédomine.
- **La présence humaine** : le drainage des terres agricoles, la construction de barrages, l'endiguement, la protection des berges et la correction des cours d'eau modifient continuellement le tracé originel du réseau hydrographique.

Afin de caractériser le réseau hydrographique, il est souvent utile de reporter son tracé en plan sur une carte à une échelle adéquate. L'utilisation de photographies analogiques ou numériques est utile à cette identification. Divers paramètres descriptifs sont utilisés pour définir le réseau hydrographique.

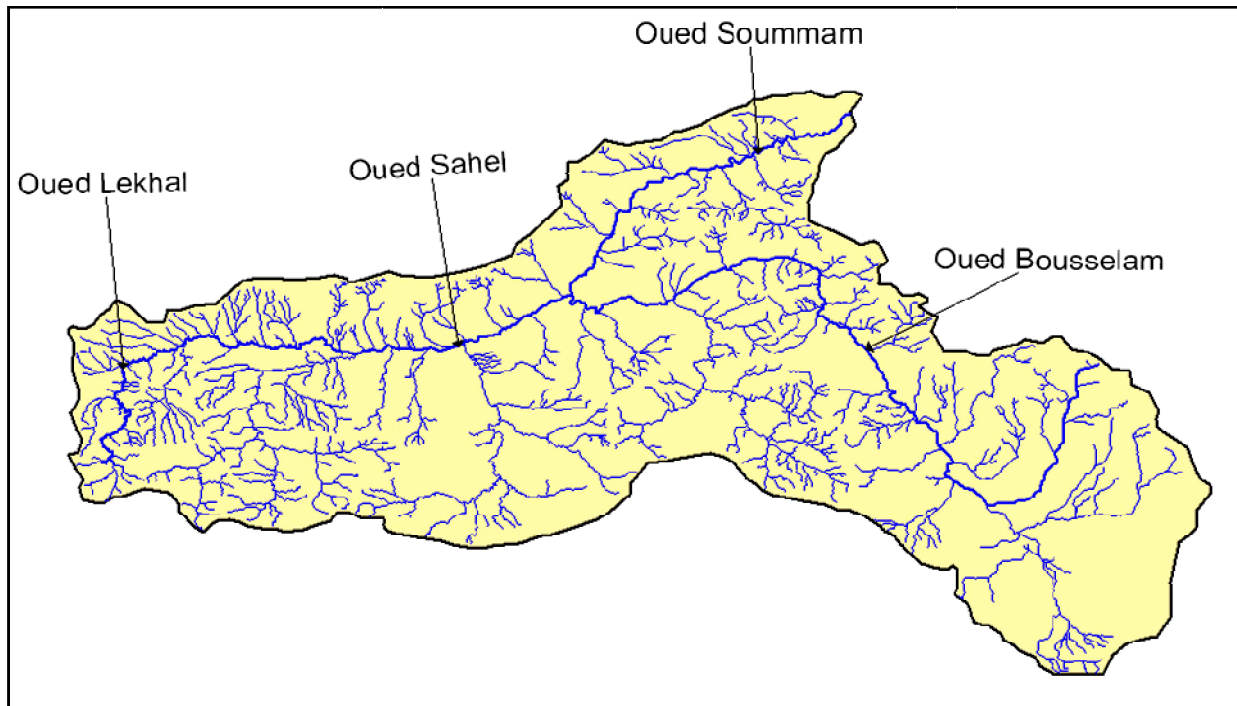
Le bassin versant de la Soummam est hydrographiquement très développé. Trois rivières et leurs affluents constituent son squelette hydrographique fondamental : le Sahel, affluent venant du

⁶ : Benjamin Graff. *Prédétermination des débits de crue des petits bassins versants torrentiels*, Thèse de doctorat, 2004.

⁷ : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, *Etude de la protection de la wilaya de Bejaia, rapport de la mission C, hydrologie Juillet 2006.*

nord-ouest, le Boussellam venant du sud-est et la Soummam, qui se forme à Akbou au confluent du Sahel et du Boussellam et coule en direction du nord-est vers la mer (**Figure N° 01**).

Figure N° 01 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam



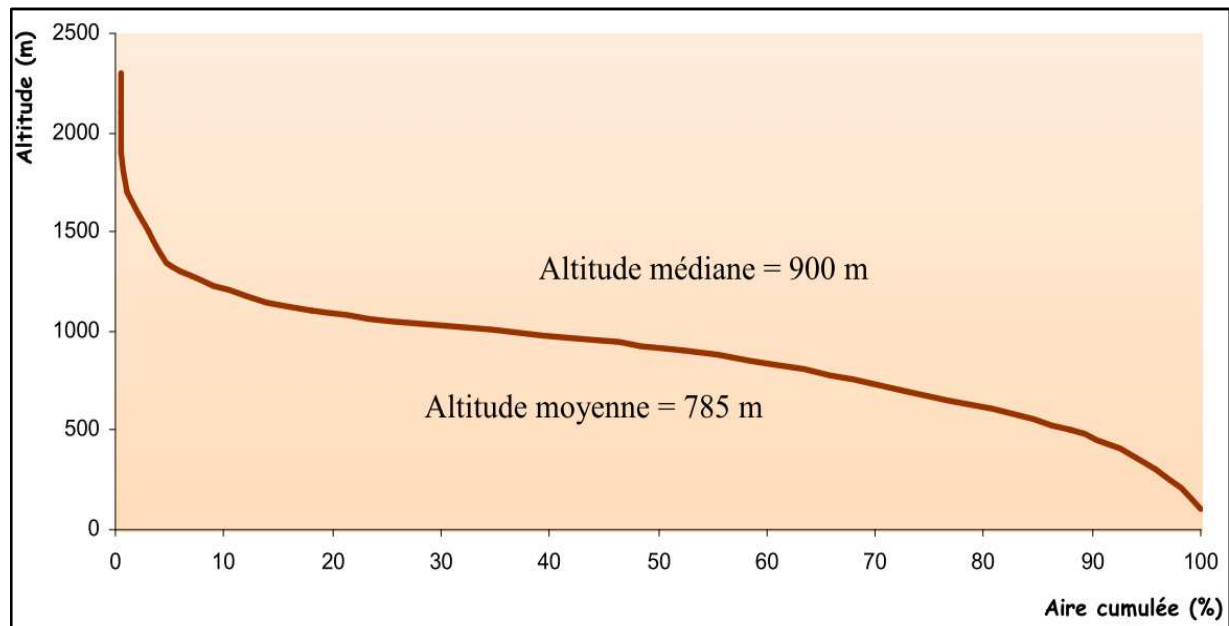
Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, Juillet 2006.

3-2- La courbe hypsométrique

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude. Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou le pourcentage de superficie, au-delà d'une certaine altitude.

Les courbes hypsométriques demeurent un outil pratique pour comparer plusieurs bassins entre eux ou les diverses sections d'un seul bassin. Elles peuvent en outre servir à la détermination de la pluie moyenne sur un bassin versant et donnent des indications quant au comportement hydrologique et hydraulique du bassin et de son système de drainage. La courbe hypsométrique est obtenue par le cumul de l'histogramme des altitudes, elle permet de calculer l'altitude moyenne, l'altitude la plus fréquente et l'indice de pente globale du bassin.

Figure N° 02 : Courbe hypsométrique du bassin versant de la Soummam.



Source : Labouari Farid, *op.cit.*

Cette courbe hypsométrique nous permet de déduire les caractéristiques données dans le tableau suivant :

Tableau N° 01 : Caractéristiques hypsométriques du bassin versant de la Soummam

Caractéristiques du bassin versant	Bassin versant de la Soummam
Aire	9125 km ²
Périmètre	655 km
Indice de compacité (Gravelius, 1914)	1.63
Altitude maximale	2308
Altitude minimale	2 m
Altitude moyenne	785 m
Altitude médiane	900 m
Indice de pente global	0.45 %
Largeur du rectangle équivalent	40 km
Longueur du rectangle équivalent	240 km

Source : Labouari Farid, *op.cit.* ;

3-3- Paramètres morphométriques

Le bassin versant de la Soummam est hydrographiquement très développé. Trois rivières et leurs affluents constituent son squelette hydrographique fondamental : le Sahel, affluent venant du nord-ouest, le Boussellam venant du sud-est et la Soummam, qui se forme à Akbou au confluent du Sahel et du Boussellam et coule en direction du nord-est vers la mer. Pour définir un réseau hydrographique, il existe divers paramètres descriptifs appelés paramètres morphométriques, présentés ci-dessous.

Tableau N° 02 : Paramètres morphométriques du bassin de la Soummam.

Paramètres morphométriques	Bassin de la Soummam
Classification du chevelu hydrographique	Ordre 7
Densité de drainage	0.70 km/ km ²
Densité hydrographique	0.20
Coefficient de torrentialité	0.108
Constante de stabilité	1.43

Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, Juillet 2006.

Le bassin versant de la Soummam se compose de dix sous bassins correspondant aux unités hydrologiques (**Figure N°08**), certaines sont contrôlées par des stations hydrométriques. Dans le sens orographique et hydrographique, le bassin de la Soummam ne constitue pas un ensemble. Il est visiblement partagé en deux régions différentes à tous les points de vue. La première région est dénommée le Sahel, y compris les cours d'eau inférieurs d'Azerou et du Boussellam. La deuxième région, plus petite, est une partie constituante du plateau Sétifien qui est limité au nord par les versants sud de la chaîne des Bibans et au sud par les monts du Hodna. A l'est et à l'ouest, il n'y a pas de ligne de démarcation nette. La carte suivante fournit la décomposition du bassin total en dix sous bassins principaux.

4- LE SOUS BASSIN VERSANTS DE LA SOUMMAM

Le bassin versant de la Soummam est composé par trois sous bassins fondamentaux sont :

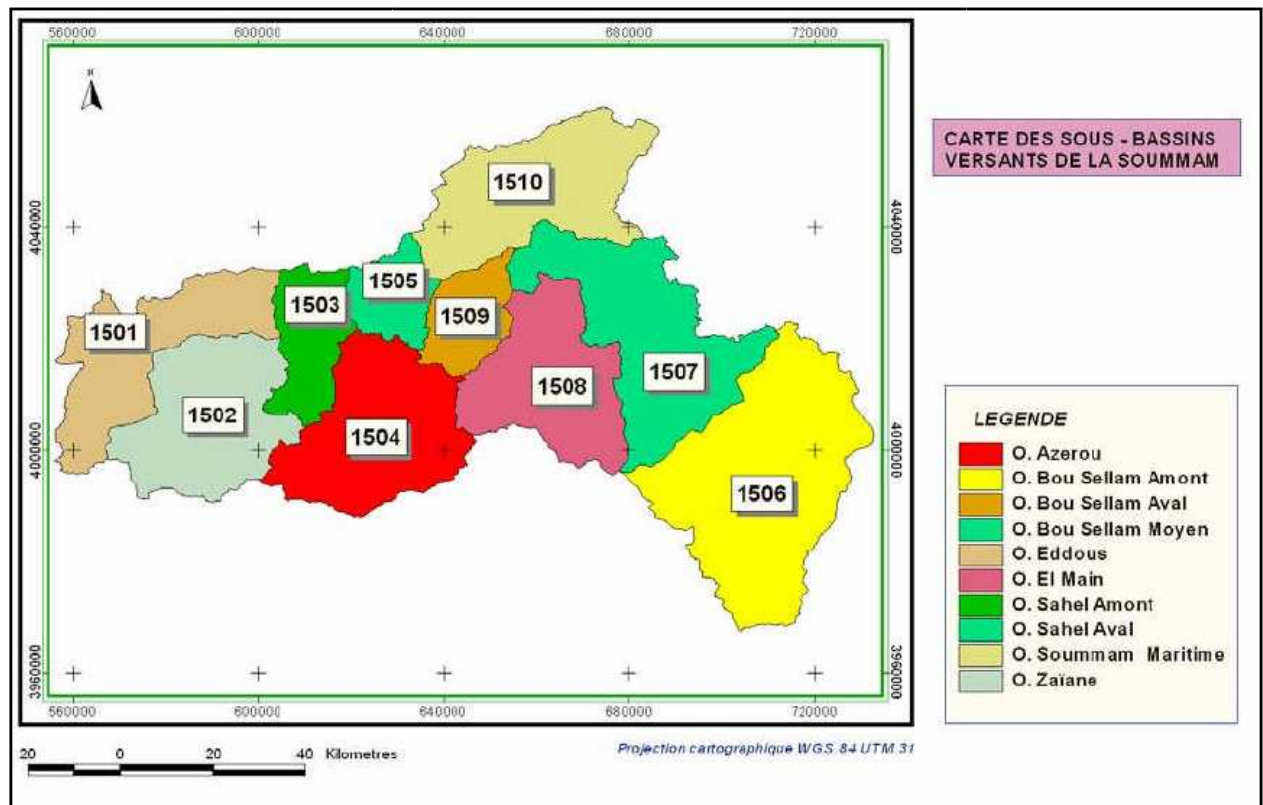
- Le bassin versant de **l'oued Bousselam** d'une superficie de 4309 km², intégrant son affluent, l'oued El Ham, d'une superficie de 930 km².
- Le bassin versant du **Sahel** d'une superficie totale de 3755 km². en fait le oued Sahel ne répond ce nom qu'à la confluence de oued Eddous et Oued Zaiane et il possède un affluent important, l'oued Azerou, d'une superficie de 1084 km².
- Le bassin versant aval de **la Soummam** objet de notre étude, d'une superficie de 1061 km², formé d'affluent de petite taille au régime torrentiel. Ainsi ces trois sous bassins versants représentent, respectivement : 47.3 ; 41.1 et 11.6 % de la superficie totale du bassin versant de la Soummam⁸.

Le système de drainage principal du bassin versant de la Soummam comprend vers l'Ouest, l'oued Sahel et ses affluents, et vers l'Est, l'oued Bousselam et ses affluents. Ces deux rivières se réunissent près d'Akbou pour former l'oued Soummam qui se jette dans la mer méditerranée à Bejaïa après un parcours de 80 km environ. Le sous bassin versant Soummam aval codés 15-10, soit une superficie de l'ordre de **1061 km²**. La vallée de la Soummam dessine un étroit sillon orienté SO-NE, qui s'allonge approximativement sur (**83 km** de longueur et une largeur variant de **700 m jusqu'à 4 km**)⁹.

⁸ : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, Op.cit.

⁹ : Idem.

Figure N° 03 : Carte de situation des sous bassins versants de la Soummam.



Source : Labouari Farid, *op.cit.*

4-1- Les indices morphologiques du sous bassin versant de la Soummam

Il s'agit ici, de donner les principaux indices morphométriques de relief, de forme et du réseau hydrographique du sous bassin versant de la Soummam. Nous avons choisi les indices les plus influant sur le comportement hydrologique ; afin, de nous permettre a une analyse plus adaptée a l'étude du risque « inondation » dans l'espace urbain.

4-1-1- Indice de relief

L'influence du relief sur l'écoulement se conçoit aisément, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures, etc.) et la morphologie du bassin. En outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement.

4-1-1-1- Indice de pente globale (Ig)¹⁰ :

Cet indice exprime le rapport de la différence des altitudes de fréquence 5 % et 95% par la longueur du rectangle équivalent du bassin.

¹⁰ : Ig est donné par la formule suivante :

$$I_g = \frac{D}{L} = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L}$$

$$I_g = 1.38$$

- D : dénivelé des altitudes (m).
- L : longueur du rectangle équivalent (m).

4-1-1-2- Chevelu hydrographique :

Le rapport de confluence est le quotient du nombre de thalwegs d'ordre x par celui des Thalwegs d'ordre (x+1), soit :

$$RC = \frac{N_x}{N_{x+1}}$$

Le rapport de longueur est le quotient de la longueur moyenne des talwegs d'ordre(x+1) par celui des thalwegs d'ordre x :

$$RC = \frac{L_{x+1}}{L_x}$$

Avec : **Lx**: longueur moyenne des talwegs d'ordre donné.

❖ La densité du drainage est donnée par l'expression suivante :

$$Dd = \frac{\sum L_x}{S}$$

$$Dd = \frac{852}{1070.3} = 0.79$$

- **Dd**: densité de drainage (km/km²) ;
- **Lx**: longueur totale cumulée des talwegs de l'ordre x (km) ;
- **S** : surface du bassin (km²).

Plus la valeur est élevée, plus elle traduit l'existence de terrains imperméables favorisant le ruissellement. On constate que le chevelu hydrographique est très dense dans le bassin versant aval de la Soummam.

4-1-1-3- Coefficient de torrentialité

Il est obtenu par la formule :

$$Ct = \frac{N_1}{S \cdot Dd}$$

- **N1** : nombre de thalwegs d'ordre 1.
- **S** : surface du bassin versant en km².
- **Dd** : densité de drainage en km/km².
- **Ct** : coefficient de torrentialité.

4-1-2- Les indices de forme du sous bassin versant

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin versant. Par exemple, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. Plusieurs indices sont nécessaire a étudier.

4-1-2-1- Indice de compacité (Kc)¹¹ :

La forme du bassin est représentée par l'indice de compacité ou indice de Gravelius. Il représente le rapport du périmètre du bassin considéré sur celui du cercle de surface équivalent. La formule qui caractérise l'indice de compacité est la suivante :

$$Kc = 0,28 \times P / (A)^{1/2}$$

- **Kc**: indice de compacité.
- **P** : périmètre du bassin en km.
- **A** : superficie du bassin en km².

4-1-2-2- Rectangle équivalent

On détermine la longueur et la largeur du rectangle équivalent d'un bassin fictif qui aurait la même surface, le même périmètre et le même indice de Gravelius que le bassin considéré. On utilise la formule suivante :

$$L = K\sqrt{A/1.12}\sqrt{1 - (1.12 / K)^2}$$

$$l = (P - 2l) / 2$$

Avec:

L : longueur du rectangle équivalent (km);

l: largeur du rectangle équivalent (km).

Le tableau suivant résume les résultats obtenus des différents paramètres de forme de Sous bassins versants Bousselam maritime ou Soummam aval :

Tableau N° 03 : Indices de forme de sous bassin versant de la Soummam

Paramètres	Périmètre P (Km)	Surface A (Km ²)	Indice de Gravelius K	Longueur L (Km)	Largeur l (Km)
<i>calcul</i>	171.7	1070.3	1.47	70.75	15.1

Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, Juillet 2006

On peut constater d'après le tableau ci-dessus que les sous bassins 10 possèdent une forme allongée.

4-1-3- Les indices de l'organisation du réseau hydrographique

4-1-3-1- La densité de drainage

Le drainage du bassin est habituellement caractérisé par la densité de drainage, définie comme le rapport entre la longueur cumulée des drains du bassin et sa surface. La densité de drainage dépend de la géologie (structure et lithologie) des caractéristiques topographiques du bassin versant et, dans une certaine mesure, des conditions climatologiques et anthropiques.

En pratique, les valeurs de densité de drainage varient de 3 à 4 pour des régions où l'écoulement n'a atteint qu'un développement très limité et se trouve centralisé ; elles dépassent 1000 pour certaines zones où l'écoulement est très ramifié avec peu d'infiltration.

4-1-3-2- Coefficient de torrentialité

Le coefficient de torrentialité est obtenu à l'aide de la relation suivante :

¹¹ : Pour Kc:

- $0 \leq Kc \leq 1$ lorsque le bassin est parfaitement circulaire.
- $1 \leq Kc \leq 1,128$ lorsque le bassin est carré.
- $1.128 \leq Kc \leq 3$ lorsque le bassin est allongé.

$$Ct = \frac{N1}{A} \cdot Dd$$

Où :

- **N1** : nombre de talwegs d'ordre 1;
- **A** : superficie du bassin en Km² ;
- **Dd** : densité de drainage en Km/ Km² ;
- **Ct** : coefficient de torrentialité.

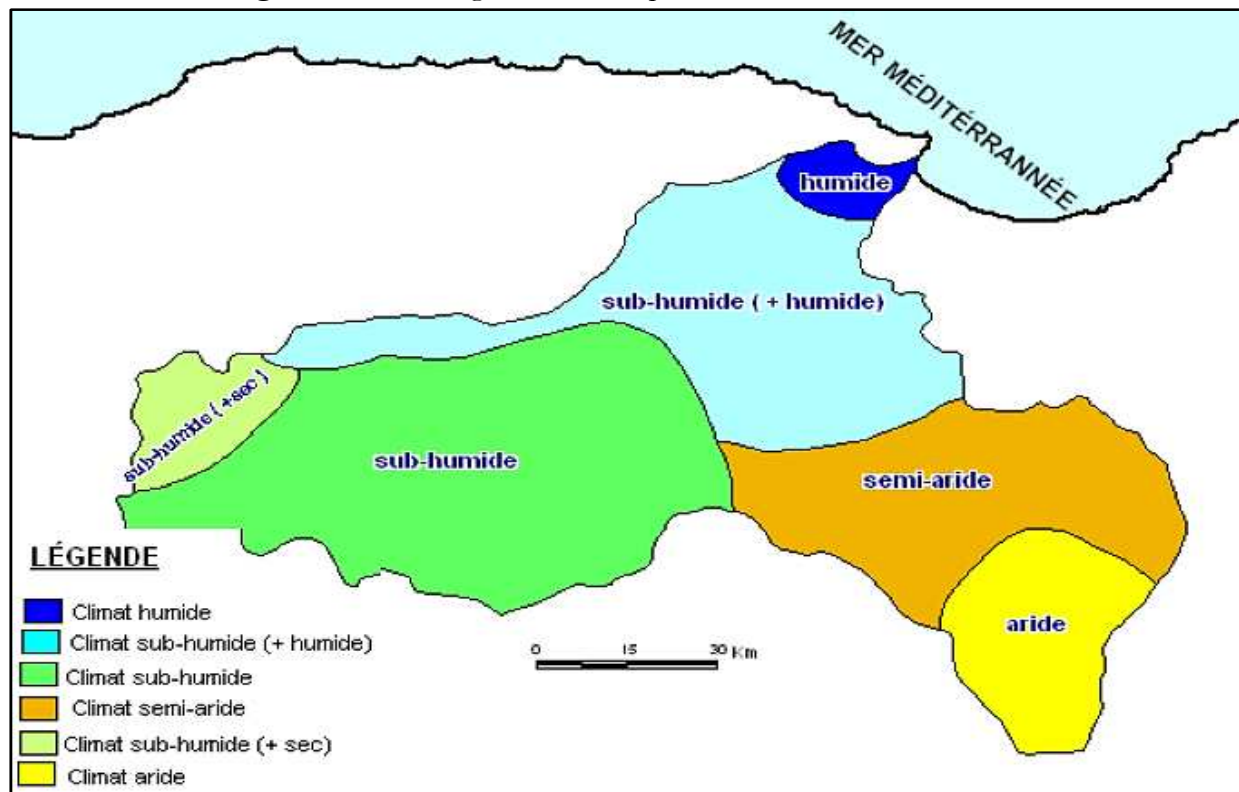
On constat que le bassin versant aval de la Soummam d'une superficie de 1070km², formé d'affluents de petite taille au régime torrentiel. La zone d'étude intéresse la ville de Bejaia, Dans ce cas, on s'intéresse essentiellement aux oueds traversant cette zone et qui sont :

- L'oued Soummam qu'est considéré comme l'oued principal.
- L'oued Serir constitué par plusieurs affluents traversant toute la ville de Bejaia, dont oued Seghir est l'un de ces affluents aboutissant directement à la mer.

5- CLIMATOLOGIE

La région hydrographique de la Soummam est sous la dépendance de trois types de climat : climat littoral tempéré sur le cours inférieur de l'oued Soummam, climat de l'Atlas Tellien sur la moyenne Soummam et sur une partie du haut bassin de la Soummam (oueds Sahel - cours inférieur de l'oued Boussellam) et climat des hautes plaines sur le haut bassin de l'oued Boussellam. Une carte des étages bioclimatiques est représentée dans la (Figure N° 04)

Figure N° 04 : Etages bioclimatiques du bassin de la Soummam.



Source : Labouari Farid, *op.cit.*

Nous allons ici nous intéresser au climat littoral où se situe notre site d'étude, afin de bien comprendre l'aléa inondation. Il y'a à noter que le quartier d'Iriahène est caractérisé par un climat

humide représenté dans la figure précédente en couleur bleue. L'humidité relative est assez élevée et présente un cycle diurne de très faible amplitude. « Les moyennes annuelles sont de 70% à 18 heures et de 60 à 65 % à 13 heures. La pluviométrie moyenne annuelle croît modérément d'Ouest en Est, mais de façon plus nette avec l'altitude. Elle passe de 400 - 500 mm dans la vallée de la Soummam à 800 mm en altitude. Le régime pluviométrique présente un maximum de précipitations en Décembre et un minimum en Juillet. L'alternance des brises de mer et de terre constitue un des traits les plus caractéristiques de ce type de climat. Le sirocco souffle de 20 à 30 jours par an. Les gelées blanches sont excessivement rares, de 0 à 2 jours par an en moyenne »¹².

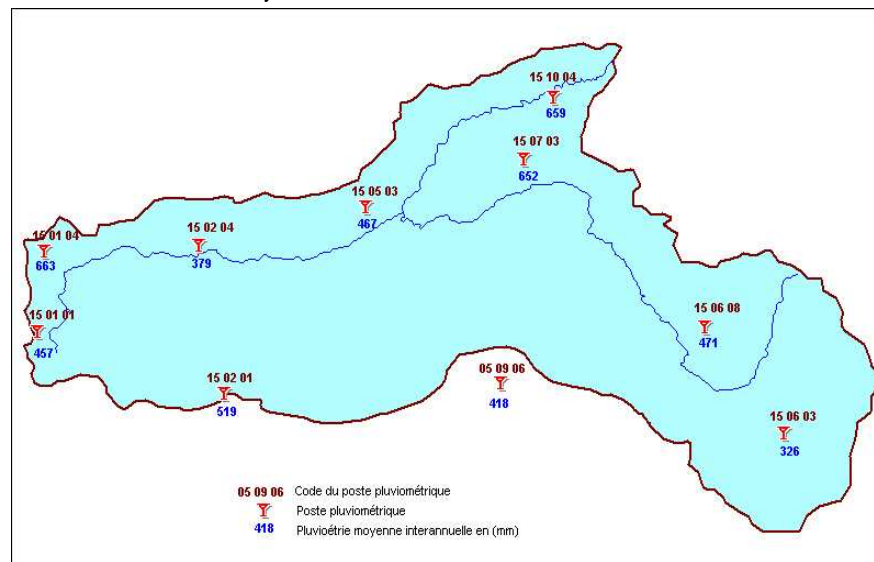
5-1- Caractéristiques hydroclimatiques

Les différents phénomènes météorologiques d'intérêt peuvent être caractérisés pour les besoins de l'étude ; à partir des observations enregistrées à la station climatologique de Bejaia aéroport, située dans la zone d'étude à une altitude de 2 m. Les paramètres climatiques étudiés à cette station sont les précipitations, les températures, le vent, l'ensoleillement, la tension de vapeur et l'évaporation. Ils sont fournis par l'Office National de Météorologie (O.N.M), sur une quinzaine d'années environ, permettant de mettre en évidence les variations les plus significatives qui ont touché le climat dans cette région.

5-1-1- Bassin versant de la Soummam : Pluviométrie moyenne

Dix postes pluviométriques (voir la carte et le tableau ci-dessous) ont été sélectionnés en fonction de leur situation géographique et de leur durée d'observations. Celle-ci n'est jamais inférieure à 23 ans, mais la valeur moyenne est de 58 années.

Figure 05 : Pluviométrie moyenne interannuelle dans le bassin versant de la Soummam



Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, Op.cit.

5-1-1-1- Pluies moyennes mensuelles

Le tableau et les graphiques suivants fournissent les pluies mensuelles interannuelles établies pour chacun des postes :

¹² :Lahouari Farid, Etude du ruissellement pluvial des sous bassins de la Soummam, thèse de magister, Université de Bejaïa, 2010

Tableau 04 : Précipitations moyennes mensuelles interannuelles (en mm)

Mois code	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aoû	Moy inter-an
Sous bassin : Eddous sahel													
15 01 01	28,0	32,6	39,2	48,3	44,8	46,7	46,9	46,7	35,3	9,88	8,27	11,7	399
15 01 04	26,6	33,9	71,3	91,5	75,2	83,0	90,5	68,3	37,5	8,87	6,76	2,87	596,7
15 02 01	24,8	40,9	49	62,9	51,4	54,6	54,9	39,3	38,3	8,99	0,88	5,94	433,2
15 02 04	24,8	40,9	49,7	62,7	51,4	54,6	54,9	39,3	38,7	8,99	0,88	5,94	433,2
15 05 03	32,4	33,7	44,6	64,2	54,6	50,8	42,4	41,6	38,6	12,5	5,43	10,6	431,9
Sous bassin : Bousselam													
15 06 03	28,4	31,5	37,6	36,8	32,7	33,0	34,3	36,4	37,8	18,8	7,3	9,50	344,5
15 06 08	37,1	40,8	44,3	59,1	59,1	49,7	50,3	40,6	45,0	24,3	7,8	11,8	470,5
15 07 03	34,6	42,2	52,3	92,2	84,2	77,7	64,7	54,0	39,2	13,1	2,8	7,88	565,5
Sous bassin : Soummam													
15 10 04	32,9	53,0	48,4	86,6	55,9	47,6	64,9	52,5	28,5	12,8	0,37	6,55	490,4

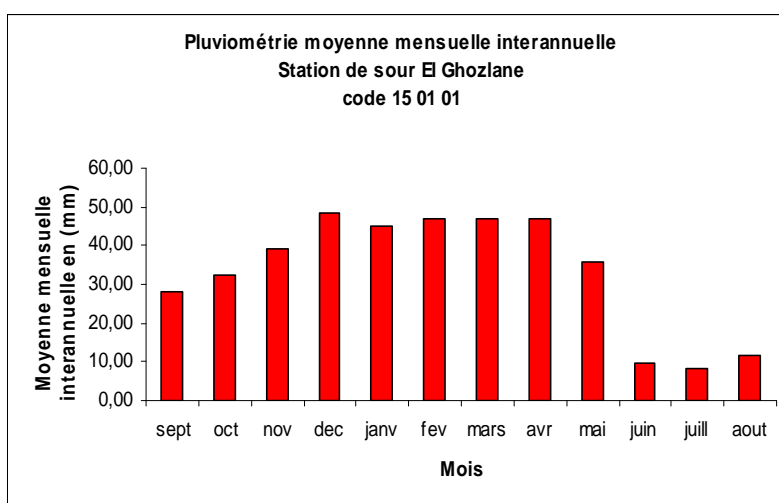
Source : L'Agence du bassin hydrographique Algérois- Hodna- Soummam (ABH AHS)

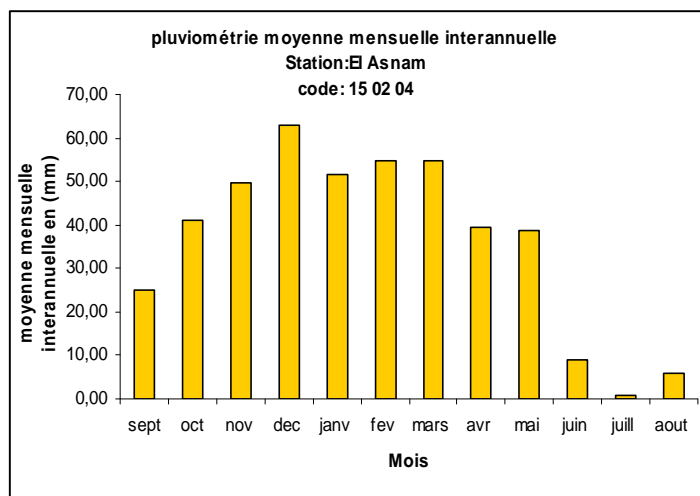
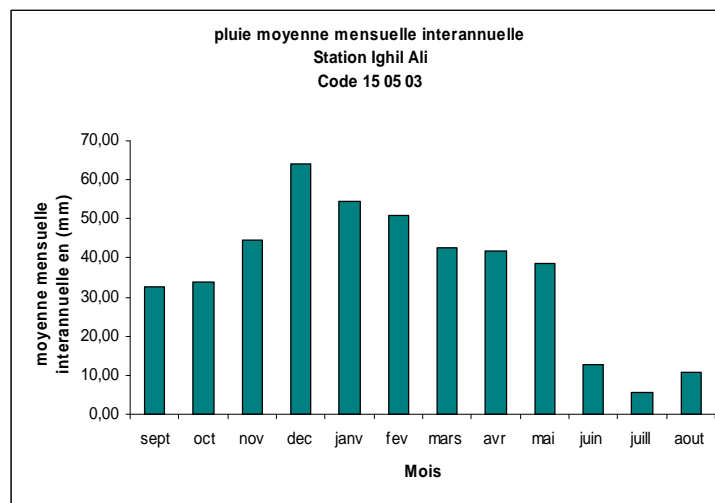
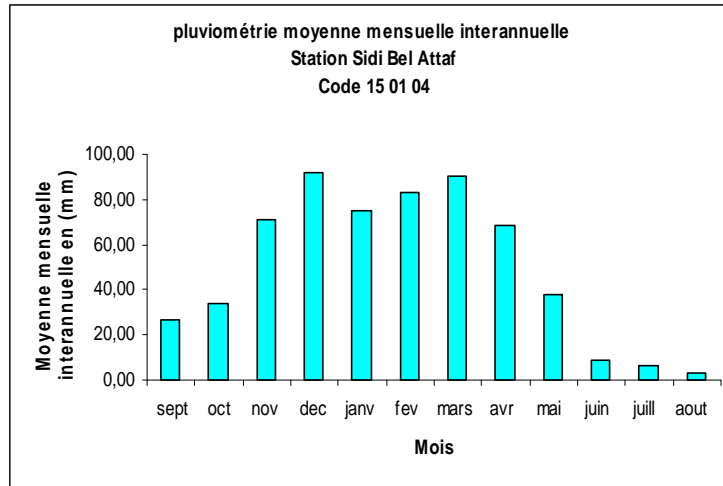
Il apparaît que :

- la période hivernale et le printemps sont les plus arrosés,
- les pluies estivales sont très faibles,
- les pluies d'automne sont soutenues quoique un peu inférieures aux pluies d'hiver et de printemps,

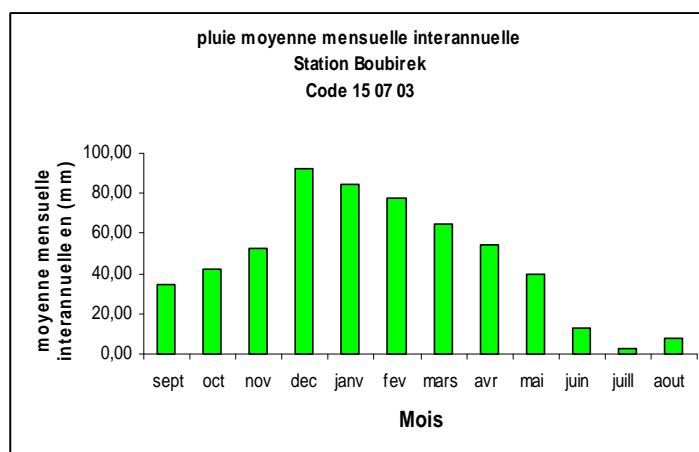
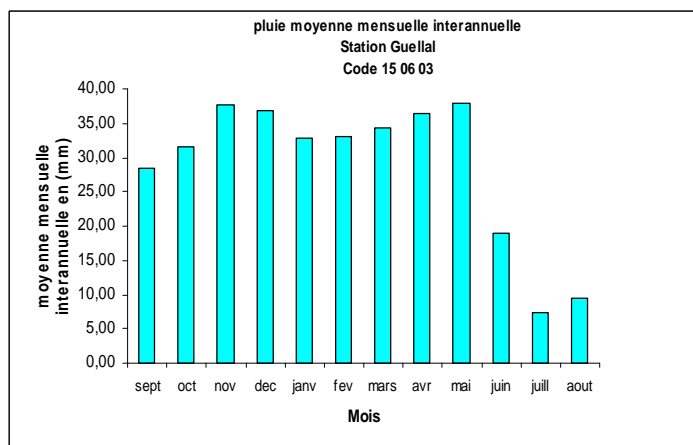
Figure 06-07-08-09-10-11-12-: bassin de la Soummam, Précipitations moyennes mensuelles interannuelles

1) Sous bassin : Eddous-Sahel

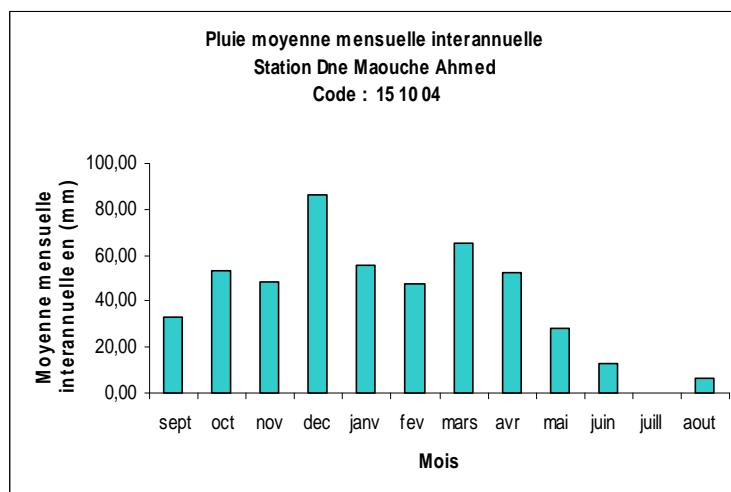




2) Sous bassin : Bousselam



3) Sous bassin : Soummam



Source : L'Agence du bassin hydrographique Algérois- Hodna- Soummam (ABH AHS)

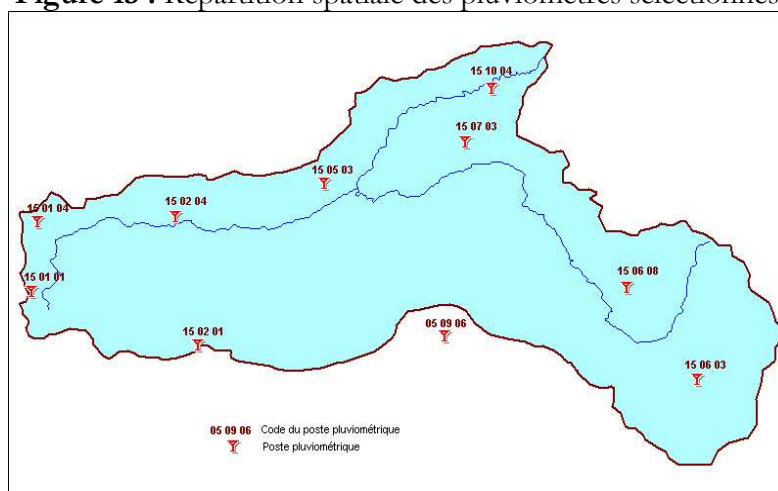
5-1-1-2- Pluies journalières maximales

L'estimation locale des pluies extrêmes et de leur période de retour est souvent peu précise du fait de données peu nombreuses. Le regroupement de données d'une même région permet souvent d'améliorer la précision de cette estimation.

Ces pluies sont fondamentales pour l'étude des crues. Afin de comparer l'intensité de ces pluies sur tout le bassin versant on constitue un échantillon commun pour tous les pluviomètres. Cet échantillon a une taille de 29 ans pour les 7 postes ci-après :

La station de Sour El Ghozlane	15 01 01
La station de Taghdite Souk El KH.	15 02 01
La station d'El Asnam	15 02 04
La station d'Ighil Ali	15 05 03
La station de Bouira Coligny	15 06 08
La station de Boubirek	15 07 03
La station de Dne Maouchi Ahmed	15 10 04

Figure 13 : Répartition spatiale des pluviomètres sélectionnés



Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, op.cit.

En effet, pour examiner la répartition spatiale on privilégie le temps de retour **10 ans**, moins soumis aux incertitudes des ajustements statistiques. Ces valeurs de pluie journalière (non centrée) décennale, notées P10, Il apparaît:

- des valeurs de 40 à 50 mm au centre du bassin du sahel et au Sud du bassin du Bousselam,
- des valeurs de 60 à 70 mm en amont du bassin du Sahel et sur le bassin de la Soummam aval.
- une valeur de l'ordre de 90 mm sur l'aval du bassin du Bousselam.

Tableau N° 05: Pluies journalières maximales

Stations et code	Localisation	Pluie journalière, en mm, de temps de retour T en ans				Valeur max observée, mm	Commentaire
		10	20	50	100		
15 01 01	Est du BV Sahel	66	76	90	100	101,6	Fortes valeurs sous-estimées
15 02 01	Sud du BV Sahel	40,5	46	53	58	52	Fortes valeurs sous-estimées
15 02 04	centre du BV du	39	43	48,5	52,5	46,4	Fortes valeurs

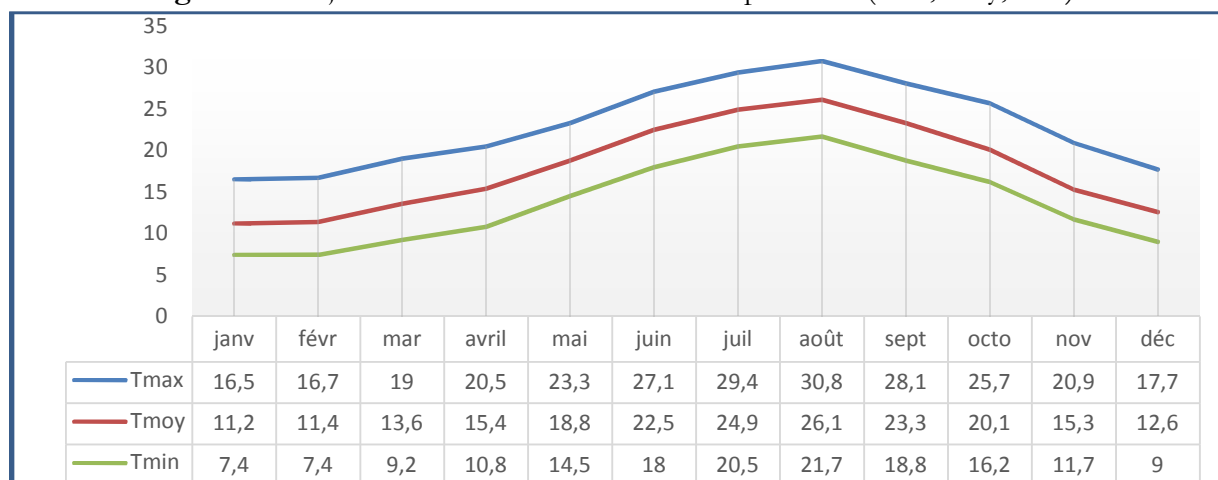
	Sahel						surestimées
15 05 03	Aval du BV du Sahel	58,5	67	78,5	87	76	-
15 06 08	Amont BV Bousselam	47	52	59,5	65	63,8	-
15 07 03	Aval du BV Bousselam	87	102,5	123	138	172	La valeur max(12/1986) s'écarte totalement de l'échantillon
15 10 04	BV Soummam aval	59,9	66,5	75,5	82,5	68	-

Source : ONM, Bejaia

5-2- Température

La température est un élément majeur dans les phénomènes de condensation et d'évaporation de l'eau et constitue aussi, un terme essentiel dans la définition du déficit d'écoulement. Les mois les plus chauds sont Juin, Juillet, Août et Septembre et les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février. L'écart de température entre l'été (Août) et l'hiver (Janvier) est environ de 15 °C en moyenne. (Figure N° 14).

Figure 14 : Bejaia : Variation mensuelle des températures (Max, Moy, Min)



Source : Schéma directeur d'assainissement de la wilaya de Bejaia(2008)

5-3- Evapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle désigne la quantité d'eau rejetée dans l'atmosphère tant par évaporation directe au niveau du sol, que par transpiration des organes aériens des plantes. Elle constitue la quantité maximale de vapeur d'eau pouvant être produite.

Le tableau suivant, et le graphique de la figure 13, présentent les données mensuelles et interannuelles de l'évapotranspiration potentielle, calculées d'après la formule de **Penmann**.

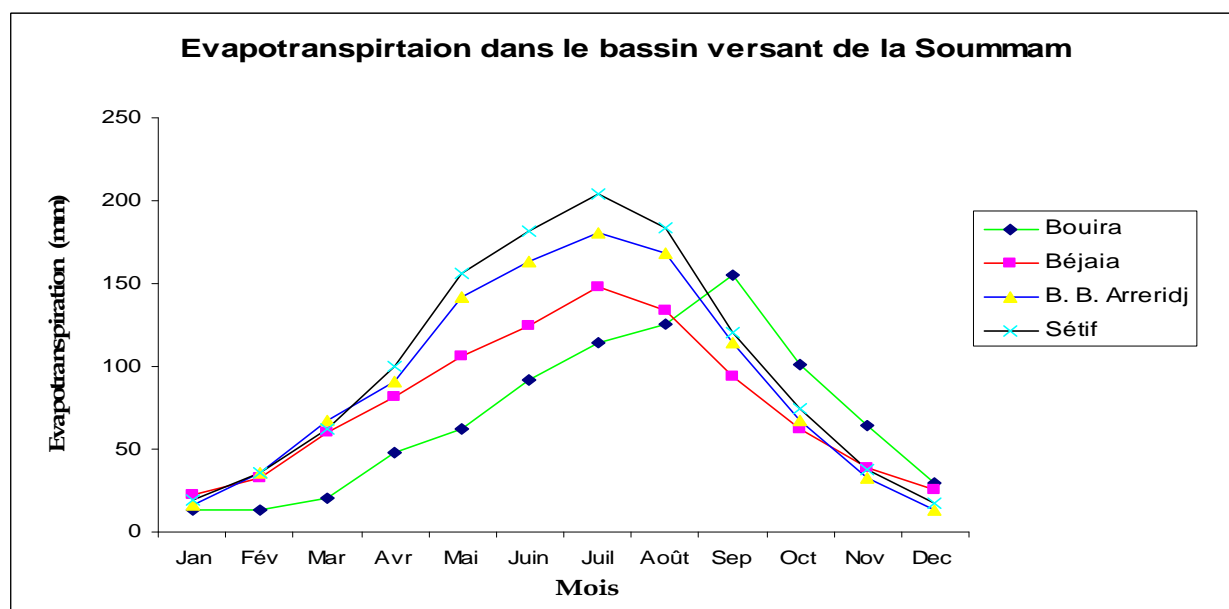
Tableau N° 06 :Evapotranspiration du bassin versant de la Soummam

Station/ mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct.	No v	Déc	Moy interannuell e
Bouira	13,4	13,4	20,8	47,8	62,6	91,3	114,2	125,1	154,9	101,3	64,6	29,4	839,2
Bejaia	22,4	32,9	59,9	81,6	105,7	124,9	148,3	133,6	93,7	62,3	39,1	25,5	930,3
B.B.A	16,6	35,7	67,6	90,5	141,4	162,7	181	168,2	114,7	67,5	32,9	13,6	1092,9
Sétif	19,5	35,8	62,4	100,4	156,1	181,7	204,4	183,4	120	74,1	37,7	17,7	1193,7
Moy Mensuelle	18	29,4	52,7	80,1	116,5	140,2	162,0	152,6	120,8	76,3	43,6	21,6	1014,1

Source : ABH AHS, op, cite.

On constate d'après le tableau ci-dessus que l'évapotranspiration potentielle annuelle oscille entre 839 et 1 194 mm Pour la majeure partie du bassin elle est de 1 014 mm

FigureN° 15: Evapotranspiration dans le bassin versant de la Soummam



Source : D.H.W de Bejaia

Le mois de juillet est celui où, en général, l'évapotranspiration est maximum, à l'exception du poste de Bouira où le maximum se présente en septembre.

L'utilisation de ces différents paramètres et des indices morphométriques d'un bassin versant présente un résultat très indispensable, et ce afin de caractériser l'environnement physique et leur influence sur l'écoulement superficiel.

L'étude exposée est une description des caractéristiques physico-morpho métriques, hydrographiques, climatiques du bassin versant de la Soummam, qui constitue une donnée de base et une référence pour identifier dans un premier temps les bassins versants des oueds qui conduisent à la démarche d'organisation pour mieux gérer l'aménagement et la prévention des inondations. Nous abordons dans la partie suivante, l'étude du processus d'urbanisation afin de

décortiquer les enjeux, et de faire un recensement de l'ensemble des vulnérabilités qui aggravent le phénomène d'inondation dans la ville de Bejaïa.

II- ETUDE DU PROCESSUS D'URBANISATION

La ville de Bejaïa a subi une grande concentration de la population et une centralisation des différentes activités qui avait engendré une importante croissance urbaine. Celle-ci s'est traduite par un étalement spatial très important dans toutes les directions.

A travers les périodes historiques, la ville témoignait d'une extension socio-spatiale, sur toute la baie de Bejaïa et tout au long de la vallée de la Soummam. Cette extension a été accompagnée et appuyée par une importante évolution de la population et des activités. Après l'indépendance, et suite à la politique étatique de logement dans les années soixante-dix marquée par les ZHUN, l'étalement urbain s'est avancé dans toutes les directions, en franchissant toute les limites physiques et naturelles, jusqu'à atteindre la plaine inondable vers l'est.

Le quartier d'Iriahène considéré comme réserve foncière, qui portera essentiellement le besoin pressant de la ville de Bejaïa en programme de production de logement. S'est avéré, après un quelque année, que cette partie de la ville est presque la plus touchée par les effets dévastateurs des inondations, les crues de 2002 et de 2003 sont révélatrices.

Dans cette partie, nous allons traiter le processus d'urbanisation dans la ville de Bejaïa, suivi de l'étude d'évolution urbaine dans le quartier « *Iriahène* », en mettant l'accent sur les éléments et les facteurs urbains qui augmentent l'intensité du phénomène de crues.

L'aggravation des inondations est fortement liée au développement d'activités et d'enjeux en zones à risque (habitations, activités économiques et enjeux associés). Ceci a deux conséquences: d'une part, une augmentation de la vulnérabilité des secteurs exposés et d'autre part pour les événements les plus localisés une aggravation des écoulements.

Il paraît donc urgent pour ne pas créer de nouvelles situations de risque, d'organiser le développement urbain en dehors des secteurs exposés. Mais au-delà, il paraît aussi intéressant de valoriser les zones inondables en leur redonnant une vocation compatible avec la submersion. Chose qui n'est pas pris en charge dans le périmètre d'étude qu'on a choisi.

1- DESCRIPTION DE L'AIRE D'ETUDE

Pour notre cas, les questions liées à l'évolution de la ville vers la zone inondable seront analysées et interprétées à la lumière des extensions qu'a connues la ville. C'est exactement notre objectif par la présentation d'un aperçu historique sur l'évolution urbaine et spatiale de l'aire d'étude.

1-1-Présentation de la ville

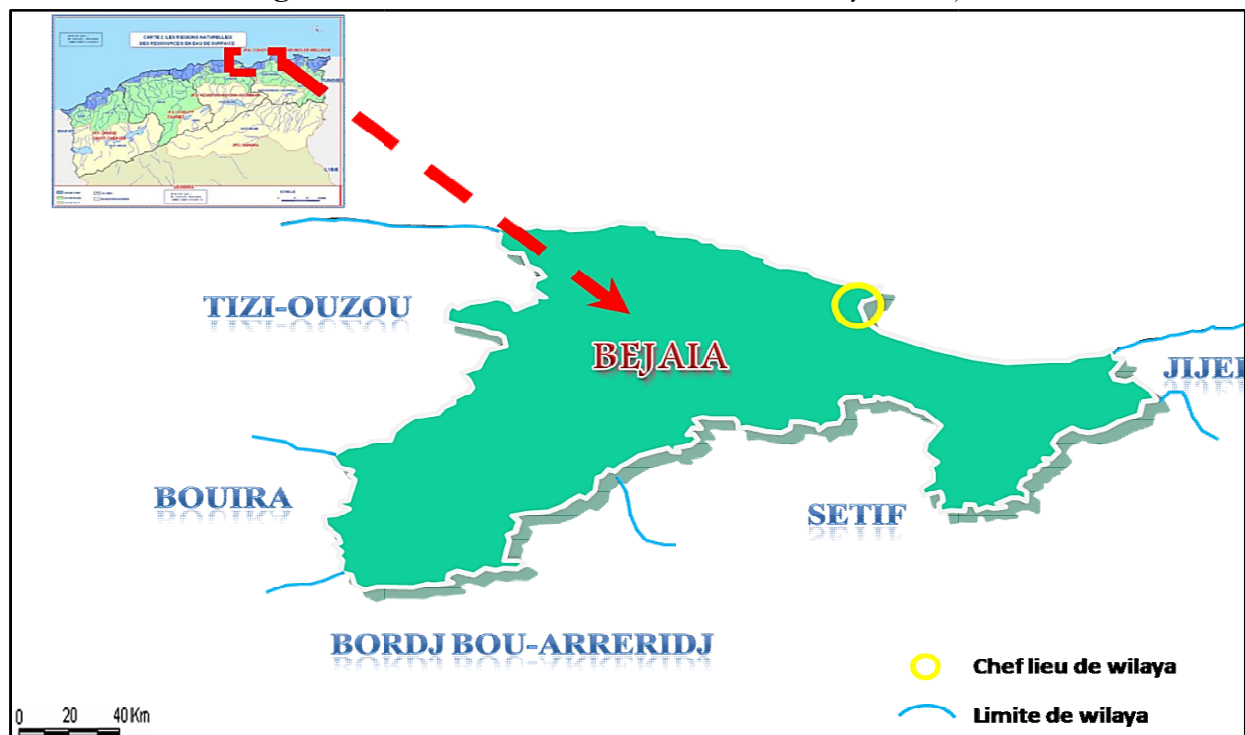
Bejaia est une ville Algérienne, située dans le bassin méditerranéen, et plus précisément en Kabylie. Les kabyles l'appellent Bagyet tandis que les français lui donnent le nom de bougie car la cire des chandelles était fabriquée dans cette région.

1-1-1- Situation administrative

Bejaia est le chef-lieu de la wilaya. Le nom de Bejaia ne se réfère pourtant pas à la seule ville de Bejaia, mais à toute la région qui l'entoure, à savoir la Soummam, de la région de Tazmalt jusqu'à Mellala, ainsi que le littoral. La superficie de la wilaya est de 3 223,48 km² ;

Avec ses 173 601 habitants en 2010, Bejaia est en termes de population la plus grande ville de Kabylie. Elle est aussi, grâce à sa situation géographique, le plus important pôle industriel de la région, notamment par la concentration de nombreuses industries et la présence d'un des plus grands ports pétroliers et commerciaux de la méditerranée. Elle est dotée d'un aéroport international.

Figure N° 16 : Limites administratives de la wilaya de Bejaïa.



Source :MERAH I Hakim, AOUC H A R Chabane, Cartographie du Risque Inondation, Essai d'un (P.P.R.I), Cas de la ville de Bejaïa, mémoire GTU, université de Constantine (2012).

1-1-2- Situation géographique et physique

Cette région appartient au grand bassin des côtiers algérois, entourée par les communes de Toudja, Amizour, El Kseur et Tichy. Elle se trouve à l'intérieur de la boucle de la Soummam. C'est une plaine dont la pente diminue progressivement en direction de la mer.

La plus grande partie de la ville et principalement la périphérie est urbanisée, le reste est occupé par des terres agricoles et des verges. Bejaia se caractérise par un mélange de portraits: la mer, la montagne, la plaine, la ville, la campagne, un port, un aéroport et un chemin de fer, offrant à celle-ci une particularité exceptionnelle (Figure N°14)

Figure N° 17 : Situation physique de la ville de Bejaia



Source : Carte d'Etat majeur, traitement d'auteur

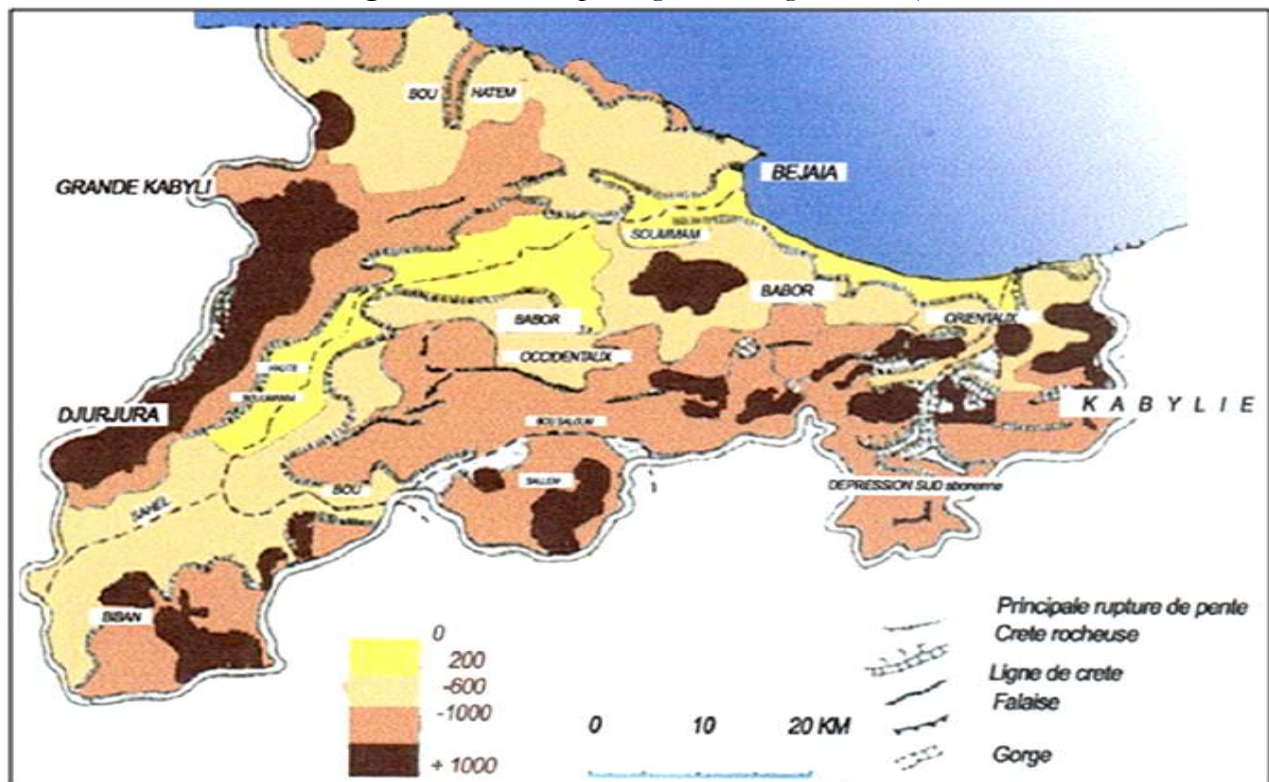
1-1-3- La morphologie

Bejaia occupe un terrain présentant un aspect en cuvette, à l'est et vers Tichy est entourée par une ceinture montagneuse de basse à moyenne altitude qui va en s'incurvant du sud-est jusqu'à l'ouest ou se trouve la montagne de Gouraya qui culmine à 630 m. Le site par sa variété morphologique, comprenant des (montagnes, plaines, piémont, vallée). Elles s'établissent dans les proportions suivantes :

- Les montagnes : massifs et compacts occupent 60% de la superficie de la région et comprend deux massifs (Gouraya et Sidi Boudrahem)
- La plaine côtière : elle s'étend de Bejaia à souk el Tenine, sur 30 km de long et 4 km de large, occupe 25% de la superficie de la région.

- Les collines et piémonts : ils occupent 10 % de la superficie totale.
- Les vallées : la plus importante est celle de la Soummam, d'une longueur de 80 km et d'une largeur de 4 km elles séparent les deux ensembles de montagnes et occupent 5% de la superficie total. (Voire la carte n° 09)

La figure N° 18: Morphologie de la région de Bejaia



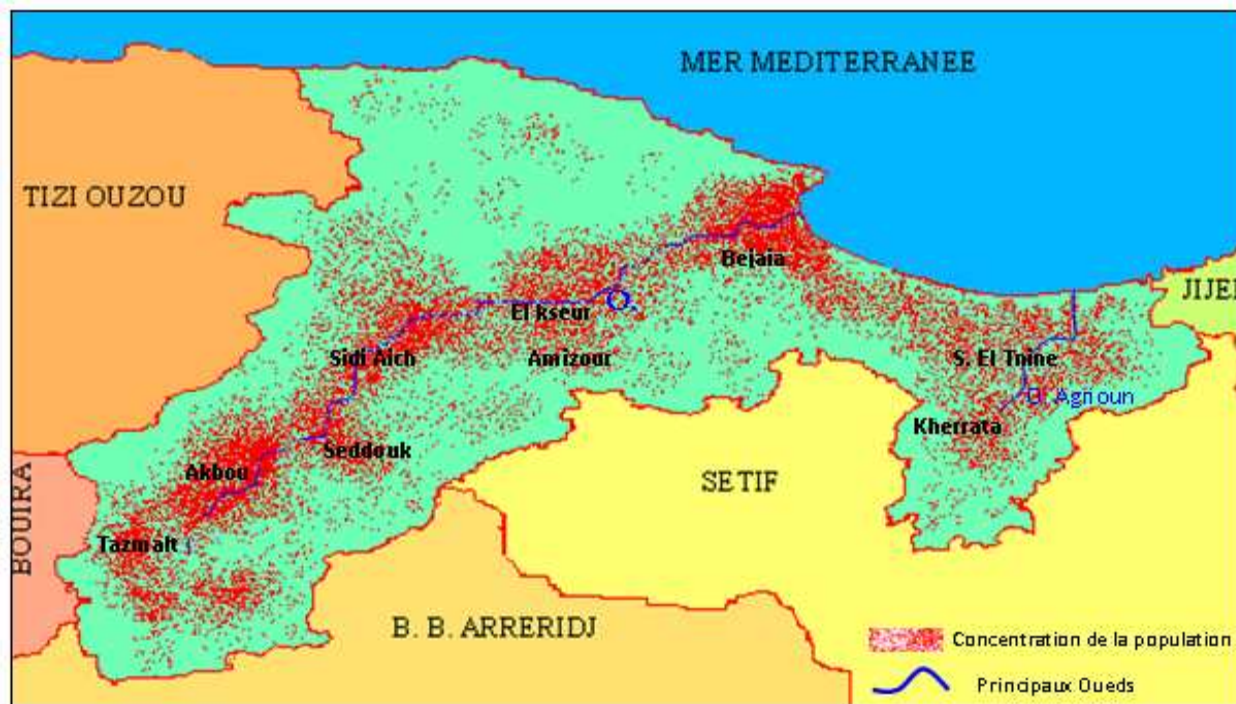
Source :MERAH I Hakim, AOUCHAR Chabane, *Cartographie du Risque Inondation, Essai d'un (P.P.R.I), Cas de la ville de Bejaia, op.cit.*

2- POLARISATION DU TERRITOIRE AUTOUR L'OUED SOUMMAM

La lecture morphologique et urbaine de la région de Bejaïa nous permet de déduire que toutes les agglomérations et regroupement humains se situent souvent à proximité de la vallée de la Soummam, ceci lui a donnée un élément majeur d'attraction à travers l'histoire. Ainsi, nous comprendrons comment la topographie de la région a été un élément déterminant dans la concentration de l'activité humaine dans le « couloir » s'étendant de Tazmalt jusqu'à la mer « 73% de population totale vivent dans cette partie du territoire où toutes sortes d'activités se sont développées : agriculture, commerce et industrie sont celles qui caractérisent le plus la dynamique de cet axe par rapport aux zones de montagne où le reste de la population (27%) est fortement tributaire des principales agglomérations »¹³.

¹³ : *Etude de la protection de la ville de BEJAIA contre les inondations, Rapport de la mission I, Collecte de données, Direction de l'hydraulique de la wilaya de Bejaïa, INGEROP Algérie, Mai 2006*

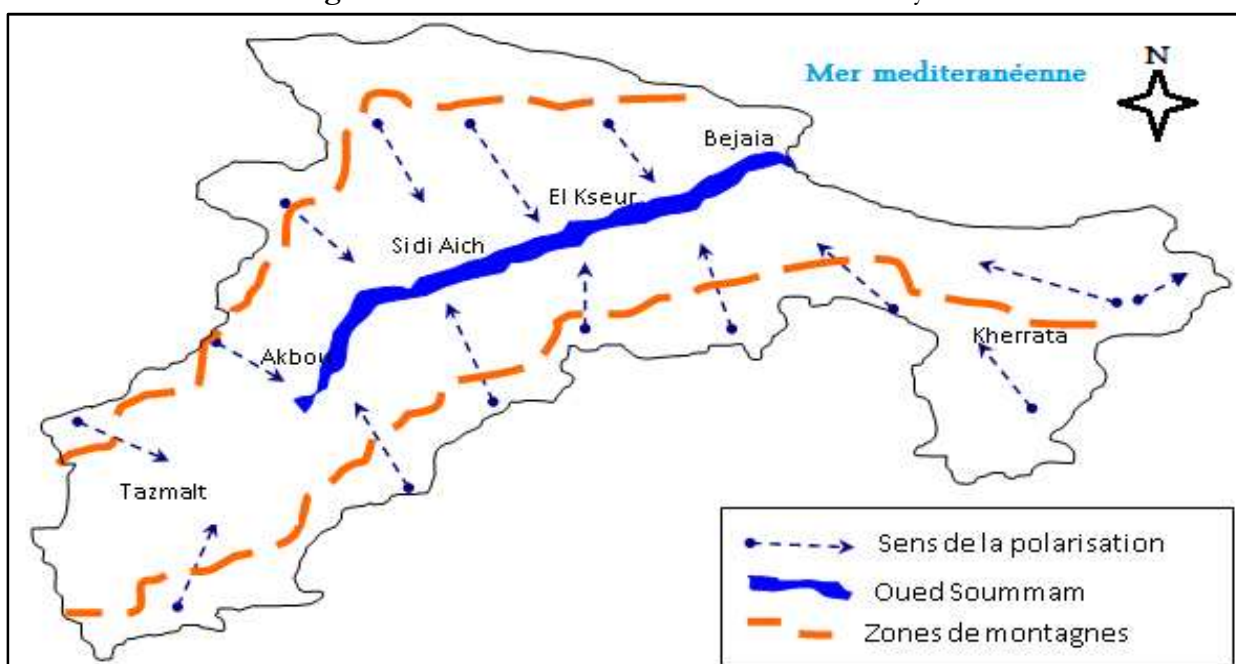
Figure N° 19: Bejaia, Situation des principales agglomérations



Source : *Etude de la protection de la ville de BEJALA contre les inondations, DHWB, op.cit.*

Le relief a aussi participé, et d'une manière prépondérante à la polarisation du territoire de la wilaya de Bejaia. Cette polarisation dont l'orientation se fait des frontières vers l'intérieur a fait de Bejaia un territoire dont les limites sont restées « nettes ». Surtout qu'il n'y a pas à proximité de celles-ci, d'importants centres urbains ou pôles industriels qui pourraient participer à la dilution de ces frontières avec celles d'autres wilayas.

Figure N° 20: Polarisation du territoire de la wilaya



Source : *Etude de la protection de la ville de BEJALA contre les inondations, op.cit.*

Face aux divers points positifs de cette polarisation des centres urbains autour d'Oued Soummam, il y a une nécessité de signaler que la forte croissance des activités et du peuplement sur l'axe majeur longeant le ledit Oued et sur la côte Ouest de la wilaya, a des effets néfastes sur le territoire, dont les conséquences sur l'écosystème se traduisent par la pollution des eaux et de l'environnement, la surexploitation des nappes et l'intrusion des eaux de mer, le mitage des terres agricoles ainsi que les risques majeurs liés aux installations industrielles.

3- ETUDE DU PROCESSUS D'URBANISATION

Pour investir dans les raisons d'apparition de la ville de Bejaïa sur un site aussi prestigieux et stratégique, nous sommes ici, dans l'obligation de faire un éclairage rapide sur les époques de l'évolution historique urbaine et spatiale. Cette étude du processus d'urbanisation nous permettra par la suite de comprendre l'émergence d'une telle interaction urbanisation-inondation, et l'affranchissement historique progressif des limites de la ville vers l'occupation de la plaine inondable et l'augmentation des vulnérabilités dans la zone à risque.

3-1- L'évolution historique et urbaine de la ville

Bejaïa, à l'instar de la majorité des villes Algériennes a vécu une croissance spatiale qui s'est faite selon six grandes époques, où chaque époque correspond à un développement caractérisé par une configuration spécifique et comportant des types d'unités morphologiques déterminées, par des facteurs d'ordres économiques, sociaux, et spatiaux.

Bejaïa fut habitée depuis les temps les plus anciens, de nombreux vestiges l'attestent :

- Occupation des grottes des Aiguades.
- Station de pêche et un tumulus au pic des singes.

Dans les temps préhistoriques, la présence de l'homme à Bejaïa et sa région sont attestées à divers endroits. La station et la grotte d'*ALI BACHA* représentaient l'époque la plus ancienne de l'occupation humaine à Bejaïa. Les vestiges recueillis sur les lieux remontent au paléolithique moyen (de 40000 à 20000 ans).

Nous avons fait une composition trilogique des époques historiques de la ville : précoloniale, coloniale et postcoloniale.

3-1-1- Epoque précoloniale

- ❖ Elle a été marquée par le passage de plusieurs civilisations, « *La position géographique privilégiée de la région de Bejaïa a permis l'installation d'un comptoir (Imperia) phénicien* »¹⁴

Les Phéniciens ont établi des comptoirs tout au long de la côte de l'Afrique septentrionale, en démarrant de Carthage (leur capitale) jusqu'au détroit de Gibraltar. De ce fait, on dira que les Phéniciens se sont installés à Bejaïa pour deux raisons ;

- Existence de caps protecteurs (cap Charbon et cap Bouak)
- Une population avec laquelle ils ont établi des échanges commerciaux.

Après avoir été un comptoir phénicien, Bejaïa et sa région furent annexées par Rome à la Numidie occidentale qui coïncida avec l'affaiblissement du rendement agricole en Italie, cette occupation donc s'inscrit dans un cadre et un objectif économique.

Le choix du site d'implantation de la ville romaine était fondé sur les potentiels qu'offre cette structure naturelle : salubre, non marécageuse, permettant le déchargement des marchandises, existence de l'eau

¹⁴ : Charles Féraud, « *Bougie : Etude historique partielle* ». (Document publié en juin 2002).

ainsi qu'en matière de défense, car « *la ville fut ramassée et condensée dans un mur d'enceinte de 3 kilomètres* »¹⁵, édifiée sur les deux lignes de crêtes de l'Est et de l'Ouest.

Dans cette époque, la ville s'équipa de nombreux ouvrages d'utilité publique. Un siècle et demi après sa fondation, son ravitaillement en eau fut assuré par un aqueduc qui captait la source de Toudja, sur le flanc du massif de Tadart Aghbalou, à **16,5 Km** à l'Ouest de Saldae. (Voir la **figure N° 18**)

Photo N° 01 : Aqueduc romain de Toudja



(Cette conduite permettait l'alimentation en eau de la ville de Saldae
(Fondée par Octave en 27 – 26 avant notre ère)

Source : Annuaire statistique ; Bejaïa, version 2008

- ❖ Juste après l'occupation romaine, Bejaïa fût récupérée par les Hammadites : « *Sur l'emplacement de Salade, EL-Nacer, successeur de Hammad, fonda sa capitale qu'il nomma Naceria, et qui devint rapidement une capitale politique, commerciale et culturelle* »¹⁶.

De **1067 à 1152**, l'extension de l'enceinte s'est effectuée vers l'Est en dépassant Oued Abzeaz, et au Nord jusqu'au mont de Gouraya .l'enceinte est percée par quatre portes nouvelles en plus des trois existantes qui sont liées deux à deux par trois axes :

- Porte Amsioun à la porte El-Mergoun passant par l'école Sidi-Touati.
- Porte Fouka à la porte El-Rouah passant par les deux palais.
- Porte Casbah à Bâb el Bahr longeant le port.

- ❖ En 1510, *Bejaia* tombe entre les mains des espagnols et la nommèrent *Buggia*. « *Pendant la période espagnole, la ville connaît une décroissance urbaine dont le périmètre de l'enceinte a été réduit au 1/3, les 2/3 restants sont délaissés et abandonnés pour des raisons économiques et défensive* »¹⁷.

On définit de nouvelles limites de l'enceinte qui définissent toujours le dedans et le dehors, l'enceinte passait par le fort *Baral* suivant la partie supérieure du jardin situé au bas de la porte *Fouka* et atteignant la *Casbah*. De l'autre côté, partant également du fort *Baral* et aboutissant au fort *Abdelkader*. Cette enceinte est percée par les mêmes portes sous les Hammadides mais avec création d'une autre au Nord.

¹⁵ : *Kheladi Mokhtar* in « *Urbanisme et systèmes sociaux* ». Ed OPU Alger 1993. Page 89.

¹⁶ : *Hocine DJERMOUNE* in « *1^{er} séminaire : l'urbanisme à Bejaia, traces et perspectives* ». APC de Bejaia ,20 et 21 octobre 1999. Page 02.

¹⁷ : *Hocine DJERMOUNE*, *op.cit.* P2.

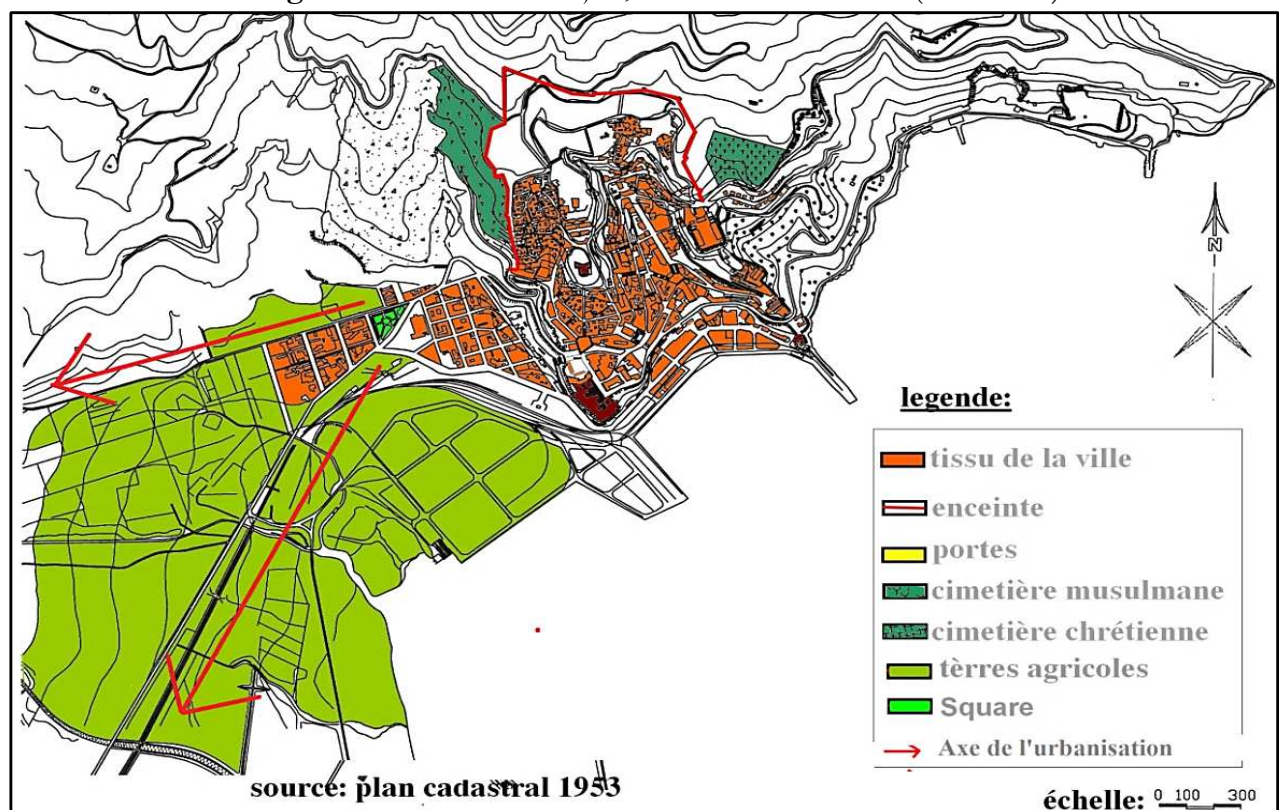
- ❖ Après les espagnoles, la ville fût occupé par les ottomans ; « *Salah Rais* » reprit Bejaia des espagnols, mais elle ne reprit plus jamais sa gloire d'antan¹⁸. La Médina était implantée sur le périmètre urbain espagnol avec la permanence de l'enceinte et les quatre portes qui l'articulaient à son territoire. (Voir la **Figure N° 18**)

Durant cette période (1556-1833), Bejaia perd toute sa grandeur et prospérité par rapport aux périodes antérieures.

4.1.2. Epoque coloniale 1933-1962

« Les premières actions qui ont suivi la prise de bougie en 1833, furent principalement guidées par le souci d'assurer la sécurité d'un territoire nouvellement acquis, ces actions se traduisent par l'occupation des bâtiments militaires turcs pour contrôler la ville et ériger les nouveaux lieux du pouvoir »¹⁹. La première opération d'envergure que subit le tissu urbain de la ville fut la réduction de son territoire à l'intérieur d'une nouvelle enceinte, construite en 1835 ; le tracé de cette dernière se superpose en partie avec l'enceinte Hammadite. De 1920 à 1953, Deux directions de croissance portées par des axes historiques importants (Rue de la liberté et Rue du Vieillard) l'articulation entre la première extension sur la plaine et la seconde se fera par la place de square dotée de l'église saint Thérèse., cette place devrait assumer le rôle du nouveau seuil à la ville. Avec l'évènement du plan de Constantine la ville a connu un enclavement (immobilisation) dû à la négation de la structure au sol (axes et tracés agricole) d'où la disparition de la notion de l'ilot et des éléments de communication sociale (place et rue)

Figure N°21 : Ville de Bejaïa, sens de l'urbanisation (1920-1958)



¹⁸ : Op.cit. P2

¹⁹ : Mabindad Abderrahim Naima, « Essai de restitution de l'histoire urbaine de la ville de Bejaia » mémoire magistère, option : préservation des sites et monuments historique .EPAU 2001. Page 19.

Source : Plan cadastrale, Bejaia, 1953, traitement d'auteur.

4.1.3. Epoque postcoloniale : de 1962 à aujourd'hui

Cette époque a connu une croissance rapide et intensive suivant plusieurs directions, et constitue un ensemble désarticulé, sous forme de plusieurs fragments non homogènes. La grande étendue des espaces urbains en tâches d'huile ne permet plus une vision globale de l'ensemble, sa croissance est régit par un ordre d'extension qui s'exprime par une juxtaposition additionnelle d'éléments urbains.

4.1.3.1. Période 1962-1990

La période allant de 1962 à 1970 est caractérisée par :

- Une stagnation de tissu urbain
- l'appropriation de l'espace urbain et surtout l'émergence de tissu anarchique engendré par l'exode rural massif, et la crise de logement 1974-1990.

En 1974 la ville de Bejaia se détacha du département de Sétif et sera élevée au chef-lieu de wilaya. En 1975 la ville se dota d'un plan d'urbanisme directeur PUD inspiré de l'idée du plan de Constantine, et le monopole des réserves foncières communales qui va donner une assiette importante à la zone industrielle, et à l'activité portuaire. La politique d'aménagement est basée sur un zoning :

- Réalisation d'une zone administrative vers l'ouest.
- Réalisation des zones d'habitations urbaine nouvelles (ZHUN : Sidi Ahmed et Ihaddaden)

4.1.3.2. Période 1990 à nos jours

Cette période est caractérisée par :

- Un déficit en réserves foncières
- apparitions des constructions verticales (les tours)
- réalisation de la nouvelle ville (*Sidi Ali lebbhar*), laquelle qu'on choisit comme périmètre d'étude pour l'analyse du risque inondation.
- création d'un campus universitaire (Aboudaou)

Le développement de la ville, depuis l'indépendance a concerné uniquement l'espace de la plaine et la vallée de Soummam engendrant une croissance urbaine anarchique, l'empiétement sur des terres agricoles (bassin alimentaire de la ville) et la marginalisation de l'espace montagneux environnant.

C'est à partir des années 60 que la ville a commencé à glisser lentement mais de façon irréversible vers la plaine à l'ouest, au début timidement, puis de manière effrénée depuis la mise en œuvre de son plan spatial de développement des années soixante-dix, (zone industrielle) et les années quatre-vingts (ZHUN : Ihaddaden Et Sidi Ahmed), investissant la zone maraîchère de la plaine qui lui servait jusque-là de terrain agricole. C'est la première fois que Bejaïa quitte les flancs de Gouraya pour occuper la plaine.

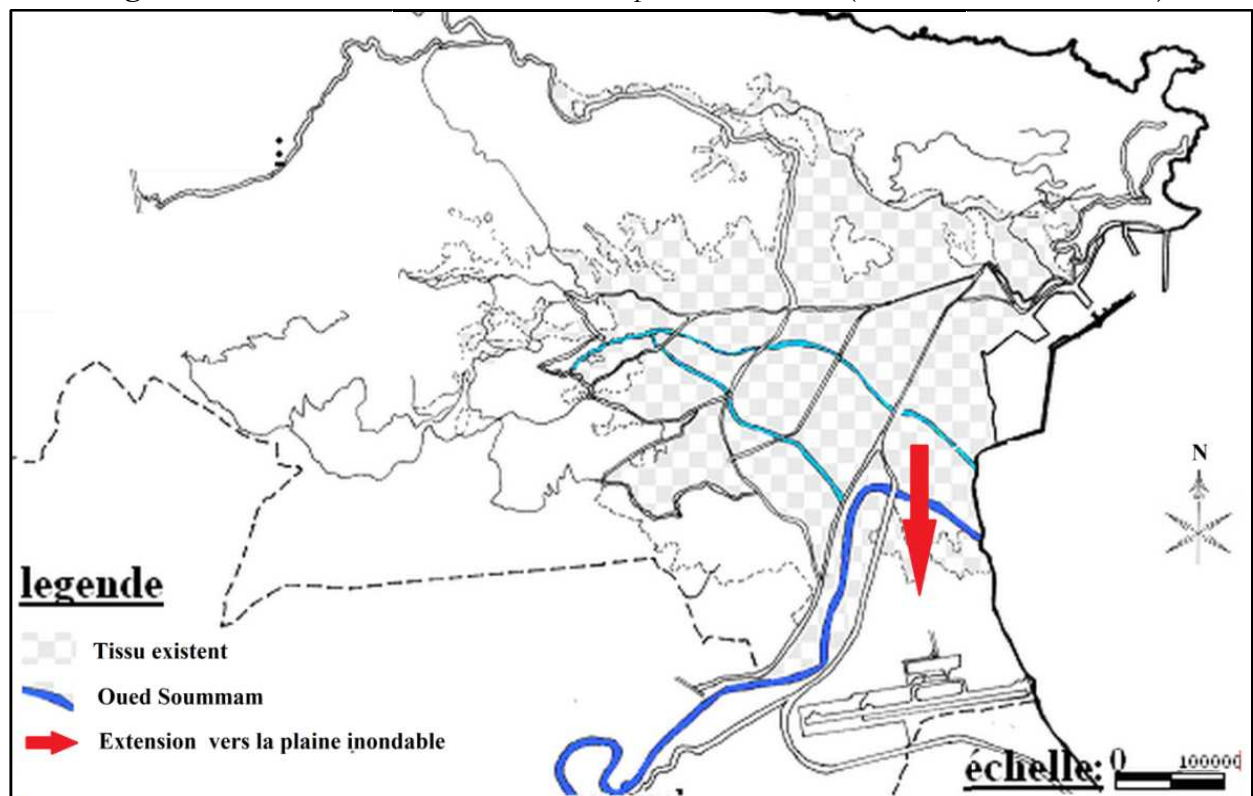
Mais l'occupation de cette plaine (*pour les nécessités d'extension de la ville*), option la moins onéreuse, s'est effectuée spontanément sous l'effet de la spéculation et des impératifs de la planification mettant l'aménageur devant le fait accompli (consommation abusive et anarchique du sol). Ainsi, une perte d'un terrain agricole) (*voir La Figure N°20*)

Il y'a lieu de signaler que nous avons constaté lors du travail du terrain, que le périmètre d'étude est caractérisé par plusieurs contradictions urbanistiques et d'autre liées au choix de ce site pour un grand programme d'urbanisation et de logement. D'un côté, la nature géotechnique défavorable à un

tel volume d'urbanisation, son implantation dans une zone inondable et la présence de l'aéroport a quelque dizaines de mètres ce qui représente un désagrément acoustique qui peut nuire à la santé des habitants.

Bejaia, est une des plus anciennes villes de toute l'Afrique du nord et il est normal d'y rencontrer des traces plus ou moins vivaces, de nombreux modèles d'urbanisation correspondant aux différentes civilisations qui s'y étaient succédé.

Figure N°22 : Extension de la ville vers la plaine inondable (Iriahène, Sidi Ali Lebhar)

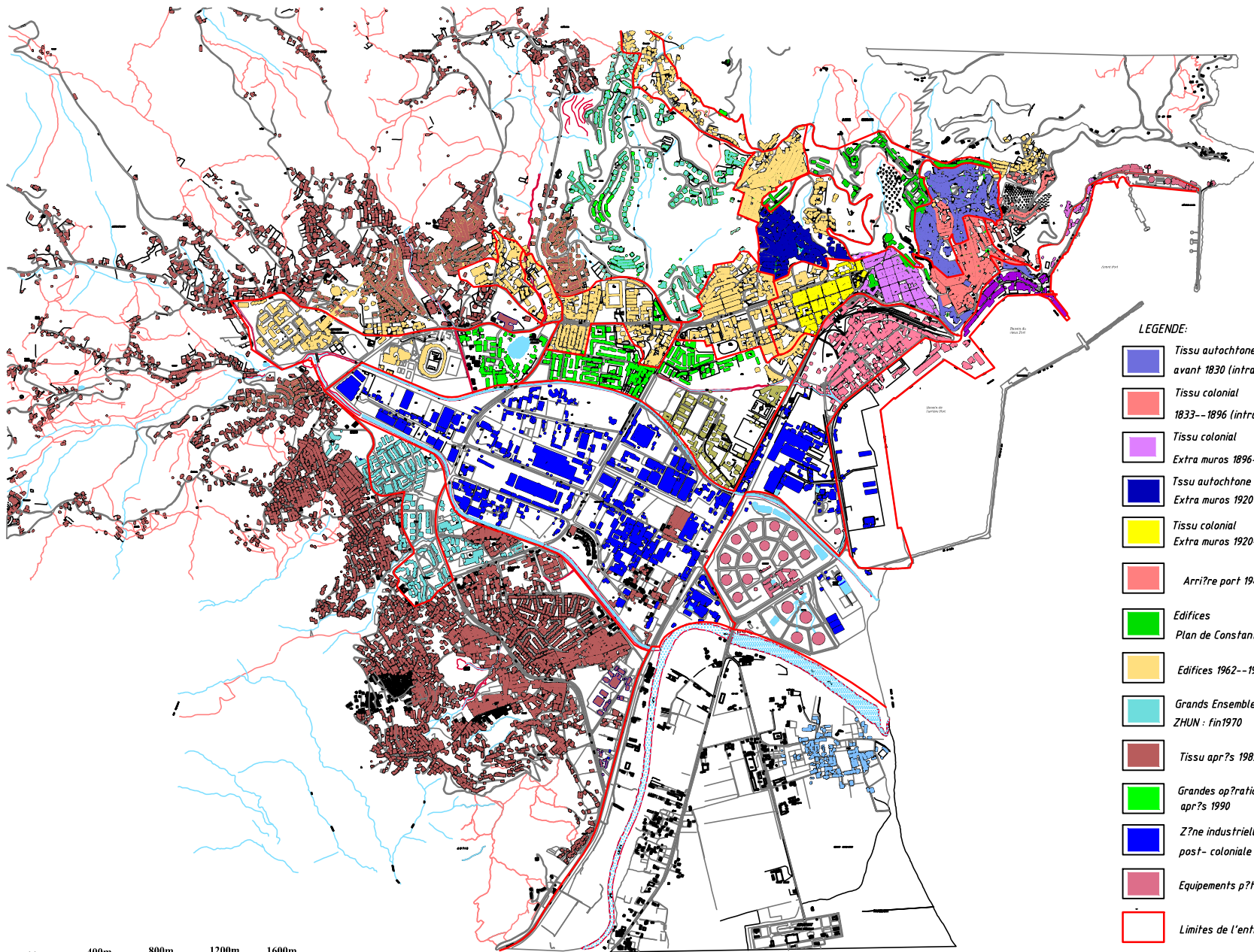


Source : Plan cadastrale, Bejaia, traitement d'auteur.

Bejaia, à l'instar de la majorité des villes Algériennes a vécu une croissance spatiale qui s'est faite selon plusieurs grandes époques, où chaque époque correspond à un développement caractérisé par une configuration spécifique et comportant des types d'unités morphologiques déterminées, par des facteurs d'ordres économiques, sociaux, et spatiaux.

De manière générale, la structure de la ville favorise l'inertie plutôt que l'activité, en focalisant les efforts sur le logement et les cités dortoirs propres au repos plutôt que l'activité, en a fait de la ville un lieu d'inertie.

Carte N°03 : Ville de Bejaia: Processus d'urbanisation (Historique)



- LEGENDE:**
- Tissu autochtone traditionnel avant 1830 (intra muros)
 - Tissu colonial 1833--1896 (intra muros)
 - Tissu colonial Extra muros 1896--1920
 - Tissu autochtone Extra muros 1920
 - Tissu colonial Extra muros 1920--1947
 - Arr?tre port 1947
 - Edifices Plan de Constantine 1957
 - Edifices 1962--1985
 - Grands Ensembles ZHUN : fin 1970
 - Tissu apr?s 1985
 - Grandes op?rations apr?s 1990
 - Z?ne industrielle post-coloniale
 - Equipements p?troliers
 - Limites de l'entit? secondaire



SOURCE: BET AXIAM + TRAITEMENT PERSONNEL

Synthèse

L'analyse de l'écoulement superficiel tient compte de l'influence de tous les facteurs climatiques, morphométriques et hydrogéologiques dans un bassin versant. Elle est nécessaire pour comprendre le comportement hydrologique d'une région.

Bejaia est l'une des régions les plus arrosées de l'Algérie, la pluie moyenne annuelle varie de 700 à 800 mm. La zone d'étude est traversée par un réseau hydrographique important formé par des Oueds qui déversent dans la mer. Cette zone avec un relief en pente, les eaux arrivent des montages en cours violents qui emportent tout vers l'aval où le tissu urbain est dense et essentiellement vers la plaine ; dans ce cas les crues peuvent causer des dégâts importants.

Ce chapitre nous a permis de comprendre la complexité que démontre le site de la ville, et son destin dont elle se retrouve incapable d'assumer. En effet, les extensions des deux dernières décennies ont coûté à la ville et ses habitants « *trop cher* ».

A ce titre, le quartier Iriahene est un exemple des extensions faites dans l'urgence. Sans doute, les dégâts matériels et les pertes humaines enregistrés pendant les deux crues de 2002 et 2003 sont le résultat des choix anarchiques et désordonnés. Ceci, a augmenté considérablement la gravité du risque inondation dans la plaine alluviale d'oued Soummam.

Afin de bien comprendre et décortiquer les éléments d'analyse de l'aléa « *Inondation* » et l'inventaire des enjeux, nous proposons dans le prochain chapitre, une étude des phénomènes aléatoires liés aux inondations basée sur les fondements de l'approche hydrogéomorphologique.

CHAPITRE II

*Evaluation de l'aléa « Inondation » dans la ville de Bejaia : Quartier
d'Iriabène*

Préambule

En raison de pressions économiques, sociales, foncières ou encore politiques, les cours d'eau à Bejaïa, ont souvent été aménagés, couverts, déviés, augmentant ainsi la vulnérabilité des populations et des biens.

Pour remédier à cette situation, l'amélioration de la prévision et de la prévention des inondations reste l'outil essentiel pour le moment. Une meilleure information des populations exposées et la diminution de la vulnérabilité des biens situés dans les zones inondables sont à privilégier, notamment, quand certains sites doivent se trouver à proximité de l'eau pour leur fonctionnement, l'exemple de notre site.

La méthode de travail retenue pour cette partie est l'analyse hydrogéomorphologique, qui est une approche naturaliste fondée sur la compréhension du fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau au cours de l'histoire. Nous allons aussi, adopter l'approche de la géographie historique pour l'identification de repère de crues de référence qui ont touchées la région. Ceci, nous permettra de réaliser la carte de l'aléa inondation.

Certes, les aménagements anthropiques, l'urbanisation, ainsi que certains éléments du milieu naturel ont des incidences directes multiples sur la dynamique des écoulements au sein du champ d'inondation. Il ne s'agit pas ici de faire un relevé exhaustif de l'occupation des sols (*bâtiment et voirie...*) en zone inondable mais, de faire apparaître les facteurs déterminants de l'occupation du sol sur la dynamique des crues. A la fin, nous pouvons réaliser une carte des enjeux exposés au risque d'inondation dans notre périmètre d'étude.

1- ETUDE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

De par ses caractéristiques naturelles : climat et relief, la région étudiée se trouve fortement soumise au risque inondation avec des crues de faible fréquence, mais d'une intensité violente. Conscients de ce danger depuis plus d'une décennie, les services de l'Etat chargés d'Hydraulique et nombreux chercheurs locaux ont lancé de nombreuses études pour acquérir une connaissance plus précise des zones exposées à ces aléas.

Les attributs topographiques, géomorphologiques représentés par les images *Google Earth*, que nous utiliserons permettent de déterminer des paramètres descriptifs de l'espace, pouvant être utilisés dans les analyses des états de surface. En effet, ces images sont porteuses de la géomorphologie du terrain et peuvent donc renseigner l'espace hydrographique. L'utilisation des photos satellitaires en géomorphologie permet la cartographie de certains indicateurs morphométriques du bassin versant telles que la pente, l'exposition, les profils en long et en travers, ...etc.

Dans ce chapitre, nous allons traiter les phénomènes aléatoires qui conduisent à l'amplification des possibilités de survenance de l'inondation dans le quartier d'Iriahène. Notre Objectif ici, est de présenter et de mettre en évidence les principaux paramètres caractérisant le périmètre étudié ainsi que les facteurs essentiels jouant un rôle dans la formation des crues. La plupart des données proviennent des études existantes auxquelles on peut se reporter pour avoir des compléments d'information, d'autre sont issues du travail du terrain.

Les zones inondables sont soumises à différents types d'inondation, dont les caractéristiques influencent le déroulement des crises et l'ampleur des impacts humains et économiques. Le risque n'est pas le même sur les différents territoires exposés puisque ni l'aléa, ni la vulnérabilité, sont les mêmes ; par exemple : les crues surviennent de manière plutôt lente sur les bassins plats comme le nôtre, alors qu'elles se produisent de manière extrêmement rapide et brutale sur les bassins en pente.

A travers la prochaine analyse, il s'agira de parler sur la carte des aléas, cette dernière donnera le résultat d'application de l'approche hydrogéomorphologique sur le périmètre d'étude. Alors quelle atout pour cette dernière ?

1- PRESENTATION DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

L'analyse des formes et de la nature des sols permet de rendre compte du fonctionnement naturel des cours d'eau de façon claire et abordable. L'hydrogéomorphologie¹ et l'un des outils les plus répandus pour ce type d'analyse.

1-1- Définition

« L'hydrogéomorphologie est une approche géographique appliquée qui étudie le fonctionnement naturel des cours d'eau en analysant la structure des vallées pour élaborer une cartographie des zones inondables. L'approche hydrogéomorphologique est l'une des trois méthodes disponibles pour étudier les inondations avec les études historiques et les modélisations hydrauliques. Chacune représente une manière différente d'aborder le risque d'inondation et possède de ce fait ses propres atouts et limites. Ces trois méthodes sont complémentaires et s'articulent les unes aux autres pour fournir une meilleure connaissance des inondations »².

Elle est essentiellement utilisée comme outil privilégié pour la réalisation des atlas des zones inondables.

- Elle fournit une information sur le fonctionnement naturel des crues sur de grands linéaires.
- Elle peut être utilisée comme outil principal, préalable et complémentaire de l'étude hydraulique lorsqu'il est nécessaire de quantifier l'aléa inondation dans le cadre d'élaboration d'un PPRI (Plan de Prévention du Risque Inondation)
- Des diagnostics à l'échelle communale ou inter communales, pour les documents et instruments d'urbanisme type : POS, PDAU, PAW, SCU.
- Elle peut être employée pour définir les zones inondables mais également pour délimiter les unités naturelles sur un territoire donné et fournir des orientations en matière d'implantation des futures urbanisations en fonction de leurs sensibilités environnementales et du risque naturel.
- La définition des zones d'expansion des crues en identifiant efficacement et rapidement sur de vastes territoires des zones les plus favorables à l'expansion des crues et des informations sur le fonctionnement naturel sur de grands linéaires.

1-1-1- Les fondements de la méthode

Cette approche se fonde sur l'observation et l'interprétation du terrain naturel. Une plaine alluviale est composée de plusieurs lits que la rivière a façonnés dans le fond de la vallée au fur et à mesure des crues successives : Ce sont les unités hydrogéomorphologiques. Ils résultent d'une combinaison entre les phénomènes d'accumulation des sédiments et leurs érosions pour identifier et délimiter les unités hydrogéomorphologiques, la méthode s'appuie essentiellement sur deux principaux critères : la morphologie (*talus, ruptures de pente...*) et la sédimentologie, de la nature, de

¹ : Elle est issue d'une discipline scientifique : la géomorphologie. Elle a été mise au point dans les années 1980 par des experts du ministère de l'équipement des scientifiques, et des bureaux d'études privés français. Cette méthode de diagnostic des zones inondables est reconnue et validée depuis 1996 par les différents ministères en charge de la prévention des inondations en France, et codifiée à travers un guide méthodologique: « Cartographie des zones inondables, Approche hydrogéomorphologique ».

² : Les feuillets de l'Oise, N° 183, Juillet 2008.

la couleur superficielles. D'autres indices fournissent une aide appréciable : les traces d'inondation (*laissez des crues*) et l'occupation du sol (*végétation et urbanisation*).

1-1-2- Approche historique

L'approche historique consiste à rassembler puis exploiter l'ensemble des informations disponibles sur les événements passés³. Elle s'appuie en premier lieu sur le dépouillement d'archives relatives au phénomène d'inondation dans des différents organismes et institutions de l'Etat. Cette approche est de plus en plus associée à la démarche hydrogéomorphologique.

Nous allons donc, tenter d'exploiter les données bibliographiques sur les crues de l'Oued Soummam, ce dernier est le siège de crues violentes et dévastatrices qu'a connue la ville de Bejaïa : (1957, 1967, 1973, 1976, 2002).

2- PRESENTATION DU PERIMETRE D'ETUDE

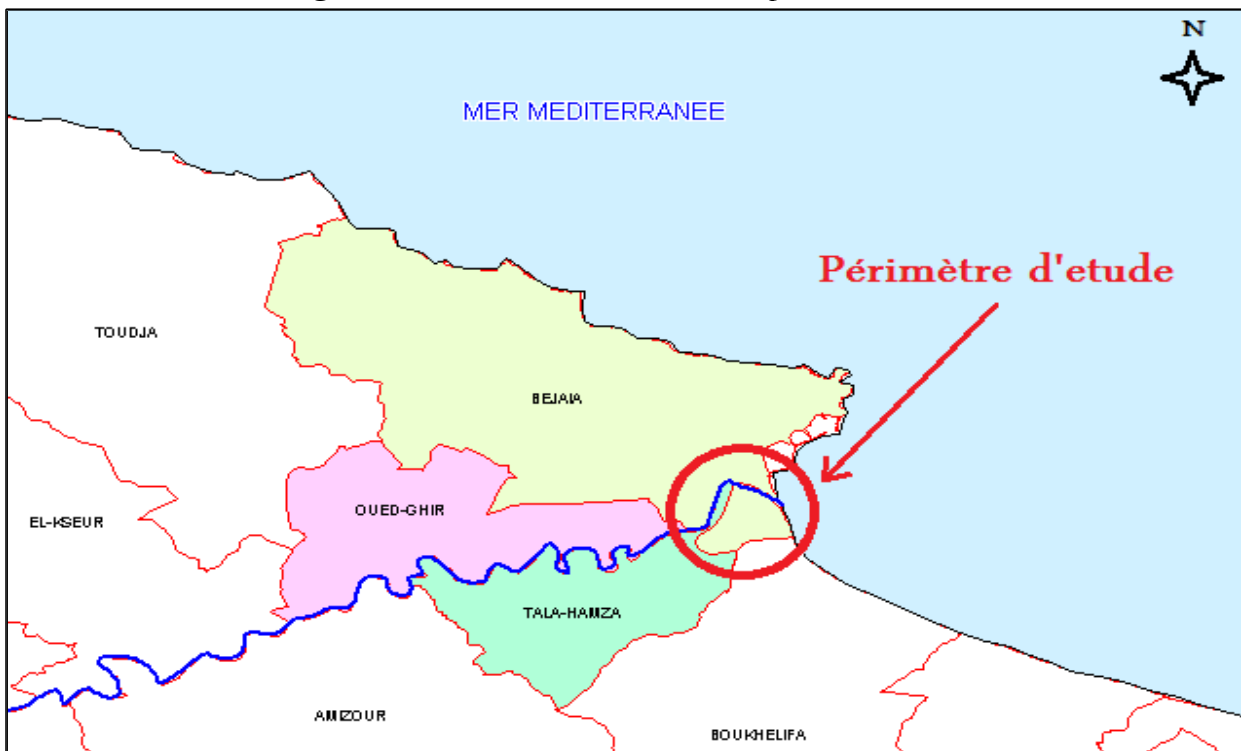
Avant de choisir le tronçon d'étude, il a été question de faire une lecture approfondie des études réalisées sur le bassin versant et la vallée de la Soummam. Cette tâche a été considérée la plus pertinente et difficile de notre recherche, vu le manque d'information hydrologique, d'une part, et la difficulté de travailler sur une zone aussi vaste et étendue.

2-1- Cadre administratif

Le périmètre d'étude, appartenant en totalité au Sud de la ville de Bejaia, il est situé à l'exutoire du bassin versant de la Soummam. S'étalant sur l'extrême Sud-est de la commune Bejaïa, et à l'Est des commune Oued Ghir et Tala Hamza. Cette zone est le siège d'inondations fréquentes à cause des flots tumultueux qui proviennent de l'oued Soummam et ses affluents particulièrement Oued Toudja.

³ : *L'analyse historique est une approche essentiellement littéraire : elle consiste à recenser toutes les données disponibles sur les inondations passées à partir de différentes sources*

Figure N° 23 : Cadre administratif du périmètre d'étude



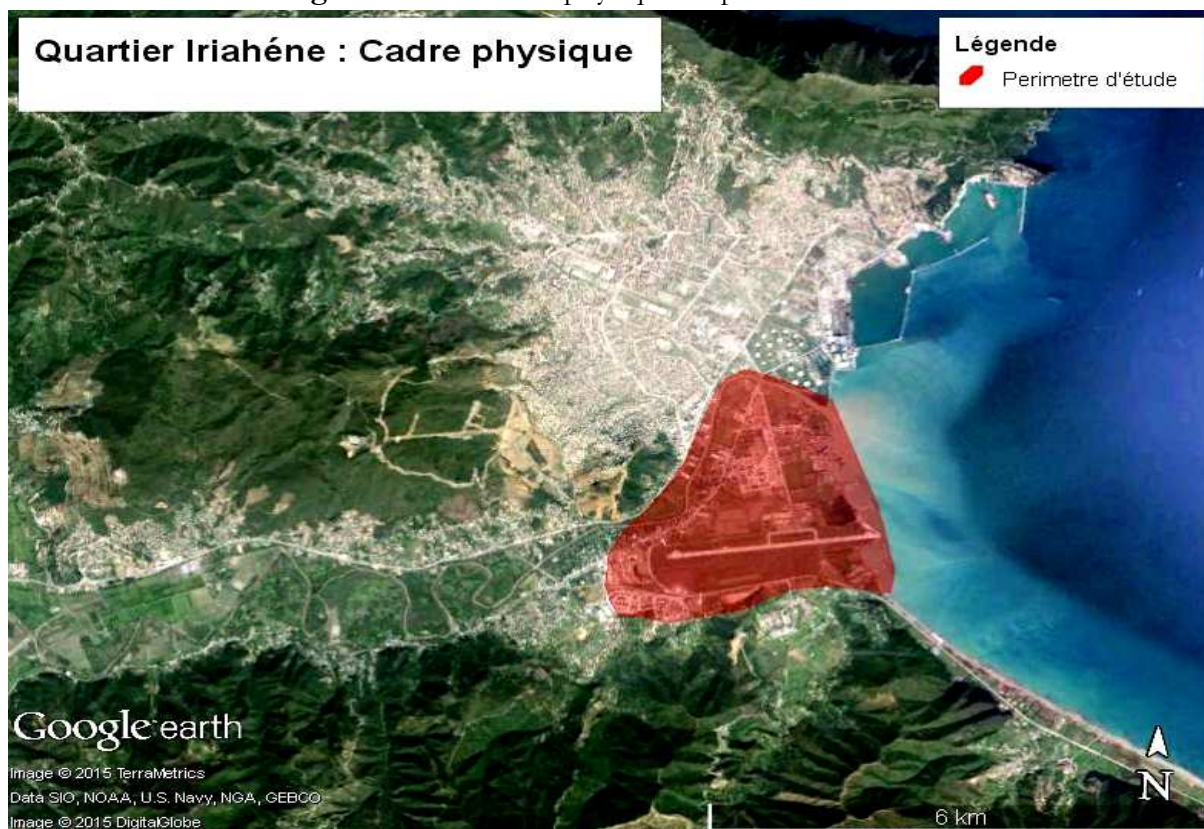
Source :D.H.W.Béjaia.

2-2- Cadre physique

Dans l'objectif d'appliquer l'approche hydrogéomorphologique, définie auparavant, nous avons appuyé notre choix du périmètre d'études par l'emploi des lève terrestre réalisé dans le cadre de *l'Etude de la protection de la ville de BEJAIA contre les inondations*.

Ce tronçon, comme le démontre la **Figure N° 22**, couvre la partie de l'extrême Sud-est de la ville de Bejaïa et abrite intégralement le quartier d'Iriahène. Il comprend la zone avale du sous bassin versant de la Soummam, ce cours aval de la Soummam est un secteur en pleine expansion économique : aéroport, voie ferrée, routes, université, logements, malheureusement soumis au risque d'inondation du fleuve Soummam. Ceci, est l'une des motivations de notre étude, car il va nous aider à décortiquer et démontrer le rapport Urbanisation-Inondation évoqué dans notre problématique.

Figure N° 24 : Cadre physique du périmètre d'étude



Source : Image Google Earth 2014, traitement d'auteur

L'évacuation des eaux de crues vers la mer prend plus de temps à cause, d'une part, du volume de pluies tombées et d'autre part, de la faible pente qui caractérise le site.

3- CARACTERISTIQUES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES

La région de Bejaia est l'une des villes les plus pluvieuses du pays, les terrains de faible perméabilité peuvent être soumis à l'inondation pour un seuil de 30 mm/jour. Les zones les plus inondables comme indiqué déjà dans l'introduction, sont : les zones proches de l'Oued Soummam (POS périurbains), on citera la zone d'Iriahène, Sidi Ali Lebhar avec 14 hectares, et tout proche on trouve la zone d'Aboudaou à Tala Hamza avec ses 10 hectares, ces zones ont été envahies par les crues de l'Oued les 6 et 7 Décembre 2002. Lors de la crue le périmètre d'étude était complètement submergé par les eaux de l'Oued Soummam. Toute la zone était paralysée, les écoles fermées, les voies de communications coupées.

3-1- Morphologie de la plaine alluviale

Le terme « plaine alluviale » désigne usuellement les zones de fond de vallée, à faible dénivelé, constituées par des alluvions déposées lors des crues du cours d'eau. En termes d'écoulement, la plaine alluviale est souvent décomposée en trois zones : le lit mineur, le lit moyen et le lit majeur de la rivière. « Le lit mineur correspond à la zone d'écoulement du cours d'eau hors débordement. Le lit moyen correspond à la zone d'écoulement pour des crues d'occurrences relativement faibles. Le lit

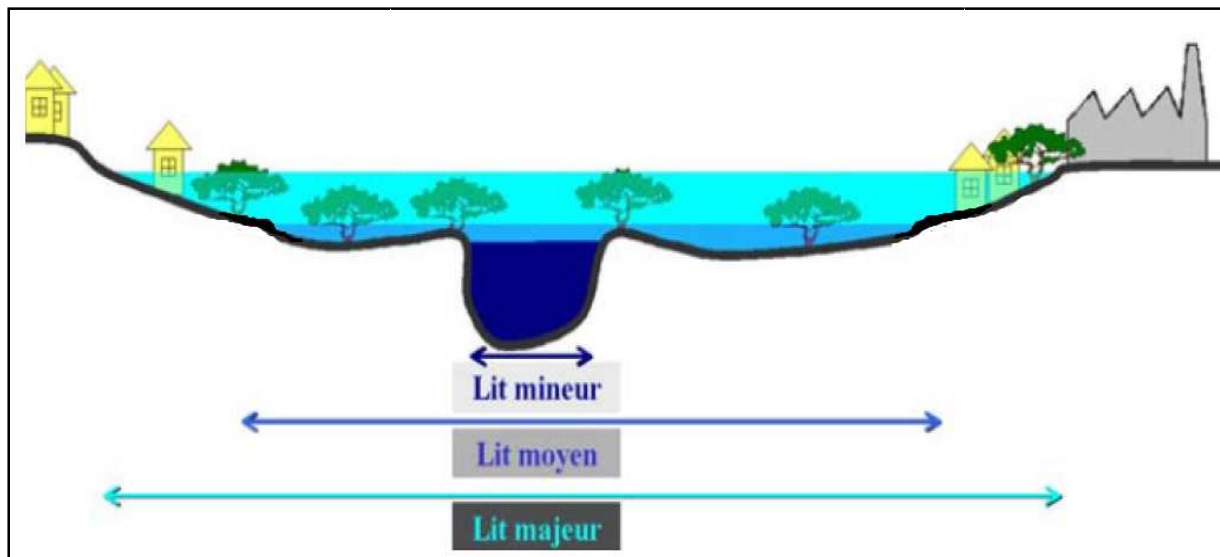
majeur contient toutes les zones de la plaine dans lesquelles le cours d'eau est susceptible de s'écouler et de déborder»⁴

La morphologie du périmètre étudié se caractérise par des versants en pente moyenne, inclinés à l'Est vers la mer. Ces versants sont ciselés par un réseau hydrographique avec une orientation globalement subéquatoriale. Les oueds et cours d'eau les plus importants traversent la plaine alluviale variant entre 100m à plus de 1000m par endroit, avant d'atteindre les eaux de la méditerranée.

3-2- Unités hydrogéomorphologique

Les lits sont des unités spatiales comprises entre deux talus continus et qui constituent les surfaces d'écoulement des eaux. Ils sont hiérarchisés en fonction des débits à écouler, depuis l'étiage jusqu'à la crue exceptionnelle. Chaque lit constitue une unité morphologique et correspond globalement à un plan sensiblement horizontal en section transversale et faiblement incliné de l'amont vers l'aval.

Figure N° 25: Représentation schématique des lits : mineur, moyen et majeur



Source : Inspiré du Schéma de Renaud Hostache, *op.cit.*

3-2-1- Le lit mineur

Il montre des formes actives de la dynamique fluviale, en évolution fréquente. Les différents types de bancs (bars) qu'on y observe, dont les croissants d'alluvionnement, peuvent fournir des indications sur le sens de migration du chenal.

⁴ : Renaud Hostache, *Analyse d'images satellitaires d'inondations pour la caractérisation tridimensionnelle de l'aléa et l'aide à la modélisation hydraulique*, thèse de doctorat, école nationale du génie rural, des eaux et des forêts. France, 2006.

Photo N° 02: Le lit mineur d'oued Soummam



Source : Auteur, travail du terrain (Décembre 2014)

Il est emprunté par la crue annuelle, dite crue de plein-bord, n'inondant que les secteurs les plus bas et les plus proches. Pour notre cas, le lit mineur de l'oued Soummam est large de plus de **10m** dans certains endroits, et d'une profondeur hétérogène qui varie de 1m à **2m** et plus. Le chenal d'étiage, étroit, est compris à l'intérieur du lit mineur dans lequel il forme souvent des sinuosités. La différence entre le lit d'étiage et le lit mineur est souvent peu nette et se marque peu dans la topographie. Le chenal d'étiage est utilisé par l'écoulement des basses eaux et peut être à sec en été.

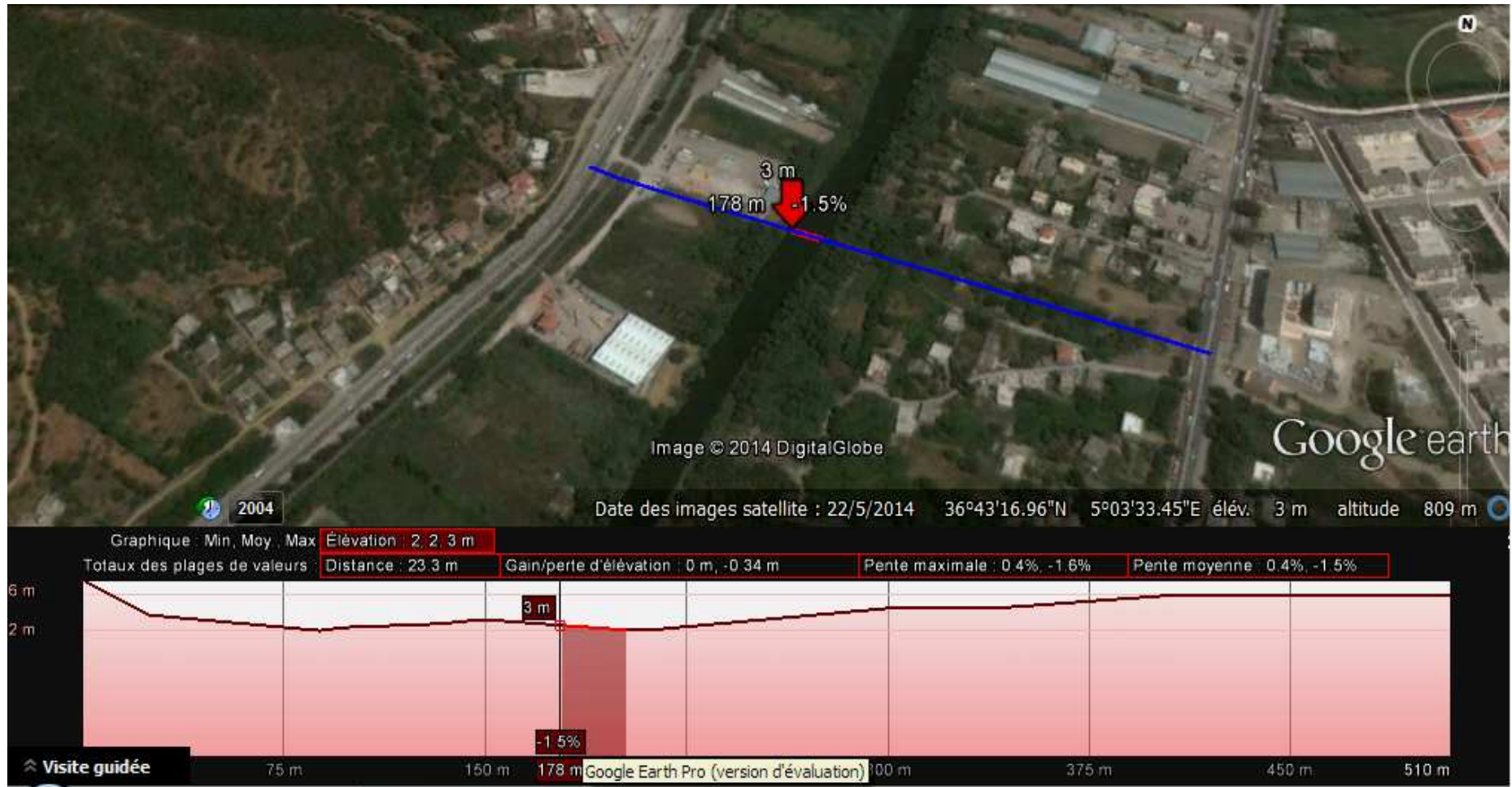
3-2-2- Le lit moyen

Présente globalement une surface horizontale ou subhorizontale, Les dynamiques alluviales possibles sur cette surface sont donc multiples. Des courants très rapides peuvent circuler dans les chenaux et d'autres, beaucoup plus lents en dehors de ces chenaux. Lors de la montée des eaux, des écoulements préférentiels peuvent utiliser ces chenaux.

L'activité dynamique du cours d'eau est matérialisée par l'alternance de chenaux de crue (parfois directement branchés au lit mineur). Lorsque l'espacement des crues le permet, une végétation de *ripisylve*⁵ se développe dessus. C'est aussi un des lits qui a subi le plus d'aménagements d'où sa disparition en certains endroits.

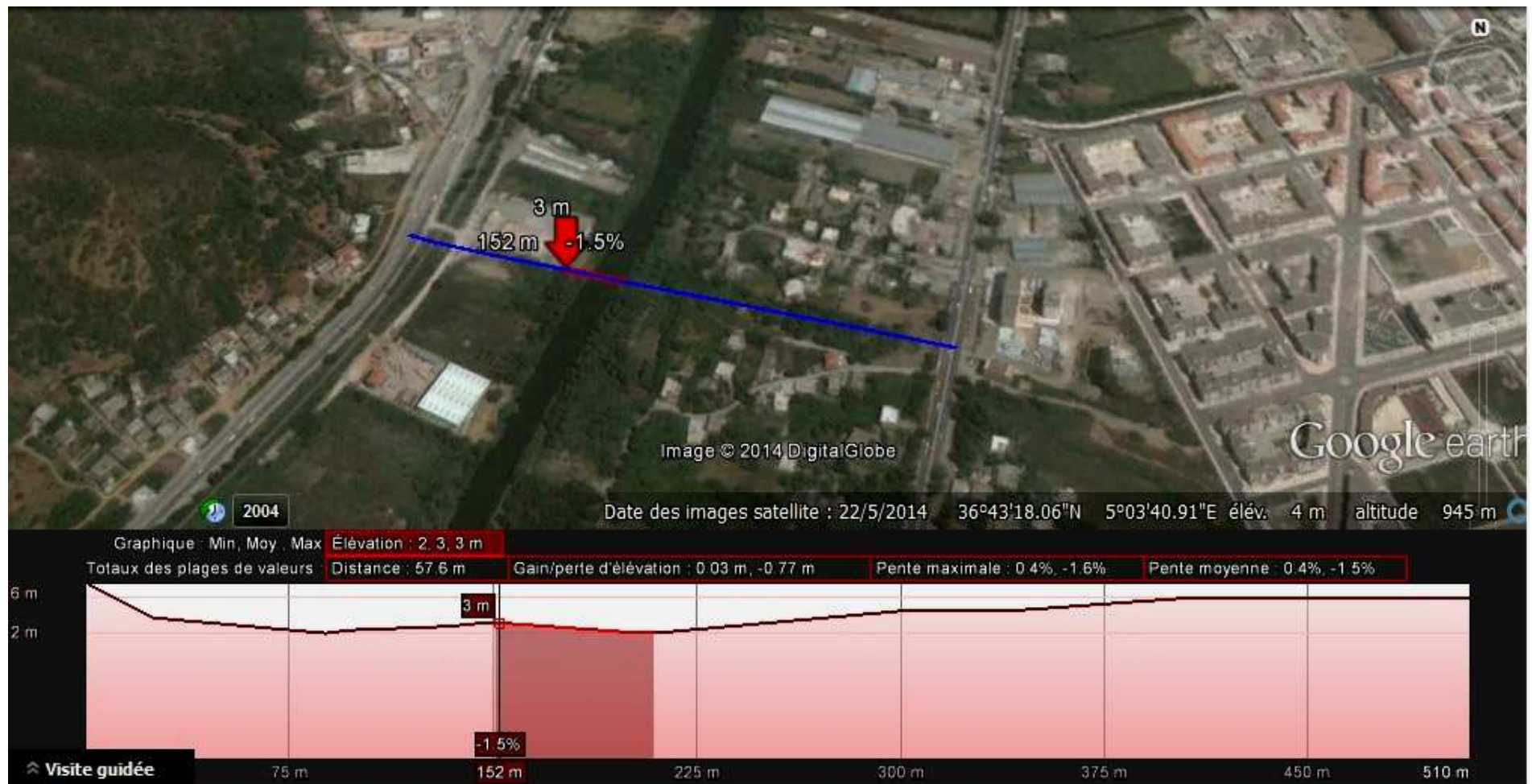
⁵ : Formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre (écotones).

Figure N° 29: Oued Soummam : Le lit mineur, profil en travers.



Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Figure N° 30: Oued Soummam : Le lit moyen, profil en travers



Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Photo N° 03 : Le lit moyen d'oued Soummam



Source : Auteur, travail du terrain (Décembre 2014)

3-2-3- Le lit majeur

Le lit majeur peut être affecté par de légères dépressions qui correspondent à des chenaux comme ceux du lit moyen, ils constituent des axes **préférentiels d'écoulement**, des eaux de crue, la dynamique y est plus forte et la granulométrie parfois plus grossière. La limite externe du lit majeur permet de définir la courbe enveloppe des plus grandes crues passées, c'est-à-dire la limite de l'extension maximale des crues, que nous avons définie comme la limite de la zone inondable. Elle est donc bien la limite qu'il faut connaître avec le maximum de précision, ainsi, il s'agit bien du lit majeur géomorphologique.

La dynamique des inondations dans ces secteurs privilégie en général les phénomènes de décantation, car ils sont submergés par des lames d'eau moins épaisses que dans les lits mineurs et moyens, avec pour conséquence une mise en vitesse moindre et le dépôt des sédiments. « Des études récentes ont montré que pendant les crues exceptionnelles, les hauteurs d'eau atteintes dans les lits majeurs dépassent en moyenne 1.50 m et que les vitesses restent importantes »⁶. C'est le cas pour notre périmètre d'étude.

Photo N° 04: Le lit majeur d'oued Soummam



Source : Auteur, travail du terrain (Décembre 2014)

⁶ : Atlas des zones inondables du bassin versant de la Têt par la méthode hydrogéomorphologique, Document, GINGER Environnement et infrastructure, Direction Spécialisée Prévention Risques Naturels, France, 2008

Figure N° 31: Oued Soummam : Le lit majeur, profil en travers



Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

3-2-4- Détermination des unités hydrogéomorphologique

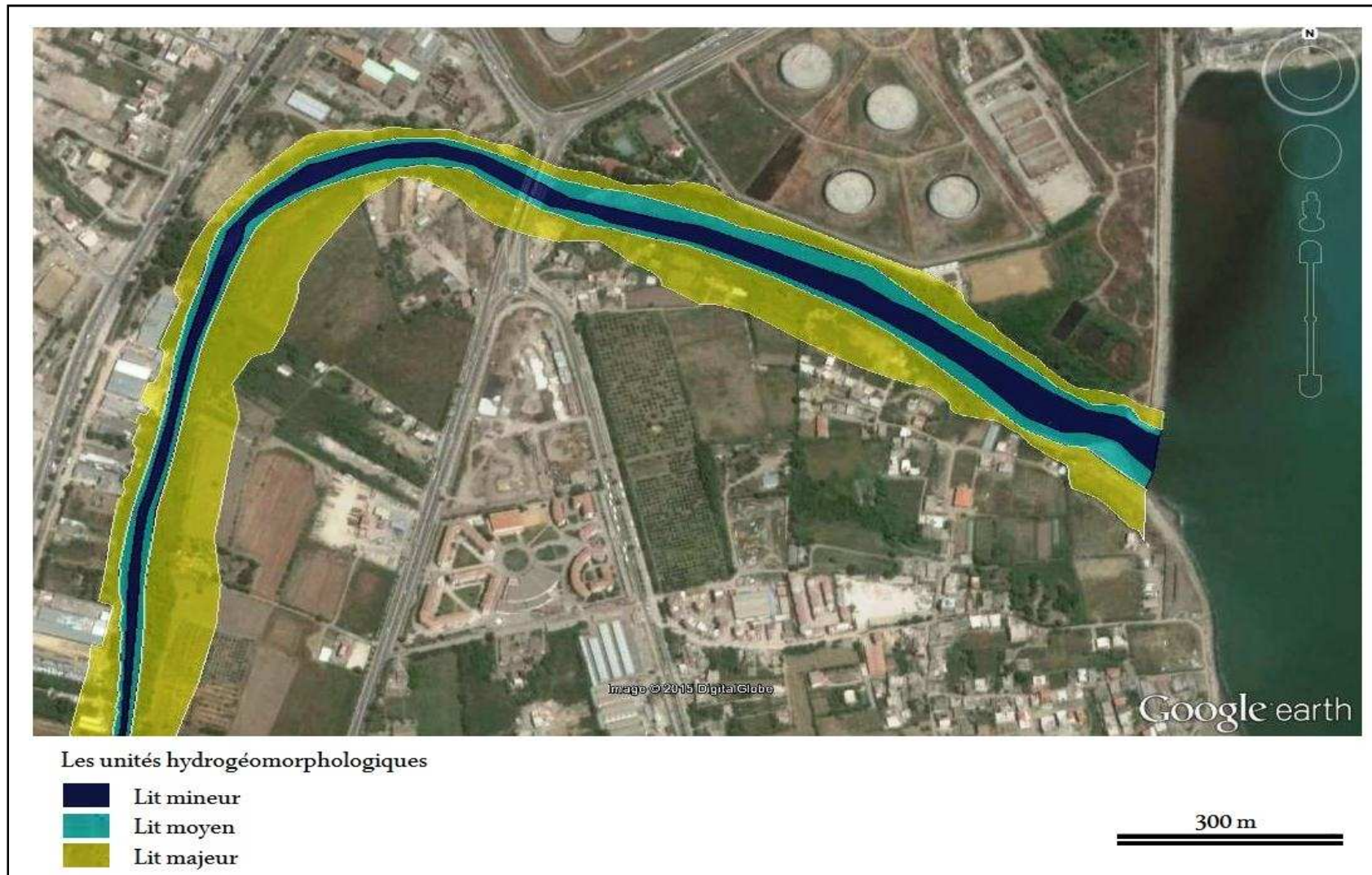
Pour identifier et délimiter les unités hydrogéomorphologique, la méthode s'appuie essentiellement sur deux principaux critères : **La morphologie**⁷ et **La sédimentologie**⁸. D'autres indices fournissent une aide appréciable : **Les traces d'inondation** : laisses de crues, érosions, dépôts de sédiments dans le lit majeur, traces des courants sur les photographies aériennes. **L'occupation du sol** : la végétation diffère en fonction de la nature du sol et de ses caractéristiques hydriques. En effet, l'analyse des crues historiques fournit des informations qui permettent de confirmer l'étude hydrogéomorphologique et l'inverse.

Pour déterminer les unités hydrogéomorphologique de notre périmètre d'étude, il a été question de respecter cette méthode, pour se faire plusieurs sorties sur les lieux ont été organisée et par mesure de temps, nous avons uniquement décrit le tronçon présenté dans la figure suivante (**Figure N° 27**)

⁷ : *Reconnaissance des talus, des ruptures de pente, des microtopographies de toutes les structures topographiques*

⁸ : *Analyse de la granulométrie, de la nature, de la couleur des formations superficielles, étude des coupes naturelles dans les terrains. La granulométrie des sédiments fournit une indication sur les vitesses des courants qui les ont déposés.*

Figure N°32: Oued soummam : Les unités hydrogéomorphologiques



Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

3-2-5- Profil en long de l'oued Soummam

Le profil en long d'un cours d'eau traduit la variation de la cote du lit de l'Oued ; entre la source et l'exutoire ; en fonction de la distance. Il met en évidence les variations de pentes du lit de l'Oued. Les profils en long relatifs au cours principal d'oued Soummam et à ses principaux affluents permettent d'apporter des éléments complémentaires à la densité de drainage, au vu du rôle déterminant des pentes des thalwegs sur le ruissellement superficiel et surtout sur les vitesses d'écoulement lors des crues.

La vallée de la Soummam est drainée par un réseau hydrographique dense, composé de nombreux cours d'eau permanents et intermittents dont l'oued Soummam représente le collecteur principal. Concernant notre périmètre d'étude, Les grands traits qui ressortent de ce profil en long consistent en la faible pente nettement marquée l'Oued Soummam, le terrain est perméables et la densité de drainage et le coefficient de torrentialité diminuent notamment la partie aval, entraînant une baisse des écoulements ;Ceci conduit à la stagnation relative des eaux de crue pour des périodes bien longtemps.

(Figure N° 33) Profil en long de l'oued Soummam PAGE63



1- ANALYSE DE L'ALEA « INONDATION »

Au sens large, l'aléa est un phénomène physique, naturel et non maîtrisable, d'occurrence et d'intensités données. Il peut être caractérisé suivant deux composantes, l'une fréquentielle (occurrence), l'autre spatio-temporelle (intensité).

Au sens particulier, la composante fréquentielle de l'aléa exprime la probabilité d'exposition d'un lieu à une crue d'occurrence donnée. L'occurrence d'une crue est la plupart du temps caractérisée d'un point de vue statistique par un temps de retour **T**. Le *temps de retour*⁹ est défini comme l'inverse mathématique de la probabilité **F** qu'à une crue d'amplitude donnée de se produire en année donnée : $T = \frac{1}{F}$

L'inondabilité de la plaine a tout temps posé des problèmes de par son impact sur l'urbanisme, l'économie et l'agriculture. La majorité des centres urbains de la plaine Est n'ont pas été épargnés par ce phénomène. Les causes de ces inondations se résument à l'action conjointe de trois facteurs :

- Une pluviométrie assez élevée.
- Un faible taux d'infiltration des sols (peu perméable : marnes).
- Une topographie favorable aux inondations.

2-1- Analyse Hydrologique

La zone étudiée se trouve à l'intérieur de la boucle de la Soummam. C'est une plaine dont la pente diminue progressivement en direction de la mer elle est limitée à l'Est par la mer. La superficie de la zone est considérable dont une grande partie est occupée par les terres agricoles, les vergers et l'aérodrome d'AbaneRamdane. Les berges sont urbanisées et l'oued passe à proximité de zone industrielle. Cette zone est inondée tous les 4-5 ans, selon les habitants.

Les crues causent des dégâts importants tant au niveau des habitations que des voies de communications. Tout cela nous amène à envisager un aménagement sur la boucle aval pour protéger la plaine contre les crues.

Les précipitations annuelles sont de 400 mm, ce n'est qu'au nord de la zone qu'elle s'élève de 700 mm jusqu'à 1000 mm. L'abondance des pluies sous formes d'averses pendant la période Automne, Hiver et le manque des pluies en été donnent lieu à des fortes variations de débit de crues généralement de courte durée.

Tableau N° 07 : Les données des crues de différentes périodes de retour

Période de retour (ans)	10	25	100	200	1000
Débit de crue (m ³ /s)	3000	4200	6000	6400	8000

Source: Rapport Phase I- PDAU Béjaia, 16 -05-2005 (Reprise Decembre2005)

⁹ : Une attention particulière doit être accordée à considérer le temps de retour d'une crue d'un point de vue statistique. En effet, un temps de retour d'une crue de 100 ans ne signifie pas que cette crue se produit tous les 100 ans, mais que celle-ci a une probabilité de 1% de se produire une année donnée.

Pour les différentes crues quoi qu'elle soit leurs périodes de retour, il est très claire que le volume d'eau ruisselé sur la zone avale sont très inquiétants, une crue décennale comme indiqué dans le **Tableau N° 07** provoque un débit de **3000 m³/s**, ajoutant à cela, la nature défavorable de la plaine de la Soummam et la hauteur par rapport au niveau de la mer dans laquelle notre zone d'étude est implantée.

2-2- Approche historique : Les inondations historiques

L'objet principal ici, constitue la réalisation d'une enquête de terrain relatif aux différentes crues survenues durant ces dernières années (2002 et 2003) dans la région afin de reconstituer les épisodes de crues connus afin de prévoir les éventuelles surélévations pour une crue de référence.

Dans le cas d'une modélisation de champs d'inondation qui est souvent un écoulement à frontières libre, il convient de prendre en compte une description détaillée du lit majeur (topographie du terrain et des ouvrages), ce qui a été fait dans l'approche hydrogéomorphologique. Ce dernier représente le domaine physique où s'effectue l'écoulement en cas de débordement. Notre enquête de terrain consistait à collecter le maximum d'informations sur le sujet, en se basant sur les témoignages de personnes et sur les laisses des crues visibles qui ont frappé la vallée.

Les photos suivantes représente une vue sur notre périmètre d'étude en double situation ; à l'état actuelle et pendant l'inondation de décembre 2002 :

Photo N° 05 :Le périmètre d'étude pendant l'inondation 2002.



Photo N° 06 : Le périmètre d'étude à l'état actuelle



Source: Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaïa (2006)

2-2-1. Débits de point des crues historiques

Pour l'étude des crues de la Soummam aval, la station de *Sidi Aïch*, N° 15 10 01, est la station la plus favorable, car c'est elle qui contrôle la plus grande partie du bassin versant de la Soummam (8 420 km² sur 9 125 km²) et dont la durée d'observation serait la plus longue.

Tableau N° 08 : Débits de point des crues historiques d'oued Soummam.

Année de la crue	Débit de pointe (m ³ /s)
crue de 1957	5 300
crue du 12/12/1967	3 500
crue du 22/04/1970	1 600
crue du 03/01/1972	1 429
crue de 1973	1 820
crue de 1980	1 196
crue de 1985	1 644
crue de 1989	1 067
crue du Décembre 2002	3 000
crue d'Avril 2003	2 700

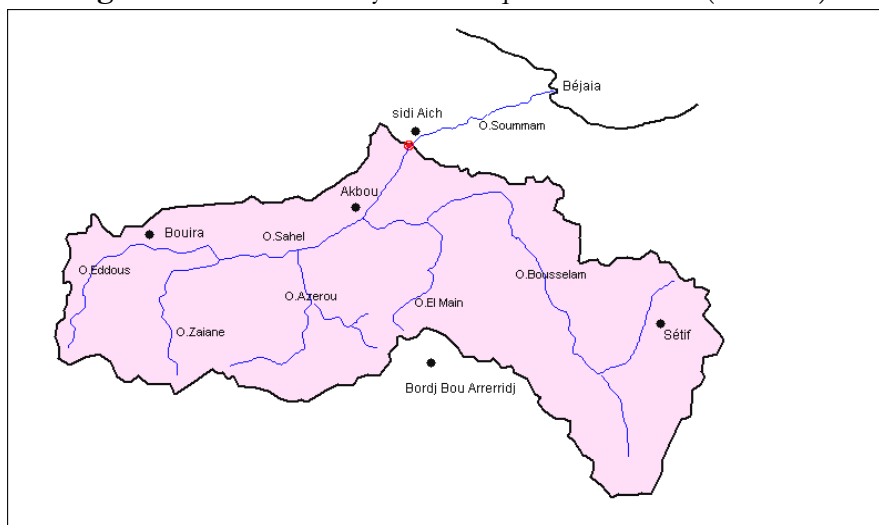
Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaïa (2006)

3- ANALYSE DES DEBITS

La station de jaugeage de Sidi Aiche, contrôle un bassin versant de 8 420 km², soit la plus grande partie du bassin versant de la Soummam. Cette station fonctionne depuis septembre 1953. Le premier site de la station où les observations ont été effectuées de 1953 à 1957 était situé à environ 1,5 Km en amont de la ville de Sidi Aïch.

En décembre 1957, à la suite de la grande crue, l'équipement de cette station a été endommagé. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle la station a été déplacée, et à partir de décembre 1957 les observations sont effectuées au niveau du pont métallique situé au milieu de la ville. De 1957 à 1961 les observations des hauteurs d'eau étaient effectuées à partir de l'ancien pont en fer. En juin 1961, les autorités concernées ont procédé à l'implantation d'un limnimétrie permanent et un limnigraphe à environ 10 -15 m à l'aval du pont sur la rive droite.

Figure N°30 : Station hydrométrique de Sidi Aïch (15 10 01)



Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia (2006)

Les données recueillies auprès de l'ANRH ont permis d'établir le tableau suivant fournissant les débits de pointe supérieurs. Durant cette période deux grandes crues se sont produites : celles de 1957 et 1967. Cette dernière a un débit de 2 700 m³/s alors que la première est omise. Pour préciser les débits de ces grandes crues, on examine les jaugeages et, éventuellement, les niveaux disponibles sur le site de Sidi Aïch.

Tableau N° 09 : Principaux jaugeages à Sidi Aïch

N°	Date	Hauteur d'eau (m)	Débit (m ³ /s)
112	22/01/1968	2,35 à 2,25	117
10	04/03/1969	3,12 à 2,68	286 ?
13	07/04/1969	3,56 à 3,04	470 ?
20	03/10/1969	2,32 à 2,29	131 ?
24	02/12/1969	3,28 à 3,04	362
25	02/12/1969	3,02 à 2,90	305
29	16/03/1970	1,92	107
63	21/01/1972	2,34	197
64	21/01/1972	2,38	210
65	24/01/1972	3,30 à 3,10	508
82	02/01/1973	3,25 à 3,10	428
83	02/01/1973	3,08 à 3,04	409
85	19/02/1973	1,90 à 1,85	127,2
86	02/03/1973	1,72	108
96	25/09/1973	2,98 à 2,64	373
97	25/09/1973	2,52 à 2,35	254
108	02/04/1974	2,34	312,5
122	18/02/1975	1,34 à 1,58	112
140	29/05/1976	2,94 à 2,70	501
218	26/01/1982	1,22 à 1,16	104

Source : DHW Bejaia.

L'extrapolation est très importante pour les grandes crues de plusieurs milliers de m³/s. On note l'existence d'une courbe plus basse au-delà des années 1970. On dispose cependant d'une courbe de tarage élaborée dans le cadre des études sur modèle physique réalisées en mars 1973 par OTHAL « Aménagement de l'oued Soummam aux abords de Sidi Aïch – Phase 1 : étude de projet – DHW de Sétif ». Cette courbe fournit l'estimation du débit de deux grandes crues :

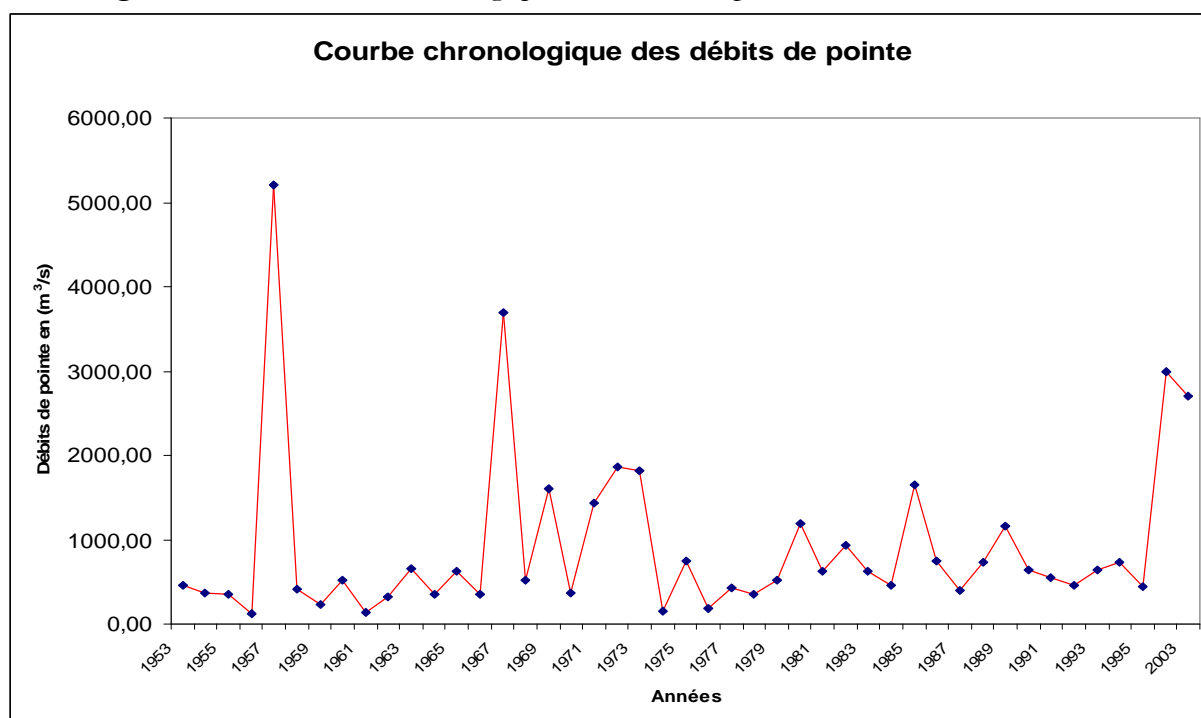
- crue de 1957 : Z = 97,00 : Q = 5 280 ≈ **5 300 m³/s**,
- décembre 1967 : Z = 95,10 : Q ≈ 3 520 ≈ **3 500 m³/s**.

La qualité de la corrélation n'est pas excellente (coefficient de corrélation r = 0,86) ce qui n'est pas pour surprendre du fait de la non prise en compte de l'oued Sahel. Néanmoins cette corrélation permet de reconstituer des débits à Sidi Aïch et d'étoffer ainsi l'échantillon des débits

maxi annuels. « Un échantillon des débits maxi annuels a été constitué de 1953 à 1995, soit sur 43 années (années hydrologiques). La crue de **décembre 2002** a été évaluée par la modélisation hydraulique en aval. Le débit retenu, soit $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$, constituerait le maximum de l'année hydrologique 2002-2003, la crue d'avril 2003 ayant été évaluée à $2\,700\text{ m}^3/\text{s}$. »¹⁰

Il est intéressant de considérer cette année supplémentaire pour constituer un échantillon de 44 années. L'introduction de cette année est d'autant plus intéressante qu'elle correspond, à peu près, à la fin d'une longue période de « pauvre en crues », allant de 1975 à 2000 environ, comme le montre la figuresuivante.

Figure N° 31: Courbe chronologique des débits de pointe de la station de Sidi Aïch



Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Béjaia (2006)

Les crues remarquables sont les suivantes :

- crue de 1957 : débit évalué à $5\,300\text{ m}^3/\text{s}$;
- crue du 12/12/1967 : débit évalué à $2\,700\text{ m}^3/\text{s}$ par l'exploitant de la station et à $3\,500\text{ m}^3/\text{s}$ par modélisation physique, on retient cette valeur ;
- crue du 22/04/1970 évaluée à $1\,600\text{ m}^3/\text{s}$ par l'exploitant et à $2\,080\text{ m}^3/\text{s}$ dans l'étude de 1973, on retient la première valeur ;
- crue du 03/01/1972 évaluée à $1\,429\text{ m}^3/\text{s}$ par l'exploitant et à $1\,870\text{ m}^3/\text{s}$ dans l'étude de 1973, on retient la première valeur ;
- crue de 1973 : $1\,820\text{ m}^3/\text{s}$;
- crue de 1980 : $1\,196\text{ m}^3/\text{s}$ (le 20 décembre) ;
- crue de 1985 : $1\,644\text{ m}^3/\text{s}$;
- crue de 1989 : ($1\,067\text{ m}^3/\text{s}$) – valeur reconstituée ;

¹⁰ :Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Béjaia (2006), op.cit.

- crue de décembre 2002 : évaluée à 3 000 m³/s par modélisation ;
- crue d'avril 2003 : évaluée à 2 700 m³/s par modélisation.

L'ajustement d'une loi fréquentielle (*Gumbel*) à cet échantillon de crues maxi annuelles de 44 années montre une cassure marquée. L'ajustement ne convient donc pas. L'interprétation possible de ce phénomène serait l'existence de deux régimes de crues distincts : **un régime de petites crues et un régime de grandes crues**. Ce dernier régime est celui intéressant cette étude.

En conséquence nous avons créé un second échantillon constitué de toutes les crues indépendantes dont le débit de pointe est supérieur à 800 m³/s. Un second échantillon de quinze valeurs a été constitué sur la période 1953-2003, soit sur 50 années.

L'ajustement d'une loi fréquentielle à cet échantillon réduit est délicat au vu de sa petite taille. Diverses tentatives ont été réalisées, aucune n'est vraiment satisfaisante. Parmi ces tentatives, on retiendra une loi tronquée ajustée graphiquement qui fournit :

- $Q_{10} = 2\,260\text{ m}^3/\text{s}$,
- $Q_{20} = 3\,090\text{ m}^3/\text{s}$,
- $Q_{50} = 4\,300\text{ m}^3/\text{s}$,
- $Q_{100} = 5\,220\text{ m}^3/\text{s}$.

Pour réaliser un véritable ajustement d'une loi fréquentielle à l'échantillon des débits des grandes crues à Sidi Aïch, il conviendrait de disposer d'un échantillon étoffé et vérifié en qualité à partir des courbes de tarage. Néanmoins ces résultats sont intéressants si on les compare à ceux des études antérieures :

Etude Coyne et Bellier de 1973 :

- $Q_{10} = 3\,000\text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 6\,000\text{ m}^3/\text{s}$

Etude de Shaftar :

- $Q_{10} = 2\,200\text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 5\,600\text{ m}^3/\text{s}$

Les résultats sont très proches de ceux de **Shaftar** pour la crue décennale et un peu plus faible pour la crue centennale. On retient finalement :

- $Q_{10} = 2\,300\text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 5\,500\text{ m}^3/\text{s}$

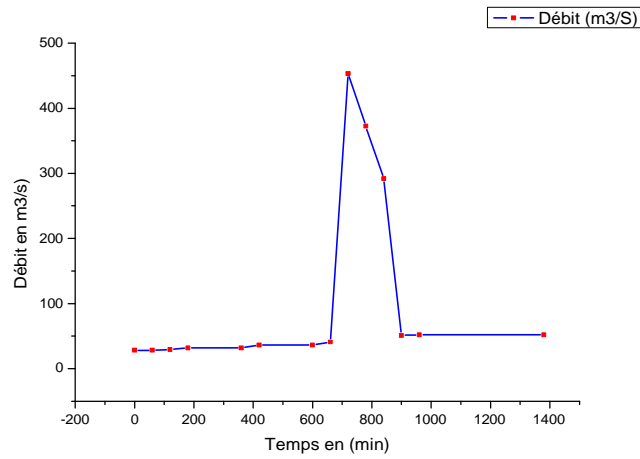
A titre indicatif, on obtiendrait les temps de retour suivants pour les grandes crues historiques :

- crue de 1957 : ~ 100 ans,
- crue de 1967 : 27,5 ~ 30 ans,
- crue de 2002 : 18,5 ~ 20 ans,
- crue de 2003 : 15 ans.

3-1- Analyse des Hydrogrammes

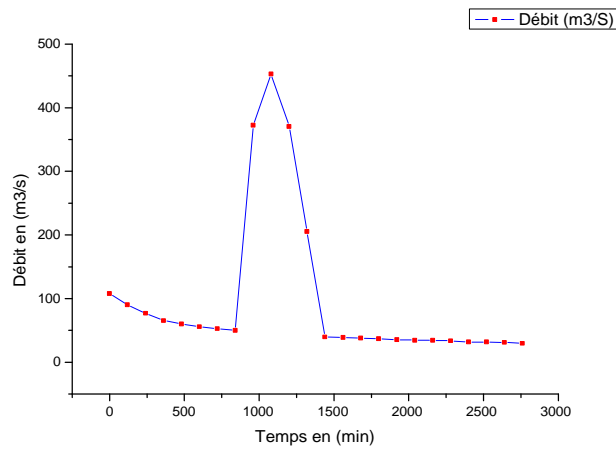
Quelques Hydrogrammes de crues notables ont été tracés.

Figure N° 32: Crue du 9 février 1954



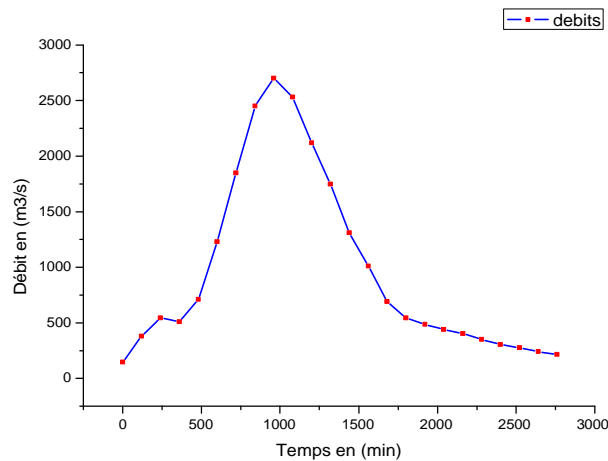
Crue d'hiver : le débit de pointe de $453 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint en 1 heure environ ce qui est très court. La décrue est également très rapide.

Figure N°33 : Crue du 11-12 avril 1954



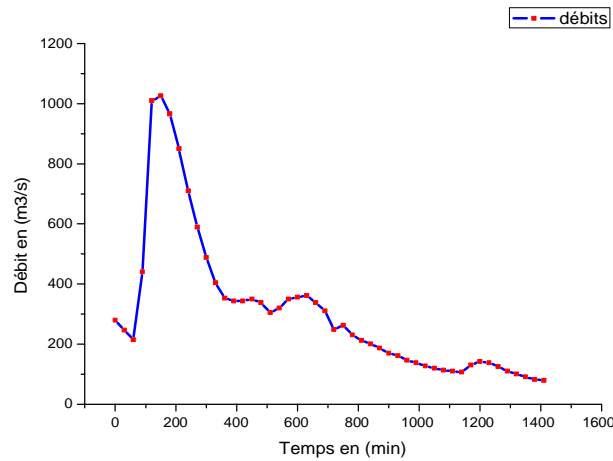
Crue de printemps : le débit de $372 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint en 4 heures, la décrue est pratiquement aussi rapide.

Figure N°34 : Crue du 12 décembre 1967



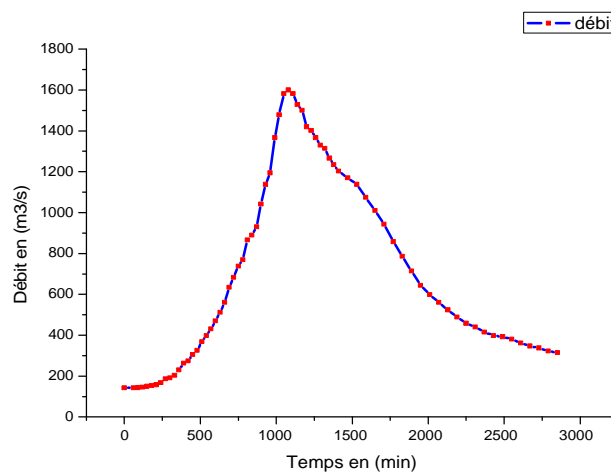
Crue de fin d'automne et début d'hiver avec un hydrogramme « pur », excepté un début de montée pour un débit inférieur à 500 m³/s. Ce temps de montée de 500 à 2 700 m³/s (ou 3 500 m³/s selon une autre interprétation) est de 10,8 heures. La décrue ne semble pas influencée.

Figure N°35 : Crue du 5-6 octobre 1969



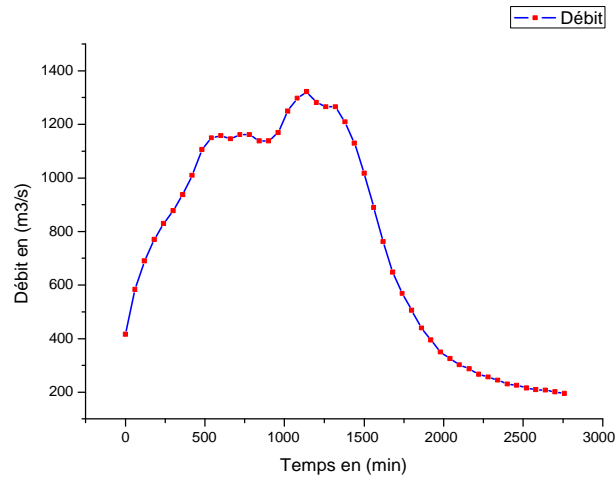
Crue d'automne : le temps de montée, à partir de 200 m³/s, est de 1 heure et demie pour atteindre 1 026 m³/s, ce qui est très rapide. La décrue n'est pas influencée par de nouvelles pluies jusqu'à 300 m³/s environ. Elle l'est après.

Figure N° 36 : Crue du 22 avril 1970



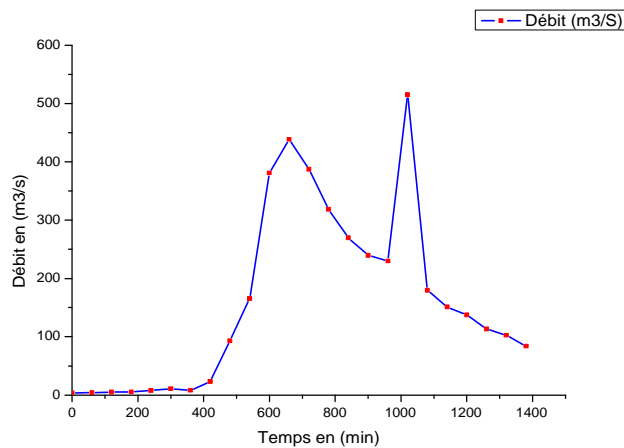
Crue de printemps : le débit de 1 600 m³/s est atteint au bout de 16,2 heures. La décrue est plus longue et influencée par des pluies pour un débit de 1 200 m³/s.

Figure N° 37 : Crue du 19-20 janvier 1972



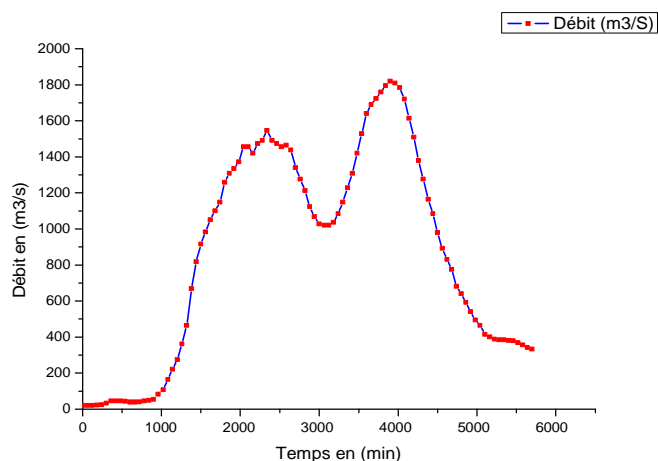
Crue d'hiver : malgré le débit de pointe notable de $1\,322\text{ m}^3/\text{s}$, la considération du temps de montée n'est pas intéressante car ce temps est très influencé.

Figure 38 : Crue du 25 septembre 1973



Crue d'automne : cette crue est remarquable par l'addition de 2 Hydrogrammes élémentaires (à moins que le seul point définissant le 2ème hydrogramme soit une anomalie). Pour le 1er hydrogramme, le temps de montée est de 5 heures. Le débit maximum serait de $515\text{ m}^3/\text{s}$.

Figure N° 39 : Crue du 29-30-31 mars et 1^{er} avril 1974



Crue d'automne : cette crue complexe comporte deux pointes pouvant être dues à la pluie et/ou aux hydrogrammes des oueds Sahel et Bousselam. Le maximum est de 1 820 m³/s. Le temps de montée jusqu'à la première pointe de crue est de 19,4 heures.

Tableau N° 10 : Jaugeages à Sidi Aïch (Information insuffisante du 1974 à1992)

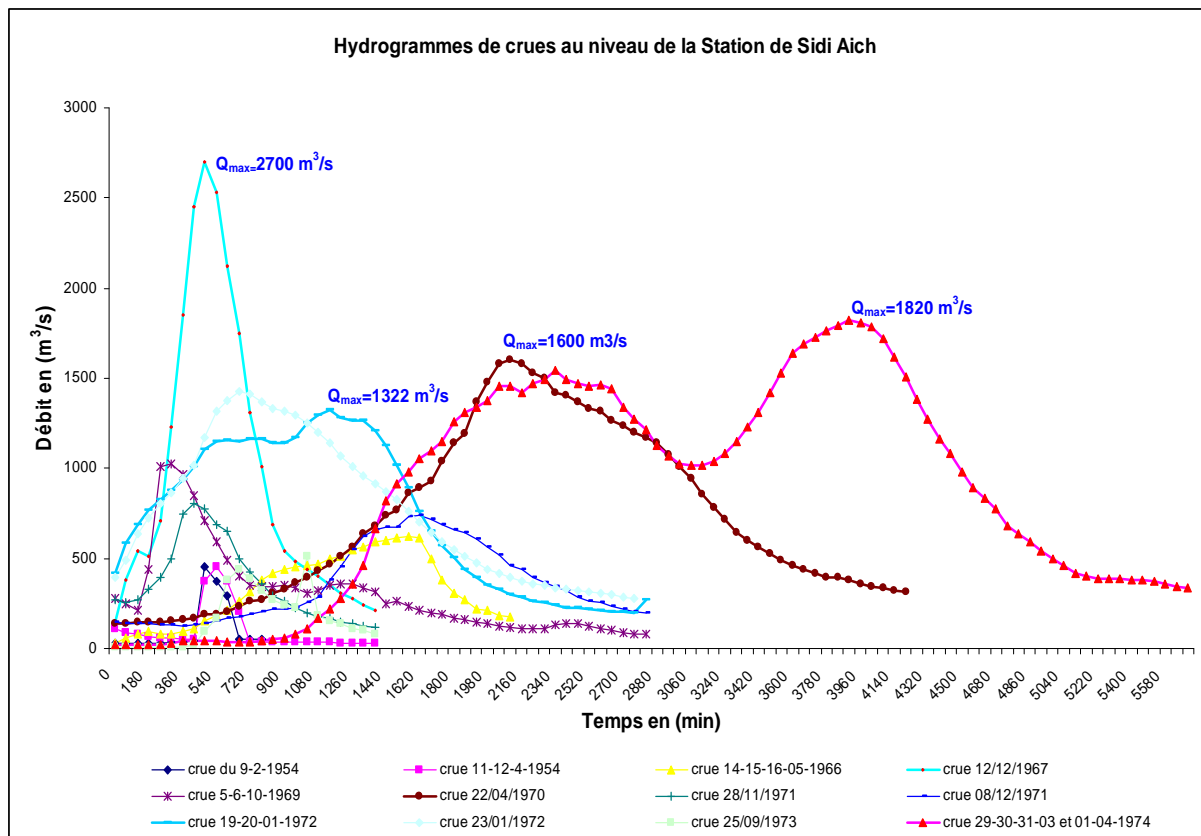
Année	Date	Q _M (m ³ /s)	Q _p (m ³ /s)	Commentaires
1974-1975	-	-	-	Manquent les mois de juillet et août Q _p < 200 m ³ /s
1975-1976	07-fev	486	746	RAS
1976-1977	-	-	-	Manquent les mois de juin, juillet et août
1977-1978	-	-	-	Année sans données
1978-1979	-	-	-	Manquent septembre à décembre
1979-1980	06-mars	295	-	Q_p non fourni
1980-1981	20-dec	647	1 196	RAS
1981-1982	29-jan	339	-	Q_p non fourni
1982-1983	30-oct	249	721	RAS
	27-dec	640	939	
1983-1984	04-fev	302	619	RAS
1984-1985	09-mars	277	455	RAS
1985-1986	07-mars	870	1 644	RAS
1986-1987	28-dec	152	277	Manque novembre
1987-1988	-	-	-	Année sans données
1988-1989	22-dec	295	-	Q _p manquant et mois manquants : 09, 10, 11, mi 12 et 01 puis 04 à 08
1989-1990	-	-	-	Mois manquants : septembre, juillet
1990-1991	-	-	-	Q _p < 200 m ³ /s
1991-1992	28-sep	128	526	Mois manquants : décembre, janvier et août
	10-avr	415	546	

En conclusion la synthèse des hydrogrammes sur le graphique ci-contre montre la diversité des formes d'hydrogrammes traduisant la complexité du régime des crues. Néanmoins on peut distinguer deux grands types d'hydrogrammes :

- des hydrogrammes simples et à montée rapide de quelques heures à une dizaine d'heures,
- des hydrogrammes simples ou complexes avec une montée plus lente, de 10 à 20 heures environ.

On observe. Que dans le présent échantillon c'est le premier type d'hydrogramme qui correspond au plus fort débit (crue de 1967).

Figure N°40 : Station de Sidi Aïch : Hydrogrammes de crues importantes enregistrées



Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Béjaia (2006)

Cette étude a mis en évidence la complexité de la genèse des crues sur le bassin versant de la Soummam. Les études antérieures, de par l'absence de données de débits fiables et en nombre suffisant, ont privilégié la relation pluie-débit pour la détermination du débit des grandes crues à Sidi Aïch. De ce fait, et plus de 33 années s'étant également écoulées depuis la réalisation de l'étude **Coyne et Bellier** de 1973, nous avons cherché à privilégier l'analyse des débits réellement observés à la station de Sidi Aïch.

L'analyse a cependant montré la difficulté de l'opération en raison :

- d'une longue période « pauvre en crues » de 1975 à 2000 approximativement ;
- de différents déplacements des installations de mesure à Sidi Aïch ;
- d'incertitudes sur le mode d'extrapolation de la courbe de tarage (les plus forts jaugeages n'étant que de 500 m³/s environ) ;

- de l'absence de relevés en 2002-2003 (mais aussi a priori en 1957, date de la plus forte crue connue) ;
- d'un échantillon de débits auquel il est difficile d'ajuster une loi fréquentielle du fait d'une « cassure » marquée traduisant probablement l'hétérogénéité du régime des crues. Il semble en particulier que le régime des grandes crues (débit supérieur au moins à 800 m³/s, voire 1000 m³/s ou plus), n'ait rien à voir avec celui des crues inférieures.

La connaissance du régime hydrologique de la Soummam en dépend et, par voie de conséquence, toutes les activités économiques implantées dans la vallée : urbanisations, agriculture, ... « *En particulier l'efficacité ultérieure des aménagements préconisés à Béjaia ne pourra être véritablement appréciée que par une connaissance suffisante du débit des crues et l'élaboration, future, d'une loi fréquentielle des débits de crue à Sidi Aïch prenant en compte un échantillon de la plus grande taille possible* »¹¹.

4- ENQUETE ET TRAVAIL DU TERRAIN

Pour bien comprendre le fonctionnement fluvial d'Oued Soummam et de décortiquer les traces des inondations précédentes, nous avons mené une petite enquête sur le terrain, où nous avons interrogé des personnes qui témoignaient des deux événements des années **2002** et **2003**. Les personnes interrogées se souviennent bien de la catastrophe, leurs témoignages nous ont permis de constater que les dégâts ont été considérables dans les localités situées en rive gauche ou à droite (des murs de clôture ont été détruits, des habitations ont été complètement inondées, des puits sont remplis de boue).

Les laisses des crues sont dans une grande partie incrustées sur les murs des habitations situées en bordures immédiates de la plaine alluviale le long des deux routes nationales RN12, RN9 et RN75. Elles gardent heureusement la mémoire des niveaux atteints lors des deux crues qui ont frappé la région (crue de la nuit du 6 au 7 décembre 2002 et avril 2003), et pourtant, elles sont le plus souvent ignorées des passants et mêmes des habitants touchés par ces épisodes. Une raie jaunâtre indique le niveau de la montée des eaux.

Aussi, plusieurs agriculteurs ont abandonné leurs activités. Au niveau de certaines localités, l'eau a atteint plus de deux mètres. Le même cas a été constaté au niveau de l'aval de notre périmètre d'étude.

4-1- Présentation des laisses de la crue de Décembre 2002

A noter qu'on désigne sous le vocable de laisses de crues toutes les informations relatives aux niveaux d'eau atteints pour une crue donnée, en un endroit géographique bien précis et déterminé. Les laisses de crues sont une information portant sur un événement passé, et qui résulte d'un travail qui porte sur des matériels d'information très variés à savoir :

- Les informations historiques
- Les laisses des crues récentes
- Les photographies
- Les témoignages
- Les bases de données existantes

¹¹ : *Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, op.cit.*

Dans notre travail, nous avons appuyé sur deux choses :

- Des informations collectées auprès des personnes interrogées.
- Des photographies tirées des études menées dans ce sens.

4-2- Exploitation des informations

La finalité du travail de terrain est de fournir les informations de base pour l'élaboration de la carte d'aléa inondation, on plus d'un support cartographique qui détermine les laisses de crues, élaboré dans de l'étude de la protection de la ville de Bejaia contre les inondations, nous avons réalisé un travail sur le terrain tout en respectant la même démarche dans le cadre de l'enrichissement de la carte des pétitionnement des repères de crue de Décembre 2002.

Le travail a été devisé en deux taches :

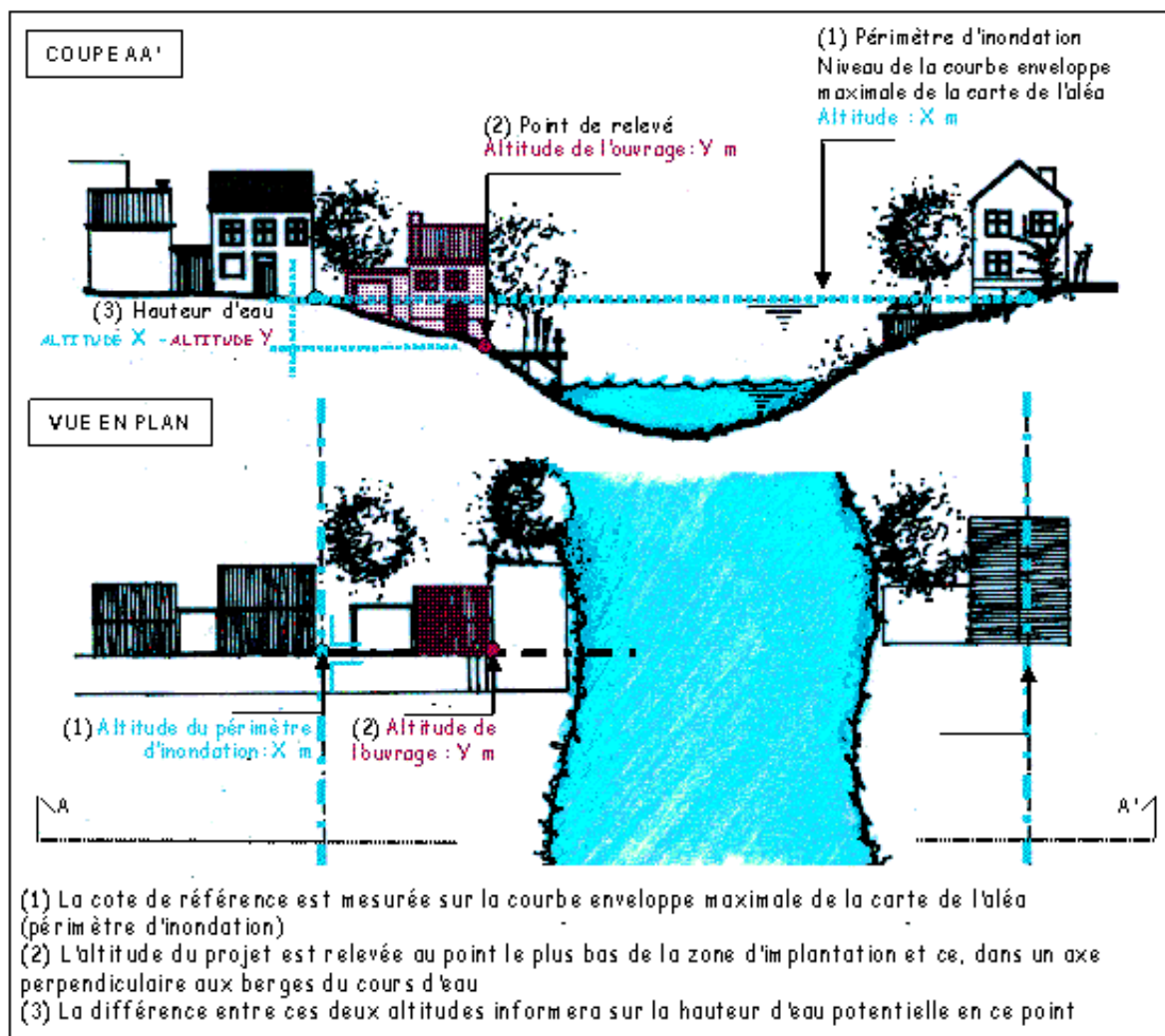
- **L'enquête du terrain** : qui consiste en la collecte des données concernant les auteurs d'eau atteintes pas la crue étudiée, par le sondage de la population¹² et l'observation du terrain par rapport aux photos prises lors de la crue. Nous avons recueillis un ensemble de témoignages de la part de nombreuses personnes âgées et qui ont vécu l'événement et assisté dégâts causés par la crue¹³. L'analyse des niveaux d'eau atteints lors de cet épisode nous a permet de constater que l'eau a atteint des hauteurs inquiétantes dépassant deux mètres comme c'est le cas au niveau d'Iriahène. Ceci nous a permis de remplir la deuxième tache.
- **L'identification des repères sur carte** : pour se faire, il a fallu exploiter les informations disponibles sur *Google Earth* à savoir les données géographiques des points relevés. La superposition des résultats de l'enquête du terrain sur support informatisé (Outils **GPS, logiciel SIG sous Map info**), nous a permis d'avoir environ **140 point de repère des hauteurs de crue de décembre 2002**. Sachant que la carte exploitable de la Direction d'Hydraulique comptait déjà **112 point de repères**.

La méthode suivie dans l'identification de laisses de crue et la délimitation des hauteurs d'aux est représenté dans la figure suivante.

¹² : *Les témoignages des riverains ont été recueillis car ils fournissent des indications qualitatives sur le déroulement de la crue. La fiabilité de l'information recueillie auprès des habitants est toute relative puisqu'elle repose sur la bonne foi, la bonne mémoire, la rigueur. Généralement, le temps joue contre la fiabilité, et une ou deux années à peine après l'événement, la fiabilité chute considérablement.*

¹³ : *Lors du travail du terrain, une personne âgée de 86 ans et qui habite le quartier d'Iriahène nous témoigne « Vous voyez le bâtiment là-bas, quand j'avais 16ans, en 1929, je tournais ma petite flouka a quelques mètres d'ici. Aujourd'hui, c'est des bâtiments qui prennent place de tout. », Il ajoute « Quand on n'a pas de place pour la nature, la nature n'aura jamais de place pour nous ».*

Figure N° 41 : Méthode de relevé des laisses de crue



Source : www.prime.net (consulté le 20 mars 2015)

La carte de positionnement des repères de crue servira de pièce maitresse pour élaborer la carte des hauteurs d'eaux représentant les niveaux de submersion de la crue décembre 2002. Avant de faire, il est indispensable de présenter quelques photos d'inondation objet de l'étude. L'enquête menée a révélé que des dégâts considérables ont été causés dans les différentes localités faisant partie de la zone d'étude. (voir les **figure N°47**)

Photo N° 07 : Laisses de crue de décembre 2002



Source : *Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, op.cit.*

Photo N° 08: Quartier Iriahène, crue 2002, Avant et après l'inondation



Source : *Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, op.cit.*

A la lumière de ces images, Il est donc essentiel dans une région touchée par le phénomène d'inondation, de laisser des traces matérielles pour sensibiliser, entretenir et transmettre une mémoire collective des crues d'un cours d'eau. Une mauvaise connaissance du phénomène inondation conduit souvent soit à minimiser le risque en oubliant les événements passés, soit à mystifier une crue ancienne, qui a laissée des souvenirs terribles, car aucune donnée, source ou référence n'ont permis de la relativiser.

5- CARTE D'ALEA INONDATION : HAUTEUR D'EAU (CRUE DECEMBRE 2002)

La matérialisation la plus fréquente des laisses et marques de crue consiste en un trait gravé et/ou peint sur un mur de bâtiment ou d'un ouvrage. Cependant, les études menées pour la reconstitution des phénomènes passés sont aussi l'occasion de se pencher sur les archives. Le résultat d'une intervention humaine visant à pérenniser le niveau atteint : trait gravé, marque de peinture, plaque « commémorative »... On parle alors plutôt de repère de crue, au caractère plus durable. Malheureusement, cette méthode ne cesse d'être méconnue ou ignorée pas les autorités compétentes et les gens du domaine.

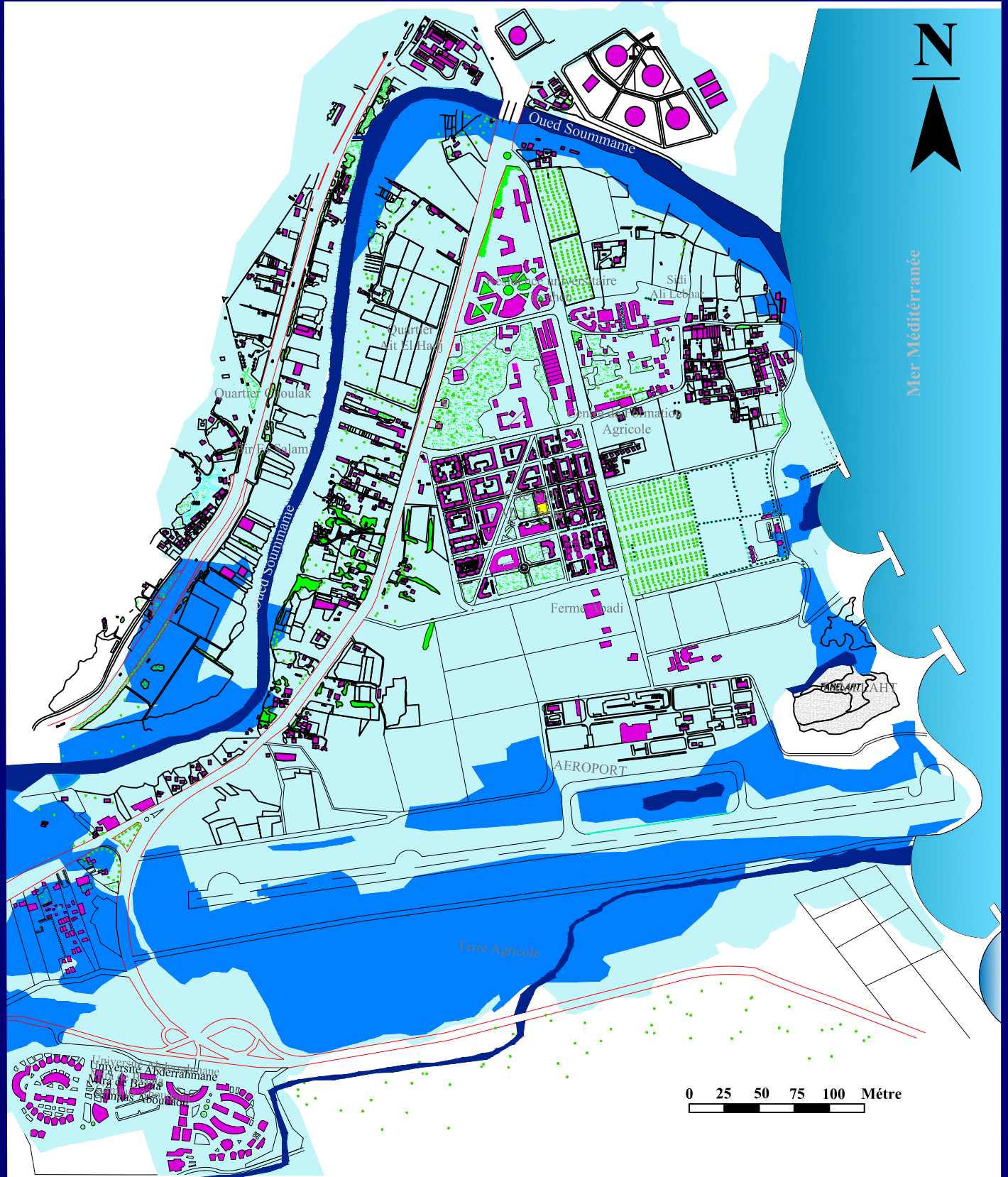
Après l'étude et l'enquête du terrain et suite à la lecture et l'exploitation de données collectées auprès des déferents services, et ceux de l'étude hydrogéomorphologique, nous avons

essayé d'élaborer une carte des hauteurs d'eau de la crue Décembre 2002 qui a touché notre zone d'étude. Cette carte qui représente les variations des hauteurs d'eau de la crue décennale dans la zone d'étude sera utilisée dans le zonage du risque inondation. Ces informations représentées sont indispensables pour prioriser la construction d'ouvrages, réfléchir à leur localisation ou encore évaluer les mesures en terme de réduction des dégâts.

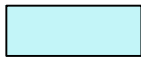


Ces crues et inondation participent activement à la dynamique fluviale de l'oued Soummam. Leur impact en particulier, dans le lit majeur est important notamment, en allant vers l'embouchure, en aval de la ville de vers la mer.

On constate que la zone avale est la plus exposée au risque d'inondation avec des hauteurs qui dépassent les 3m. Suivi par la zone de l'aéroport et le campus universitaire « *Aboudaon* », avec des hauteurs d'eau qui varient entre 2 et 3m. La zone urbanisée d'Iriahène (POS 14A et 14B) est fortement menacée par le risque inondation, vu que la hauteur d'aléa varie entre 1 et 2m de hauteur d'eau, superposé sur des enjeux humains et matériels très importants, et qui seront estimés et évalués dans le chapitre suivant.





Carte N° 04: Quartier Iriahène: Hauteurs d'eau (crue de décembre 2002)



Les Hauteurs d'Eau

-  de 0 à 2 mètre
-  de 2 à 3 mètre
-  Plus de 3 mètre

LEGENDE:

-  Espaces verts aménagés
-  Cadres Batis
-  Arbres fruitiers
-  Terres agricoles

Synthèse

Le but principal de ce chapitre a été de développer la connaissance du risque d'inondation ; le phénomène naturel générateur de ce risque, ses causes, ses modalités de survenance et de déroulement ainsi que les enjeux et leur vulnérabilité. Il a servi à clarifier l'ordre de cette notion en montrant que le risque d'inondation est un concept complexe bien souvent associé à l'unique dimension physique liée à l'aléa, alors que l'aléa n'est pas nécessairement le moteur du risque, la vulnérabilité aussi.

Les repères de crues, qu'ils soient des Plus Hautes Eaux Connues (*PHEC*) ou non, font donc partie du patrimoine des connaissances sur les crues et représentent une source d'information indispensable au renforcement de la conscience du risque, et de notre résilience par conséquent. Ils permettent aussi, dans le cadre de la connaissance hydraulique des cours d'eau, d'affiner les avoirs et l'expertise des crues historiques.

La carte d'aléa « inondation » est issue d'une méthode qui couple une cartographie hydrogéomorphologique avec un travail de terrain consistant à étudier les laisses de crue de référence. En revanche, le risque d'inondations est une problématique majeure de l'aménagement du territoire. Cette problématique prend d'autant plus d'importance dans un contexte où les tissus urbains s'étendent de plus en plus et tendent à se densifier. La tentation est alors forte pour les aménageurs de développer des projets en zones inondables.

Le prochain chapitre traitera les enjeux socioéconomiques et humains, ainsi que l'étude de l'occupation du sol du périmètre étudié. Ce dernier sera cartographié par une carte des enjeux.

CHAPITRE III

*De l'évaluation de la vulnérabilité à la détermination
des enjeux*

Préambule

L'approche du risque par la vulnérabilité : La lutte contre les inondations inclut nécessairement une diminution de l'exposition des enjeux du territoire au risque. Il est donc nécessaire d'identifier les types de vulnérabilité et de comprendre les enjeux présents, afin de réduire la vulnérabilité face aux inondations. Pour cela, il est indispensable de prendre en compte toutes ses composantes (matérielle, sociale, humaine etc.).

Les crues sont une source de dommage importante lorsqu'elles se produisent dans les zones urbaines, comme le cas de la ville de Bejaïa ; ou les inondations dépendent essentiellement des facteurs physiques analysés précédemment (caractérisation du bassin versant climat, précipitation, ... etc.) mais aussi des facteurs humaines : population, urbanisation, types d'aménagements, ... etc.)

Dans les deux cas, à la topographie naturelle qui conduit normalement, les écoulements viennent s'ajouter à une structure urbaine complexe dont l'agencement doit être décrit de manière convenable et favorable pour comprendre les caractéristiques hydrauliques.

En accédant à une description plus au moins détaillée du paysage urbain de notre périmètre d'étude, les données d'observation de ceci ainsi que, celles de l'évolution de la population offrent une vision de la densité du quartier « *Iriahène* » et une possibilité d'évaluer le nombre de personnes et d'enjeux concernées par une inondation.

1- EVALUATION DE LA VULNERABILITE

L'inondation d'une agglomération résulte du débordement d'un cours d'eau qui traverse cette agglomération. Elle peut résulter du développement de la ville et de l'incapacité du réseau d'assainissement, et de drainage ou la conjonction des deux facteurs.

La vulnérabilité exprime l'importance des dommages potentiellement subits par des enjeux soumis à un aléa d'intensité donnée. La notion d'enjeu intègre les personnes, les biens et les activités susceptibles d'être affectés par l'aléa.

1- DEFINITION D'UN POS

Comme son nom l'indique, un plan d'occupation du sol appelé communément POS, est le document de référence qui fixe sur le territoire de la commune les dispositions d'urbanisme participant au cadre de vie de ses habitants. Il traduit la volonté de la ville en matière d'aménagement et respecte les prérogatives et les recommandations des autres acteurs influant sur la vie locale.

Le P.O.S est composé d'éléments graphiques (plan de zonage, plan des servitudes d'utilité publique...) et de pièces écrites (rapport de présentation, règlement...). Ainsi, chaque terrain ou bâtiment de l'ensemble de la ville est situé dans une zone du P.O.S. : à cette zone correspond un règlement fixant les principes d'utilisation du sol.

1-1- Présentation des POS de la zone d'étude

Le site concerné par les plans d'occupation du sol (POS 14A et POS 14B) est situé au sud de la ville de Bejaïa, en rive droite de l'Oued Soummam. Il est délimité par la RN9, l'Aéroport, le golf de Bejaïa et l'Oued Soummam. Ils marquent la porte d'entrée de la ville, regroupant un ensemble importants d'infrastructures de communication (RN9, RN12, CW15) et l'aéroport de Bejaïa avec toutes ses servitudes et contraintes.

Comme représenté dans la **carte N° 03**, le périmètre d'étude couvre deux zones urbaines : POS 14A, POS14B, situées sur le côté Est d'Oued Soummam, elles sont d'une topographie homogène, d'une faible pente et d'un nombre important de logement et d'équipement.

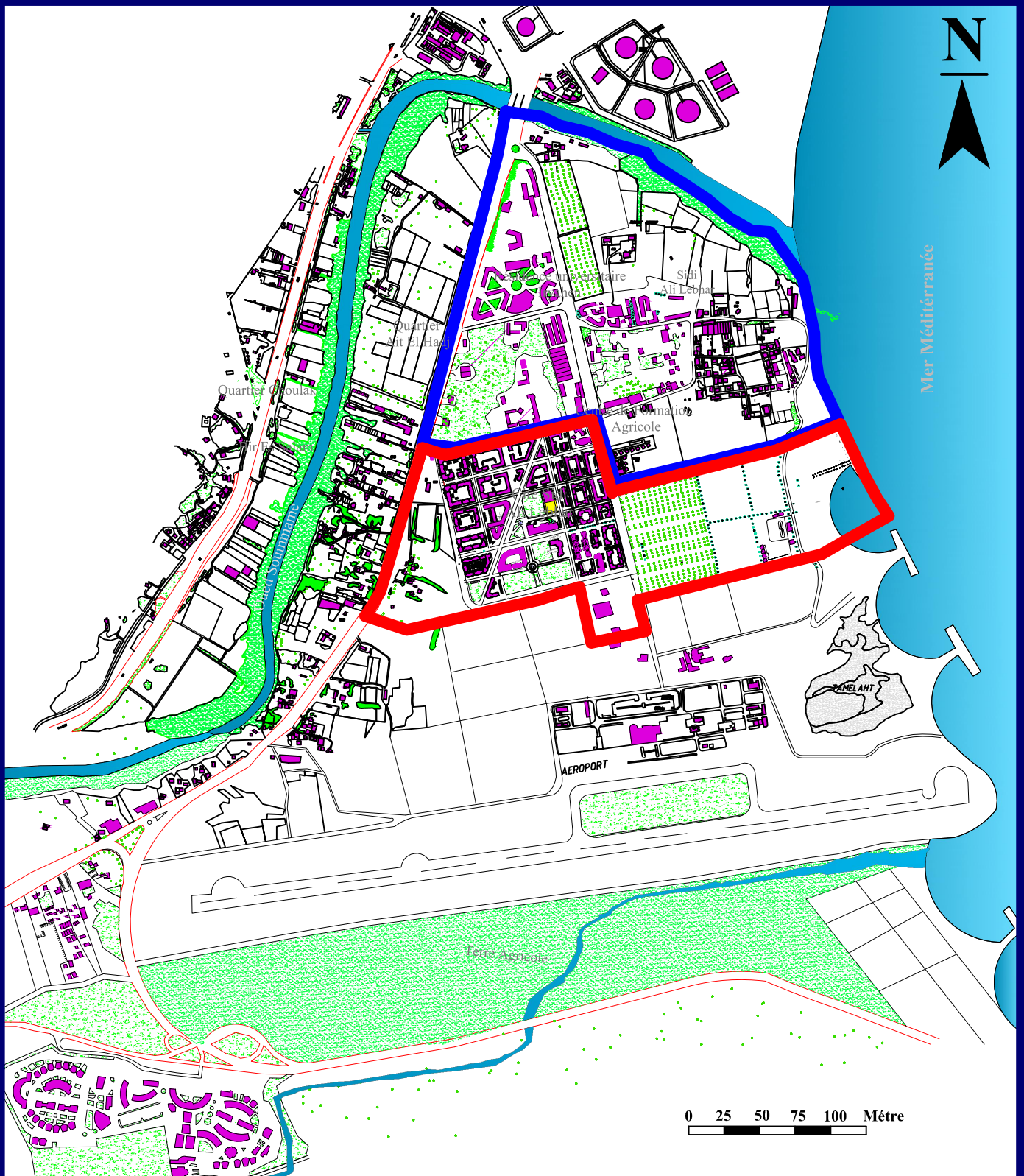
La zone du POS14b Iriahène sud s'étend sur une superficie de **67.8 hectares**, dont la majorité des terres de vocation agricoles, c'est une zone spécifique, inondable, elle est limitée au :

- Nord par la zone POS 14 A.
- Sud par l'aéroport.
- Est par le golf de Bejaïa
- Ouest par la route nationale N°09

Cette aire d'étude est découpée en cinq zones d'études (A, B, C, D, E).

Les P.O.S. distinguent à travers un découpage, les zones urbaines (quartiers déjà construits ou voués à être densifiés cas du P.O.S 14A) et les zones naturelles (espaces peu ou pas construits dont la vocation d'espace naturel doit être maintenue cas du P.O.S 14B).

Carte N°05 : Quartier Iriahène, occupation du sol



LEGENDE:

Occupation du sol



Iriahène
POS 14A



Iriahène
POS 14B



Espaces verts aménagés



Arbres fruitiers



Cadres Batis



Terres agricoles

2- TISSU URBAIN ET CADRE BATI

Nous constatons que malgré le caractère inondable et les mauvaises propriétés géotechniques, cette zone a fait objet d'un site pour la construction de logements. Pour éviter une éventuelle inondation les autorités ont exigé de surélever les logements de 1.50 m (*information donnée par les services de l'urbanisme de la wilaya de Béjaïa*). Cette surélévation a été décidée compte tenu des niveaux d'eau atteints lors de la crue de Décembre 2002.

Le Tissu de la zone étudiée est un tissu périphérique issue des croissances linéaires : ils sont les résultats d'une croissance linéaire le long des routes, organisée par des parcelles mais sans une structuration par îlots : Tala Ouriyane, Ighil El Bordj le long de La Route Nationale 24 Iriahène le long de La RN 9 et RN12.

Pendant les sorties du terrain nous avons remarqué que nombreux de projet de construction se sont poussé comme des champignons. Toute les formes des logements existantes en Algérie (social, locataire, participatif, promotionnel...) ont été programmé dans ce quartier.

Photo N° 09 : Quartier Iriahène, plusieurs projets de logement programmés



Source : Auteur, travail du terrain (Février 2015)

Certaines promotions immobilières n'ont pas pris en considération des règlements dictés dans le POS approuvé concernant les règles de densité et d'emprise au sol (COS et CES), à savoir que le POS fixe les étages de toute construction dans la zone d'Iriahène à R+6 au maximum, en revanche les promoteurs immobiliers construisent en R+10. La figure suivante démontre un bâtiment qui dépasse les normes d'urbanisme les plus élémentaires.

Photo N° 10 : Promotion immobilière, non-respect des normes d'urbanisme



Source : Auteur, travail du terrain (Février 2015)

En plus des programme d'état en logement (social, promotionnel, locataire), nous avons constaté plusieurs construction illicite à l'intérieur du tissu urbain et des autre du côté de la mer.

Photo N° 11 : Quartier Iriahène : Construction Illicite



Source : Auteur, travail du terrain (Février 2015)

Un autre problème qui se pose, est celui de la programmation de projet de logement a quelque metre de la cote et en même niveaux de la mer. Chose qu'on a constaté toute en gardant un sentiment d'inquiétude et d'étonnement.

Photo N° 12 : logements construits en même niveaux de la mer



Source : Auteur, travail du terrain (Février 2015)

3- ANALYSE DU POS IRIAHENE 14A (SIDI ALI LEBHAR)

Le quartier du *Sidi Ali Lebhar* est d'une superficie de 69,8 hectares, situé au Sud Est de la ville de Bejaia, limité au Nord et au Sud par des terrains agricoles, à l'Est par la mer méditerranéenne et à l'Ouest par la RN9 reliant Bejaia à Sétif. (Revoir **carte N° 6**) Le quartier (Sidi Ali Lebhar) présente une morphologie plane : Pentes douces comprise entre 0 à 5%.

3-1- L'aspect géotechnique

Les sols du quartier Sidi Ali Lebhar à Iriahène, présente un comportement hétérogène. Il s'agit des terrains sédimentaires du quaternaire. Notre zone d'étude se compose de deux zones :

- Une zone à ne pas urbaniser (défavorable), sauf dans un cas de passage de route avec une étude de sol ou aménagements superficiels, car le sol perd ces caractéristiques géotechniques en se rapprochant de la mer et devient plus vulnérable, moins résistant et lâche.
- une zone favorable à risque ou la construction est possible mais des études de sol sont indispensables pour toute intervention sur le milieu

3-2- Etat et typologie d'habitat et d'équipement

L'espace non bâti dans le quartier est prédominant par rapport à celui du bâti sous forme de nouveau bâtiment avec une architecture incohérente et une forte densité du côté Est, ce qui conduit à l'apparition des espaces vides, ajoutant à ceci l'existence des constructions inachevées.

3-3- La voirie

Selon les analyse précédentes, le quartier s'est évoluer principalement de manière linéaire en longeant la route nationale N° 09 ; en effet, il existe deux routes nationales et plusieurs voies mécaniques dans le quartier, qui sont repartis comme suit :

- Les axes structurant principaux : avec deux routes. (RN 9-RN 9A)
- La voie primaire : avec cinq voies.
- La voie secondaire : avec huit voies, c'est la plus dominante.
- La voie tertiaire : avec trois voies
- Les parkings et les aires de stationnement : nous avons remarqué que le quartier contient un grand nombre de parking et d'aires de stationnement.

Photo N° 13 : Quartier Iriahène, Etat de la voirie



Source : Auteur, travail du terrain, février 2015

Les deux routes nationales et toutes les voies mécaniques du quartier sont en bon état. Cependant, Durant l'inondation de Décembre 2002, les voies de circulation se sont devenues des moyens de communication, pas en véhicule mais en petit bateau pour transporter les sinistrés. (Voir la Figure N° 49)

Figure N° 14 : Route Nationale N°09 pendant la crue de 2002



Source : Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Bejaia, op.cit.

4- Analyse du POS Iriahène 14b

La zone 14b est situé au sud-ouest de la ville de Bejaia, limitée au nord et au sud par des terrains agricoles, a l'est par la mer méditerranéenne et a l'ouest par la route nationale N° 9, reliant Bejaia à Sétif. Les terrains POS 14b sont classés parmi les agricultures intensives avec irrigation. Sachant qu'au niveau de l'E.A.C 8 environ 18 hectares des terres ont été pris par l'Etat.

4-1- Aspect hydrogéologique et géotechnique

Comme un aperçu géologique, la zone concernée par l'étude est une zone plate caractérisée par des terrains alluvionnaires anciens et marécageux du quaternaire à couches épaisses avec un comportement hétérogène. Aussi, secondaires et tertiaires des anticlinaux de Djebel Gouraya et Adrar Oufarnou.

Un oued existant au nord du site, il s'agit d'oued Soummam qui est le principal collecteur des eaux superficielles de la région. Il présente un écoulement permanent se jetant dans la baie de Bejaia.

Tableau N° 11 : Géologie du périmètre d'étude

Equipement	caractéristiques
Unité de conservation et de développement de la nature	Limons, argiles, sable peu vaseux. Foré jusqu'à 12m
Logements O.P.G.I	Argiles beiges limoneuses, argiles grises vaseuses (présence de matière organiques). Foré jusqu'à 20m
Ecole maritime	Argiles limoneuses, limons vaseux, sable vaseux, sable de mer Foré jusqu'à 18m
Château d'eau d'aéroport	Limons marneux, sables peu vaseux, sable de mer Foré jusqu'à 12m
Centre d'activité agricole	Sables, argiles sableuses coquillées. un puits de 02m
Cité universitaire	Limons marneux et argiles marneuses imprégné de vase Foré jusqu'à 15m
Ecole fondamentale	Limons argileux. un puits de 02m
Bacs de stockage (dépôt Sud)	Sables, graviers, sable vaseux limoneux. Foré jusqu'à 20m
Campus universitaire	Argiles marneuses, limons, sable coquillés. Foré jusqu'à 18m
Echangeur ABOUDAOU (liaison RN9-RN12)	Argiles limoneuses, argiles avec des passages sableux de faible épaisseur et de passage vaseux. Foré jusqu'à 41m

Source: POS (14A-14B) Iryahene

4-2- Analyse et prévision démographique

Avant 2008 le site est pratiquement vierge mis à part l'occupation agricole et hangars de stockage. Le site avait une faible densité de population, selon les données du document approuvé du POS en 2008. Le site compte environ 50 personnes répartie sur 12 ménage. La population est répartie avec 5 personnes par hectare. Cette population a connu une mutation d'un mode de vie basé sur le travail et les revenus des terres agricole, a un mode de vie basé sur le revenu salarial, laissant ainsi des terres dans une situation d'abandon et d'improductivité.

Face à cette faible densité de population, plusieurs projets de promotion immobilière et de logement et d'équipement sont en cours.

Selon les données du POS, le site va prendre en charge non seulement les besoins présents et futurs du périmètre du POS, mais aussi, l'assouvissement d'une bonne partie des besoins de la commune de Bejaia en matière d'habitat et d'équipement. Le tableau suivant présent les prévisions démographiques du POS.

Tableau N° 12 : Prévisions démographiques du POS.

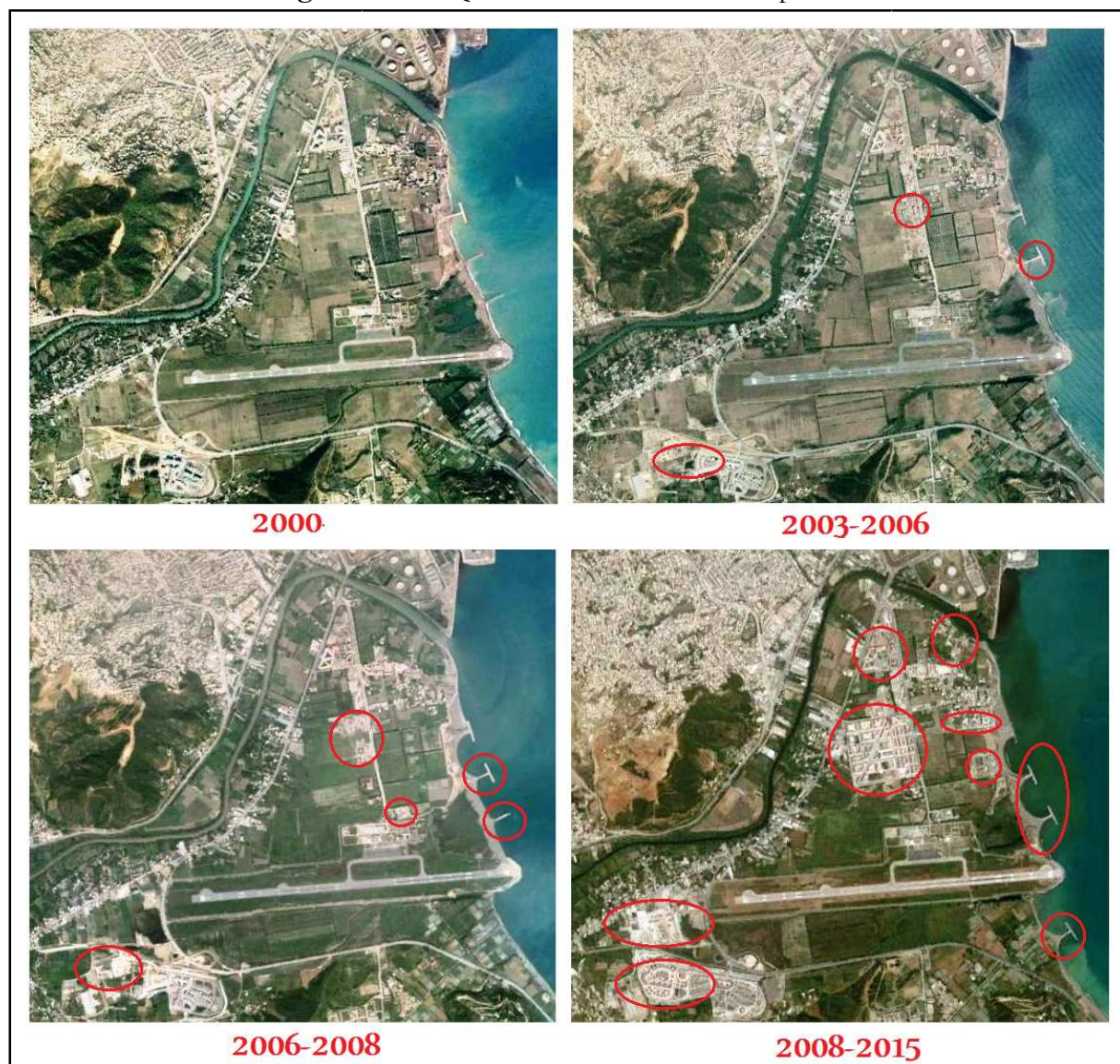
Sujet	Prévision
Surface totale du POS	68.8 hectares
Volume du parc de logement programmé	3119 logements
Population potentielle attendu	19194 habitants
Taux d'occupation par logement	6 personne / logement

Source : POS 14b, Iriahène, 2008

Evolution spatiale du quartier d'Iriahène

Pour analyser et comprendre l'évolution spatiale de notre périmètre d'étude, nous avons utilisé les données historiques exploitables sur *Google Earth*. En effet, les images « Nasa » disponibles interprète la situation de l'espace étudié depuis l'année 2000. C'est à ce moment-là qu'à commencer l'urbanisation du quartier. La succession des images suivante résulte les espaces occupé et/ou urbanisés depuis 2000 jusqu'a nos jours.

Figure N° 42 : Quartier Iriahène Evolution spatiale.



Source : image Google Earth, Auteur, 2015

5- Facteurs d'aggravation du risque inondation

Elles sont la combinaison d'actions de trois grands facteurs :

- Facteur climatique : la pluviométrie (averses, pluies torrentielles,...)
- la défaillance des réseaux d'évacuation des eaux pluviales.
- Urbanisation de la zone inondable.

5-1- Facteur climatique : La pluviométrie

La ville de Bejaia est l'une des villes les plus arrosée en bande littorale, Un seuil de 30 mm/jours, les terrains de faible perméabilité sont sujets à des inondations. Ainsi pour une seule journée en Octobre 1994, environ 90mm de précipitations sont enregistrées dont 62mm pendant seulement 90minutes.

Les pluies ont causé des inondations dans toute la plaine, et selon les témoignages de la population ces averses sont répétitives au moins une fois/2ans. Ces eaux de crues provoquent des dégâts très importants dont on cite :

- L'érosion des berges, entraînant la disparition des terrasses cultivables, et mine certains tronçons des voies de communication (en 2002 la crue a atteint l'aéroport, le port, le port pétrolier)
- Les transports solides, très abondants en cas de crue, provoquant des dépôts à la décrue. En plus des dégâts causés sur les terres agricoles.
- Menace permanente sur les ouvrages d'art, comme les deux ponts de Skala, qui représentent une porte d'entrée à la ville et une jonction intéressante et indispensable.

5-2- Défaillance des réseaux d'évacuation d'eaux pluviales

Après nos sorties sur terrain on a remarqué l'absence de quelques dalles et des déchets jeter à l'intérieur de ces caniveaux. Ce qui peut provoquer le dysfonctionnement du réseau d'évacuation. De plus, le nombre, les dimensions, la surcharge et l'insuffisance des réseaux hydrographiques et d'évacuations existants ne font que des débordements sur les chaussées suite aux dépôts de matériaux alluvionnaires et tous autres matériaux (débris de Bois, de ferrailles,...) d'emportés en passage et faisant office d'engorgements des voies de drainages. (Voir les photos suivantes)

Photo N° 15: Quartier Iriahène : Système d'évacuation défectueux



Source : Auteur, travail du terrain, décembre 2014.

D'autres cours d'eau se sont devenus avec le temps, une sorte de décharge sauvage pour tout type de déchets domestiques et ceux issus des ateliers de différentes activités. Aussi, le degré de négligence de la part des autorités locales responsable a atteint des niveaux alarmants. Si non, comment peut-t-on expliquer que la majorité des cours d'eau existents en plein tissu urbain, se sont devenus des petits forêts témoignant d'une poussée d'un couvert végétal très riche en canne et petite arbuste de figuiers et d'eucalyptus. Ceci est considéré comme un important facteur d'aggravation du risque inondation pour notre cas.

Photo N°16 : Engorgement des cours d'eau par la végétation et les décharges sauvages



Source : Auteur, travail du terrain, décembre 2014.

5-3- Urbanisation et occupation du sol : augmentation d'imperméabilisation

La géologie locale révèle que les terrains concernés par les inondations sont de nature argilo-limoneuses sur une profondeur n'excédant pas 10 à 12 m. mais aussi des couches de revêtements en béton bitumineux du fait de la saturation, en construction, de la ville, le reste des parcelles non construites consacrées aux cultures potagères et plantations (pépinières,...) sont de fait argilo-limoneuses.

Ajoutant à cela, l'urbanisation de la zone inondable et la prolifération d'habitat illicite et d'activité d'artisanat à proximité du lit moyen d'oued Soummam, ce qui augmentera les hauteurs d'eau pendant une crue décennale ou centennale, donc l'aggravation du risque inondation.

Photo N° 17: Oued Soummam : urbanisation de la zone inondable



Source : Auteur, travail du terrain, décembre 2014.

2- DETERMINATION DES ENJEUX

Du point de vue vulnérabilité, les photos aériennes ainsi que les sorties sur le terrain, montrent que le lit mineur de l'oued est en grande partie construit, (habitations dans le lit mineur de l'Oued), cela rend ces dernières vulnérables du point de vue inondation. Les voies de circulation aussi peuvent être très vulnérables, surtout en hiver lors des averses, où ils se transforment à des axes de drainage.

L'étude urbanistique (Etude de l'occupation du sol) pour recenser les constructions et la population (détermination des enjeux) vulnérables, est primordiale pour réaliser une carte des enjeux. Nous avons pu recenser trois types d'enjeu ; socioéconomiques et humains et environnementaux. Avant d'entamer l'élaboration de la carte des enjeux, il est primordial de faire un rappel sur les dégâts causés par la crue de décembre 2002.

2-1- Inventaire des dégâts de la crue Décembre 2002

Début décembre 2002, la région de Bejaia a connu une crue exceptionnelle tandis que la plupart de ses principaux affluents d'oued Soummam subissait des crues moyennes à fortes. Cet événement a causé des dégâts matériels importants et infligé de lourdes pertes aux activités économiques.

L'objectif principal de ce volet est d'élaborer un retour d'expérience sur les inondations de décembre 2002 sous la forme d'une synthèse cartographique, en recensant les zones inondées, les enjeux présents au moment de la crue, les désordres engendrés et les dégâts causés.

L'intérêt de cette carte est d'une part, de mettre en valeur la nature des activités humaines qui ont été touchées et d'autre part de tracer les ouvrages ayant un impact fort sur les écoulements, afin de comprendre la logique de la limite de la zone inondée. Les secteurs touchés directement par la crue, correspondent soit à des surfaces submersibles connues : champs d'expansion inondés par l'aval avec ou sans déversoirs, soit à des secteurs touchés suite à des incidents tels que des brèches ou des dépassements des cotes de protection (*le cas de la clôture de l'aéroport*).

Notre périmètre d'étude, s'agit du secteur le plus sinistré de toute la zone inondée, les dégâts touchant tous les domaines :

- De multiples équipements endommagés : aéroport, écoles université fermées.
- Des voies de circulation submergées : voie ferrée, routes nationales N°9, 26, 75 coupées.
- Des dizaines d'entreprises sinistrées (station-service, dépôt de marchandise...)
- Des cultures fruitières et des parcelles agricoles totalement rasées.
- Des réseaux et installations électriques et de gaz complètement endommagés.

Carte N°06 : Quartier d'Iriahène, Inventaire des dégâts (crue de Décembre 2002).



Station de service situé sur la RN 9, totalement inondée



Habitations et équipements des deux rive d'oued Soummam envahis par les eau



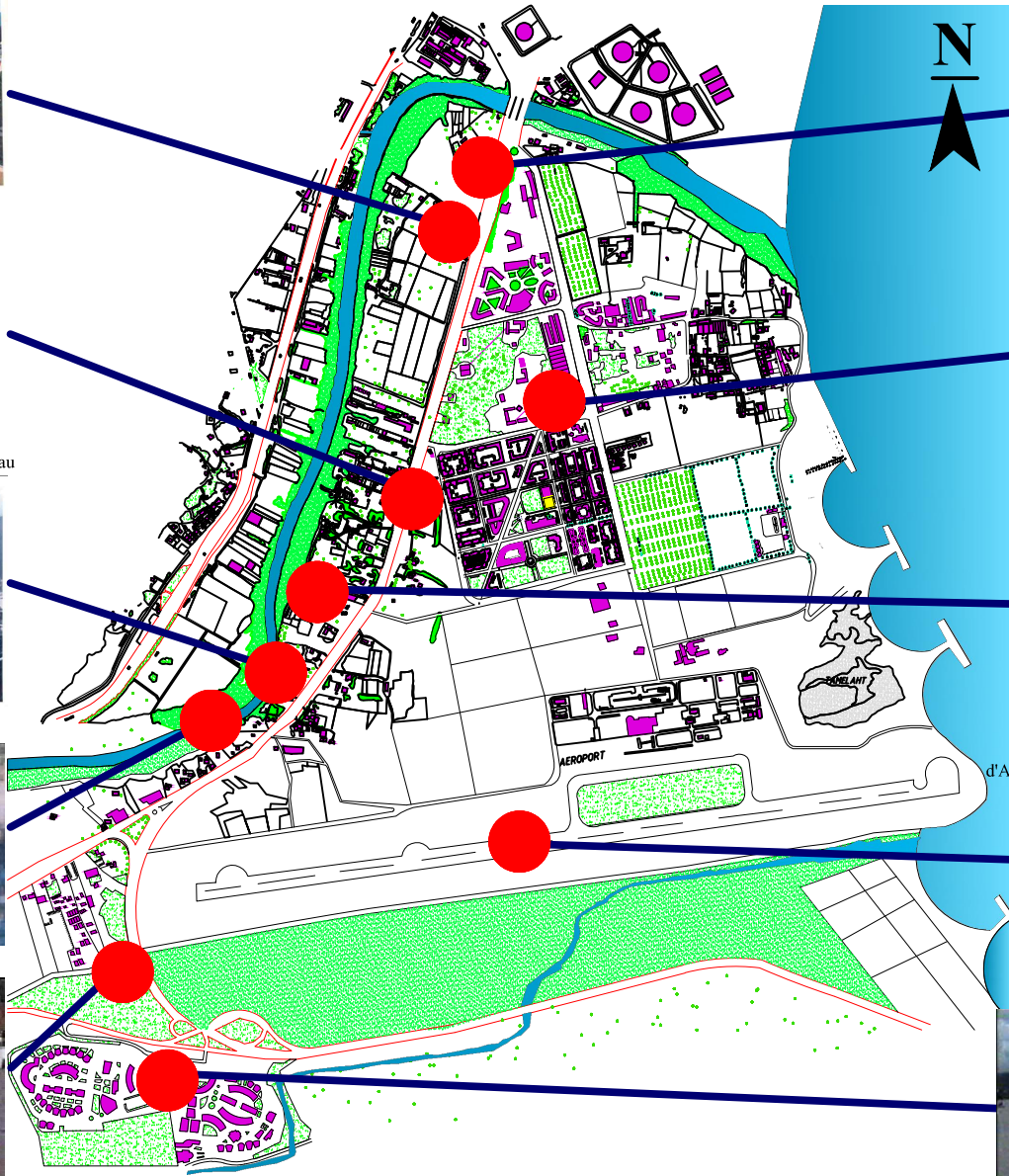
Fermes d'arbres fruitiers et les champs d'agriculture inondée et ravagée



Animaux emportés par les eaux de crue



Déplacement et sauvetage par zodiac et flouka (Près de l'aéroport)



Route nationale N° 09 inondée par les eaux de hauteur variable de 50cm a 2m.



Quartier d'Iriyahene totalement submergé par les eaux de crue.



Champ d'inondation de la zone d'Ait El Hadj entre la RN9 et l'Oued Soummam



Aéroport « Abane Ramdane »



L'entrée et les alentours de l'université de Bejaia (campus Aboudaou) inondés complètement.

2-2- Evaluation des enjeux

L'enjeu est ce que la communauté et les collectivités risquent de perdre lors d'une crue ou d'une inondation. Les enjeux concernent notamment les personnes, les biens, les infrastructures et les espaces naturels. L'objectif est de réaliser un inventaire des enjeux spécifiques à la zone d'étude en privilégiant une approche qualitative et pragmatique. Elle permet d'assurer la cohérence entre les objectifs de prévention des risques et les dispositions qui seront retenues. Les enjeux sont évalués de façon simple à partir de données issues du cadastre, des plans d'occupation des sols, de photos aériennes, d'expertise de terrain. L'objectif étant de prendre en considération les différents types d'occupation du sol. Il convient ensuite de superposer la carte des enjeux à la carte des aléas pour obtenir la carte des risques liés aux inondations.

Les enjeux représentent l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Ils sont généralement classés en trois types :

- 1) Les enjeux humains
- 2) Les enjeux économiques
- 3) Les enjeux environnementaux

2-2-1. Les enjeux humains

Lors de crues et inondations importantes, de nombreuses personnes peuvent être emportées ou noyées par les courants, se retrouver blessées, déplacées ou sans abri.

Le tableau suivant présente les enjeux humains exposés au risque d'inondation dans notre zone d'étude.

Tableau N° 14 : Enjeux humains de la zone d'étude

Désignation	Logements	Population
Périmètre du P.O.S 14 A	<ul style="list-style-type: none"> - 89 logts individuels - 270 logts évolutif - 50 programmes E.P.L.F - Total : 1 109 logts 	<ul style="list-style-type: none"> - 783 personnes - 1620 personnes - 4500 personnes - Total : 6 903 Personnes
Périmètre du P.O.S 14 B	<ul style="list-style-type: none"> - 20 logts individuels - 13879 : programme 2006/2007 - 100/350 logts promotionnels privés - Total : 1 509 logts 	<ul style="list-style-type: none"> - 50 personnes - 8334 personnes - 600 personnes - Total : 8 984 Personnes
Résidants, Cité Universitaire	<ul style="list-style-type: none"> - 2000 lits 	<ul style="list-style-type: none"> - Total : 3 915 résidants
T O T A L	2 618 logts	19 802 habitants

Source :POS Iriyahene 14b.

2-2-2. Les enjeux économiques

Les inondations peuvent engendrer des dommages conséquents aussi bien aux habitations qu'à toute autre activité humaine en bordure des cours d'eau (agriculture, industrie, commerce, loisirs, etc.). L'interruption des communications peut gêner, voire empêcher l'intervention des secours. Par ailleurs, on estime que les dommages indirects (perte d'activité, chômage technique, etc.) sont souvent plus importants que les dommages directs occasionnés aux biens mobiliers et immobiliers.

Les infrastructures de base qui peuvent être touchées par les inondations au niveau de la zone d'étude sont :

- L'aéroport international "Abane Ramdane"
- La cité universitaire Iriahène.
- Le campus universitaire Aboudaou.
- Des équipements publics tel que (siège des impôts, CEM,...etc.).
- Des groupements d'habitations importants.
- Un double tronçon de la RN 09 reliant Bejaia à Sétif.
- Deux grands ponts (ouvrage d'art de Skala)
-

2-2-3. Les enjeux environnementaux

Les dégâts au milieu naturel sont dus à l'érosion, aux déplacements du lit ordinaire, aux dépôts de matériaux, etc. Les phénomènes d'érosion, de charriage, de suspension de matériaux et d'alluvionnement participent à l'évolution du milieu naturel dans ses aspects positifs comme négatifs. Pour les zones industrielles situées en zone inondable, un risque de pollution et d'accident technologique est à prendre en compte.

Pour notre périmètre d'étude, les enjeux environnementaux sont importants, à savoir que le pos 14b compte des parcelles agricoles de grande surface et de productivité.

Photo N° 18: Les terres productives de la zone d'étude



Source : Auteur, travail du terrain, février 2015

Tableau N° 15 : Quartier Iriahène, Les enjeux environnementaux

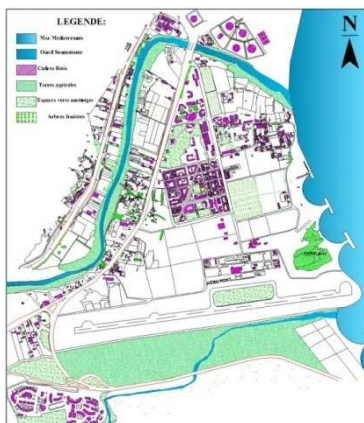
Occupation agricole	Type de culture	surface
E.A.C N° 5 Exploité par 8 personnes	<ul style="list-style-type: none"> - Agrume - Maraichage pleins champs - Culture sous serre 	37.44 hectares
E.A.C N° 8 Exploité par 8 personnes	<ul style="list-style-type: none"> - Céréales - Fourrage - Rendement (25Qx/ ha 	63.52 hectares

Source :POS Iriahène 14b.

Il y'a à signaler à partir des analyse précédentes que les parties urbaines les plus touchées par les inondations sont en particulier : les deux POS présentés, la route menant à l'université, l'université elle-même, certains axes routiers dans la plaine ; malgré que ces endroits sont localisés dans des contextes topographique à faible pentes, ils sont souvent sujet à des accumulations des eaux, pour cause aussi d'emprisonnement par des murettes ou murs de bâtisses.

En plus de ces entité urbaine, il y'a toute une population importante qui est menacé par le risque lié aux phénomènes d'inondation, donc plus de **19 802 habitants** exposé au risque d'inondation. A la lumière de ces analyses, nous tenons à réaliser la carte des enjeux.

Carte N° 07 : quartier Iriahène : Carte des enjeux



Synthèse

Dès la création du quartier *d'Iriahène*, à partir des années 2000, on a constaté le renforcement d'une urbanisation spectaculaire engagée vers la plaine et surtout vers l'Est ; puisque la conurbation est déjà faite, avec les tissus périurbains à proximité de la ville intramuros.

Cette évolution accélérée et anarchique de Bejaia, a induit une dégradation avancée du couvert végétal et menace durablement l'équilibre fragile de cette ville. En fait, il apparaît que généralement plusieurs facteurs interfèrent pour former ces inondations : l'intensité et la répartition des pluies, les caractéristiques du bassin, ses conditions climatiques et l'occupation du sol.

Un autre facteur qui est l'action de l'homme : le déboisement, l'imperméabilisation due au développement de la ville et l'évolution de sa population ; l'eau ne s'infiltré plus et surcharge les systèmes d'évacuation. Ce qui provoque une aggravation du risque « inondation » suite à une augmentation des hauteurs d'eau de crues et leurs effets sur l'espace urbain.

CHAPITRE IV

*De la Gestion du risque « Inondation » à l'élaboration
d'un PPRI*

Préambule

Depuis une vingtaine d'années, le contexte socio-économique et politique en Algérie, est de plus en plus favorable à la prévention des différents risques naturels; tels que les séismes, les glissements de terrains, les inondations et d'autres manifestations violentes de la nature. Les inondations de 2001 à Bab El Oued ont laissé des traces et l'ampleur du bilan a accéléré la prise de conscience et la nécessité d'une prévention plus efficace de ce phénomène.

La gestion du risque inondation en Algérie se fonde essentiellement sur l'application des lois et règlements relatifs à la gestion des risques naturels. Elle s'articule principalement autour de la prévision des risques naturels et la prévention et protection de la population. Dans ce contexte un cadre institutionnel et réglementaire a été mis en place afin de gérer les risques et catastrophes naturelles.

Aujourd'hui, notre pays dispose d'un arsenal juridique très important en matière de la gestion des risques et catastrophes naturelles. Mais, les espaces urbains souffrent encore des effets et conséquences néfastes de ce type de catastrophes. Donc, où se cache la défaillance de la loi et la réalité du terrain?

1- CADRE JURIDIQUE DES RISQUES NATURELS URBAINS

Au sein de la complexité territoriale, le découpage par bassin versant, légitimé à toutes les échelles comme le territoire de la gestion de l'eau, se trouve mobilisé par différents acteurs. La globalisation des connaissances permettant de mettre en place un plan de prévention et de gestion des risques majeurs n'est possible que si un zonage écologique est réalisé. Ceci d'une part, de l'autre, par la mise en application de la stratégie nationale adoptée par le SNAT 2030 relative à la lutte contre les risques majeurs. Avant cela, il y'a lieu de faire un constat.

1-1- Problématique de la gestion des risques majeurs en Algérie

Le territoire algérien est très exposé à tout type de risques majeurs, « *L'Algérie est confrontée comme la majorité des pays sous-développés à une douzaine de type de risques. Outre les tremblements de terre, les inondations qui n'épargnent ni le nord ni le sud du pays, la désertification, l'érosion, les incendies de forêts, la salinisation des sols fertiles, l'urbanisation, la pollution de l'eau et des sols, les accidents de la circulation, la surexploitation des ressources naturelles et le réchauffement climatique ; s'ajoutent les dangers technologiques et industriels, dus à l'édification d'installations industrielles dans des zones fortement urbanisées* »¹.

Toutes ces bombes à retardement en milieu urbain et en milieu rural dont personne ne peut prévoir la date et l'heure de son explosion avec toutes les conséquences qui en découlent. Il paraît qu'aucune stratégie nationale en la matière ne soit réellement appliquée. Certes il existe une réglementation très diversifiée mais force est de constater que la gestion des plans d'intervention d'urgence mis en place en cas d'incidents majeurs souffre dans la plupart de ces unités d'un flagrant manque de maîtrise organisationnelle et opérationnelle surtout. « *L'application de la réglementation s'est traduite uniquement par l'élaboration des plans d'intervention sommaires (Plan particulier d'intervention- PPI, Plan d'organisation interne-POI, Etude de danger, Etude d'impact et quelques audits sommaires) généralement inexploitable en absence de retour d'expérience* »². La problématique cruciale de la gestion des risques majeurs est en forte corrélation avec les enjeux et les aléas, source de dangers engendrant des risques qui ne sont pas identifiés.

Il est difficile de faire un bilan sur la politique de gestion des risques en Algérie mais il est possible d'analyser l'approche globale de la stratégie pour cibler les carences et les contraintes. Ce bilan se distingue par une absence de politique de gestion de l'espace guidée par ses règles fondamentales d'aménagement du territoire induisant des inadéquations pouvant se résumer comme suit:

- déséquilibre géographique imposé par l'absence d'un découpage de l'espace répondant à des objectifs,
- répartition spatiale de la population incohérente par rapport aux potentialités,
- mutation constante de l'espace rural et agricole et extension alarmante de l'espace urbain, « *Une des caractéristiques du phénomène d'urbanisation en Algérie, vient du fait que certaines villes*

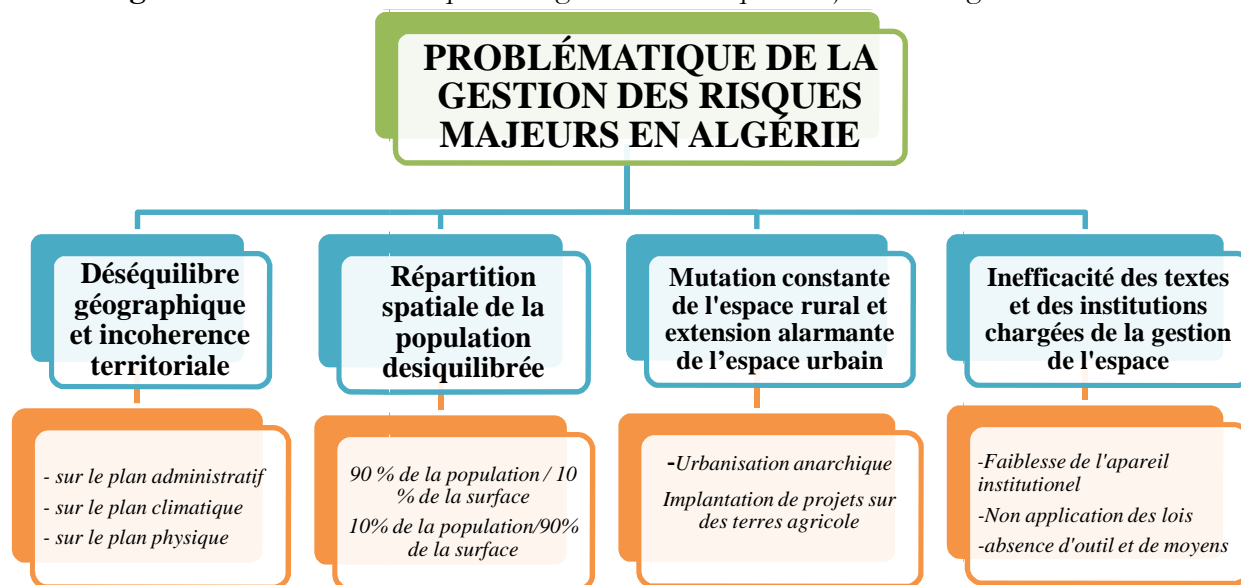
¹ : PNAE-DD, *Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD)*, 2002-139 p.

² : BENABDELI Kheloufi et SOUIDI Zahera « *Apport de l'approche écologique de gestion intégrée des territoires à l'amélioration de la prévention des risques majeurs en Algérie* » in : le 2^{ème} séminaire international Euro-méditerranéen « *aménagement du territoire, gestion des risques et sécurité civile* », Batna le 25 au 27 Septembre 2012.

n'ont pas été préparées sociologiquement à des tels bouleversements d'où le phénomène de rurbanisation qui consiste à disposer d'un niveau de concentration de type urbain sans que pour autant les comportements urbains aient été acquis.»³

- connaissance encore fragmentée et partiel des potentialités des différents espaces,
- méconnaissance de fonctionnement et d'interactions entre les différents systèmes,
- inefficacité des textes et des institutions chargées de la gestion de l'espace.

Figure N° 43 : Problématique de la gestion des risques majeurs en Algérie



Source : Auteur, 2015

En guise de synthèse, reprenons les propos du Professeur KERDOUN⁴, Depuis quelques années maintenant, et en dépit des multiples catastrophes vécues par l'Algérie, on se rend compte que le pays n'est pas encore préparé pour réagir convenablement aux risques majeurs. Devant cette situation, l'opinion publique algérienne a tendance à associer catastrophe nationale à mauvaise gouvernance.

La gestion des risques repose de prime abord sur la mise en place d'une stratégie devant découler d'une parfaite maîtrise des dangers et de leurs sources. Ce qui n'est pas le cas en Algérie puisque le territoire reste encore très peu connu et maîtrisé en matière d'espaces. Il ne saurait y avoir de politique de gestion des risques et des catastrophes naturelles sans la mise en place d'outils de base indispensable à l'évaluation de la vulnérabilité des différents territoires.

1-2- La gestion des risques naturels dans le cadre de la législation en Algérie

Il est important de noter que notre pays ne disposait d'aucune loi avant 1980 qui prend en considération le risque naturel, juste après le séisme de l'Asnam 1980 que notre pays se charge des risques naturels. "L'Algérie à commencer de prendre en charge les phénomènes naturels en

³ : BENABBAS Samira, université Constantine, Actes des assises nationales de l'urbanisme, palais des nations, club des pins ; Alger le 19-20 juin 2011.

⁴ : Kerdoun A., 2009- Le cadre juridique de la prévention et de la gestion des risques majeurs en Algérie. 10 p.

*décrétions quelques lois jusqu'à 2004 ; après le séisme de Boumerdès 2003 qui a catalysé la réflexion du gouvernement sur la gestion du risque à travers la nouvelle législation où le cadre juridique est renforcé."*⁵

L'idée de prévention des risques majeurs a émergé suite au séisme du 10 octobre 1980 d'EL Asnam (*Chlef aujourd'hui*). Et depuis le législateur algérien a élaboré plusieurs lois qui relèvent de la prévention des risques majeurs, la définition et la mise en œuvre des procédures et des règles visant à limiter la vulnérabilité des hommes et des biens aux aléas naturels.

- La loi n° **01-20** du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ;
- La loi n° **03 -10** du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;
- La loi n° **04-20** du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. La loi contient des prescriptions particulières en matière de prévention des inondations article 24 et 25.

Donc on peut distinguer trois phases qui caractérisent le cadre juridique en Algérie :

- Avant 1980
- 1980-2004
- 2004 jusqu'à l'actuel

Le cadre législatif actuel se conjugue par divers textes de loi qui dictent de :

- Prévenir et gérer les risques naturels.
- Contrôler et maîtriser l'urbanisation.
- Réglementer la construction
- Impliquer les populations dans la protection de l'environnement et la gestion des risques naturels.

1-2-1- Les lois spécifiques de la prévention des risques et catastrophes naturels

Plusieurs lois et décrets ont été publiés contenant de référence à la prévention des risques et catastrophes naturelles, nous allons les présenter ici :

Décret N ° 85- 231 du 25 août 1985 fixant les conditions de modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophe.

Ce décret est venu pour mettre en place du plan d'organisation, d'intervention et secours qui identifie l'ensemble des moyens humains et matériels à mettre en œuvre en cas de catastrophe.

Article 3: Chaque wilaya, commune et unité doit élaborer son propre plan d'organisation des interventions et secours.

❖ **Décret N ° 85- 232 du 25 août 1985** relatif à la prévention des risques de catastrophes.

Il oblige pour chaque commune d'élaborer un plan de prévention des risques qui peuvent être manifestés en son territoire.

⁵ : RAMOUL Sihem : « cadre juridique des risques naturels urbains en Algérie » in : 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risques et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.

Article3: Chaque wali veille à la mise en œuvre et à l'adaptation éventuelle, aux communes de sa wilaya des mesures et normes arrêtées en matière de prévention des risques.

- ❖ **Décret N ° 90-402 du 15 décembre 1990** portant l'organisation et le fonctionnement du fond de calamités naturelles et de risque technologique majeur.
- ❖ **Décret N ° 01-100 de 18 avril 2001 modifiant** et complétant le décret N ° 90-402 du 15 décembre 1990 portant organisation et fonctionnement du fond de calamités naturelles et de risque technologique majeur.
- ❖ **Ordonnance N° 03-12 du 26 août 2003** relative à l'obligation d'assurance des catastrophes naturelles et à l'indemnisation des victimes.

Elle a pour objet de fixer les modalités et l'obligation aux propriétaires, personne physique ou morale, des biens immobiliers construits de souscrire un contrat d'assurance de dommages garantissant ces biens contre les effets des catastrophes naturelles.

- ❖ **Loi N° 04-20 du 25 décembre 2004** relative à la prévention des risques majeurs et la gestion de la catastrophe dans le cadre du développement durable.

Elle vise à limiter, prévenir et prendre en charge les effets des risques majeurs et assurer une bonne gestion des catastrophes par l'amélioration de la connaissance des risques, l'information préventive et l'intégration des techniques nouvelles.

- ❖ **Décret N ° 04-181 de 24 juin 2004** pourtant de la commission de communication liée aux risques naturels et technologiques majeurs.

Il est relatif à la création de la commission qui a pour mission de définir et de proposer au gouvernement la stratégie nationale de communication liée aux risques naturels et technologiques majeurs et de la mettre en œuvre.

- ❖ **Décret exécutif N° 09-399 du 29 novembre 2009** définissant les instruments de prévention des crues.

Le présent décret a pour objet de définir les instruments de préversion des crues pour assurer la protection des personnes et des biens implantés en aval des retenues d'eau superficielles et à proximité des oueds.

Article7: Sur la base des réalités hydrogéologiques et géologiques ainsi que sur la base des vulnérabilités prévisibles, les oueds et les tronçons d'oueds devant faire l'objet d'un système de prévision des crues sont identifiés et délimités par arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau et des collectivités locales.

- ❖ **Les avant décrets⁶** :
 - Création de l'agence nationale des sciences de la terre.
 - Création des agences nationales de prévention et de gestion des risques majeurs.
 - Création des délégations aux risques majeurs.
 - Décret instituant les plans de prévention aux risques PPR.

⁶ : RAMOUL *Sibem, op.cit.*

- Décret portant création d'un centre de commandement opérationnel alternatif.
- Création d'une commission nationale de réflexion sur la formation et la recherche dans le domaine de la prise en charge du risque sismique.
- Décret de création d'une commission interministérielle pour l'intégration de l'enseignement des risques majeurs dans les programmes de l'éducation nationale.
- Décret portant organisation, fonctionnement et mission de la conservation nationale du littorale.

1-2-2 Les principales étapes de la politique de gestion des risques naturels en Algérie

Les politiques de gestion territoriale appuyée par les outils technologiques visent aujourd'hui à produire des systèmes d'aide à la décision multi-échelle efficaces. Mais pour cela, ces outils doivent intégrer la complexité inhérente aux systèmes impliqués, au niveau économique, au niveau social et au niveau environnemental. Ils doivent être également capables de gérer le risque en tant que facteur essentiel de la politique de développement. « *Un outil de management intelligent, c'est à dire capable d'adapter dynamiquement la gestion territoriale à ses usages tout en mesurant les facteurs de risques, doit intégrer des processus d'observabilité, d'analyse et de contrôle multi-échelle et multi-objectifs de réseaux dynamiques, afin de conduire ou d'assister une prise de décision pertinente* »⁷.

Les principaux problèmes enregistrés dans les activités de prévention des risques naturels sont liées à la faiblesse de l'application de la réglementation et la responsabilité des acteurs des risques et catastrophes.

1-2-2-1- L'organisation de la gestion du risque au niveau national

La gestion du risque doit être assurée au niveau national par la commission gouvernementale pour la prévention des risques majeurs, chargée de la prévention et des mesures d'intervention rapide, des mesures fonctionnelles d'opération d'urgence en cas de crise mais également par la commission centrale spécialisée dans les différents types de risques naturels. Sur le territoire, sont établies diverses commissions, celle de la ville et de la commune. Les villages se composent des spécialistes dans chaque type de risques naturels, les présidents de ces commissions sont les maires.

1-2-2-2- L'agence nationale des sciences de la terre

La création de cette agence sous l'autorité de chef du gouvernement. Elle sera en relation étroite avec le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, celui de l'énergie et des mines, et celui des ressources en eau et l'agence nationale de l'aménagement du territoire. Elle aura pour tâche :

- D'orienter les programmes de cartographie en géologie et géophysique.
- De mettre en place une politique pour la formation à la recherche scientifique de haut niveau en géologie et géophysique géomorphologie.

⁷ : BERTELLE Cyrille et autres : « systèmes et réseaux complexes pour l'intelligence territoriale et les modèles urbains » in : le 2^{ème} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risques et sécurité civile, Batna le 25 au 27 Septembre 2012.

1-2-2-3- Le centre de commandement alternatif

Son rôle est la surveillance de la catastrophe, définir et arrêter les modalités d'intervention et de mise en œuvre des opérations de secours et coordonner l'ensemble des actions de l'Etat.

- L'information de la population sur les risques naturels
- La prise de conscience et la connaissance des risques naturels sont fondées sur :
- La sensibilisation de la population à travers les médias
- Apprendre la culture du risque
- La préparation des élèves par des documentations incluses dans les programmes officiels à tous les niveaux d'enseignement.
- La préparation des spécialistes intervenants dans le domaine de la protection et la diminution des dommages.

1-3- Le SNAT et la gestion des risques naturels

Des processus de décision multi-échelle sont aujourd'hui nécessaires pour améliorer la gestion du développement territorial. Les enjeux économiques appellent au développement d'équipements territoriaux durables pour les divers réseaux sur lesquels ils s'appuient, tels que les réseaux de communication ou les réseaux de transport. « *L'analyse du risque spatialité et sa gestion en tant que caractéristique émergente de l'organisation territoriale, est un aspect essentiel du développement durable de nos sociétés et il conditionne les décisions relatives à leur développement* »⁸.

Le schéma national de l'aménagement du territoire (SNAT 2025) a comme objectif dans le volet des risques naturels de mettre en œuvre une politique d'aménagement du territoire et d'urbanisme permettant de prévenir les risques majeurs et d'en limiter les effets. Le programme d'action territoriale vise les points suivants :

1-3-1- Identifier, évaluer et prévenir les risques naturels

La politique de prévention des risques consiste à identifier l'ensemble des risques susceptibles de survenir et de prendre les mesures permettant de réduire à la fois l'exposition aux risques et leur impact une fois ceux-ci survenus. Cette politique se décline par des mesures qui concernent :

- L'évaluation du risque à l'échelle nationale, régionale et locale,
- La réduction de la vulnérabilité
- La définition de micro-zonages dans les agglomérations.

1-3-2- Renforcer les capacités techniques de la prévention des risques

Il s'agit à la fois de renforcer les capacités à édicter normes et prescriptions de prévention des

risques et les capacités à les mettre en œuvre, que ce soit par des mesures de sensibilisation et d'incitation ou des mesures de contrôle. La stratégie du Programme d'Action Territoriale est mise en œuvre à travers un programme d'action décliné selon les axes suivants :

- **Limitation et contrôle de l'urbanisation dans les zones à risques**
- **Systématiser les plans de prévention des risques**

Les plans de prévention des risques naturels sont mis en place et ces prescriptions spécifiées dans les documents d'orientation, de planification et d'urbanisme. Des cartes de micro-zonage et les prescriptions afférentes sont par exemple réalisées dans les plans locaux d'urbanisme.

⁸ : BERTELLE Cyrille et autres, *op.cit.* ;

1-3-4- Assistance technique, sensibilisation et mobilisation des acteurs

Il s'agit d'appuyer les collectivités locales dans la réalisation des plans de prévention des risques et des documents d'urbanisme afin d'identifier l'ensemble des risques et de prendre les mesures afférentes pour réduire l'exposition aux risques et leurs impacts.

1-4- Evaluation de la vulnérabilité organisationnelle des villes

Les villes d'Algérie y compris celle de Bejaïa, accusent une vulnérabilité organisationnelle face aux risques des changements climatiques et ceci à tous les niveaux:

- *Institutionnel* : absence d'une stratégie globale et coordonnée de prévention et de lutte contre les catastrophes naturelles.
- *Juridique* : état lacunaire et attitude défensive de la législation relative à la prévention des catastrophes naturelles.
- *Gestion urbaine* : insuffisance en matière d'intégration des facteurs de risques naturels dans le processus de développement urbain et contrôle municipal insuffisant.
- *Financier* : Faiblesse des ressources financières locales pour engager les études et projets nécessaires de protection contre les risques potentiels.
- *Technique* : insuffisance des ressources humaines spécialisées et des outils de prévention des risques naturels (cartographie, SIG, etc.).

En effet, bien que les textes juridiques de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire du pays intègre la prévention des risques naturels dans le développement urbain, les pratiques urbaines ne respectent pas la législation en vigueur (prolifération de constructions précaires sur des sites à haut risque).

1-5- Une démarche intégrée de gestion des risques naturels

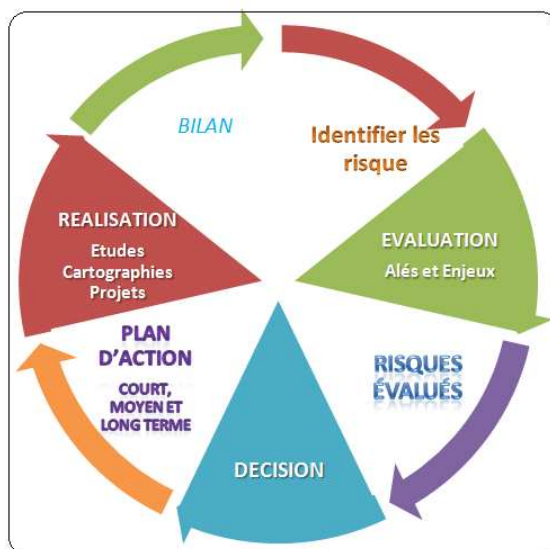
En cas de survenance d'un évènement accidentel sur le territoire, les autorités locales ont très souvent à faire face à un accident d'origine naturelle : inondation, glissement de terrain, avalanche... Leurs responsabilités en la matière les conduisent dans ce cas à prendre les premières mesures nécessaires à la protection de leurs administrés et de leurs biens. Il est donc particulièrement important que ces responsables prennent conscience de ce qui réglementairement leur incombe en de telles circonstances. Une démarche de prévention des risques s'impose.

Avant tout, il faut d'abord recenser l'ensemble des risques qui peuvent toucher le territoire, la deuxième étape consiste en l'évaluation de ces risques, leurs nature, intensité, une tentative de compréhension du phénomène à risque.

Une fois, le risque est évalué, il y'a lieu de prendre des décisions dans le sens à prendre en charge les risques avec la mobilisation de tout les moyens nécessaires et disponible pour faire face. Cette prise décision vaut un plan d'action sur le cours, moyen et long terme.

La prise en charge du risque n'est pas uniquement des décisions à prendre, elle est aussi des réalisations sur le terrain qui visent à minimiser la gravité et l'intensité d'un phénomène donné ; c'est une démarche circulaire qui reprend toujours les mêmes phases de travail. La figure suivante résume la démarche décrite.

Figure N° 44 : Schéma descriptif de la démarche de gestion des risques



Source : Auteur, 2015

Il ne saurait y avoir de stratégie de prévention et de gestion des catastrophes naturelles et des risques majeurs sans un découpage écologique tenant compte des aspects tant physiques que biologiques, géographiques permettant d'identifier des territoires homogènes. Une fois ces entités naturelles identifiées, localisées et cartographiées ; une maîtrise des facteurs du milieu est indispensable, «*L'aménagement sur des bases écologiques n'est pas une question exclusivement politique comme c'est le cas en Algérie, c'est d'abord une question technique qui se base surtout sur les composantes de l'espace à travers une description fine permettant une cartographie à grande échelle des potentialités, de leur exploitation et de leurs menaces*».⁹

2- REGLEMENT DU ZONAGE DU PPRI

Dans cette partie et suivant des particularités naturelles et sociologiques on tentera de faire un règlement des zones à risque d'inondation, et chaque zone délimitée sur la carte du zonage correspond à une réglementation spécifique de l'urbanisme. On distingue les zones inconstructibles, cartographiées en général en rouge et les zones constructibles sous conditions, cartographiées en général en rouge claire. Les zones non encore urbanisées qui correspondent aux champs d'expansion des crues sont interdites à la construction.

- Il comporte des mesures réglementant les constructions existantes et futures.
- Des mesures imposées pour la réduction de la vulnérabilité pour les constructions existantes, à réaliser dans un délai au moyen et long terme.
- Il peut aussi prescrire des actions collectives de protection et de prévention.

⁹ :BENABDELI Kheloufi et SOUIDI Zahera, « Apport de l'approche écologique de gestion intégrée des territoires à l'amélioration de la prévention des risques majeurs en Algérie », in : le2^{ème} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risques et sécurité civile, Batna le 25 au 27 Septembre 2012.

- Il fixe les règles de coefficients d'occupation du sol.

Le risque inondation ignorant les divisions administratives, la stratégie de prévention des inondations doit être conçue à l'échelle d'un bassin-versant ou d'un tronçon de vallée important, permettant d'avoir une vision globale du phénomène.

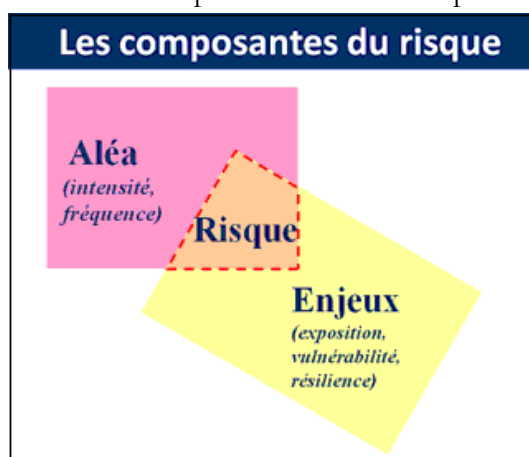
Cette approche du risque ne s'oppose en rien à l'élaboration de PPRI dès lors que les mesures proposées sont cohérente entre les diverses entité de la ville et du même bassin.

En effet, c'est l'approche qu'on explorer et par laquelle on a essayé d'élaborer un PPRI pour le quartier d'Iriahène.

2-1- Zonage du risque inondation : Carte de risque

En croisant le niveau de l'aléa et la nature des enjeux, on obtient une estimation du risque utile au zonage réglementaire. L'utilisation du terme « *risque* » peut prêter à confusion, dans la mesure où il recouvre normalement une notion de danger, alors qu'une zone d'expansion des crues présentant une faible vulnérabilité ne présente un danger que par les effets indirects qu'elle entraîne sur les zones urbanisées voisines. Le cas de notre zone d'étude.

Figure N° 45: Schéma représentatif de la composante du risque



Source : Géraldine IZAMBART, *Retour d'expérience et vulnérabilité, L'apport de la pratique de retour d'expérience pour comprendre la vulnérabilité face aux inondations*, Mémoire de Master 2, Université de Toulouse, (Juin 2011)

Pour une meilleure compréhension, on définira donc le résultat du croisement de « l'aléa » et des « enjeux » comme une zone de « contrainte forte » ou de « contrainte modérée » et faible. La figure suivante présente simplifiée la compréhension de la composante « risque ».

Le zonage du risque comprend classiquement deux ou trois zones :

- Rouge : inconstructible
- Orange : constructible sous conditions

Tableau N° 16: Exemple de définition d'un zonage réglementaire

	Zone d'expansion des crues	Zones urbanisée
Aléa fort	Rouge	Rouge
Aléa modéré	Rouge	Orange

Source : Auteur, 2015

Le tableau précédent définit, en fonction du niveau d'aléa, et des enjeux, les zonages réglementaires à prescrire.

De manière générale, l'application brute des principes définis plus haut doit être confrontée aux particularités locales, aux types de construction et aux types d'intervention qui justifient qu'un règlement précise dans chaque cas la nature des autorisations, interdictions ou dérogations. De plus, l'objectif fondamental de ne pas augmenter la vulnérabilité d'un secteur ne peut conduire à geler toute activité dans une zone urbanisée où donc le maintien des activités existantes doit être assuré.

Pour bien cerner le risque « inondation » dans le périmètre étudié, nous avons qualifié indispensable d'intégrer d'autre phénomène à risque, qui augmente la vulnérabilité et aggrave le risque.

2-2- Intégration des risques climatiques : érosion côtière et submersion marine

Les changements climatiques récents viennent s'additionner aux variations naturelles du climat. L'augmentation récente du réchauffement que l'on observe depuis quelques années s'explique surtout par les activités humaines. Ces changements climatiques se caractériseront par une hausse du niveau marin, une augmentation des températures. Suite à ces modifications du climat, le phénomène d'érosion côtière est appelé à s'accroître, comme il est déjà perceptible depuis quelques années. La conscience des autorités et acteurs locaux sur le phénomène s'avère remarquable : *« D'autres facteurs sont désormais à prendre en compte. Les changements climatiques, doivent être pris très au sérieux. L'élévation constante depuis le début du siècle, lente mais régulière, du niveau de la mer risque de remettre rapidement en cause les logiques d'aménagement qui ont prévalu au cours des dernières décennies. A trop vouloir s'affranchir des forces de la nature, on risque quelques déconvenues qui pourraient coûter cher à la collectivité nationale ».*¹⁰

Notre périmètre d'étude s'étend sur une distance de plus de **3km** de bande côtière de la mer méditerranéenne, ce qui l'expose aux risques de submersions marines et d'érosion côtière. On ne peut en aucun cas éliminer la possibilité de survenance d'un tsunami et d'une grande vague marine. Etant donné les enjeux présents à proximité de la mer, le risque est donc réel.

2-2-1- Le phénomène d'érosion côtière

Même si l'érosion des berges représente à la base un processus naturel d'ajustement des côtes, récemment ce processus s'est transformé en un risque puisqu'il menace des infrastructures humaines et des aménagements qu'on croyait à l'abri pour longtemps. Cette relation est particulièrement vraie dans la côte est habitée, c'est-à-dire que dans presque tous les secteurs où l'érosion est active, des résidences ou des routes y ont été construites.

Donc, même si le recul des côtes ne montre pas des taux annuels qui semblent très alarmants, la proximité et l'abondance des infrastructures ainsi que le faible dénivelé des berges rendent les côtes très exposées aux risques d'érosion et de submersion.

Les changements climatiques affectent les côtes de différentes manières :

- Le rehaussement accéléré du niveau de la mer ;
- La diminution de la période d'englacement ;
- La modification des cycles gel/dégel ;

¹⁰PDAU Intercommunal de Béjaïa : « Bejaïa – Oued Ghir – Tichy – Boukblifa – Tala Hamza – El Kseur – Toudja », Rapport d'orientation, Société Civile Professionnelle d'Architectes « Ax:am ». Béjaïa. 2007.

- L'aggravation du déficit sédimentaire ;
- La modification des activités et des interventions humaines.

La région étudiée, est pratiquement exposée au phénomène d'érosion côtière, malgré que la façade maritime soit confortée pas des brises lame, le risque est toujours présent. Les visites du terrain ont bien démontrées la fragilité dans laquelle se trouve la cote de Bejaia, face aux effets dévastateurs de ce phénomène.

Photo N°19: Quartier Iriahène : effets de l'érosion côtière.



Source : Auteur, travail du terrain, février 2015

Ce qui a changé la vulnérabilité de cette région et d'autres, c'est l'accroissement des enjeux humains et fonciers au cours de ces dernières décennies. Ces communes agricoles se sont tournées vers l'activité touristique, entraînant une urbanisation à proximité de la mer, dans des zones basses et par conséquent potentiellement inondables. Un tel danger n'est pas loin d'être survenu dans notre périmètre d'étude, du moment, les conditions sont remplies. Nous avons intégré ce phénomène dans la carte du zonage à risque, tout en déterminant la fragilité de la façade maritime face à ce type de risque.

2-2-2- La Submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques (forte dépression et vent de mer) et marégraphiques provoquant des ondes de tempêtes. Elles envahissent en général des terrains situés en dessous du niveau des plus hautes mers, mais aussi parfois au-dessus si des projections d'eaux marines franchissent des ouvrages de protection. Elles sont dues :

- à la rupture ou à la destruction d'un cordon dunaire à la suite d'une érosion intensive ;
- au débordement ou à la rupture de digues ou d'ouvrages de protection, ou encore à leur franchissement par des « paquets de mer » ;
- à des vagues de forte amplitude provoquées par des glissements sous-marins.

Les submersions sont en principe de courte durée (de quelques heures à quelques dizaines d'heures, exceptionnellement quelques jours), en raison de leur origine (franchissement lié à la marée ou à une tempête).

Figure N° 46: Schéma descriptif d'une submersion marine



Source : Géraldine IZAMBART, *Op.cit.*

En cas de franchissement d'ouvrages de protection, elles peuvent entraîner des projections de sable et surtout de galets pouvant avoir des effets dommageables sur les fronts de mer urbanisés. La mer peut atteindre un niveau exceptionnellement élevé par la combinaison d'une grande marée, d'une tempête et d'une dépression barométrique provoquant une surcote de plusieurs décimètres ; elle peut alors submerger des terrains qui se trouvent au-dessous de son niveau et qui sont dépourvus de protection soit habituellement, soit accidentellement. Une telle situation est favorable à la rupture de digues, qu'elles soient ou non exposées directement à l'action des vagues.

La région étudiée n'est pas à l'abri d'un tel risque. A savoir qu'à quelque kilomètre du site, la région de Boukhelifa (près de Bejaia) a connu une catastrophe réelle. Le 15 mars 2013, à 10 kms du chef-lieu, plus précisément aux abords du club hippique de Boukhelifa. Le mauvais temps enregistré n'a pas ramené seulement du froid et de la neige mais aussi une mer très agitée visible tout le long de la côte Est. Ces vagues ont pu traverser toute la plage pour atteindre la route nationale en y déposant tous les déchets solides. L'endroit a été déjà marqué par une érosion côtière remarquable dû aux effets naturels et aux vols de sable de mer. Ceci a permis aux vagues d'avancer vers la route nationale N° : 55.

Photo N° 20: Effets de l'érosion côtière, près de Bejaia



Source : Rabah Nacéri, le 15 mars 2013

L'augmentation de niveau d'eau lors de la marée haute pendant la période pluvieuse, provoque l'affrontement contre l'exutoire du bassin versant de la Soummam car l'ouverture de la vanne du barrage *TICHI-HAF* introduise les eaux torrentielles vers l'exutoire et prend le chemin d'oued Soummam qui résulte le débordement des zones urbanisées qui se trouve sur les berges de ce dernier.

Carte N° 08 : Quartier d'Iriahène : risques climatiques

2-2-2-1- Exemple de l'aéroport de Nice (France)

Le 16 octobre 1979, un tsunami a fait effondrer une partie de l'extension de l'aéroport en cours de travaux de l'aéroport de Nice. L'effondrement emporta sur le chantier les engins et tua des hommes. Le tsunami (avalanche sous-marine) quant à lui provoqua sur la mer une onde, qui vint s'écraser en face à Antibes, faisant un mort de plus.

C'est une digue énorme, construite à l'origine pour créer un port de commerce accolé à l'aéroport, qui est partie à la mer : trente millions de tonnes de gravats engloutis en quelques secondes. C'est ce même projet de port que les politiques n'ayant pu le construire là veulent construire ailleurs.

Des câbles de communication ou d'alimentation parcourent la Méditerranée. L'intensité du tsunami fut telle qu'il parvint à sectionner deux câbles à 80 et 110 kilomètre de la côte, et à plus de 2000m de profondeur. C'est dire la violence de l'évènement qui aurait pu avoir des répercussions jusqu'en Corse. Sur la carte ci-contre, les câbles sectionnés sont indiqués en pointillé bleu.

Figure N° 47 : Effondrement de l'aéroport de Nice par un tsunami



Aéroport de Nice (France) avant le tsunami du 16 Octobre 1979 (projet en cours)

L'Aéroport: Après le Tsunami: éfondrment de la presque ile artificielle du future port.

Source : http://www.lamouettelaurentine.net/st_laurent_du_var/port/tsunami.htm

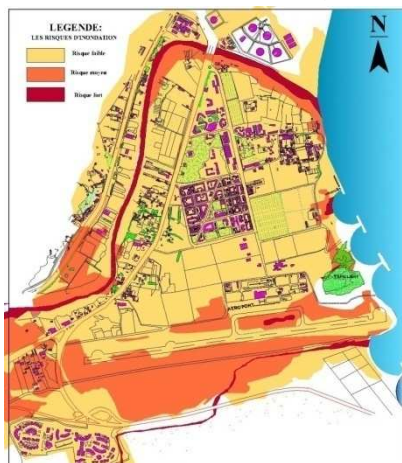
La région d'étude se caractérise pas la même situation que Nice, du fait, les deux font partie de le mer méditerranéen. Donc, elle peut subirles mêmes risques de tsunami. Sachant que notre site aussi, abrite un aéroport international.

Le zonage réglementaire est la carte qui représente les zones à risque réglementées par le PPRi. Ce zonage est issu de la superposition des cartes d'aléa et d'enjeux. Le règlement associé au zonage expose les dispositions qui s'appliquent à chaque zone. Le risque est généralement considéré comme le produit d'un aléa et d'une vulnérabilité. Il faut cependant préciser ce a quoi chacun de ces termes fait référence. Enfin, et après ce recensement de risque, nous employons trois zones : (voir la carte N° 05)

- Zone rouge : risque fort
- Zone orange : risque moyen
- Zone jeune : risque faible

Ces trois zone sont le résultat du croisement des informations lié d'une aux déférents aléas inondation, et de l'autre part donnée de vulnérabilité et des enjeux existant dans la zone étudiée.

Carte N° 09 : Sidi Ali Lebhar : Risque d'inondation



2-3-Elaboration d'un PPRI

Le PPRI est la phase finale de l'approche d'évaluation du risque inondation, il sert comme outil et instrument réglementaire qui fixe les prescriptions urbanistique dans les zones inondables. « *Un plan de prévention du risque inondation ou plan de prévention des risques d'inondation (en abrégé : « PPRI ») est un document émanant de l'autorité publique, destiné à évaluer les zones pouvant subir des inondations et proposant des remèdes techniques, juridiques et humains pour y remédier. C'est un document stratégique cartographique et réglementaire qui définit les règles de constructibilité dans les secteurs susceptibles d'être inondés* »¹¹

La délimitation des zones est basée sur les crues de référence, et c'est en ce sens que ces documents sont souvent remis en question.

2-3-1- Objectif d'une PPRI

- atténuer les effets de l'aléa en préservant les champs d'expansion de crue, qui sont en quelque sorte des bassins de rétention naturels. Cela permet de ralentir les crues et diminuer les hauteurs d'eau en amont et en aval.
- contrôler les enjeux en engageant des actions de réduction de la vulnérabilité du bâti existant et en stoppant l'urbanisation dans les zones les plus dangereuses. Il s'agit d'éviter d'exposer de nouveaux enjeux, ce qui reviendrait à produire du risque supplémentaire.
- à l'aide de la carte d'aléa, fournir un outil supplémentaire aux communes pour orienter leur développement vers des zones où l'aléa est faible ou nul.

2-3-2- Règlement du zonage

Toute construction dans les zones inondables doit être interdite par (lois, décrets...).outre, l'assurance des édifices et biens contre ce risque doit être obligatoire, où les coûts d'assurance et indemnisation dépendent du niveau d'exposition aux inondations (*voir la carte de zonage*)

2-3-3- Champ d'application du règlement

Le présent règlement s'applique à l'ensemble du territoire du quartier Sidi Ali Lebhar dans la ville de Bejaia, allant des limites du pont de l'évitement de Tala Hamzaen amont vers la mer en aval.

Il est constitué des différentes entités urbaines définies dans la partie de l'occupation du sol. Ces deux POS (14A et 14B) sont soumis aux dispositions de ce règlement. L'aire d'étude concernée se caractérise par une forte urbanisation et une densité moyenne en matière d'équipement. Donc, un nombre important des biens vulnérables dans la zone inondable.

L'organisation spatiale du bâti apparaît primordiale. Il semble que la représentation individuelle de chaque rue est intéressante dès lors que l'urbanisation est dense, c'est-à-dire que la grande partie de l'écoulement se trouve au sein des rues. Ainsi un maillage exclusif des rues et des jonctions en considérant les parcs ou place comme des zones d'élargissement de la crue paraît adéquate. Par contre dans les zones où les constructions sont très écartées les uns aux autres, la vulnérabilité est moins importante.

¹¹ : <http://www.wikipedia.com>

2-4- Les trois types de zones

Le zonage réglementaire repose d'une part, sur l'application des directives des Ministères chargé de l'urbanisme, la construction et l'Environnement ; en matière de maîtrise de l'occupation des sols en zones inondables et d'autre part, sur la prise en compte du contexte local. Ce zonage réglementaire comporte trois types de zones :

2-4-1- La zone rouge (risque fort)

C'est la partie du territoire dont l'enjeu principal est de permettre l'expansion de la crue est classé en zone rouge tout territoire soumis au phénomène d'inondation dans les conditions suivantes :

- Quelle que soit la hauteur d'eau par rapport à la cote de l'aléa centennal en zone non urbanisée.

Ces secteurs correspondent aux zones d'expansion des crues. Leur vocation première est de permettre un stockage des eaux pour favoriser l'écrêtement de la crue. Pour cela il est nécessaire de laisser cet espace le plus libre possible de toute construction volumétrique.

Les contraintes réglementaires définies pour cette zone visent donc à :

- Eviter toute augmentation des risques sur les biens et les personnes menacés par les crues.
 - Favoriser les échanges hydrauliques pour permettre la rétention des volumes d'eau tout en autorisant un usage raisonnable de ces espaces.
- Sous une hauteur d'eau, par rapport à la cote de l'aléa centennal, supérieure à un mètre dans les parties actuellement urbanisées sur ces secteurs, les inondations sont les plus redoutables en raison des hauteurs d'eau qui les affectent ou de conditions hydrodynamiques particulièrement contraignantes.

La zone d'écoulement principale des cours d'eau en période de crue est également classée en zone rouge. Cette dernière doit être, le moins possible, encombrée d'obstacles afin de permettre le libre écoulement des eaux.

La zone représentée en rouge foncé comprend le lit mineur des cours d'eau, ainsi que tous les secteurs qui contribuent directement à son écoulement naturel ou à ses déversements vers les zones inondables de l'agglomération. Elle intègre les quais, les ouvrages d'endiguements, les axes routiers parallèles aux cours d'eau.

En l'absence de dimensionnements spécifiques de cette zone de danger, sa largeur est estimée forfaitairement à 50m.

2-4-2- La zone orange (risque moyen)

C'est la partie du territoire dont l'enjeu principal est une urbanisation soumise à des mesures de réduction de la vulnérabilité. Cette zone correspond aux secteurs urbanisés situés en zone inondable. Sous une hauteur d'eau inférieure à un mètre par rapport à la crue de référence centennale, sans rupture des endiguements qui les protègent.

Le développement n'est pas interdit. Il est réglementé afin de tenir compte du risque inondation. Le premier type de zone est dit zone de stockage, elle est recouverte d'une hauteur d'eau en phase stabilisée de la crue (inférieure à 1 mètre en centennale).

Le second type de zone est dit zone de transfert des écoulements, elle est située entre le fleuve et les parties basses de la zone urbanisée, elle peut ne pas être recouverte d'eau en phase stabilisée de la crue, mais elle est le lieu de passage de la lame d'eau dans la phase d'expansion de la crue.

Les prescriptions fixées pour la zone jaune ont pour objectifs :

- La réduction des activités pouvant présenter un risque, et la prévention des dommages à l'environnement par l'intermédiaire des eaux du fleuve en crue.
- La limitation de l'exposition directe à l'inondation des logements.
- Pour les constructions neuves, l'obligation d'intégrer la connaissance du risque dans les techniques constructives et dans l'occupation des niveaux inondables.

Il s'agit principalement des établissements recevant des personnes vulnérables et à mobilité réduite ou comportant des biens à valeur économique élevée, notamment les bâtiments, équipements et installations dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou le maintien de l'ordre public.

Il s'agit également pour les constructions autorisées dans cette zone, de prévoir au moins un niveau de plancher hors d'atteinte de la crue exceptionnelle, pour servir de refuge aux personnes et stocker les matériaux sensibles ou coûteux.

2-4-3- La zone jeune (risque faible)

C'est la partie du territoire, exceptionnellement inondable, dont l'enjeu principal est de limiter l'implantation des établissements les plus sensibles. Ladite zone délimite le champ d'inondation de la crue exceptionnelle au-delà du champ d'expansion de la crue centennale.

La protection offerte par les endiguements est assurée dans les limites :

- d'une fréquence d'inondation ou de submersion choisie pouvant être dépassée.
- de la résistance de l'ouvrage aux ruptures de brèches qui dépend de la conception même de l'ouvrage ou de son entretien.

Les prescriptions fixées pour la zone jaune ont pour objectif de maîtriser la vulnérabilité en :

- Limitant les implantations les plus sensibles, tels que les bâtiments, équipements et installations dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou le maintien de l'ordre public.
- Limitant ou réglementant les établissements abritant les personnes vulnérables ou des produits dangereux.
- Ciblant les secteurs sur lesquels doivent être mis en place des plans décrivant l'organisation de secours.

2-5- Le caractère révisable du P.P.R.I

Le document PPRI est fondé sur la connaissance actuelle des aléas inondations et des enjeux d'urbanisme. Aussi, si au moins un de ces éléments devait évoluer de telle manière que l'économie générale du PPRI soit modifiée, ce dernier devra être révisé suivant la même procédure que celle qui a précédé à son élaboration. Ce sera notamment le cas si :

- des modifications significatives sont apportées aux écoulements suite à des travaux de protection des lieux habités.
- une gestion défectueuse des ouvrages d'endiguement remettant en cause durablement les conditions de propagation de la crue est constatée.

2-6- Etude critique des projets réalisés

Pour remédier au problème des inondations à Bejaia, plusieurs projets ont été réalisés pour faire face au risque et minimiser les dégâts de fortes crues que connaît la région.

2-6-1- Le canal Ouest périphérique d'Aboudaou

Ce canal sert à collecter les eaux pluviales provenant du bassin versant surplombant la plaine d'Aboudaou. Il contourne l'université du côté Ouest. Actuellement, l'une consiste à prolonger le canal en coupant l'évitement et la RN9 grâce à des ouvrages hydrauliques, et rejoindra le canal naturel situé le long de la clôture de l'aéroport qui lui-même est un affluent du canal déjà réalisé (canal Est). L'autre tracé consiste à changer d'itinéraire en le faisant passer entre l'échangeur et l'entrée de l'université d'Aboudaou pour rejoindre immédiatement le canal Est, longeant le mur de clôture de l'université d'Aboudaou.

Photo N° 21 : Le canal périphérique d'Aboudaou



Source : DHW Bejaia

2-6-2- L'évitement de Bejaïa

Ce grand ouvrage a permis de faire la liaison entre la RN9 et la RN12 sans passer par la ville de Bejaïa. L'échangeur et principalement l'évitement constituent de véritables obstacles à l'écoulement en cas d'un débordement éventuel de l'oued Soummam. Dans la partie rive droite de la Soummam, l'évitement longe la plaine de Bejaïa dans la direction Est Ouest- Nord-Ouest, il traverse l'oued Soummam par le biais d'un grand ouvrage. Cet ouvrage constitue un véritable barrage et risque de

faire monter les eaux de l'oued en cas de crue. Il a un impact particulièrement sur l'amont puisque les ouvrages de décharge s'avèrent insuffisants.

Photo N°22 : Les ouvrages de décharges



Source : DHW Bejaia

Aujourd'hui, ces ouvrages ne remplissent plus leur fonction d'évacuation des eaux, cependant, ils présentent un obstacle majeur qui empêche les eaux de pluie de se diriger vers leurs exutoire préférentiel ; chose qu'on a constaté pendant notre travail du terrain. En effet, la situation s'aggrave dès qu'une averse importante tombe. Le 28 janvier 2015, l'accès à l'université de Bejaia est devenu impossible à cause de l'inondation la rentrée principale et la route nationale N°09 est devenu impraticable aux véhicules qu'aux personnes (voir les photos suivantes)

Photo N° 23 : Défaillance des ouvrages de décharges



Source : Auteur, Le 27 Janvier 2015

2-6-3- Pénétrante Bejaïa autoroute Est Ouest

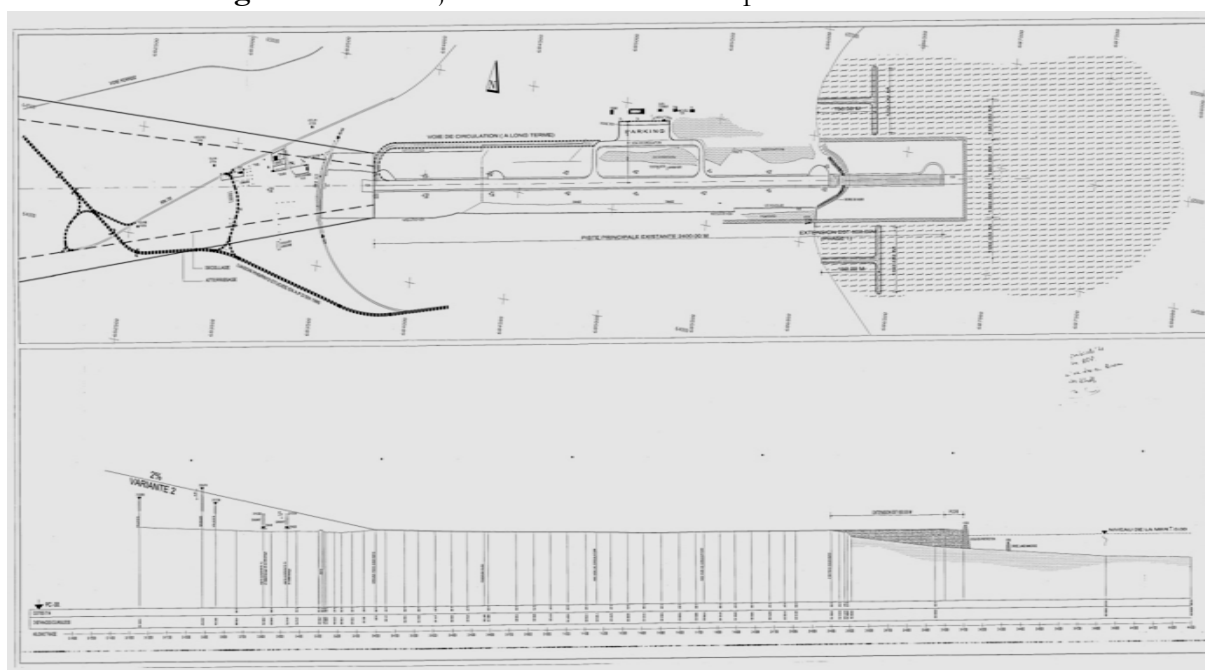
Cette autoroute a permis de faire la jonction entre la ville de Bejaïa et l'autoroute Est- Ouest. Elle a longé la vallée de la Soummam sur toute son étendue, parfois sur sa rive gauche de l'Oued Soummam et parfois sur sa rive droite avec tout les ouvrages. Cette grande infrastructure va changer la configuration de l'écoulement dans la plaine. Elle aussi facilité la circulation dans la périphérie de la ville.

Les travaux sont en cours, ce n'est qu'en fin 2014 que le tracé de l'autoroute à commencer d'apparaître sur le terrain. Nombreuses oppositions des citoyens ont marqué le déroulement de ce projet. Actuellement, les autorités locales estiment que le projet sera livré en fin 2016.

2-6-4- Travaux d'extension de l'Aéroport de Bejaïa

Dans le cadre de l'amélioration de la piste de l'aéroport de Bejaïa, la direction des travaux publics de la wilaya de Bejaïa a lancé une étude portant sur l'extension de la l'aéroport de Bejaïa du côté Est (coté mer) sur une longueur de 600 m. les travaux n'ont pas encore commencé et ils débiteront incessamment. A noter que ce projet va aggraver le risque de submersion marine.

Figure N° 48 : Bejaïa : Extension de l'aéroport « Abane Ramdane »



Source : DTP de Bejaïa

2-7- Epis et brise-lames¹²

Pour voir le travail des vagues il faut aller au bord de la mer. En effet, en approchant des côtes, les lames, changent brusquement ; les crêtes des vagues deviennent plus aigues, pointent en avant, et la vague se retourne en bruissant et écumant. La vague développe une force assez grande lors de sa chute. En se brisant contre la cote, se détruit peu à peu. Pour lutter contre ce phénomène de destruction de la côte de Béjaïa, les autorités, par le biais de la direction de la DTP de Béjaïa, ont lancé des travaux de protection de la bande littorale. Cinq épis et brise- lames ont été projetées et réalisées, D'autres travaux de protection de la bande littorale (au niveau de Sidi Ali Lebher) sont réalisés par les enrochements.

¹² : Brise-lames, barrière, naturelle ou artificielle, qui s'étend en direction de la mer ou d'un lac pour briser la force des vagues et assurer le calme de l'eau dans un port. Les brise-lames naturels sont les îles et promontoires du large qui abritent la côte des vagues. Les brise-lames artificiels peuvent être reliés à la terre ou en être séparés. Ils sont de différentes tailles et formes. Ils peuvent être construits en pierre et en remblais, ou en maçonnerie.

Photo N° 24 : brise-lames d'Iriahène



Source : *Auteur, travail du terrain, février 2015*

Ce projet a assisté positivement d'éloigner un peu le risque de submersion marine, cependant, une partie de la région n'est pas dotée de la même type de protection.

Synthèse

Le cadre législatif et juridique en Algérie vise à limiter, prévenir et prendre en charge les effets des risques majeurs et assurer une bonne gestion des catastrophes par l'amélioration de la connaissance des risques, l'information prévention et l'intégration des techniques nouvelles. Cependant, les dégâts matériels et humains causés par ces phénomènes ne cessent de croître.

Comme nous l'avons suivi, l'identification des aléas correspond à la première phase de l'élaboration d'un Plan de Prévention du Risque Inondation. Cette démarche est nécessaire voir même indispensable pour définir et cartographier les phénomènes d'inondation sur l'ensemble du quartier étudié.

Après analyse de la carte des zones à risque d'inondation, il est à priori clair de prédire que la zone de la plaine ouest est la plus exposée au risque, ainsi, les facteurs d'hydrogéologie et d'hydrographie nous indiquent que même les deux rives d'oued Soummam sont sujettes à des inondations, pouvant être submergées en cas de fortes pluies et crues.

Le plan d'aménagement d'oued Soummam, annexé à ce travail se démontre comme une alternative aux procédures techniques entamées à chaque fois qu'une inondation se manifeste. La dérivation de l'oued va réduire la vulnérabilité des habitants face au risque d'inondation d'une part, de l'autre part, elle va donner une vie pour la ville de Bejaia à travers l'attraction de l'oued et des futurs aménagements.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Le concept de catastrophe est perçu à l'heure actuelle sous des angles différents, néanmoins, une catastrophe constitue un événement exceptionnel qui, en raison de ces effets directs ou indirects, peut être à l'origine des dommages importants sur les personnes, les biens et l'environnement.

La connaissance du risque d'inondation urbaine est un préalable à la formulation de mesures de gestion par les décideurs. Cela suppose une compréhension des différents types de phénomènes, de leurs causes, de leur probabilité et de leurs caractéristiques, notamment ampleur, durée, hauteur. Cette connaissance est fondamentale pour la mise en place des mesures et dispositifs destinés à prévenir ou limiter les dommages causés par différentes sortes d'inondations.

Il est tout aussi important de savoir où elles menacent de se produire, à quelle fréquence, les populations et les biens situés sur les zones à risque, leur degré de vulnérabilité, comment elles ont été planifiées et aménagées, et les mesures existantes de maîtrise du risque. Tous ces éléments sont essentiels pour juger de la nécessité et de l'urgence des mesures à prendre et de leur degré de priorité.

En effet, la plaine de Bejaia notamment la zone d'Iriahène, a toujours été sujet à des inondations, par la distribution du réseau hydrographique ; des pluies torrentielles ont souvent provoqué des inondations bloquant toute activités économique (transport ; zones d'activités industrielles, commerciales, port...), culturel ou sportive dont les moyens d'organisation souvent colossaux sont déjà engagés. Pour cela, les programmes d'aménagement et d'évacuation de ces eaux pluviales doit être élaboré en fonction des cartes de risque d'inondations que les autorités doivent en avoir.

Aujourd'hui, la mise en œuvre des Plans de Prévention des Risques d'inondation (PPRI) apporte des éléments de réflexion indispensables pour la compréhension des hydrosystèmes qui devraient favoriser une meilleure prise en compte de l'écoulement des eaux dans les documents d'urbanisme et l'aménagement du territoire.

Le travail réalisé dans ce mémoire, s'est articulé sur l'observation du terrain et l'analyse des données (statistiques, hydrogéomorphologique et urbanistiques). Nous avons cheminé la démarche suivante :

- 1) Mise en évidence de l'ampleur du phénomène «urbanisation» en faisant sortir les facteurs aggravant le risque inondation d'une part, et d'autre part, analyser toutes les crues observées dans le bassin, et les enjeux exposés au risque.
- 2) Essai de réalisation d'une cartographie du risque en délimitant les zones vulnérables aux inondations, et évaluation du degré d'exposition au risque ainsi que les enjeux socioéconomique et humains et environnementaux.
- 3) Tentative d'élaboration d'un règlement pour le plan de prévention du risque d'inondation (P.P.R.I) du quartier d'Iriahène : cette section du travail est orientée vers la prévision, la prévention et la protection contre les inondations en vue de réduction des dommages.

- 4) A la fin, et à la lumière de notre analyse, nous avons proposé un plan d'aménagement pour l'oued Soummam, nous pensons que cette proposition va lui redonner une nouvelle vie.

Dans ce sens, il y a lieu de revenir au début, pour confirmer les hypothèses formulées avant d'entamer le travail. En effet, l'urbanisation rapide et l'étalement urbain anarchique d'une part, et les facteurs hydrologiques et topographiques de l'autre part, font apparaître une interaction complexe et non maîtrisée entre deux phénomènes : **Urbanisation-Inondation** qui conduit dans des cas extrêmes à des dégâts humains et matériels catastrophiques. Aussi, la persistance des **risques liés aux inondations** dans la ville de *Bejaïa* serait dû à l'absence d'une stratégie nationale de **gestion des risques majeurs en villes** et le manque de recherche de moyens et d'outil d'aide à la décision.

À travers ce modeste travail, nous avons démontré que la cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique permet de disposer d'une vision globale et homogène des champs d'inondation sur l'ensemble des secteurs traités en pointant à un premier niveau, les zones les plus vulnérables au regard du bâti et des équipements existants. L'information fournie reste cependant essentiellement qualitative, même si elle est complétée, là où elles existent, par des données historiques.

Par rapport à la problématique posée au début de cette recherche, nous tenons à souligner que la dynamique démographique de l'urbanisation accroît la priorité que constitue l'élaboration des Plans de Prévention des Risques, afin d'interdire de nouvelles extensions urbaines dans des zones exposées à un risque fort et de préserver les champs d'expansion des crues. De plus, l'absence d'une stratégie nationale de lutte contre les inondations mène les efforts locaux et régionaux vers l'échec.

De plus, pour bien exploiter les atouts de l'approche de gestion que nous avons suivie, il faut la démarche soit transversale pour l'intégration de différents niveaux et disciplines : Urbanisme, risques urbains, hydrologie, cartographie...etc. L'action conjointe de l'ensemble de ces acteurs est nécessaire pour mettre en œuvre des actions concertées d'aménagement intégré des bassins versants, recouvrant sa partie amont et aval.

Enfin, ce travail, n'est qu'une modeste recherche qui devait être approfondie et enrichie dans le cadre d'une confrontation interdisciplinaire et d'une analogie intersectorielle.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

I- Ouvrages :

- 1) ANCTIL, F. *L'eau et ses enjeux*. DE Boeck, Bruxelles, (2008).
- 2) BRUNO, L. *La gestion du risque inondation*. Lavoisier, Paris, (2006).
- 3) Charles Féraud, *Bougie : Etude historique partielle*. (Juin 2002).
- 4) EMANUELLE Gautier, LAURAIN Touchart, *Fleuves et lac*, collection synthèse, édition Arman Colin, paris, 96 pages. 1999.
- 5) JAROMIR NEMEC, *Hydrologie opérationnelle*, Edition Lausanne : EPFL, 1974.
- 6) JEAN. et SYLVAIN, C. *La méthode hydro géomorphologique de détermination des zones inondables*. CÉGA, UFR. (2011).
- 7) JEAN-LOUIS et SYLVAIN. *La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables*. Collection Ouvrages, France, (2011).
- 8) KLIJN T, *Flash flood warning based on rainfall thresholds and soil moisture conditions*, Journal of Hydrology Pages 120–1.(2008)
- 9) PATRICE et PAUL, R. *Surveillance, Entretien et Diagnostic des digues de protection contre les inondations, Guide pratique à l'usage des propriétaires et des gestionnaires*, Maurice Merlin, France, (2004).

II-Thèses et Mémoires :

- 1) Benjamin GRAFF. *Prédétermination des débits de crue des petits bassins versants torrentiels*, Thèse de doctorat, (2004).
- 2) Géraldine IZAMBART, *Retour d'expérience et vulnérabilité, L'apport de la pratique de retour d'expérience pour comprendre la vulnérabilité face aux inondations*, Mémoire de Master 2, Université de Toulouse, (Juin 2011)
- 3) Géraldine IZAMBART, *Retour d'expérience et vulnérabilité, L'apport de la pratique de retour d'expérience pour comprendre la vulnérabilité face aux inondations*, Mémoire de Master 2, Université de Toulouse, (juin 2011)
- 4) HAMMADI, Y. *Cartographie Géotechnique, des Risques de Glissements et d'Inondations de la ville de Bejaia*, (2011).
- 5) Jean-Baptiste HENRY, *Systèmes d'information spatiaux pour la gestion du risque d'inondation de plaine, thèse de Doctorat, université louis pasteur – Strasbourg I. 2005*.
- 6) KHALED Foudil et KOULLA Yacine. *Urbanisation et Cartographie du risque inondation en Algérie (Essai d'un PPRI).cas de la ville de Ghardaïa*, mémoire GTU, université de Constantine (2010).
- 7) LAHOUARI Farid, *Etude du ruissellement pluvial des sous bassins de la Soummam*, thèse de magister, Université de Bejaïa, (2010)
- 8) Mahindad Abderrahim Naima, « Essai de restitution de l'histoire urbaine de la ville de Bejaia » mémoire magistère, option : préservation des sites et monuments historique .EPAU 2001.Page 19.
- 9) MERAHI Hakim, AOUCHAR Chabane, *Cartographie du Risque Inondation, Essai d'un (P.P.R.I), Cas de la ville de Bejaïa*, mémoire GTU, université de Constantine (2012).
- 10) Wahiba MENAD : *Risques de crue et de ruissellement superficiel en métropole méditerranéenne : cas de la partie ouest du Grand Alger*, Thèse de Doctorat en Géographie, Université Paris Diderot - Paris 7, 2012.
- 11) ZAHI, A ET BELHADROUF, H. *La gestion des eaux pluviales en milieu urbain. Wilayas : Constantine, Skikda et Batna*, (2010).

III- Articles et séminaires

- AMIRECHE Hamza, BENABAS Chaouki « Ville et risque naturel en Algérie » in : le 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.
- BENABDELI Kheloufi et SOUIDI Zahera « Apport de l'approche écologique de gestion intégrée des territoires a l'amélioration de la prévention des risques majeurs en Algérie» in : le 2^{ème} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile », Batna le 25 au 27 Septembre 2012.
- BERTELLE Cyrille et autres : « systèmes et réseaux complexes pour l'intelligence territoriale et les modèles urbains » in : le 2^{ème} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 25 au 27 Septembre 2012.
- DAOUD Abdelkarim ; « vulnérabilité urbaine face aux risque d'inondation, Cas de l'agglomération de Sfax (Tunisie méridionale)in : 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.
- DJERMOUNE Hocine in « 1^{er} séminaire : l'urbanisme à Bejaia, traces et perspectives ». APC de Bejaia ,20 et 21 octobre 1999.
- KHALED Foudil, KOULLA Yacine « Urbanisation et risque d'inondation en Algérie, essai d'un PPRI pour la ville de Ghardaïa » in : le 2ème séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 25 au 27 Septembre 2012.
- KHELADI Mokhtar in « Urbanisme et systèmes sociaux ». Ed OPU Alger 1993.
- MAZA M, Hamdi L et Saou A. « Présentation de l'aspect géologique de la Soummam », séminaire international Bejaia-Rouen 2008.
- Préambule du 1er séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.
- RAMOUL Sihem : « cadre juridique des risques naturels urbains en Algérie » in : 1^{er} séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.
- SID Salah, SID Ahmed Soufiane ; « Cartographie des zones à risque d'inondation dans la ville de Tébessa : Apport de l'imagerie satellitaire, in : le 1er séminaire international Euro-méditerranéen « aménagement du territoire, gestion des risque et sécurité civile, Batna le 27 au 29 avril 2010.

VI- Etudes et documents techniques :

- Annuaire statistique ; Bejaïa, version 2008
- BENABBAS Samira, université Constantine, Actes des assises nationales de l'urbanisme, palais des nations, club des pins ; Alger le 19-20 juin 2011.
- Bilan : La protection civile de Bejaia, (2003, 2007).
- BRGM/RP-54152-FR. Cartographie des risques - Phénomènes naturels et principaux enjeux. Rapport. Atlas des risques majeurs de l'Oise, (2007).
- Charles Féraud, « Bougie : Etude historique partielle ». (Document publié en juin 2002).
- DEFRAANCE Bruno (2009) : « Plan de prévention des risques naturels d'inondation(PPRNI, Brévenne–Turdine », Compte-rendu de la 1 ère réunion publique

le 1^{er} octobre 2009 à Tarare, Chef du Service Environnement Risques et Développement durable (SERDD)

- Direction d'Hydraulique de la wilaya de Bejaia, Etude de la protection de la ville de Bejaia contre les inondations, (2006).
- Direction départementale de l'équipement de la Dordogne.2000. Plan de prévention du risque inondation. Rapport de présentation. Commune de saint Astier.
- EM-DAT: La base de données internationale en catastrophes OFDA-CRED - www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Bruxelles - Belgique.
- Etude pour la réalisation d'une cartographie et d'un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc, Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement chargé de l'Eau et de l'Environnement, septembre 2008.
- Fiche Descriptive Ramsar de la Vallée de l'oued Soummam. (FDR- version 2006-2008)
- L'Agence du bassin hydrographique Algérois- Hodna- Soummam (ABH AHS)
- Larbi BEHLOULI, Les risques majeurs liés à l'eau, ANRH, 2009
- Les feuillets de l'Oise, N° 183, Juillet 2008.
- Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Programme risque inondation, (sous la direction) Richard LAGANIER, Méthodes pour une gestion intégrée du risque inondation à partir de l'analyse du bassin versant de la canche, France, Octobre 2001.
- Mot du ministre de l'habitat et d'urbanisme. Actes des assises nationales de l'urbanisme, Palais des Nations, Club des Pins ; Alger le 19-20 juin 2011. (Page 32)
- PDAU Intercommunal de Béjaia : « Bejaia – Oued Ghir – Tichy – Boukhlifa – Tala Hamza – El Kseur – Toudja », Rapport d'orientation, Société Civile Professionnelle d'Architectes « Axxam ». Bejaia. 2007.
- PNAE-DD, Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD), 2002- 139 p.
- Rapport « La prise en charge des actions de l'environnement au niveau des collectivités locales », Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, C.N.E.S, 2003.
- Rhône Saône. Règlement, Plan de Prévention des Risques Naturels pour les inondations du Rhône et de la Saône sur le territoire du Grand Lyon, (2006).
- Schéma directeur d'assainissement de la wilaya de Bejaia(2008).

RESUME

De nos jours, les catastrophes naturelles sont devenues très fréquentes, très graves et touchent n'importe quel point sur la terre ; et ce, en raison du changement climatique, de la croissance démographique et de l'urbanisation rapide. L'Algérie est l'un des pays confrontés à ces phénomènes, qui provoquent généralement des catastrophes destructrices et d'importants dégâts matériels et humains ; Ceci s'explique par la présence d'une forte urbanisation au près des cours d'eau et la non prise en compte des risques naturels dans la gestion de l'espace. Ce qui a conduit à un développement de l'urbanisation sur tous types d'espaces géographiques ignorant les dangers qu'ils peuvent présenter. Aujourd'hui, la ville de Bejaia, notamment la zone d'Iriahène, ne fait pas exception, elle s'avère un bon exemple à étudier.

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la gestion des villes et la prévention des risques d'inondation. Elle traite la prise en compte des risques dans l'aménagement de l'espace, la réduction de la vulnérabilité, ainsi, la détermination et la délimitation des zones à risques. En effet, la réalisation d'un modèle d'étude des risques « inondation », dans le bassin versant de la Soummam, nécessite l'étude des paramètres hydrogéologiques, hydroclimatologiques et morphologiques. Une corrélation entre ces aspects et l'état d'aménagement urbain du site permettra de réaliser la carte du zoning du risque.

Pour ce faire, nous avons étudié les inondations en milieu urbain, et présenté une méthodologie de cartographie détaillée des zones inondables à travers l'approche hydrogéomorphologique d'une part, et l'étude de l'occupation du sol de l'autre part. Celle-ci pouvant entre autre servir de base à l'élaboration d'un Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI), pour la gestion de l'urbanisation et la planification des futurs aménagements.

Enfin, Il ne s'agit pas seulement d'analyser et de cartographier les principaux enjeux et aléas, mais aussi, d'intégrer la question de la vulnérabilité en amont des réflexions d'aménagement. L'enjeu donc, est de comprendre la composante « urbanisation-inondation » afin d'envisager comment la société urbaine peut s'y adapter.

MOT CLES :

Urbanisation, Inondation, Cartographie, Zonage, Iriahène, PPRI, Aménagement, Oued Soummam.

أصبحت الأخطار الطبيعية اليوم أكثر حدوثاً، أكثر خطورة وتصيب كل نقطة على الأرض، وهذا راجع الى التغيرات المناخية، النمو الديمغرافي وال عمران السريع. الجزائر تعتبر من البلدان المعرضة لمثل هذه الظواهر والتي تسبب خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات. هذا يفسره تواجد عمران مكثف بالقرب من مجاري الوديان دون الأخذ بعين الاعتبار للأخطار الطبيعية في تسيير المجال. الشيء الذي شجع تزايد العمران في كل المناطق الجغرافية مع جهل الأخطار المحدقة. اليوم، بجاية وبالخصوص منطقة "ارياتحن" لا تصنع الاستثناء بل هي مثال حي وجدير بالدراسة. هذه الدراسة أنجزت في إطار تسيير المدن والوقاية من أخطار الفيضان، تعالج الأخذ بعين الاعتبار للخطر في تهيئة المجال، التقليل من الهشاشة والمساهمة في تحديد وتحيز مناطق الخطر. بالتأكيد فان انجاز مثال لدراسة خطر الفيضان في أي الحوض الجغرافي للصومام يتطلب معرفة المعايير الهيدرولوجية والمناخية والمرفولوجية. ترابط هذه المعايير تهيئة المجال الحضري تسمح لنا بانجاز خريطة تطابق الخطر.

من اجل ذلك، قمنا بدراسة خطر الفيضانات في الوسط الحضري وقدمنا منهجية لانجاز خرائط للاماكن المعرضة للفيضانات وهذا عن طريق المقاربة الهيدروجيومورفولوجية من جهة، ودراسة شغل الأراضي من جهة أخرى. هذا يمكن أن يكون قاعدة للإعداد مخطط الوقاية من أخطار الفيضان، من اجل التسيير الحضري والتخطيط للتهيئة المستقبلية، في النهاية، لا يتعلق الأمر فقط بتحليل ووضع خرائط لمختلف التجهيزات المعرضة للخطر ولكن، لإدماج مسألة الهشاشة قبل أي تفكير في التهيئة، الرهان إذن هو فهم المركب "عمران- فيضان" من اجل فهم تصور تأقلم المجتمع مع ذلك.

الكلمات المفتاحية :

العمران، الفيضان، الخرائط، التطابق، ارياتحن، مخطط الوقاية من خطر الفيضان، التهيئة، واد الصومام

ABSTRACT

Nowadays natural disasters became very common; serious and reach any spot on earth, and this because of the climate change; demographic growth and the fast urbanism; Algeria is one of the countries exposed to this phenomena which cause destructive disasters and serious material and human loss; this fact is the result of the existence of a huge urbanization beside the water streams as well as the fact of not taking into account the natural risks in the exploitation of space which led to a random growth of urbanism within every kind of geographic space neglecting the danger that they could cause.

Today; the town of Bejaia; particularly the area of « Iriahène » is not an exception; it proves to be a suitable example to be studied'

This study has been made within the cities management and prevention from the risks of floods; it treats the taking into consideration the risks of space layouts, decreasing the vulnerability as well as determining of the risky areas, actually, making a studies model about risks (floods), in the watershed of "Soumam" requires to study the parameters of the hydrogeology, the hydro-climatology and the morphology, an alternation between these aspects and the state of the urban management in the site will allow to make the zoning map of risks.

In order to achieve this, we have studied the floods in the urban field and presented a methodology of a detailed mapping of flood areas through the hydrogeomorphological approach on the one hand and the plan of the land use on the other, this could amongst others serve to establish a floods' risks prevention plan (FRPP) for the urban management and the planning of the future fitting outs.

Finally, this is not simply about analyzing and mapping the main issues but also about considering the matter of vulnerability upstream layout. Basically, the main issue is to understand the component (Urbanism-Floods) and visualize how the society could cope with it.

KEYWORDS

Urbanism, Flood, Mapping, Zoning, Iriahène, PPRI, Management, Oued Soummam

Références bibliographiques

ANNEXES

- ▶ **Affaissements** : Les affaissements sont des dépressions topographiques en forme de cuvette à grand rayon de courbure dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture avec ou sans fractures ouvertes.
- ▶ **Affluent** : Cours d'eau qui se divise dans un autre cours ou plan d'eau
- ▶ **Affouillement** : Un affouillement est une sorte d'érosion que l'eau courante cause lorsque qu'il s'écoule dans une rivière. L'eau fait un affouillement lorsqu'il creuse les berges par exemple.
- ▶ **Aléa** : Phénomène naturel (inondation, mouvement de terrain, séisme, avalanche...) d'occurrence et d'intensité donnée.
- ▶ **Alluviale** : qualifier les matériaux déposés par les eaux courantes, et les formes constituées par ces matériaux.
- ▶ **Alluvions** : Matériaux détritiques (dus à l'érosion), sables, galets, boues, limons qui ont été transportés par les cours d'eau principalement et déposés dans les lacs et surtout dans les mers : on parle d'alluvions lacustres ou d'alluvions marines.
- ▶ **Altération** : C'est l'ensemble des mécanismes conduisant à la destruction des roches. Les éléments atmosphériques sont directement responsables de l'altération.
- ▶ **Anthropique** : (du grec anthropos : homme) désigne les composantes de l'occupation du sol d'origine humaine ayant modifié le milieu naturel.
- ▶ **Anti crue** : L'on parle d'anti crue lorsque l'on veut faire une protection inondation. Il y a des murs anti crue, barrage anti crue, protection anti crue ou barrière anti crue.
- ▶ **Anti inondation** : L'on parle d'anti inondation lorsque l'on essaye de faire barrage à une crue ou lorsque l'on essaye de placer des barrières pour empêcher l'eau de passer lors d'une crue ou d'une inondation.
- ▶ **Barrage** : Un barrage est une construction qui se place en travers d'un cours d'eau pour réguler son débit ou dans d'autres cas, stocker de l'eau pour contrôler les irrigations, apporter une réserve d'eau potable, pour l'hydroélectricité ou contrôler les crues.
- ▶ **Bassin de risque** : c'est l'entité géographique homogène soumise au même phénomène naturel.
- ▶ **Bassin hydrographique** : Une région drainée par un cours d'eau et ses affluents.
- ▶ **Bassin versant** : Espace autour d'un cours d'eau dont les écoulements se dirigent vers ce cours d'eau. Ses limites sont celles de la ligne de partage des eaux entre deux cours d'eau.
- ▶ **Canal de crue** : Chenal d'un cours d'eau et parties de la plaine d'inondation, longeant le chenal qui sont nécessaires à l'écoulement de la crue de référence.
- ▶ **Cartographie des risques** : La cartographie des risques est une représentation synthétique et globale des risques hiérarchisés selon des critères. Elle permet d'établir un état des lieux des différents risques avérés ou potentiels.
- ▶ **Catastrophe Naturelle** : Evénement d'origine naturelle, subi et brutal, qui provoque des bouleversements importants pouvant engendrer de grands dégâts matériels et humains. Provoquées par des causes météorologiques, sismiques ou autres leurs bilans dépendent fortement du facteur humain.
- ▶ **Centre urbain** : il se caractérise par son histoire, une occupation des sols importante, une continuité du bâti et la mixité des usages entre logement, commerce et services.
- ▶ **Champ d'expansion des crues** : ce sont les secteurs non urbanisés ou peu urbanisés indispensables au stockage des importants volumes d'eau apportés par la crue*. Les champs d'expansion des crues participent au laminage de celles-ci.
- ▶ **Confluence** : Endroit où un cours d'eau se jette dans un autre.

¹ : Définitions collectées par l'Auteur (Janvier 2015).

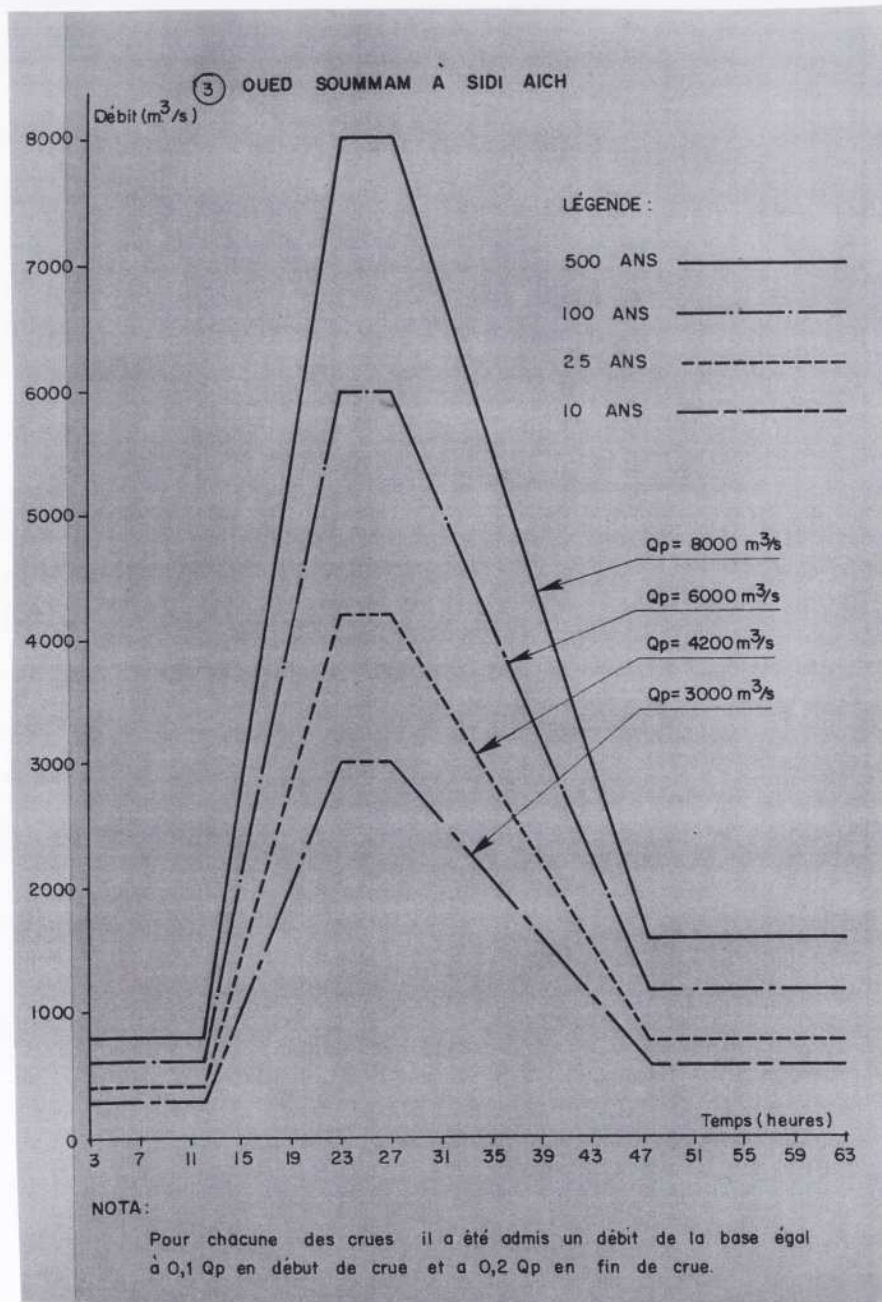
- ▶ **Cote de référence** : la cote de référence visée dans ce règlement correspond à la cote des plus hautes eaux connues (PHEC) ou à celles de la crue dite « centennale ». Dans ce dernier cas, la hauteur est le résultat d'un calcul hydraulique.
- ▶ **Coulée de boue** : La coulée de boue est un mouvement rapide d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elle prend fréquemment naissance dans la partie aval d'un glissement de terrain.
- ▶ **Cours d'eau** : Tout plan d'eau courantes, coulant par gravité vers l'aval dans des chenaux naturels clairement définies.
- ▶ **Crue** : c'est l'augmentation du débit du cours d'eau, pendant une durée plus ou moins longue, consécutive à des averses plus ou moins importantes.
- ▶ **Crue** : Etat du cours d'eau ou moment où les niveaux d'eau sont les plus hauts.
- ▶ **Crue centennale** : Une crue centennale est une crue dont la probabilité d'apparition sur une année est de 1/100, en termes de débit. Autrement dit, la probabilité que son débit soit atteint ou dépassé est chaque année de 1/100.
- ▶ **Crue de référence** : Plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci est plus faibles qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière.
- ▶ **Crue de rivières** : Lors de précipitations importantes, l'eau tombe et se déverse dans des eaux comme les cours d'eau et avec une rapidité incroyable, le cours d'eau augment et forme une crue. Cette crue peut être rapide et très brutale, le cours d'eau devenant rapidement un torrent et sortir de son lit.
- ▶ **Crue torrentielle** : Désigne la formation de vague de boue sous l'action de l'eau provenant de fortes précipitations sur un bassin versant favorable au ruissellement. Cette vague chargée de cailloux et de terre, peut être dévastatrice si jamais elle s'engouffre dans un vallon étroit.
- ▶ **Curage** : Les travaux de curage ont pour objectif l'enlèvement des sédiments qui s'accumulent dans le lit des cours d'eau, dans les zones où le courant se ralentit brutalement ou lorsque la charge solide excède occasionnellement ce que la capacité de transport permet d'évacuer.
- ▶ **Débit** : Volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps. Les débits des cours d'eau sont exprimés en m³/s.
- ▶ **Débit de point de crue** : Niveau maximale d'écoulement d'une crue.
- ▶ **Digue** : ouvrage de protection contre les inondations dont au moins une partie est construite en élévation au-dessus du niveau du terrain naturel et destiné à contenir épisodiquement un flux d'eau afin de protéger des zones naturellement inondables.
- ▶ **Dommmages** : ce sont les conséquences défavorables d'un phénomène naturel sur les biens, les activités et les personnes, ils sont en général exprimés sous forme quantitative ou monétaire.
- ▶ **Dommmages causées par les inondations** : Pertes économiques causées par les crues englobe également le cout des interventions d'urgence, les pertes commerciales et financières.
- ▶ **Eau de surface** : Toutes eaux naturellement en contact libre avec l'atmosphère (cours d'eau, lac, réservoirs, bassin de retenue, mer...).
- ▶ **Éboulement** : Chute de masse rocheuse d'un volume de quelques milliers à quelques dizaines de milliers de mètres cubes. Les éboulements en grande masse sortent du champ de cette étude.
- ▶ **Embâcles** : Accumulation de matériaux transportés par les flots (végétation, rochers, Véhicules, automobiles, etc.) en amont d'un ouvrage (pont) ou bloqués dans des
- ▶ **Emprise** : surface au sol de la construction ou projection au sol du volume principal bâti (hors balcon, saillies, loggias,...).
- ▶ **Enjeux** : les personnes, biens, activités, moyens, patrimoine ... susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Ils peuvent être quantifiés à travers de multiples critères : dommages corporels ou matériels, cessation de production ou d'activité, etc.

- ▶ **Erosion** : Une érosion est une dégradation naturelle du sol. Lors d'une inondation, l'érosion va faire sortir l'eau de son lit et inonder tout ce qui se trouve aux alentours. L'on parle également d'usure ou de dégradation lorsque l'on parle d'érosion.
- ▶ **Étiage** : appelé aussi basses eaux, c'est la période durant laquelle le débit d'un cours d'eau est très bas.
- ▶ **Exutoire** : Point le plus aval d'un réseau hydrographique, où passent toutes les eaux de ruissellement drainées par le bassin.
- ▶ **Financement des risques** : Dispositif visant à faire supporter tout ou partie du risque à un tiers externe (assurance, captive...). Le terme désigne encore la réserve de fonds destinée à couvrir les coûts de mise en œuvre du traitement du risque et les coûts associés.
- ▶ **Gabion** : L'on parle de gabion lors de la construction d'aménagement hydraulique. Il s'agit de caisses à carcasse généralement métallique que l'on va remplir de cailloux et de sable pour la protection des berges d'une rivière. Le gabion doit être étanche et est l'un des éléments de tout aménagement hydraulique.
- ▶ **Gestion des eaux** : Etudes, planification et surveillance des ressources en eau et application de techniques de développement et de contrôle quantitatif et qualitatif des eaux.
- ▶ **Granulométrie** : Mesure quantitative de la taille et de la proportion de chaque classe de particules constitutives d'un sol (alluvions composés d'argile, sable, galets...).
- ▶ **Hydraulique** : il s'agit ici des études concernant le cheminement de l'eau sur le sol.
- ▶ **Hydrogéomorphologie** : Analyse des conditions naturelles et anthropiques d'écoulement des eaux dans un bassin versant.
- ▶ **Hydrogramme de crue** : Variation du débit d'un cours d'eau pendant une crue. Il représente la réaction connue ou calculée (pour une crue de projet) d'un bassin versant à un événement "pluie" ou "fonte des neiges".
- ▶ **Hydrologie** : Toute action, étude ou recherche, qui se rapporte à l'eau, au cycle de l'eau et à leurs propriétés.
- ▶ **Inondation** : Débordement d'eau qui submerge les terrains environnants. Elle peut être bénéfique quand elle est lente : apport de limons fertilisants. Elle peut-être désastreuse quand elle est violente : ravine le sol et dépôt de matériaux grossiers et stériles. Si l'inondation concerne des zones habitées, il se transforme rapidement en risque et entraîne des conséquences plus ou moins grave sur les populations, leurs biens et l'environnement.
- ▶ **Intensité** : Expression de la violence ou de l'importance d'un phénomène, évaluée ou mesurée par des paramètres physiques (hauteur ou vitesse de submersion par exemple).
- ▶ **Laminage** : Amortissement d'une crue avec diminution de son débit de pointe et étalement de son débit dans le temps, par effet de stockage et de déstockage dans un réservoir.
- ▶ **Lit majeur** : Lit dans lequel un cours d'eau s'écoule lors des crues exceptionnelles (crues décennales, centennales, séculaires...)
- ▶ **Lit mineur** : Lit dans lequel un cours d'eau s'écoule toute l'année.
- ▶ **Lit moyen** : Lit dans lequel un cours s'écoule lors des crues annuelles.
- ▶ **Lithologique** : Nature du matériau constitutif du massif géologique.
- ▶ **Méandre** : Courbe dessinée par le lit d'une rivière à chenal unique.
- ▶ **Mitigation** : Mesures pour diminuer la vulnérabilité des constructions
- ▶ **Modélisation** : Quantification et spatialisation d'une crue pour une occurrence donnée par le biais d'outils mathématiques.
- ▶ **Nappe phréatique** : Nappes d'eau qui circule dans le sol.

- ▶ **Occurrence (ou période de retour)** : exprimée en années. L'occurrence est l'inverse de la probabilité d'apparition annuelle d'un phénomène. Exemple : une crue d'occurrence 100 ans a une chance sur 100 de survenir chaque année (crue centennale).
- ▶ **Oued** : Cours d'eau en milieu semi-aride, présentant un écoulement temporaire ou saisonnier.
- ▶ **Ouvrage hydraulique** : cela concerne aussi bien les ouvrages d'art franchissant (ponts, passerelles) que ceux canalisant le cours d'eau (canaux, buses, adaptation des berges, ...).
- ▶ **Plaine d'inondation** : Tout terrains normalement sec susceptibles d'être inondés par les eaux d'une source naturelle, il s'agit habituellement de terres basses adjacentes à un cours d'eau ou un lac.
- ▶ **PPRi** : Plan de Prévention des Risques inondation. C'est un document d'urbanisme réalisé par l'État qui réglemente l'utilisation des sols à l'échelle communale. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions. Il constitue un dossier réglementaire de prévention qui fait connaître les zones à risques et définit les mesures pour réduire les risques courus.
- ▶ **Précipitations** : Quantité d'eau (eau, glace ou neige) qui tombent du ciel.
- ▶ **Préjudice** : il est la conséquence néfaste, physique ou morale, d'un phénomène naturel sur les personnes ou les biens.
- ▶ **Prévention** : Ensemble des dispositions visant à annuler les risques ou réduire les impacts d'un phénomène naturels.
- ▶ **Prévention des risques naturels** : c'est l'ensemble des dispositions visant à réduire les impacts d'un phénomène naturel : connaissance des aléas et de la vulnérabilité, réglementation de l'occupation des sols, information des populations (information préventive), plan de secours, alerte.
- ▶ **Prévention** : La prévention est un ensemble de mesures à prendre afin d'éviter qu'un accident ne survienne. Elle consiste à limiter le risque : mesures visant à prévenir un risque en supprimant ou en réduisant la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux.
- ▶ **Prévision des crues** : Révision du niveau, du débit, du moment et de la durée d'une crue.
- ▶ **Protection contre les inondations** : Toutes combinaisons d'ajouts, de modification ou d'ajustement apporté à l'armature ou aux autres composantes de bâtiment pour réduire ou éliminer la possibilité de dommage par les inondations.
- ▶ **Régime hydrologique** : Le régime hydrologique d'un cours d'eau résume l'ensemble de ses caractéristiques hydrologiques et son mode de variation. Il se définit par les variations de son débit habituellement représentées par le graphique de l'écoulement mensuel moyen (calculé sur un certain nombre d'années et aussi appelé débit "inter-mensuel" ou module mensuel)
- ▶ **Remontée des nappes** : Une remontée des nappes provient d'une crue et donc d'une augmentation de l'eau, du débit de l'eau qui va s'écouler dans une rivière. De ce fait, le débit du cours d'eau va se calculer en m³/s et les quantités vont être multipliées par des remontées des nappes. Le phénomène de la remontée des nappes lors d'inondation provient la plupart du temps à cause de terrains mal drainés ou bas.
- ▶ **Restructuration** : il s'agit de travaux importants en particulier sur la structure du bâti, ayant comme conséquence de permettre une redistribution des espaces de plusieurs niveaux. Les opérations prévoyant la démolition des planchers intérieurs intermédiaires ou le remplacement de façade ou pignon, avec ou sans extension*, font partie de cette catégorie.
- ▶ **Retour d'expérience** : Méthode relevant de l'analyse qui conduit à mettre en évidence les enseignements d'un événement particulier et de les associer à d'autres événements de type similaire.
Le retour d'expérience est l'une des conditions de la prévision
- ▶ **Ripisylve** : Végétation du bord des rivières.

- ▶ **Risque** : c'est le produit d'un aléa et d'un enjeu. L'importance du risque est déterminée en fonction de la force des aléas et de l'importance des enjeux.
- ▶ **Risque inondation** : Une inondation est une submersion plus ou moins rapide d'une zone sur laquelle sont installés des enjeux : des hommes et leurs lieux de vie et d'activité. C'est donc une crue conjuguée avec des enjeux. Elle peut se traduire par :
 - ▶ **Risque majeur** : Risque liés à un aléa d'origine naturel ou technologique dont les effets prévisibles mettent en jeu un grand nombre de personnes provoquent des dommages importants et dépassant les capacités de réaction des instances directement concernées.
 - ▶ **Risque majeur** : Un risque majeur se définit comme la survenue soudaine et inopinée, parfois imprévisible, d'une agression d'origine naturelle ou technologique dont les conséquences pour la population sont dans tous les cas tragiques en raison du déséquilibre brutal entre besoins et moyens de secours disponibles.
- ▶ **Risque naturel** : C'est un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa survenant dans un milieu vulnérable. Le risque résulte, donc, de la conjonction de l'aléa et d'un enjeu, la vulnérabilité étant la mesure des dommages de toutes sortes rapportés à l'intensité de l'aléa.
- ▶ **Ruissellement** : Le ruissellement est un phénomène physique d'écoulement non organisé de l'eau sur un bassin-versant suite à des chutes de pluies. Il perdure jusqu'au moment où il rencontre une rivière, un réseau d'assainissement ou un marais.
- ▶ **Rupture de pente** : Changement brusque de pente (aussi bien pour une rivière que pour un versant).
- ▶ **Sédiments** : Argiles, limon, sables, cailloux, caillétés transportés et déposés par les cours d'eau.
- ▶ **Talweg** : Ligne qui relie les points les plus bas d'une vallée (il s'oppose à la ligne de crête).
- ▶ **Terrasse fluviatile** : Forme de relief né du travail d'érosion de la rivière dans une nappe alluviale qu'elle avait au préalable construite.
- ▶ **Vulnérabilité** : Au sens le plus large, exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux.
- ▶ **Vulnérabilité** : fragilité des enjeux et le degré de perte résultant d'un phénomène susceptible d'engendrer des victimes et des dommages matériels.
- ▶ **Zone inondable** : Il existe deux sortes de zones inondables ; la première est celle d'une inondation naturelle ; on parle de lit majeur d'un fleuve. La deuxième est un phénomène exceptionnel qui peut se produire lors de forte pluie.

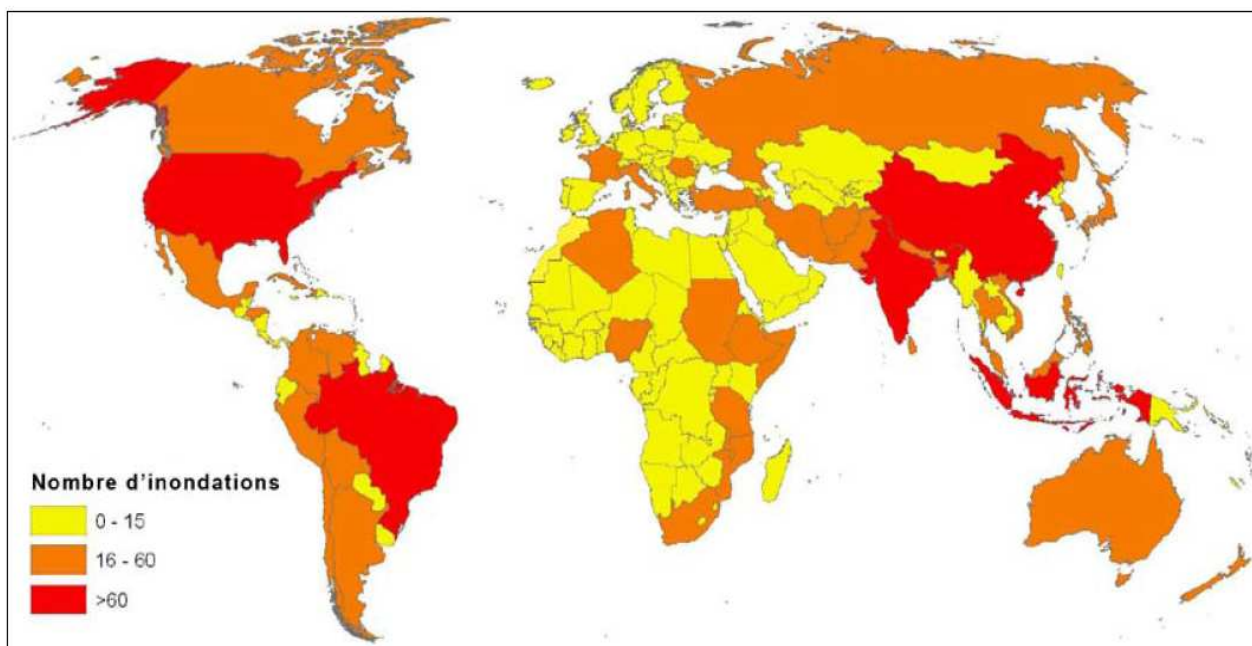
ANNEXE 02 : O.SOUMMAM : DEBITS DE CRUE SELON LA PERIODE DE RETOUR



SOURCE : DHW Bejaia

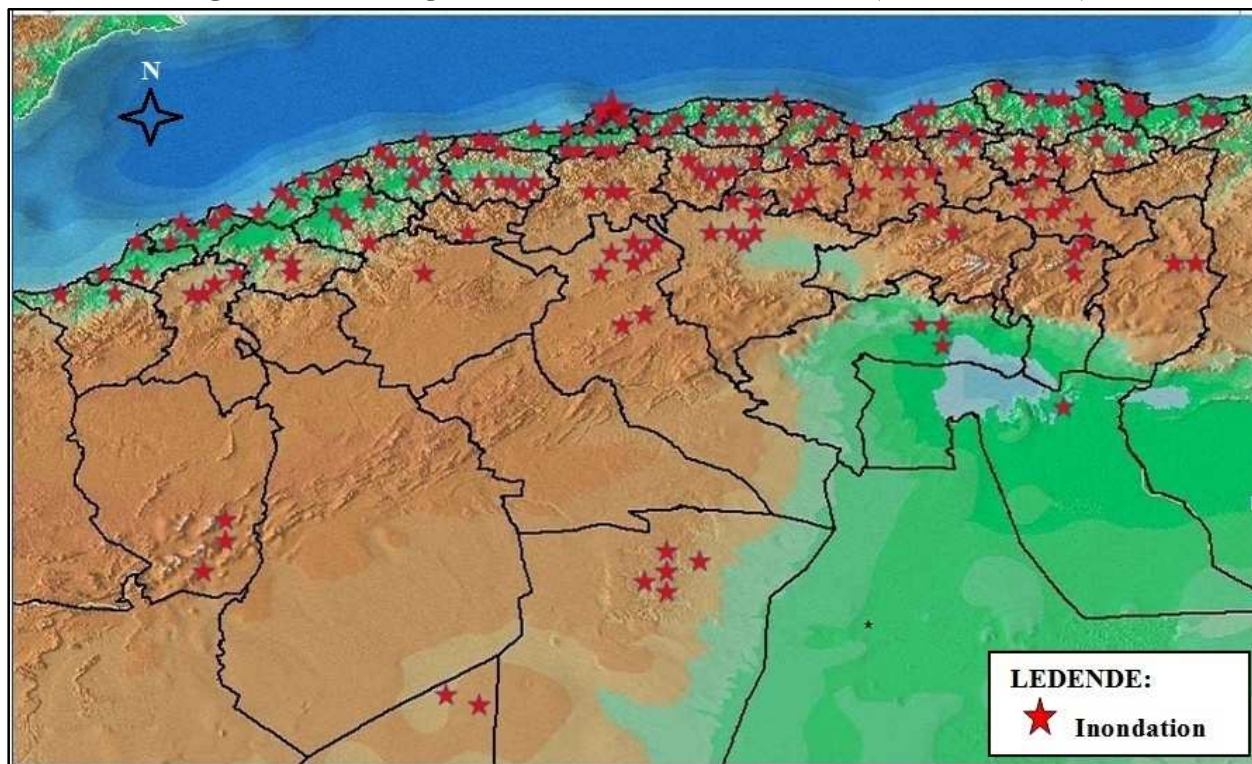
ANNEXE 4 : CONTEXTE NATIONAL ET LOCAL (cartes d'inondation)

Figure N° 01 : Nombre d'inondations par pays durant la période 1974 – 2003

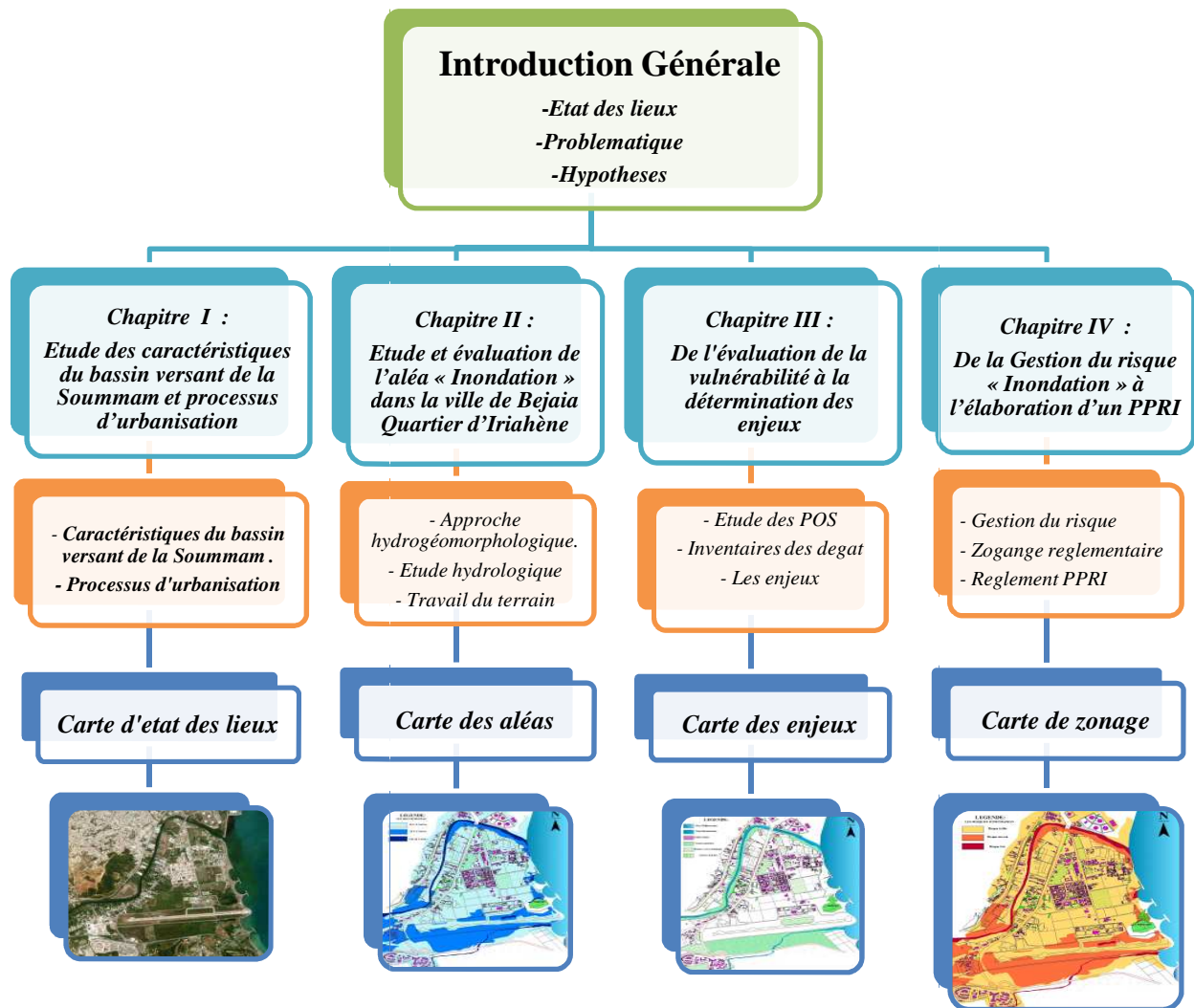


Source : EM-DAT: La base de données internationale en catastrophes. OFDA-CRED - www.emdat.be - Université Catholique de Louvain - Bruxelles - Belgique.

Figure N° 02 : Algérie, Inventaire des inondations (de 1969 à 2008)



Source : Larbi BEHLOULI, *Les risques majeurs liés à l'eau*, ANRH, 2009.



Source : Auteurs, 2015

Il existe peu de villes traversées par un oued important. Bejaia est l'aboutissement d'une des plus importantes rivières du pays ; mais pour l'heure, la ville et l'oued se tournent le dos et choisissent de vivre en conflit plutôt qu'en symbiose. L'aménagement des berges de la Soummam tient une place particulière dans le domaine de l'environnement et du cadre de vie ; ce projet d'importance va favoriser l'accès des berges aux promeneurs sans occulter, à long terme, le rôle de la voie d'eau. *«Le site doit bénéficier de l'attention particulière de la part des pouvoirs publics en matière d'écologie et de biodiversité. Il s'agit de préserver les berges de l'érosion par des techniques végétales, respectueuses de l'environnement et du cadre de vie, par l'installation d'un cordon d'enrochements installé en pied de berges pour casser les vagues et endiguer le flux d'eau. La protection des talus par génie végétal, c'est-à-dire des végétaux qui assurent grâce à leur système racinaire une protection efficace contre l'érosion »².*

Nous ne pouvons pas empêcher les inondations de se produire, il est cependant possible d'en atténuer les effets ou d'en diminuer la fréquence en priorité au niveau des zones les plus sensibles et les plus exposées.

1.1. Déviation du canal de l'oued

La création des canaux périphériques de dérivation des eaux vers la mer permettant de les restituer vers des zones situées en dehors des aires à protéger. Cette déviation pourrait concerner une partie ou la totalité des eaux d'un oued vers un autre. Pour le cas d'étude, la partie de l'aéroport assure une pente favorable pour l'évacuation facile de l'eau.

1.2. L'aménagement des berges

La protection directe consiste à intervenir directement sur le site menacé par la mise en œuvre des actions suivantes :

- Le curage qui permet une nette amélioration des conditions d'écoulement suite à l'élimination de tous les obstacles et les dépôts entravant l'écoulement des eaux dans le cours d'eau. Le débroussaillage est également nécessaire à la traversée des agglomérations pour des raisons sanitaires et en sections courantes pour diminuer la rugosité et accroître le débit.
- Le recalibrage qui permet d'élargir et d'approfondir les sections des cours d'eau pour augmenter leur capacité d'évacuation des eaux et assurer une section mouillée répondant aux critères de protections désirées. Aussi, le renforcement des ouvrages de franchissements des Oueds et modification de leurs caractéristiques et des systèmes existants en cas de leur insuffisance (ponts, dalots, buses...).
- La protection des berges qui comprend tout ouvrage visant à maintenir la stabilité des terres en dépit de l'action de l'eau. Les berges sont en effet attaquées par des courants perturbateurs générés par les crues. De même, les terres glissent par suite de l'infiltration de l'eau après le retrait de la crue. La protection des berges est également nécessaire au voisinage de certains ouvrages tels que les ponts.
- L'endiguement des oueds par la réalisation de digues qui longent le cours d'eau sur ses deux berges. Cette opération est aisément réalisable par les ressources locales en main-d'œuvre et en matériaux. Par ailleurs, ce type de protection permet en outre de réaliser une protection sélective. Il peut en effet être établi graduellement en commençant par mettre à l'abri, de la plupart des crues, la partie la plus riche et la plus peuplée des zones exposées. En contrepartie on notera que ce procédé de protection présente l'inconvénient de provoquer une surélévation souvent notable du niveau des eaux et rend en outre plus difficile le drainage des terrains bas.

² : PDAU Intercommunal de Bejaia, op.cit.

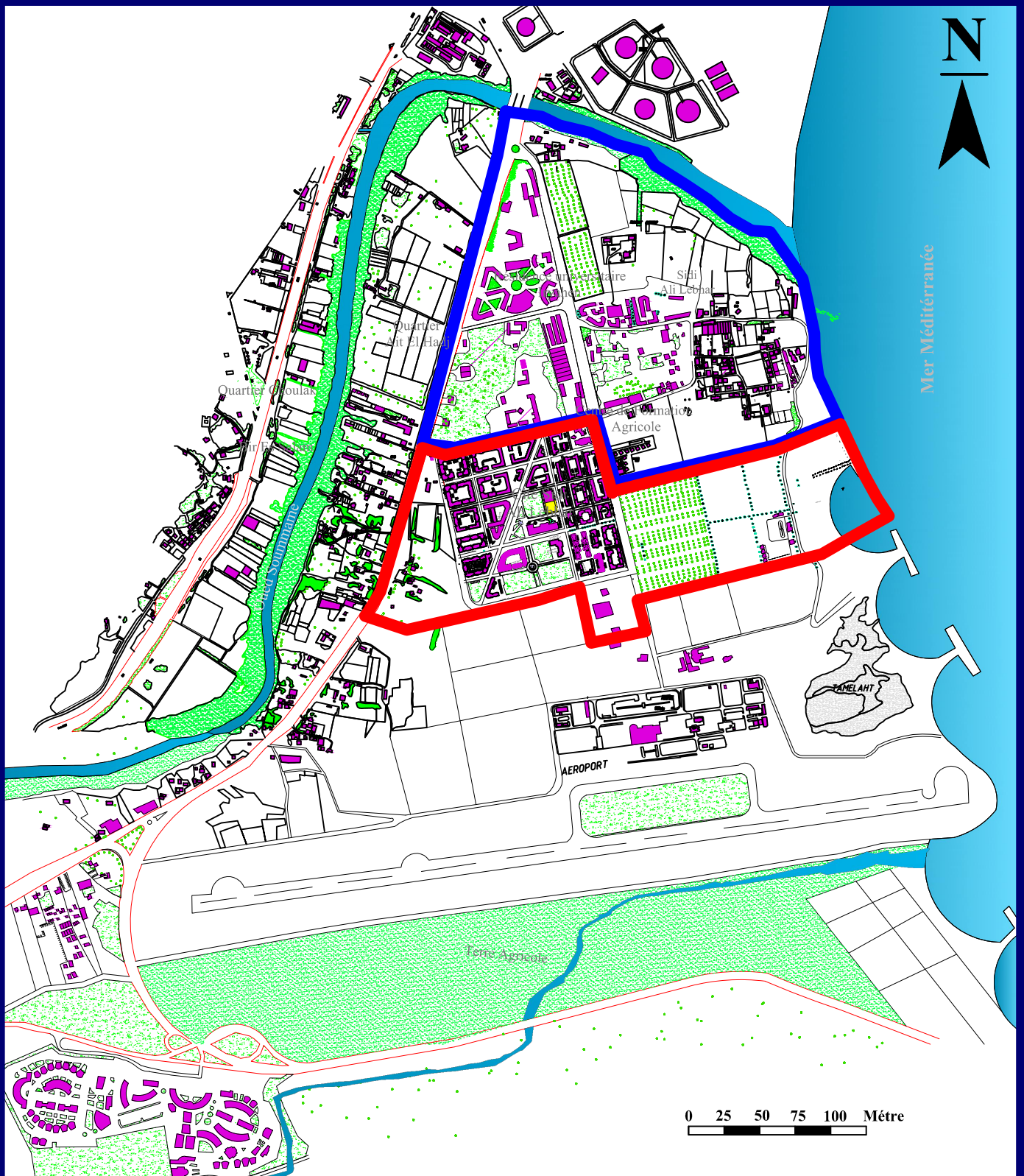
1.3. Aménagement d'un chemin périphérique de randonnée, aire de détente

Pour rendre la vie à l'oued Soummam, nous avons proposé d'aménager un chemin périphérique tout autour de l'oued dans les parties anciennes et celle de déviation. Un tel aménagement va donner une autre vie pour l'oued, aussi il va donner une poussé touristique dans la ville de Bejaia et dans toute la région. Une aire de détente aussi, permettra aux habitants de la ville et aux touristes d'apprécier le paysage de l'oued qui donne sur la baie de Bejaia et la montagne de Yemma Gouraya.

1.4. Proposition d'un viaduc

Pour améliorer la circulation dans toute la région de la plaine et pour désengorger la ville de Bejaia, nous proposons un viaduc qui relie d'une part, entre les deux rive d'oued Soummam, et d'autre part, qui présente un élément de liaison entre les deux quartiers d'Iriahène et Bir Slam. Sur le plan spatial, le pont va rejoindre la route qui mène à l'intérieur de la ville vers Ihaddaden.

Carte N°05 : Quartier Iriahène, occupation du sol



LEGENDE:

Occupation du sol



Iriahène
POS 14A



Iriahène
POS 14B



Espaces verts aménagés



Arbres fruitiers



Cadres Batis



Terres agricoles

Carte N°06 : Quartier d'Iriahène, Inventaire des dégâts (crue de Décembre 2002).



Station de service situé sur la RN 9, totalement inondée



Habitations et équipements des deux rive d'oued Soummam envahis par les eau



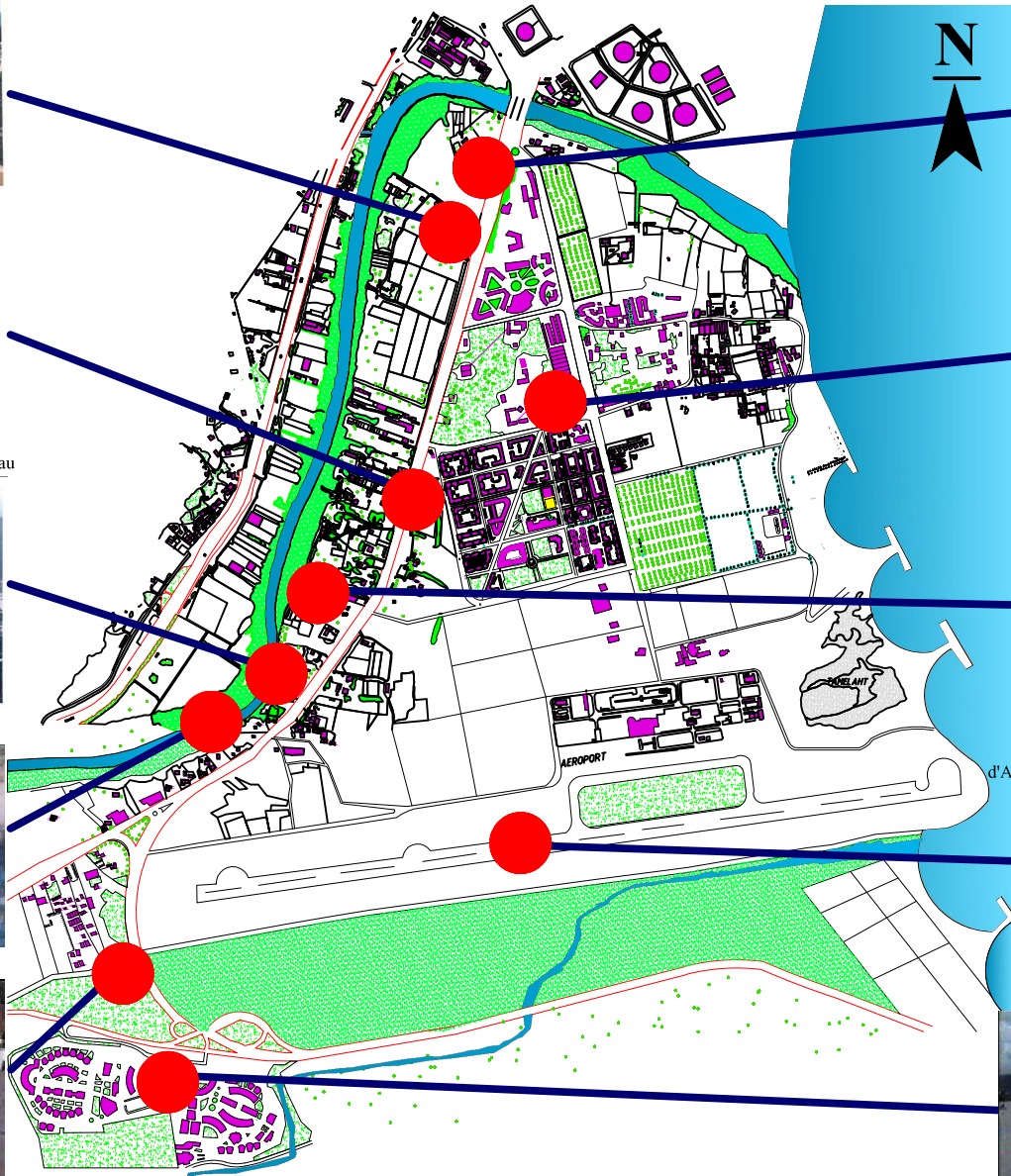
Fermes d'arbres fruitiers et les champs d'agriculture inondée et ravagée



Animaux emportés par les eaux de crue



Déplacement et sauvetage par zodiac et flouka (Près de l'aéroport)



Route nationale N° 09 inondée par les eaux de hauteur variable de 50cm a 2m.



Quartier d'Iriyahene totalement submergé par les eaux de crue.



Champ d'inondation de la zone d'Ait El Hadj entre la RN9 et l'Oued Soummam



Aéroport « Abane Ramdane »



L'entrée et les alentours de l'université de Bejaia (campus Aboudaou) inondés complètement.

Carte N°07 : Quartier d'Iriahène, les enjeux (Equipements stratégiques)



Equipement touristique
hotel sophotel



Route nationale N9



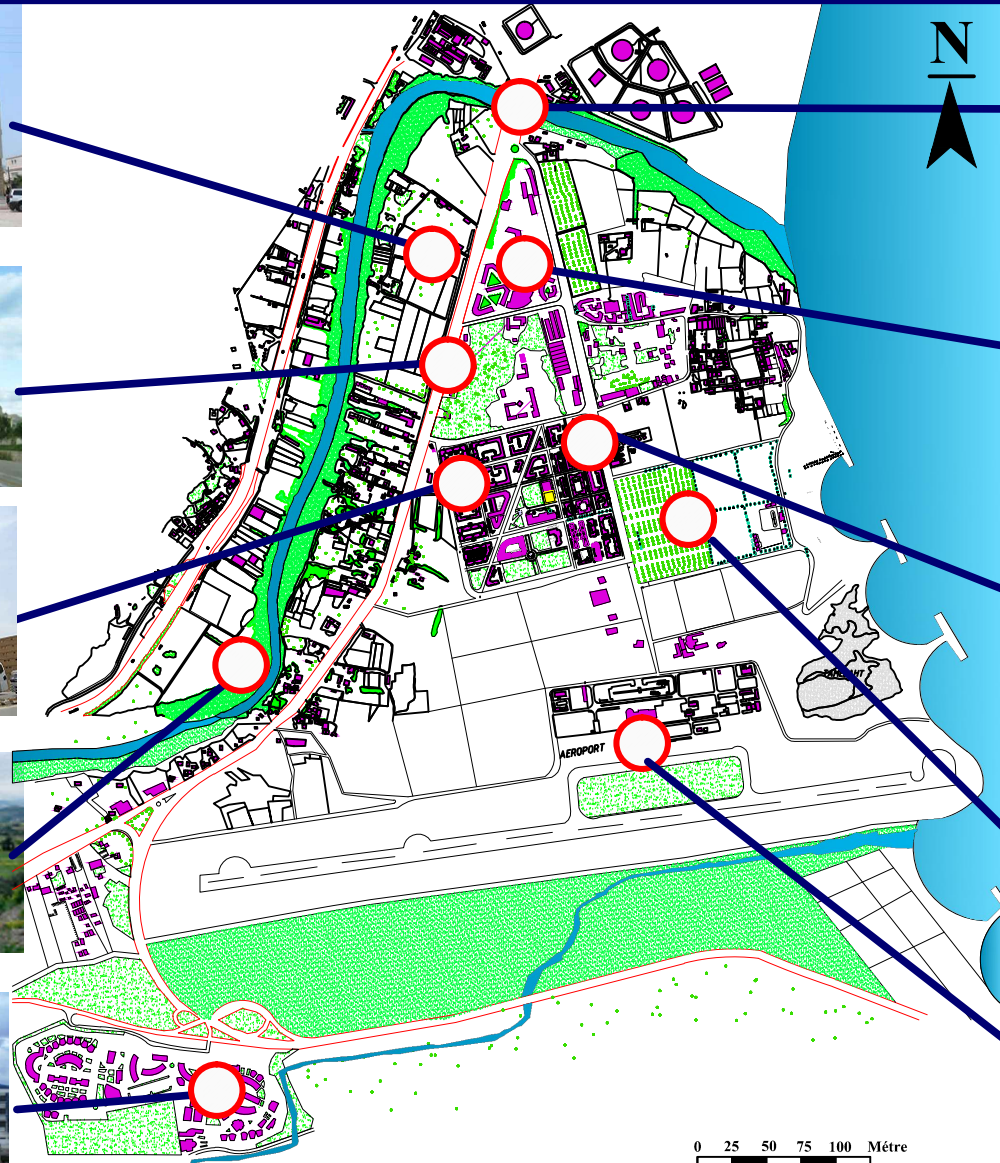
Logement



Parcelle agricole



Université de Bejaia



Ouvrage de liaison-pont



Residence universitaire



Equipement sociaux-éducatif

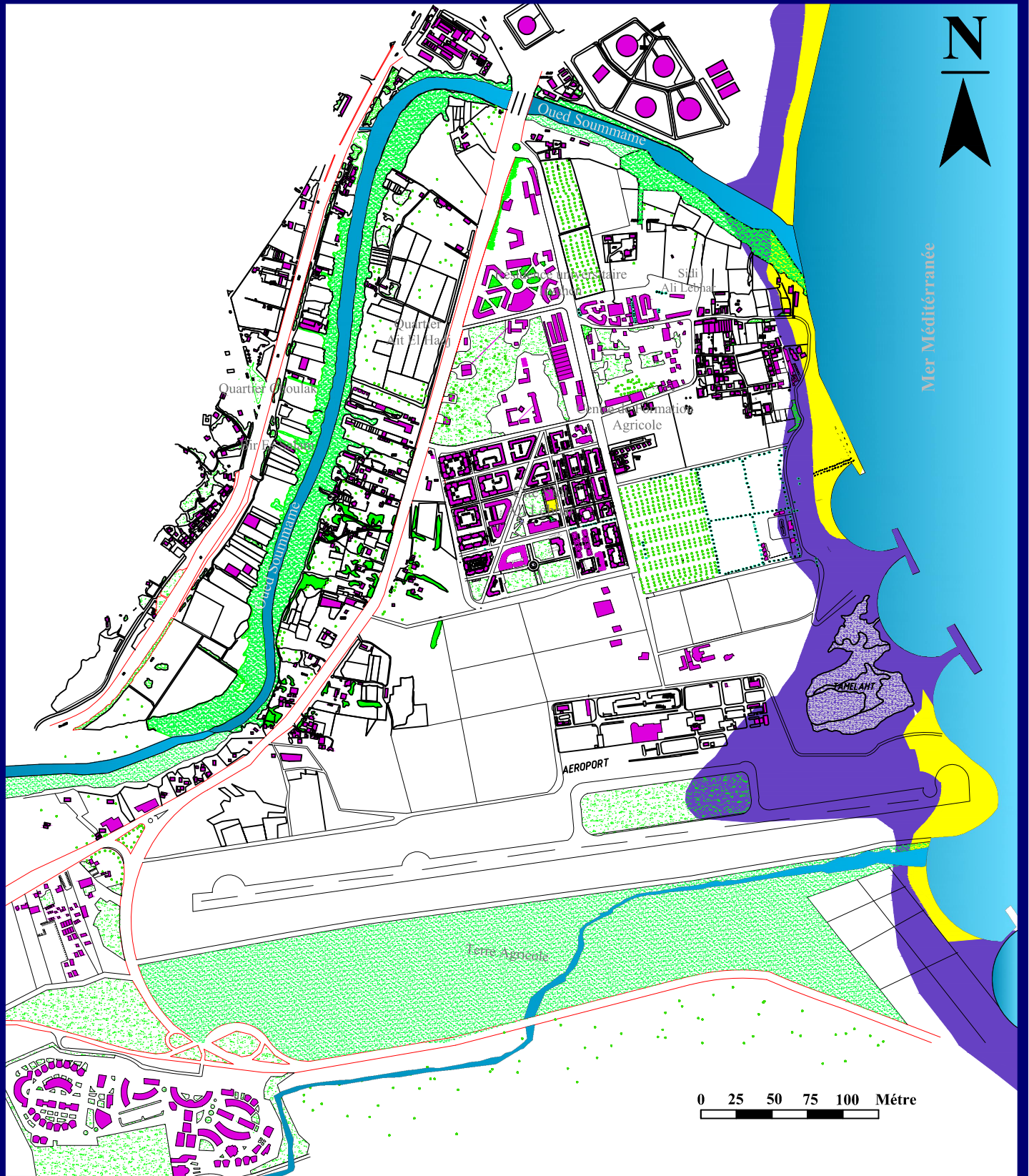


Arbres fruitiers oliviers



Aéroport de Bejaia

Carte N°08 : Quartier Iriahène: Risque Climatique



LEGENDE:

Le Risque Climatique



Risque de submersion marine



Risque d'érosion côtière



Espaces verts aménagés



Arbres fruitiers



Cadres Batis




Terres agricoles





Carte N°09 : Quartier Iriahène: Risque Inondation



Le Risque D'Inondation

-  Risque faible
-  Risque moyen
-  Risque fort

LEGENDE:

-  Espaces verts aménagés
-  Cadres Batis
-  Arbres fruitiers
-  Terres agricoles

Carte N° 10: Quartier Iriahene, plan d'aménagement d'oued Soummam



Viaduc de liaison entre les deux rives de la Soummam (Les deux quartiers)



Reforestation, reboisement d'arbres fruitiers et arbre d'alignement



Aire de détente, espace de loisir



Construction de brise lame (extension), protection contre les submersions marines.

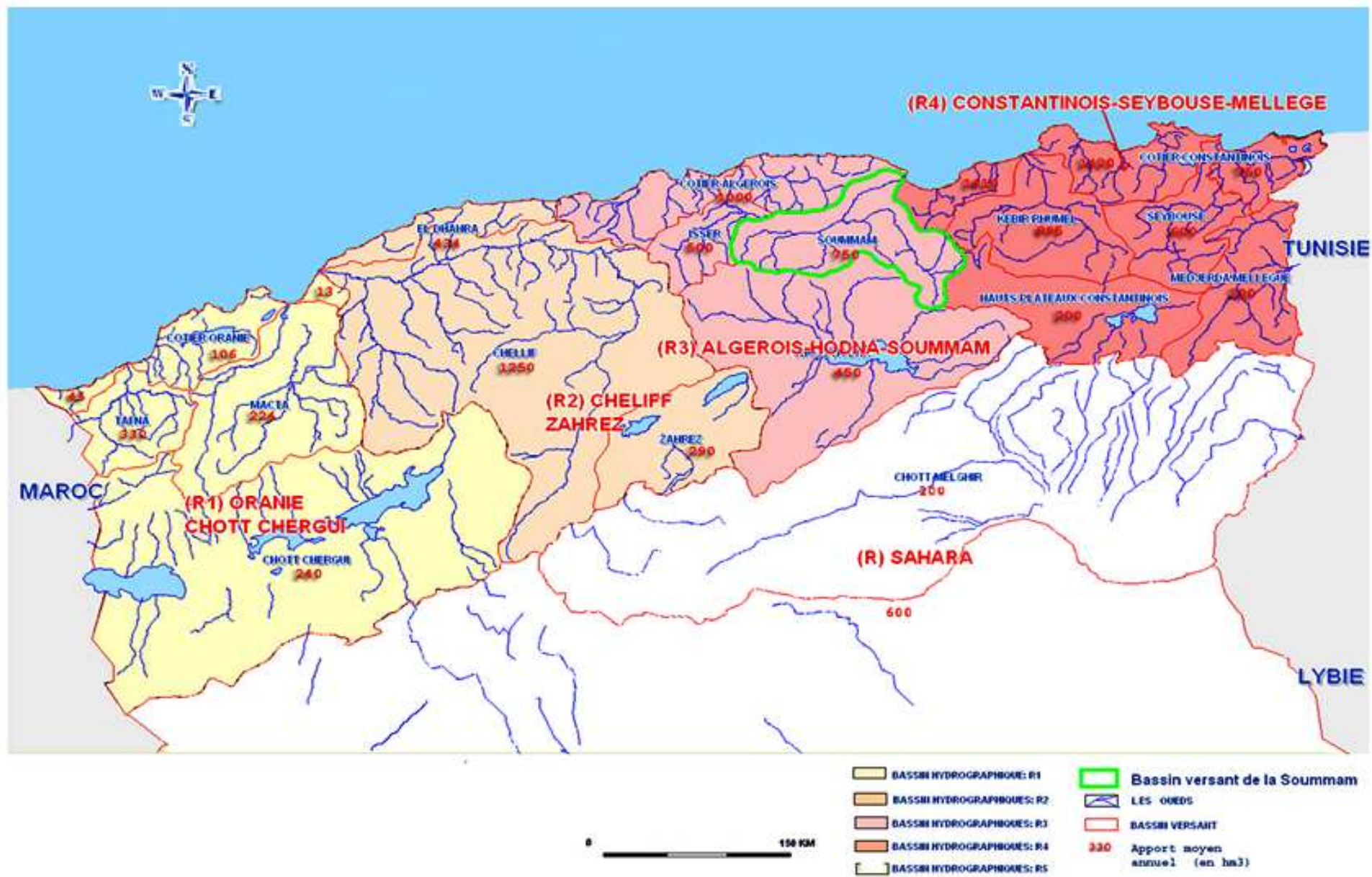


Déviation d'oued Soummam, aménagement des berges



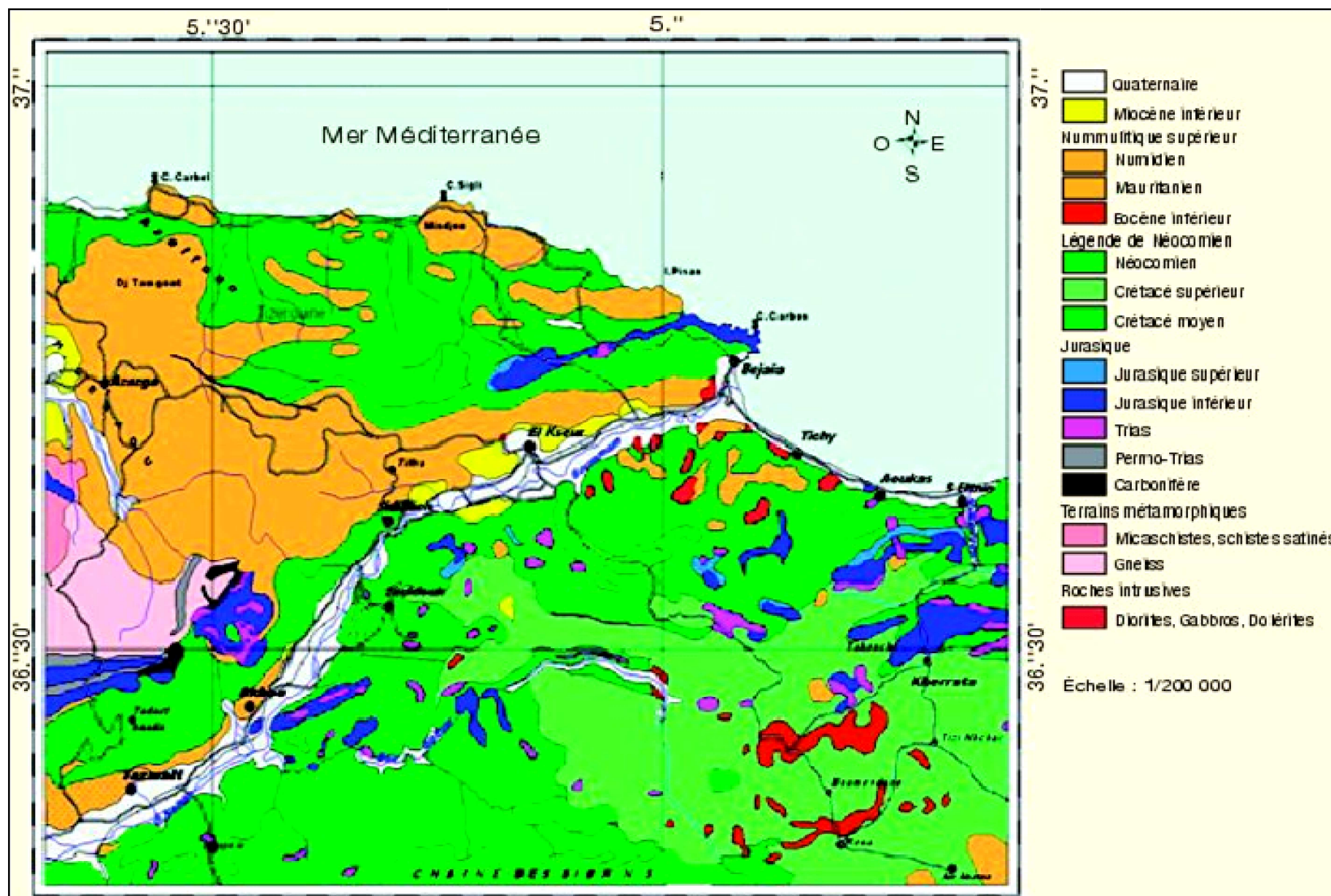
Aménagement d'un chemin périphérique de promenade

Carte N° 01 : Situation du bassin versant de la Soummam dans sa région hydraulique



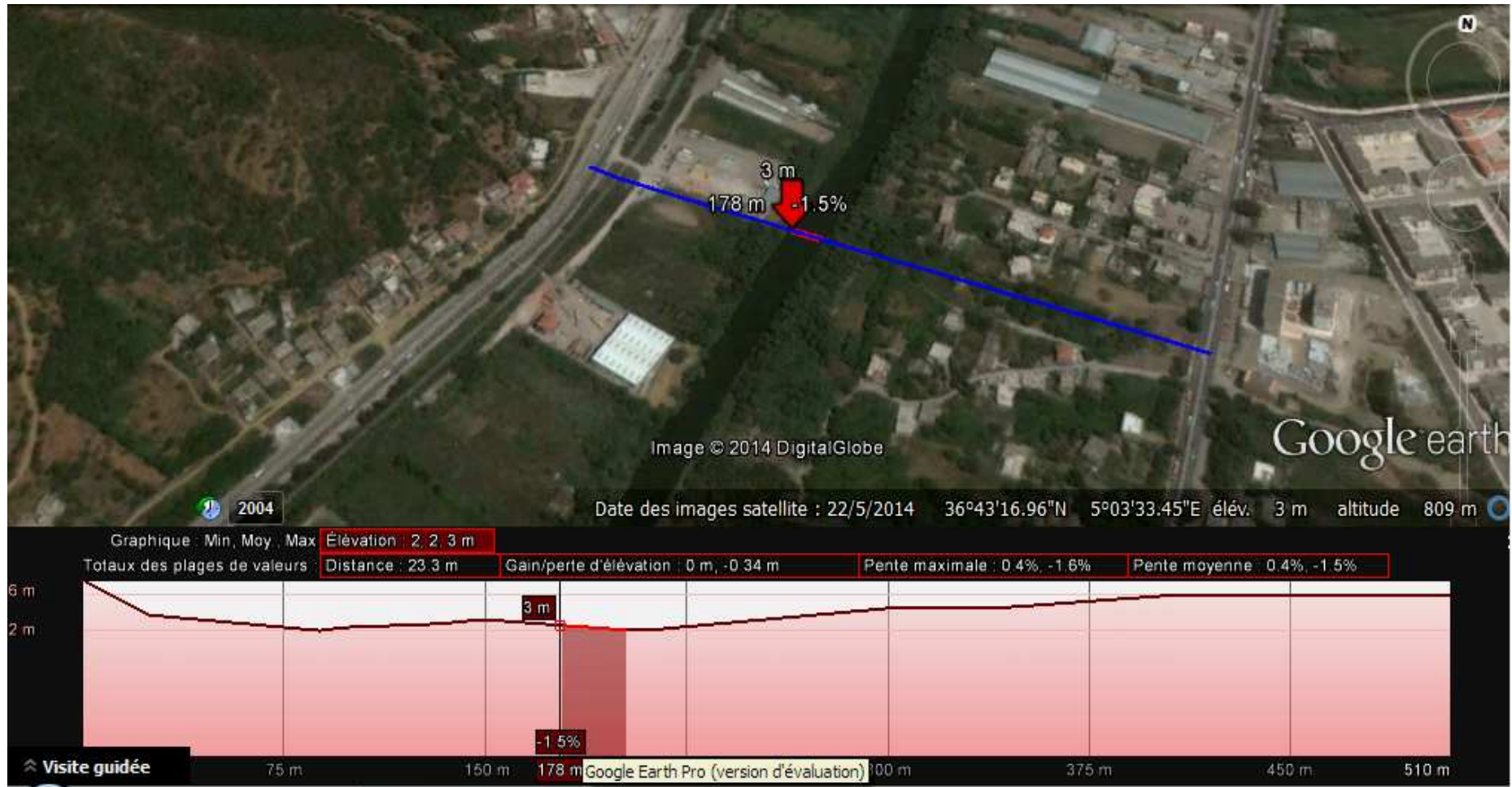
Source : Réalisé par ZEBOUJ Mustapha, DRRE/SDEC, 2012.

Carte N°02 : Géologie du bassin versant de la Soummam



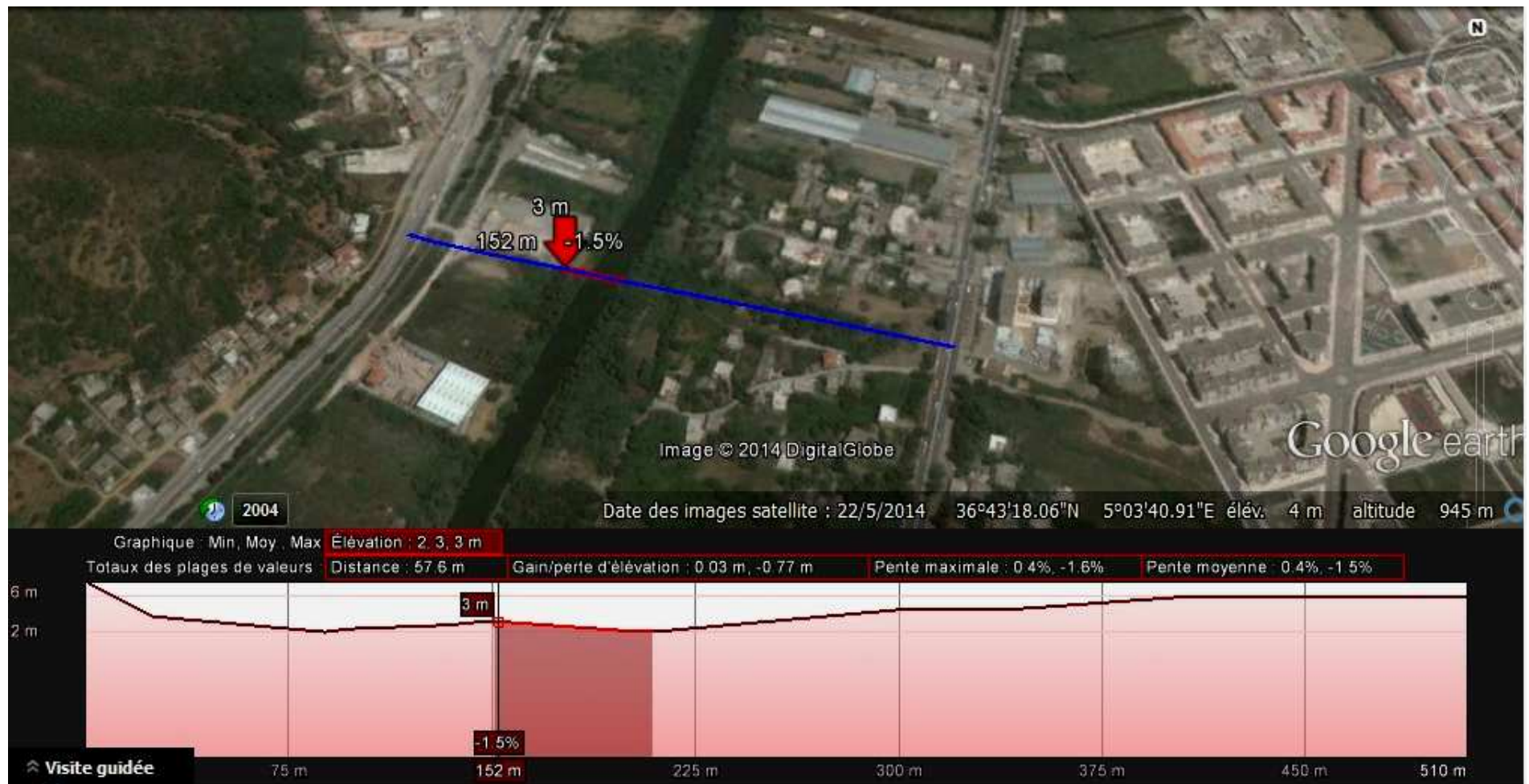
Source :ANRH

Figure N° 29: Oued Soummam : Le lit mineur, profil en travers.



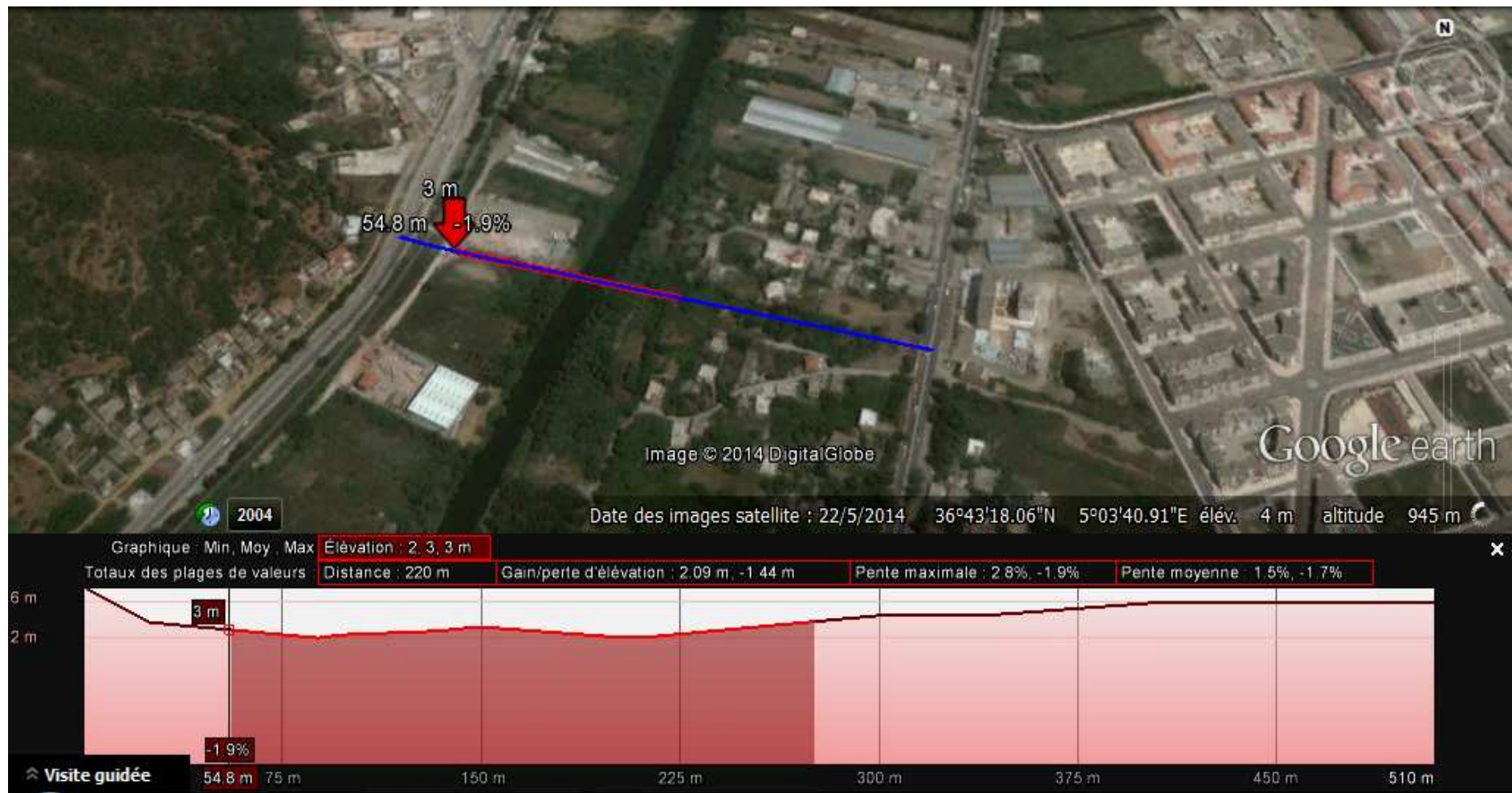
Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Figure N° 30: Oued Soummam : Le lit moyen, profil en travers



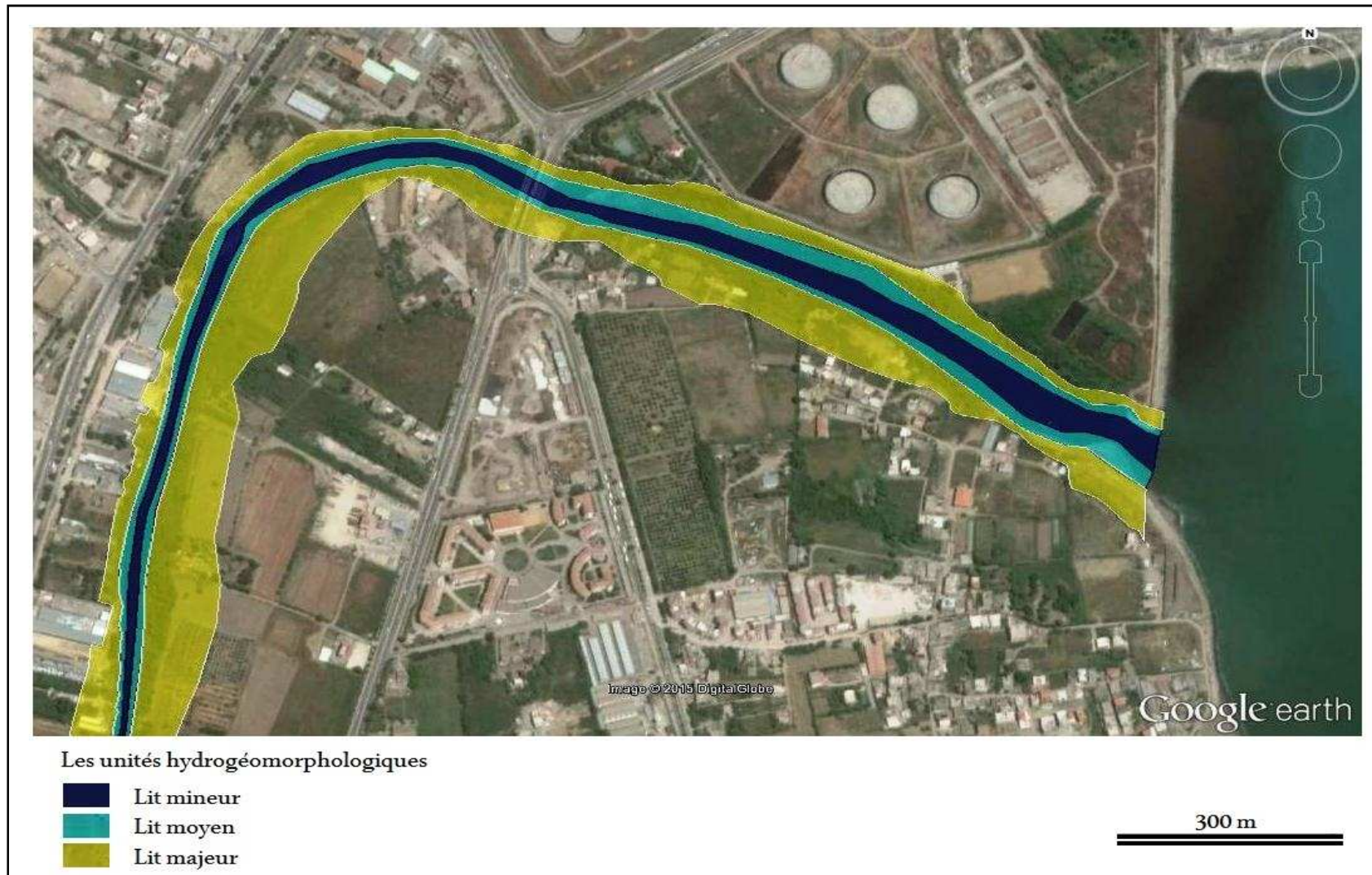
Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Figure N° 31: Oued Soummam : Le lit majeur, profil en travers



Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Figure N°32: Oued soummam : Les unités hydrogéomorphologiques



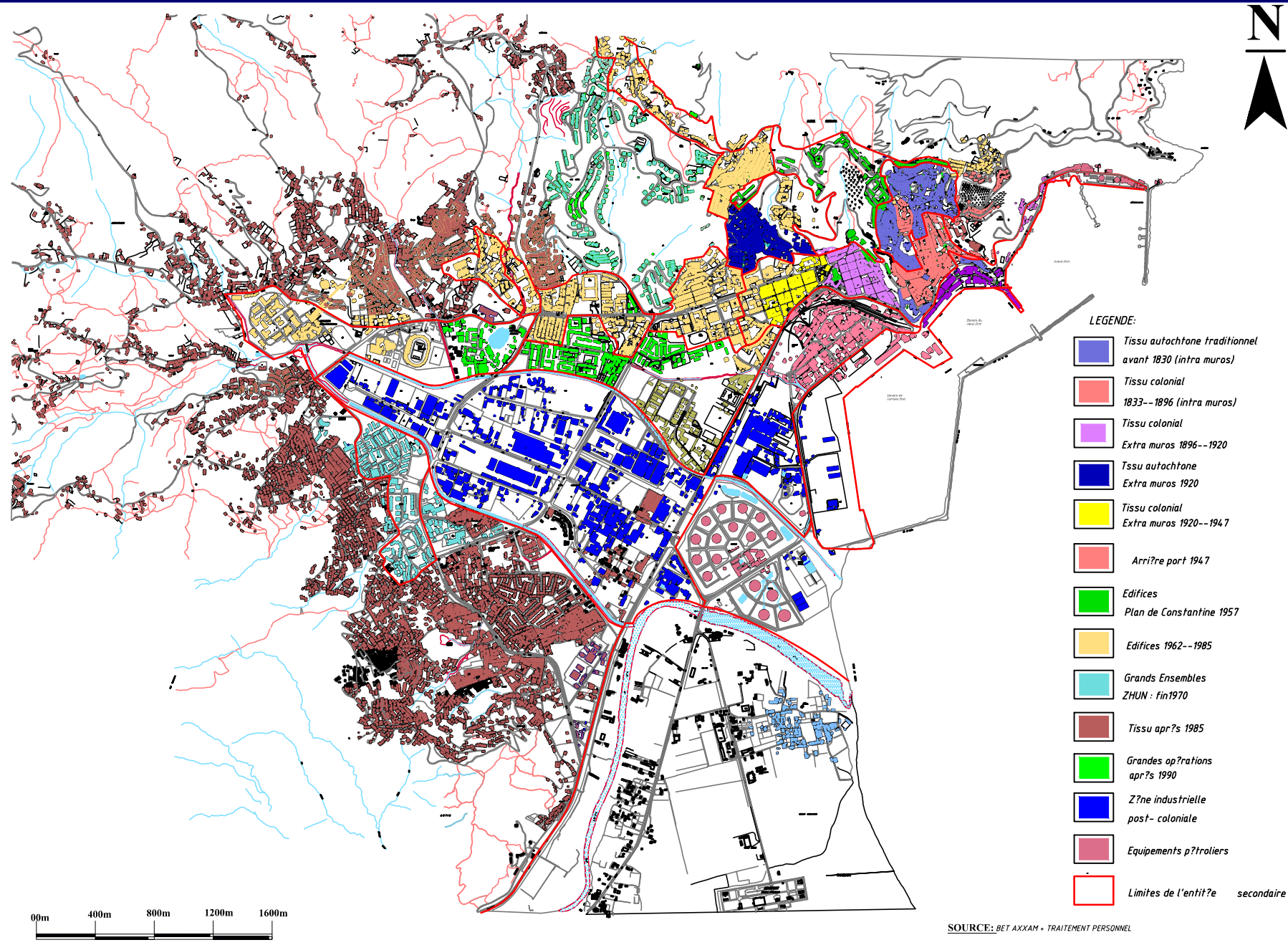
Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Figure N°33: Oued Soummam : profil en long : Sidi Aich-Exutoire (mer)



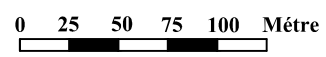
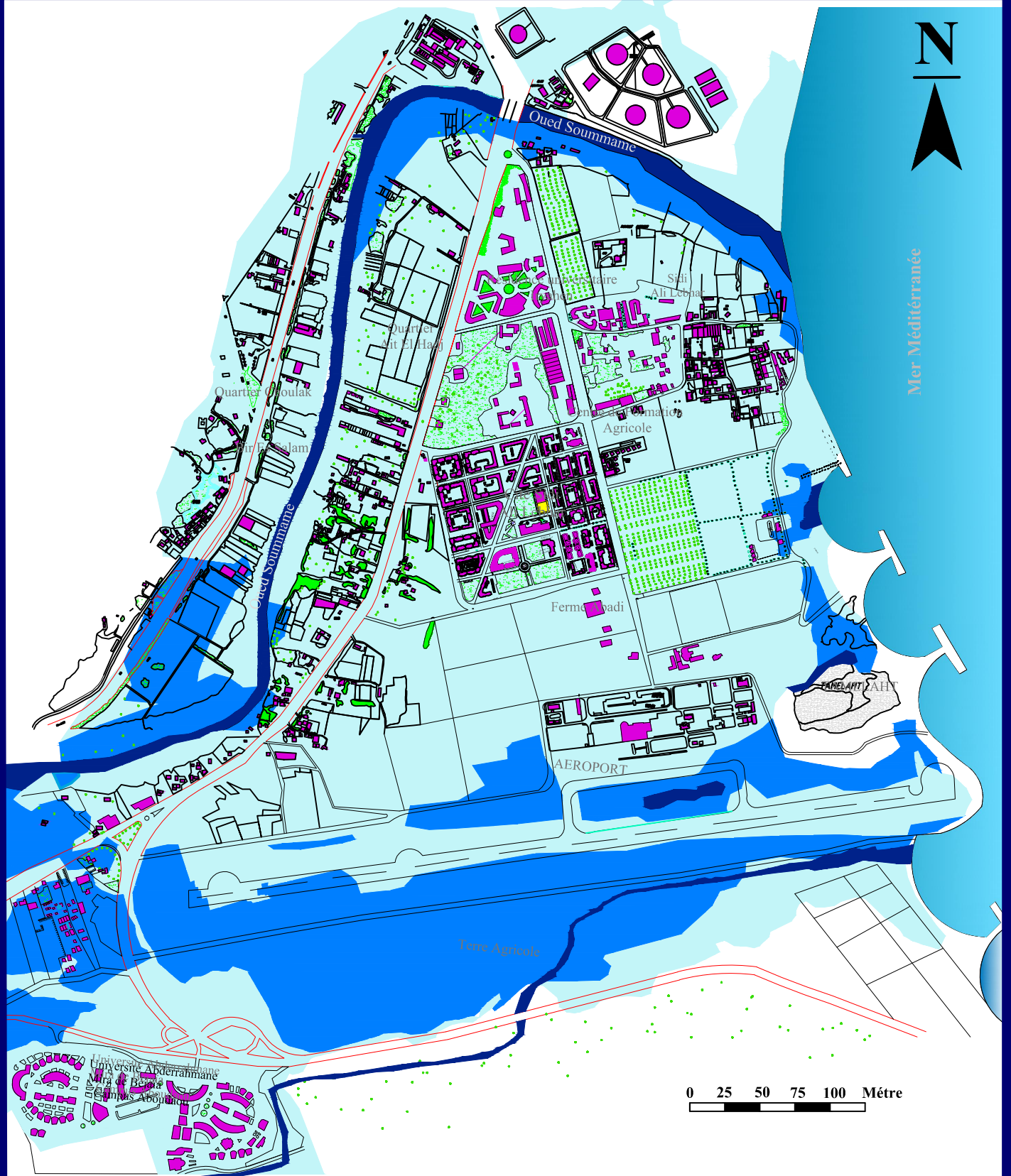
Source : Auteur, travail du terrain (Janvier 2015)

Carte N°03 : Ville de Bejaia: Processus d'urbanisation (Historique)






SOURCE: BET AXIAM + TRAITEMENT PERSONNEL





Carte N° 04: Quartier Iriahène: Hauteurs d'eau (crue de décembre 2002)



Les Hauteurs d'Eau

	de 0 à 2 mètre
	de 2 à 3 mètre
	Plus de 3 mètre

LEGENDE:

	Espaces verts aménagés		Cadres Batis
	Arbres fruitiers		Terres agricoles

RESUME

De nos jours, les catastrophes naturelles sont devenues très fréquentes, très graves et touchent n'importe quel point sur la terre ; et ce, en raison du changement climatique, de la croissance démographique et de l'urbanisation rapide. L'Algérie est l'un des pays confrontés à ces phénomènes, qui provoquent généralement des catastrophes destructrices et d'importants dégâts matériels et humains ; Ceci s'explique par la présence d'une forte urbanisation au près des cours d'eau et la non prise en compte des risques naturels dans la gestion de l'espace. Ce qui a conduit à un développement de l'urbanisation sur tous types d'espaces géographiques ignorant les dangers qu'ils peuvent présenter. Aujourd'hui, la ville de Bejaia, notamment la zone d'Iriahène, ne fait pas exception, elle s'avère un bon exemple à étudier.

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la gestion des villes et la prévention des risques d'inondation. Elle traite la prise en compte des risques dans l'aménagement de l'espace, la réduction de la vulnérabilité, ainsi, la détermination et la délimitation des zones à risques. En effet, la réalisation d'un modèle d'étude des risques « inondation », dans le bassin versant de la Soummam, nécessite l'étude des paramètres hydrogéologiques, hydroclimatologiques et morphologiques. Une corrélation entre ces aspects et l'état d'aménagement urbain du site permettra de réaliser la carte du zoning du risque.

Pour ce faire, nous avons étudié les inondations en milieu urbain, et présenté une méthodologie de cartographie détaillée des zones inondables à travers l'approche hydrogéomorphologique d'une part, et l'étude de l'occupation du sol de l'autre part. Celle-ci pouvant entre autre servir de base à l'élaboration d'un Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI), pour la gestion de l'urbanisation et la planification des futurs aménagements.

Enfin, Il ne s'agit pas seulement d'analyser et de cartographier les principaux enjeux et aléas, mais aussi, d'intégrer la question de la vulnérabilité en amont des réflexions d'aménagement. L'enjeu donc, est de comprendre la composante « urbanisation-inondation » afin d'envisager comment la société urbaine peut s'y adapter.

MOT CLES :

Urbanisation, Inondation, Cartographie, Zonage, Iriahène, PPRI, Aménagement, Oued Soummam.