

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة عين تيموشتنت  
Université d'Ain Témouchent



Institut des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie de l'eau et de l'environnement  
**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master**  
Filière : hydraulique  
Spécialité : hydraulique urbains

Thème

***Délimitation Du Domaine Public et  
Hydraulique D'oued Tamazoura Wilaya d'Ain  
Témouchent***

Soutenu le: 06/07/2023

**Par :**  
**Mr ABABOU HABIB**  
**Mr BOUFELDJA MILOUD**

Devant le jury composé de :

|            |                            |            |              |
|------------|----------------------------|------------|--------------|
| <b>Mme</b> | <b>BENCHEKOR HASSIBA</b>   | <b>MAA</b> | présidente   |
| <b>Dr</b>  | <b>BAGHLI NAOUAL</b>       | <b>MCA</b> | Examinatrice |
| <b>Mr</b>  | <b>NEHARI ABDERRAHMANE</b> | <b>MAA</b> | Encadreur    |
| <b>Dr</b>  | <b>GUEMOU BOU ABDALLAH</b> | <b>MCB</b> | Co-encadreur |

Année universitaire 2022/2023

# Remerciement

*Au nom de ce projet de fin d'étude, nous tenons à exprimer tout notre respect à notre encadreur : **Mr Nehari Abderrahmane** de nous avoir orienté par ses conseils judicieux.*

*Nos vifs remerciements à nos examinateurs de nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner et de discuter ce modeste travail.*

*Nous n'oublions pas de remercier aussi l'ensemble des enseignants du Département de Génie de l'eau et de l'environnement, **Benaicha.M, Guemou.B, Baghli.N, Benchekour.H et Bergane.C***

*Nous tenons à remercier aussi Tous les cadres de la société **HPE** et un remerciement spéciale à **Mr Addada Boukhatem**.*

*Un remerciement spéciale à **Mr Lamri R** et à mes collègues de la DRE de Ain Temouchent*

## Dédicace

*En signe de respect et de reconnaissance, je dédie ce modeste travail :*

*A la mémoire de Mon père ; **Boulenouar***

*A la mémoire de mes deux frères ; **Mohamed Et Yamine.***

*A ma très chère mère ; **Fatima***

*A ma **femme** et à mes enfants ; **Hidayat, Malek et Mahdi** et je leurs dit excusez-moi d'avoir pris beaucoup de votre temps pour réaliser ce modeste travail.*

*A toute ma famille,*

*A mon binôme Mr **Boufeldja Miloud** de Mécheria,*

*A toute mes amis de la direction des ressources en eau de la Wilaya d'Ain Témouchent et en particulier **Mr Benzerbaj.y et Benmia.K***

*A toute la promotion **2018.***

**Mr ABABOU-HABIB**

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail Spécialement à mes très **chères parents** pour leurs Sacrifices, leurs amour, leurs Aide et leurs soutien et me voir ainsi arriver à ce **Que je suis devenu aujourd'hui.***

*A mon binôme **Mr ABABOU-HABIB***

**BOUFELDJA MILOUD**

# Table de matières

|  |    |
|--|----|
| <b>Résumé</b> .....  | 01 |
| <b>Introduction générale</b> .....   | 04 |
| <b>CHAPITRE I : DEFINITION DES INONDATIONS</b>   |    |
| I 1) Définition de la crue .....   | 05 |
| I 2) Définition des inondations .....  | 05 |
| I 2. a) Inondation pluviale.....   | 05 |
| I 2. B) Inondation fluviale .....  | 05 |
| I 2. c)Inondation côtière .....  | 05 |
| I 3) Les causes entrainant des inondations .....   | 05 |
| I 4) Les différents types d'aménagement pour lutter contre les inondations .....   | 08 |
| I 4.1) Protection directe .....  | 09 |
| I 4.1.a) Curage .....  | 09 |
| I 4.1.b) Recalibrage .....   | 09 |
| I 4.1.c) Renforcement des ouvrages .....   | 09 |
| I 4.1.d) Réalisation des canaux .....  | 09 |
| I 4.1.e) Protection des berges .....   | 09 |
| I 4.1.f) Endiguement .....   | 09 |
| I 4.2) Protection indirecte .....  | 09 |
| I 4.2.a) Création des canaux périphériques .....   | 09 |
| I 4.2.b) Réalisation des barrages ou seuils .....  | 09 |
| I 4.2.c) Aménagement des bassins versants .....  | 10 |
| I 4.2.d) Recalibrage du cours d'eau .....  | 10 |
| I 4.2.d.1) Les conséquences d'un recalibrage.....  | 11 |
| I 4.2.d.2) Les inconvénients du recalibrage .....  | 11 |
| I 4.2.e) Endiguement du cours d'eau.....   | 11 |
| I 4.2.e.a) Les digues en charge en permanence.....   | 11 |
| I 4.2. e.b) Les digues de protection contre les inondations .....  | 12 |
| I 4.2.e.b.a) Caractéristiques des digues de protection contre les inondations .....  | 13 |
| I 4.2.f) Reboisement .....   | 13 |
| I 4.2.g) Barrage écrêteur.....   | 14 |
| I 4.2.h) Correction torrentielle .....   | 15 |
| I 4.2.i) Les épis .....  | 16 |
| I 4.2.j) Banquette .....   | 16 |
| I 5) Domaine public hydraulique.....   | 17 |
| I 5.1) Domaine public hydraulique naturel selon la loi des ressources en eau et des infrastructures hydraulique 04 septembre 2005 .....    | 17 |
| I 5.2) Domaine public hydraulique artificiel selon la loi des ressources en eau et des infrastructures hydraulique 04 septembre 2005 ..... | 17 |
| I 5.3) Servitude du domaine public hydraulique naturel selon la loi des ressources   |    |

|   |    |
|---|----|
| en eau et des infrastructures hydraulique 04 septembre 2005 .....   | 18 |
| I 5.4) La protection et la prévention des risques d'inondations selon la loi de l'eau<br>4 septembre 2005 ..... | 18 |

## **CHAPITRE II : APERÇU DE LA ZONE D'ETUDE ET RECONNAISSANCE**

### **DES LIEUX**

|  |    |
|--|----|
| II 1) aperçu de la zone d'étude et reconnaissance des lieux.....           | 19 |
| II 1.1) Contexte Géographique De La wilaya.....                            | 19 |
| II 1.2) Situation Géographique De La Commune De tamzoura.....              | 20 |
| II 1.3) limatologie.....   | 20 |
| II 1.3.a) température .....  | 20 |
| II 1.3.b) précipitation.....   | 21 |
| II 1.3.c) humidité relative.....   | 22 |
| II 1.3.d) les vents .....  | 22 |
| II 1.3.e) évapotranspiration potentielle .....                             | 22 |
| II 1.4) conclusion.....  | 23 |
| II 1.5) hydrographie.....  | 23 |
| II 1.6) cadre physique .....   | 25 |
| II 1.7) population.....  | 25 |
| II 1.8) l'habita.....  | 26 |
| II 1.9) le réseau routier .....  | 26 |
| II 1.10) activité industrielle.....  | 27 |
| II 1.11) situation de l'AEP.....   | 27 |
| II 1.11.a) les ouvrages de stockages.....                                  | 28 |
| II 1.12) situation de l'assainissement.....                                | 28 |
| II 1.13) agriculture .....   | 28 |
| II 2) Reconnaissance des lieux.....  | 29 |
| II 2.1) Enquête et historique sur oued tamazoura.....                      | 29 |
| II 2.1.1) Les causes et les origines des inondations en zone d'étude ..... | 29 |
| II 2.1.1.a) Plaines inondables (inondations de plaine).....                | 29 |
| II 2.1.1.b) Inondations de ruissellement .....                             | 30 |
| II 2.1.1.c) Inondations urbaines .....                                     | 30 |
| II 2.1.2) Dispositifs pour lutter contre les inondations (en 2008) .....   | 31 |
| II 2.1.3) laisses des crues sur les différents site.....                   | 31 |
| II 2.1.3.a) Mode opératoire des inscriptions des laisses de crues .....    | 32 |
| II 2.1.3.b) Format des fiches des laisses de crues.....                    | 33 |
| II 2.1.4) infrastructure des ouvrages de protection existant.....          | 40 |
| II 2.1.4.a) réseau routier traversant l'oued.....                          | 40 |
| II 2.1.4.b) les points de rejet constatent .....                           | 41 |
| II 2.1.5) conclusion .....   | 42 |

## CHAPITRE III : HYDROLOGIE

|  |    |
|--|----|
| III Introduction .....   | 43 |
| III 1) Caractéristiques morphométriques du bassin versant d'Oued Tamazoura .....       | 43 |
| III 1.1) Objectif set méthodologie .....   | 43 |
| III 1.2) Situation et localisation du bassin versant d'oued Tamazoura.....             | 43 |
| III 1.2.a) Situation du site du dph dans le bassin versant .....                       | 44 |
| III 1.3) Caractéristiques physiques et leur influence sur l'écoulement des eaux.....   | 45 |
| III 1.4) Notions sur les caractéristiques morphométriques du bassin versant.....       | 45 |
| III 1.5) Organisation du réseau hydrographique.....                                    | 45 |
| III 1.5.a) Coefficient de compacité Kc.....  | 46 |
| III 1.5.b) Rectangle équivalent .....  | 46 |
| III 1.5.c) Altitudes caractéristiques .....  | 46 |
| III 1.5.d). L'indice de pente global $I_g$ .....                                       | 47 |
| III 1.5.e) Dénivelée spécifique .....  | 47 |
| III 1.5.f) La pente moyenne du bassin versant.....                                     | 48 |
| III 1.5.g) Densité de drainage (Dd) .....  | 48 |
| III 1.5.h) Fréquence des cours d'eau .....   | 49 |
| III 1.5.i) Coefficient de Torrentialité.....   | 49 |
| III 1.6) Calcul des caractéristiques morphométriques du bassin de Tamazoura .....      | 49 |
| III2) Temps ce concentration.....  | 52 |
| III.2.a) Formule de Giandotti.....   | 52 |
| III.2.b) Formule de CALIFORNIA.....  | 53 |
| III.2.c) Formule de KIRPICH.....   | 53 |
| III.2.d) Formule de VENTURA.....   | 53 |
| III 3) Climatologie.....   | 53 |
| III 3.1) Température.....  | 54 |
| III 3.2) Pluviométrie.....   | 54 |
| III 3.3) L'évaporation.....  | 54 |
| III 3.4) Vitesse des vents .....   | 55 |
| III 3.5) Humidité .....  | 55 |
| III 3.6) L'indice d'aridité de DEMARTON .....  | 55 |
| III 4) Etude des précipitations .....  | 56 |
| III 4.1) précipitations maximale journaliers .....                                     | 56 |
| III 4.2) Lois d'ajustements.....   | 56 |
| III 4.2.a) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de gumbel.....               | 57 |
| III 4.2.b) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de galton (log-normale)..... | 58 |
| III 5) Etude des Intensités Durées Fréquences.....                                     | 59 |
| III 5.1) Pluies de courte durée .....  | 59 |
| III 5.1) courbe intensité durée fréquence .....  | 61 |
| III 6) Calcul des débits de crues.....   | 61 |

|  |    |
|--|----|
| III 6.1) Méthodes empiriques .....                   | 62 |
| III 6.1.a) Méthode Rationnelle dite synthétique..... | 62 |
| III 6.1.b) Formule de Mallet-Gauthier.....           | 63 |
| III 6.1.c) Formule de Giandotti.....                 | 63 |
| III 6.1.d) Formule de Sokolovsky.....                | 63 |
| III 6.1.e) Formule de Turaza.....                    | 64 |
| III 6.2) Hydrogramme des crues.....                  | 64 |
| III 6.3) Volumes des crues fréquentielles.....       | 67 |

## **CHAPITRE IV : MODELISATION ET CARTOGRAPHIE**

|  |     |
|--|-----|
| IV) introduction.....  | 68  |
| IV 1) modélisation .....   | 68  |
| IV 1.1) rappel des résultats hydrologiques.....                        | 68  |
| IV 1.2) Intégration des données dans le model hydraulique.....         | 71  |
| IV 1.2.1) Modélisation des inondations.....                            | 71  |
| IV 1.2.2) Choix du model hydraulique.....                              | 71  |
| IV 1.2.3) Concepts .....   | 72  |
| IV 2) présentation du logiciel Hec Ras .....                           | 73  |
| IV 2.1) Définition .....   | 73  |
| IV 2.2) Les équations utilisées par le logiciel.....                   | 75  |
| IV 2.3) la démarche de la modélisation.....                            | 76  |
| IV 2.4) Présentation du programme Civil3D ras flipper.....             | 77  |
| IV 2.5) Les étapes de travail avec HEC-RAS.....                        | 78  |
| IV. 3) Modélisation et cartographie cas pratique : oued Tamazoura..... | 85  |
| IV 3.1) Modélisation.....  | 85  |
| IV 3.2) Résultats et interprétation.....                               | 88  |
| IV.3.3) Cartographie.....  | 99  |
| <b>Conclusion Générale Et Recommandations :</b> .....                  | 105 |

## **LISTE DES TABLEAUX**

|   |    |
|---|----|
| Tableau 2.1 : Répartition Mensuelle des températures moyenne<br>Station d'Es-Senia Période (1990-2021)..... | 21 |
| Tableau2.2 : Répartition Mensuelle des précipitations Station d' Es-Senia<br>Période (1990-2021).....       | 21 |
| Tableau 2.3: Série de la pluie journalière maximale.....  | 21 |
| Tableau 2.4 : Humidités mensuelles (1990-2021).....   | 22 |
| Tableau 2.5 : Moyennes des vents (1990-2005).....   | 22 |
| Tableau 2.6 : Normales d'Evaporation Potentielle enregistrées<br>Dans la région d'étude ORAN.....           | 23 |

|  |    |
|--|----|
| Tableau 2.7: Caractéristiques du BV d'Oued Tamazoura.....  | 24 |
| Tableau 2.8 : La situation démographique donnée.....   | 26 |
| Tableau 2.9 : Bilan d'application du PDAU de 1998 pour l'ACL Tamazoura .....                                 | 26 |
| Tableau 2.10 : caractéristiques du réseau routier.....   | 26 |
| Tableau 2.11 : les ouvrages de stockages .....   | 28 |
| Tableau 2.12 : Répartition générale des terres (ha).....   | 29 |
| Tableau 2.13 : fiche de plus hautes eaux n°01.....   | 34 |
| Tableau 2.14 : fiche de plus hautes eaux n°02.....   | 35 |
| Tableau 2.15 : fiche de plus hautes eaux n°03.....   | 36 |
| Tableau 2.16 : fiche de plus hautes eaux n°04.....   | 37 |
| Tableau 2.17 : fiche de plus hautes eaux n°05.....   | 38 |
| Tableau 2.18 : fiche de plus hautes eaux n°06.....   | 39 |
| Tableau 2.19 : fiche de plus hautes eaux n°07.....   | 40 |
| Tableau 3.1 : coordonnées du DPH sur Oued Tamazoura.....   | 45 |
| Tableau 3.2 : Classification du relief selon $I_g$ par L'orstom.....   | 47 |
| Tableau 3.3 : Classification du relief selon $D_s$ .....   | 48 |
| Tableau 3.4 :Caractéristiques Morpho-métriques : Bassin Principal de l'oued Tamazoura....                    | 51 |
| Tableau 3.5 : résultat de calcul du temps de concentration.....  | 53 |
| Tableau 3. 6 : Répartition Mensuelle des températures<br>moyenne Station d'Es-Senia Période (1990-2021)..... | 54 |
| Tableau 3. 7 : Répartition Mensuelle des précipitations Station d' Es-Senia<br>Période (1990-2021).....      | 54 |
| Tableau 3. 8 : Normales d'Evaporation Potentielle enregistrées<br>dans la région d'étude Oran.....           | 54 |
| Tableau 3.9 : Moyennes des vents (1990-2005).....  | 55 |
| Tableau 3.10 : Humidités mensuelles (1990-2021).....   | 55 |
| Tableau 3.11: Série de la pluie journalière maximale.....  | 56 |
| Tableau 3.12 : Caractéristiques de l'échantillon.....  | 57 |
| Tableau 3. 13 : Ajustement de la loi-Gumbel aux pluies journalières maximales.....                           | 57 |
| Tableau 3.14 : Caractéristiques de l'échantillon.....  | 58 |
| Tableau 3.15 : Ajustement de la loi-galton aux pluies journalières maximales.....                            | 59 |
| Tableau 3. 16 : Résultats des Intensités Durées Fréquences en mm de durée T.....                             | 60 |
| Tableau 3.17 : Récapitulatif des évaluations des débits de pointe fréquentiels.....                          | 64 |
| Tableau 3.18 : Récapitulatif des évaluations des débits de pointe fréquentiels.....                          | 66 |
| Tableau 3.19 : Volumes de crue Fréquentiels correspondants en hm <sup>3</sup> .....                          | 68 |
| Tableau 4.1 : Présentation des sous Bassins Versant.....   | 68 |
| Tableau 4.2: Résultats de calculs des débits de crues des différentes fréquences.....                        | 69 |
| Tableau 4.3 : Récapitulatif des évaluations des débits de pointe fréquentiels.....                           | 69 |
| Tableau 4.4 : Valeurs du coefficient n de Manning.....   | 79 |
| Tableau 4.5 : Résultat de la simulation Pour T=10 ans et Q= 116.02 m <sup>3</sup> /s.....                    | 89 |
| Tableau 4.6 : Résultat de la simulation Pour T=20 ans et Q= 133.96 m <sup>3</sup> /s.....                    | 91 |

|   |     |
|---|-----|
| Tableau 4.7 : Résultat de la simulation Pour T=50 ans et Q= 157.52m <sup>3</sup> /s.....    | 93  |
| Tableau 4.8 : Résultat de la simulation Pour T=100 ans et Q= 175.45 m <sup>3</sup> /s.....  | 95  |
| Tableau 4.9 : Résultat de la simulation Pour T=1000 ans et Q= 237.34 m <sup>3</sup> /s..... | 97  |
| Tableau 4.10 : listing des ouvrages et habitations touchées par le D.P.H.....               | 101 |

## **LISTE DES FIGURES**

|  |    |
|--|----|
| Photo1.1 : rupture d'une digue en californie (année 2005).....                         | 6  |
| Photo1.2 : Inondation à El Amria (2010) –oued Sidi Baroudi.....                        | 7  |
| Photo1.3 : Oued Sidi Baroudi (2010).....   | 7  |
| Photo1.4 : Oued Ouizert à OuledTaoui (2015).....                                       | 8  |
| Photo1.5 : Oued Ouizert à OuledTaoui (2015).....                                       | 8  |
| Figure 1.6 : Recalibrage d'un cours d'eau .....  | 10 |
| Figure 1.7 : Digue de navigation en charge en permanence .....                         | 12 |
| Figure 1.8 : Positions de la digue par rapport aux cours d'eau .....                   | 12 |
| Figure1.9 : Digue enroché .....  | 13 |
| Figure 1.10 : Aménagement des berges de l'oued contre le glissement .....              | 14 |
| Figure1. 11 : Schéma de fonctionnement d'un barrage écrêteur de crue.....              | 14 |
| Figure1. 12 : Correction torrentielle dans la région de Tlemcen.....                   | 15 |
| Figure1. 13 : Implantation des épis .....  | 16 |
| Figure 1.14 : Technique de banquettes .....  | 17 |
| Figure 2.1 Situation géographique de la wilaya d'Ain Témouchent.....                   | 19 |
| Figure 2.2 Situation géographique de la commune de Tamazoura.....                      | 20 |
| Figure 2.3 Délimitation du bassin versant de oued Tamazoura.....                       | 24 |
| Figure 2.4 Plaines inondables.....   | 29 |
| Figure 2.5 Inondations de ruissellement .....  | 30 |
| Figure 2.6 Inondations urbaines .....  | 31 |
| Figure 2.7:Dépôt de sédiments fins (boues) déposés au niveau du pont.....              | 32 |
| Figure 2.8 : Niveau d'eau 1.64 m d'une crue en 1985 d'une ancienne maison ruinée.....  | 34 |
| Figure 2.9 : Niveau d'eau 1.40 m d'une crue dont l'année n'est pas enregistrée .....   | 35 |
| Figure 2.10: Niveau 3.16 m d'eau d'une crue dont l'année n'est pas enregistrée.....    | 36 |
| Figure 2.11 : Niveau d'eau 05 m d'une crue en 1988 au niveau du pont de Tamazoura..... | 37 |
| Figure 2.12: Niveau d'eau 04 m dont l'année n'est pas enregistrée.....                 | 38 |
| Figure 2.13 : Niveau d'eau 3.80 m dont l'année n'est pas enregistrée.....              | 39 |
| Figure 2.14 : Niveau d'eau 03 m dont l'année n'est pas enregistrée.....                | 40 |
| Figure 2.15 : Traversée d'un RN 108 avant aménagement d'Oued Tamazoura.....            | 40 |
| Figure 2.16 : Traversée d'un RN 108 après aménagement d'Oued Tamazoura.....            | 41 |
| Figure 2.17: Points des rejets sur l'Oued.....   | 41 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 3.1 : Carte 1. Situation du bassin - selon découpage ANRH.....                                   | 44 |
| Figure 3.2 : Carte 02 . Bassin versant de l'Oued Tamazoura et altitudes.....                            | 50 |
| Figure 3.3 : Carte 03 . Résultats graphique d'ajustement des Pjmax (Loi Gumbel).....                    | 58 |
| Figure 3.4 : Carte 04 . Résultats graphique d'ajustement des Pjmax (Loi GALTON).....                    | 59 |
| Figure 3.5 : Carte 05 . Courbe intensité-durée-fréquence.....   | 61 |
| Figure 3.6 : Carte 06 . Hydrogramme de crues Bassin de Tamazoura.....                                   | 67 |
| Figure 4.1 : Vues en section en travers et en plan d'une zone inondable.....                            | 73 |
| Figure 4.2 : Fenêtre représente les barres d'outils du logiciel Hec Ras.....                            | 74 |
| Figure 4.3 : Conservation de la charge entre deux sections.....   | 75 |
| Figure 4.4 : Les différentes étapes pour définir le tracé de notre cours d'eau.....                     | 77 |
| Figure4.5: Civil3d Hec-Ras Flipper.....   | 78 |
| Figure4.6 : Profil en long d'oued par HEC-RAS.....  | 83 |
| Figure4.7 : Profil en travers d'oued par HEC-RAS au niveau de section RS=4300.....                      | 84 |
| Figure4.8 : La variation de la vitesse dans l'oued.....   | 84 |
| Figure4.9 : Courbe de tarage (hauteur-débit) au niveau de section RS=4300.....                          | 85 |
| Figure 4.10 : Intégration de l'ouvrage de franchissement dans le modèle hydraulique<br>(Ouvrage 1)..... | 86 |
| Figure 4.11 : Localisation de l'ouvrage de franchissement du site avec une coupe<br>en travers.....     | 87 |
| Figure 4.12 : Photo du pont d'oued de Tamazoura.....  | 88 |

### **RESUME** :

- Les inondations sont une catastrophe naturelle. Pour faire face à cette catastrophe plusieurs solutions peuvent être proposées avant, pendant et après leur déclenchement.
- Parmi les solutions avant le débordement des cours d'eau ou canalisation conçues pour l'évacuation des eaux pluviales, le recours aux études préalables s'avère nécessaires pour la protection de la population et terrains agricoles par la projection des aménagements au niveau des cours d'eau en réalisant des canaux à ciel ouvert en dur (béton armé, pierre maçonnée ou pierre mise en béton...) ou par l'implantation des retenues collinaires, petits barrages, barrages écrètes, les corrections torrentielles au niveau du bassin versant à l'amont de la ville.
- Le recours aussi aux études du DDPH (délimitation du domaine public et hydraulique) qui vienne s'imposer pour déclencher le risque des inondations et déployer des solutions adéquates.
- Le tronçon du DDPH de l'oued est caractérisé par un début et une fin dont les coordonnées lambert ou UTM sont présentés sur cartes d'état-major.
- Le DDPH est une étude très détaillé dont il faut lancer à l'échelle nationale qui comprend les prestations à savoir : « reconnaissance et étude préliminaire ; étude hydrologique ; étude topographique ; modélisation du phénomène d'inondation ; étude cartographique et bornage ».
- Pour la modélisation, les débits à prendre en considération pour différentes périodes de retour ( $T=10$  ans,  $T=20$  ans,  $T=50$  ans,  $T=100$  ans et  $T=1000$  ans) sont estimés à l'aide des formules empiriques ou mesurés à l'intérieur du bassin versant de la zone étudié si l'information est disponible.
- Après la modélisation (simulation) du cours d'eau étudié, des zones inondables sont alors délimités sur carte satellitaires ou topographiques et enregistrés comme base de données sur support numérique en format autocad dont l'extension est (.dwg) ou (.kmz).
- En fin, **la servitude de l'oued** est alors conditionnée par la limite de la zone inondable du cours d'eau pour un débit de la centennale  $Q(T=100$  ans) par un bornage bien étudié sur des plans topographiques cadastrés et qui doivent être respectés par les autorités locales et la populations concerné.

### **SUMMARY :**

- Flooding is a natural disaster. To deal with this disaster, several solutions can be proposed before, during and after the onset of flooding.
- Among the solutions before the overflowing of watercourses or canalisation designed for the evacuation of rainwater, the recourse to preliminary studies proves to be necessary for the protection of the population and agricultural grounds by the projection of installations at the level of the watercourses by carrying out channels with open air out of hard (reinforced concrete, masonry stone or stone put in concrete...) or by the installation of hill reservoirs, small dams, dams écréteres, the torrential corrections at the level of the catchment area upstream of the city.
- Recourse should also be had to DDPH studies (delimitation of the public and hydraulic domain), which are essential for identifying the risk of flooding and implementing appropriate solutions.
- The DDPH section of the wadi is characterised by a beginning and an end, the Lambert or UTM coordinates of which are shown on staff maps.
- The DDPH is a very detailed study that needs to be launched on a national scale and includes the following services: "reconnaissance and preliminary study; hydrological study; topographical study; modelling of the flooding phenomenon; cartographic study and demarcation".
- For the modelling, the flows to be taken into consideration for different return periods (T=10 years, T=20 years, T=50 years, T=100 years and T=1000 years) are estimated using empirical formulas or measured within the catchment area of the zone studied if the information is available.
- Once the watercourse has been modelled (simulated), the flood zones are delineated on satellite or topographic maps and recorded as a database on a digital medium in autocad format with the extension (.dwg) or (.kmz).
- Finally, the easement of the wadi is then conditioned by the limit of the flood zone of the watercourse for a flow of the centennial Q(T=100 years) by a well studied demarcation on cadastral topographic plans and which must be respected by the local authorities and the populations concerned.

## ملخص :

الفيضانات كارثة طبيعية للتعامل مع هذه الكارثة، يمكن اقتراح العديد من الحلول قبل وأثناء وبعد تفشيها.

- من بين الحلول السابقة قبل فيضان المجاري المائية أو القنوات المصممة لتفريغ مياه الأمطار ، فإن استخدام الدراسات الأولية يثبت أنه من ضروري لحماية السكان والأراضي الزراعية من خلال تهيئة على مستوى مجاري المياه من خلال إنشاء قنوات مفتوحة (الخرسانة المسلحة ، والبناء الحجري أو الحجر الموضوع في الخرسانة ، وما إلى ذلك) أو عن طريق إنشاء خزانات سطحية ، السدود الصغيرة ، السدود الهادمة لذروة وتصحيحات السيول في أحواض في أفق المدينة.

- استخدام دراسات DDPH (ترسيم حدود المجال العمومي والري) التي تفرض نفسها لتندر بمخاطر الفيضانات ونشر الحلول المناسبة.

- يتميز قسم DDPH للوادي ببداية ونهاية تظهر إحدائيات لامبرت أو UTM على الخرائط العسكرية .  
DDPH هي دراسة مفصلة للغاية يجب إطلاقها على المستوى الوطني والتي تشمل الخدمات وهي: "التعرف والدراسة الأولية دراسة هيدرولوجية؛ دراسة طبوغرافية، محاكاة ظاهرة الفيضانات و دراسة رسم الخرائط وترسيمها"

- بالنسبة للمحاكاة ، يتم تقدير التدفقات التي يجب أخذها في الاعتبار لفترات العودة المختلفة ( $T = 10$  سنوات ،  $T = 20$  سنة ،  $T = 50$  سنة ،  $T = 100$  سنة و  $T = 1000$  سنة) باستخدام المعادلات التجريبية أو قياسها داخل الحوض هيدروغرافي لمنطقة الدراسة إذا كانت المعلومات متوفرة .

-بعد دراسة المحاكاة للمجرى المائي ، يتم تحديد مناطق الفيضان على خرائط الأقمار الصناعية أو الخرائط الطبوغرافية وحفظها كقاعدة بيانات على الدعم الرقمي بتدسيق أوتوكاد الذي يكون امتداده (.dwg) أو (.kmz).

- في النهاية ، يكون حدود الوادي مشروطاً بحد منطقة الفيضان للمجرى المائي لتدفق المئوية  $Q(T = 100$  سنة) بترسيم مدروس جيداً على المخططات الطبوغرافية المسوحة والتي يجب احترامها من قبل السلطات المحلية والسكان المعنيين.

### INTRODUCTION GÉNÉRALE :

Ne pas confondre avec la crue, phénomène d'augmentation du débit d'un cours d'eau n'entraînant pas nécessairement d'inondation.

Une inondation est une submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace par de l'eau liquide.

En Algérie, les terres sont soumises à des inondations répétées dont les conséquences se traduisent par la dégradation des voies de communication, l'inondation des terres agricoles occupant les dépressions et les terrasses alluviales, et parfois même par l'inondation de certaines agglomérations entraînant quelque fois des pertes humaines.

Les inondations des agglomérations résultent de pluies torrentielles dont les effets sont souvent amplifiés par les facteurs naturels du relief et d'autres facteurs liés à une urbanisation anarchique (construction en zones inondables) et non maîtrisées (manque d'entretien des réseaux d'assainissement), bassin versant dénudé, passage de feux de forêts sur le versant....

Les inondations en Algérie sont rarement dues à des perturbations météorologiques de grande envergure mais sont le plus souvent causées par des orages localisés. Ces orages sont souvent accompagnés de pluies torrentielles qui ne durent pas longtemps mais qui peuvent être d'une extrême violence en provoquant des ruissellements importants qui entraînent une érosion intense et des inondations. En moyenne, on enregistre plus de **30 cas** d'inondations par an.

Une étude de délimitation du domaine public et hydraulique d'un oued est faite sur la base des études scientifiques (topographique, hydrologique et hydraulique) en se référant aux événements pluviaux antérieurs pour caler les limites le plus fidèlement possible à leur exacte position.

L'opération de délimitation du **DPH**, consacrée par un acte administratif, permet d'assurer la protection du **DPH naturel**.

Elle aura essentiellement comme objectif :

- Préserver les conditions naturelles des écoulements ;
- Préciser les limites naturelles de ce domaine par rapport aux propriétés limitrophes ;
- Garantir leur protection contre les empiétements, occupations, dégradations et/ou réalisation de puits ou forages ;
- Protéger le domaine contre toute pollution ou dépôts de matières de toutes natures ;
- Protéger le domaine de toutes extractions de matériaux ;
- Mieux gérer les demandes d'utilisation du DPH ; notamment pour une occupation temporaire ;
- Elle permet également l'établissement des servitudes d'intérêt général au profit du domaine public délimité ;
- Actionner sur des bases légales la police de la conservation du domaine public.

*CHAPITRE I :*  
*DEFINITION DES INONDATIONS*

Les inondations, considérées comme catastrophe naturelle, se produisent à cause de plusieurs facteurs et dont les conséquences sont, parfois, très néfastes. Dans cette partie, nous allons aborder les notions de crue, d'inondations ainsi que les causes, conséquences de ces inondations et enfin les solutions envisageables.

**I.1. Définition de la crue :**

La crue est une forte augmentation du débit et de la hauteur d'eau en écoulement d'un fleuve, d'une rivière, d'un cours d'eau. Cette crue se manifeste par le débordement du lit mineur du cours d'eau entraînant des dommages, suite aux inondations, des zones plus au moins éloignées des rives.

La crue est caractérisée par :

- Sa durée
- Sa fréquence
- Sa vitesse d'augmentation
- Sa soudaineté de réalisation en un lieu donné
- Son ampleur
- Sa vitesse de propagation (onde de crue)

La crue est suivie d'une décrue (baisse du niveau d'eau) jusqu'au retour de l'écoulement dans le lit mineur du cours d'eau.

**I 2) Définition des inondations :**

Une inondation est une occupation massive (submersion) par l'eau de zones auparavant sèches. D'après les statistiques, on estime que les inondations sont la catastrophe naturelle la plus meurtrière de la planète (au cours du 20ème siècle, on considère que 3,2 millions de personnes ont perdu la vie à la suite d'inondations), ce qui représente plus de la moitié des victimes de catastrophes naturelles au cours de la même période.

Il existe différents types d'inondations, pouvant être classés comme suit :

**I 2.a) Inondation pluviale :** se produit à la suite de fortes précipitations concentrées dans une zone particulière.

**I 2. B) Inondation fluviale :** se produit lorsque l'eau d'une rivière déborde et atteint les terres situées près du lit de la rivière.

**I 2. c) Inondation côtière :** se produit suite à des vents violents (exemple un cyclone de tempête).

**I 3) Les causes entraînant des inondations :**

De multiples facteurs ou causes sont à l'origine d'inondations tels que les phénomènes météorologiques naturels, les constructions humaines, les activités humaines ou encore le changement climatique. Dans ce paragraphe, nous allons citer quelques causes qui sont à l'origine d'inondations :

Débordement direct d'un cours d'eau dans son lit majeur suite à de fortes précipitations  
Accumulation des eaux de ruissellement suite à des précipitations abondantes, aggravée par l'absence de réseau de drainage des eaux pluviales.

Sous-dimensionnement des réseaux d'eaux pluviales existants (problème d'étude)

Mauvais entretien des réseaux d'eaux pluviales par les gestionnaires (ONA, APC,...)

Rupture d'un ouvrage de génie civil, comme un barrage ou une digue (manque d'entretien ou défaut de conception)



Photo1.1-RUPTURE D'UNE DIGUE EN CALIFORNIE (ANNEE 2005)

Divers obstacles constatés sur les cours d'eau, tels que les traversées d'oued par des conduites d'AEP ou d'assainissement, les ouvrages busés (sous-dimensionnés) réalisés par la DTP au niveau des traversées de route sur les cours d'eau, les dépôts de déchets solides et matériaux de construction évacués par l'homme vers les cours d'eau.

Changement d'itinéraire des cours d'eau par l'homme Diverses constructions dans les villes dans les zones trop proches des oueds.

Déforestation : en raison des activités humaines, les forêts sont massivement coupées, ce qui constitue un gros problème, car la végétation retient de grandes quantités d'eau, qu'elle libère même après la fin des précipitations

Manque des études poussées d'aménagement des bassins versants pour protéger les villes contre les inondations ; ces études concernent :

- Etudes hydrologiques et d'aménagement des cours d'eau traversant les tissus urbains
- Etudes des retenues collinaires ou petits barrages
- Etudes de corrections torrentielles
- Etudes des barrages écrêteurs pour le laminage des crues



Photo1.2 : Inondation à El Amria (2010) –oued Sidi Baroudi



Photo1.3 : Oued Sidi Baroudi (2010)



Photo1.4 : Oued Ouizert à OuledTaoui (2015)



Photo1.5 : Oued Ouizert à OuledTaoui (2015)

#### **I.4) Les différents types d'aménagement pour lutter contre les inondations :**

La prévention des risques et la protection des populations nécessitent que soient prises des mesures collectives et des mesures individuelles.

La maîtrise de l'urbanisation s'exprime au travers des plans de prévention des risques naturels (PPR) qui :

-interdit la construction dans les zones les plus exposées ou qui présentent un intérêt pour le laminage des crues

-réglemente la construction dans les zones modérément inondables, en fixant par exemple une cote de plancher à respecter au-dessus du niveau de la crue de projet (cote de mise hors d'eau).

-La protection collective:

- aménagement du cours d'eau
- aménagement du BV

Pour empêcher ces 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. Ces protections peuvent être réparties en deux groupes : directes et indirectes.

**I 4.1) Protection directe :**

La protection directe consiste à intervenir directement sur le site menacé par la mise en œuvre des actions suivantes :

**I 4.1.a) 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 la débitance.

**I 4.1.b) 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.

**I 4.1.c) Renforcement des ouvrages :** de franchissements des Oueds et modification de leurs caractéristiques et des systèmes existants en cas de leur insuffisance (ponts, dalots, buses...).

**I 4.1.d) Réalisation des canaux :** permettant de régénérer le couloir initial de l'oued. Cette solution est indispensable dans le cas où le lit de l'oued et son domaine hydraulique ont été complètement occupé par des bâtiments ou par la voirie.

**I 4.1.e) 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.

**I.4.1.f) 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.

**I 4.2) Protection indirecte :**

La protection indirecte par contre, consiste à intervenir plus loin des sites menacés, à l'extérieur du périmètre d'aménagement, en réalisant des ouvrages sur les oueds responsables des inondations :

**I 4.2.a) Création des canaux périphériques :** de dérivation des eaux vers les oueds 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.

**I 4.2.b) Réalisation des barrages ou seuils :** pour stockage et laminage des crues à l'amont des zones menacées. Le volume et la capacité de laminage du barrage devront être optimisés de manière à répondre au-mieux à la protection envisagée.

**I 4.2.c) Aménagement des bassins versants :** contre l'érosion par des méthodes biologiques et/ou par la construction de seuils en gabions qui permettent la réduction des vitesses d'écoulement et le dépôt des sédiments en amont.

**I 4.2.d) Recalibrage du cours d'eau :**

Le principe du recalibrage consiste à augmenter la débitante du lit mineur en augmentant la section d'écoulement par élargissement du lit, approfondissement ou les deux.

Le recalibrage des cours d'eau est probablement l'un des types d'intervention les plus fréquemment réalisés. Ce type de travaux hydrauliques a été mis en œuvre très anciennement dans les zones urbaines et périurbaines, souvent accompagné d'endigements étroits, pour réduire la fréquence des inondations.

Il a été utilisé de manière quasi systématique dans les zones rurales, particulièrement au cours des années 1950 à 1980, pour diminuer la fréquence de submersion des terres agricoles, notamment celles exploitées en maïs, céréale très peu résistante à la submersion.

- La rectification du lit mineur ;
- La protection des berges contre l'érosion ;
- La suppression de la ripisylve (systématique sur au moins l'une des deux berges) ;
- L'endiguement « rustique » (merlon réalisé avec les déblais du recalibrage)

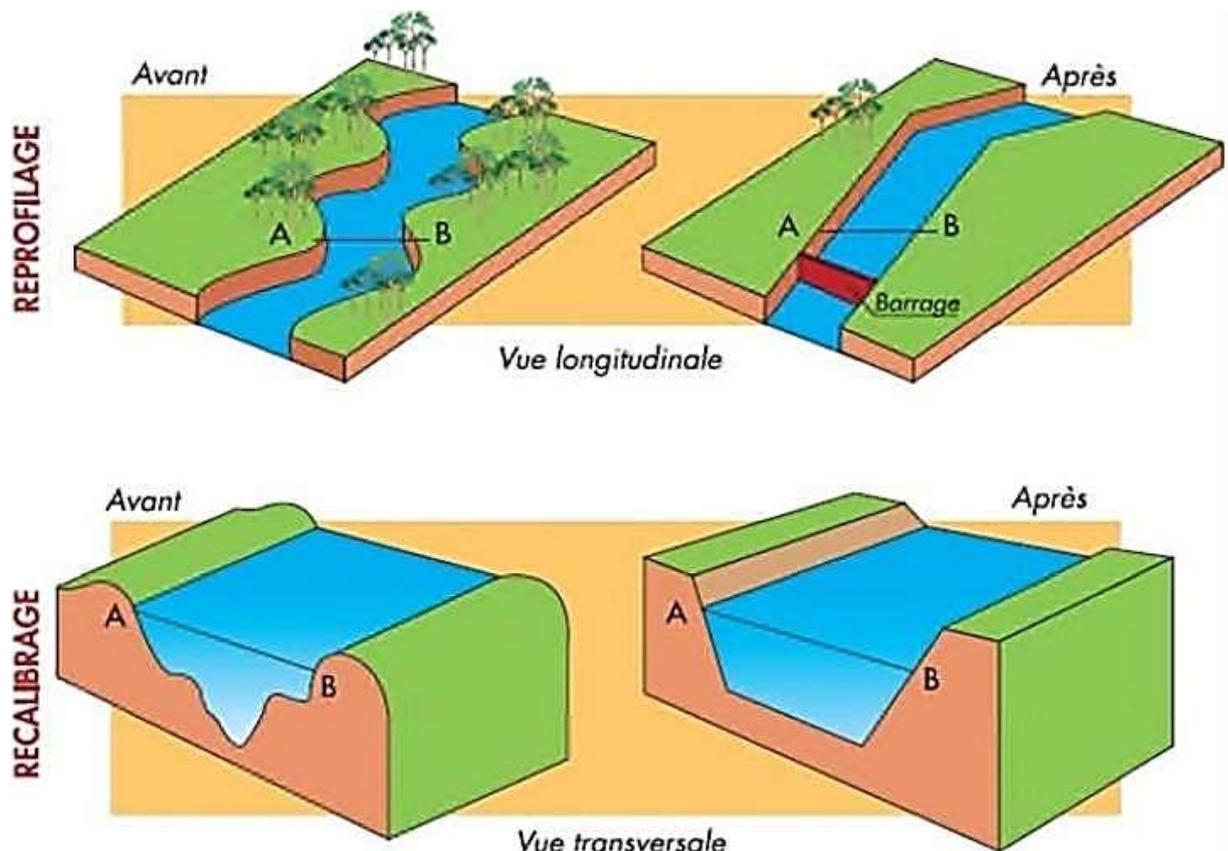


Figure 1.6 : Recalibrage d'un cours d'eau

Ce type de travaux hydrauliques a été mis en œuvre très anciennement dans les zones urbaines et périurbaines, souvent accompagné d'endigements étroits, pour réduire la fréquence des inondations (diminuer la fréquence des submersions).

**I 4.2.d.1) Les conséquences d'un recalibrage :**

**a) Sur les débits de pointe :**

Un recalibrage a forcément pour conséquence de diminuer localement la fréquence des submersions et donc de diminuer l'effet de laminage des crues par épandage dans le lit majeur.

**b) Morphologiques pour le profil en long :**

Les conséquences sur le profil en long d'un recalibrage avec risberme sont analogues. Si la risberme est fréquemment inondée, elle est l'objet de dépôts fins ou grossiers et se surélève. Lorsque des vieux seuils sont supprimés, une érosion régressive s'en suit ainsi qu'un exhaussement aval.

**c) Morphologiques pour les berges :**

Un recalibrage s'accompagne souvent, comme on l'a vu, d'un enlèvement important de la végétation, ce qui accroît la sensibilité des berges à l'érosion.

De plus, un recalibrage entraîne une augmentation de la vitesse de l'eau. Une conséquence directe est l'accroissement de l'érosion en rive concave. Il faut aussi noter que l'augmentation des vitesses infléchit vers l'aval le courant dans les coudes.

Comme on trouve une autre conséquence est l'augmentation de la rapidité de la décrue. La stabilité au glissement des berges est donc affectée. Les solutions sont :

-L'adoption de pentes de berges suffisamment douces pour améliorer la tenue au glissement.

-La pose de matériaux plus résistants dans les coudes les plus prononcés.

-Et chaque fois qu'il est possible le maintien des arbres ou au moins des souches et le maintien des seuils existants.

**I 4.2.d.2) Les inconvénients du recalibrage :**

Parmi les inconvénients de cette technique on trouve :

-Aggravation des inondations au débouché dans un tronçon aval non rééquilibré.

-Evacuation accélérée : moindre recharge des nappes en crue.

-Déconnexion des annexes fluviales, perturbation du cycle de reproduction de certaines espèces.

-Perturbation du transport solide : érosions et/ou dépôts.

-Augmentation des contraintes hydrauliques en crue.

**I 4.2.e) Endiguement du cours d'eau :**

Une digue est une construction établie dans le but de contenir des eaux ou de se protéger de leurs effets Cette définition est d'une portée générale et englobe tous les types de digues, existants. Les digues peuvent avoir deux fonctions principales : dériver l'eau et/ou canaliser ou protéger contre l'inondation. Ainsi, le parc français de digues est composé de deux grandes familles de digues :

**I 4.2.e.a) Les digues en charge en permanence :**

Une digue en charge en permanence est sollicitée en situation normale d'exploitation par la charge hydraulique. Ce cas correspond aux digues de navigation ou aux digues de dérivation pour certaines industries (hydroélectricité, nucléaire...).

Les digues de navigation le long des canaux à grand gabarit sont relativement récentes et en bon état. Par contre, les digues de navigation le long des canaux de plus petit gabarit sont

plutôt anciennes, une partie d'entre elles datant du 19<sup>e</sup> siècle. Les ouvrages sont donc hétérogènes et assez mal connus des gestionnaires, et on note environ 10 ruptures par an, en moyenne, le long des 6700 km de canaux navigables. Les digues de navigation le long des canaux présentent divers profils, selon la topographie du site.



Figure 1.7 : Digue de navigation en charge en permanence

L'effet d'un endiguement est d'empêcher le débordement pour des crues dont les débits sont inférieurs à ceux de la crue de projet. Au-delà de ces débits, le débordement aura lieu, ses conséquences sont souvent accrues du fait de vitesses d'écoulement importantes là où se produit la submersion.

**I 4.2.e.b) Les digues de protection contre les inondations :**

Les digues de protection contre les inondations sont des ouvrages dont au moins une partie est construite en élévation au-dessus du niveau du terrain naturel et destinés à contenir épisodiquement un flux d'eau afin de protéger des zones naturellement inondables.

Les digues de protection contre les inondations constituent le deuxième grand type de digues. On trouve ces digues essentiellement le long des cours d'eau, parfois positionnées directement en contact avec la berge, ou éloignées de plusieurs mètres.

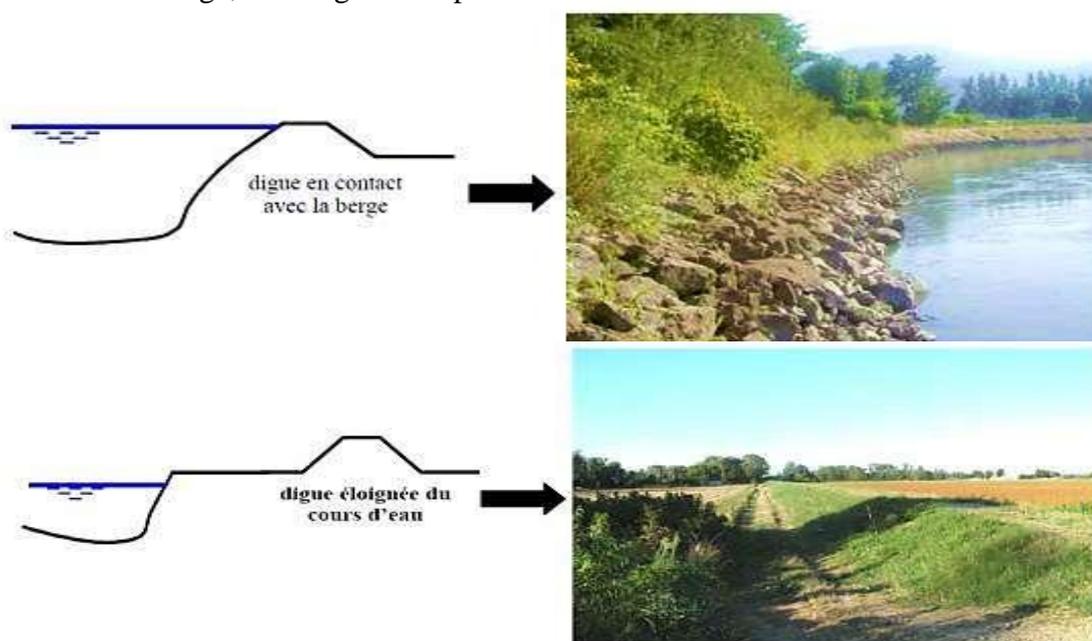


Figure 1.8 : Positions de la digue par rapport aux cours d'eau

Il s'agit d'aménagement longitudinal le long des berges qui sert à protéger de l'inondation des zones où sont présents des enjeux importants (habitations, zones commerciales industriels...etc.).

**I 4.2.e.b.a) Caractéristiques des digues de protection contre les inondations :**

On peut décrire le fonctionnement hydraulique d'une vallée endiguée de la façon suivant :

-Lors d'une crue, la rivière déborde de son lit mineur et inonde progressivement le lit majeur endigué.

-L'endiguement limite l'emprise de l'inondation pour les crues faibles et moyennes, mais il surélève la ligne d'eau là où la présence des digues conduit à rétrécir sensiblement la largeur du lit naturel (c'est très souvent le cas dans la traversée des villes).

-Dans le cas des fortes crues, le rôle des digues est limité et la vallée sera complètement inondée.

- On aménage parfois des déversoirs qui permettent de protéger la digue contre le déversement.

- Pour les crues extrêmes, l'ensemble de la vallée est inondé, soit à la suite du fonctionnement des déversoirs, soit par des ruptures de digues ; le fleuve ou la rivière recouvre ainsi l'ensemble de leur lit majeur, comme en l'absence de protections.



Figure1.9 : Digue enroché

**I 4.2.f) Reboisement :**

En plus de leur rôle à développer le volet écologique et touristique, les forêts ont un rôle considérable dans la conservation de sol et des eaux. Le volume intercepté de pluies et non négligeable et contribue dans le ralentissement de la montée de crue et en opposé on doit conserver les forêts existants contre le déboisement (un fort accroissement de ruissellement a été observé après des coupes sélectives des forêts).

Le taux d'infiltration sous un couvert végétal naturel non modifié est généralement élevé et le ruissellement est un phénomène relativement rare sauf dans le cas de pluie exceptionnellement violente.

Au plan de la tenue des berges, un arbre peut jouer différents rôles selon, sa taille, sa position et son espèce citons ici le platane qui tapisse la berge et la protège de l'érosion.



Figure 1.10 : Aménagement des berges de l'oued contre le glissement

Au plan morphologique, la végétation a un rôle important. Lorsque la végétation existe au niveau des berges, le lit est moins large plus profond et la pente des berges est plus forte.

#### **I 4.2.g) Barrage écrétere :**

Le barrage écrétere a pour but l'écrêtement des crues, et parfois, a vocation multiple, son principe de fonctionnement est de stocker temporairement un certain volume dans le lit du cours d'eau de façon à démunir le débit de crue en aval selon le schéma.

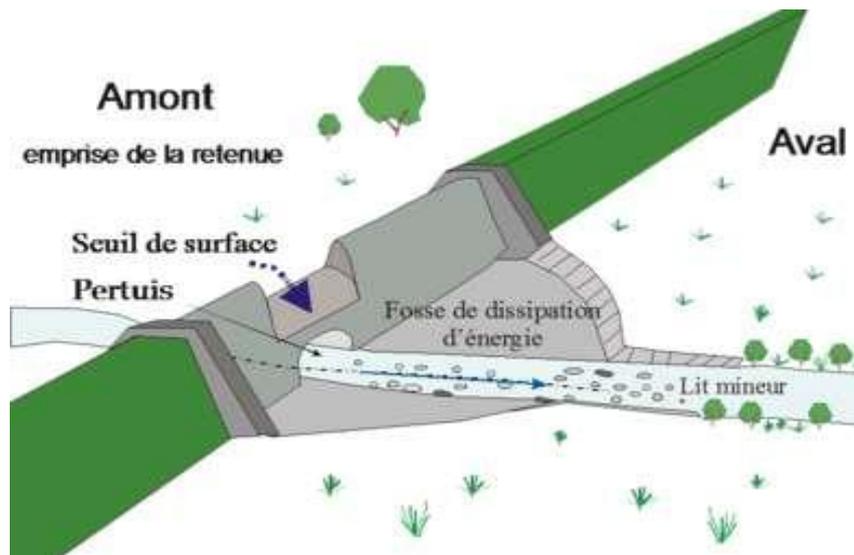


Figure1. 11 : Schéma de fonctionnement d'un barrage écrétere de crue.

Les barrages écrêteurs sont implantés en travers du thalweg et ont pour objet de stocker temporairement un certain volume dans le lit du cours d'eau, de façon à diminuer le débit de pointe de la crue en aval.

Le principe général de fonctionnement, dans le cas d'un barrage écrêteurs sans vannes, est le suivant :

Un pertuis de fond correctement dimensionné et protégé de l'obstruction par les flottants, permet de limiter le débit en aval, à une valeur compatible avec les enjeux à protéger contre l'inondation ; l'ouvrage est donc transparent pour les débits courants et pour les crues fréquentes.

Lorsque la capacité du pertuis est saturée, la retenue se remplit progressivement, ce qui permet de stocker temporairement une partie du volume de la crue ; le débit en aval augmente peu en fonction de la montée du niveau dans le réservoir (écoulement en charge) ; en fin de crue, le volume temporairement stocké dans la retenue se vide naturellement par le pertuis ; l'ouvrage écrête fortement les crues moyennes à rares.

En cas de très forte crue, lorsque la retenue est pleine, le déversoir de sécurité entre en fonction pour évacuer la différence entre le débit entrant dans la retenue et le débit transitant dans le pertuis (avec un effet complémentaire de laminage dans la tranche supérieure de la retenue) ; l'ouvrage perd de son efficacité pour les crues rares à exceptionnelles.

Par un pertuis de fond dimensionné de façon qu'il permet l'écoulement ordinaire et de crues fréquentes et limiter le débit en aval selon les enjeux à protéger contre l'inondation.

En cas de crue qui dépasse la capacité de pertuis, le barrage se remplit progressivement et se vide lentement par le pertuis en fin de crue.

En cas ou la crue est très forte et le volume d'eau dépasse la capacité de stockage du barrage, le débit excédent s'évacue par le déversoir de sécurité.

#### **I 4.2.h) Correction torrentielle :**

C'est une technique qui a pour objectif de limiter les vitesses des écoulements dans les cours d'eau ayant des régimes torrentiels. Un torrent est corrigé par la construction d'un nombre de digues successives transversales sur les lits des canaux naturels.



Figure1. 12 : Correction torrentielle dans la région de Tlemcen

#### I 4.2.i) Les épis :

Un épi en rivière est ouvrage transversal au courant, enraciné dans la berge, ne barrant qu'une partie du lit et au moins partiellement submersible. Les épis sont utilisés pour protéger les berges ou pour faciliter la navigation. Dans le domaine maritime, des épis peuvent être utilisés pour protéger des plages.

L'espacement entre les épis dépend de la largeur de la rivière, de leur longueur et de leur nature.

Théoriquement, pour qu'un système d'épis soit efficace, il faut que l'écart entre deux épis successifs soit de l'ordre d'une fois et demie (1,5) leur longueur moyenne.

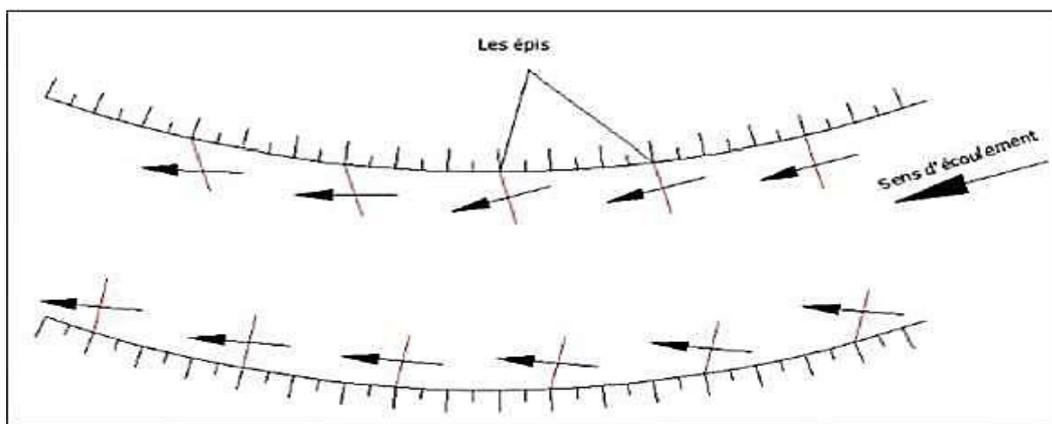


Figure1. 13 : Implantation des épis

#### I 4.2.j) Banquette :

La technique des banquettes est de double objectif, la lutte contre l'érosion et la réduction de ruissellement en favorisant l'infiltration due à la diminution de pente. Leurs effets sont considérables dans la défense et la restauration de sol.

La banquette mécanique se divise en quatre zones.

- Le fossé large reçoit les eaux de ruissellement de l'impluvium.
- Le talus reçoit la pluie et un apport latéral des eaux du fossé.
- L'impluvium à l'amont du fossé ; zone cultivée entre les bourrelets, qui ne reçoit plus que la pluie moins le ruissellement.
- La zone de l'impluvium à l'aval et proche du bourrelet qui pourrait recevoir un appoint d'eau par drainage à travers le bourrelet lors des grosses averses.

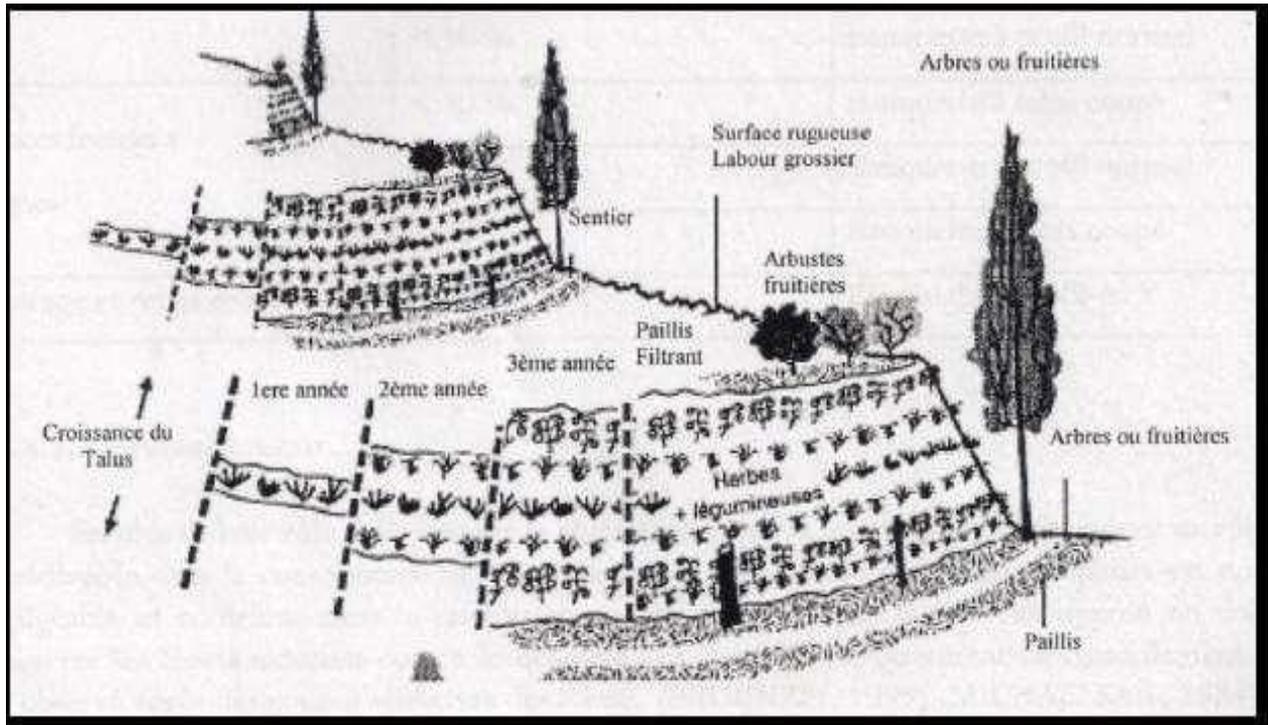


Figure 1.14 : Technique de banquettes

#### **I 5) Domaine public hydraulique :**

##### **I 5.1) Domaine public hydraulique naturel selon la loi des ressources en eau et des infrastructures hydraulique 04 septembre 2005 :**

Les parties naturelles appartenant au domaine d'hydraulique sont variés à Savoir :

- les eaux souterraines, y compris les eaux reconnues comme eaux de source, eaux minérales naturelles et eaux thermales, par le simple fait de la constatation de leur existence ou de leur découverte, notamment à la suite de travaux de fouille ou de forages de reconnaissance de toute nature réalisés par toute personne physique ou morale, de droit public ou privé
- les eaux superficielles constituées des oueds, lacs, étangs, sebkhas et chotts ainsi que les terrains et végétations compris dans leurs limites ;
- les alluvions et atterrissements qui se forment naturellement dans les lits des oueds ;
- les ressources en eau non conventionnelles constituées par :
  - les eaux de mer dessalées et les eaux saumâtres déminéralisées dans un but d'utilité publique;
  - les eaux usées épurées et utilisées dans un but d'utilité publique ;

les eaux de toute origine injectées dans les systèmes aquifères par la technique de recharge artificielle.

##### **I 5.2) Domaine public hydraulique artificiel selon la loi des ressources en eau et des infrastructures hydraulique 04 septembre 2005:**

Le domaine public hydraulique artificiel représente l'ensemble des ouvrages et Installations réalisés par l'état et les collectivités territoriales dans le domaine D'hydraulique. On peut citer :

- Tous les ouvrages et installations réalisés dans le but de d'évaluation Quantitative des ressources en eau.
- L'ensemble des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources

En eau souterraines et superficielles.

- les stations de traitement et les réservoirs de stockage.
- Les infrastructures de distribution d'eau par des conduites et canaux ; qui sont affectés à un usage public d'alimentation en eau des agglomérations urbaines et rurales ou d'irrigation.
- Les collecteurs d'eaux usées et d'eaux pluviales ainsi les stations d'épuration
- Les ouvrages de protection contre les crues et ouvrages d'aménagement des lits et berges d'oueds contre les inondations des zones urbaines.

**I 5.3) Servitude du domaine public hydraulique naturel selon la loi des ressources en eau et des infrastructures hydraulique 04 septembre 2005:**

Il est institué le long des rives des oueds, des lacs, des sebkhas et des chotts une zone dite de servitude du domaine hydraulique. Cette zone est souvent de 3 à 5 m selon les cas ; cette surface rajoutée au domaine public hydraulique est destinée à permettre le libre passage du personnel du matériel et du personnel de l'administration chargée des travaux d'entretien et de protection des berges.

A l'intérieur de la zone de servitude sont interdits toute nouvelle construction, toute plantation, toute modification du tracé de la clôture fixe. Il est interdit tout acte de nature à nuire à l'entretien des oueds.

L'administration chargée des ressources en eau peut procéder à l'abattage des arbres ainsi que la démolition de toute construction existante ; sous réserve de réparation des dommages causés.

Il est interdit lors de l'exploitation et la gestion des oueds d'entreprendre dans les lits de l'oued tout acte de nature à entraver le libre écoulement des eaux et déstabiliser les berges et modifier le parcours initial du lit de l'oued.

Pour des besoins exceptionnels, la largeur de la zone de servitude peut être élargie en procédant à l'expropriation du terrain concerné si ces derniers sont des zones privés.

**I 5.4) La protection et la prévention des risques d'inondations selon la loi de l'eau 4 septembre 2005 :**

Art. 53. — Pour assurer la protection des personnes et des biens implantés en aval des retenues d'eau superficielle et à proximité des oueds, et en conformité avec les dispositions législatives en vigueur en la matière, des dispositifs fixés par voie réglementaire, peuvent, le cas échéant, prévoir des instruments de prévision des crues et des mesures d'alerte et d'intervention.

— Sur les digues de protection contre les inondations, il est interdit de labourer, de planter des arbres, de faire circuler des animaux ou de déployer toute activité pouvant détériorer la structure des ouvrages.

— Dans les régions ou les zones menacées par la remontée des nappes phréatiques, l'Etat et les collectivités territoriales réalisent des ouvrages et infrastructures de protection et initient toutes mesures préventives et d'aide aux populations concernées en vue de sauvegarder le cadre de vie et les biens et de prévenir les risques encourus.

*CHAPITRE II :*  
*APERÇU DE LA ZONE*  
*D'ETUDE ET RECONNAISSANCE*  
*DES LIEUX*

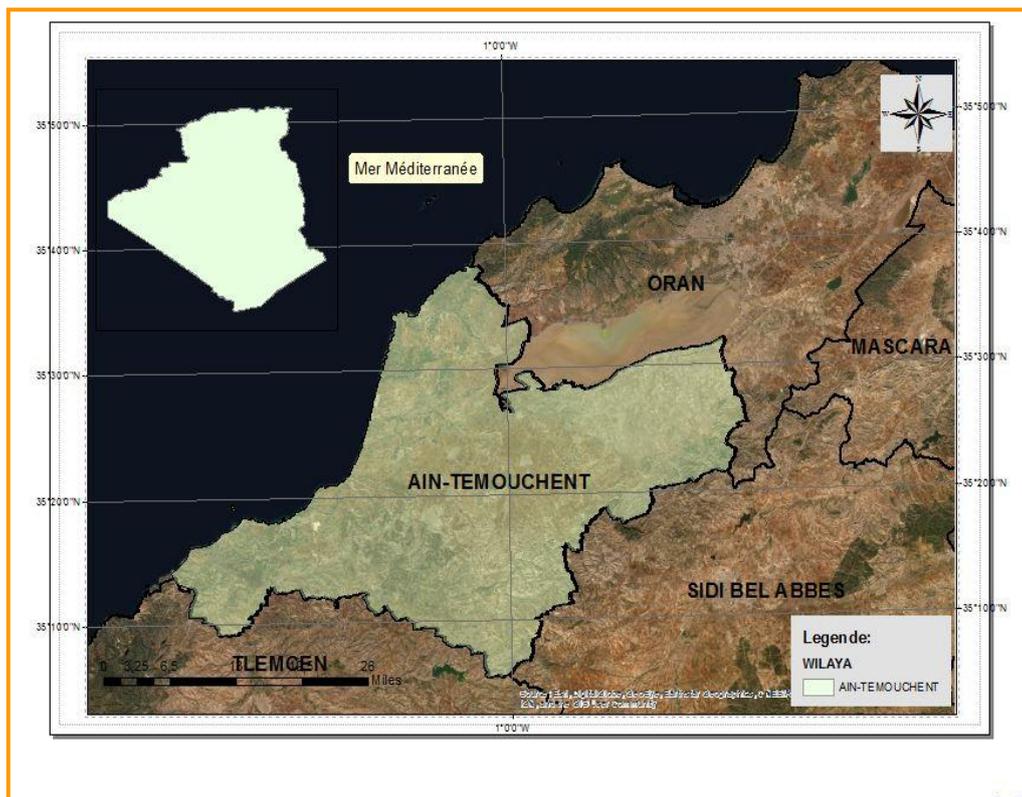
## II 1) APERÇU DE LA ZONE D'ETUDE ET RECONNAISSANCE DES LIEUX

### II 1.1) Contexte Géographique De La Wilaya :

Avant d'aborder toutes les étapes successives qui structurent cette première phase de l'Etude et tous les objectifs qu'elle implique, la présentation générale de la région et de la zone concernée par la présente étude nous permet de situer préalablement le projet dans son espace territorial avec ses particularités.

La wilaya d'Ain Témouchent, issue du découpage administratif de 1984, est située au carrefour de trois grandes wilayas qui sont : ORAN, SIDI BELABBES et TLEMCCEN. Elle est limitée au nord par une bande côtière de 80 KM ; composée de 08 daïras et 28 communes.

La wilaya d'Aïn Témouchent située à l'ouest de l'Algérie entre les wilayas d'Oran, Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès, est une collectivité publique territoriale et une circonscription administrative de l'état algérien dont le chef-lieu est la ville d'Aïn Témouchent. Elle est créée par une loi du 4 février 1983. La superficie de la wilaya est d'environ 2 377 km<sup>2</sup>.



**Figure 2.1** Situation géographique de la wilaya d'Aïn Témouchent

## II 1.2) Situation Géographique De La Commune De Tamzoura :

La ville de Tamzoura (Saint-Maur pendant une partie de la colonisation française) est la commune la plus étendue de la wilaya d'Aïn Témouchent daïra de ain laraba, elle fait partie de cette wilaya depuis 1984.Elle est situé à l'est de la wilaya d'Aïn Témouchent.

- Au nord par Misseghein (wilaya d'oran).
- Au sud par Ain Thrid (WILAYA DE SBA)
- A L'Est par Tafraoui (WILAYA D'RAN)
- A L'Ouest par Oued Sabah (WILAYA D'AIN TEMOUCHENT)

Elle s'étend sur une superficie de 22906 ha (229.06 km<sup>2</sup>)



Figure 2.2 Situation géographique de la commune de Tamazoura

## II 1.3) Climatologie

Le climat de la zone d'étude est semi-aride, caractérisé par deux périodes (pluvieuse et sèche).La première entre novembre et avril et la deuxième entre mai et octobre.

### II 1.3.a)Temperature ;

La température moyenne enregistrée dans région est de 17,4°C.pour la température minimale peut atteindre 11.20 °C pour le mois de janvier et maximale en mois d'Aout 32.3 °C

**Tableau 2.1** : Répartition Mensuelle des températures moyenne Station d'Es-Senia Période (1990-2021)

| Mois        | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  | Jan         | Fév  | Mar  | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Aout        |
|-------------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| T moy en °C | 23.9 | 20.4 | 15.1 | 12.3 | <b>11.2</b> | 11.8 | 14.1 | 16.4 | 19.5 | 23.6 | 26.4 | 26.9        |
| T max en °C | 28.9 | 25.5 | 19.5 | 16.6 | 15.6        | 16.3 | 18.8 | 21.2 | 24.4 | 28.8 | 31.9 | <b>32.3</b> |

### **II 1.3.b) Précipitations :**

#### **- Pluviométrie moyenne annuelle :**

La pluviométrie moyenne annuelle évaluée à partir de la série pluviométrique de la station d'Es-Senia de la période 1990 à 2021 est de l'ordre de : **372 mm par an**

**Tableau2.2** : Répartition Mensuelle des précipitations Station d' Es-Senia Période (1990-2021)

| Mois   | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| P (mm) | 17  | 34  | 66  | 47  | 53  | 41  | 42  | 39  | 23  | 5    | 1    | 4    |

#### **- précipitations maximales journalières**

Les précipitations maximales journalières sont étudiées à fin de déterminer les pluies de courte durée pour une probabilité de P (%).

**Tableau 2.3:** Série de la pluie journalière maximale

| Période | Pj max (mm) | Période | Pj max (mm) |
|---------|-------------|---------|-------------|
| 1986    | 30,5        | 2003    | 68,4        |
| 1987    | 35,3        | 2004    | 32          |
| 1988    | 42,7        | 2005    | 42          |
| 1989    | 53,6        | 2006    | 88          |
| 1990    | 29,5        | 2007    | 49          |
| 1991    | 24          | 2008    | 32          |
| 1992    | 30,6        | 2009    | 28,5        |
| 1993    | 27,5        | 2010    | 17          |
| 1994    | 76          | 2011    | 33,7        |
| 1995    | 36          | 2012    | 76,1        |
| 1996    | 21          | 2013    | 54,6        |
| 1997    | 24          | 2014    | 62,7        |
| 1998    | 40          | 2015    | 29          |
| 1999    | 39          | 2016    | 68          |
| 2000    | 57          | 2017    | 46,5        |
| 2001    | 62          | 2018    | 32,4        |
| 2002    | 45,1        | 2019    | 32          |
| 2003    | 68,4        | 2020    | 35,5        |

### **II 1.3.c) Humidité relative :**

C'est le rapport de la tension de vapeur réelle « Tvo » à la tension de vapeur saturante « Tvr » à la même température, exprimé en pourcentage (%).

L'équation suivante peut –être illustrée :

$$\mathbf{Hr = Tvo/Tvr}$$

L'humidité relative est caractérisée dans cette zone d'étude par un minimum en mois de juillet (56 %) et un maximum en mois de décembre et janvier (74 %).

Les valeurs d'humidité enregistrées au niveau de la station d'Es-Sénia sont assez élevées. Cette tendance est surtout due à la proximité de la mer.

**Tableau 2.4 : Humidités mensuelles (1990-2021).**

| Mois  | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| H (%) | 64  | 69  | 71  | 74  | 74  | 72  | 70  | 65  | 63  | 58   | 56   | 58   |

### **II 1.3.d) Les vents :**

Les vents dominants dans la région sont essentiellement de direction W et à un degré moindre WSW en automne. Pendant la période estivale, les vents de type Sirocco soufflent pendant quelques jours par an (de 5 à 7 jours).

La force des vents maximale est enregistré en mois de janvier et minimale en mois d'octobre.

**Tableau 2.5 : Moyennes des vents (1990-2005).**

| Mois        | jan  | Fev  | mar  | avr  | mai  | juin | juil | Aout | Sep  | Oct | Nov  | Déc |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| V (m/s)     | 7.28 | 4.55 | 4.95 | 4.96 | 4.74 | 4.74 | 4.74 | 4.31 | 4.18 | 4   | 4.33 | 4.4 |
| orientation | w    | w    | w    | w    | w    | w    | WSW  | w    | w    | WSW | WSW  | WSW |

### **II 1.3.e) Evapotranspiration potentielle :**

La tranche d'eau évaporée annuellement sur une surface libre est estimée à près de 1222 mm. la valeur maximale de l'évaporation potentielle est enregistré en mois de juillet (168 mm) et minimale en mois de décembre (42 mm).

**Tableau 2.6 :** Normales d'Evaporation Potentielle enregistrées dans la région d'étude

| Mois         | Sep  | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai  | Juin | Juil | Août | Année        |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------------|
| <b>P(mm)</b> | 130  | 86  | 56  | 42  | 43  | 54  | 85  | 110 | 138  | 154  | 168  | 156  | <b>1222</b>  |
| <b>P(%)</b>  | 10,6 | 7,0 | 4,6 | 3,4 | 3,5 | 4,4 | 7,0 | 9,0 | 11,3 | 12,6 | 13,7 | 12,8 | <b>100,0</b> |

#### **II 1.4) Conclusion :**

D'après les résultats climatiques, on peut dire que la commune de Tamazoura est caractérisé par un climat semi-aride qui se traduit par un hiver relativement froid et pluvieux et un été très chaud et sec, la saison humide s'étale depuis le mois d'octobre jusqu'à Mars et la saison sèche s'étend sur le restant de l'année.

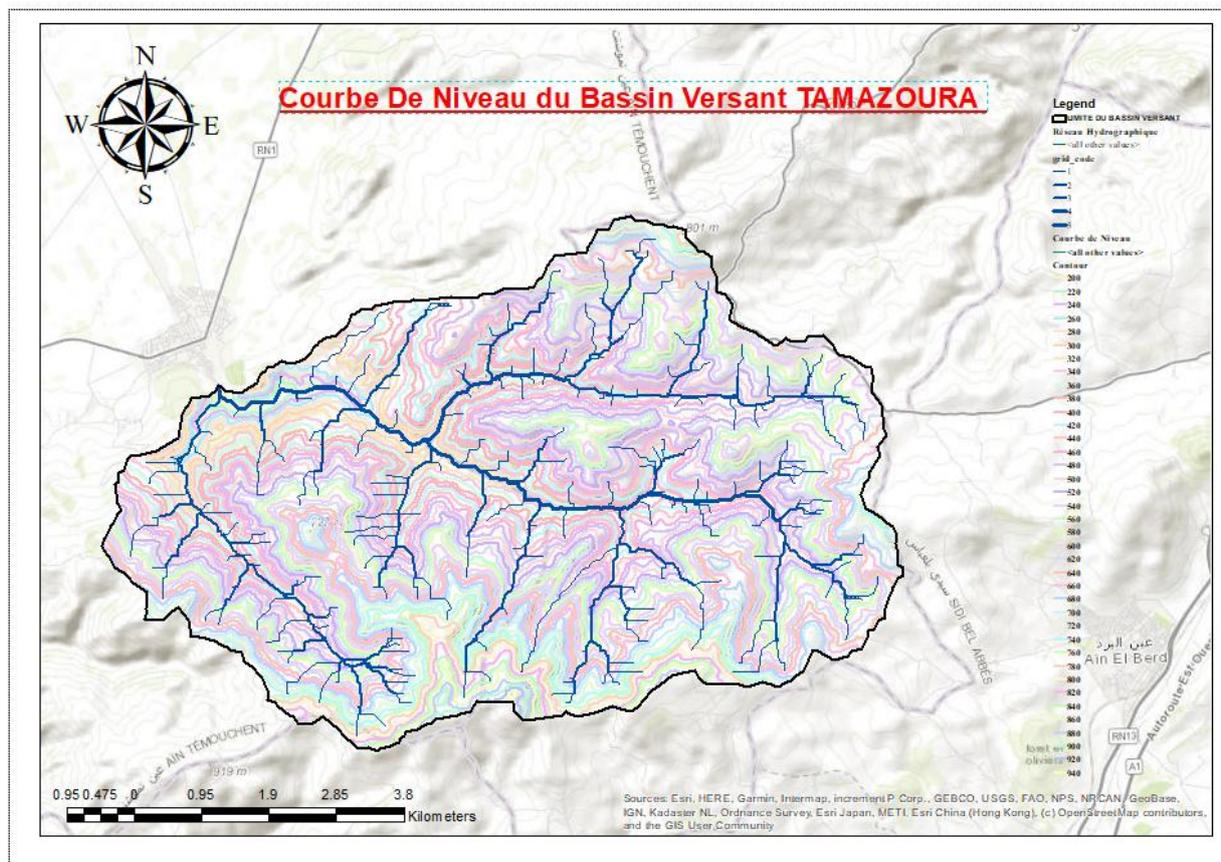
#### **II 1.5) Hydrographie :**

Situé dans le tell Oranais, le bassin versant d'oued Tamazoura est situé à l'Est d'Ain Temouchent et au Sud Est d'Oran. Le bassin versant de l'Oued TAMAZOURA, se présente comme un bassin plat dominé, au Sud comme à l'Ouest, par des hautes crêtes séparant le grand bassin de TESSALA des côtiers.

Ce bassin est constitué précisément par deux grand sous bassins versants (Oued El hammam et Oued El IBEL)

L'altitude des crêtes du bassin varie entre 700 et 800 mètres, culminant à plus de 913 m dans la Chaabat Zeboudj, Oued El Hammam et 725m dans la Chaabat Merdour Oued el Kbir.

Le bassin, présentant une forme rectangulaire légèrement allongée, est orienté vers le nord géographique.



**Figure 2.3** Délimitation du bassin versant avec courbe de niveau d’oued Tamazoura.

Les caractéristiques morpho-métriques du bassin versant d’oued Tamazoura sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau2.7:** Caractéristiques du BV d’Oued Tamazoura

| DESIGNATION            | VALEURS       | UNITE           |
|------------------------|---------------|-----------------|
| Superficie             | <b>57.21</b>  | Km <sup>2</sup> |
| Périmètre              | <b>38.9</b>   | Km              |
| Altitude maximale      | <b>946</b>    | m               |
| Altitude minimale      | <b>153</b>    | m               |
| Altitude moyenne       | <b>529,77</b> | m               |
| Longueur du talweg(Km) | <b>20,42</b>  | Km              |

## **II 1.6) Cadre physique :**

Les différentes unités physiques naturelles de la commune s'organisent du Sud au Nord.

### **Les monts de Tessala :**

Cette chaîne de montagne est orientée du Sud-ouest vers le Nord-est. Elle est caractérisée par des sommets qui atteignent parfois des altitudes importantes (1061m), ce sont les plus hauts points du tell oranais central. Le paysage y dessine une morphologie accidentée avec des pentes fortes, accentuée par un ravinement très marqué. En effet, ses versants sont disséqués par un nombre important d'Oueds et affluents qui transportent après érosion des matériaux fins et caillouteux pour les déposer en aval au niveau de la plaine de la M'léta.

Il est certain que la région souffre de l'important problème qu'est l'érosion. Ce phénomène est accentué d'une part ; par la géomorphologie de la zone, de son caractère topographique ainsi que par un climat semi-aride, caractérisé par une irrégularité de ces précipitations dont la moyenne annuelle n'excède pas les 600 mm/an.

Les amplitudes thermiques sont importantes et les différents aléas climatiques y sont constatés (les gelés, la grêle, ...).

### **La plaine de la M'léta**

Elle occupe la partie centrale du territoire du groupement et constitue la zone de contact entre la Sebkha d'Oran au Nord et les Tessala au Sud. Ayant une altitude qui varie entre 90 m et 189 m, elle dessine une étendue presque plane selon une faible pente orientée Sud-Nord et Nord-Ouest. Cette zone a connu durant les différentes ères un phénomène de sédimentation de matériaux fins dus aux remaniements des Oueds découlant des Tassala. Elle est constituée donc de sols riches en matière organique favorisant ainsi le développement de l'activité agricole.

### **La grande Sebkha d'Oran :**

Elle occupe la partie Nord de la commune. Cette importante étendue constitue le lieu de Stagnation des eaux superficielles. Elle s'identifie par une dépression très plane caractérisée par un substrat constitué essentiellement de matériaux tendres (argile, limons), surmonté par des sols salins et hydro morphes.

## **II 1.7) Population :**

L'ACL de TAMAZOURA qui compte 8126 habitants pour l'année 2022, est caractérisé par un taux d'accroissement démographique : 2.67 %.

Pour l'agglomération secondaire Chaiba, la population étant de 345 habitants.

**Tableau 2.8** : La situation démographique

| HORIZONS                    | RGPH 2022   |
|-----------------------------|-------------|
| Le Taux d'accroissement (%) | <b>2.67</b> |
| Aggloméré Chef-Lieu (hab)   | <b>8126</b> |
| A.S CHAIBA (hab)            | <b>345</b>  |

(Source : APC Tamazoura).

**II 1.8) l'habitat** : Selon la révision du PDAU réalisé en 1998 les résultats suivants ont été aboutis :

**Tableau 2.9** : Bilan d'application du PDAU de 1998 pour l'ACL Tamazoura :

| Secteurs         | Superficie prévue par le P.D.A.U. de 1998 | Superficies Consommées | Superficies restantes |
|------------------|---|------------------------|-----------------------|
| SU               | 107,63 ha                                 | -                      | -                     |
| SAU              | 13,65 ha                                  | 3,95 ha                | 9,7 ha                |
| SUF              | 7,9 ha                                    | 1,22 ha                | 6,68 ha               |
| <b>Total ACL</b> | <b>129,18 ha</b>                          | <b>5,17 ha</b>         | <b>16,38 ha</b>       |

(Source : APC Tamazoura)

### II 1.9) le réseau routier :

Le réseau routier dont est constitué 54,3km permettant l'intégration du territoire au reste des wilayas limitrophes (Oran-Sidi Bel Abbès). Ce réseau est composé des voies suivantes :

**Réseau principal** : constitué essentiellement du CW 18, ce dernier relie les deux communes Tamazoura et Oued Sebbah avec une longueur de 28,5km, il traverse les agglomérations aux chefs lieu et il est en bon état.

**Réseau secondaire** : le territoire du groupement dispos de chemins ruraux servant à désenclaver la zone éparse, ce réseau est d'une longueur de 102,3Km.

Quelques travaux d'aménagement ont été menés par le secteur des travaux publics dans la commune.

**Tableau 2.10** : Caractéristiques du réseau routier

|                          | Route             | Numéro     | Longueur km | Etat  |
|--------------------------|-------------------|------------|-------------|-------|
| <b>Commune Tamazoura</b> | Chemin de wilaya  | CW 18      | 20,5        | Bon   |
|                          | Chemins communaux | 08 chemins | 33,8        | Moyen |

### **II 1.10) Activité industrielle :**

Le parc industriel projeté de la commune de Tamazoura d'une superficie de 205 ha.

Il est composé de 4 types d'industries :

#### **-Zone de transformation :**

Il s'agit d'une zone destinée à la transformation de matières premières en produits industriels. Elle constitue la partie qui est appelée à recevoir le plus grand nombre d'industries.

#### **-Zone agro-alimentaire :**

Il s'agit de la transformation de produits issus de l'agriculture en produits conditionnés emballés et prêts à la consommation.

#### **-Zone spécialisée dans les TIC :** (technologies de l'information et de la communication)

C'est une industrie qui est actuellement en plein essor et qui consiste à traiter tout ce qui est en relation avec l'information et la communication. C'est une industrie qui est en étroite relation avec les activités informatiques et de télécommunications. Seront bien entendu concernées par cette zone toutes les industries de l'électronique ainsi que les usines de petits montages de manière générale.

**-Zone spécialisée dans le BTPH :** (bâtiment, travaux publics, hydraulique) : Il s'agit bien évidemment de tout type d'industrie en relation avec le secteur de la construction de manière générale.

Chaque parc industriel de type particulier sera divisé en un certain nombre d'îlots. Ces îlots seront subdivisés en plusieurs parcelles dont la superficie moyenne varie entre 2500 m<sup>2</sup> et 5000 m<sup>2</sup>.

En plus de ces quatre grandes zones spécialisées, il sera projeté une :

#### **-Zone d'équipement** qui sera composée comme suit :

1. Une structure d'hébergement et de restauration
2. Equipement de santé
3. Services d'appui à l'investissement
4. Des services financiers et assurances
5. Un bâtiment de gestion du parc industriel ainsi que d'un service de renseignements
6. Des services de sécurité
7. Une station-service

L'ensemble de ces équipements seront situés le long de la RN 108 avec la projection de parkings et d'espaces verts afin de créer une façade architecturale homogène et harmonieuse tout le long de cet axe. (Source : **DRE Ain Témouchent**)

### **II 1.11) Situation de l'AEP :**

#### **• Système d'Adduction et Réseau de distribution :**

Le réseau de distribution à Tamazoura est de type mixte, maillé avec des ramifications en différents diamètres [Ø125, Ø90, Ø63, Ø40mm en PEHD].

Une rénovation du réseau existant a été lancée dans le cadre du (PSD 2009) sauf le centre de petit Lac qui n'a pas été concerné par cette opération.

Le taux de raccordement est de 98 %

L'alimentation en AEP de Tamazoura est assurée à partir d'un piquage sur la conduite du transfert de Béni Bahdel Ø1100 mm en Béton.

• **Les forages :**

Un seul forage a été réalisé dans le centre de KHEMIS qui a été abandonné dont la qualité des eaux est « Forte salinité » d'où il a été transféré à la DSA.

**Les coordonnées du forage abandonné :**

**X = 188,3 km ; Y = 237,15 Km ; Z = 148 m.**

**II 1.11.a) Les ouvrages de stockages :**

**Tableau 2.11 : les ouvrages de stockages**

| Commune   | Exploitant | Unité de captage | Nature de l'ouvrage  | Coordonnés X | Coordonnés Y |
|-----------|------------|------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Tamazoura | APC        | Khemis           | R 260m3              | 186.73       | 236.48       |
|           | APC        | Khemis           | R 200m3              | 186.73       | 236.48       |
|           | APC        | Khedaida         | R 260m3              | 191.67       | 238.16       |
|           | APC        | Douahi           | R 260m3              | 708.5        | 239.3        |
|           | APC        | Tamazoura        | R 500m3              | 195.5        | 239.45       |
|           | APC        | Tamazoura        | R 2*250m3            | 195.5        | 239          |
|           | APC        | Aghbal           | R 100m3              | 199.7        | 244.8        |
|           | APC        | Aghbal           | R 1000m3             | 195.55       | 239.45       |
|           | APC        | Meftah           | Château d'eau 100 m3 | 709.4        | 239.5        |

(Source : DRE Ain Témouchent)

**II 1.12) Situation de l'assainissement :**

Un réseau d'assainissement de type unitaire de diamètres [Ø 200mm en béton comprimé, Ø250, Ø300 Ø400, Ø500 en Amiante ciment] est installé pour évacuer les eaux usées et pluviales.

Le réseau d'assainissement de lotissement 332 a été récemment réhabilité.

- Il existe deux rejets :

Il existe 03 rejets principaux à savoir :

- 1) deux 02 rejets longeant l'Oued de Tamazoura.
- 2) un rejet Situé au Nord de l'ACL vers Chaabet

**II 1.13) Agriculture :**

D'après les données et précisément qui ont une relation avec la vocation de la région « AGRICOLE » nous avons pu collecter les superficies agricoles qui sont illustré dans le tableau suivant :

**Tableau 2.12 : Répartition générale des terres (ha)**

| <b>Répartition des terres agricoles</b> | <b>Tamazoura</b> |
|---|------------------|
| Superficie Agricole Totale (SAT)        | 17 071           |
| Superficie Agricole Utile (SAU)         | 14 023           |
| Terre en jachère                        | 3 729            |
| <b>Superficie totale</b>                | <b>34 823</b>    |

Source : PDAU

L'espace forestier du groupement s'étend sur une superficie de 6 877Ha soit un taux

## **II. 2) Reconnaissance des lieux :**

### **II 2.1) Enquête et historique sur oued Tamazoura**

#### **II 2.1.1) Les causes et les origines des inondations en zone d'étude :**

Elles sont causées par plusieurs facteurs, dont on cité :

##### **II 2.1.1.a) Plaines inondables (inondations de plaine) :**

Elle est causée par le niveau d'eau élevé dû aux fortes précipitations dans les zones basses de l'état et se caractérise souvent par des pluies torrentielles régulières



**Figure 2.4** Plaines inondables

**II 2.1.1.b) Inondations de ruissellement :**

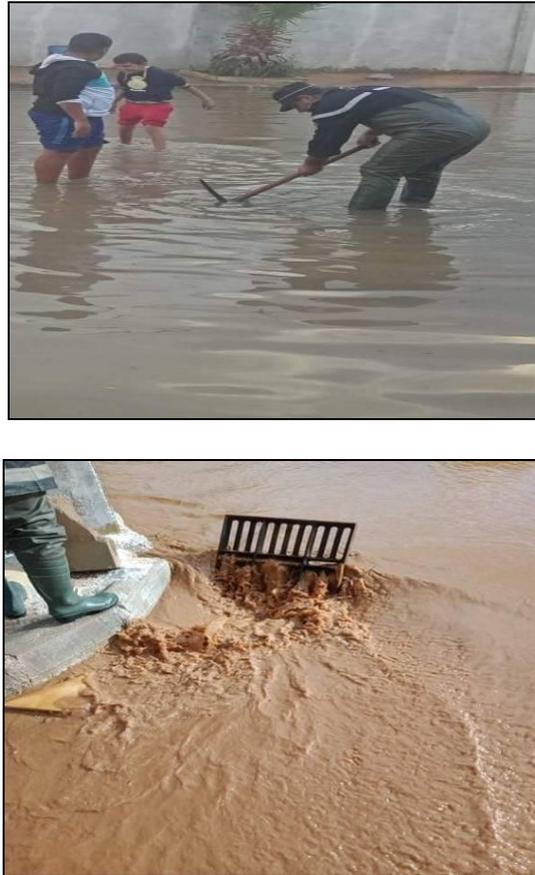
Elle est causée par des cours d'eau non permanents (oueds), qui ont un caractère inattendu, ce qui empêche la possibilité d'un avertissement préalable et est considéré comme l'un des types d'inondations les plus dangereux.



**Figure 2.5** Inondations de ruissellement

**II 2.1.1.c) Inondations urbaines :**

Elle est causée par le ruissellement des eaux du dessus des bassins et des talus, et elle survient au niveau des zones urbaines après saturation ou incapacité des canaux de drainage



**Figure 2.6** Inondations urbaines

### **II 2.1.2) Dispositifs pour lutter contre les inondations (en 2008)**

En 2008, une inondation a été constatée aux débordements d'oued les dégâts constatés : Coupure des routes, dégâts matériels et habitations inondées

#### **Dispositif pris après l'événement :**

Aménagement de l'oued principal sur 1500ml en maçonnerie et béton armé + recalibrage en terre naturelle en aval de la ville sur 9000 ml

#### **Dispositif complémentaire à prendre :**

- Prolongement de l'oued (par un reprofilage en terre naturelle) sur 13000 ml pour la protection du village Meftah se trouvant à l'aval de Tamzoura.
- Protection de la ville de Tamzoura contre les inondations sur la partie Ouest de la ville (étude réalisée)
- Réalisation des canaux à ciel ouvert en béton armé sur 2500 ml plus un collecteur d'eau pluvial sur 1500 ml en  $\Phi 1000$  et ouverture d'un canal en terre naturel sur 2000 ml

### **II 2.1.3) LAISSER DES CRUES SUR LES DIFFERENTS SITE :**

On désigne sous le vocabulaire de laisses de crues toutes les informations relatives aux niveaux d'eau atteints pour une crue donnée, en un endroit géographique bien précis. Les

laisses de crues sont une information portant sur un événement passé, et qui résulte d'un travail de collecte. Cette collecte porte sur des matériels d'information très variés à savoir :

- ☞ Les marques durables
- ☞ Les informations historiques
- ☞ Les laisses des crues récentes
- ☞ Les photographies
- ☞ Les témoignages
- ☞ les bases de données existantes

Lorsque la crue est assez récente, elle peut avoir laissé des traces dans l'environnement : débris flottants abandonnés par la crue à l'amorce de la décrue dans les arbustes, les clôtures, les champs, traces de sédiments fins (boues) ou de végétaux aquatiques (lentilles) abandonnés sur un mur, un tronc d'arbre, une pile de pont, etc. Ces traces sont des témoignages indirects du niveau maximum atteint par l'eau, qui était nécessairement au-dessus du niveau de ces traces.



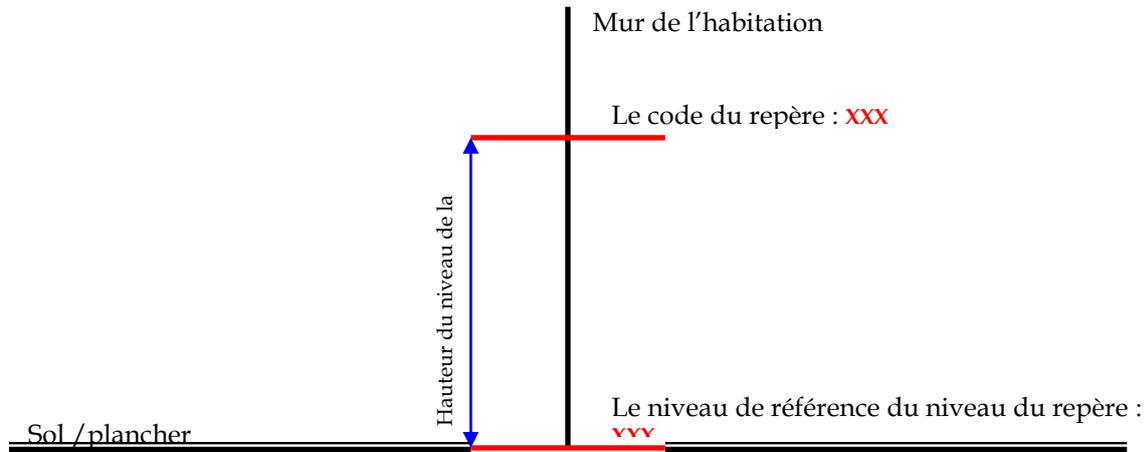
**Figure 2.7 : Dépôt de sédiments fins (boues) déposés au niveau du pont**

L'enquête menée auprès des riverains a révélé que des dégâts considérables ont été causés dans la ville de Tamazoura par le débordement de l'Oued.

**L'analyse des niveaux d'eau atteints lors de cet épisode nous a permis de constater que l'eau a atteint des hauteurs inquiétantes dépassant un mètre.**

### **II 2.1.3.a) Mode opératoire des inscriptions des laisses de crues :**

La recherche des niveaux d'eau a été réalisée sur toute l'étendue de la zone d'étude par témoignage des lieux habités et par les traces des niveaux atteints. Les traces ont été codées et repérées à l'aide d'une raie inscrite tracée sur les différents objets. La mesure de la hauteur de la trace vis-à-vis du sol (ou plancher) a été effectuée à l'aide d'un port mur. Une photographie (numérique) de chaque repère a été prise.



Le nivellement de l'ensemble des laisses des crues est réalisé dans le système NGA

### II 2.1.3.b) Format des fiches des laisses de crues

Les laisses de crues sont souvent présentées sous forme de fiches, dont le format est laissé à l'appréciation de chacun, mais qui doit contenir les éléments suivants

- ❖ Code de la laisse de crue
- ❖ Coordonnées de la laisse de crue
- ❖ Adresse précise
- ❖ Date de la crue dont il est question
- ❖ Altitude de la laisse de la crue
- ❖ Photographie du lieu précis où l'information est prise
- ❖ Nature du repère de crue.
- ❖ Degré de fiabilité de la laisse de crue

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. La mémoire collective a eu du mal à distinguer entre les dates des crues.

N° 01

Tableau 2.13 : FICHE DES PLUS HAUTES EAUX

|           | Code du repère | Coordonnées UTM |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature                 | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
|           |                | X               | Y         |                |                   |                 |                        |                   |
| <b>01</b> | M              | 713 086         | 3 920 298 | 1.64           | 194.43            | 1985            | Ancienne maison ruinée | Très fiable       |

- Nom du Témoins : Propriétaire de la maison
- Commune : TAMAZOURA

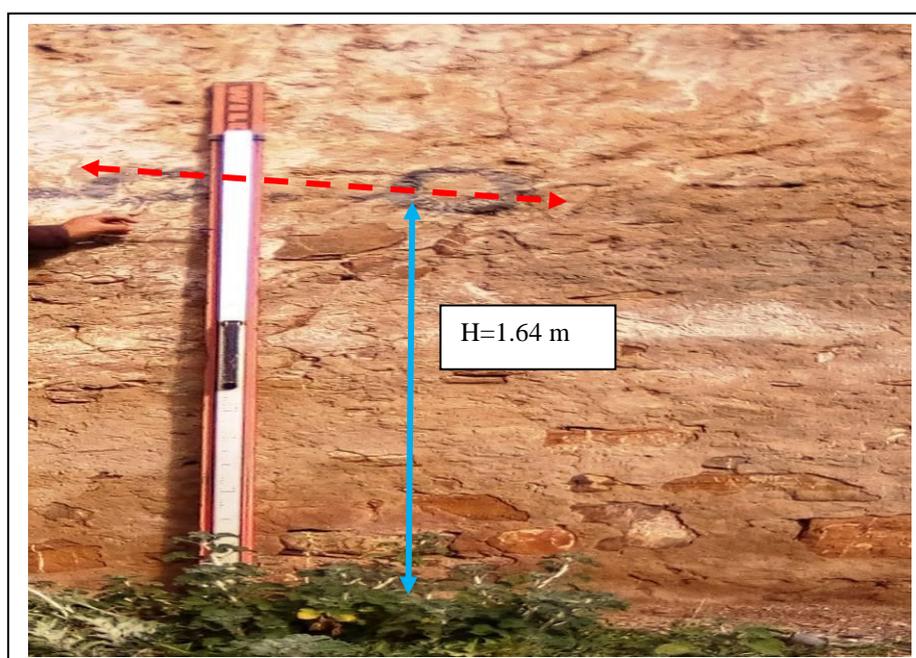


Figure 2.8 Niveau d'eau 1.64 m d'une crue en 1985 d'une ancienne maison ruinée

Tableau 2.14 :FICHE DES PLUS HAUTES EAUX

| N° Repère | Code du repère | Coordonnées UTM |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature  | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|---|-------------------|
|           |                | X               | Y         |                |                   |                 |   |                   |
| 02        | B D            | 713 222         | 3 920 302 | 1.40           | 200.42            | -               | Dépôt des sédiments et débris de rouille dû à la présence d'eau | Très fiable       |

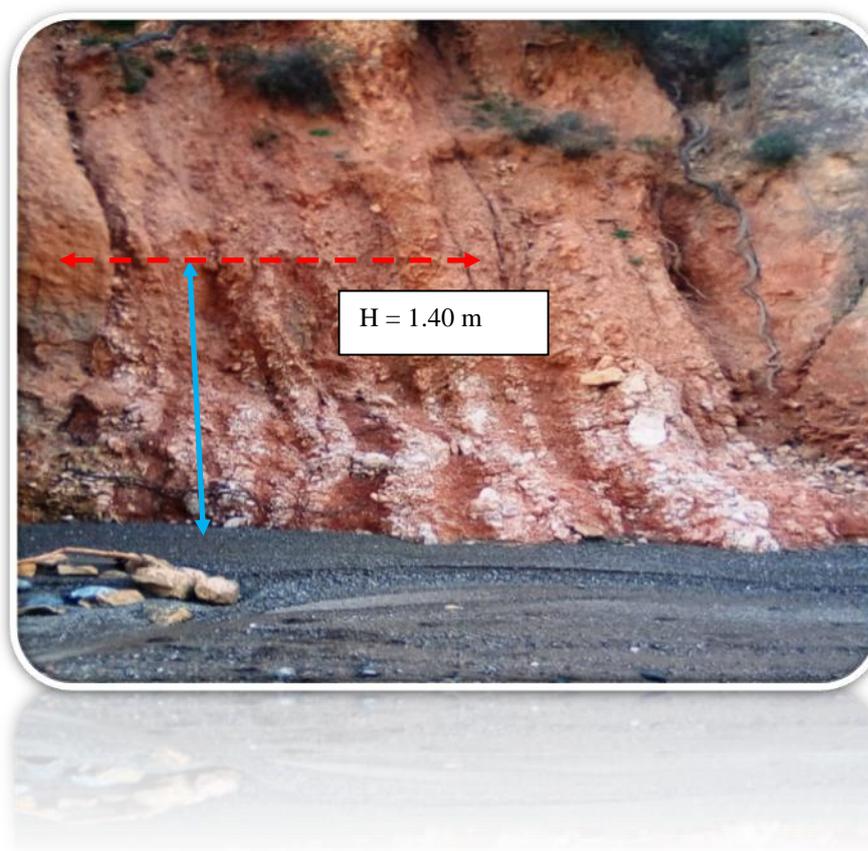


Figure 2.9 Niveau d'eau 1.40 m d'une crue dont l'année n'est pas enregistrée

Tableau 2.15 : FICHE DES PLUS HAUTES EAUX

| N° Repère | Code du repère | Coordonnées UTM |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature   | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|--|-------------------|
|           |                | X               | Y         |                |                   |                 |  |                   |
| 03        | B.D et BG      | 713 118         | 3 920 478 | 3.16           | 189.13            | -               | dépôt de sédiment sur les deux anciennes berges. Zone de débordement et détérioration du canal | Très fiable       |

- Nom du Témoins : Néant
- Commune : TAMAZOURA



Figure 2.10 Niveau 3.16 m d'eau d'une crue dont l'année n'est pas enregistrée

Tableau 2.16 : FICHE DES PLUS HAUTES EAUX

| N° Repère | Code du repère | Coordonnées UTM |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature                        | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-----------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|
|           |                | X               | Y         |                |                   |                 |                               |                   |
| 04        | P              | 712 889         | 3 921 131 | 5.00           | 176.42            | 1988            | Trace laisse de crue sur pont | fiable            |

- Nom du Témoins : **BOUHALIS Aouad**
- Commune : TAMAZOURA



Figure 2.11 Niveau d'eau 05 m d'une crue en 1988 au niveau du pont de Tamazoura.

Tableau 2.17 : FICHE DES PLUS HAUTES EAUX

N° 05

| N° Repère | Code du repère | Coordonnées |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature                           | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|
|           |                | X           | Y         |                |                   |                 |                                  |                   |
| 05        | A              | 712 7 76    | 3 921 255 | 4.00           | 176.24            | -               | laisse de crue sur tronc d'arbre | fiable            |

- Nom du Témoins : néant
- Commune : TAMAZOURA

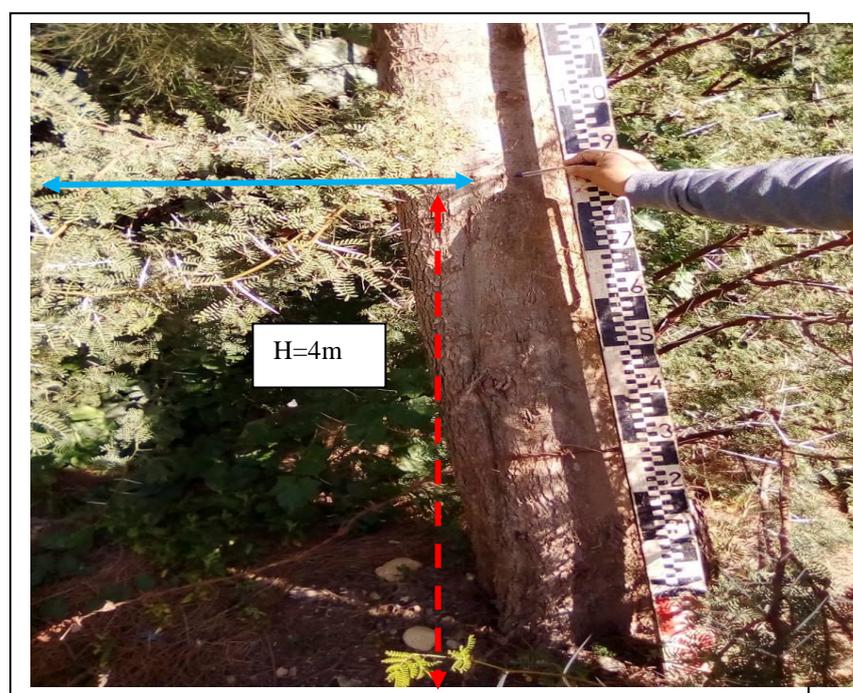


Figure 2.12 Niveau d'eau 04 m dont l'année n'est pas enregistrée.

Tableau 2.18 : FICHE DES PLUS HAUTES EAUX

N° 06

| N° Repère | Code du repère | Coordonnées |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature             | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
|           |                | X           | Y         |                |                   |                 |                    |                   |
| 06        | BD             | 712 760     | 3 921 282 | 3.80           | 175.26            | -               | Au niveau de la BD | fiable            |

- Nom du Témoins : néant
- Commune : TAMAZOURA

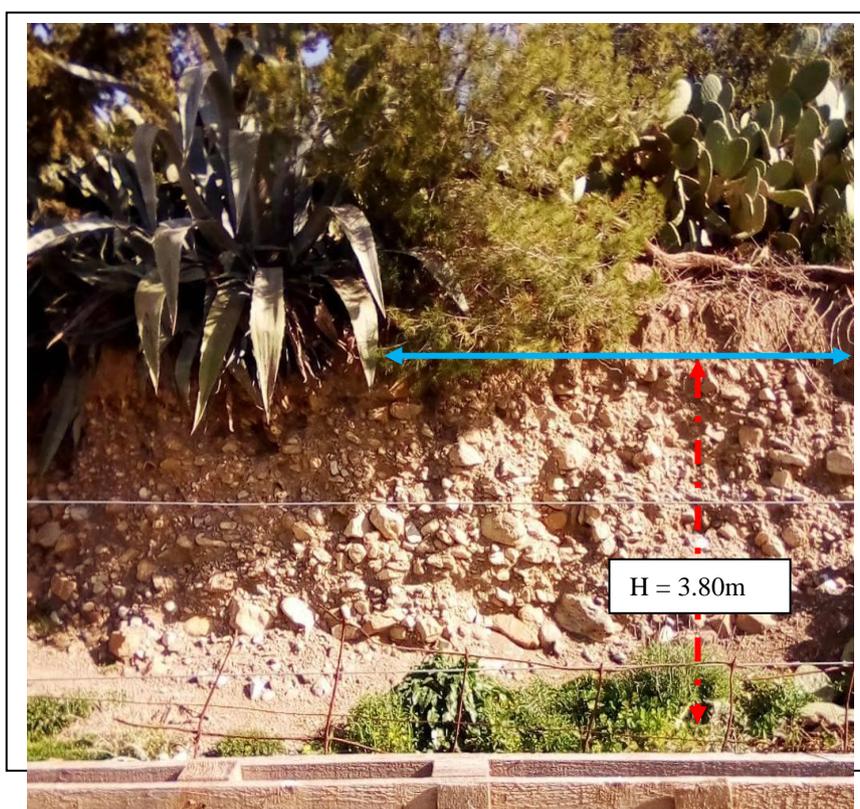


Figure 2.13 Niveau d'eau 3.80 m dont l'année n'est pas enregistrée.

Tableau 2.19 : FICHE DE PLUS HAUTES EAUX

N° 07

| N° Repère | Code du repère | Coordonnées |           | Hauteur en (m) | Niveau NGA en (m) | Date de la crue | Nature      | Qualité du repère |
|-----------|----------------|-------------|-----------|----------------|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|
|           |                | X           | Y         |                |                   |                 |             |                   |
| 07        | BG             | 71 25 12    | 39 21 555 | 3.00           | 172.72            | -               | Ancienne BG | fiable            |

- Nom du Témoins : néant
- Commune : TAMAZOURA



Figure 2.14 Niveau d'eau 03 m dont l'année n'est pas enregistrée.

## 2.1.4) INFRASTRUCTURE DES OUVRAGES DE PROTECTION EXISTANT

### 2.1.4.a) RESEAU ROUTIER TRAVERSSANT L'OUED :

Un seul ouvrage de traversé de route est détecter lors notre mission de reconnaissance et collecte des données à Tamazoura, il s'agissait de la CW 18 RN 108 reliant Oued sebbah a Oran passant par el Hammoul et Tamazoura.

Cet ouvrage est dimensionné pour réceptionner suffisamment les eaux de crue, avec une hauteur de 05 m et une largeur qui dépasse 8 m.



**Figure 2.15:** Traversée d'un RN 108  
Avant aménagement d'Oued Tamazoura



**Figure 2.16:** Traversée d'un RN 108  
après l'aménagement Avant

#### **II 2.1.4.b) LES POINTS DE REJET :**

Il existe deux points de rejet d'eaux usées.

D'après l'enquête effectuée auprès des subdivisionnaires de la daïra de AIN EL ARBAA

Une étude de la réalisation d'une STEP est inscrite par la DRE d'Ain Témouchent sur la partie aval des rejets.



**Figure 2.17:** Points des rejets sur l'Oued

### **2.1.5) CONCLUSION :**

les constatations sur les laisses ne montre aucune contrainte de débordement des eaux de crues sur le tissu urbain longeant et limitrophe d'oued Tamazoura.

Il est important de signaler que l'ouvrage aménagé (canal à ciel ouvert) à été achevé en **2012** et malheureusement agraisé par une crue en **2014** et une étude d'expertise à été effectué par l'organisme de contrôle CTH afin de cibler les causes de sa dégradation pour lancer une operation de réhabilitation par la DRE mais sans suite et l'ouvrage est en cours de dégradation chaque année.

*CHAPITRE III :*  
*HYDROLOGIE*

### III) Introduction :

Le bassin versant en un point donné d'un cours d'eau est l'étendue hydrologique drainée par ce cours d'eau et ses affluents correspondant aux sous bassins afférents. Le point vers lequel se dirigent les écoulements est appelé exutoire, le point le plus en aval du cours d'eau. Le bassin versant de l'Oued Tamazoura est défini par ses limites, longeant les crêtes de ses reliefs limitrophes. C'est en principe l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique, désignée comme étant une unité hydrologique.

La réponse du bassin versant à des précipitations dépend d'un nombre important de paramètres. Parmi ces facteurs, certains sont difficilement quantifiables comme ceux se rapportant au climat, à la couverture végétale, etc. Par contre, d'autres paramètres ont l'avantage de se prêter à une analyse quantifiée. Ce sont les paramètres morpho métriques (forme, altitude, pente du relief, etc.) qui interviennent dans les modalités d'écoulement.

Dans cette hypothèse, nous nous limitons à l'exposé des principaux paramètres d'ordre morpho métrique, de relief et hydrographique qui permettent de caractériser le bassin versant d'Oued Tamazoura. Ces paramètres peuvent en servir pour approcher les débits des crues fréquentielles pour le compte de l'aménagement hydraulique du cours d'eau.

#### III 1) Caractéristiques morphométriques du bassin versant d'Oued Tamazoura :

Dans cette étude, nous nous limitons à l'exposé des principaux paramètres d'ordre morpho métrique, de relief et hydrographique qui permettent de caractériser le bassin versant amont d'Oued Tamazoura

##### III 1.1) Objectif set méthodologie :

L'objectif principal est donc de réunir et de synthétiser un certain nombre de données concernant le village de Tamazoura et son environnement, afin d'évaluer le risque d'inondation dans cette dernière, et délimiter le patrimoine hydraulique du site

Deux aspects principaux peuvent se présenter :

- **L'aspect naturel :** porteur l'identification et la caractérisation des différents facteurs naturels aggravant l'aléa «inondations» dans le bassin versant de l'oued Tamazoura.
- **L'aspect social :** vise à mettre en évidence les facteurs anthropiques et sociaux qui augmentent la vulnérabilité de la ville de Tamazoura face aux inondations.

##### III 1.2) Situation et localisation du bassin versant d'oued Tamazoura

Le bassin versant de l'Oued Tamazoura est situé dans le tell Oranais. Ce dernier est rattaché territorialement à la wilaya d'Ain Témouchent.

Il est formé de deux grands oueds sont :

- Oued Hammam situé au Sud-ouest du bassin versant et de la ville de Tamazoura. Il prend naissance à partir du Djebel Bouhnech, Hammar Lakhdar et djebel El karma.

- Oued IBEL situé au Sud- Est du bassin versant et de la ville de Tamazoura. Il prend naissance à partir du Hammar Labiad et Djebel Sidi Mohamed.

Le bassin versant de Tamazoura fait parti des monts de TESSALA

Les points culminant du bassin versant atteindrant une altitude maximale de 946m et une altitude minimale de 194m.

Le bassin versant d’oued Tamazoura appartient au bassin 04 du côtier oranais selon la carte suivante :

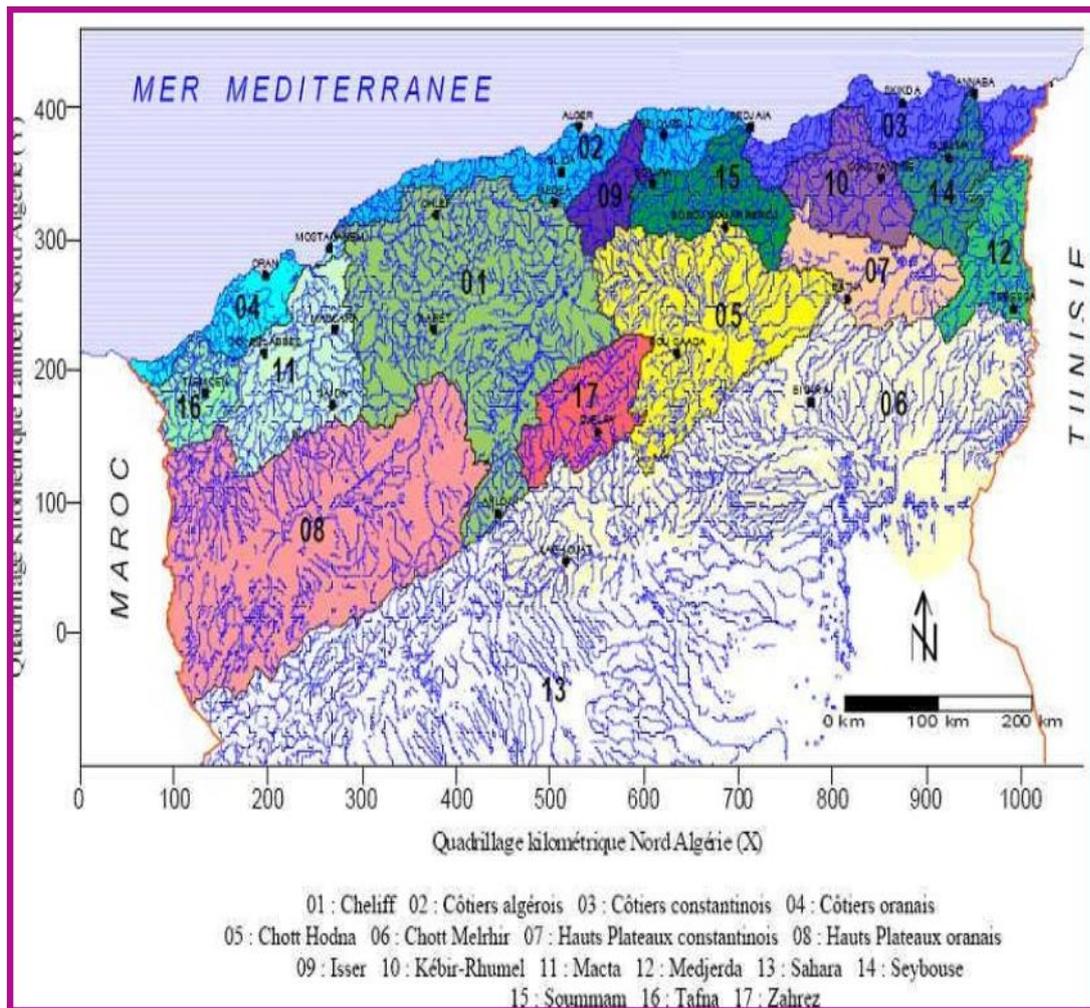


Figure 3.1 : Carte 1. Situation du bassin - selon découpage ANRH

### III 1.2.a) Situation du site du DPH dans le bassin versant :

Le site du DPH est situé à partir de point de la confluence de deux Oueds (Ibel et Hammam). Ces derniers sont localisés en amont et se terminent en aval de la ville TAMAZOURA. Le site de l'étude longe la ville de Tamazoura sur un linéaire de 3 Km et selon des coordonnées UTM suivants :

**Tableau 3.1** : coordonnées du DPH sur Oued Tamazoura

|                     | <b>Amont du tronçon</b> | <b>Aval du tronçon</b> |
|---------------------|-------------------------|------------------------|
| X (m) (UTM-Zone 30) | <b>713 133</b>          | <b>712 191</b>         |
| Y (m) (UTM-Zone 30) | <b>3 920 428</b>        | <b>3 922 538</b>       |

### III 1.3) Caractéristiques physiques et leur influence sur l'écoulement des eaux.

Les caractéristiques physiographiques d'un bassin versant influencent fortement sa réponse hydrologique, et notamment le régime des écoulements en période de crue. Le temps de concentration  $t_c$ , caractérise en partie la vitesse et l'intensité de la réaction du bassin versant à une sollicitation des précipitations, est influencé par diverses caractéristiques morphologiques : en premier lieu, la taille du bassin (sa surface), sa forme, son élévation, sa pente et son orientation. A ces facteurs, s'ajoutent encore le type de sol, le couvert végétal et les caractéristiques du réseau hydrographique. Ces facteurs, d'ordre purement géométrique ou physique, s'estiment aisément à partir de cartes adéquates ou en recourant à des techniques digitales et à des modèles numériques.

### III 1.4) Notions sur les caractéristiques morphométriques du bassin versant.

Les caractéristiques morphométriques d'un bassin versant influencent fortement sa réponse hydrologique et notamment le régime des écoulements en période de crue ou d'étiage. Il est donc intéressant de quantifier ces paramètres par des termes simples qui permettront la schématisation du bassin versant.

Pour que la quantification du bassin versant par le biais de la morphométrie soit rigoureuse et valable il faut que cette dernière soit appliquée à des bassins de taille réduite et homogène du point de vue géologique.

### III 1.5) Organisation du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique a été conditionné par des pulsations orogéniques et la nature lithologique qui ont obligé l'eau à ruisseler au sein d'une succession de dépression et de ravins. La forme du bassin versant peut avoir des conséquences hydrologiques importantes, notamment sur la relation pluie-débit et l'évolution des écoulements en période de crue, autrement dit, outre la nature de l'averse, ce sont les caractéristiques morphologiques du bassin qui conditionnent l'allure de l'hydrogramme observé à l'exutoire, plusieurs formules et indices permettent de chiffrer ces caractéristiques.

- III 1.5.a) Coefficient de compacité  $K_c$

Défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface. Cet indice qui caractérise la forme du bassin versant est donné par la relation suivante :

$$K_c = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \dots\dots\dots \text{III-1}$$

Où

$P$ : Périmètre du bassin versant.

$A$  : Surface du bassin versant.

- III 1.5.b) Rectangle équivalent :

a). Longueur du rectangle :

$$L = \frac{K_c \cdot \sqrt{S}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right] \dots\dots\dots \text{III-2}$$

b). Largeur du rectangle

$$l = \frac{K_c \cdot \sqrt{S}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right] \dots\dots\dots \text{III-3}$$

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. Le relief se détermine lui aussi au moyen d'indices ou de caractéristiques suivants :

- III 1.5.c) Altitudes caractéristiques :

Certaines altitudes sont notées pour caractériser les bassins versants.

L'altitude moyenne, c'est l'altitude qui correspond à la moyenne de la courbe Hypsométriques.

$$H_{\text{moy}} = \sum \frac{A_i \cdot h_i}{A} \dots\dots\dots \text{III-4}$$

Avec :

$H_{\text{moy}}$  : Altitude moyenne du bassin [m].

$A_i$  : Aire comprise entre deux courbes de niveau [km<sup>2</sup>].

$h_i$  : Altitude moyenne entre deux courbes de niveau [m].

**A:** Superficie totale du bassin versant [km].

L'altitude la plus fréquente, c'est le maximum de la courbe des fréquences altimétriques.

L'altitude de fréquence 1/2, c'est l'altitude qui correspond au point d'abscisse 1/2 de la courbe hypsométrique.

• III 1.5.d) L'indice de pente global  $I_g$

Le relief joue un rôle important, car il commande en grande partie l'aptitude au ruissellement des terrains. Son appréhension peut être faite à l'aide de l'indice de pente global  $I_g$  donné par la relation :

$$I_g = \frac{D}{L} \dots \dots \dots \text{III-5}$$

Où,

$I_g$  : Indice globale de Roche

$L$ : Longueur du rectangle équivalent [m],

$D$ : Dénivelée (m).

Avec :  $D = H_{5\%} - H_{95\%}$

Sur la courbe hypsométrique déjà tracée, on prend les points tels que la surface supérieure ou inférieure soit égale à 5% de la surface totale.  $H_5$  et  $H_{95}$  sont les altitudes entre lesquelles s'inscrivent 90% de la surface du bassin.

**Tableau 3.2 :** Classification du relief selon  $I_g$  par l'ORSTOM.

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Relief très faible  | $I_g < 0.002 \text{ m/km}$ |
| Relief faible       | $0.002 < I_g < 0.005$      |
| Relief assez faible | $0.005 < I_g < 0.01$       |
| Relief modéré       | $0.01 < I_g < 0.02$        |
| Relief assez fort   | $.02 < I_g < 0.05$         |
| Relief fort         | $0.05 < I_g < 0.5$         |
| Relief très fort    | $\text{m/km} < I_g$        |

• III 1.5.e) Dénivelée spécifique :

L'indice  $I_g$  décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente, il était donc difficile de comparer des bassins de tailles différentes.

La dénivelée spécifique  $D_s$  ne présente pas cet inconvénient : elle dérive de la pente globale  $I_g$  en la corrigeant de l'effet de surface admis étant inversement proportionnel à  $\sqrt{A}$ :

Il est donnée par :

$$D_s = I_g \cdot \sqrt{A} \dots \dots \dots \text{III-6}$$

**Tableau 3.3 :** Classification du relief selon  $D_s$ .

|   |                    |                   |
|---|--------------------|-------------------|
| 1 | relief très faible | $D_s < 10$        |
| 2 | faible             | $10 < D_s < 25$   |
| 3 | Assez faible       | $25 < D_s < 50$   |
| 4 | Modéré             | $50 < D_s < 100$  |
| 5 | Assez fort         | $100 < D_s < 250$ |
| 6 | Fort               | $250 < D_s < 500$ |
| 7 | Très fort          | $500 < D_s$       |

• III 1.5.f) La pente moyenne du bassin versant

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin versant.

Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct - donc sur le temps de concentration  $t_c$  - et influence directement le débit de pointe lors d'une averse.

Plusieurs méthodes ont été développées pour estimer la pente moyenne d'un bassin. Toutes se basent sur une lecture d'une carte topographique réelle ou approximative. La méthode consiste à calculer la moyenne pondérée des pentes de toutes les surfaces élémentaires comprises entre deux altitudes données. Une valeur approchée de la pente moyenne est alors donnée par la relation suivante :

$$I_{\text{moy}} = \frac{D \cdot L}{A} \dots\dots\dots \text{III-7}$$

Où :

$I_{\text{moy}}$  : Pente moyenne [m/km ou ‰].

$L$  : Longueur totale de courbes de niveau [km].

$D$  : Équidistance entre deux courbes de niveau [m],

$A$  : Surface du bassin versant [km<sup>2</sup>].

• III 1.5.g) Densité de drainage (Dd)

Appelée aussi la densité de thalwegs, elle est définie comme étant le rapport de la somme des longueurs des cours d'eau de tout les ordres sur la surface drainée.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A} \dots\dots\dots \text{III-8}$$

$D_d$  : Densité de drainage.

$L$  : Longueur cumulée de tous les thalwegs du bassin en km.

$A$  : Surface du bassin en km<sup>2</sup>.

• III 1.5.h) Fréquence des cours d'eau

Elle représente le nombre des canaux d'écoulement par unité de surface.

$$F = \frac{\sum N_i}{A} \dots\dots\dots \text{III-9}$$

Avec :

F : densité du réseau hydrographique (Km<sup>-2</sup>).

N<sub>i</sub> : nombre de cours d'eau.

A : surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>).

• **III 1.5.i) Coefficient de Torrentialité :**

C'est un coefficient qui tient compte à la fois de la densité des thalwegs élémentaires par la densité de drainage :

$$C_t = D_d \cdot F \dots\dots\dots \text{III-10}$$

D<sub>d</sub> : densité de drainage.

F : fréquence des thalwegs élémentaires.

**III.1.6) Calcul des caractéristiques morphométriques du bassin de Tamazoura :**

Localisé sur le versant en altitude, représentant un moyen affluent du bassin côtier oranais entièrement exposé aux fortes intensités pluvieuses de type montagneux, le bassin global de Tamazoura étudié, relativement moins important, couvre une superficie estimée à **55,21 km<sup>2</sup>**. Son degré de compacité (**Kc=1.44**) est suffisamment ramassé pour pouvoir déferler des centaines de m<sup>3</sup> durant les périodes des crues hivernales en l'espace de quelques heures. L'altitude moyenne est évaluée à près de **529,77m**.

Les altitudes maximales et minimales sont respectueusement **946 m et 153 m**

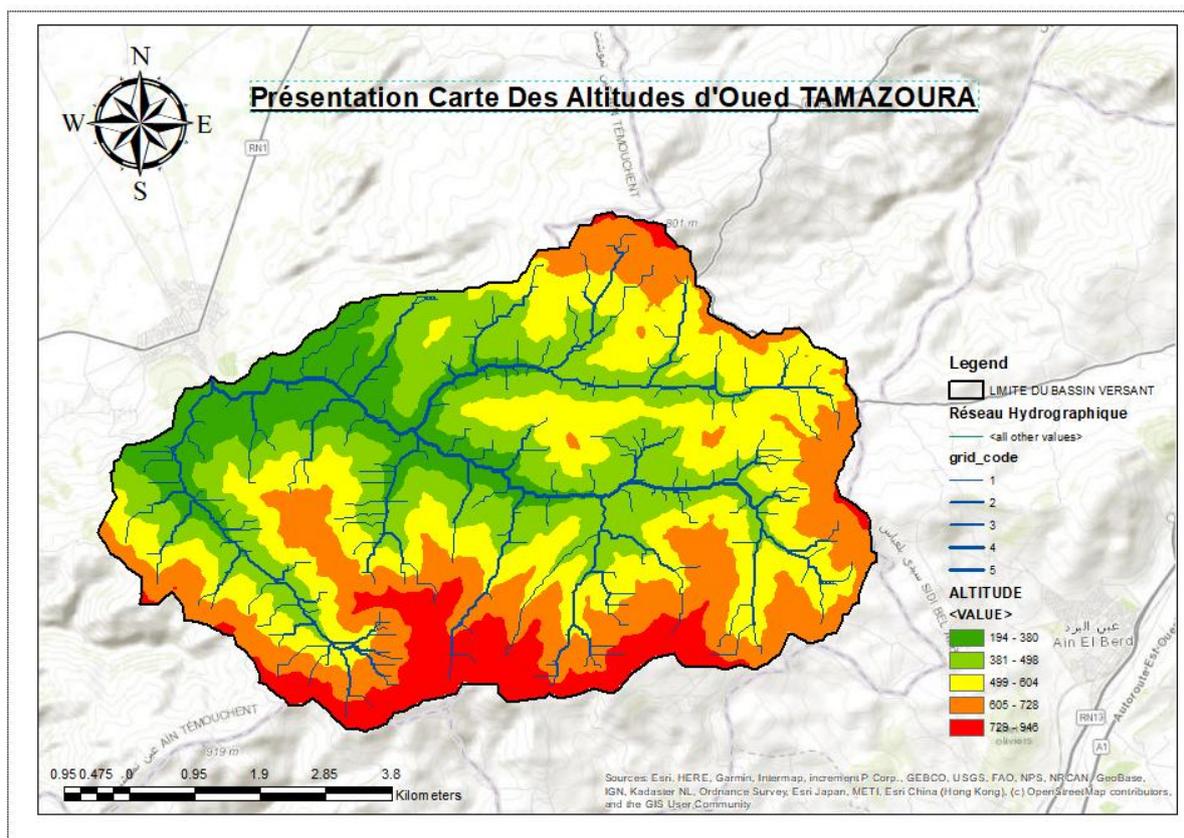


Figure 3.2 : Bassin versant de l'Oued Tamazoura et altitudes

**Tableau 3.4 :**Caractéristiques Morpho-métriques : Bassin Principal de l'oued Tamazoura

| Désignation                   |          | Symbole | Unités             | BV OUED<br>Tamazoura |
|-------------------------------|----------|---------|--------------------|----------------------|
| Superficie                    |          | S       | km <sup>2</sup>    | <b>57,21</b>         |
| Périmètre                     |          | P       | km                 | <b>38,9</b>          |
| Cordonnées lambert            | X        | -       | m                  | <b>194,71</b>        |
|                               | Y        | -       | m                  | <b>241,54</b>        |
| Longueur du thalweg principal |          | L       | km                 | <b>20,42</b>         |
| Pente du thalweg principal    |          | pm      | %                  | <b>3,88</b>          |
| Indice de compacité           |          | Kc      | -                  | <b>1,44</b>          |
| Coefficient d'allongement     |          | Ca      | -                  | <b>7,28</b>          |
| Rectangle                     | longueur | L       | km                 | <b>15,66</b>         |
| équivalent                    | largeur  | l       | Km                 | <b>3,65</b>          |
| Altitudes                     | maximale | Hmax    | m                  | <b>946</b>           |
|                               | moyenne  | Hmoy    | m                  | <b>529,77</b>        |
|                               | minimale | Hmin    | m                  | <b>153</b>           |
| Pente moyenne de B.V          |          | Im      | %                  | <b>40,07</b>         |
| Indice de pente globale       |          | Ig      | %                  | <b>3,16</b>          |
| Indice de pente moyenne       |          | Ipm     | m/km               | <b>50,64</b>         |
| Indice de pente de M Roche    |          | Ip      | %                  | <b>6,44</b>          |
| Facteur de forme              |          | Ff      | -                  | <b>7,28</b>          |
| Quotient des composantes      |          | Qc      | -                  | <b>4,28</b>          |
| Dénivelée                     |          | D       | m                  | <b>495</b>           |
| Dénivelée spécifique          |          | Ds      | m                  | <b>239,11</b>        |
| <b>Réseau Hydrographique</b>  |          |         |                    |                      |
| Densité de drainage           |          | Dd      | Km/Km <sup>2</sup> | <b>2,51</b>          |
| Coefficient de torrentialité  |          | Ct      | -                  | <b>19,82</b>         |

**Interprétation :**

L'étude morphométrique du bassin versant global de l'oued Tamazoura (BassinVersant 4) nous a permis de voir certaines caractéristiques de la région, qui avec une superficie totale de 57,21Km<sup>2</sup> et un périmètre du bassin de 38,9 km, s'identifie par un relief assez diversifié composé de trois (03) grandes formations géomorphologiques :

- une zone montagneuse
- une zone plaine
- une vallée (Oued Tamazoura).

Aussi, avec un coefficient de compacité  $K_c = 1,44$ , le bassin versant de l'oued Tamazoura est de type modérément allongé. Cette valeur a une influence sur le temps de concentration. Selon l'indice de pente globale, le bassin versant se caractérise par un relief fort. La topographie est marquée par une altitude maximale de 946 m et une altitude minimale de 153 m ce qui génère un ruissellement important.

La torrencialité est liée à la densité du chevelu hydrographique, avec un temps de concentration favorisant :

- Soit l'infiltration des eaux, au niveau des formations géologiques perméables en présence d'un couvert végétal plus ou moins dense.
- Soit la stagnation des eaux, surtout sur une structure lithologique imperméable avec une pente faible comme à l'aval du bassin versant.
- On peut conclure que le temps de concentration dépend de plusieurs facteurs : la forme du bassin, le couvert végétal, la lithologie et est conditionné par la superficie, la pente moyenne et la longueur du thalweg principal.

**III.2 Temps de concentration :**

On appelle temps de concentration  $T_c$  d'un bassin versant, la durée nécessaire pour que la pluie tombée sur le point le plus éloigné hydrologiquement de l'exutoire atteigne celui-ci . Plusieurs formules de détermination du temps de concentration ont été mise au point, les plus courantes sont :

• **III.2.a) Formule de Giandotti**

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5 \cdot L_p}{0,8 \cdot \sqrt{H_{moy} - H_{min}}} \dots\dots\dots III-11$$

Où :

- $T_c$  : Temps de concentration en (heurs)
- $L_p$  : Longueur du talweg principale (Km).
- $A$ : Surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>).
- $H_{moy}$  : Altitude moyenne du bassin versant (m.)
- $H_{min}$  : Altitude minimale du bassin versant (m).

• III.2.b) Formule de CALIFORNIA

$$T_c = \left( \frac{0.87 \cdot L^3}{H_{\max} - H_{\min}} \right)^{0.386} \dots\dots\dots \text{III-12}$$

$T_c$  : Temps de concentration en (heurs)

$L$ : Longueur du talweg principal en [Km];

$H_{\max}, H_{\min}$ : Respectivement l'altitude maximale et minimale du B.V en [m].

• III.2.c) Formule de KIRPICH

$$T_c = 0.6615 \cdot L_p^{0.77} \cdot I_{\text{moy}}^{-0.385} \dots\dots\dots \text{III-13}$$

$T_c$  : Temps de concentration en (heurs)

$L_p$  : Longueur du cours d'eau principal (km)

$I_{\text{moy}}$  : Pente moyenne du bassin.

• III.2.d) Formule de VENTURA

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{I_{\text{moy}}}} \dots\dots\dots \text{III-14}$$

$A$ : Surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>).

$I_{\text{moy}}$  : Pente moyenne du bassin.

$T_c$  : Temps de concentration en (heurs)

$N$ - Le coefficient de ruissellement

**Tableau 3.5** : résultat de calcul du temps de concentration

| Formules   | Tc (h) |
|------------|--------|
| GIANDOTTI  | 3.92   |
| VENTURA    | 0.46   |
| KIRPICH    | 4.33   |
| CALIFORNIA | 5.92   |

**Interprétation :**

Le temps de concentration TC considéré à la suite des calculs est celui calculé à partir du model de GIANDOTTI soit **3.92**heures.

**III. 3. Climatologie**

Le centre de Tamzoura ne disposant pas de station de mesure des températures, dans le calcul hydrologique, nous avons utilisé les données de la station la plus proche, celle de la commune d'Es-Senia .

### III 3.1) Température :

A partir des données des températures du tableau N°06 on constate deux périodes. Un semestre continental froid s'étend de novembre à mars et un semestre modéré à sec et chaud à l'intérieur des continents.

**Tableau 3. 6 :** Répartition Mensuelle des températures moyenne Station d'Es-Senia Période (1990-2021)

| Mois        | Sep  | Oct  | Nov         | Déc         | Jan         | Fév         | Mar         | Avr  | Mai  | Jun  | Jul  | Aout |
|-------------|------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|------|------|------|
| T moy en °C | 23.9 | 20.4 | <b>15.1</b> | <b>12.3</b> | <b>11.2</b> | <b>11.8</b> | <b>14.1</b> | 16.4 | 19.5 | 23.6 | 26.4 | 26.9 |
| T max en °C | 28.9 | 25.5 | 19.5        | 16.6        | 15.6        | 16.3        | 18.8        | 21.2 | 24.4 | 28.8 | 31.9 | 32.3 |

### III 3.2) Pluviométrie :

La pluviométrie moyenne annuelle évaluée à partir de la série pluviométrique de la station d'Es-Senia de la période 1990 à 2021 est de l'ordre de : **372 mm** par an

**Tableau 3. 7 :** Répartition Mensuelle des précipitations Station d' Es-Senia Période (1990-2021)

| Mois   | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jun | Jul | Aout |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| P (mm) | 17  | 34  | 66  | 47  | 53  | 41  | 42  | 39  | 23  | 5   | 1   | 4    |

### III 3.3) L'évaporation :

L'évaporation est importante en été. Elle atteint son maximum au mois de Juillet avec une valeur de **168 mm** le minimum est enregistré au mois de janvier avec une valeur de **43 mm**. La moyenne annuelle de l'évaporation est de **1222 mm**.

**Tableau 3. 8 :** Normales d'Evaporation Potentielle enregistrées dans la région d'étude  
ORAN

| Mois         | Sep  | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai  | Jun  | Jul  | Aût  | Année        |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------------|
| <b>E(mm)</b> | 130  | 86  | 56  | 42  | 43  | 54  | 85  | 110 | 138  | 154  | 168  | 156  | <b>1222</b>  |
| <b>E (%)</b> | 10,6 | 7,0 | 4,6 | 3,4 | 3,5 | 4,4 | 7,0 | 9,0 | 11,3 | 12,6 | 13,7 | 12,8 | <b>100,0</b> |

### III 3.4) Vitesse des vents :

Ce facteur est important, car il nous contraint à donner une orientation géographique du site d'implantation de la future station d'épuration en fonction de la direction et de l'intensité des vents.

**Tableau 3.9 :** Moyennes des vents (1990-2005).

| Mois                | jan  | Fev  | mar  | avr  | mai  | juin | juil | Aou  | Sep  | Oct | Nov  | Déc |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| Vitesse moy(m/s)    | 7,28 | 4,55 | 4,95 | 4,96 | 4,74 | 4,74 | 4,47 | 4,31 | 4,18 | 4   | 4,33 | 4,4 |
| Direction des vents | W    | W    | W    | W    | W    | W    | WSW  | W    | W    | WSW | WSW  | WSW |

Les vents dominants dans la région sont essentiellement de direction W et à un degré moindre WSW en automne. Pendant la période estivale, les vents de type Sirocco (vents chauds et secs de direction WSW) soufflent pendant quelques jours par an (de 5 à 7 jours).

### III 3.5) Humidité :

Les valeurs d'humidité (tableau n°10) enregistrées au niveau de la station d'Es-Sénia sont assez élevées. Cette tendance est surtout due à la proximité de la mer.

**Tableau 3.10 :** Humidités mensuelles (1990-2021).

| Mois | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fév | Mar | Avr | Mai | Jun | Jul | Aût |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| H%   | 64% | 69% | 71% | 74% | 74% | 72% | 70% | 65% | 63% | 58% | 56% | 58% |

### III 3.6) L'indice d'aridité de DEMARTON :

- Une saison humide et longue s'étale du mois d'Octobre au mois d'avril dont l'indice d'aridité atteint le maximum au mois de janvier.
- Une saison sèche et courte s'étale de mai à Septembre dont la valeur minimale est celle du mois d'Août.

### III 4) Etude des précipitations :

#### III 4.1) Précipitations maximales journalières

Les précipitations maximales journalières sont étudiées à fin de déterminer les pluies de courte durée.

Le tableau ci-joint illustrera les données des Pjmax s'étalant entre 1986-2020 soit pour une série d'observation de 35 ans.

**Tableau 3.11:** Série de la pluie journalière maximale

| Période | Pj max (mm) | Période | Pj max (mm) | Période | Pj max (mm) |
|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1986    | 30,5        | 2001    | 62          | 2016    | 68          |
| 1987    | 35,3        | 2002    | 45,1        | 2017    | 46,5        |
| 1988    | 42,7        | 2003    | 68,4        | 2018    | 32,4        |
| 1989    | 53,6        | 2004    | 32          | 2019    | 32          |
| 1990    | 29,5        | 2005    | 42          | 2020    | 35,5        |
| 1991    | 24          | 2006    | 88          |         |             |
| 1992    | 30,6        | 2007    | 49          |         |             |
| 1993    | 27,5        | 2008    | 32          |         |             |
| 1994    | 76          | 2009    | 28,5        |         |             |
| 1995    | 36          | 2010    | 17          |         |             |
| 1996    | 21          | 2011    | 33,7        |         |             |
| 1997    | 24          | 2012    | 76,1        |         |             |
| 1998    | 40          | 2013    | 54,6        |         |             |
| 1999    | 39          | 2014    | 62,7        |         |             |
| 2000    | 57          | 2015    | 29          |         |             |

#### III 4.2) Lois d'ajustements

Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométriques, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de la loi de probabilité, de la taille de l'échantillon et de certaines caractéristiques de l'échantillon. Toutefois, de nombreuses études comparatives, autant empiriques que théoriques, ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une méthode d'estimation est la plus efficace pour une loi donnée. Dans notre étude deux (02) lois d'ajustement ont été utilisées (**GALTON et GUMBEL**), vu leur utilisation fréquente pour traiter les données statistiques

**III 4.2.a) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :**

Nous avons fait recours au logiciel HYFRAN pour étudier l'ajustement des Pjmax en loi de Gumbel et de Galton. Les résultats d'ajustement sont illustrés comme suit :

**Tableau 3.12 :** Caractéristiques de l'échantillon

| <b>GUMBEL (Méthode des moments)</b> | <b>Carac. del'échantillon</b> |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Minimum                             | 17                            |
| Maximum                             | 88                            |
| Moyenne                             | 42,9                          |
| Ecart – type                        | 17,6                          |
| Médiane                             | 36                            |
| Coefficient de variation (C )       | 0,41                          |
| V                                   |                               |

**Tableau3. 13 :** Ajustement de la loi-Gumbel aux pluies journalières maximales

| T    | q     | XT   | Ecart type | Confidence interval (95%) |
|------|-------|------|------------|---------------------------|
| 1000 | 0,999 | 130  | 17,2       | 96                        |
| 100  | 0,99  | 98   | 11,7       | 75,2                      |
| 50   | 0,98  | 88,4 | 10         | 68,8                      |
| 20   | 0,95  | 75,7 | 7,83       | 60,3                      |
| 10   | 0,9   | 65,8 | 6,2        | 53,7                      |

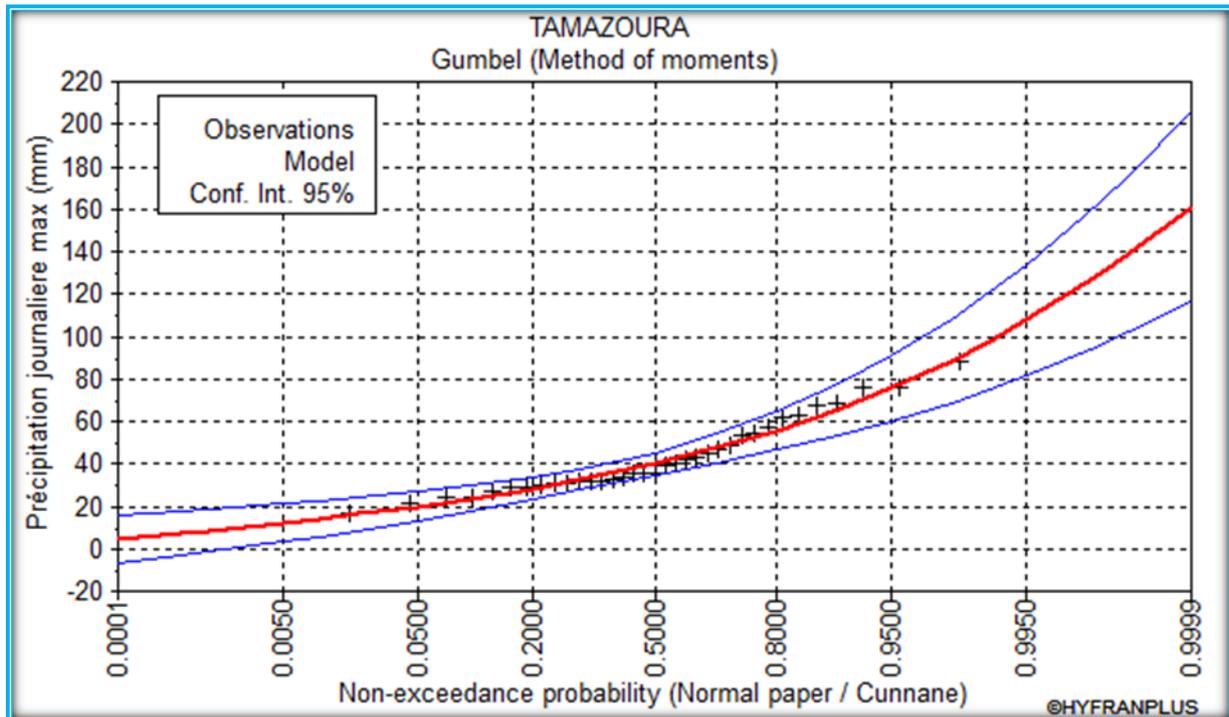


Figure 3.3 : Carte 03. Résultats graphique d'ajustement des Pjmax (Loi Gumbel)

**III 4.2.b) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON (log-normale) :**

Le même principe a été fait pour la loi de GALTON

**Tableau 3.14 :** Caractéristiques de l'échantillon

| Galton (Maximum de vraisemblance) | de | Carac.del'échantillon |
|-----------------------------------|----|-----------------------|
| Minimum                           |    | 17                    |
| Maximum                           |    | 88                    |
| Moyenne                           |    | 42,9                  |
| Ecart – type                      |    | 17,6                  |
| Médiane                           |    | 36                    |
| Coefficient de variation (C )     |    | 0,41                  |
| V                                 |    |                       |

**Tableau 3.15** : Ajustement de la loi-GALTON aux pluies journalières maximales

| T    | q     | XT          | Ecart type | Confidence interval (95%) |
|------|-------|-------------|------------|---------------------------|
| 1000 | 0.999 | <b>135</b>  | 22         | 91.9                      |
| 100  | 0.99  | <b>99.8</b> | 13         | 74.3                      |
| 50   | 0.98  | <b>89.6</b> | 10.7       | 68.6                      |
| 20   | 0.95  | <b>76.2</b> | 7.89       | 60.7                      |
| 10   | 0.9   | <b>66</b>   | 6          | 54.2                      |

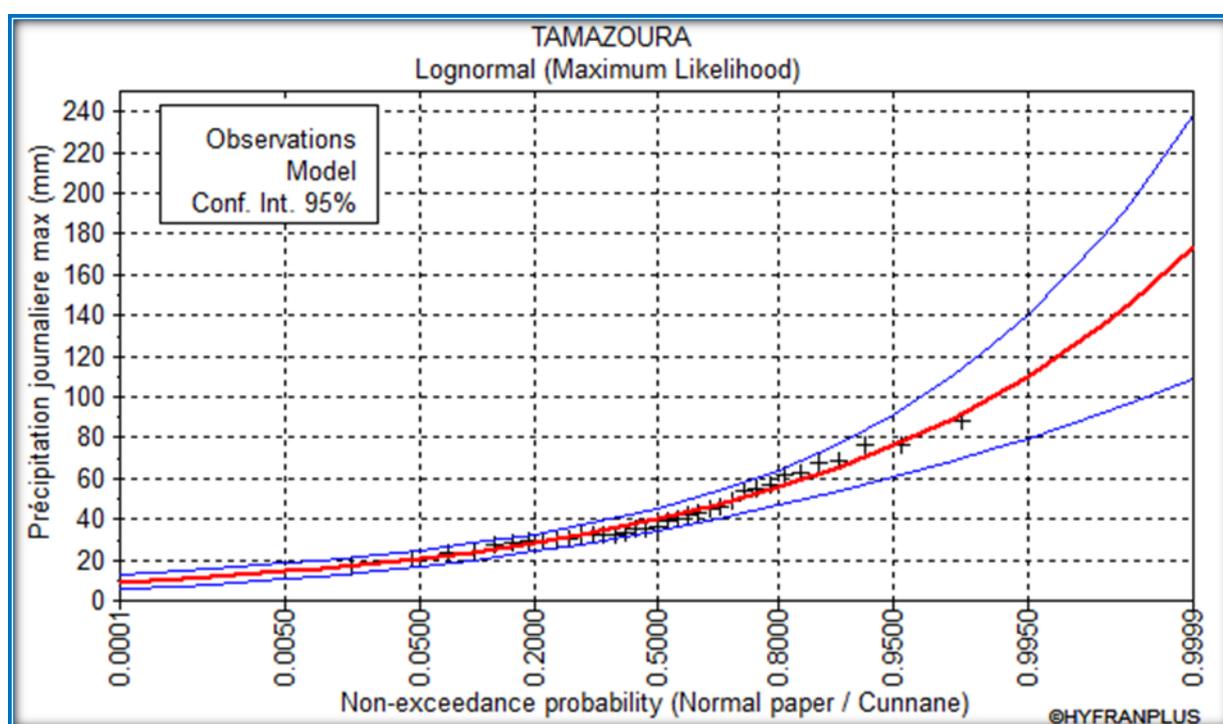


Figure 3.4 : Carte 04 . Résultats graphique d’ajustement des Pjmax (Loi GALTON)

### III 5) Etude des Intensités Durées Fréquences :

#### III 5.1) Pluies de courte durée :

Si on considère que le paramètre des pluies pouvant générer des crues remarquables, il s’agit bien des intensités de projet qui sont déduites de manière adéquate, à partir de la pluie maximale quotidienne annuelle, analysée statistiquement selon l’importance du projet. Il est admis que, pour les ouvrages d’aménagement à projeter, le paramètre à retenir dans des estimations de crues, ressort d’une fréquence suffisamment faible dont le temps de retour dépasse, par mesure de sécurité, une période d’un siècle.

Ainsi, c'est dans ce cas que les intensités de courtes durées ont été évaluées dans la zone aval de **Tamazoura** afin de pouvoir estimer la lame des eaux pluviales qui s'abattent dans la plaine en périodes de crue. Les résultats ont été donnés en millimètres à l'heure.

La formule usuelle exprimée par la relation du paramètre des pluies maximales journalières annuelles en fonction des intensités de courtes durées, est donnée par la formule régionale des pluies horaires, appliquée par Montana comme suit :

$$P_{T,t} = P_j \max(\%) \left( \frac{t}{24} \right)^b$$

Ou

PT.t : Pluie de durée t et de période de retour T

Pjmax(%) : pluie journalière max de fréquence correspondant à T

b : exposant climatique (**0.3**)

**Tableau 3. 16** : Résultats des Intensités Durées Fréquences en mm de durée T

| Période de retour | 1000         |              | 100          |              | 50           |              | 20           |              | 10           |             |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|                   | Pmaxj        | 135.00       | Pmaxj        | 99.88        | Pmaxj        | 89.60        | Pmaxj        | 76.20        | Pmaxj        | 66.00       |
| T(h)              | Pct(mm)      | It (mm/h)    | Pct(mm)      | It (mm/h)    | Pct(mm)      | It(mm/h)     | Pct(mm)      | It (mm/h)    | Pct(mm)      | It (mm/h)   |
| 1                 | 52.03        | 52.03        | 38.50        | 38.50        | 34.53        | 34.53        | 29.37        | 29.37        | 25.44        | 25.44       |
| 2                 | 64.06        | 32.03        | 47.39        | 23.70        | 42.52        | 21.26        | 36.16        | 18.08        | 31.32        | 15.66       |
| 3                 | 72.34        | 24.11        | 53.52        | 17.84        | 48.02        | 16.01        | 40.83        | 13.61        | 35.37        | 11.79       |
| <b>3.92</b>       | <b>78.39</b> | <b>20.00</b> | <b>58.00</b> | <b>14.79</b> | <b>52.03</b> | <b>13.27</b> | <b>44.25</b> | <b>11.29</b> | <b>38.32</b> | <b>9.78</b> |
| 4                 | 78.87        | 19.72        | 58.35        | 14.59        | 52.34        | 13.09        | 44.52        | 11.13        | 38.56        | 9.64        |
| 5                 | 84.33        | 16.87        | 62.39        | 12.48        | 55.97        | 11.19        | 47.60        | 9.52         | 41.23        | 8.25        |
| 6                 | 89.07        | 14.84        | 65.90        | 10.98        | 59.11        | 9.85         | 50.27        | 8.38         | 43.54        | 7.26        |
| 7                 | 93.28        | 13.33        | 69.02        | 9.86         | 61.91        | 8.84         | 52.65        | 7.52         | 45.60        | 6.51        |
| 8                 | 97.10        | 12.14        | 71.84        | 8.98         | 64.44        | 8.06         | 54.80        | 6.85         | 47.47        | 5.93        |
| 9                 | 100.59       | 11.18        | 74.42        | 8.27         | 66.76        | 7.42         | 56.78        | 6.31         | 49.18        | 5.46        |
| 10                | 103.82       | 10.38        | 76.81        | 7.68         | 68.90        | 6.89         | 58.60        | 5.86         | 50.76        | 5.08        |
| 11                | 106.83       | 9.71         | 79.04        | 7.19         | 70.90        | 6.45         | 60.30        | 5.48         | 52.23        | 4.75        |
| 12                | 109.65       | 9.14         | 81.13        | 6.76         | 72.78        | 6.06         | 61.89        | 5.16         | 53.61        | 4.47        |
| 13                | 112.32       | 8.64         | 83.10        | 6.39         | 74.55        | 5.73         | 63.40        | 4.88         | 54.91        | 4.22        |
| 14                | 114.84       | 8.20         | 84.97        | 6.07         | 76.22        | 5.44         | 64.82        | 4.63         | 56.15        | 4.01        |
| 15                | 117.25       | 7.82         | 86.74        | 5.78         | 77.82        | 5.19         | 66.18        | 4.41         | 57.32        | 3.82        |
| 16                | 119.54       | 7.47         | 88.44        | 5.53         | 79.34        | 4.96         | 67.47        | 4.22         | 58.44        | 3.65        |
| 17                | 121.73       | 7.16         | 90.06        | 5.30         | 80.79        | 4.75         | 68.71        | 4.04         | 59.51        | 3.50        |
| 18                | 123.84       | 6.88         | 91.62        | 5.09         | 82.19        | 4.57         | 69.90        | 3.88         | 60.54        | 3.36        |
| 19                | 125.86       | 6.62         | 93.12        | 4.90         | 83.54        | 4.40         | 71.04        | 3.74         | 61.53        | 3.24        |
| 20                | 127.81       | 6.39         | 94.56        | 4.73         | 84.83        | 4.24         | 72.14        | 3.61         | 62.49        | 3.12        |
| 21                | 129.70       | 6.18         | 95.96        | 4.57         | 86.08        | 4.10         | 73.21        | 3.49         | 63.41        | 3.02        |
| 22                | 131.52       | 5.98         | 97.31        | 4.42         | 87.29        | 3.97         | 74.24        | 3.37         | 64.30        | 2.92        |
| 23                | 133.29       | 5.80         | 98.61        | 4.29         | 88.46        | 3.85         | 75.23        | 3.27         | 65.16        | 2.83        |
| 24                | 135.00       | 5.63         | 99.88        | 4.16         | 89.60        | 3.73         | 76.20        | 3.18         | 66.00        | 2.75        |

### III 5.2) Courbe intensité-durée-fréquence :

La courbe a été tracé sur Excel selon le tableau 3.16 est présenté comme suit :

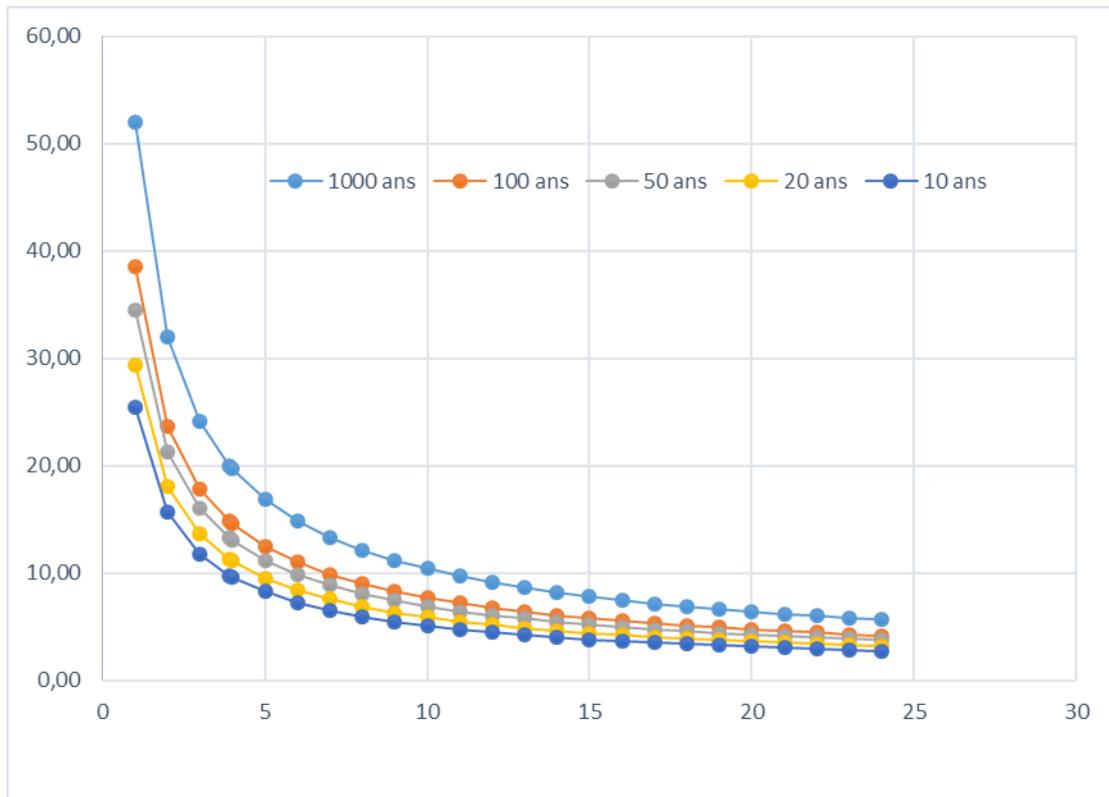


Figure 3.5 : Courbe intensité-durée-fréquence

### III 6) Calcul des débits de crues :

L'estimation des débits de projet d'un bassin versant reste un problème très difficile à concevoir dans un plan d'aménagement hydraulique, et ne peut ressortir d'une science exacte telle qu'elle est définie dans la théorie hydrologie. Un grand nombre de méthodes d'approche peuvent être valables, mais ne donnent qu'une estimation relative de la grandeur de la crue.

Quelle que soit la méthode retenue, les résultats de calcul des débits de projet du Bassin Versant (BV) sont entachés d'incertitudes (valeur des précipitations, complexité des phénomènes, estimation des paramètres physiques et autres considérations...).

Les critères de conception suivants sont utilisés pour évaluer les débits susceptibles d'être à l'origine des inondations de par leurs caractéristiques proches de la réalité. L'analyse hydrologique est basée sur les critères suivants ci-dessous indiqués

L'approche privilégiée pour l'étude hydrologique est l'analyse fréquentielle des données hydrométriques réellement enregistrées, si elles existent, surtout pour les grands bassins

versants. Au cas où les données hydrométriques ne sont pas disponibles, les méthodes de transformation pluie-débit sont exploitées et utilisées pour mieux approcher les valeurs de projet escomptées.

Plusieurs méthodes existent pour la transformation pluie-débit, telles que entre autres :

- La formule rationnelle dite synthétique.
- La formule de Mallet & Gauthier.
- La formule de Sokolovsky.
- La formule de Turaza
- La formule de Giandotti.

Les crues qui sont à l'origine des inondations de Tamazoura, proviennent essentiellement du ruissèlement des eaux de l'oued Tamazoura. N'ayant de données hydrométrique à proximité du site d'étude, mais on dispose en cette matière des données enregistrées à la station hydrométrique d'ES-SENIA, qui contrôle le grand bassin.

### III 6.1) Méthodes empiriques :

#### III 6.1.1) Méthode Rationnelle dite synthétique :

En effet, cette formule suppose que l'averse susceptible de générer la crue de projet, est uniformément répartie sur l'ensemble du bassin, et que la vitesse instantanée de transfert de l'écoulement est prise égale à la moyenne le long du réseau hydrographique. Dans ce cas, la propagation de l'onde de crue n'est autre que la vitesse de ruissèlement d'amplitude maximale, par rapport au temps de concentration déterminé à pas horaire.

La formule générale s'exprime en fonction de la surface participante au transfert de l'onde de chaque affluent, obtenue par les courbes d'isochrones pour chaque heure de ruissèlement.

$$Q_{\max}(t) = (C_e * P(t) * S_i * f) / (3.6 * t) \dots\dots\dots\text{III-15}$$

- P(t) : Pluie maximale de durée t pour une fréquence donnée,
- C<sub>e</sub> : Coefficient de ruissèlement fréquentiel,
- S<sub>i</sub> : Surface participante partielle ou totale entre deux isochrones consécutives,
- f : Facteur de forme, variant de 1.1 à 0.8, selon l'étendue du bassin,
- t : Temps horaire de crue, lié au temps de concentration.

#### III 6.1.2) Formule de Mallet-Gauthier :

D'un emploi coutumier dans des cas hydrologiques caractéristiques des cours d'eau algériens, cette formule semble la mieux adaptée pour les régions climatiquement irrégulières telle que la région des plateaux dans l'ouest du pays. Elle s'exprime en fonction des caractéristiques

morphométriques du bassin ainsi que du temps de retour de la crue pour une fréquence donnée. Très recommandée pour déterminer les paramètres fréquentiels de projet, cette formule présente un avantage sur l'estimation très appréciable des débits de pointe pour les valeurs de fréquences plus faibles, dont le temps de retour ne saurait être inférieur à une période séculaire.

Afin de confirmer les résultats des débits maxima fréquentiels, il a été utilisé de la formule empirique de Mallet Gauthier qui semble être convenable dans ce genre d'étude, particulièrement pour évaluer les valeurs de plus faibles fréquences.

$$Q_{max} = (2 \cdot k) \cdot \log(1 + A \cdot h) \cdot (S/L)^{0.5} \cdot [1 + 4 \cdot \log(T) - \log(S)]^{0.5} \dots \dots \dots \text{III-16}$$

- Qmax = Intensité de la crue en m<sup>3</sup>/s,
- K : Caractéristique climatique topographique, pris égal à 2.5 pour S moyenne.
- A : 25, pour le régime hydrologique du pays,
- h : Pluie annuelle en mètre,
- L : Longueur du thalweg principal en km,
- S : Surface du bassin en km<sup>2</sup>,
- T : Temps de retour en années.

**III 6.1.3) Formule de Giandotti :**

Aussi, dans le même contexte d'estimation des débits de pointe, la méthode de Giandotti s'inspire des lois de ruissellement basées sur les caractéristiques morphométriques du bassin versant ainsi que le temps de concentration. Comme précédemment, cette formule, ayant donné de résultats satisfaisants, particulièrement pour les petits bassins typiquement montagneux, s'exprime en fonction, des paramètres similaires à ceux appliqués dans la méthode synthétique :

$$Q_{max} = 166 \cdot S \cdot P(T_c) \cdot \text{racine}(H_{moy} - H_{min}) / [4 \cdot \text{racine}(S) + 1.5 \cdot L]$$

**III 6.1.4) Formule de Sokolovsky :**

$$Q_{max} = \frac{0.28 \cdot P_{T_c} \cdot \alpha \cdot S}{T_c} f \dots \dots \dots \text{III-17}$$

- Qmax : Débit max de la crue (m<sup>3</sup>/s)
- PTc : Pluie correspondant au temps de concentration
- α : Coefficient de ruissellement
- S : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).
- f : coefficient de forme de l'hydrogramme pris égale à 1.2 pour les petits BV.
- Tc: Temp de concentration

**III 6.1.5) Formule de Turaza :**

$$Q = (C.I.A)/3.6 \dots\dots\dots\text{III-18}$$

A: Surface du bassin versant

I%: Intensité de la pluie de fréquence (P%) pour une durée égale au temps de concentration Tc

C : coefficient de ruissellement de la crue considérée pour une probabilité P%

Suivant l'une ou l'autre formule adoptée, les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous, en formulant les valeurs moyennes fréquentielles des débits de pointe :

**Tableau 3.17** : Récapitulatif des évaluations des débits de pointe fréquents

| Débit de crue selon les périodes de retour | <b>Q10</b>          | <b>Q20</b>          | <b>Q50</b>          | <b>Q100</b>         | <b>Q1000</b>        |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | (m <sup>3</sup> /s) |
| <b>Méthode Rationnelle</b>                 | 46.61               | 71.75               | 105.46              | 140.96              | 254.23              |
| <b>Formule de Giandotti</b>                | 116.03              | 133.96              | 157.52              | 175.45              | 237.34              |
| <b>Formule Mallet Gautier</b>              | 85.10               | 99.66               | 116.13              | 127.19              | 158.47              |
| <b>Formule de Turazza</b>                  | 93.25               | 125.59              | 158.16              | 187.90              | 254.27              |
| <b>Formule de SOKOLOVSKI</b>               | 61.64               | 78.11               | 102.05              | 120.77              | 188.74              |
| <b>Adopté</b>                              | <b>116.03</b>       | <b>133.96</b>       | <b>157.52</b>       | <b>175.45</b>       | <b>237.34</b>       |

**III 6.2) Hydrogramme des crues :**

- Equation de la courbe de la montée de crue :

La schématisation géométrique proposée par **Giandotti** pour le tracé des hydrogrammes des crues permet de pallier l'absence de stations de mesures hydrométriques. Cet auteur donne à l'hydrogramme de crue la forme d'une courbe fermée par deux paraboles jointes au sommet dont les équations sont les suivantes :

$$Q_t = Q_{\max} \left( \frac{t}{t_m} \right)^m \dots\dots\dots\text{III-19}$$

**Avec :**

Q<sub>t</sub> : Débit à l'instant t en heures après le début de la crue (m<sup>3</sup>/s),

$Q_{\max}$  : Débit maximal de la crue ( $m^3/s$ ),

$t_m$  : Temps de montée de la crue en heures, l'auteur préconise pour les petits bassins, ( $t_m = T_c$ ),

$m$  : Exposant de la parabole, pour les crues pluviales ( $m = 3$ ).

- Equation de la courbe de décrue :

$$Q(t') = Q_{\max} \left( \frac{t_d - t'}{t_d} \right)^n \dots\dots\dots \text{III-20}$$

**Avec :**

$Q(t')$  : Débit à l'instant  $t'$  en heures, après la pointe de la crue ( $m^3/s$ ),

$t_d$  : Durée de la décrue en heures.  $t_d = \delta \times t_m$ , ( $t_m = 0.75 \times T_c$ ), prend  $\delta = 2$  et donc  $t_d = 2 \times t_m$ .

$n$  : Exposant de la parabole pour les crues pluviales,  $n = 2$ .

Le détail des calculs est reporté dans le tableau ci-dessous

- Méthode synthétique des crues Fréquentielles :

**L'équation globale permettant de construire l'hydrogramme des crues**

$$Q(t) = Q_{\max} \times \left( \frac{t}{t_m} \right)^4 \times \exp \left[ -4 \times \left( 1 - \frac{t}{t_m} \right) \right] \dots\dots\dots \text{III-21}$$

Le détail des calculs est reporté dans le tableau ci-dessous

**Tableau 3.18** : Récapitulatif des évaluations des débits de pointe fréquents

|                            |                                  |               |                 |               |               |
|----------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| <b>Bassin de Tamazoura</b> | S(bv) =                          | 57.21         | km <sup>2</sup> | Tc =          | 3.92          |
| Tps Retour                 | 10                               | 20            | 50              | 100           | 1000          |
| Qmax                       | <b>116.02</b>                    | <b>133.98</b> | <b>157.53</b>   | <b>175.45</b> | <b>237.34</b> |
| Durée crue en Heures       | <b>Débits en m<sup>3</sup>/s</b> |               |                 |               |               |
| 0.08                       | 0.003                            | 0.004         | 0.004           | 0.005         | 0.006         |
| 0.25                       | 0.236                            | 0.272         | 0.320           | 0.356         | 0.482         |
| 0.50                       | 2.684                            | 3.099         | 3.644           | 4.059         | 5.490         |
| 0.75                       | 9.670                            | 11.166        | 13.129          | 14.623        | 19.781        |
| 1.00                       | 21.749                           | 25.116        | 29.531          | 32.890        | 44.492        |
| 1.50                       | 55.766                           | 64.399        | 75.718          | 84.332        | 114.080       |
| 2.00                       | 89.266                           | 103.085       | 121.204         | 134.992       | 182.611       |
| 2.50                       | 110.380                          | 127.467       | 149.872         | 166.921       | 225.802       |
| 3.00                       | 115.925                          | 133.870       | 157.401         | 175.306       | 237.145       |
| 4.00                       | 93.984                           | 108.533       | 127.610         | 142.126       | 192.261       |
| 5.00                       | 58.860                           | 67.971        | 79.919          | 89.010        | 120.408       |
| 6.00                       | 31.309                           | 36.155        | 42.510          | 47.346        | 64.048        |
| 7.00                       | 14.879                           | 17.182        | 20.203          | 22.501        | 30.438        |
| 8.00                       | 6.511                            | 7.519         | 8.841           | 9.847         | 13.320        |
| 10.00                      | 1.046                            | 1.208         | 1.420           | 1.582         | 2.140         |
| 12.00                      | 0.143                            | 0.165         | 0.194           | 0.216         | 0.292         |

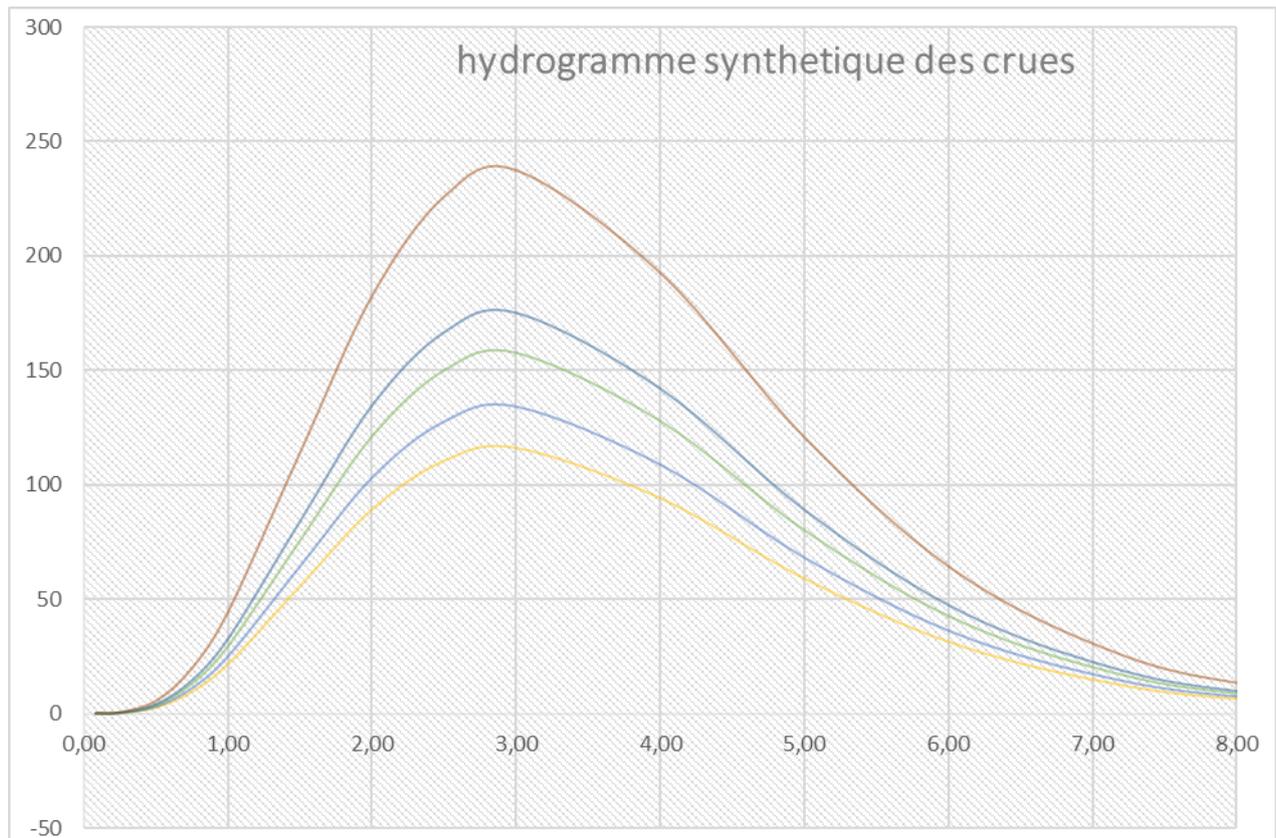


Figure 3.6 : Hydrogramme de crues Bassin de Tamazoura

### III 6.3) Volumes des crues fréquentielles :

La caractéristique principale de la crue est le temps de concentration, de durée prise supérieure au temps de montée. La courbe de l'hydrogramme est ainsi décrite par l'équation d'EPSON précédemment indiquée qui, sous son expression intégrée, donne le volume de la crue et la lame ruisselée. Les graphes des différents hydrogrammes fréquentiels pour chaque site projeté ont été élaborés, ainsi que leurs volumes ruisselés de même fréquence par cette formule dont son intégration conduit aisément au volume ruisselé de la crue comme suit :

$$V_R = 1,28 * Q_{max} * T_m \dots\dots\dots III-21$$

On en déduit finalement, pour un temps de monté  $T_m$  pris égal à 0.75 du temps de concentration  $T_c$ , compte tenu de la moyenne surface du bassin, les volumes de crue pour différentes fréquences, du bassin versant dans la zone d'étude.

**Tableau 3.19 :** Volumes de crue Fréquentiels correspondants en hm<sup>3</sup>

| les périodes de retour              | T= 10 ans     | T= 20 ans     | T= 50 ans     | T= 100 ans    | T= 1000 ans   |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Débits adoptés (m <sup>3</sup> /s)  | <b>116.03</b> | <b>133.96</b> | <b>157.52</b> | <b>175.45</b> | <b>237.34</b> |
| Volume des crues (Hm <sup>3</sup> ) | <b>1.54</b>   | <b>1.77</b>   | <b>2.09</b>   | <b>2.32</b>   | <b>3.14</b>   |

*CHAPITRE IV :*  
*MODELISATION ET*  
*CARTOGRAPHIE*

#### IV) Introduction :

Le présent chapitre : modélisations et cartographie a pour but l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation issues des oueds qui traversent les tissus urbains des agglomérations limitrophes. Les objectifs à définir sont :

- Étudier l'inondable pour différents fréquence (10, 20, 50 et 100 ans), ainsi que la fréquence exceptionnelle (1000 ans) ;
- Étudier la modélisation et caractéristiques hydraulique des vitesses d'écoulement et les temps de submersion en tout point du périmètre d'étude pour les différents scénarios de crues.

Les modèles permettent de représenter précisément les conditions d'écoulements pour différentes situations hydrologiques ; ils s'appuient sur une connaissance fine de la zone du DPH :

- Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu d'une restitution photogramétrique, qui permet de définir de manière performante (précision altimétrique de 1 m, précision planimétrique de 1 m) les côtes du terrain naturel,
- Des levés topographiques complémentaires au sol (ouvrages hydrauliques, ...),
- Et des enquêtes de terrain sur les laisses des crues, permettant d'apprécier les conditions réelles d'écoulement.

Cette phase est la suite de l'étude hydrologique, qui nous a permis de définir des données fiables et cohérentes à l'échelle des bassins versants étudiés, constituant ainsi les débits d'entrée des modèles hydrauliques pour les différentes périodes de retour étudiées.

Le présent document constituant un rapport intermédiaire de la phase modélisation hydraulique en abordant les points suivants :

1. Rappel des résultats hydrologiques ;
2. Analyse des modèles numériques de terrain
3. Modélisation de l'aléa, inondations ; Cartographie des zones inondables.

#### IV-1 Modélisation :

##### IV 1.1) Rappel des résultats hydrologiques

##### -Bassin versant :

La synthèse de l'étude hydrologique nous a permis de définir les caractéristiques morphométriques du bassin versant du DPH étudié.

**Tableau 4.1 : Présentation des sous Bassins Versant :**

| Désignation                   | Symbole | Unités          | BV OUED<br>Tamazoura |
|-------------------------------|---------|-----------------|----------------------|
| Superficie                    | S       | km <sup>2</sup> | <b>57,21</b>         |
| Périmètre                     | P       | km              | <b>38.9</b>          |
| Longueur du thalweg principal | L       | km              | <b>20,42</b>         |

**-Débits de crues calculés :**

L'étude hydrologique a fourni les débits de crues **décennale, vingtennale, cinquantennale, centennale et millénaire** pour l' oued traité.

**Tableau 4.2:** Résultats de calculs des débits de crues des différentes fréquences.

| Débit de crue selon les périodes de retour | Q10                 | Q20                 | Q50                 | Q100                | Q1000               |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | (m <sup>3</sup> /s) |
| <b>Proposés</b>                            | <b>116.02</b>       | <b>133.98</b>       | <b>157.53</b>       | <b>175.45</b>       | <b>237.34</b>       |

**-Hydrogramme des crues :**

La schématisation géométrique proposée par Giandotti pour le tracé des hydrogrammes des crues permet de pallier l'absence de stations de mesures hydrométriques. Cet auteur donne à l'hydrogramme de crue la forme d'une courbe fermée par deux paraboles jointes au sommet

**Tableau 4.3 :** Récapitulatif des évaluations des débits de pointe fréquentiels

| <b>Bassin de Tamazoura</b> | S(bv) =               | 57.21         | km <sup>2</sup> | Tc =          | 3.92          |
|----------------------------|-----------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| Tps Retour                 | 10                    | 20            | 50              | 100           | 1000          |
| Qmax                       | <b>116.02</b>         | <b>133.98</b> | <b>157.53</b>   | <b>175.45</b> | <b>237.34</b> |
| Durée crue en Heures       | <b>Débits en m3/s</b> |               |                 |               |               |
| 0.08                       | 0.003                 | 0.004         | 0.004           | 0.005         | 0.006         |
| 0.25                       | 0.236                 | 0.272         | 0.320           | 0.356         | 0.482         |
| 0.50                       | 2.684                 | 3.099         | 3.644           | 4.059         | 5.490         |
| 0.75                       | 9.670                 | 11.166        | 13.129          | 14.623        | 19.781        |
| 1.00                       | 21.749                | 25.116        | 29.531          | 32.890        | 44.492        |
| 1.50                       | 55.766                | 64.399        | 75.718          | 84.332        | 114.080       |
| 2.00                       | 89.266                | 103.085       | 121.204         | 134.992       | 182.611       |
| 2.50                       | 110.380               | 127.467       | 149.872         | 166.921       | 225.802       |
| 3.00                       | 115.925               | 133.870       | 157.401         | 175.306       | 237.145       |
| 4.00                       | 93.984                | 108.533       | 127.610         | 142.126       | 192.261       |
| 5.00                       | 58.860                | 67.971        | 79.919          | 89.010        | 120.408       |
| 6.00                       | 31.309                | 36.155        | 42.510          | 47.346        | 64.048        |
| 7.00                       | 14.879                | 17.182        | 20.203          | 22.501        | 30.438        |
| 8.00                       | 6.511                 | 7.519         | 8.841           | 9.847         | 13.320        |
| 10.00                      | 1.046                 | 1.208         | 1.420           | 1.582         | 2.140         |
| 12.00                      | 0.143                 | 0.165         | 0.194           | 0.216         | 0.292         |

## **IV 1.2) Intégration des données dans le model hydraulique :**

### **IV 1.2.1) Modélisation des inondations :**

Parmi les nombreuses caractéristiques des inondations, leur grande variabilité spatiale, leur magnitude et la difficulté d'en prévoir les conséquences moyennes à long terme compliquent la tâche des aménagistes. Une forme cartographique de ces risques aiderait à donner une idée sur les conséquences des inondations futures sur les bâtiments, infrastructures et potentielles situées dans la plaine inondable, pour y parvenir il faut faire recours à la modélisation hydraulique pour connaître les champs d'extensions de ces inondations, ainsi, avec l'avancée de la technique de calcul, les modèles à base physique commencent à être remplacés par des modèles numériques.

En principe, un modèle hydraulique numérique fonctionne de la même façon qu'un modèle à base physique, seulement que la simulation se fait sur ordinateur avec des coûts considérablement réduits, cette sorte de modélisation est une méthode de simulation numérique de l'écoulement de l'eau dans les canaux et les cours d'eau, utilisant des logiciels spécialisés visant à prédire numériquement l'évolution spatio-temporelle des caractéristiques hydrauliques au cours d'une crue : débits, vitesses, hauteurs d'eau dans la plaine.

Cela permet en particulier de connaître les surfaces inondées, les durées de submersion et la vitesse de montée des eaux au cours de la crue, et peut se répartir en deux grands types :

- Les **modèles 1D** qui décrivent l'écoulement dans une section de vallée. Le traitement d'une multitude de ces sections unitaires permet de décrire le fonctionnement global de la rivière.
- Les **modèles 2D** qui décrivent l'écoulement dans l'ensemble de la plaine alluviale par l'introduction d'un maillage qui restitue le relief. Ces modèles sont également capables d'intégrer une composante temporelle au travers d'un débit varié dans le temps.

A cet effet, la modélisation hydraulique a pour premier objectif d'estimer l'ampleur que peuvent entraîner les incertitudes tant sur les débits, les niveaux d'eau et les superficies inondées. Le second objectif est d'évaluer les impacts de l'évolution des crues sur les niveaux et sur les superficies inondées. Les caractéristiques de l'écoulement soit la vitesse, la profondeur d'eau et la rugosité varient significativement d'un lit à l'autre. La berge (l'interface entre les lits) est importante car elle est la source de la majorité des incertitudes pour la simulation des écoulements débordant.

L'usage du modèle doit toutefois rester prudent. Il est nécessaire de le caler sur les crues passées afin d'en affiner les paramètres puis de confirmer le calcul par une visite de terrain systématique.

Une absence de validation conduirait à des caricatures ou à de graves erreurs d'appréciation.

Pour un événement hydrologique donné, le modèle numérique calcule en chaque point de calcul préalablement défini, le niveau, le débit et la vitesse de l'écoulement.

### **IV 1.2.2) Choix du model hydraulique :**

L'étude hydraulique consiste à faire le diagnostic de la zone d'étude pour tout événement hydraulique, à calculer les hauteurs d'eau et déterminer les zones de débordement.

Une simulation hydraulique d'un modèle est un calcul, dont les résultats sont caractéristiques du débit, de la géométrie du cours d'eau ainsi que des conditions aux limites du modèle.

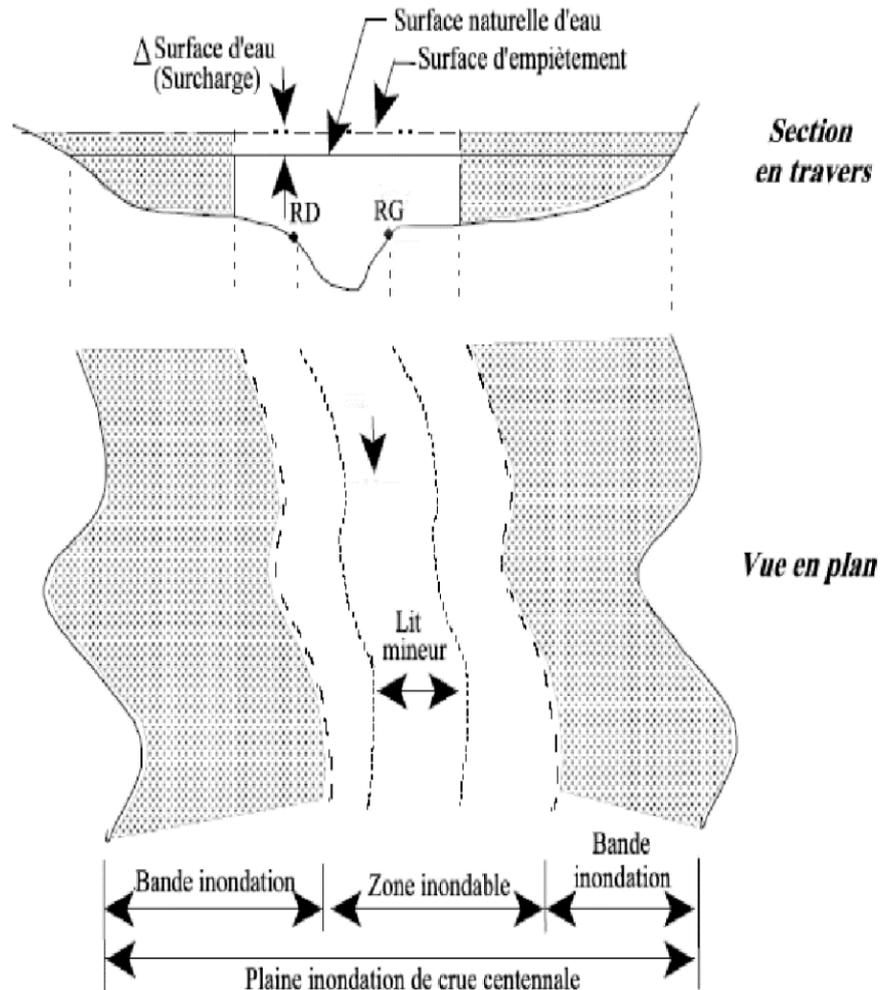
Pour notre cas, nous avons choisie **HEC-RAS** comme logiciel pour la modélisation hydraulique des cours d'eau pour les avantages qu'il présente à savoir :

- ✚ Importation des fichiers déjà préparé par ARC-GIS (géométrie de l'oued, les lignes pour les coupes en travers...).
- ✚ Exportation des cartes vers ARC-GIS. (cartes de débordement pour chaque période de retour) permettant de tracer le DPH.
- ✚ Simulation en régime permanent et transitoire. (débit constant ou variant en fonction du temps : hydrogramme des crues)
- ✚ Modification manuelle dans la base de données et relancer à nouveau la simulation.
- ✚ Affichage des résultats (graphique ou numérique) : zone de débordement le long de l'oued, courbe de tarage, coupes en travers, profil en long de l'oued, graphe de la vitesse... a fin de permettre une bonne interprétation des résultats.

### IV 1.2.3) Concepts :

Les zones inondables sont des entités complètes pour les aménagements hydrauliques des oueds, puisqu'elles représentent des périmètres libres de tout obstacle entravant le passage naturel des débits de crues. Le restant des plaines d'inondation, représentant souvent une bande d'inondation, située juste au niveau et bien au-dessous du NRC. Si l'oued n'admet pas de zones inondables, on ne peut alors déterminer la localisation exacte des aires dites de "sécurité". La figure (4.1) suivante illustre un exemple de vues en plan et en section en travers.

Une surcharge due à une crue représente la différence de côtes de surface d'eau entre la côte de référence de la crue centennale et la cote de la zone inondable au niveau d'une section donnée. Pour une zone inondable calculée, la surcharge varie normalement d'une section à une autre. La figure (4.1) illustre le concept de surcharge. Les normes du FEMA requièrent une surcharge ne dépassant pas 0.3m en n'importe quel endroit. Ce concept a été développé dans l'espoir qu'une surélévation inférieure à 0.3m n'entraîne pas une augmentation dangereuse de la vitesse d'écoulement. Cependant, puisque les études réalisées, en considérant ce concept qui ne tient pas compte des changements dans l'hydrologie du bassin versant, comme l'accroissement du débit, par exemple, utilisent une surélévation de 0.3m de la zone inondable, ce qui permet un plus grand élargissement de la bande d'inondation.



**Figure 4.1** : Vues en section en travers et en plan d'une zone inondable

L'aire située entre les limites de la zone inondable et les limites des plaines d'inondation de la crue centennale de référence, est appelée bande d'inondation, comme illustré dans la figure (4). Les zones inondables sont efficaces pour les aménagements des plaines d'inondations, puisqu'elles permettent un développement urbain dans les bandes d'inondation, mais par contre, limitent les surélévations futures de la surface d'eau en-dessous de la surcharge permise. Ce développement urbain souhaité par certaines municipalités, nécessite la construction de diguette de protection prévenant toute submersion de la bande ainsi protégée.

## IV.2) Présentation du logiciel HEC- RAS :

### IV 2.1) Définition :

HEC-RAS est un logiciel intégré pour l'analyse hydraulique qui permet de simuler les écoulements à surface libre. Il a été conçu par le Hydrologic Engineering Center de l'U.S Army Corps of Engineers, HEC-RAS signifie **H**ydrologic**E**ngineering **C**enter – **R**iver **A**nalysis**S**ystem (Centre d'ingénierie en hydrologie – système d'étude des rivières).

Le modèle utilisé jusqu'à la version 5.0 était unidimensionnel, ce qui signifie qu'il n'existait pas de modélisation directe des variations hydrauliques dues aux changements de forme de la section transversale. Depuis la version 5.0, il est possible de réaliser des modélisations 1D ou 2D de la rivière et des plaines d'inondation

HEC-RAS trouve ses applications en hydraulique à surface libre, maritime ou fluviale :

- Etude de l'impact de la construction d'ouvrages (ponts, seuils ...)
- Ruptures de barrages
- Etudes d'inondation
- Transport de traceurs chimiques ou de polluants

Il permet de faire des simulations en régimes permanent et transitoire d'une rivière. Il permet aussi de faire une simulation avec des maillages du cours d'eau.

Il consiste en général à déterminer la hauteur d'eau dans la rivière à chaque débit entrant et aussi quelques variables caractéristiques d'un écoulement fluvial, comme la charge, la vitesse de l'eau, et autres. Enfin, un écoulement monodimensionnel donne une valeur unique de chaque variable pour chaque profil en travers du modèle.

Un modèle hydraulique HEC – RAS contient dans sa géométrie des profils en travers des rivières et les profils des ouvrages. Les profils en long sont calculés à l'altitude de profils en travers du thalweg, les profils en travers sont perpendiculaires au sens de l'écoulement et présentent des coordonnées et des altitudes topographiques. Ils décrivent la forme et l'allure de la rivière. Par rapport à d'autres logiciels de simulation, le logiciel HEC – RAS tient compte des calculs en présence des ouvrages dans la rivière pendant la simulation et garde en général les topographies extraites des données du système géographique.

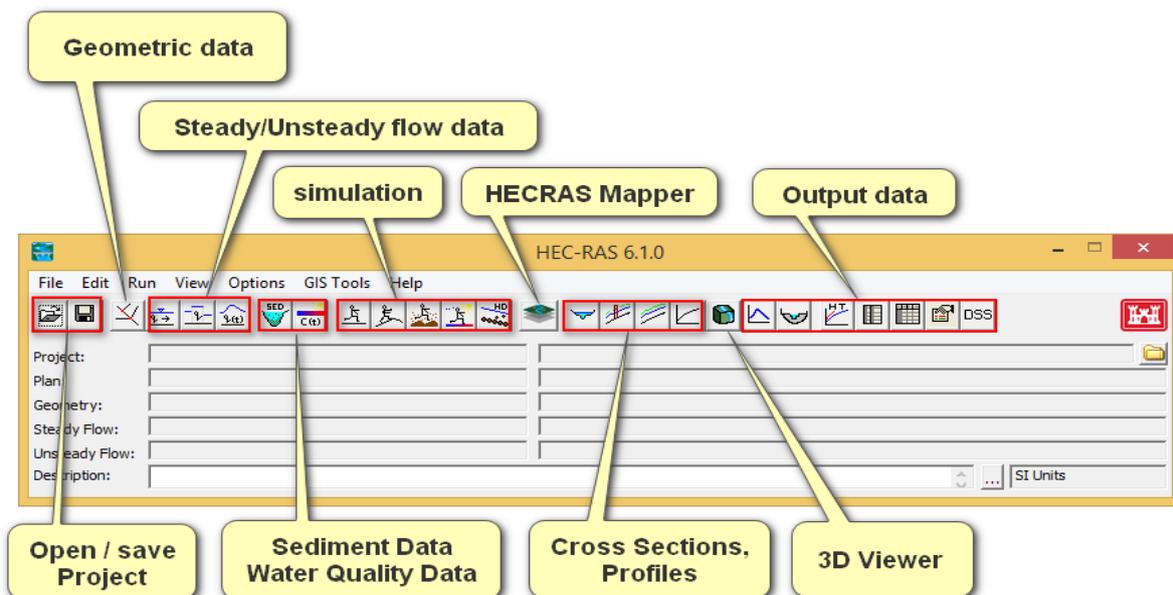


Figure 4.2 : Fenêtre représente les barres d'outils du logiciel HEC RAS

**IV 2.2) Les équations utilisées par le logiciel :**

Le logiciel HEC-RAS utilise les équations de Saint-Venant 1D ("shallow water equations" en anglais) pour relier les hauteurs d'eau et les débits. Ces équations se déduisent des équations de Navier-Stokes grâce à des simplifications liées au modèle de la rivière.

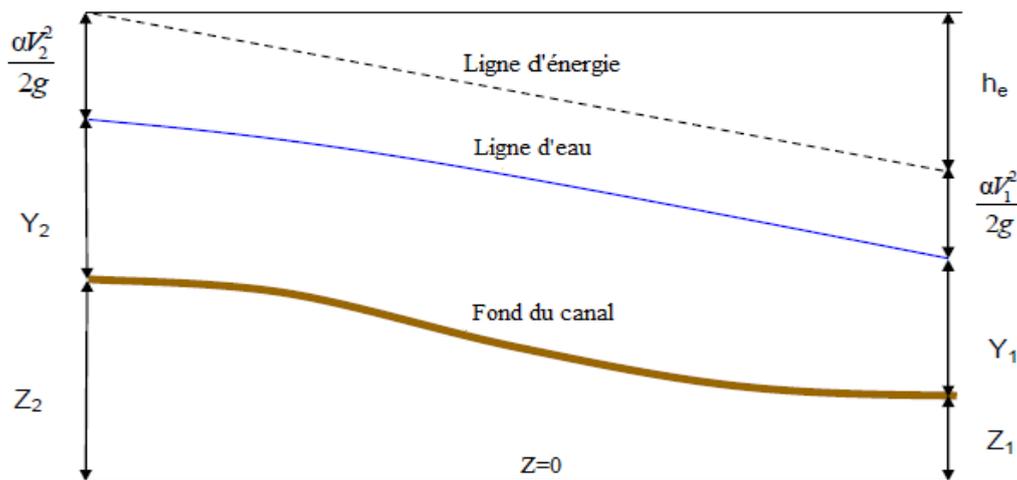
La ligne d'eau est calculée d'une section à une autre en résolvant l'équation de l'énergie par une méthode itérative. Elle est obtenue à partir de l'équation de quantité de mouvement, et représente la conservation de la charge hydraulique de Bernoulli. L'équation résolue est la suivante :

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e \dots\dots\dots \text{IV-1}$$

Avec :

- $Z_1$  et  $Z_2$  : côte du canal principal
- $Y_1$  et  $Y_2$  : Profondeur de l'eau au niveau des sections
- $V_1$  et  $v_2$  : vitesses moyennes (débit total / surface totale d'écoulement)
- $a_1$  et  $a_2$  : coefficients de pondération de vitesse égale à 1
- $g$  : L'accélération de la gravité
- $h_e$  : perte totale d'énergie

On voit donc que le débit sur chaque section est calculé à partir de la hauteur d'eau puisque le rayon hydraulique, la section mouillée ainsi que les pertes de charge dépendent de la hauteur d'eau. On peut visualiser cette conservation de la charge à l'aide de l'image suivante :



**Figure 4.3 :** Conservation de la charge entre deux sections

Pour calculer le débit on utilise l'équation de Manning

$$Q = \frac{1.486}{n} AR_h^{2/3} * S_f^{1/2} \dots\dots\dots\text{IV-2}$$

Avec :

- n : Coefficient de frottement de Manning
- A : Section mouillée
- Rh : Rayon hydraulique
- Sf : Pertes de charges entre les deux sections

Les pertes de charge estimées proviennent des effets de frottement et de contraction/expansion du cours d'eau. La paramétrisation de Manning-Strickler est utilisée pour le frottement. Pour évaluer correctement les pertes de charge et donc le frottement. HEC-RAS découpe chaque section en plusieurs domaines verticaux et pour chaque domaine on introduit leur coefficient de frottement. En effet le frottement dépend de la vitesse et sachant que la vitesse n'est pas la même sur les bords, dans le lit majeur ou dans le lit mineur

Les données nécessaires pour la modélisation avec HEC RAS :

L'application du modèle HEC RAS nécessite une banque de données bien précise de tous les tronçons du cours d'eau étudié on trouve :

- Les données géométriques relatives de chaque section
- Le profil en travers définie par une série de couples distance-altitude
- Le coefficient de rugosité du lit majeur et mineur et les 02 rives
- Les trois distances principales à la section suivante : rive gauche, droite et axe du lit mineur
- Les données hydrométriques à savoir, le débit et les conditions aux limites.

### IV.2.3) La démarche de la modélisation

La démarche de modélisation comprend les étapes suivantes :

Modélisation de la géométrie

La réalisation de la géométrie des oueds consiste à implémenter des profils en travers représentatifs, sur lesquels on calcule la hauteur d'eau et d'autres caractéristiques de l'écoulement, elle correspond au maillage de la rivière

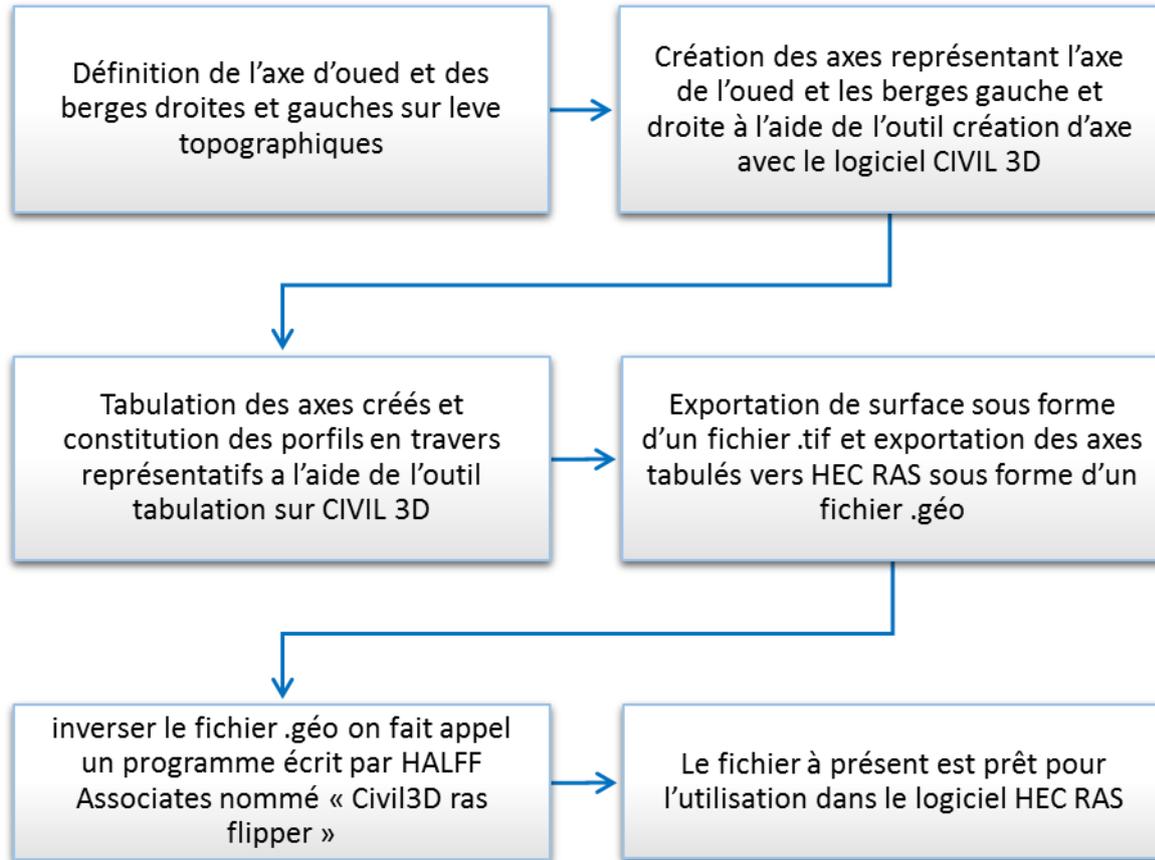


Figure 4.4 : Les différentes étapes pour définir le tracé de notre cours d'eau

Exportation des axes tabulés vers HEC RAS sous forme d'un fichier (.géo) inclus les paramètres suivants :

- Le fichier point (Distance, Altitude) de chaque section en travers
- Les trois distances principales à la section. (Axe, berge gauche et droite)
- Les deux distances (Axe- Berge gauche et Axe- Berge droite)

#### IV 2.4) Présentation du programme Civil3D ras flipper

Le fichier (.géo) exporté de CIVIL 3D ne peut pas être utilisé car il comporte une anomalie. En effet, Le CIVIL 3D suppose que les sections hydrauliques sont de droite à gauche en regardant dans la direction de la station croissante. Nous au tant que hydrauliciens, on suppose qu'une section transversale dans un modèle hydraulique est de gauche à droite en regardant vers l'aval, cela fait que Civil 3D exporte un modèle hydraulique « retourné », selon la nomenclature standard de modélisation HEC-RAS. Pour corriger ce problème et inverser le fichier (.géo) on fait appel un programme écrit par HALFF Associates nommé « Civil3D ras flipper »

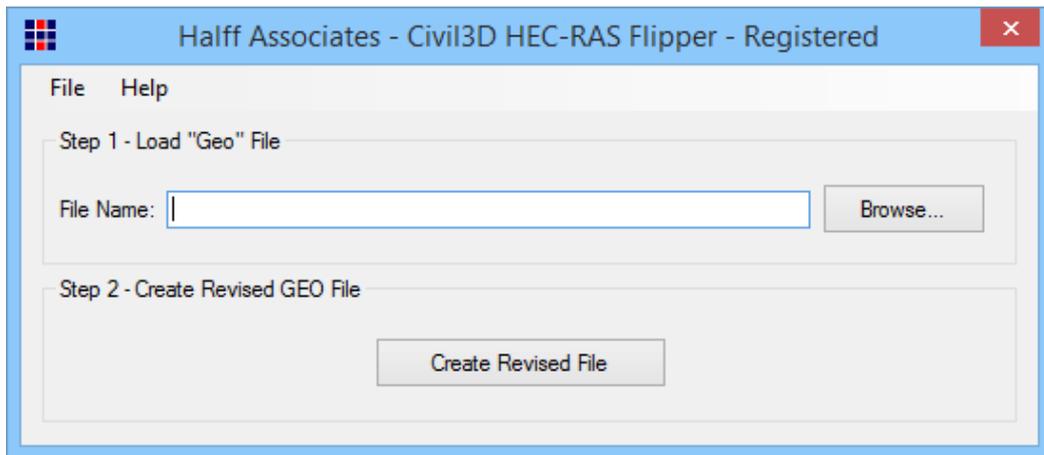
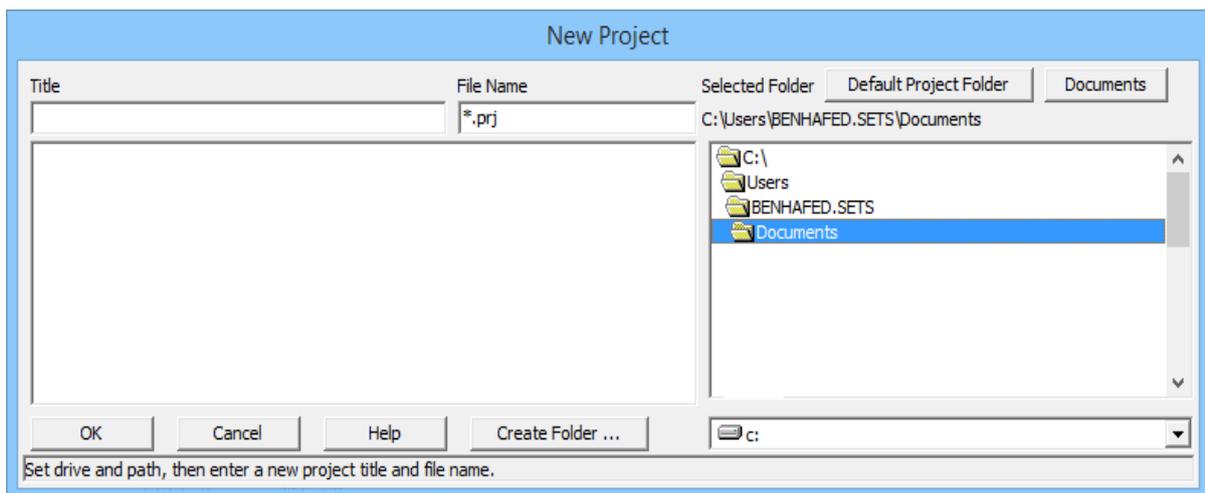


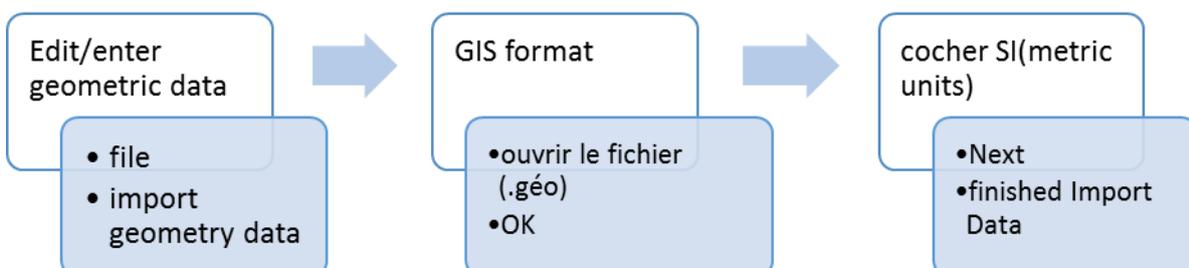
Figure4.5 : Civil3D HEC-RAS flipper

### IV 2.5) Les étapes de travail avec HEC-RAS

Pour créer un espace de travail dans HEC-RAS en commence avec :



### Import geometry data



**Import Geometry Data**

Intro | River Reach Stream Lines | Cross Sections and IB Nodes | Storage Areas/2D Flow Areas and Connections

Node Types in Table  
 Cross Sections (XS)  
 Bridges and Culverts (BR/Culv)  
 Inline Structures (IS)  
 Lateral Structures (LS)

Import River:  Import As:  # RS = 81 # New = 0 # Import = 81  
 Import Reach:  Import As:

The imported RS can be edited here, change the import River and Reach names on the previous tab

| Import File | Import File | Import File | Import As | Import  | Import                                     |
|-------------|-------------|-------------|-----------|---------|--|
| River       | Reach       | RS          | RS        | Status  | Data                                       |
| 1           | axe         | Aflou       | 6845.08   | 6845.08 | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2           | axe         | Aflou       | 6798.7    | 6798.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3           | axe         | Aflou       | 6698.7    | 6698.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4           | axe         | Aflou       | 6598.7    | 6598.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5           | axe         | Aflou       | 6498.7    | 6498.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6           | axe         | Aflou       | 6398.7    | 6398.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7           | axe         | Aflou       | 6298.7    | 6298.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8           | axe         | Aflou       | 6198.7    | 6198.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9           | axe         | Aflou       | 6098.7    | 6098.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10          | axe         | Aflou       | 5998.7    | 5998.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 11          | axe         | Aflou       | 5898.7    | 5898.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |
| 12          | axe         | Aflou       | 5798.7    | 5798.7  | exists <input checked="" type="checkbox"/> |

Select Cross Section Properties to Import

|  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Node Names             | <input type="checkbox"/> Ineffective Areas        |
| <input type="checkbox"/> Descriptions                      | <input type="checkbox"/> Blocked Obstructions     |
| <input type="checkbox"/> Picture References                | <input type="checkbox"/> XS Lids                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> GIS Cut Lines          | <input type="checkbox"/> Ice Data                 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Station Elevation Data | <input type="checkbox"/> Rating Curves            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Reach Lengths          | <input type="checkbox"/> Skew Angle               |
| <input type="checkbox"/> Manning's n Values                | <input type="checkbox"/> Fixed Sediment Elevation |
| <input checked="" type="checkbox"/> Bank Stations          | <input type="checkbox"/> HTab Parameters          |
| <input type="checkbox"/> Contraction Expansion Coef        | <input type="checkbox"/> Pilot Channel Parameters |
| <input type="checkbox"/> Levees                            |   |

Match Import File RS to Existing Geometry RS  
 Matching Tolerance:

Round Selected RS

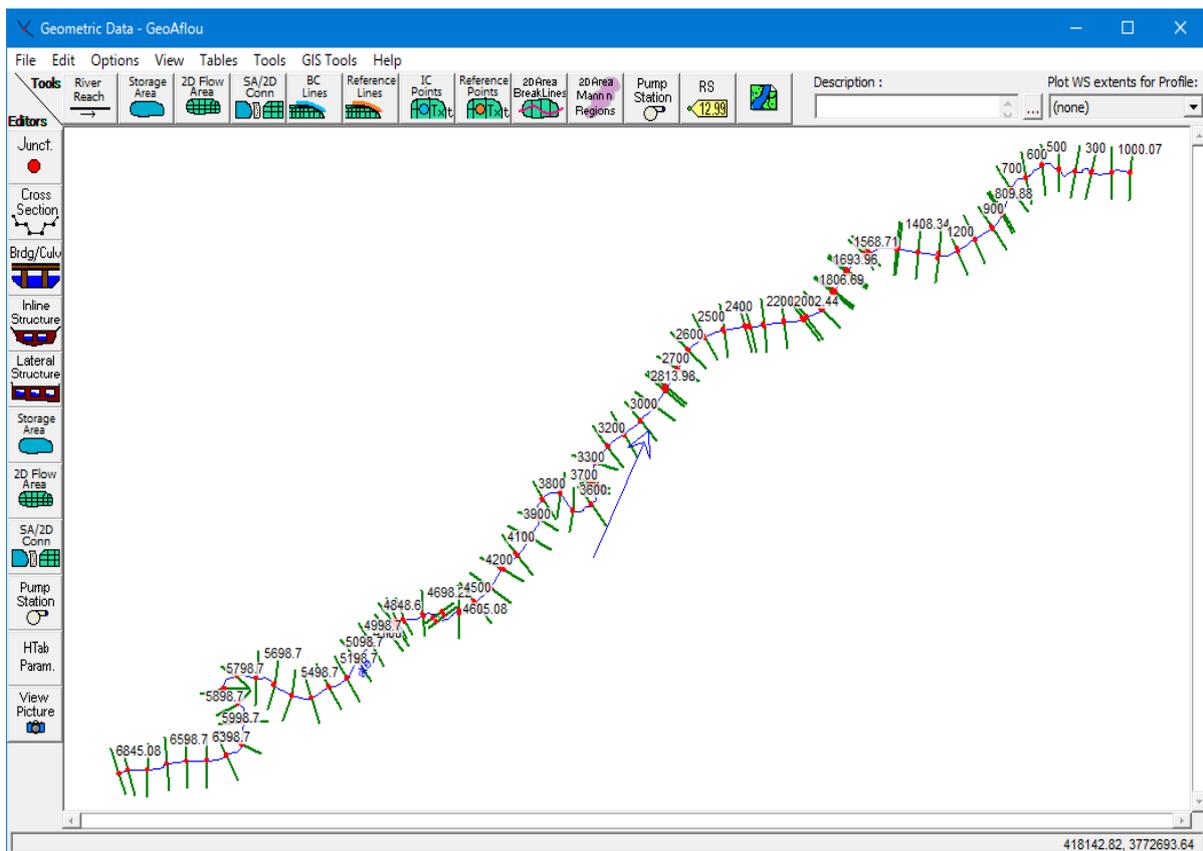
Generate RS Based on main channel lengths  
 (only available when looking at a single reach)  
 Starting RS Value:

**Le choix de coefficient de frottement (Manning) :**

Les valeurs du coefficient de frottement (Manning) pour les rives gauche et droite ainsi que le lit mineur seront fixées à 0,014 pour une section aménagée et 0.03 pour un cours d'eau en terre.

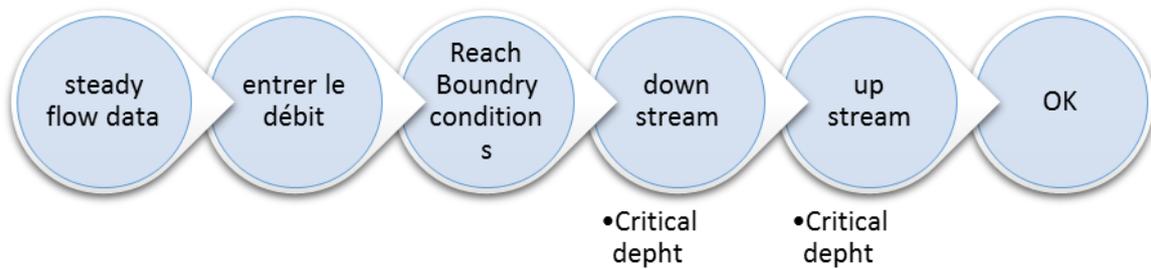


**Enregistrer geometry data**

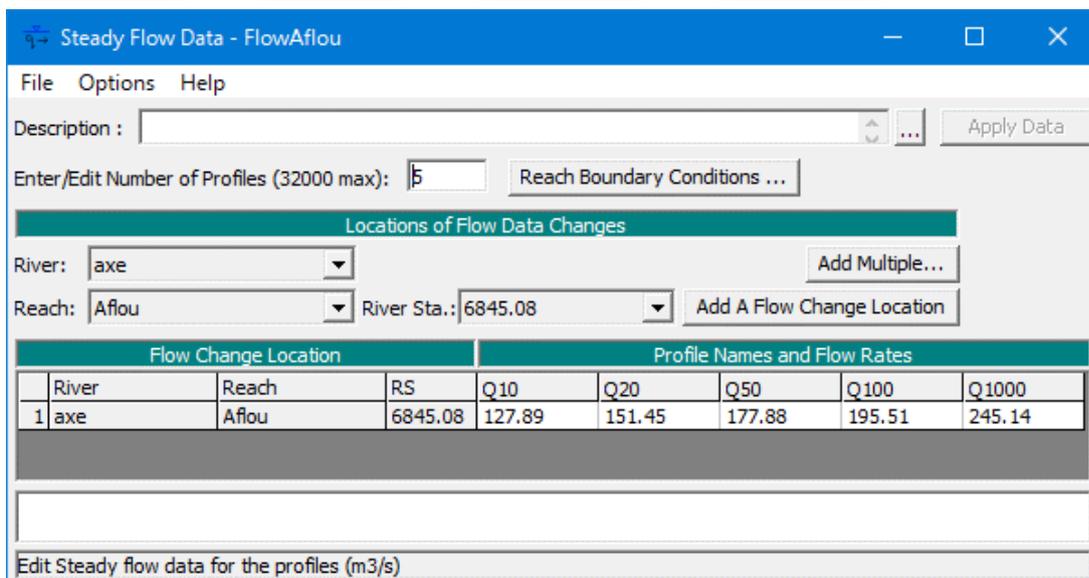


• **Entrer le débit**

Un même projet peut contenir plusieurs descriptions géométriques, plusieurs jeux des débits de différentes périodes (Q (T=10 ans), (Q (T=20 ans), (Q (T=50 ans), Q (T=100 ans), Q (T=1000 ans), les conditions de calcul étant des combinaisons de débits et de géométries



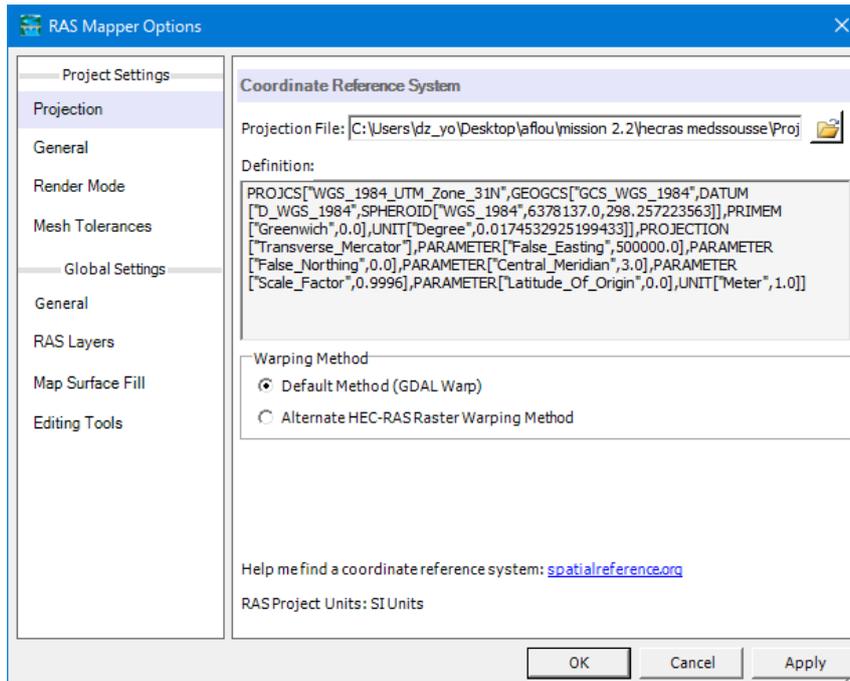
• **Enregistrer flow data**



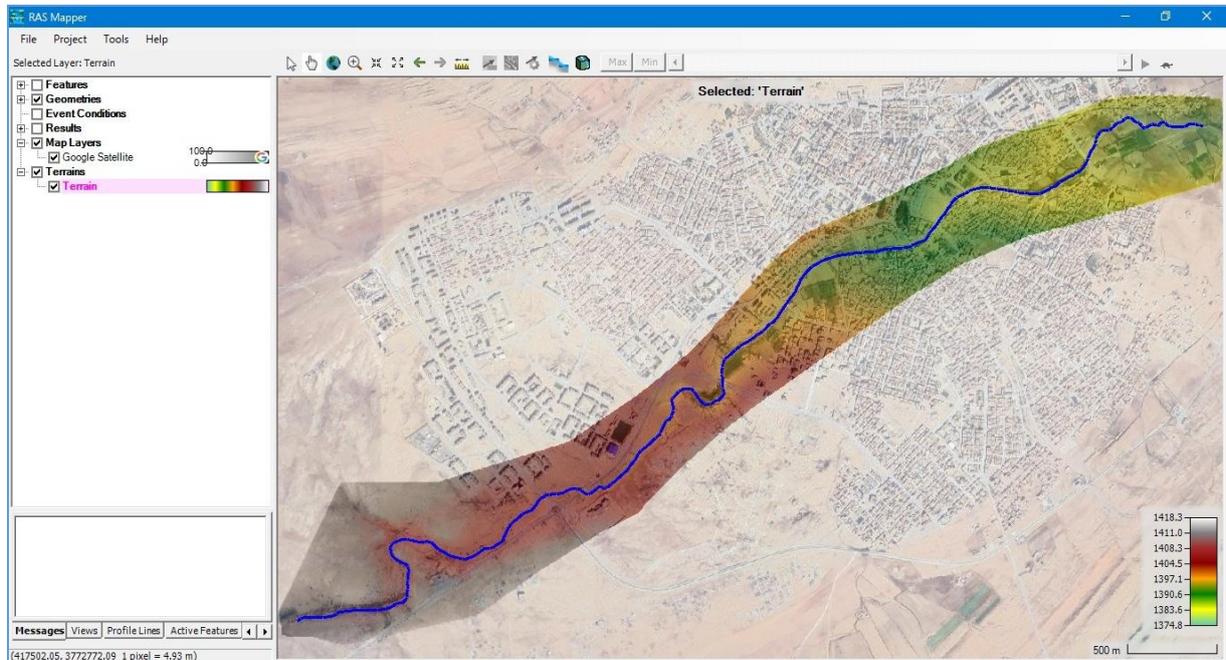
• **RAS MAPPER**

- Définir la projection



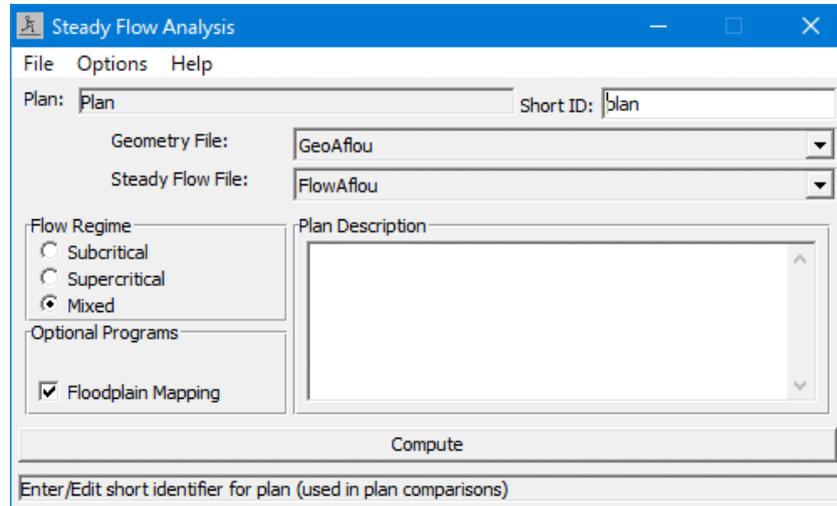


● Créer RAS Terrain



- **Lancement de la simulation :**

L'étape suivante du travail consiste à choisir le type du régime supposé mixte pour notre cas et on lance la simulation



- **Visualisation des résultats :**

La dernière étape consiste à visualiser les résultats de calcul par le logiciel sous forme des graphes et tableaux

### **Le profil en long**

Le profil en long d'un cours d'eau est un graphique qui met en rapport la variation de l'altitude du lit ou du fond de la vallée et la distance représentée sur l'axe des abscisses, est toujours mesurée à partir d'un point de départ

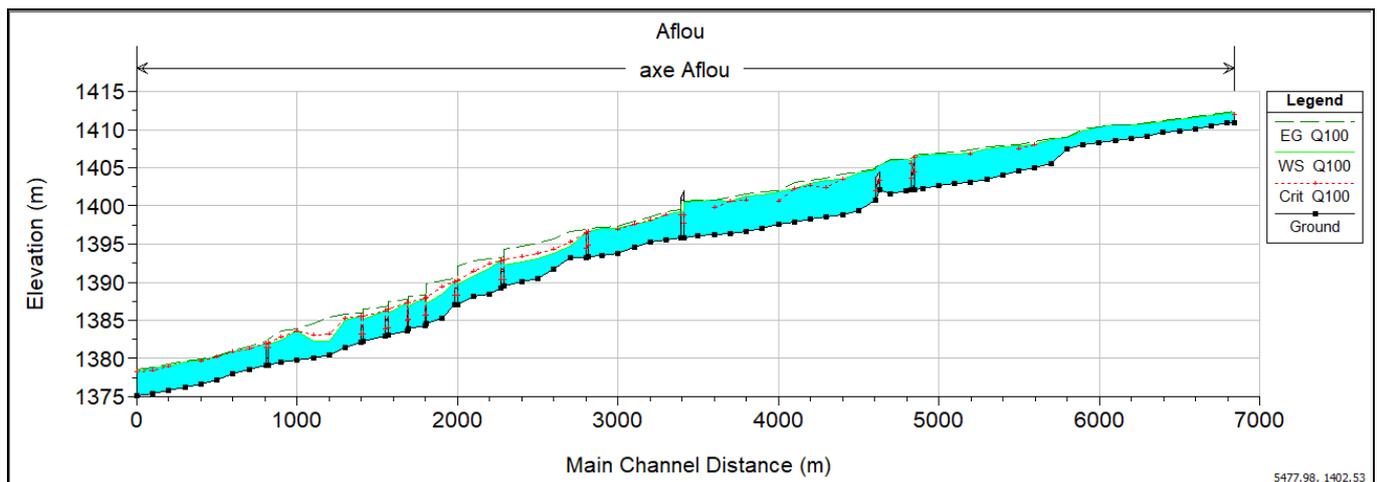


Figure4.6 : Profil en long d'oued par HEC-RAS

### **Le profil en travers**

Les profils en travers permettent de suivre le niveau d'eau dans les diverses sections du cours d'eau.

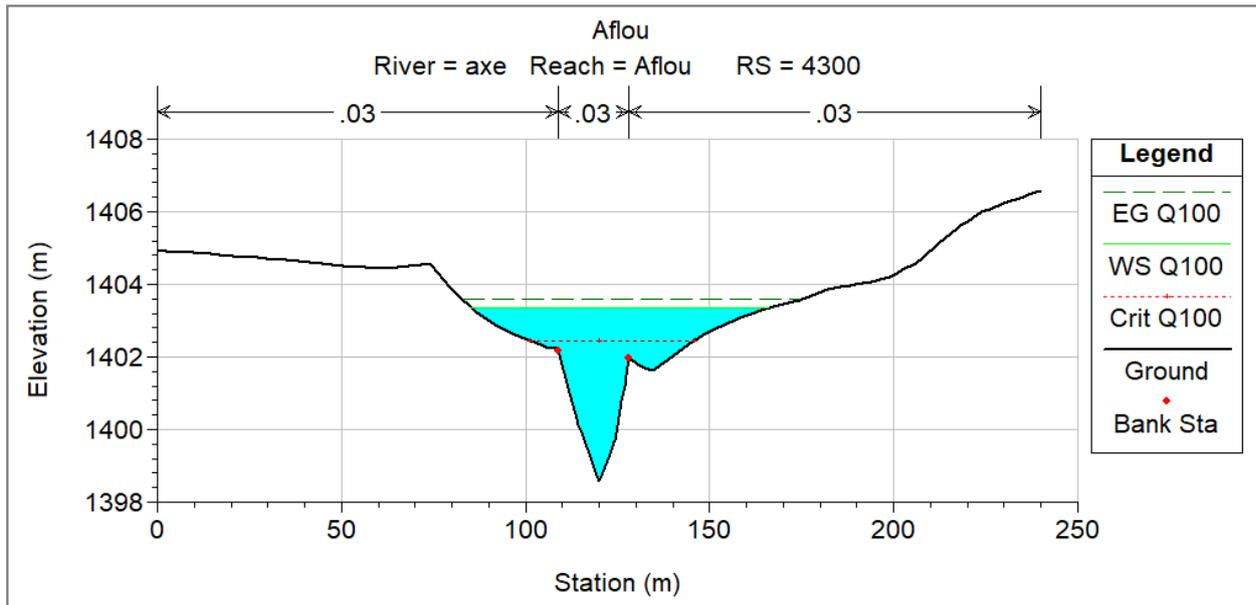


Figure4.7 : Profil en travers d’oued par HEC-RAS au niveau de section RS=4300

**La variation de la vitesse d’écoulement :**

La vitesse d’écoulement varie en fonction de la topographie et relie avec une relation proportionnelle à la pente du cours d’eau et a une influence sur le volume transporté et le débordement sur les zones urbaine.

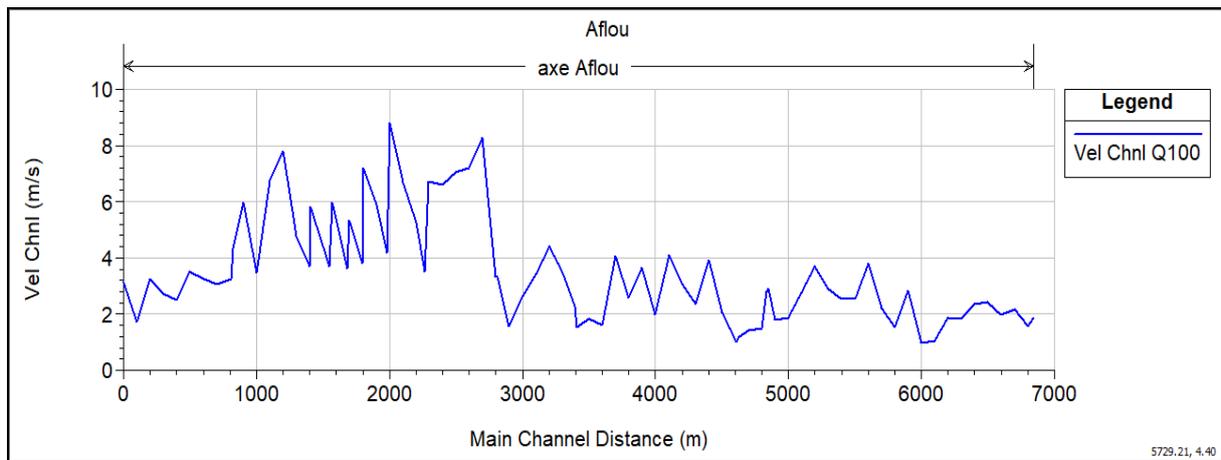


Figure4.8 : La variation de la vitesse dans l’oued

**La courbe de tarage :**

Courbe décrivant la relation expérimentale hauteur – débit entre les hauteurs d’eau et les débits correspondants d’un cours d’eau ou d’un canal, établie à partir de mesures de vitesses à travers une section de référence.

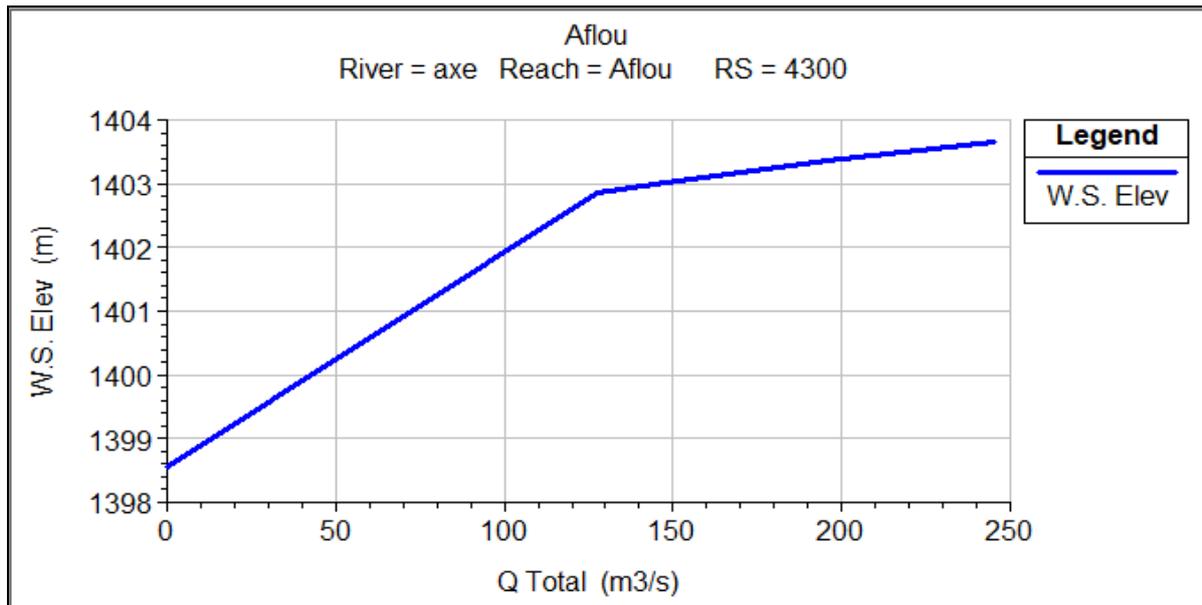


Figure 4.9 : Courbe de tarage (hauteur-débit) au niveau de section RS=4300

### IV. 3) Modélisation et cartographie cas pratique : oued Tamazoura :

#### IV 3.1) Modélisation :

- La modélisation d'oued Tamazoura a été établie de la manière suivante :

#### SUR AUTOCAD :

- Utilisation d'un levé topographique sur oued tamazoura d'un tronçon de 3000 ml (.dwg)
- Etablissement du model numérique du terrain (MNT).
- Traitement du MNT avec correction des erreurs en supprimant les altitudes nulles.
- Tracé de l'axe de l'oued et procéder à sa digitalisation point par point.
- Tracé des axes de la rive droite et gauche et procéder à leur digitalisation.

de l'oued :

- Choix de la limite maximale de la simulation au-delà des 02 rives (droite et gauche).
- Etablissement du profil en long de l'axe de l'oued après sa digitalisation.
- Etablissement des sections le long de l'axe de l'oued (pas de 100 m).
- Etablissement des profils en travers des sections déjà choisies.
- Enregistrement du même fichier sur format (.geo).

#### SUR HEC-RAS:

- Importer le fichier (.geo) vers HEC-RAS.
- Procéder à l'introduction des données de la rugosité du lit et de la rive droite et gauche. Pour le canal ( $n= 0.014$ ) et 0.025 de la zone en terre.
- Introduire les débits des crues des 05 périodes de retour ( $T= 10$  ans ;  $T= 20$  ans ;  $T= 50$  ans ;  $T= 100$  ans ;  $T= 1000$  ans).
- Choisir le système international pour les unités.
- Choix des limites.
- Procéder à la simulation de l'oued.

- Affichage des résultats et procéder à la correction des erreurs.

**NB :**

Les logiciels utilisés pour la simulation :

- AUTOCAD-COVADIS.
- AUTOCAD CIVIL 3D
- ARC-GIS.
- HEC-RAS

**IV 3.2) Résultats et interprétation :**

• **Ouvrage de traversée :**

Avant de passer à l'interprétation des résultats qui sont données par le model HEC-RAS,il faut signaler que oued tamazoura traverse un seul ouvrage(pont) dont il faut étudier ces caractéristiques hydrauliques vis-à-vis ses caractéristiques géométriques.

Pour cela l'intégration de cet ouvrage est obligatoire et on peut l'illustré de la manière suivante :

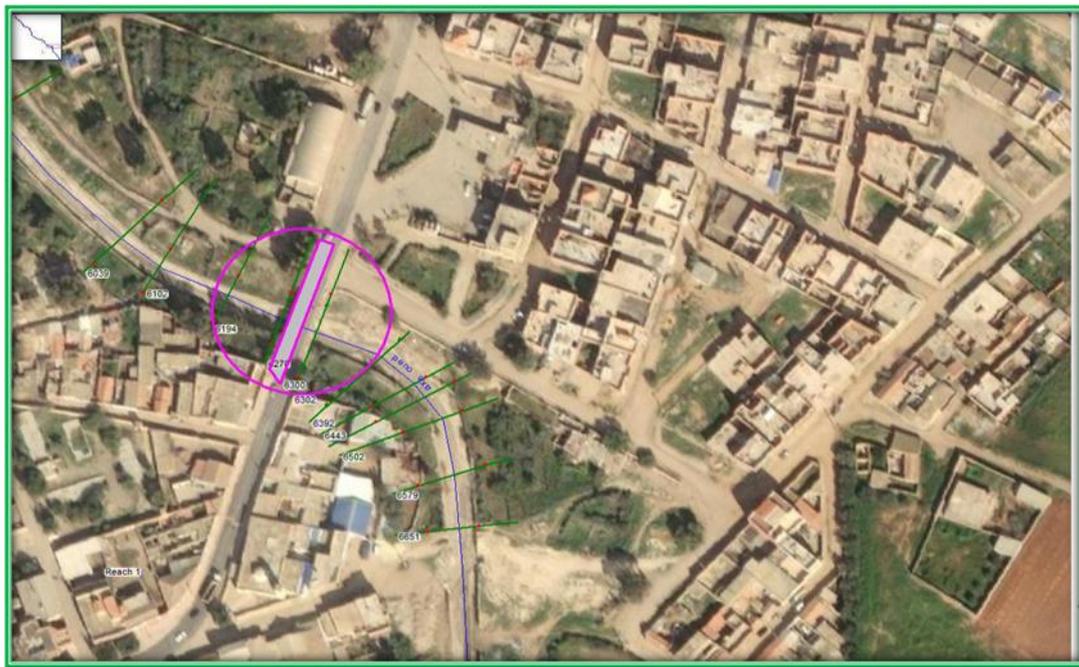


Figure 4.10 :Intégration de l'ouvrage de franchissement dans le modèle hydraulique (Ouvrage 1)

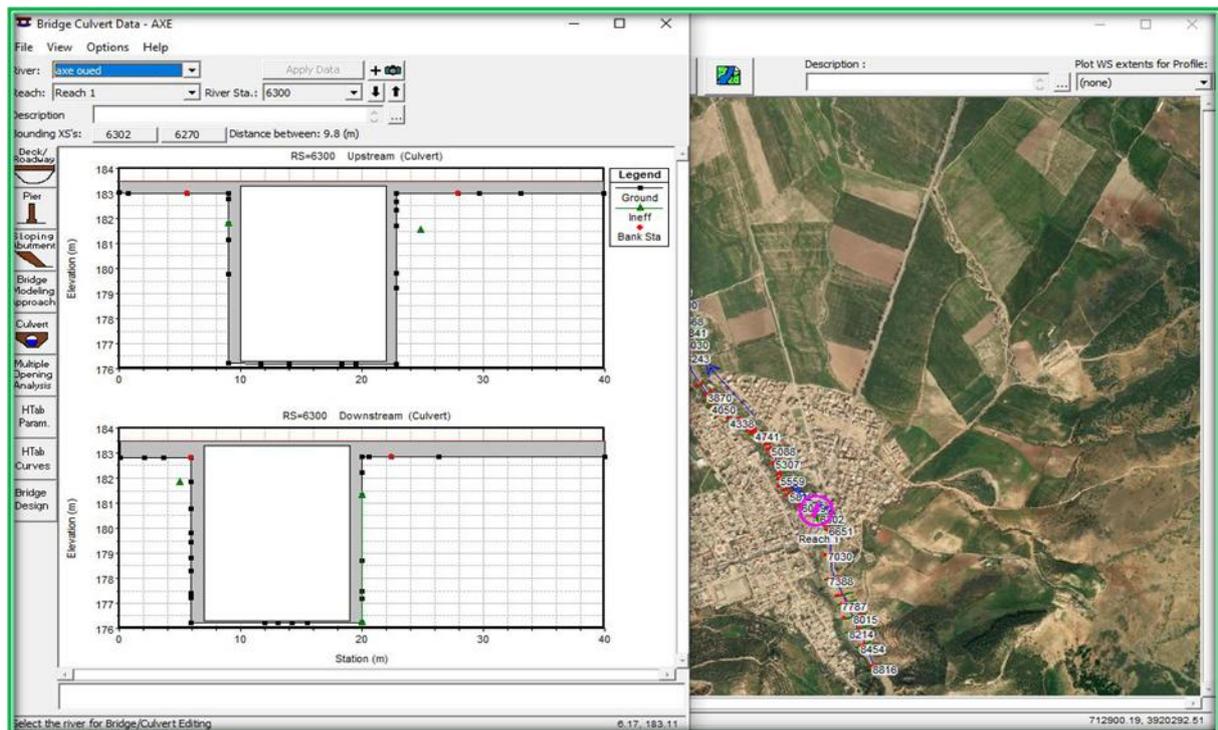


Figure 4.11 : Localisation de l'ouvrage de franchissement du site avec une coupe en travers.

### Observation :

La simulation hydraulique a fait ressortir que l'ouvrage hydraulique (pont) existant n'a aucune incidence ou impact négatif des eaux des crues pour les 05 scénarios. (Pas de débordement au niveau du pont). Voir carte N° Figure 4.12

## FICHE TECHNIQUE D'OUVRAGE D'ART

### Pont :

Coordonnées UTM

X =712 889

Y =3 921 131

Hauteur du pont en (m) = 07 m

Largeur en (m) = 12 m

Niveau NGA en (m) = 176.42 m



Figure 4.12: *Photo du pont d'oued de Tamazoura*

Les résultats de calcul des hauteurs d'eau :

Oued : Tamazoura

Cote fond : 176.2 m

Cote tablier : 183.5 m

Cote hautes eaux : 178 m

Commentaires

Pas de débordement au niveau de cet ouvrage. Ce dernier fonctionne correctement

• **le long de l'oued :**

Pour une bonne interprétation, nous avons prévus 05 scénarios (T=10 ans ; T=20 ans ; T=50 ans ; T=100 ans et T=1000 ans) pour la simulation sur oued Tamazoura et pour chaque scénario est affecté un débit de crues déjà calculé dans l'étude hydrologique.

**SCENARIO 01: .....T= 10 ANS**

**Q (10 ans) =116.02 m3/s**

**Tableau 4.5 :Résultat de la simulation Pour T=10 ans et Q= 116.02 m3/s**

| OUED      | N° | Coupe | Crue    | Q Total (m3/s) | h(m) | Vitesse | Sec.Mouillée | Largeur | Nbre Froude |
|-----------|----|-------|---------|----------------|------|---------|--------------|---------|-------------|
| TAMAZOURA | 0  | 8816  | Q10 ANS | 116.02         | 0.95 | 11.72   | 9.9          | 15.41   | 4.67        |
| TAMAZOURA | 1  | 8454  | Q10 ANS | 116.02         | 0.9  | 9.35    | 12.87        | 20.2    | 3.41        |
| TAMAZOURA | 2  | 8214  | Q10 ANS | 116.02         | 0.7  | 8.25    | 14.06        | 22.33   | 3.32        |
| TAMAZOURA | 3  | 8015  | Q10 ANS | 116.02         | 1.03 | 8.19    | 14.17        | 26.81   | 3.6         |
| TAMAZOURA | 4  | 7787  | Q10 ANS | 116.02         | 1.09 | 7.25    | 16.12        | 22.74   | 2.65        |
| TAMAZOURA | 5  | 7659  | Q10 ANS | 116.02         | 1.38 | 7.45    | 15.58        | 17.05   | 2.49        |
| TAMAZOURA | 6  | 7388  | Q10 ANS | 116.02         | 1.12 | 7.49    | 15.49        | 20.98   | 2.78        |
| TAMAZOURA | 7  | 7030  | Q10 ANS | 116.02         | 1.05 | 7.54    | 15.38        | 23.66   | 2.99        |
| TAMAZOURA | 8  | 6651  | Q10 ANS | 116.02         | 2.18 | 6.78    | 17.12        | 12.14   | 1.82        |
| TAMAZOURA | 9  | 6579  | Q10 ANS | 116.02         | 1.47 | 7.49    | 15.49        | 15.35   | 2.38        |
| TAMAZOURA | 10 | 6502  | Q10 ANS | 116.02         | 1.75 | 6.55    | 17.72        | 12.78   | 1.78        |
| TAMAZOURA | 11 | 6467  | Q10 ANS | 116.02         | 1.85 | 6.97    | 16.65        | 14.42   | 2.07        |
| TAMAZOURA | 12 | 6443  | Q10 ANS | 116.02         | 2.09 | 7.25    | 16.29        | 18.4    | 2.3         |
| TAMAZOURA | 13 | 6392  | Q10 ANS | 116.02         | 3.68 | 2.02    | 57.37        | 23.09   | 0.41        |
| AMAZOURA  | 14 | 6302  | Q10 ANS | 116.02         | 2.73 | 4.55    | 25.5         | 12.22   | 1.01        |
| TAMAZOURA | 15 | 6270  | Q10 ANS | 116.02         | 2.36 | 5.43    | 21.35        | 12.27   | 1.32        |
| TAMAZOURA | 16 | 6194  | Q10 ANS | 116.02         | 1.95 | 7.08    | 16.38        | 10.99   | 1.85        |
| TAMAZOURA | 17 | 6102  | Q10 ANS | 116.02         | 2.18 | 6.59    | 19.58        | 15.8    | 1.63        |
| TAMAZOURA | 18 | 6039  | Q10 ANS | 116.02         | 1.81 | 7.86    | 14.77        | 13.69   | 2.42        |
| TAMAZOURA | 19 | 5812  | Q10 ANS | 116.02         | 1.71 | 7.99    | 14.51        | 17.83   | 2.83        |
| TAMAZOURA | 20 | 5747  | Q10 ANS | 116.02         | 1.67 | 7.53    | 15.41        | 16.64   | 2.48        |
| TAMAZOURA | 21 | 5661  | Q10 ANS | 116.02         | 2.11 | 7.82    | 14.83        | 13.1    | 2.35        |
| TAMAZOURA | 22 | 5559  | Q10 ANS | 116.02         | 1.62 | 8.07    | 14.82        | 13.71   | 2.29        |
| TAMAZOURA | 23 | 5501  | Q10 ANS | 116.02         | 2.28 | 6.69    | 19.71        | 22.69   | 1.7         |
| TAMAZOURA | 24 | 5307  | Q10 ANS | 116.02         | 0.81 | 8.74    | 13.28        | 19.8    | 3.39        |
| TAMAZOURA | 25 | 5200  | Q10 ANS | 116.02         | 1.52 | 8.42    | 14.79        | 16.5    | 2.53        |
| TAMAZOURA | 26 | 5088  | Q10 ANS | 116.02         | 1.94 | 6.84    | 17.01        | 13.5    | 1.9         |
| TAMAZOURA | 27 | 5012  | Q10 ANS | 116.02         | 4.06 | 2.35    | 54.12        | 21.43   | 0.4         |
| TAMAZOURA | 28 | 4915  | Q10 ANS | 116.02         | 3.6  | 3.79    | 34.35        | 25.12   | 0.84        |
| TAMAZOURA | 29 | 4890  | Q10 ANS | 116.02         | 1.56 | 7.01    | 16.55        | 14.19   | 2.06        |
| TAMAZOURA | 30 | 4741  | Q10 ANS | 116.02         | 3.75 | 2.21    | 63.14        | 25      | 0.38        |
| TAMAZOURA | 31 | 4704  | Q10 ANS | 116.02         | 3.14 | 3.9     | 32.21        | 24.29   | 0.88        |
| TAMAZOURA | 32 | 4653  | Q10 ANS | 116.02         | 1.3  | 6.77    | 17.81        | 19.52   | 2.06        |
| TAMAZOURA | 33 | 4561  | Q10 ANS | 116.02         | 2.02 | 6.09    | 19.37        | 15.65   | 1.7         |
| TAMAZOURA | 34 | 4450  | Q10 ANS | 116.02         | 1.13 | 6.28    | 18.48        | 20      | 2.09        |
| TAMAZOURA | 35 | 4338  | Q10 ANS | 116.02         | 1.61 | 4.06    | 32.41        | 30.44   | 1.12        |
| TAMAZOURA | 36 | 4214  | Q10 ANS | 116.02         | 2.3  | 2.41    | 52.45        | 28.82   | 0.52        |
| TAMAZOURA | 37 | 4148  | Q10 ANS | 116.02         | 1.72 | 3.83    | 30.31        | 20.52   | 1.01        |

|           |    |      |         |        |      |      |       |       |      |
|-----------|----|------|---------|--------|------|------|-------|-------|------|
| TAMAZOURA | 38 | 4050 | Q10 ANS | 116.02 | 2.55 | 5.53 | 20.97 | 17.21 | 1.6  |
| TAMAZOURA | 39 | 4009 | Q10 ANS | 116.02 | 2.52 | 5.18 | 22.53 | 16.44 | 1.38 |
| TAMAZOURA | 40 | 3935 | Q10 ANS | 116.02 | 1.74 | 5.94 | 19.54 | 15.52 | 1.69 |
| TAMAZOURA | 41 | 3870 | Q10 ANS | 116.02 | 1.49 | 5.75 | 20.19 | 15.99 | 1.63 |
| TAMAZOURA | 42 | 3699 | Q10 ANS | 116.02 | 1.81 | 5.43 | 21.97 | 20.49 | 1.6  |
| TAMAZOURA | 43 | 3243 | Q10 ANS | 116.02 | 1.33 | 4.14 | 28.03 | 30.41 | 1.38 |
| TAMAZOURA | 44 | 3113 | Q10 ANS | 116.02 | 2.45 | 2.33 | 52.53 | 34.15 | 0.53 |
| TAMAZOURA | 45 | 3030 | Q10 ANS | 116.02 | 1.9  | 3.77 | 31.62 | 22.99 | 0.96 |
| TAMAZOURA | 46 | 2942 | Q10 ANS | 116.02 | 1.18 | 4.79 | 24.23 | 24.42 | 1.53 |
| TAMAZOURA | 47 | 2841 | Q10 ANS | 116.02 | 1.43 | 3.58 | 32.45 | 25.27 | 1.01 |
| TAMAZOURA | 48 | 2668 | Q10 ANS | 116.02 | 1.83 | 4.08 | 28.43 | 25.27 | 1.22 |
| TAMAZOURA | 49 | 2568 | Q10 ANS | 116.02 | 2.02 | 2.74 | 48.12 | 35.33 | 0.64 |
| TAMAZOURA | 50 | 2400 | Q10 ANS | 116.02 | 1.57 | 3.45 | 34.52 | 29.39 | 1    |
| TAMAZOURA | 51 | 2260 | Q10 ANS | 116.02 | 1.43 | 4.98 | 23.32 | 24.79 | 1.64 |
| TAMAZOURA | 52 | 2138 | Q10 ANS | 116.02 | 2.3  | 1.74 | 71.46 | 39.45 | 0.38 |
| TAMAZOURA | 53 | 2038 | Q10 ANS | 116.02 | 1.87 | 3.68 | 39.4  | 39.64 | 0.96 |
| TAMAZOURA | 54 | 1862 | Q10 ANS | 116.02 | 1.38 | 6.21 | 18.67 | 26.98 | 2.39 |
| TAMAZOURA | 55 | 1522 | Q10 ANS | 116.02 | 1.6  | 3.38 | 35.18 | 46.01 | 1.21 |
| TAMAZOURA | 56 | 1071 | Q10 ANS | 116.02 | 1.26 | 4.31 | 26.98 | 46.7  | 1.8  |
| TAMAZOURA | 57 | 909  | Q10 ANS | 116.02 | 2.25 | 2.48 | 48.8  | 44.51 | 0.68 |
| TAMAZOURA | 58 | 842  | Q10 ANS | 116.02 | 1.9  | 3.3  | 35.72 | 32.83 | 0.96 |
| TAMAZOURA | 59 | 555  | Q10 ANS | 116.02 | 1.44 | 3.4  | 36.72 | 33.51 | 0.95 |
| TAMAZOURA | 60 | 343  | Q10 ANS | 116.02 | 0.88 | 5.25 | 22.1  | 27.44 | 1.87 |
| TAMAZOURA | 61 | 140  | Q10 ANS | 116.02 | 1.75 | 3.13 | 37.03 | 43.02 | 1.08 |
| TAMAZOURA | 62 | 0    | Q10 ANS | 116.02 | 0.93 | 4.37 | 26.56 | 37.68 | 1.66 |

▪ **Lit mineur et majeur**

Les résultats de la simulation dans le cas d'écoulement stationnaire ont montrés que la surface au voisinage de l'oued Tamazoura (lit mineur) est entièrement inondée.

▪ **tirant d'eau**

La hauteur d'eau varie entre **0.7 m et 4.06 m** et une hauteur moyenne de **1.82 m** sur le long de l'oued du tronçon étudié et qui a engendré une largeur au miroir maximale de **46.7 m** et une surface inondable de **6.47 ha**.

▪ **vitesse**

Les vitesses d'écoulement dans le tronçon considéré pour notre étude varient entre **1.74 et 11.72 m/s** et une vitesse moyenne de **5.55 m/s**. Les vitesses supérieures à 5m/s peuvent entrainer une érosion du lit de l'oued et des berges.

▪ **Nombre de froude :**

Pour le nombre de Froude, il est constaté que ce paramètre atteint son maximum **4.67** et un minimum de **0.38**. Le régime d'écoulement dépassant 1 est classé torrentiel et inférieur à 1 est fluvial.

SCENARIO 02: .....T= 20 ANS

Q (20 ans) =133.96 m3/s.

Tableau 4.6 :Résultat de la simulation Pour T=20 ans et Q= 133.96 m3/s

| OUED      | N° | Coupe | Crue    | Q Total (m3/s) | h(m) | Vitesse | Sec.Mouillée | Largeur | Nbre Froude |
|-----------|----|-------|---------|----------------|------|---------|--------------|---------|-------------|
| TAMAZOURA | 0  | 8816  | Q20 ANS | 133.98         | 1.02 | 12.2    | 10.98        | 16.07   | 4.71        |
| TAMAZOURA | 1  | 8454  | Q20 ANS | 133.98         | 0.97 | 9.86    | 14.21        | 21.56   | 3.51        |
| TAMAZOURA | 2  | 8214  | Q20 ANS | 133.98         | 0.76 | 8.71    | 15.38        | 22.59   | 3.37        |
| TAMAZOURA | 3  | 8015  | Q20 ANS | 133.98         | 1.08 | 8.65    | 15.48        | 27.01   | 3.65        |
| TAMAZOURA | 4  | 7787  | Q20 ANS | 133.98         | 1.15 | 7.71    | 17.58        | 23.19   | 2.71        |
| TAMAZOURA | 5  | 7659  | Q20 ANS | 133.98         | 1.46 | 7.85    | 17.07        | 17.45   | 2.53        |
| TAMAZOURA | 6  | 7388  | Q20 ANS | 133.98         | 1.19 | 7.89    | 16.98        | 21.26   | 2.82        |
| TAMAZOURA | 7  | 7030  | Q20 ANS | 133.98         | 1.11 | 7.94    | 16.87        | 24.13   | 3.03        |
| TAMAZOURA | 8  | 6651  | Q20 ANS | 133.98         | 2.33 | 7.01    | 19.12        | 13      | 1.84        |
| TAMAZOURA | 9  | 6579  | Q20 ANS | 133.98         | 1.58 | 7.75    | 17.29        | 15.8    | 2.37        |
| TAMAZOURA | 10 | 6502  | Q20 ANS | 133.98         | 1.91 | 6.77    | 19.8         | 13.24   | 1.77        |
| TAMAZOURA | 11 | 6467  | Q20 ANS | 133.98         | 1.98 | 7.22    | 18.57        | 15.06   | 2.07        |
| TAMAZOURA | 12 | 6443  | Q20 ANS | 133.98         | 2.19 | 7.54    | 18.3         | 19.74   | 2.29        |
| TAMAZOURA | 13 | 6392  | Q20 ANS | 133.98         | 3.99 | 2.07    | 64.64        | 24.42   | 0.41        |
| TAMAZOURA | 14 | 6302  | Q20 ANS | 133.98         | 2.97 | 4.71    | 28.46        | 12.68   | 1           |
| TAMAZOURA | 15 | 6270  | Q20 ANS | 133.98         | 2.55 | 5.64    | 23.77        | 12.55   | 1.31        |
| TAMAZOURA | 16 | 6194  | Q20 ANS | 133.98         | 2.14 | 7.25    | 18.47        | 11.41   | 1.82        |
| TAMAZOURA | 17 | 6102  | Q20 ANS | 133.98         | 2.3  | 6.98    | 21.53        | 16.43   | 1.67        |
| TAMAZOURA | 18 | 6039  | Q20 ANS | 133.98         | 1.93 | 8.13    | 16.49        | 14.62   | 2.44        |
| TAMAZOURA | 19 | 5812  | Q20 ANS | 133.98         | 1.8  | 8.3     | 16.14        | 18.26   | 2.82        |
| TAMAZOURA | 20 | 5747  | Q20 ANS | 133.98         | 1.77 | 7.86    | 17.1         | 17.26   | 2.48        |
| TAMAZOURA | 21 | 5661  | Q20 ANS | 133.98         | 2.24 | 8.11    | 16.52        | 13.62   | 2.35        |
| TAMAZOURA | 22 | 5559  | Q20 ANS | 133.98         | 1.75 | 8.38    | 16.59        | 14.28   | 2.29        |
| TAMAZOURA | 23 | 5501  | Q20 ANS | 133.98         | 2.35 | 7.22    | 21.31        | 22.78   | 1.8         |
| TAMAZOURA | 24 | 5307  | Q20 ANS | 133.98         | 0.89 | 9.04    | 14.85        | 20.3    | 3.33        |
| TAMAZOURA | 25 | 5200  | Q20 ANS | 133.98         | 1.62 | 8.79    | 16.46        | 17.01   | 2.53        |
| TAMAZOURA | 26 | 5088  | Q20 ANS | 133.98         | 2.06 | 7.2     | 18.92        | 17.08   | 1.91        |
| TAMAZOURA | 27 | 5012  | Q20 ANS | 133.98         | 4.22 | 2.57    | 57.45        | 22.09   | 0.43        |
| TAMAZOURA | 28 | 4915  | Q20 ANS | 133.98         | 3.74 | 3.99    | 37.98        | 25.61   | 0.85        |
| TAMAZOURA | 29 | 4890  | Q20 ANS | 133.98         | 1.74 | 7.06    | 19.04        | 14.96   | 1.95        |
| TAMAZOURA | 30 | 4741  | Q20 ANS | 133.98         | 3.94 | 2.37    | 67.95        | 25      | 0.4         |
| TAMAZOURA | 31 | 4704  | Q20 ANS | 133.98         | 3.31 | 4.06    | 36.37        | 24.45   | 0.88        |
| TAMAZOURA | 32 | 4653  | Q20 ANS | 133.98         | 1.42 | 6.95    | 20.22        | 20.01   | 2.01        |
| TAMAZOURA | 33 | 4561  | Q20 ANS | 133.98         | 2.16 | 6.3     | 21.75        | 16.62   | 1.67        |
| TAMAZOURA | 34 | 4450  | Q20 ANS | 133.98         | 1.22 | 6.58    | 20.36        | 20.68   | 2.12        |
| TAMAZOURA | 35 | 4338  | Q20 ANS | 133.98         | 1.62 | 4.6     | 32.97        | 30.49   | 1.27        |
| TAMAZOURA | 36 | 4214  | Q20 ANS | 133.98         | 2.5  | 2.51    | 58.36        | 29.41   | 0.52        |
| TAMAZOURA | 37 | 4148  | Q20 ANS | 133.98         | 1.88 | 3.97    | 33.75        | 21.07   | 1           |
| TAMAZOURA | 38 | 4050  | Q20 ANS | 133.98         | 2.7  | 5.67    | 23.64        | 18.1    | 1.58        |
| TAMAZOURA | 39 | 4009  | Q20 ANS | 133.98         | 2.72 | 5.25    | 25.79        | 17.18   | 1.32        |
| TAMAZOURA | 40 | 3935  | Q20 ANS | 133.98         | 1.9  | 6.08    | 22.03        | 16.21   | 1.67        |
| TAMAZOURA | 41 | 3870  | Q20 ANS | 133.98         | 1.63 | 5.97    | 22.45        | 16.29   | 1.62        |
| TAMAZOURA | 42 | 3699  | Q20 ANS | 133.98         | 1.91 | 5.78    | 23.87        | 21.02   | 1.66        |
| TAMAZOURA | 43 | 3243  | Q20 ANS | 133.98         | 1.41 | 4.4     | 30.48        | 30.83   | 1.41        |
| TAMAZOURA | 44 | 3113  | Q20 ANS | 133.98         | 2.64 | 2.41    | 58.99        | 34.65   | 0.53        |
| TAMAZOURA | 45 | 3030  | Q20 ANS | 133.98         | 2.15 | 3.71    | 38.67        | 31.59   | 0.88        |
| TAMAZOURA | 46 | 2942  | Q20 ANS | 133.98         | 1.28 | 5.06    | 26.48        | 24.9    | 1.57        |
| TAMAZOURA | 47 | 2841  | Q20 ANS | 133.98         | 1.57 | 3.72    | 36.06        | 25.81   | 1           |
| TAMAZOURA | 48 | 2668  | Q20 ANS | 133.98         | 1.94 | 4.29    | 31.43        | 28.24   | 1.24        |
| TAMAZOURA | 49 | 2568  | Q20 ANS | 133.98         | 2.18 | 2.85    | 53.58        | 35.94   | 0.64        |
| TAMAZOURA | 50 | 2400  | Q20 ANS | 133.98         | 1.7  | 3.6     | 38.3         | 30.04   | 1           |
| TAMAZOURA | 51 | 2260  | Q20 ANS | 133.98         | 1.54 | 5.13    | 26.13        | 25.35   | 1.61        |
| TAMAZOURA | 52 | 2138  | Q20 ANS | 133.98         | 2.42 | 1.89    | 76.37        | 40.09   | 0.4         |
| TAMAZOURA | 53 | 2038  | Q20 ANS | 133.98         | 1.99 | 3.79    | 44.07        | 40.87   | 0.95        |
| TAMAZOURA | 54 | 1862  | Q20 ANS | 133.98         | 1.47 | 6.34    | 21.12        | 27.37   | 2.31        |
| TAMAZOURA | 55 | 1522  | Q20 ANS | 133.98         | 1.65 | 3.65    | 37.68        | 46.6    | 1.27        |

|           |    |      |         |        |      |      |       |       |      |
|-----------|----|------|---------|--------|------|------|-------|-------|------|
| TAMAZOURA | 56 | 1071 | Q20 ANS | 133.98 | 1.33 | 4.43 | 30.29 | 47.1  | 1.76 |
| TAMAZOURA | 57 | 909  | Q20 ANS | 133.98 | 2.43 | 2.49 | 56.87 | 45.33 | 0.64 |
| TAMAZOURA | 58 | 842  | Q20 ANS | 133.98 | 2.01 | 3.51 | 39.36 | 44.93 | 0.99 |
| TAMAZOURA | 59 | 555  | Q20 ANS | 133.98 | 1.55 | 3.58 | 40.33 | 33.65 | 0.96 |
| TAMAZOURA | 60 | 343  | Q20 ANS | 133.98 | 0.98 | 5.39 | 24.85 | 28.13 | 1.83 |
| TAMAZOURA | 61 | 140  | Q20 ANS | 133.98 | 1.79 | 3.43 | 39.01 | 43.27 | 1.16 |
| TAMAZOURA | 62 | 0    | Q20 ANS | 133.98 | 1.02 | 4.46 | 30.03 | 38.47 | 1.61 |

### **Lit mineur et majeur**

Les résultats de la simulation dans le cas d'écoulement stationnaire ont montrés que la surface au voisinage de l'oued Tamazoura (lit mineur) est entièrement inondée.

#### ▪ **tirant d'eau**

La hauteur d'eau varie entre **0.76 m et 4.22 m** et une hauteur moyenne de **1.95 m** sur le long de l'oued du tronçon étudié et qui a engendré une largeur au miroir maximale de **47.10 m** et une surface inondable de **6.73 ha**.

#### ▪ **vitesse**

Les vitesses d'écoulement dans le tronçon considéré pour notre étude varient entre **1.89 et 12.20 m/s** et une vitesse moyenne de **5.79 m/s**. Les vitesses supérieures à 5m/s peuvent entrainer une érosion du lit de l'oued et des berges.

#### ▪ **Nombre de froude :**

Pour le nombre de Froude, il est constaté que ce paramètre atteint son maximum **4.71** et un minimum de **0.4**. Le régime d'écoulement dépassant 1 est classé torrentiel et inférieur à 1 est fluvial.

SCENARIO 03: .....T= 50 ANS

Q (50 ans) = 157.52 m3/s

Tableau 4.7 :Résultat de la simulation Pour T=50 ans et Q= 157.52m3/s

| OUED      | N° | Coupe | Crue    | Q Total (m3/s) | hauteur | Vitesse | Sec.Mouillée | Largeur | Nbre Froude |
|-----------|----|-------|---------|----------------|---------|---------|--------------|---------|-------------|
| TAMAZOURA | 0  | 8816  | Q50 ANS | 157.53         | 1.1     | 12.91   | 12.2         | 16.37   | 4.78        |
| TAMAZOURA | 1  | 8454  | Q50 ANS | 157.53         | 1.04    | 10.49   | 17.03        | 54.93   | 3.7         |
| TAMAZOURA | 2  | 8214  | Q50 ANS | 157.53         | 0.83    | 9.21    | 17.12        | 23.19   | 3.4         |
| TAMAZOURA | 3  | 8015  | Q50 ANS | 157.53         | 1.14    | 9.2     | 17.13        | 27.25   | 3.71        |
| TAMAZOURA | 4  | 7787  | Q50 ANS | 157.53         | 1.23    | 8.26    | 19.36        | 23.53   | 2.79        |
| TAMAZOURA | 5  | 7659  | Q50 ANS | 157.53         | 1.57    | 8.33    | 18.91        | 17.93   | 2.59        |
| TAMAZOURA | 6  | 7388  | Q50 ANS | 157.53         | 1.28    | 8.37    | 18.81        | 21.61   | 2.87        |
| TAMAZOURA | 7  | 7030  | Q50 ANS | 157.53         | 1.19    | 8.42    | 18.72        | 24.71   | 3.09        |
| TAMAZOURA | 8  | 6651  | Q50 ANS | 157.53         | 2.51    | 7.33    | 21.49        | 13.68   | 1.87        |
| TAMAZOURA | 9  | 6579  | Q50 ANS | 157.53         | 1.72    | 8.09    | 19.47        | 16.33   | 2.37        |
| TAMAZOURA | 10 | 6502  | Q50 ANS | 157.53         | 2.09    | 7.07    | 22.3         | 13.76   | 1.77        |
| TAMAZOURA | 11 | 6467  | Q50 ANS | 157.53         | 2.13    | 7.53    | 20.91        | 15.8    | 2.09        |
| TAMAZOURA | 12 | 6443  | Q50 ANS | 157.53         | 4.35    | 2.4     | 73.17        | 32.1    | 0.43        |
| TAMAZOURA | 13 | 6392  | Q50 ANS | 157.53         | 4.37    | 2.12    | 74.24        | 26.52   | 0.4         |
| TAMAZOURA | 14 | 6302  | Q50 ANS | 157.53         | 3.26    | 4.9     | 32.15        | 13.21   | 1           |
| TAMAZOURA | 15 | 6270  | Q50 ANS | 157.53         | 2.79    | 5.86    | 26.87        | 12.88   | 1.3         |
| TAMAZOURA | 16 | 6194  | Q50 ANS | 157.53         | 2.37    | 7.45    | 21.14        | 12.1    | 1.8         |
| TAMAZOURA | 17 | 6102  | Q50 ANS | 157.53         | 2.45    | 7.42    | 24.03        | 17.2    | 1.7         |
| TAMAZOURA | 18 | 6039  | Q50 ANS | 157.53         | 2.07    | 8.44    | 18.66        | 15.83   | 2.48        |
| TAMAZOURA | 19 | 5812  | Q50 ANS | 157.53         | 1.91    | 8.65    | 18.21        | 19.21   | 2.82        |
| TAMAZOURA | 20 | 5747  | Q50 ANS | 157.53         | 1.9     | 8.23    | 19.27        | 18.64   | 2.47        |
| TAMAZOURA | 21 | 5661  | Q50 ANS | 157.53         | 2.39    | 8.44    | 18.66        | 14.24   | 2.35        |
| TAMAZOURA | 22 | 5559  | Q50 ANS | 157.53         | 1.91    | 8.76    | 18.89        | 15.49   | 2.28        |
| TAMAZOURA | 23 | 5501  | Q50 ANS | 157.53         | 2.44    | 7.83    | 23.28        | 22.88   | 1.92        |
| TAMAZOURA | 24 | 5307  | Q50 ANS | 157.53         | 0.99    | 9.41    | 16.84        | 21.06   | 3.26        |
| TAMAZOURA | 25 | 5200  | Q50 ANS | 157.53         | 1.74    | 9.23    | 18.57        | 17.62   | 2.54        |
| TAMAZOURA | 26 | 5088  | Q50 ANS | 157.53         | 2.2     | 7.66    | 21.33        | 18.17   | 1.94        |
| TAMAZOURA | 27 | 5012  | Q50 ANS | 157.53         | 1.95    | 8.77    | 17.99        | 12.98   | 2.34        |
| TAMAZOURA | 28 | 4915  | Q50 ANS | 157.53         | 3.45    | 5.69    | 30.8         | 24.87   | 1.31        |
| TAMAZOURA | 29 | 4890  | Q50 ANS | 157.53         | 1.85    | 7.66    | 20.73        | 15.47   | 2.03        |
| TAMAZOURA | 30 | 4741  | Q50 ANS | 157.53         | 4.17    | 2.56    | 73.67        | 25      | 0.42        |
| TAMAZOURA | 31 | 4704  | Q50 ANS | 157.53         | 3.5     | 4.27    | 41.15        | 24.64   | 0.88        |
| TAMAZOURA | 32 | 4653  | Q50 ANS | 157.53         | 1.57    | 7.15    | 23.31        | 20.63   | 1.95        |
| TAMAZOURA | 33 | 4561  | Q50 ANS | 157.53         | 2.35    | 6.54    | 24.88        | 17.31   | 1.63        |
| TAMAZOURA | 34 | 4450  | Q50 ANS | 157.53         | 1.34    | 6.93    | 22.75        | 21.11   | 2.12        |
| TAMAZOURA | 35 | 4338  | Q50 ANS | 157.53         | 1.67    | 5.2     | 34.3         | 30.59   | 1.41        |
| TAMAZOURA | 37 | 4148  | Q50 ANS | 157.53         | 2.15    | 3.98    | 40.56        | 29.32   | 0.93        |
| TAMAZOURA | 38 | 4050  | Q50 ANS | 157.53         | 2.88    | 5.85    | 26.92        | 19.14   | 1.58        |
| TAMAZOURA | 39 | 4009  | Q50 ANS | 157.53         | 2.97    | 5.3     | 30.26        | 18.49   | 1.26        |
| TAMAZOURA | 40 | 3935  | Q50 ANS | 157.53         | 2.09    | 6.24    | 25.23        | 17.2    | 1.65        |

|           |    |      |         |        |      |      |       |       |      |
|-----------|----|------|---------|--------|------|------|-------|-------|------|
| TAMAZOURA | 41 | 3870 | Q50 ANS | 157.53 | 1.81 | 6.19 | 25.45 | 16.66 | 1.6  |
| TAMAZOURA | 42 | 3699 | Q50 ANS | 157.53 | 2.02 | 6.22 | 26.32 | 22.37 | 1.71 |
| TAMAZOURA | 43 | 3243 | Q50 ANS | 157.53 | 2.02 | 6.22 | 26.32 | 22.37 | 1.71 |
| TAMAZOURA | 44 | 3113 | Q50 ANS | 157.53 | 2.84 | 2.56 | 65.78 | 35.17 | 0.54 |
| TAMAZOURA | 45 | 3030 | Q50 ANS | 157.53 | 2.33 | 3.87 | 44.42 | 32.06 | 0.87 |
| TAMAZOURA | 46 | 2942 | Q50 ANS | 157.53 | 1.42 | 5.23 | 30.15 | 25.66 | 1.54 |
| TAMAZOURA | 47 | 2841 | Q50 ANS | 157.53 | 1.73 | 3.91 | 40.38 | 26.45 | 1    |
| TAMAZOURA | 48 | 2668 | Q50 ANS | 157.53 | 2.06 | 4.56 | 35.02 | 29.71 | 1.27 |
| TAMAZOURA | 49 | 2568 | Q50 ANS | 157.53 | 2.37 | 2.98 | 60.43 | 36.69 | 0.64 |
| TAMAZOURA | 50 | 2400 | Q50 ANS | 157.53 | 1.85 | 3.78 | 42.9  | 30.82 | 1    |
| TAMAZOURA | 51 | 2260 | Q50 ANS | 157.53 | 1.68 | 5.3  | 29.74 | 26.05 | 1.58 |
| TAMAZOURA | 52 | 2138 | Q50 ANS | 157.53 | 2.57 | 2.07 | 82.29 | 40.96 | 0.42 |
| TAMAZOURA | 53 | 2038 | Q50 ANS | 157.53 | 2.11 | 3.96 | 49.17 | 41.4  | 0.96 |
| TAMAZOURA | 54 | 1862 | Q50 ANS | 157.53 | 1.59 | 6.46 | 24.38 | 27.89 | 2.21 |
| TAMAZOURA | 55 | 1522 | Q50 ANS | 157.53 | 1.72 | 3.98 | 40.73 | 47.56 | 1.34 |
| TAMAZOURA | 56 | 1071 | Q50 ANS | 157.53 | 1.41 | 4.59 | 34.41 | 47.59 | 1.72 |
| TAMAZOURA | 57 | 909  | Q50 ANS | 157.53 | 2.53 | 2.71 | 61.51 | 45.79 | 0.68 |
| TAMAZOURA | 58 | 842  | Q50 ANS | 157.53 | 2.23 | 3.41 | 49.5  | 46.3  | 0.89 |
| TAMAZOURA | 59 | 555  | Q50 ANS | 157.53 | 1.64 | 3.92 | 43.46 | 33.77 | 1.02 |
| TAMAZOURA | 60 | 343  | Q50 ANS | 157.53 | 1.1  | 5.53 | 28.77 | 31.45 | 1.76 |
| TAMAZOURA | 61 | 140  | Q50 ANS | 157.53 | 1.85 | 3.81 | 41.32 | 43.56 | 1.25 |
| TAMAZOURA | 62 | 0    | Q50 ANS | 157.53 | 1.13 | 4.61 | 34.18 | 39.43 | 1.58 |

▪ **Lit mineur et majeur**

Les résultats de la simulation dans le cas d'écoulement stationnaire ont montrés que la surface au voisinage de l'oued Tamazoura (lit mineur) est entièrement inondée.

▪ **tirant d'eau**

La hauteur d'eau varie entre **0.83 m et 4.37 m** et une hauteur moyenne de **2.12 m** sur le long de l'oued du tronçon étudié et qui a engendré une largeur au miroir maximale de **54.93 m** et une surface inondable de **7.25 ha**.

▪ **vitesse**

Les vitesses d'écoulement dans le tronçon considéré pour notre étude varient entre **2.07 et 12.91 m/s** et une vitesse moyenne de **6.30 m/s**. Les vitesses supérieures à 5m/s peuvent entrainer une érosion du lit de l'oued et des berges.

▪ **Nombre de froude :**

Pour le nombre de Froude, il est constaté que ce paramètre atteint son maximum **4.78** et un minimum de **0.4**. Le régime d'écoulement dépassant **1** est classé torrentiel et inférieur à **1** est fluvial.

**SCENARIO 04: .....T= 100 ANS**

**Q (100 ans) =175.45 m3/s**

**Tableau 4.8 :Résultat de la simulation Pour T=100 ans et Q= 175.45 m3/s**

| OUED      | N° | Coupe | Crue     | Q Total (m3/s) | hauteur d'eau(m) | Vitesse | Sec.Mouillée | Largeur | Nbre Froude |
|-----------|----|-------|----------|----------------|------------------|---------|--------------|---------|-------------|
| TAMAZOURA | 0  | 8816  | Q100 ANS | 175.45         | 1.15             | 13.41   | 13.09        | 16.58   | 4.82        |
| TAMAZOURA | 1  | 8454  | Q100 ANS | 175.45         | 1.07             | 11.06   | 18.6         | 55.33   | 3.84        |
| TAMAZOURA | 2  | 8214  | Q100 ANS | 175.45         | 0.88             | 9.59    | 18.32        | 23.62   | 3.43        |
| TAMAZOURA | 3  | 8015  | Q100 ANS | 175.45         | 1.18             | 9.59    | 18.3         | 27.5    | 3.75        |
| TAMAZOURA | 4  | 7787  | Q100 ANS | 175.45         | 1.28             | 8.64    | 20.64        | 23.77   | 2.84        |
| TAMAZOURA | 5  | 7659  | Q100 ANS | 175.45         | 1.64             | 8.67    | 20.23        | 18.27   | 2.63        |
| TAMAZOURA | 6  | 7388  | Q100 ANS | 175.45         | 1.34             | 8.71    | 20.14        | 21.86   | 2.9         |
| TAMAZOURA | 7  | 7030  | Q100 ANS | 175.45         | 1.24             | 8.75    | 20.06        | 25.12   | 3.13        |
| TAMAZOURA | 8  | 6651  | Q100 ANS | 175.45         | 2.64             | 7.56    | 23.21        | 14.21   | 1.89        |
| TAMAZOURA | 9  | 6579  | Q100 ANS | 175.45         | 1.81             | 8.33    | 21.07        | 16.71   | 2.37        |
| TAMAZOURA | 10 | 6502  | Q100 ANS | 175.45         | 2.22             | 7.28    | 24.11        | 14.12   | 1.78        |
| TAMAZOURA | 11 | 6467  | Q100 ANS | 175.45         | 2.24             | 7.76    | 22.61        | 16.32   | 2.11        |
| TAMAZOURA | 12 | 6443  | Q100 ANS | 175.45         | 4.62             | 2.4     | 82.22        | 33.61   | 0.42        |
| TAMAZOURA | 13 | 6392  | Q100 ANS | 175.45         | 4.64             | 2.15    | 81.58        | 28.02   | 0.4         |
| TAMAZOURA | 14 | 6302  | Q100 ANS | 175.45         | 3.46             | 5.03    | 34.88        | 13.58   | 1           |
| TAMAZOURA | 15 | 6270  | Q100 ANS | 175.45         | 2.98             | 6       | 29.24        | 13.12   | 1.28        |
| TAMAZOURA | 16 | 6194  | Q100 ANS | 175.45         | 2.53             | 7.6     | 23.1         | 12.61   | 1.79        |
| TAMAZOURA | 17 | 6102  | Q100 ANS | 175.45         | 2.56             | 7.72    | 25.91        | 17.76   | 1.72        |
| TAMAZOURA | 18 | 6039  | Q100 ANS | 175.45         | 2.17             | 8.66    | 20.26        | 16.21   | 2.47        |
| TAMAZOURA | 19 | 5812  | Q100 ANS | 175.45         | 1.99             | 8.9     | 19.74        | 20.43   | 2.83        |
| TAMAZOURA | 20 | 5747  | Q100 ANS | 175.45         | 1.98             | 8.5     | 20.95        | 20.42   | 2.46        |
| TAMAZOURA | 21 | 5661  | Q100 ANS | 175.45         | 2.5              | 8.68    | 20.21        | 14.68   | 2.36        |
| TAMAZOURA | 22 | 5559  | Q100 ANS | 175.45         | 2.03             | 9       | 21.02        | 22.76   | 2.27        |
| TAMAZOURA | 23 | 5501  | Q100 ANS | 175.45         | 2.49             | 8.27    | 24.63        | 22.96   | 2           |
| TAMAZOURA | 24 | 5307  | Q100 ANS | 175.45         | 1.06             | 9.68    | 18.3         | 21.85   | 3.23        |
| TAMAZOURA | 25 | 5200  | Q100 ANS | 175.45         | 1.83             | 9.55    | 20.09        | 18.06   | 2.55        |
| TAMAZOURA | 26 | 5088  | Q100 ANS | 175.45         | 2.29             | 8       | 23.02        | 18.91   | 1.97        |
| TAMAZOURA | 27 | 5012  | Q100 ANS | 175.45         | 2.06             | 9.03    | 19.53        | 13.49   | 2.32        |
| TAMAZOURA | 28 | 4915  | Q100 ANS | 175.45         | 3.46             | 6.32    | 30.91        | 24.88   | 1.45        |
| TAMAZOURA | 29 | 4890  | Q100 ANS | 175.45         | 1.94             | 8.01    | 22.14        | 15.85   | 2.07        |
| TAMAZOURA | 30 | 4741  | Q100 ANS | 175.45         | 4.33             | 2.71    | 77.72        | 25      | 0.43        |
| TAMAZOURA | 31 | 4704  | Q100 ANS | 175.45         | 3.64             | 4.42    | 44.5         | 24.77   | 0.89        |
| TAMAZOURA | 32 | 4653  | Q100 ANS | 175.45         | 1.68             | 7.29    | 25.62        | 21.08   | 1.91        |
| TAMAZOURA | 33 | 4561  | Q100 ANS | 175.45         | 2.49             | 6.67    | 27.32        | 17.82   | 1.6         |
| TAMAZOURA | 34 | 4450  | Q100 ANS | 175.45         | 1.42             | 7.15    | 24.58        | 21.44   | 2.12        |
| TAMAZOURA | 35 | 4338  | Q100 ANS | 175.45         | 1.71             | 5.58    | 35.53        | 30.69   | 1.49        |
| TAMAZOURA | 36 | 4214  | Q100 ANS | 175.45         | 2.87             | 2.78    | 69.45        | 30.5    | 0.54        |
| TAMAZOURA | 37 | 4148  | Q100 ANS | 175.45         | 2.29             | 4.07    | 44.78        | 29.48   | 0.92        |
| TAMAZOURA | 38 | 4050  | Q100 ANS | 175.45         | 3.01             | 5.94    | 29.55        | 19.92   | 1.56        |
| TAMAZOURA | 39 | 4009  | Q100 ANS | 175.45         | 3.21             | 5.17    | 35           | 20.35   | 1.16        |
| TAMAZOURA | 40 | 3935  | Q100 ANS | 175.45         | 2.24             | 6.3     | 27.87        | 17.65   | 1.6         |
| TAMAZOURA | 41 | 3870  | Q100 ANS | 175.45         | 1.95             | 6.3     | 27.85        | 16.91   | 1.57        |

|           |    |      |          |        |      |      |       |       |      |
|-----------|----|------|----------|--------|------|------|-------|-------|------|
| TAMAZOURA | 42 | 3699 | Q100 ANS | 175.45 | 2.11 | 6.47 | 28.38 | 23.59 | 1.72 |
| TAMAZOURA | 43 | 3243 | Q100 ANS | 175.45 | 1.56 | 5    | 35.07 | 31.59 | 1.52 |
| TAMAZOURA | 44 | 3113 | Q100 ANS | 175.45 | 2.97 | 2.67 | 70.63 | 35.53 | 0.54 |
| TAMAZOURA | 45 | 3030 | Q100 ANS | 175.45 | 2.45 | 4    | 48.3  | 32.38 | 0.88 |
| TAMAZOURA | 46 | 2942 | Q100 ANS | 175.45 | 1.53 | 5.33 | 32.92 | 26.22 | 1.52 |
| TAMAZOURA | 47 | 2841 | Q100 ANS | 175.45 | 1.86 | 4.04 | 43.61 | 26.84 | 1    |
| TAMAZOURA | 48 | 2668 | Q100 ANS | 175.45 | 2.15 | 4.75 | 37.69 | 31.58 | 1.28 |
| TAMAZOURA | 49 | 2568 | Q100 ANS | 175.45 | 2.5  | 3.07 | 65.35 | 37.23 | 0.64 |
| TAMAZOURA | 50 | 2400 | Q100 ANS | 175.45 | 1.97 | 3.9  | 46.46 | 31.63 | 1    |
| TAMAZOURA | 51 | 2260 | Q100 ANS | 175.45 | 1.78 | 5.42 | 32.37 | 26.43 | 1.56 |
| TAMAZOURA | 52 | 2138 | Q100 ANS | 175.45 | 2.67 | 2.2  | 86.6  | 41.57 | 0.44 |
| TAMAZOURA | 53 | 2038 | Q100 ANS | 175.45 | 2.2  | 4.08 | 52.84 | 41.7  | 0.96 |
| TAMAZOURA | 54 | 1862 | Q100 ANS | 175.45 | 1.68 | 6.54 | 26.82 | 28.26 | 2.14 |
| TAMAZOURA | 55 | 1522 | Q100 ANS | 175.45 | 1.76 | 4.22 | 42.84 | 48.21 | 1.39 |
| TAMAZOURA | 56 | 1071 | Q100 ANS | 175.45 | 1.48 | 4.7  | 37.4  | 47.95 | 1.69 |
| TAMAZOURA | 57 | 909  | Q100 ANS | 175.45 | 2.62 | 2.83 | 65.9  | 46.22 | 0.69 |
| TAMAZOURA | 58 | 842  | Q100 ANS | 175.45 | 2.32 | 3.52 | 53.94 | 46.64 | 0.89 |
| TAMAZOURA | 59 | 555  | Q100 ANS | 175.45 | 1.77 | 3.98 | 47.69 | 33.96 | 1    |
| TAMAZOURA | 60 | 343  | Q100 ANS | 175.45 | 1.18 | 5.71 | 31.17 | 31.56 | 1.75 |
| TAMAZOURA | 61 | 140  | Q100 ANS | 175.45 | 1.89 | 4.07 | 43.06 | 43.78 | 1.31 |
| TAMAZOURA | 62 | 0    | Q100 ANS | 175.45 | 1.23 | 4.47 | 39.28 | 63.19 | 1.81 |

▪ **Lit mineur et majeur**

Les résultats de la simulation dans le cas d'écoulement stationnaire ont montrés que la surface au voisinage de l'oued Tamazoura (lit mineur) est entièrement inondée.

▪ **tirant d'eau**

La hauteur d'eau varie entre **0.88 m** et **4.64 m** et une hauteur moyenne de **2.19 m** sur le long de l'oued du tronçon étudié et qui a engendré une largeur au miroir maximale de **63.19 m** et une surface inondable de **7.47 ha**.

▪ **vitesse**

Les vitesses d'écoulement dans le tronçon considéré pour notre étude varient entre **2.15 m/s** et **13.41 m/s** et une vitesse moyenne de **6.32 m/s**. Les vitesses supérieures à 5m/s peuvent entrainer une érosion du lit de l'oued et des berges.

▪ **Nombre de Froude :**

Pour le nombre de Froude, il est constaté que ce paramètre atteint son maximum **4.82**et un minimum de **0.40**.Le régime d'écoulement dépassant **1** est classé torrentiel et inférieur à **1** est fluvial.

SCENARIO 05: .....T= 1000 ANS

Q (1000 ans) = 237.34 m3/s

Tableau 4.9 : Résultat de la simulation Pour T=1000 ans et Q= 237.34 m3/s

| OUED      | N° | Coupe | Crue      | Q Total (m3/s) | h (m) | Vitesse | Sec.Mouillée | Largeur | Nbre Froude |
|-----------|----|-------|-----------|----------------|-------|---------|--------------|---------|-------------|
| TAMAZOURA | 0  | 8816  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.32  | 14.88   | 15.95        | 17.25   | 4.94        |
| TAMAZOURA | 1  | 8454  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.14  | 12.83   | 22.9         | 55.94   | 4.26        |
| TAMAZOURA | 2  | 8214  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.04  | 10.78   | 23.04        | 50.6    | 3.57        |
| TAMAZOURA | 3  | 8015  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.32  | 10.66   | 22.27        | 28.3    | 3.84        |
| TAMAZOURA | 4  | 7787  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.46  | 9.77    | 24.83        | 24.53   | 2.98        |
| TAMAZOURA | 5  | 7659  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.87  | 9.66    | 24.57        | 19.95   | 2.77        |
| TAMAZOURA | 6  | 7388  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.54  | 9.68    | 24.51        | 22.66   | 2.97        |
| TAMAZOURA | 7  | 7030  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.41  | 9.72    | 24.41        | 26.4    | 3.23        |
| TAMAZOURA | 8  | 6651  | Q1000 ANS | 237.34         | 3     | 8.29    | 28.82        | 20.94   | 1.97        |
| TAMAZOURA | 9  | 6579  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.11  | 9.05    | 26.23        | 17.87   | 2.39        |
| TAMAZOURA | 10 | 6502  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.62  | 7.91    | 29.99        | 15.25   | 1.8         |
| TAMAZOURA | 11 | 6467  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.56  | 8.45    | 28.1         | 17.88   | 2.15        |
| TAMAZOURA | 12 | 6443  | Q1000 ANS | 237.34         | 5.47  | 2.44    | 112.49       | 37.91   | 0.38        |
| TAMAZOURA | 13 | 6392  | Q1000 ANS | 237.34         | 5.47  | 2.25    | 106.74       | 32.76   | 0.37        |
| TAMAZOURA | 14 | 6302  | Q1000 ANS | 237.34         | 4.09  | 5.41    | 43.85        | 14.74   | 1           |
| TAMAZOURA | 15 | 6270  | Q1000 ANS | 237.34         | 3.56  | 6.41    | 37.06        | 13.71   | 1.24        |
| TAMAZOURA | 16 | 6194  | Q1000 ANS | 237.34         | 3.01  | 8.04    | 29.54        | 17.05   | 1.77        |
| TAMAZOURA | 17 | 6102  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.87  | 8.63    | 31.76        | 18.91   | 1.79        |
| TAMAZOURA | 18 | 6039  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.48  | 9.31    | 25.49        | 17.53   | 2.47        |
| TAMAZOURA | 19 | 5812  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.21  | 9.73    | 25.11        | 24.89   | 2.8         |
| TAMAZOURA | 20 | 5747  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.23  | 9.38    | 26.51        | 23.53   | 2.48        |
| TAMAZOURA | 21 | 5661  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.83  | 9.4     | 25.26        | 16.03   | 2.39        |
| TAMAZOURA | 22 | 5559  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.26  | 10.02   | 27.28        | 28.07   | 2.38        |
| TAMAZOURA | 23 | 5501  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.7   | 9.36    | 29.48        | 23.23   | 2.16        |
| TAMAZOURA | 24 | 5307  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.27  | 10.47   | 23.5         | 25.04   | 3.15        |
| TAMAZOURA | 25 | 5200  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.12  | 10.41   | 25.62        | 20.52   | 2.53        |
| TAMAZOURA | 26 | 5088  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.58  | 8.95    | 28.79        | 21.37   | 2.04        |
| TAMAZOURA | 27 | 5012  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.44  | 9.71    | 24.88        | 14.85   | 2.26        |
| TAMAZOURA | 28 | 4915  | Q1000 ANS | 237.34         | 3.59  | 7.78    | 34.28        | 25.11   | 1.72        |
| TAMAZOURA | 29 | 4890  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.22  | 8.98    | 27.57        | 20.26   | 2.14        |
| TAMAZOURA | 30 | 4741  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.29  | 9.87    | 28.19        | 21.59   | 2.24        |
| TAMAZOURA | 31 | 4704  | Q1000 ANS | 237.34         | 3.25  | 7.45    | 34.91        | 24.39   | 1.63        |
| TAMAZOURA | 32 | 4653  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.85  | 8.75    | 29.08        | 21.74   | 2.18        |
| TAMAZOURA | 33 | 4561  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.72  | 7.9     | 31.56        | 18.69   | 1.78        |
| TAMAZOURA | 34 | 4450  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.63  | 8.18    | 29.12        | 22.23   | 2.25        |
| TAMAZOURA | 35 | 4338  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.81  | 6.95    | 38.55        | 30.9    | 1.8         |
| TAMAZOURA | 36 | 4214  | Q1000 ANS | 237.34         | 1.69  | 7.3     | 35.38        | 27.4    | 1.87        |
| TAMAZOURA | 37 | 4148  | Q1000 ANS | 237.34         | 2.69  | 4.44    | 56.76        | 29.93   | 0.92        |
| TAMAZOURA | 38 | 4050  | Q1000 ANS | 237.34         | 3.46  | 6.13    | 38.69        | 21.47   | 1.46        |
| TAMAZOURA | 39 | 4009  | Q1000 ANS | 237.34         | 3.97  | 4.88    | 51.76        | 23.83   | 0.93        |

|           |    |      |           |        |      |      |        |       |      |
|-----------|----|------|-----------|--------|------|------|--------|-------|------|
| TAMAZOURA | 40 | 3935 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.72 | 6.53 | 36.52  | 18.85 | 1.47 |
| TAMAZOURA | 41 | 3870 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.42 | 6.61 | 35.89  | 17.74 | 1.48 |
| TAMAZOURA | 42 | 3699 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.38 | 7.19 | 35.07  | 25.2  | 1.75 |
| TAMAZOURA | 43 | 3243 | Q1000 ANS | 237.34 | 1.75 | 5.76 | 41.18  | 32.58 | 1.64 |
| TAMAZOURA | 44 | 3113 | Q1000 ANS | 237.34 | 3.4  | 2.98 | 86.77  | 37.7  | 0.56 |
| TAMAZOURA | 45 | 3030 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.82 | 4.4  | 60.43  | 33.34 | 0.89 |
| TAMAZOURA | 46 | 2942 | Q1000 ANS | 237.34 | 1.87 | 5.64 | 42.17  | 28.01 | 1.44 |
| TAMAZOURA | 47 | 2841 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.32 | 4.19 | 59.3   | 36.97 | 0.92 |
| TAMAZOURA | 48 | 2668 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.41 | 5.33 | 46.24  | 33.23 | 1.31 |
| TAMAZOURA | 49 | 2568 | Q1000 ANS | 237.34 | 1.95 | 5.91 | 45.57  | 34.94 | 1.4  |
| TAMAZOURA | 50 | 2400 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.36 | 4.13 | 61.3   | 40.14 | 0.95 |
| TAMAZOURA | 51 | 2260 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.11 | 5.73 | 41.39  | 28.33 | 1.51 |
| TAMAZOURA | 52 | 2138 | Q1000 ANS | 237.34 | 3    | 2.6  | 100.62 | 44.57 | 0.49 |
| TAMAZOURA | 53 | 2038 | Q1000 ANS | 237.34 | 2.47 | 4.46 | 64.42  | 42.65 | 0.98 |
| TAMAZOURA | 54 | 1862 | Q1000 ANS | 237.34 | 1.96 | 6.77 | 35.07  | 29.23 | 1.97 |
| TAMAZOURA | 55 | 1522 | Q1000 ANS | 237.34 | 1.91 | 5.05 | 50.58  | 58.92 | 1.56 |
| TAMAZOURA | 56 | 1071 | Q1000 ANS | 237.34 | 1.66 | 5.12 | 46.56  | 48.96 | 1.67 |
| TAMAZOURA | 57 | 909  | Q1000 ANS | 237.34 | 2.96 | 3.12 | 81.64  | 47.59 | 0.69 |
| TAMAZOURA | 58 | 842  | Q1000 ANS | 237.34 | 2.87 | 3.28 | 80.05  | 48.8  | 0.71 |
| TAMAZOURA | 59 | 555  | Q1000 ANS | 237.34 | 1.98 | 4.68 | 55.12  | 34.52 | 1.1  |
| TAMAZOURA | 60 | 343  | Q1000 ANS | 237.34 | 1.46 | 6.07 | 40.05  | 31.98 | 1.66 |
| TAMAZOURA | 61 | 140  | Q1000 ANS | 237.34 | 2.01 | 4.89 | 48.82  | 67.66 | 1.49 |
| TAMAZOURA | 62 | 0    | Q1000 ANS | 237.34 | 1.35 | 5.05 | 46.96  | 64.17 | 1.89 |

▪ **Lit mineur et majeur**

Les résultats de la simulation dans le cas d'écoulement stationnaire ont montrés que la surface au voisinage de l'oued Tamazoura (lit mineur) est entièrement inondée.

▪ **tirant d'eau**

La hauteur d'eau varie entre **1.04 m et 5.47 m** et une hauteur moyenne de **2.42 m** sur le long de l'oued du tronçon étudié et qui a engendré une largeur au miroir maximale de **67.66 m** et une surface inondable de **8.26 ha**.

▪ **vitesse**

Les vitesses d'écoulement dans le tronçon considéré pour notre étude varient entre **2.25 et 14.88 m/s** et une vitesse moyenne de **7.23 m/s**. Les vitesses supérieures à 5m/s peuvent entrainer une érosion du lit de l'oued et des berges.

▪ **Nombre de froude :**

Pour le nombre de Froude, il est constaté que ce paramètre atteint son maximum **4.94** et un minimum de **0.37**. Le régime d'écoulement dépassant 1 est classé torrentiel et inférieur à 1 est fluvial.

### **IV.3.3) Cartographie**

#### **Introduction :**

La cartographie concerne seulement les résultats de la simulation pour la période de retour **centennale**(T= 100 ans).Ce choix a été fixé pour les considérations suivantes :

La majorité des projets structurants tels que les barrages, autoroutes et les voies ferrés sont dimensionnés à partir de la centennale. Pour les barrages, l'évacuateur des crues est un canal à ciel ouvert calé sur la rive droite ou gauche de l'oued permettant d'évacuer le surplus du débit lorsque le niveau d'eau dépassera le NNR.

Sur le point de vue anthropologique, l'homme vivra au maximum 100 ans

#### **Méthodologie de travaille de réalisation de la cartographie**

Une grande importance et particulière a été réservé à la cartographique du domaine public hydraulique « D.P.H » en prenant en considération :

- ✚ Levé topographique
- ✚ Matérialisation des ouvrages et habitation inclus dans la bande levée
- ✚ plan Cadstral de la bande issue des résultats de la modélisation hydraulique pour la fréquence centennale.

la bande de l'onde de crue de la fréquence centennale à été matérialisé sur le fond topographique de la bande levée et un calage du fond extrait du cadastre toute en mentionnant les indications suivants :

- Matrice cadastrale
  - sections
  - ilots
- la liste nominative des propriétaires inclus dans la zone délimitée du D.P.H

#### **Résultats de la cartographie du DPH d'Oued TAMAZOURA**

Nous avons remarqué, que la zone d'étude est à vocation rurale par excellence et que les résultats de cartographie montre qu'il existe des parcelles agricole au niveau de la zone d'étude délimitée dans le cadre du domaine public hydraulique sont inondables aux différentes crues surtout la centennale et milléniale, ainsi que les ouvrages traversées des

piétons (escaliers) sont inondées. Ces ouvrages et parcelles constatées ne sont pas cadastrés. (Voir tableau ci-après)

Les résultats du calage du fond topographique de la bande levée, la modélisation HEC-Ras des différentes fréquences étudiées 10, 20, 50, 100 et 1000 ans , nous a permis de dresser un listing des ouvrages et habitations touchées par le D.P.H. (voir listing ci- après)

Tableau 4.10 : listing des ouvrages et habitations touchées par le D.P.H

| N° de parcelle touchée par DPH | Commune   | wilaya       | Ilots | Section | Superficie total de l'ilot (m²) | Superficies des Ilots inclus au DPH selon les Fréquences (m²) |        |        |         |          | Propriétaires                        | Occupation | N° Plan |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------|---------|---------------------------------|---|--------|--------|---------|----------|--------------------------------------|------------|---------|
|                                |           |              |       |         |                                 | 10 ans  | 20 ans | 50 ans | 100 ans | 1000 ans |                                      |            |         |
| 1                              | Tamazoura | A-Témouchent | 2     | 74      | 17964,3                         | 310,65  | 388,89 | 481,12 | 519,82  | 627,17   | Exploitée par les hétier BOUGHOUFALA | verger     | 01      |

| N° de parcelle touchée par DPH | Commune   | wilaya       | Ilots | Section | Superficie total de l'ilot(m²) | Superficies des Ilots inclus au DPH selon les Fréquences (m²) |        |        |         |          | Propriétaires   | Occupation      | N° Plan |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------|---------|--------------------------------|---|--------|--------|---------|----------|---|-----------------|---------|
|                                |           |              |       |         |                                | 10 ans  | 20 ans | 50 ans | 100 ans | 1000 ans |   |                 |         |
| 2                              | Tamazoura | A-Témouchent | 51    | 70      | 1094,22                        | 27,8  | 32,77  | 38,27  | 42,09   | 54,19    | Domanial-Exploitée par SELEK A.E.K et EL-HAUCHE Kaddour         | Pépinière       | 02      |
| 3                              |           |              | 43    | 70      | 1204,2                         | 16,03   | 18,29  | 21,06  | 23,39   | 32,43    | Domaniale - Explotée par SEKKA Slimane                          | verger          |         |
| 4                              |           |              | 46    | 70      | 1804,2                         | 52,66   | 58,56  | 63,08  | 65,19   | 79,19    | Domaniale - Explotée par Héritier BENSaad                       | verger          |         |
| 5                              |           |              | A     | 71      | 1832,57                        | 10,86   | 35,04  | 64,32  | 84,81   | 148,11   | Domaniale - Explotée par SBAA                                   | verger          |         |
| 6                              |           |              | B     | 66/70   | 729,3                          | 181,75  | 247,75 | 437,95 | 494,89  | 535,57   | Domaniale - Explotée par AHED MESSAOUD Ahmed et DEFERGUE Ghalem | verger 59 ilot4 |         |
| 7                              |           |              | 75    | 67      | 293,16                         | 115,1   | 122,2  | 134,03 | 157,28  | 267,99   | Domanial  | verger          |         |

| N° de parcelle touchée par DPH | Commune   | wilaya       | Ilots | Section | Superficie total de l'ilot(m <sup>2</sup> ) | Superficies des Ilots inclus au DPH selon les Fréquences (m <sup>2</sup> ) |        |        |         |          | Popriétaires                               | Occupation | N° Plan |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------|---------|---|--|--------|--------|---------|----------|--|------------|---------|
|                                |           |              |       |         |   | 10 ans   | 20 ans | 50 ans | 100 ans | 1000 ans |  |            |         |
| 8                              | Tamazoura | A-Témouchent | C     | 60/67   | 1613,2                                      | 39,4   | 45,83  | 50,85  | 61,28   | 87,21    | Domaniale - Explotée par BOUJATOU Ghalem   | verger     | 03      |
| 9                              |           |              | D     | 60      | 987,9                                       | 9,07   | 22,08  | 25,19  | 27,99   | 52,82    | Domaniale - Explotée par BOUJANDARA Ghalem | verger     |         |
| 10                             |           |              | 29    | 60      | 943,5                                       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00    | 2,3      | Domaniale - Explotée par EL-OUADJED Med    | verger     |         |
| 11                             |           |              | 29    | 60      | 773,7                                       | 0,92   | 6,79   | 0,00   | 0,00    | 0,00     | Domaniale - Explotée par BOUNOUA A.E.K     | verger     |         |
| 12                             |           |              | 29    | 60      | 1369,20                                     | 7,80   | 11,00  | 14,40  | 16,75   | 25,95    | Domaniale                                  | verger     |         |
| 13                             |           |              | 28    | 60      | 331,50                                      | 0,16   | 6,45   | 15,58  | 37,18   | 206,13   | Domaniale                                  | verger     |         |

| N° de parcelle touchée par DPH | Commune   | wilaya       | Ilots | Section      | Superficie total de l'ilot(m <sup>2</sup> ) | Superficies des Ilots inclus au DPH selon les Fréquences (m <sup>2</sup> ) |        |        |         |          | Popriétaires          | Occupation     | N° Plan   |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------|--------------|---|--|--------|--------|---------|----------|-----------------------|----------------|-----------|
|                                |           |              |       |              |   | 10 ans   | 20 ans | 50 ans | 100 ans | 1000 ans |                       |                |           |
| 14                             | Tamazoura | A-Témouchent | 2     | <b>54/55</b> | 26875,33                                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 3,65    | 78,65    | Domaniale             | verger         | <b>03</b> |
| 15                             |           |              | 4     | <b>28</b>    | 42387,75                                    | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00    | 87,32    | E.A.I -HAMIDI Said    | terre agricole |           |
| 16                             |           |              | 2     | <b>54</b>    | 903,00                                      | 0,50   | 15,11  | 26,38  | 29,81   | 38,35    | E.A.C 1B Ghalem Yahia | verger         |           |

**Listing des ouvrages**

| N° de parcelle touchée par DPH | Commune   | wilaya       | Ouvrages          | Section   | Superficie total de l'ilot(m <sup>2</sup> ) | Superficies des ouvrages inclus au DPH selon les Fréquences (m <sup>2</sup> ) |        |        |         |          | Popriétaires          | N° Plan   |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------------------|-----------|---|---|--------|--------|---------|----------|-----------------------|-----------|
|                                |           |              |                   |           |   | 10 ans  | 20 ans | 50 ans | 100 ans | 1000 ans |                       |           |
| 17                             | Tamazoura | A-Témouchent | <b>Escalier-1</b> | <b>70</b> | 17,2  | 1,4   | 1,9    | 2,52   | 2,93    | 4,23     | APC - Tamazoura       | <b>02</b> |
| 18                             |           |              | <b>Escalier-2</b> | <b>71</b> | 17,2  | 0,5   | 1      | 1,64   | 2,14    | 8,58     | APC - Tamazoura       |           |
| 19                             |           |              | <b>Pont</b>       | <b>70</b> | 118,1                                       | 88,51   | 92,04  | 95,1   | 97,2    | 101,82   | D.T.P -Ain-Témouchent |           |

| N° de parcelle touchée par DPH | Commune   | wilaya       | Ouvrages          | Section   | Superficie total de l'ilot(m <sup>2</sup> ) | Superficies des ouvrages inclus au DPH selon les Fréquences (m <sup>2</sup> ) |        |        |         |          | Propriétaires   | N° Plan   |
|--------------------------------|-----------|--------------|-------------------|-----------|---|---|--------|--------|---------|----------|-----------------|-----------|
|                                |           |              |                   |           |   | 10 ans  | 20 ans | 50 ans | 100 ans | 1000 ans |                 |           |
| 20                             | Tamazoura | A-Témouchent | <b>Escalier-3</b> | <b>67</b> | 18,28                                       | 18,28   | -      | -      | -       | -        | APC - Tamazoura | <b>03</b> |
| 21                             |           |              | <b>Escalier-4</b> | <b>67</b> | 13,56                                       | 0   | 0,12   | 0,46   | 0,76    | 2,21     | APC - Tamazoura |           |

### CONCLUSION

Après les résultats de la simulation, nous avons constaté ce qui suit :

- Pour le pont qui traverse Oued Tamazoura il n'y a aucun débordement pour les 05 périodes de retour étudiés (**5, 10, 20, 50,100 et 1000 ans**) du moment que la lame d'eau déversante n'excède pas le pont si on fait une différence entre la cote du tirant d'eau et la cote du pont.
- Nous signalons que les débits estimés par les différentes modèles empiriques sont basés sur les statistiques (ajustement des pluies maximales journalières) par contre les débits mesurés sur terrain représentent une base de données fiables surtout si la série s'étale sur plusieurs années du cours d'eau objet de cette étude.
- A cet effet, il est recommandé de comparer les résultats obtenues par les formules empiriques et celles obtenues par les débits mesurés par une station hydrométrique pour une bonne étude de simulation.
- Il recommandé aussi de lancer une étude des sols sur le tronçon étudié pour arrêter la valeur de la rugosité du lit mineure de l'oued et ces deux rives du moment que c'est un facteur essentiel pour la simulation qui influe sur les calculs hydrauliques (Tirant d'eau, vitesse d'eau et Froude...).
- Et afin de protéger la population contre les inondations, il recommandé aussi de ne pas déverser les déchets solides dans le cours d'eau qui engendre un débordement sur les deux rives pour une éventuelle crue.
- Relancer des études des schémas directeurs d'assainissement pour revoir le dimensionnement des ouvrages hydrauliques.(déversoirs d'orage et collecteur des eaux pluviales...)
- l'aménagement du bassin versant à l'amont de la ville de tamazoura en matière de retenues Collinaires, Petits Barrages, barrage écrétere, corrections torrentielles et reboisement du bassin versant, remplacer aussi les passages busés des traversés de routes par des dalots bien étudiés et dans ce contexte ; il faut lancer une étude d'aménagement du bassin versant de tamazoura pour faire ressortir les recommandations nécessaires dont plusieurs secteurs seront acteurs dans la réalisation selon leur spécialité à savoir ;Retenues collinaires confiés à la DRE, les Corrections torrentielles confiés à la CF, Les Barrages écréteres confiés à l'ANBT, Reboisement confiés à la DSA et les Dalots à la place des passages busés confiés au DTP.

## **ANNEXE 01 :**

1-Etendu de la zone inondable Q (10 ans) =116.02 m<sup>3</sup>/s.

2-Etendu de la zone inondable Q (20 ans) =133.96 m<sup>3</sup>/s.

3-Etendu de la zone inondable Q (50 ans) =157.52m<sup>3</sup>/s.

**4-Etendu de la zone inondable Q (100 ans) =175.45 m<sup>3</sup>/s.**

5-Etendu de la zone inondable Q (1000 ans) =237.34 m<sup>3</sup>/s.

# Oued Lardjem

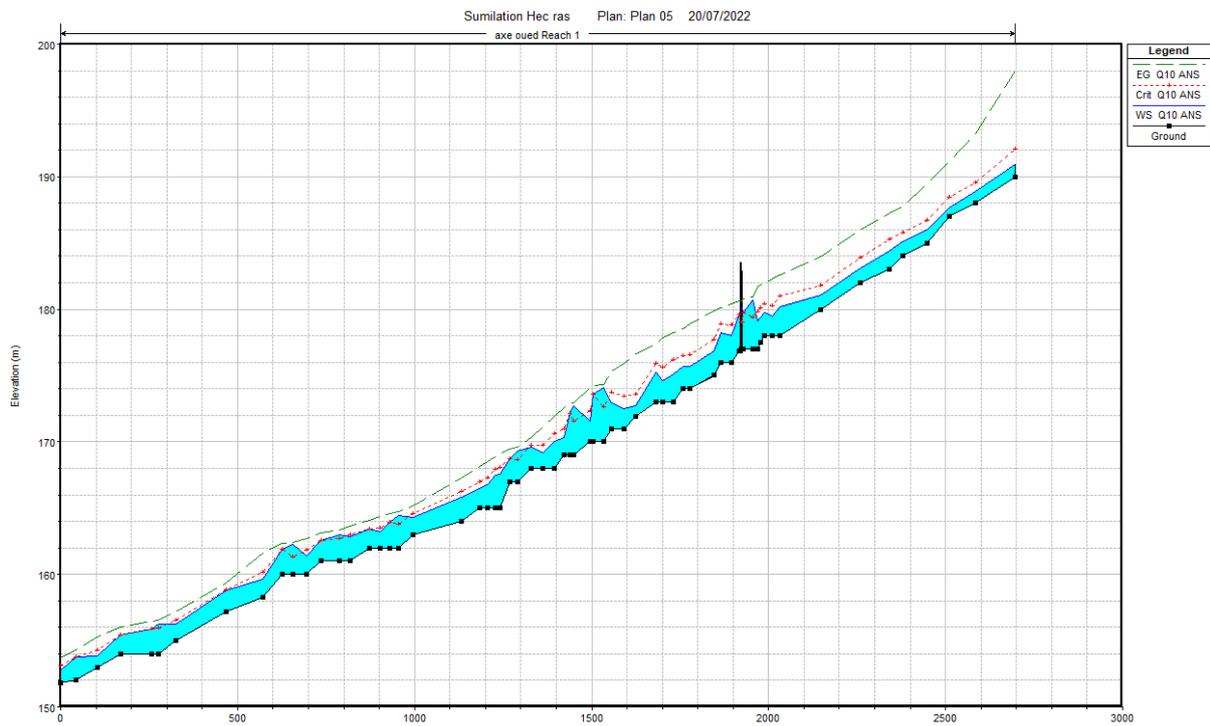
Zone Inondable

**Légende**

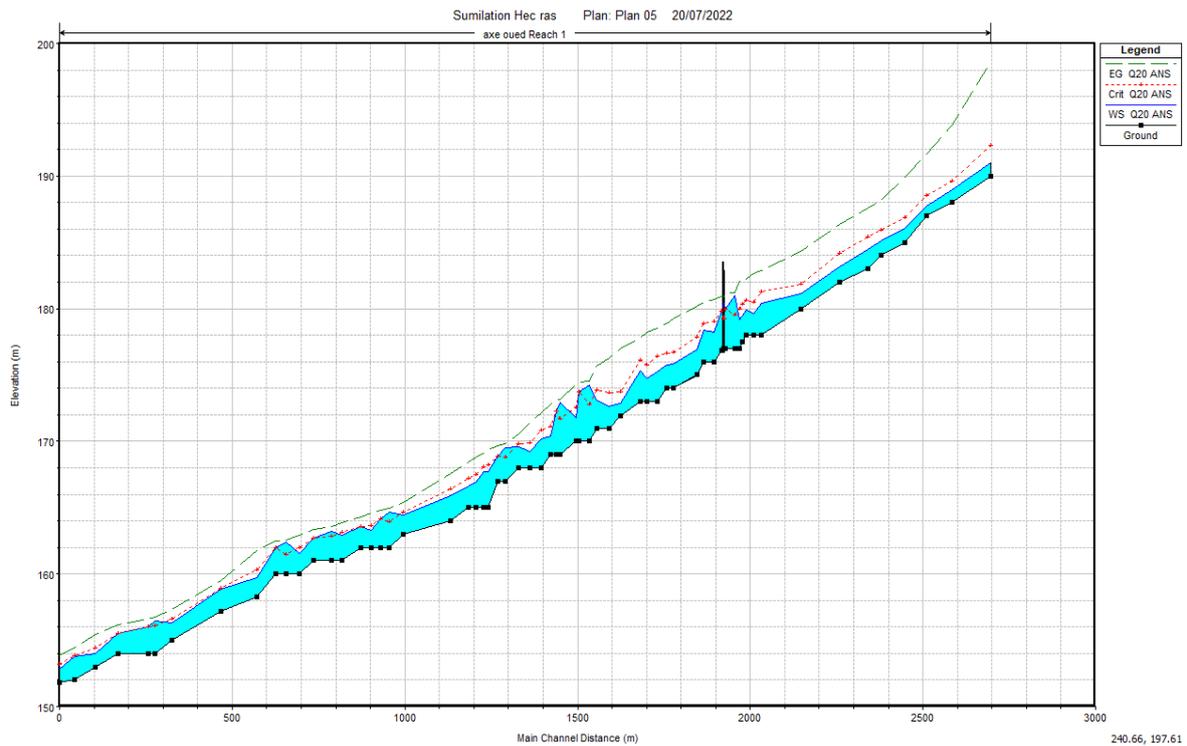
- 10 ans
- 100 ans
- 1000 ans
- 20 ans
- 50 ans



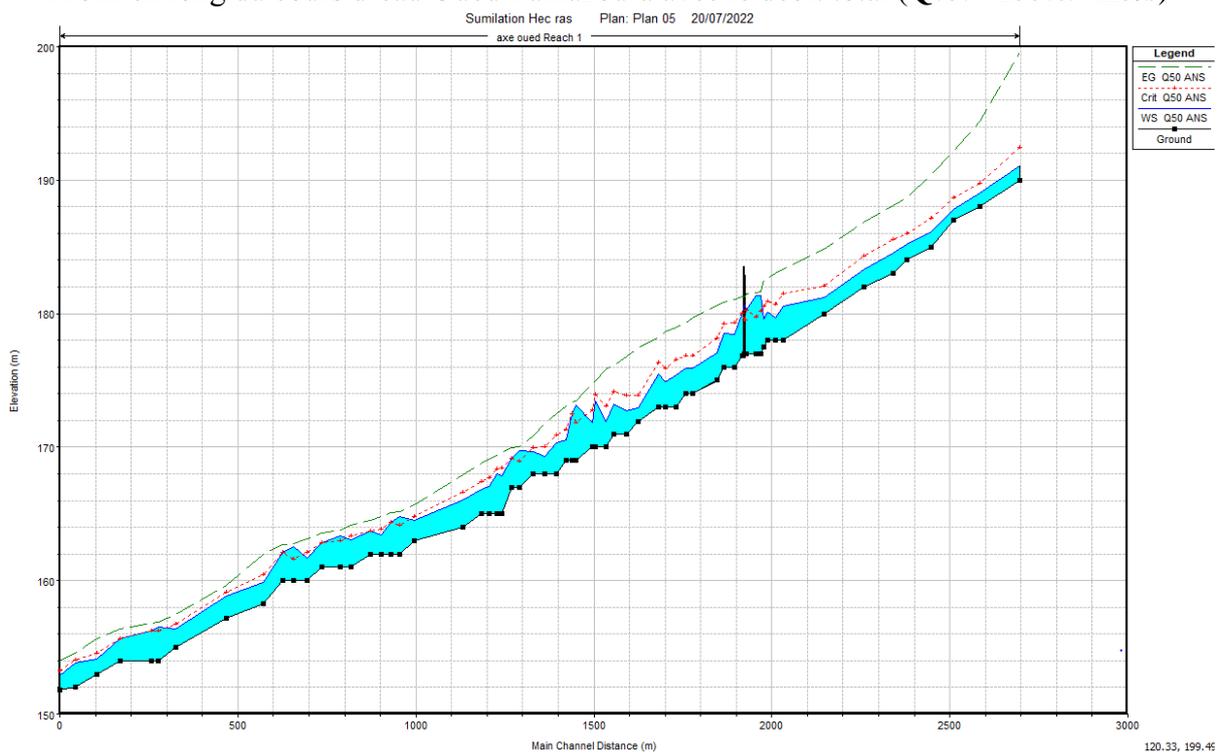
**ANNEXE 02 :**  
**Résultats de la simulation**  
**- Profil en long-**



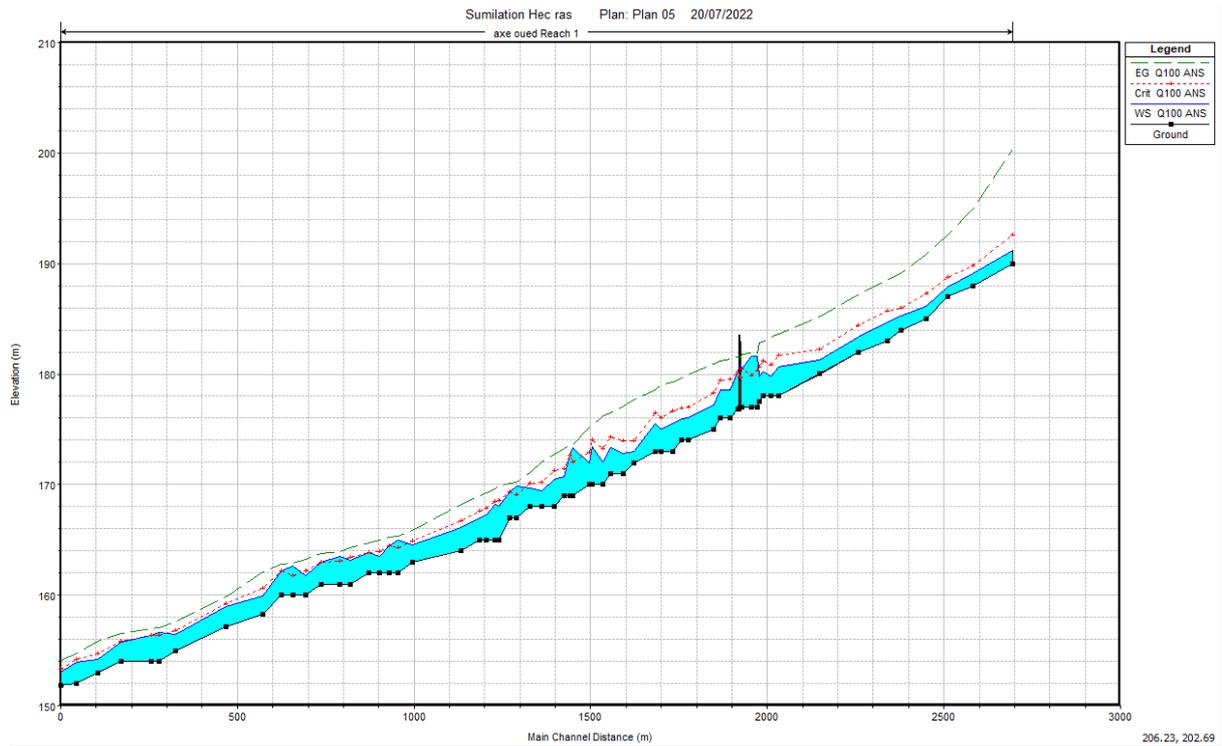
Profil en long du cours d'eau Oued Tamazoura avec le débit total ( $Q_{tot} = 116.02 \text{ m}^3/\text{s}$ .)



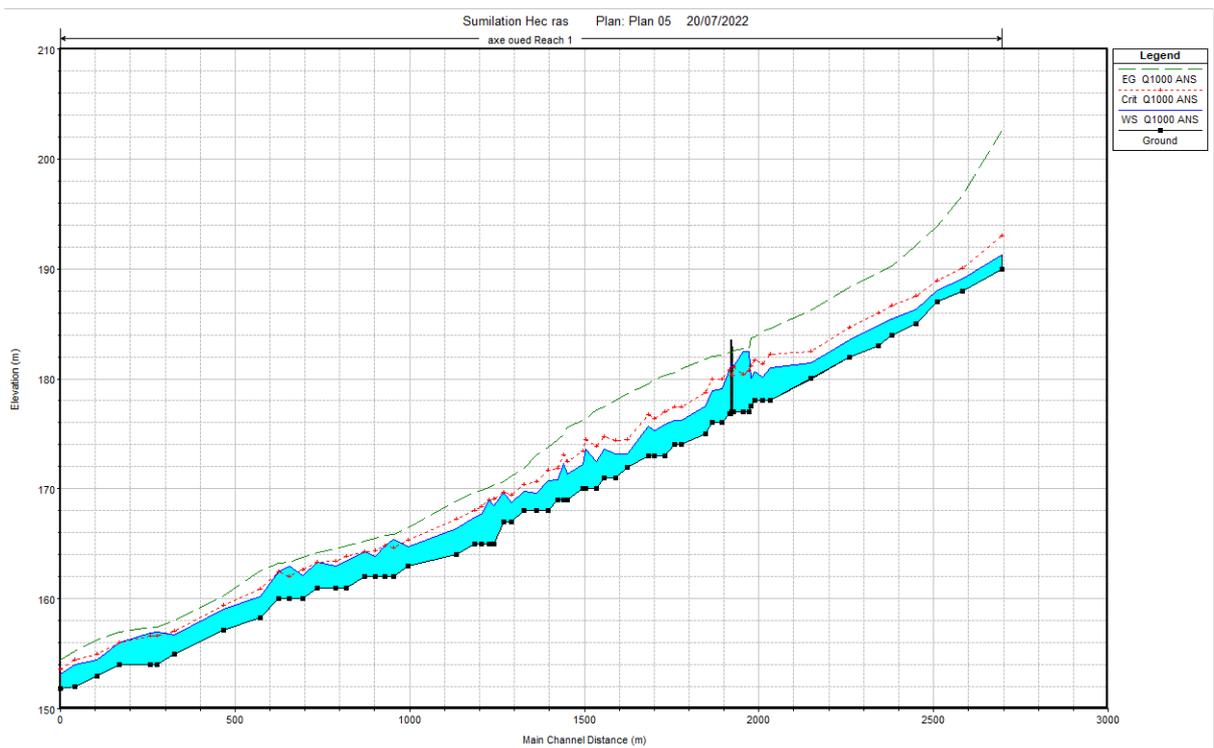
Profil en long du cours d'eau Oued Tamazoura avec le débit total ( $Q_{tot} = 133.89 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Profil en long du cours d'eau Oued Tamazoura avec le débit total ( $Q_{tot} = 157.53 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Profil en long du cours d'eau Oued Tamazoura avec le débit total ( $Q_{tot} = 175.45 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Profil en long du cours d'eau Oued Tamazoura avec le débit total ( $Q_{tot} = 237.47 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

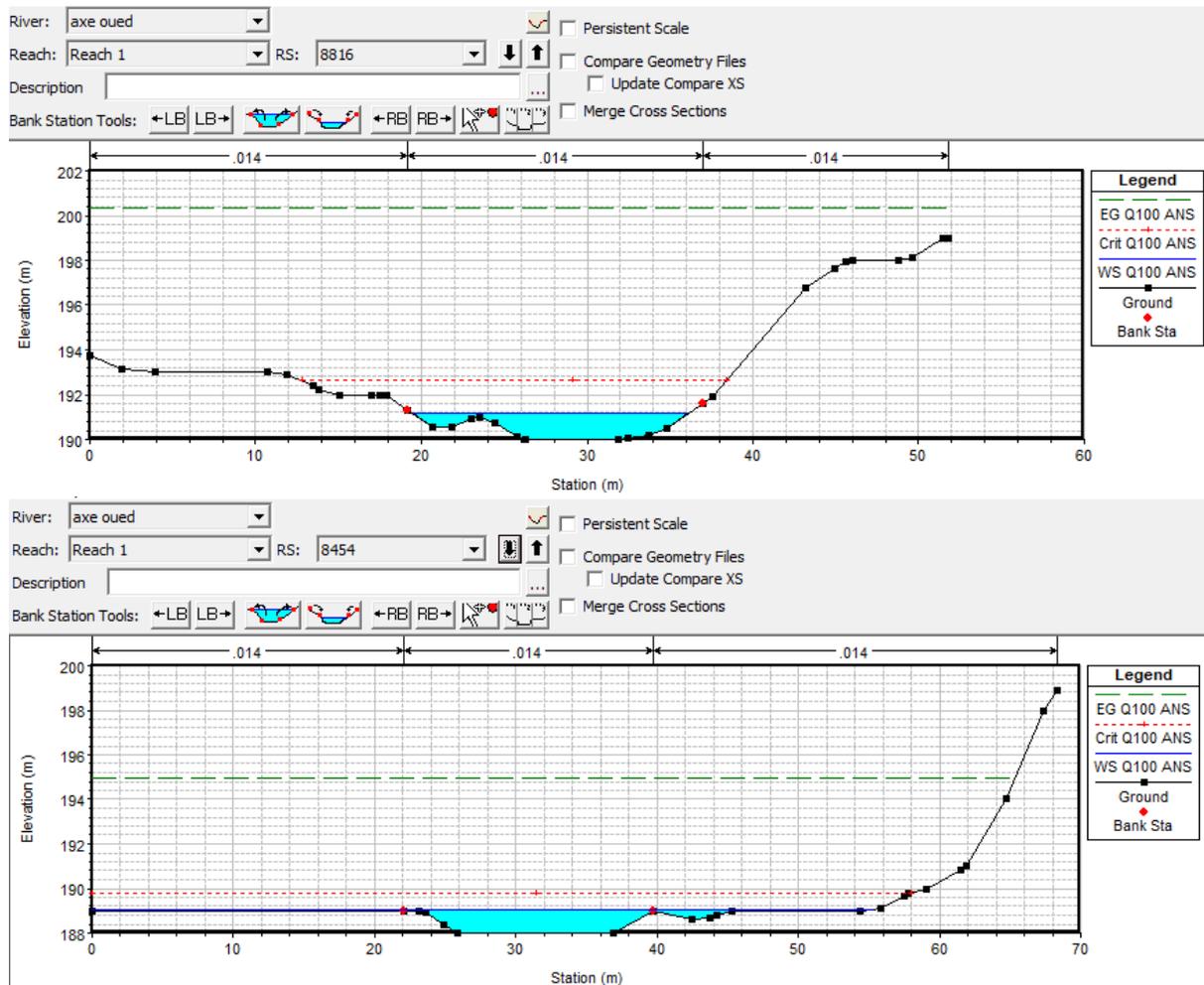
# ANNEXE 03 :

## Résultats de la simulation graphique

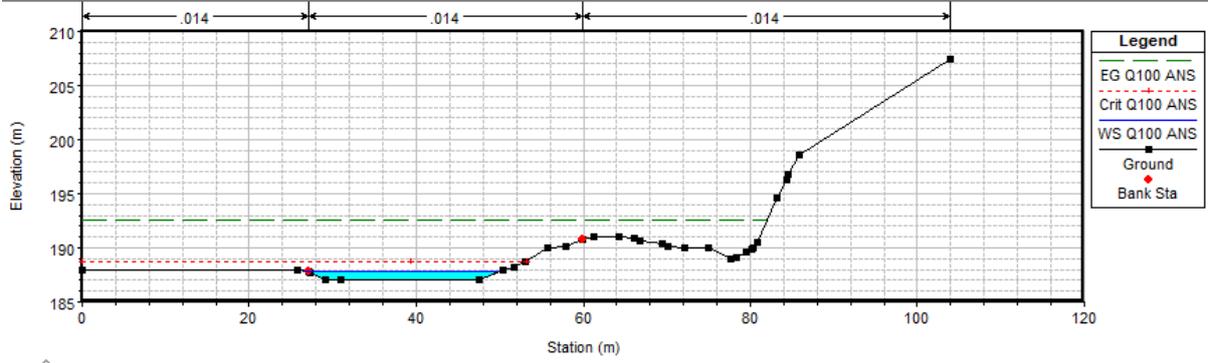
### Coupes en travers de l'oued

(T= 100 ans)

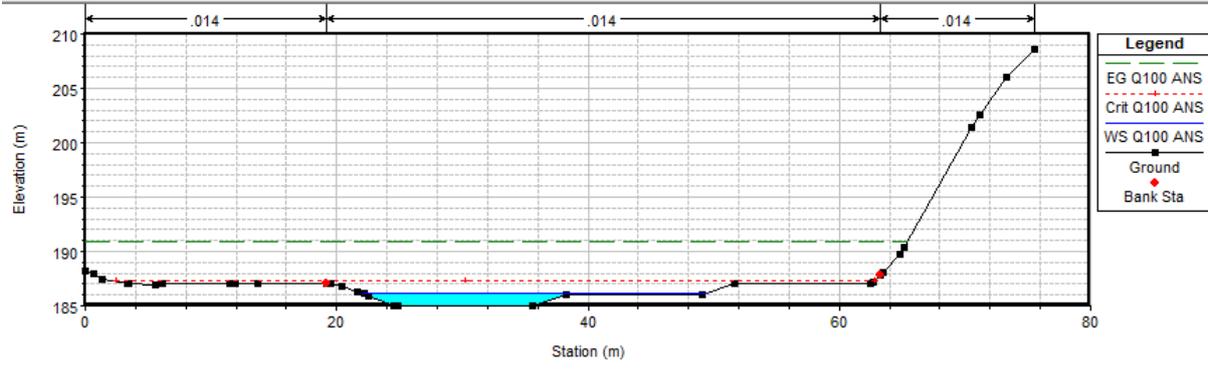
Q100 ANS = 175.45 m<sup>3</sup>/s.



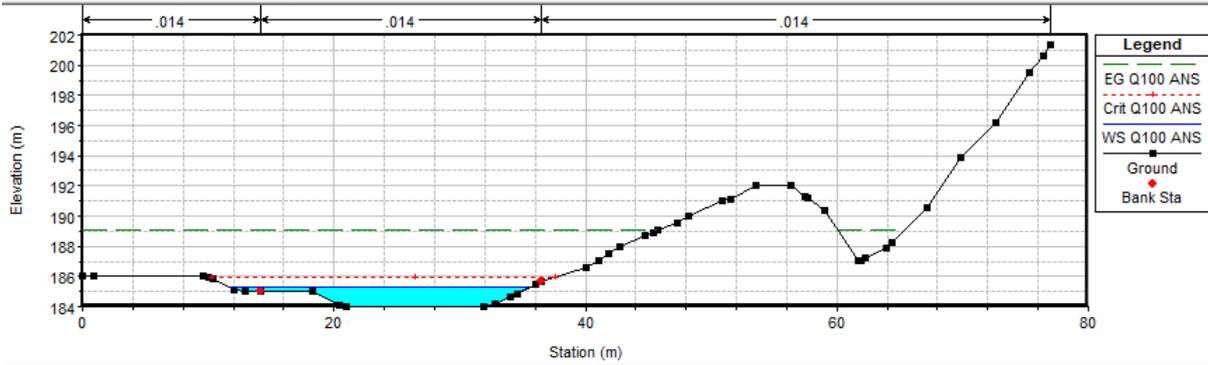
River: axe oued  Persistent Scale  
 Reach: Reach 1 RS: 8214  Compare Geometry Files  
 Description:  Update Compare XS  
 Bank Station Tools:  Merge Cross Sections

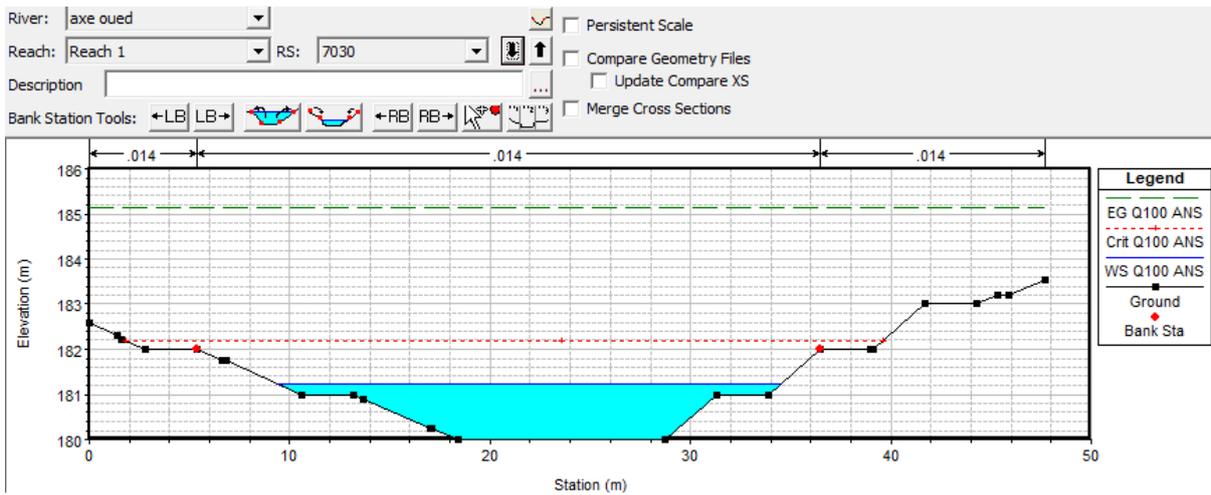
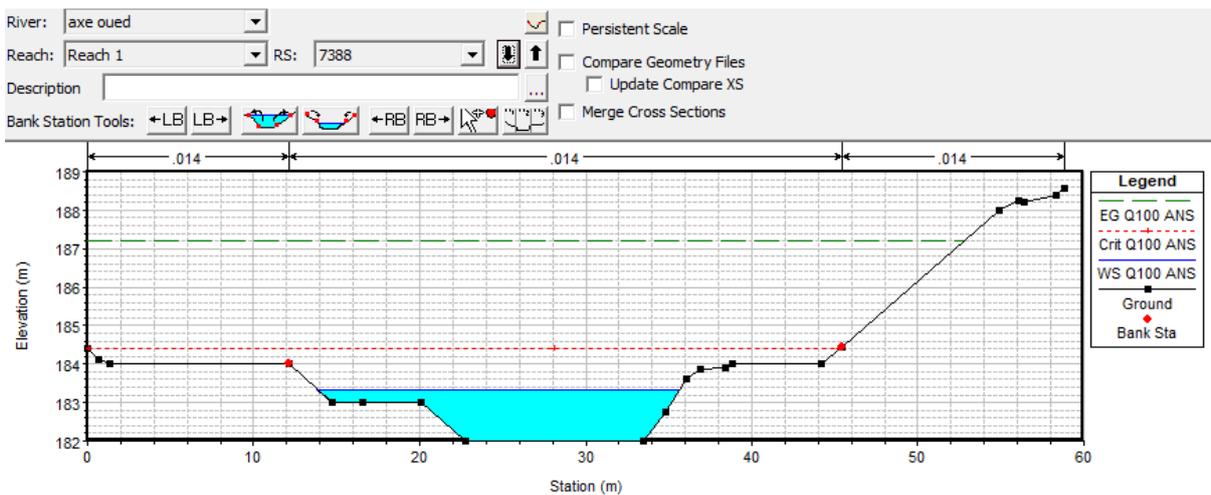
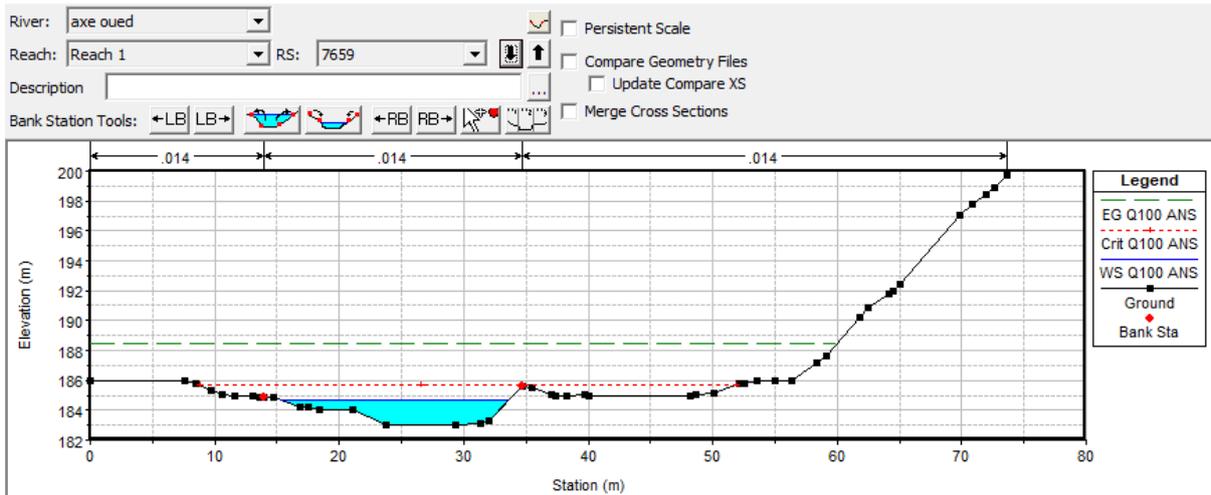


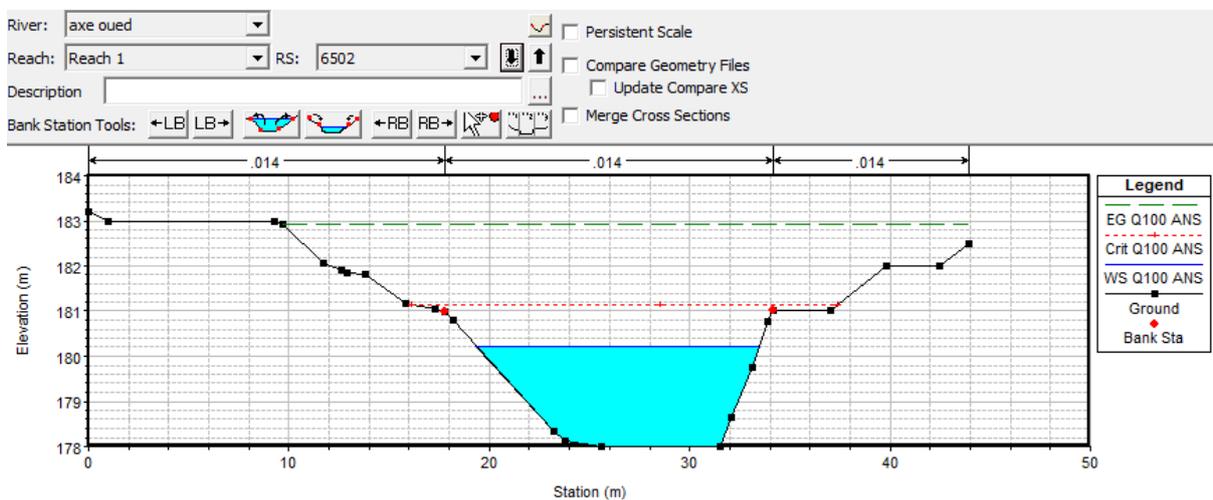
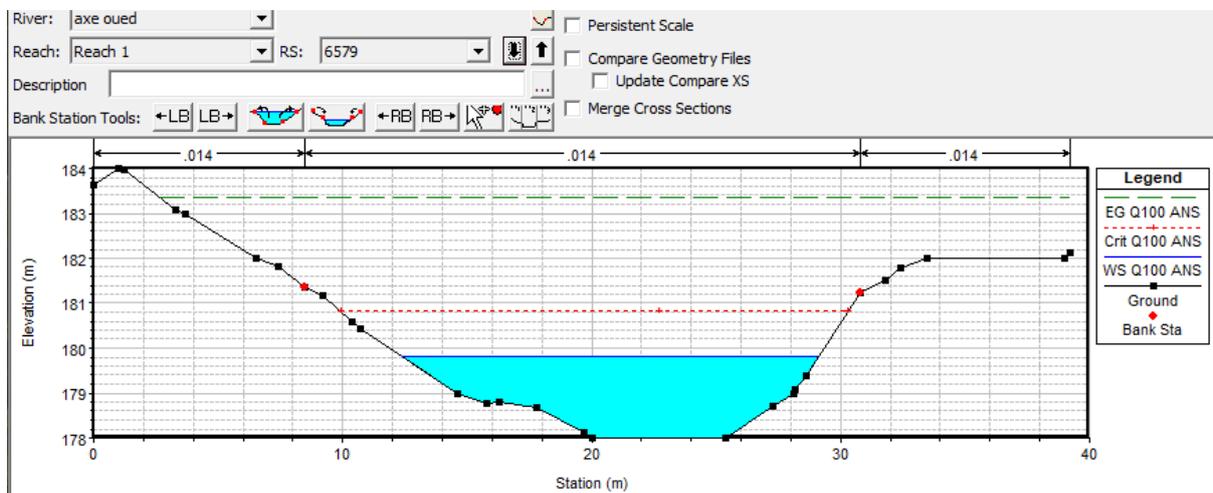
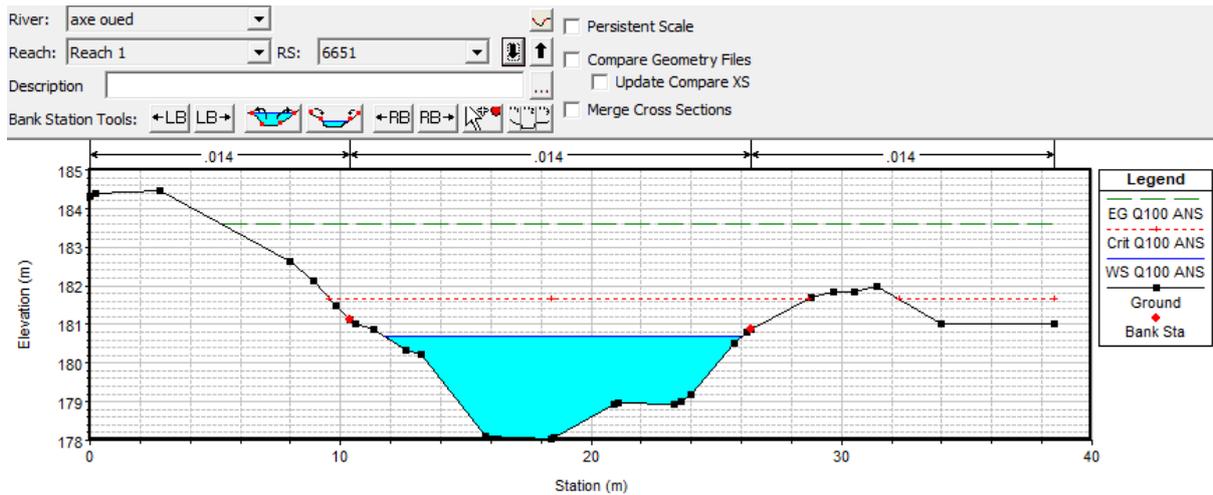
River: axe oued  Persistent Scale  
 Reach: Reach 1 RS: 8015  Compare Geometry Files  
 Description:  Update Compare XS  
 Bank Station Tools:  Merge Cross Sections

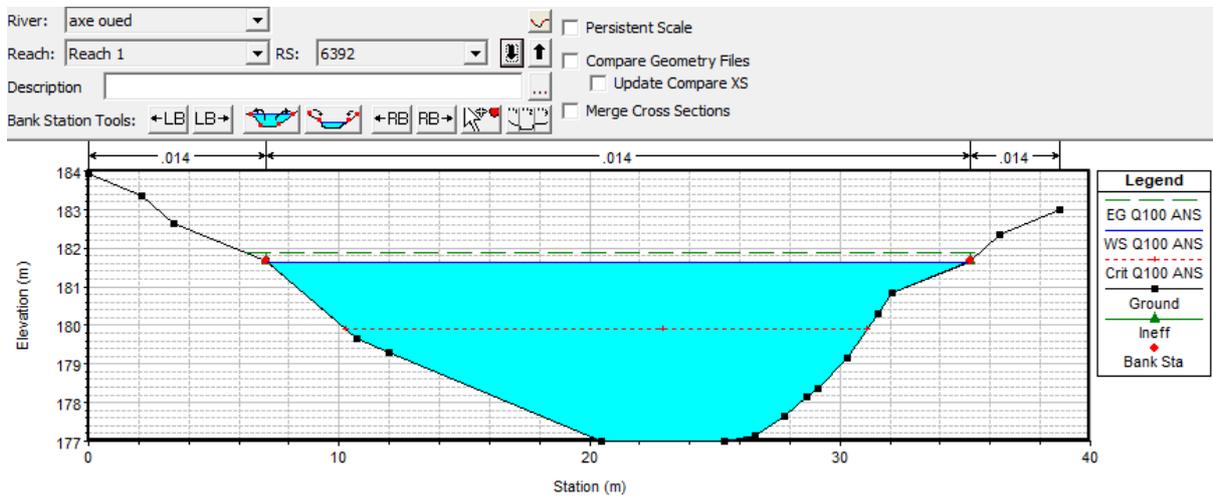
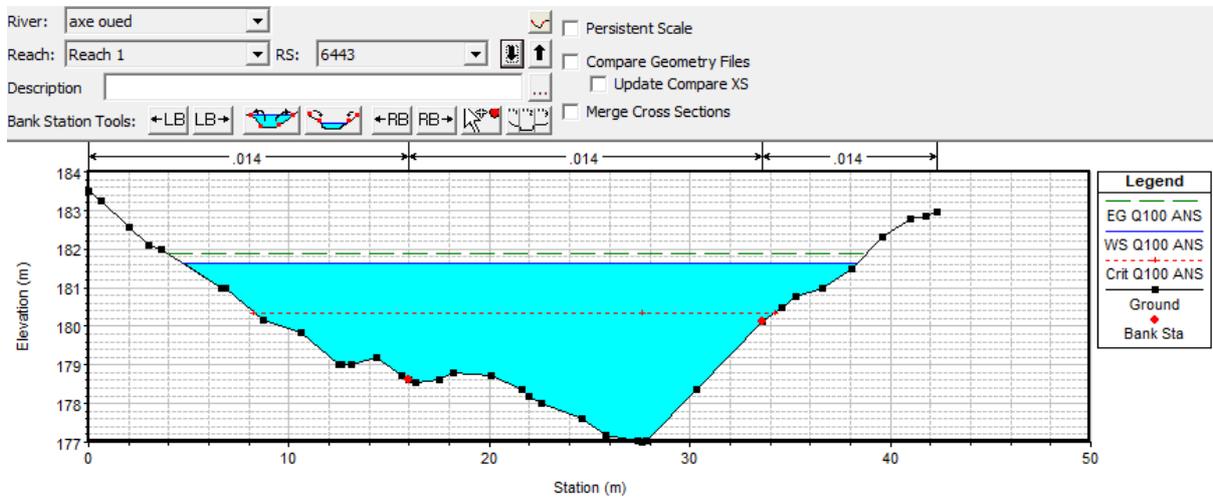
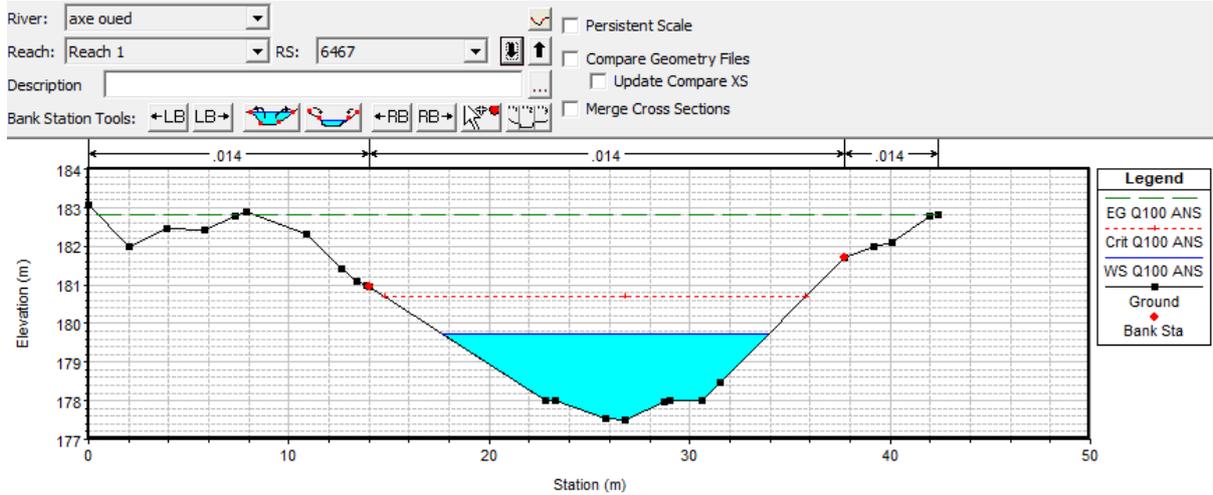


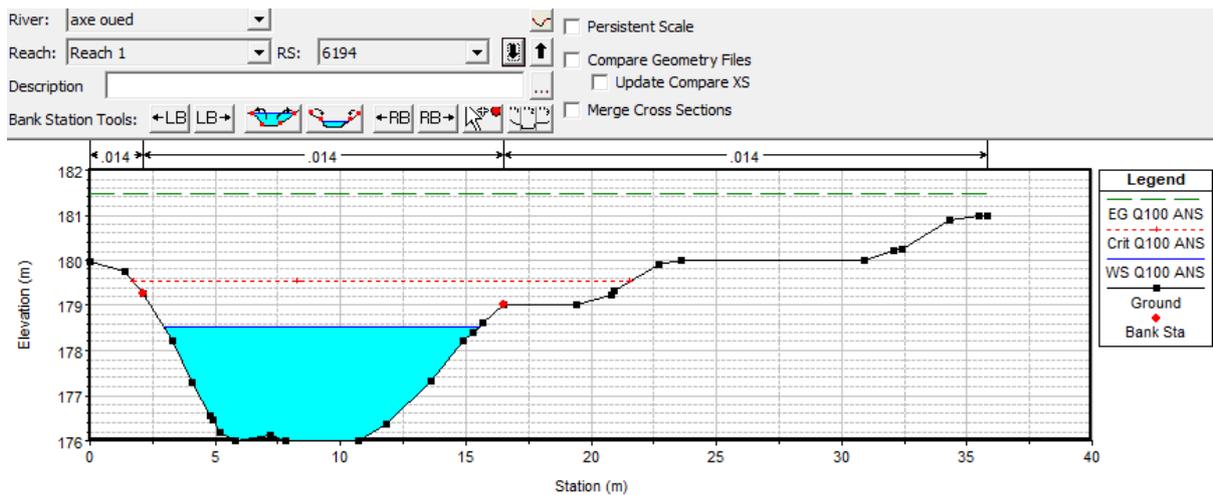
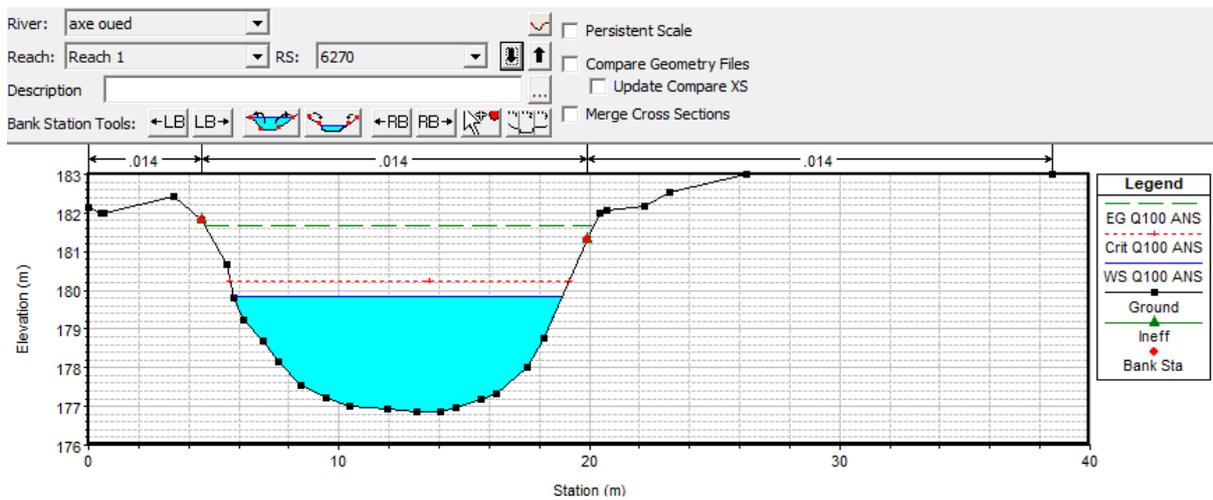
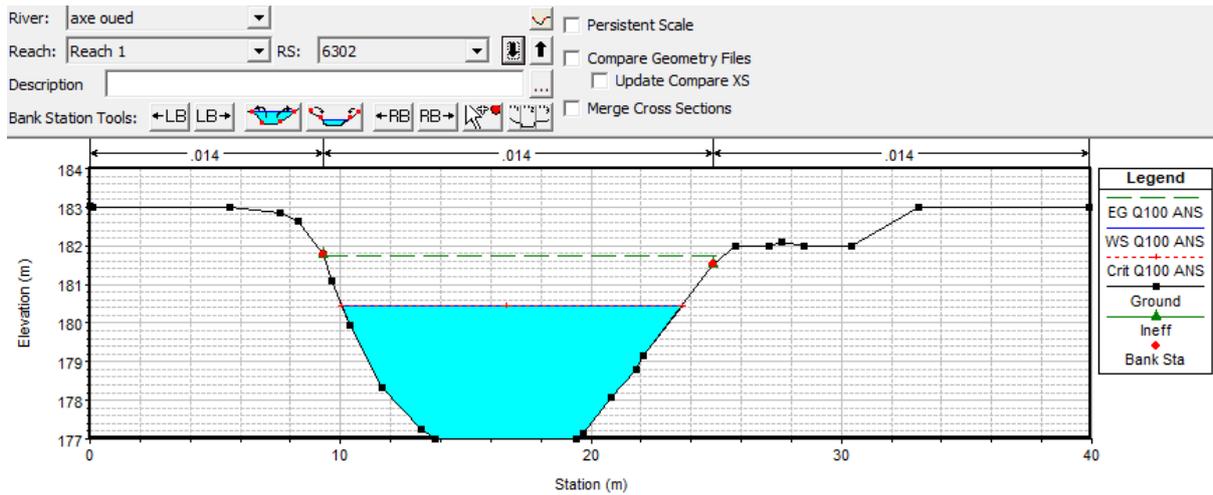
River: axe oued  Persistent Scale  
 Reach: Reach 1 RS: 7787  Compare Geometry Files  
 Description:  Update Compare XS  
 Bank Station Tools:  Merge Cross Sections

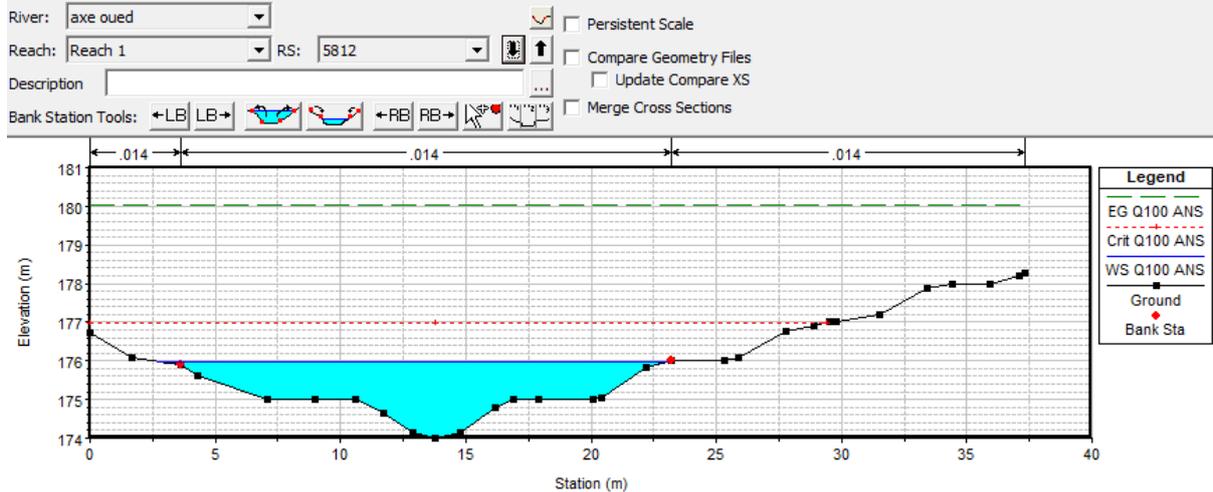
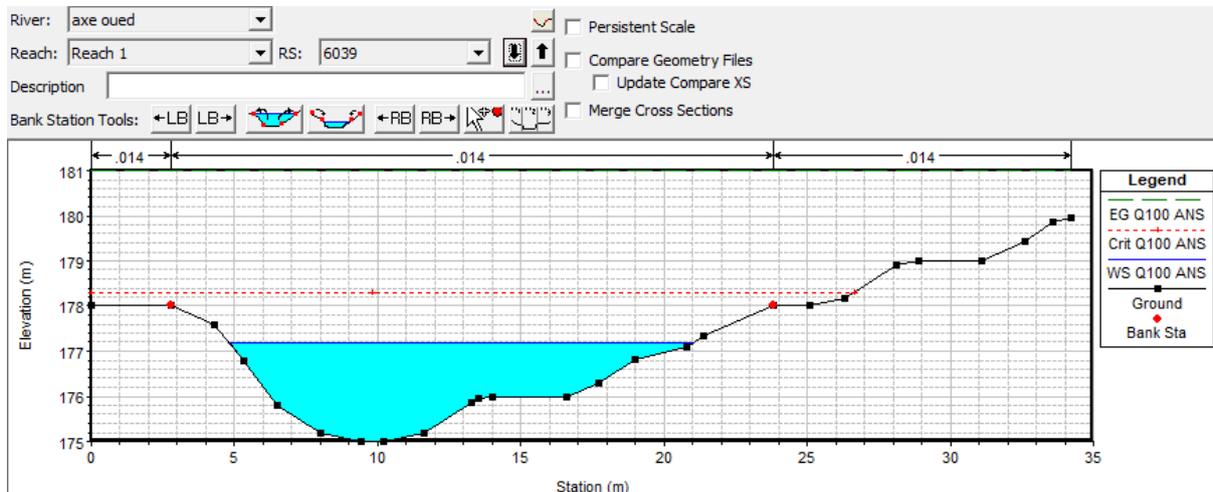
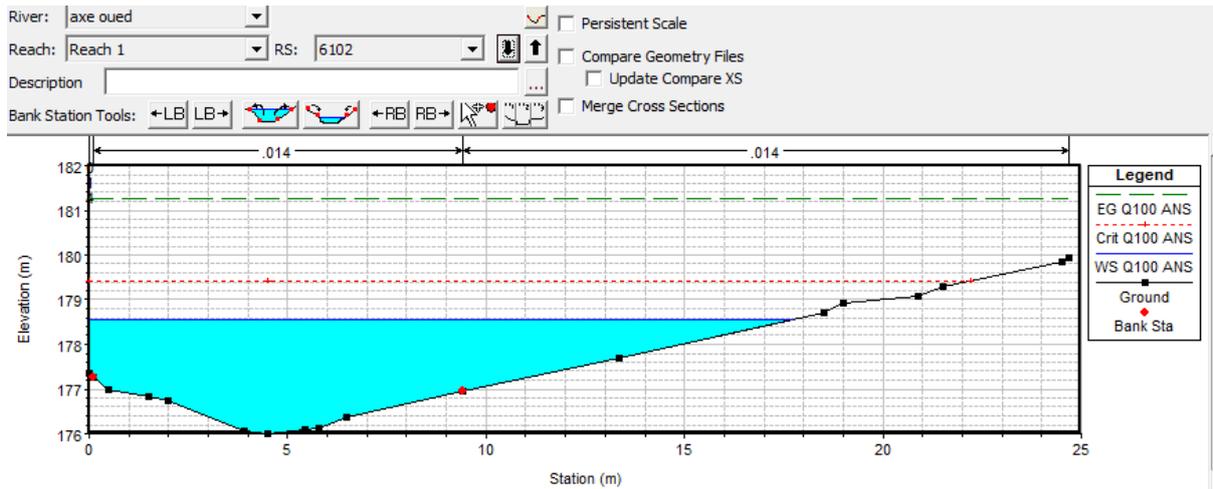


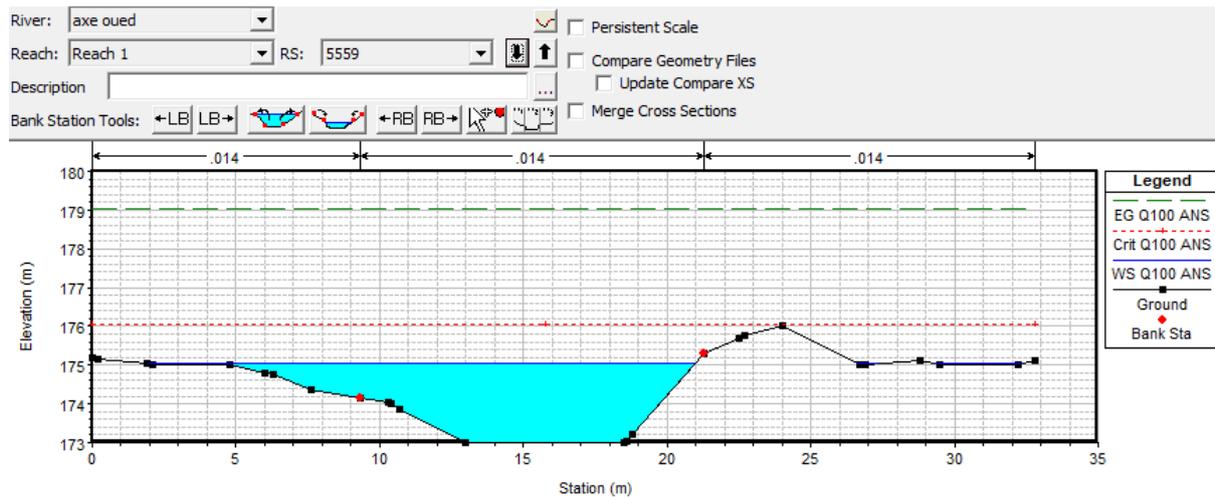
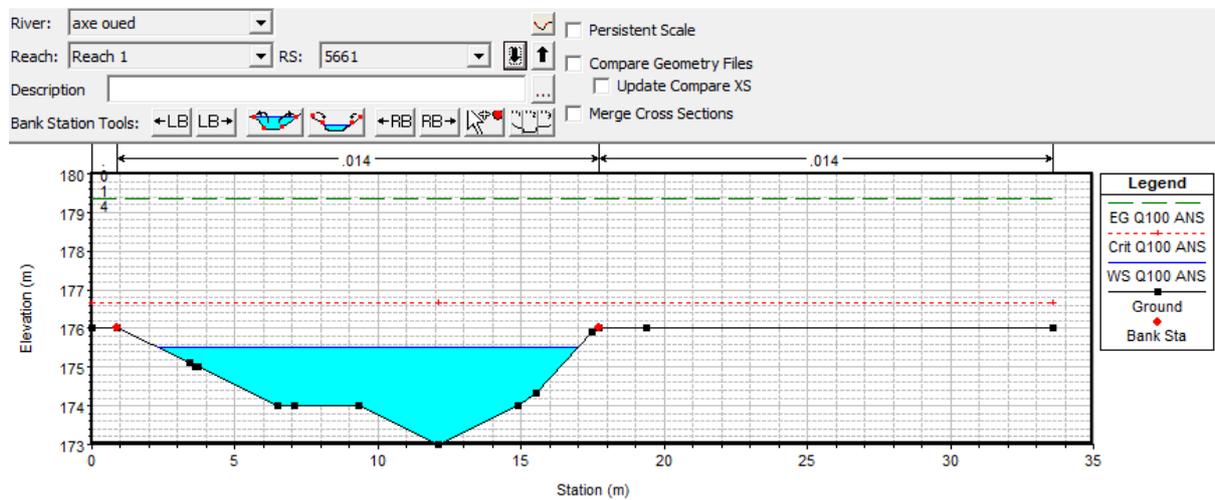
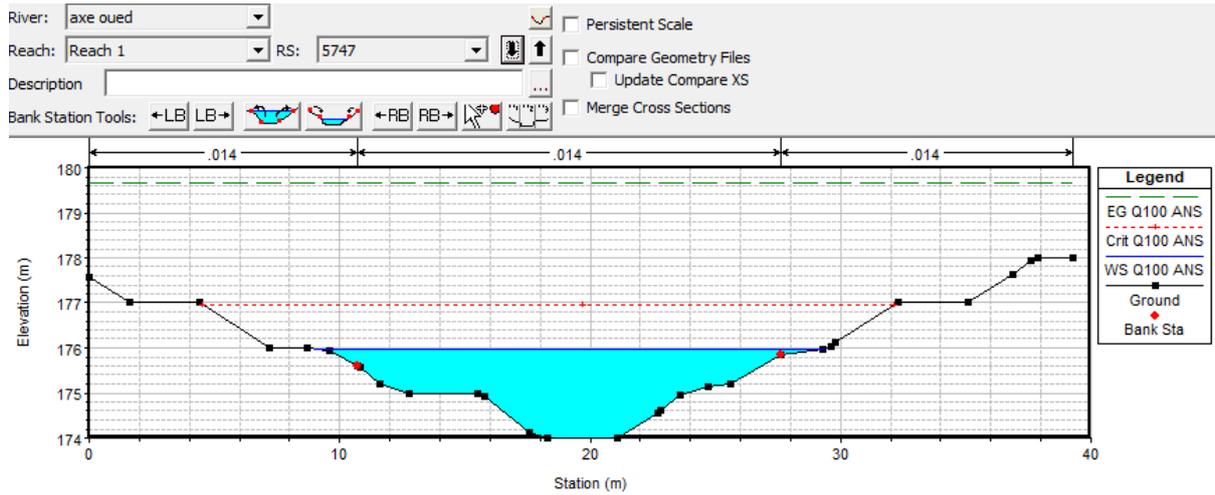




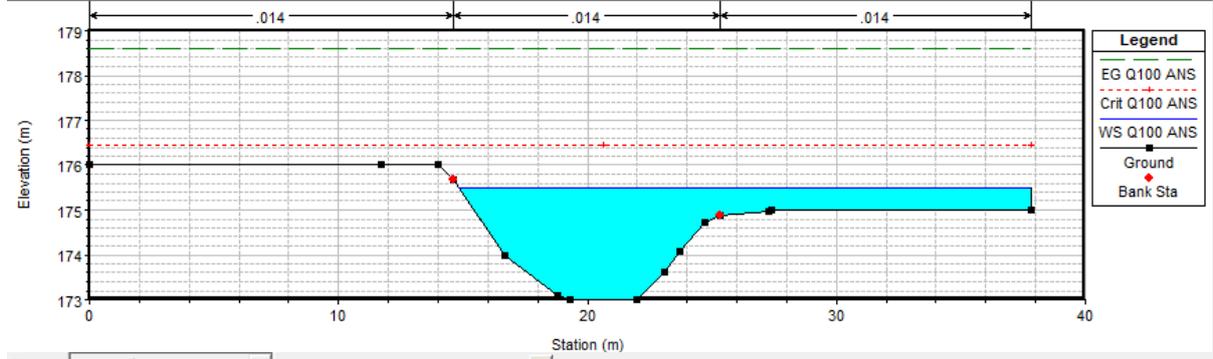




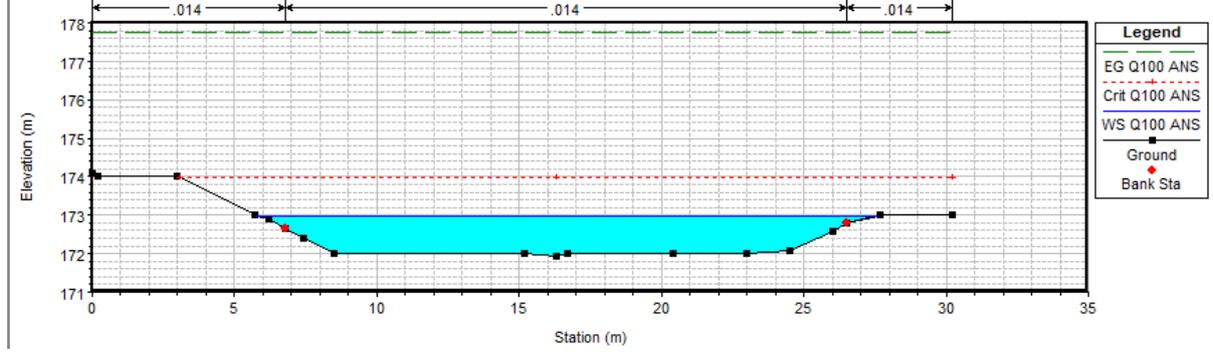




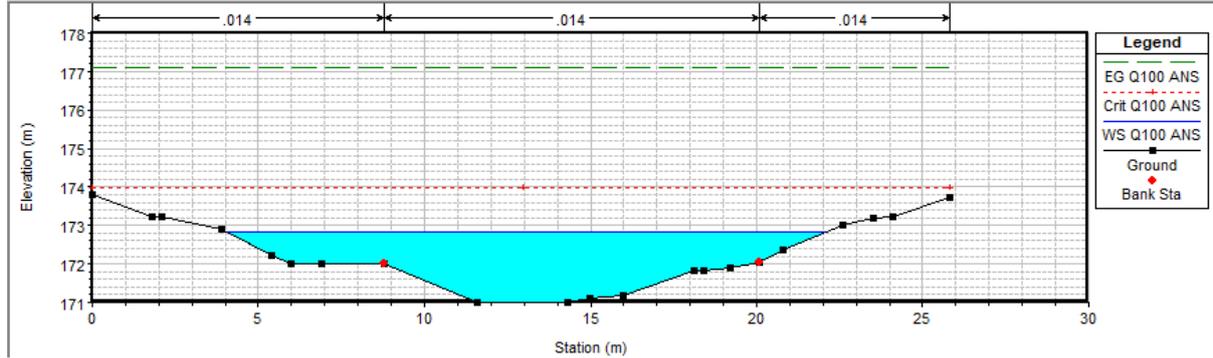
River: axe oued  
 Reach: Reach 1 RS: 5501  
 Description:   
 Bank Station Tools:   
 Persistent Scale  
 Compare Geometry Files  
 Update Compare XS  
 Merge Cross Sections

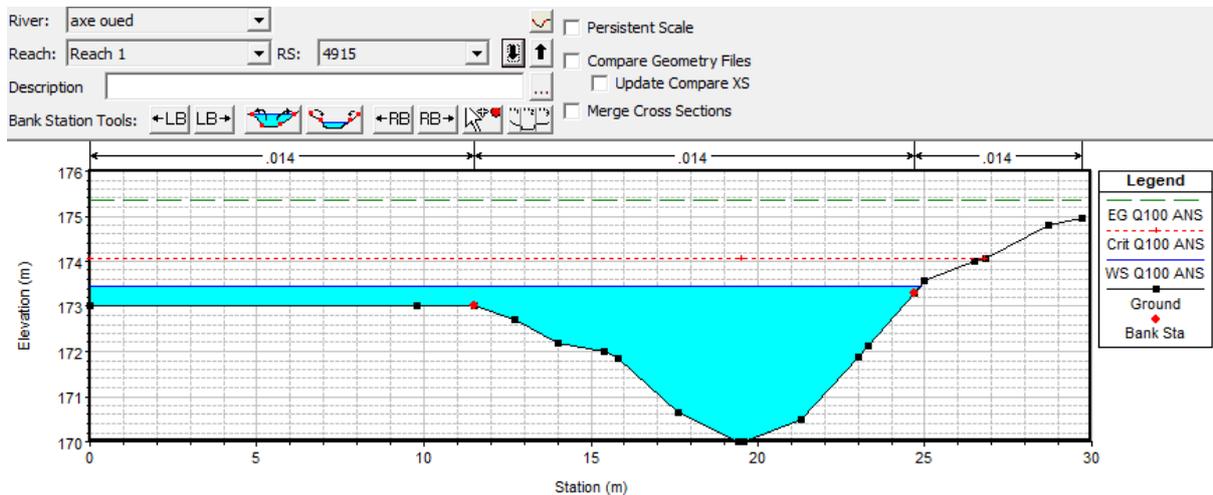
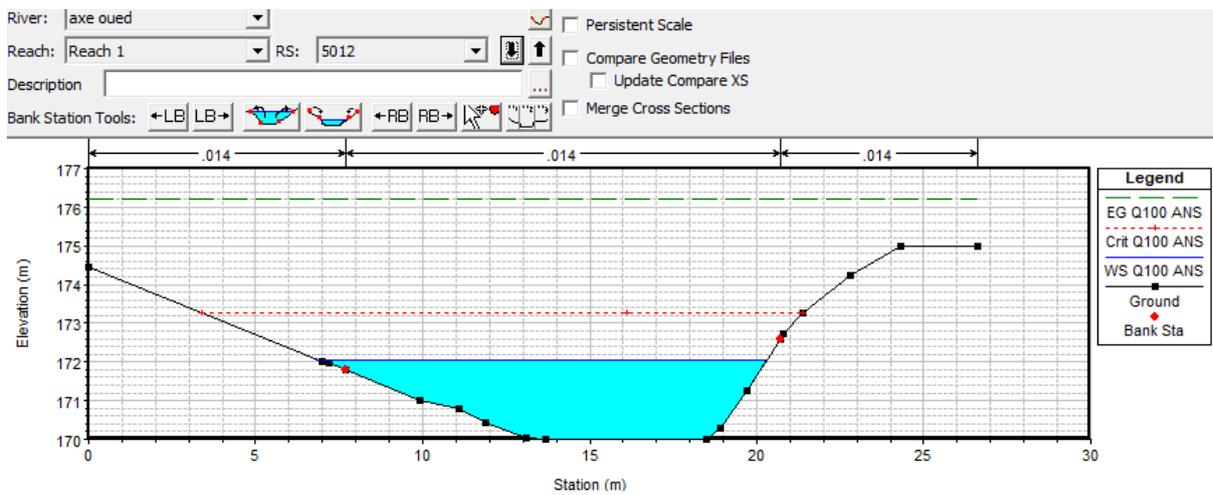
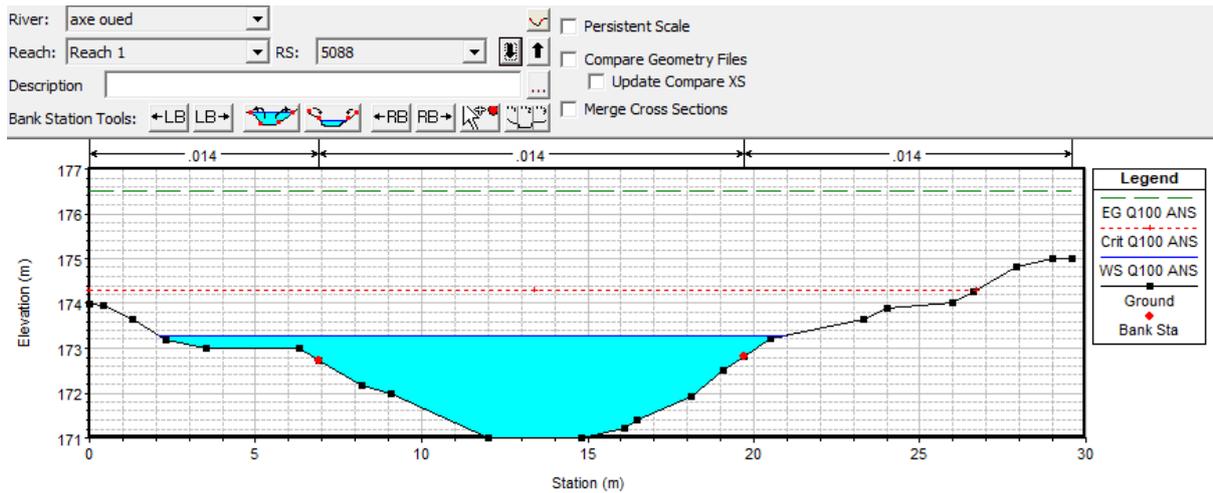


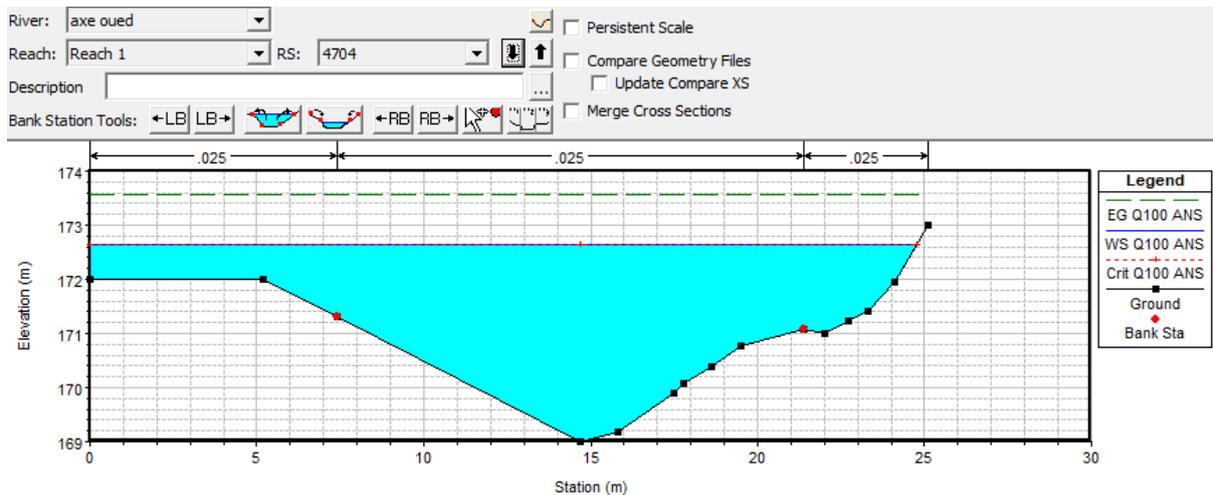
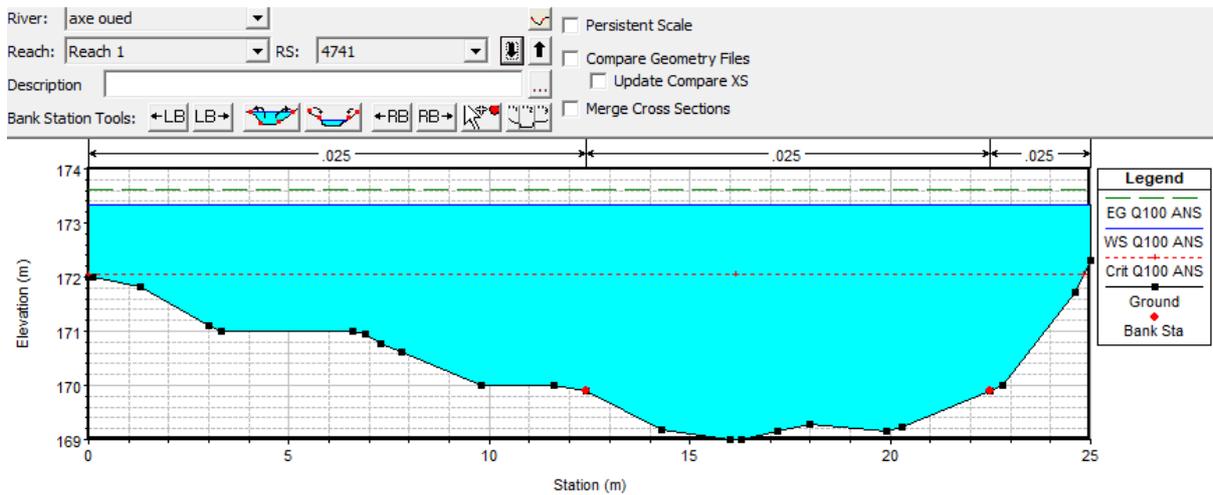
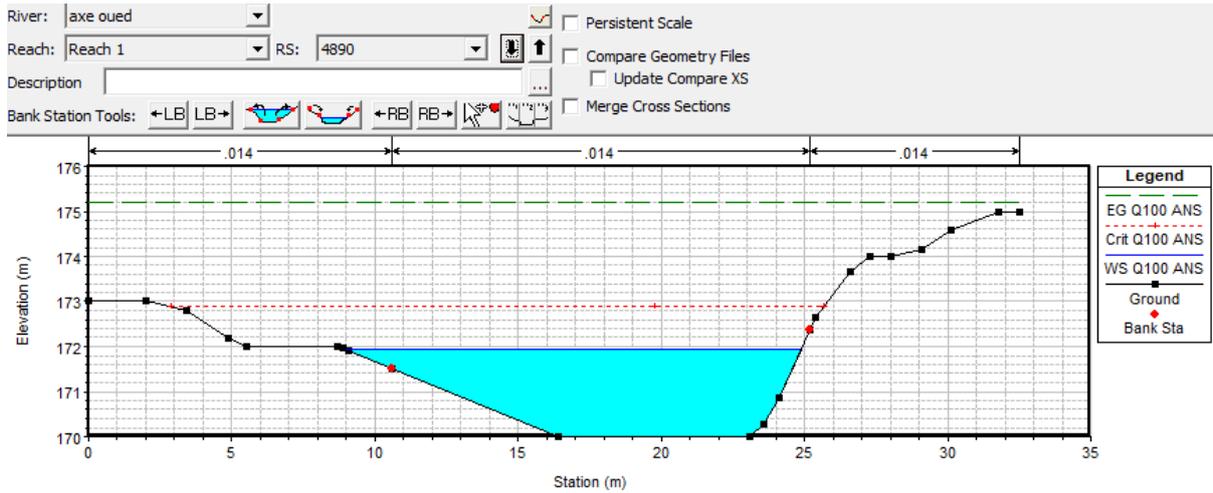
River: axe oued  
 Reach: Reach 1 RS: 5307  
 Description:   
 Bank Station Tools:   
 Persistent Scale  
 Compare Geometry Files  
 Update Compare XS  
 Merge Cross Sections

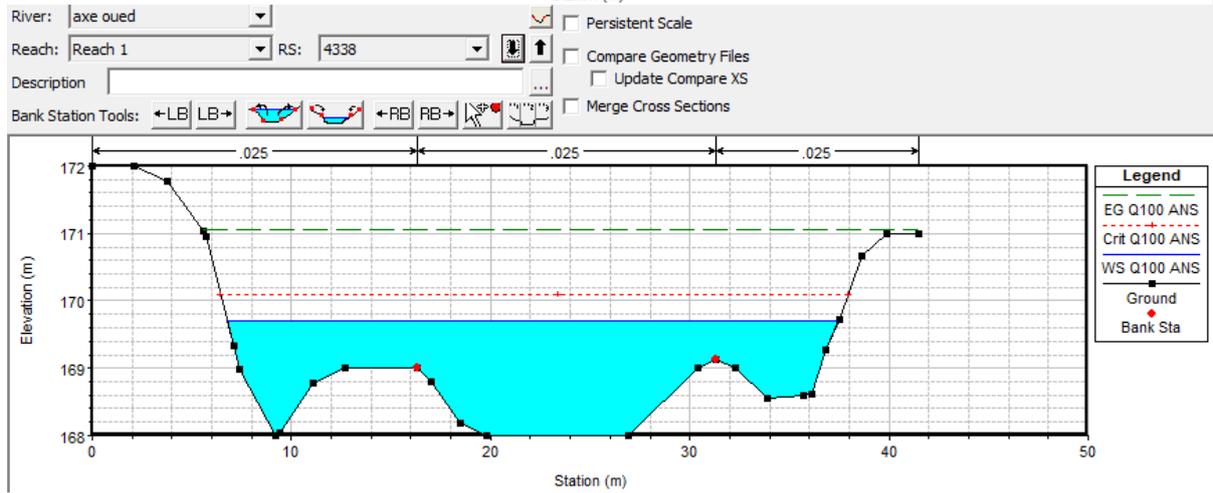
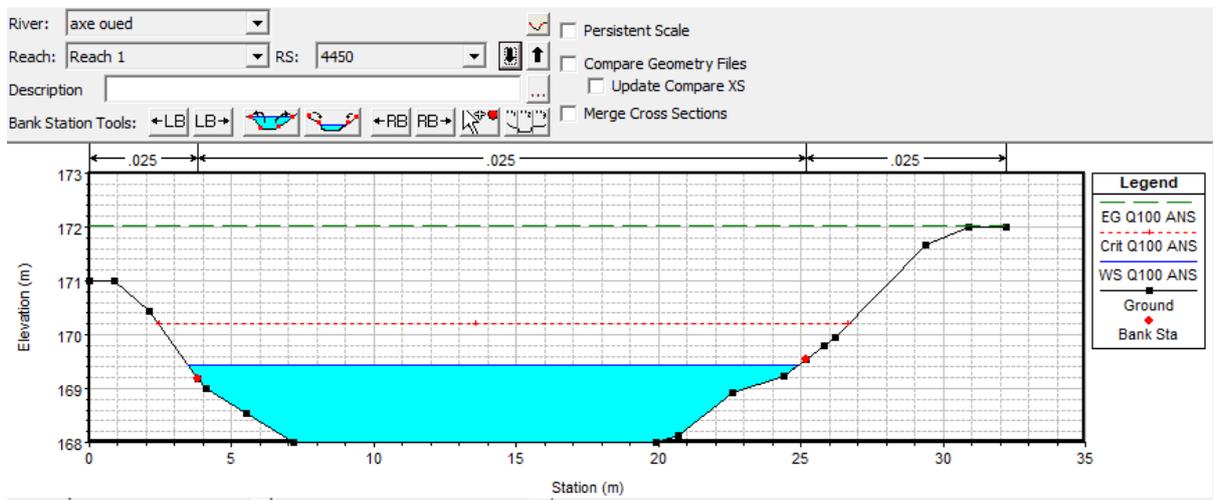
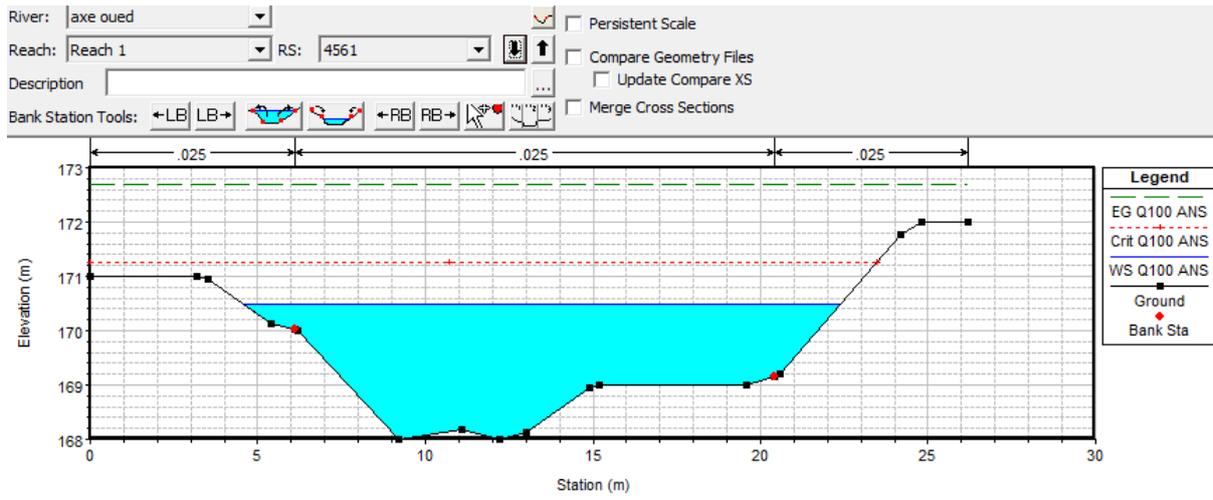


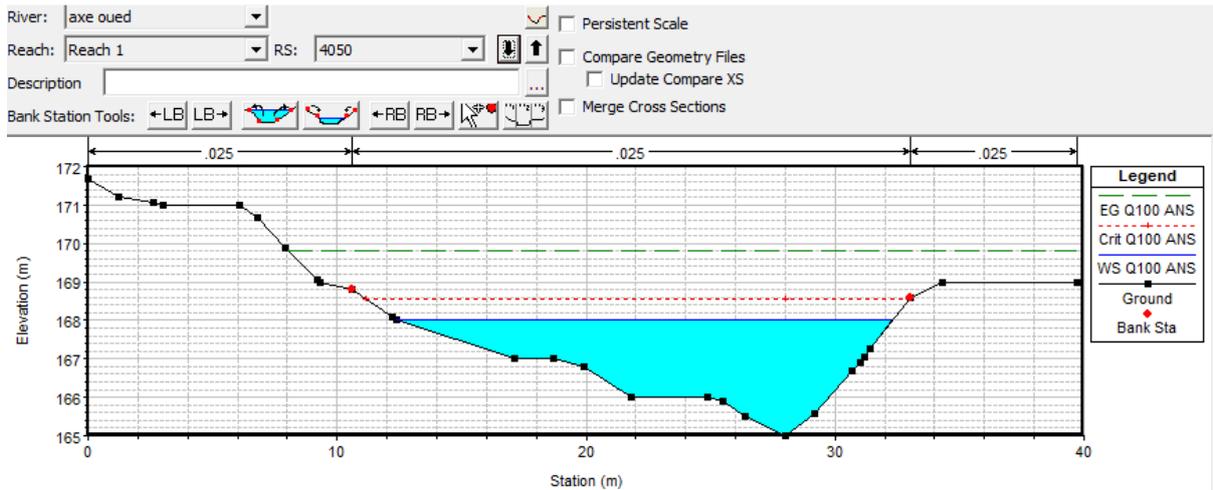
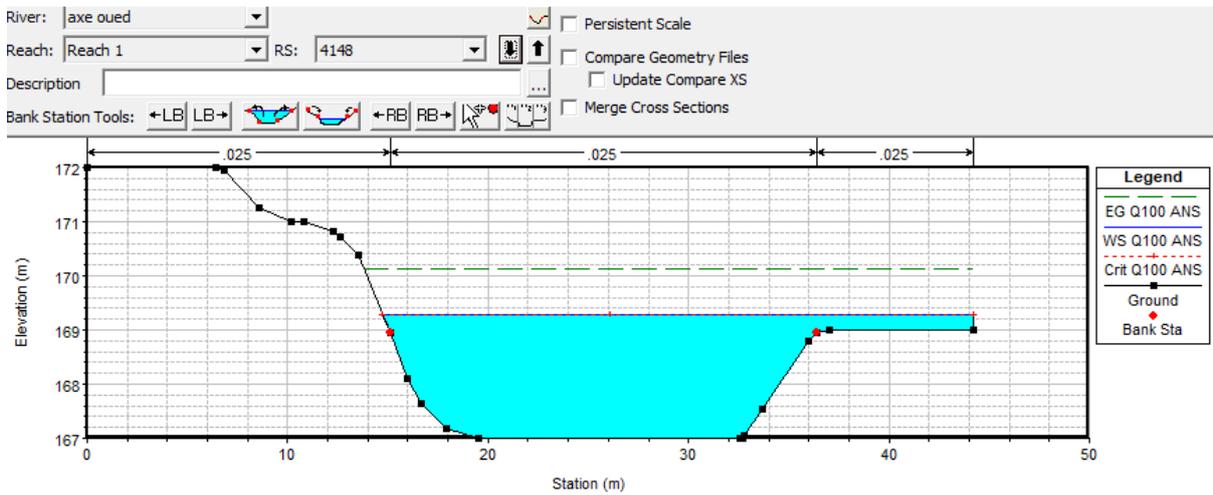
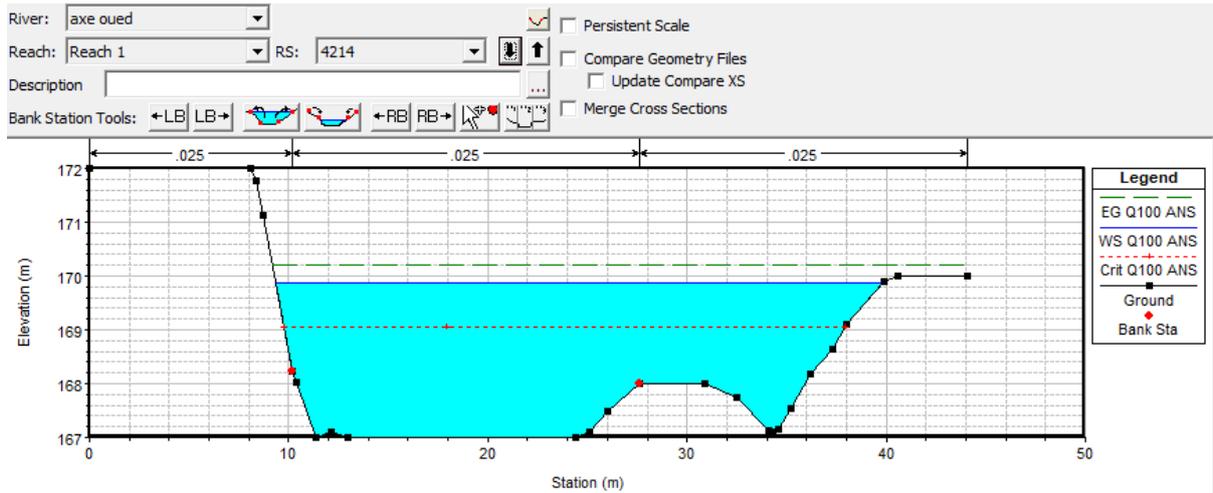
River: axe oued  
 Reach: Reach 1 RS: 5200  
 Description:   
 Bank Station Tools:   
 Persistent Scale  
 Compare Geometry Files  
 Update Compare XS  
 Merge Cross Sections

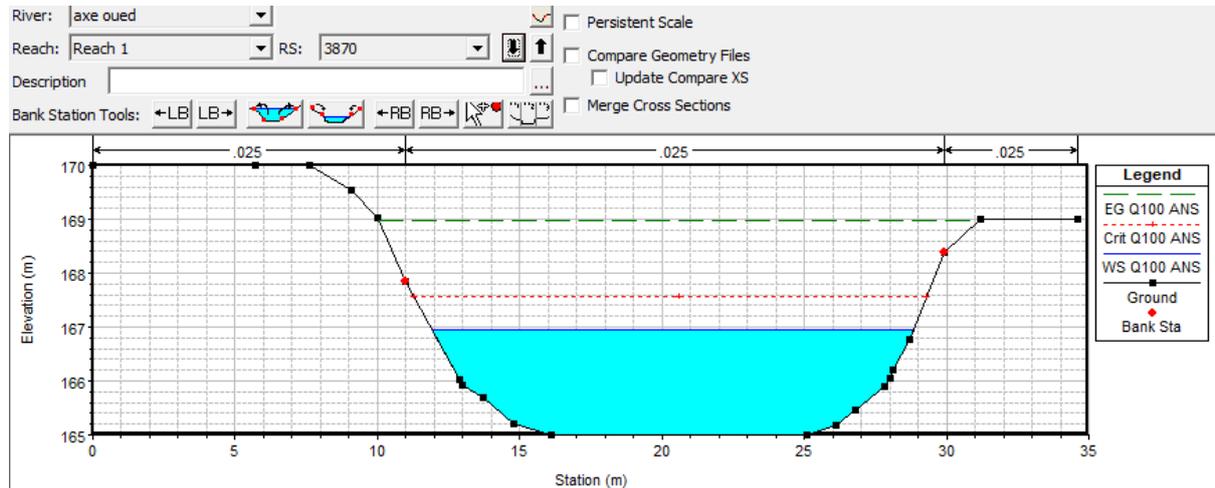
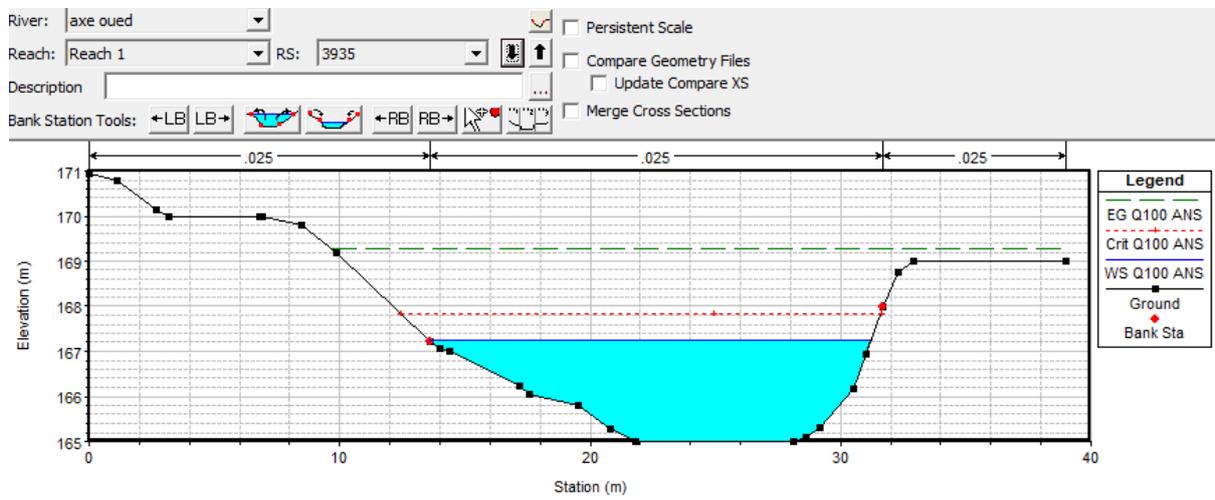
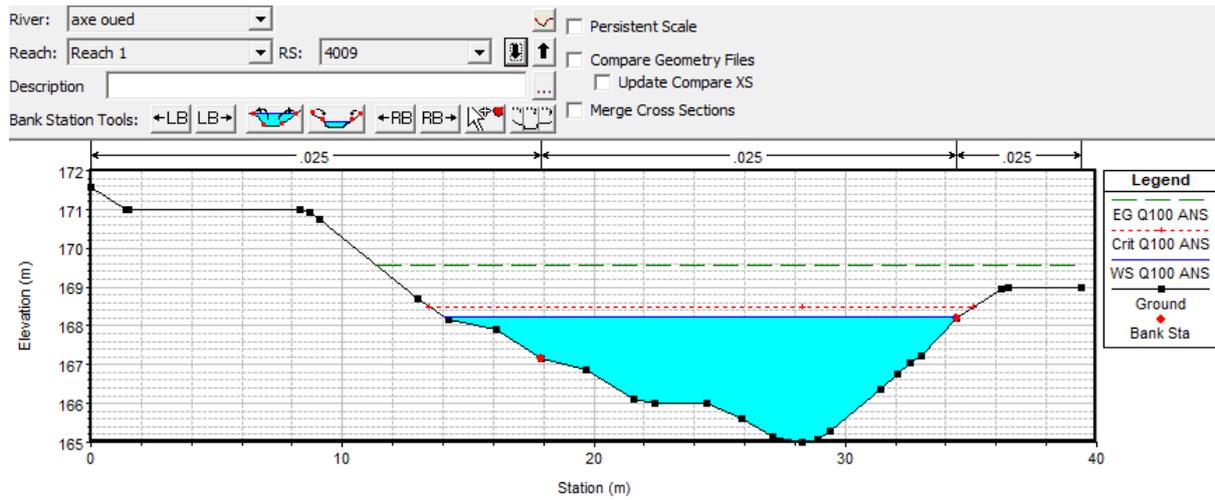


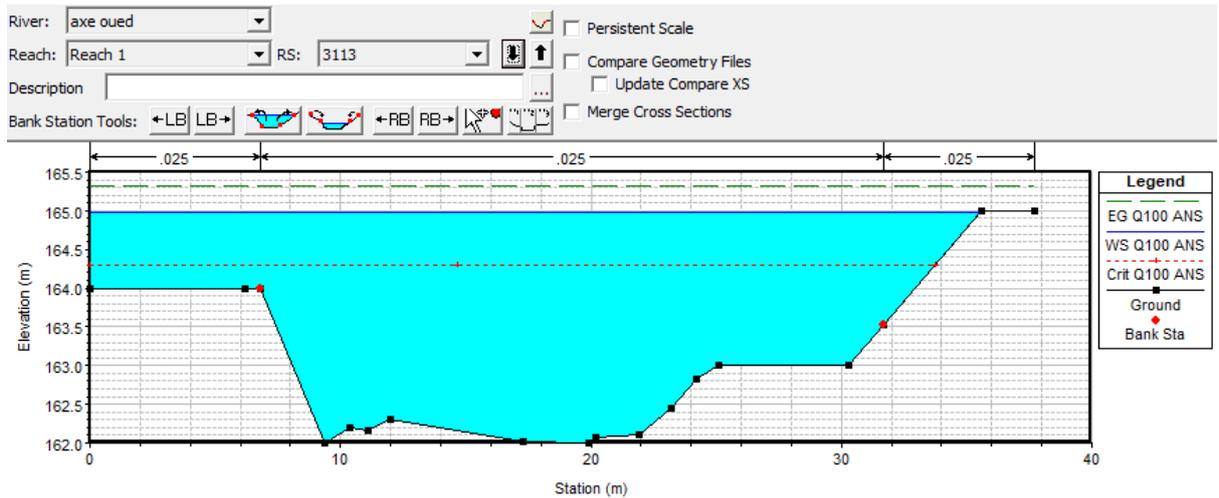
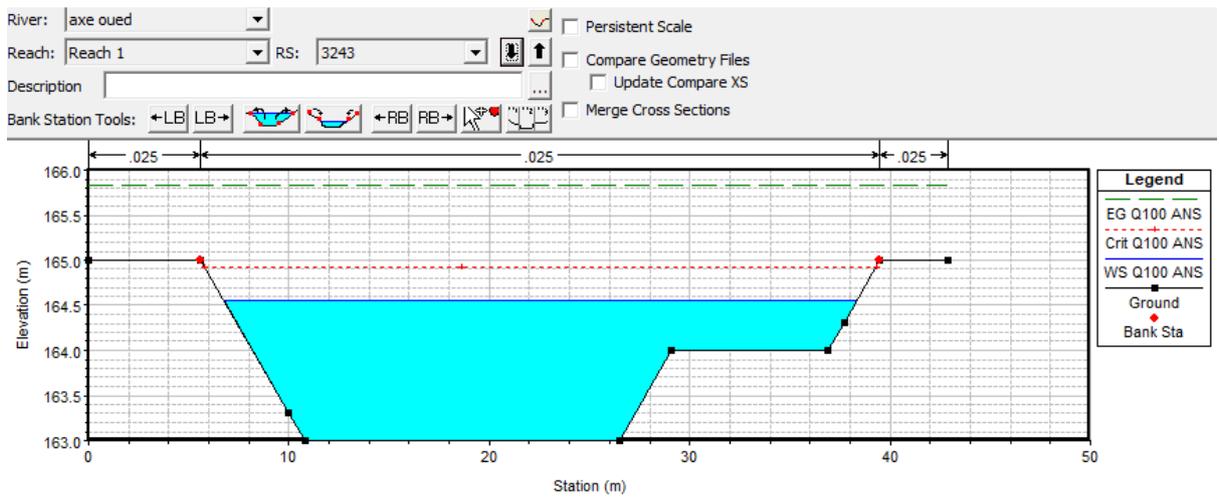
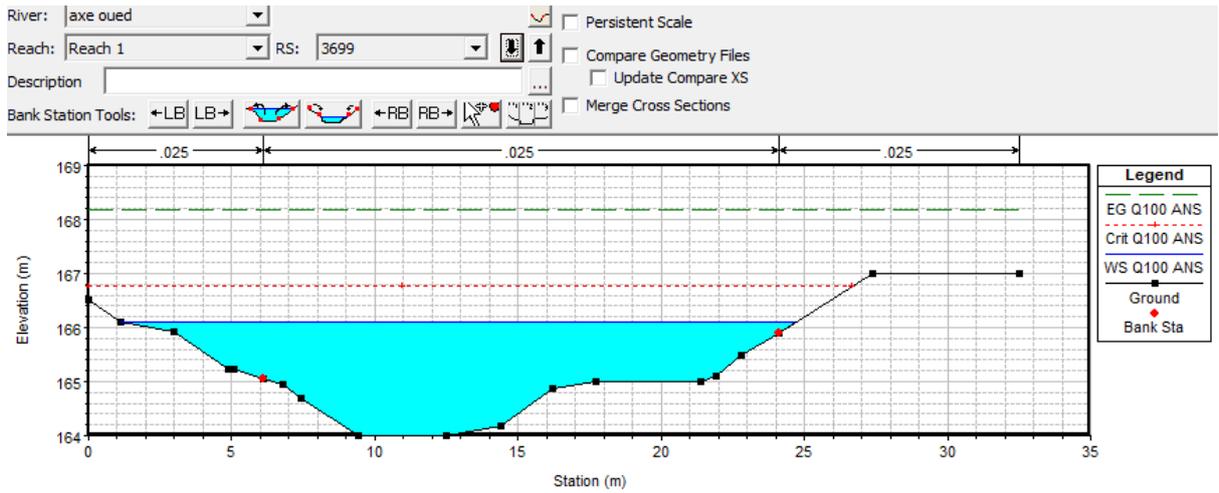


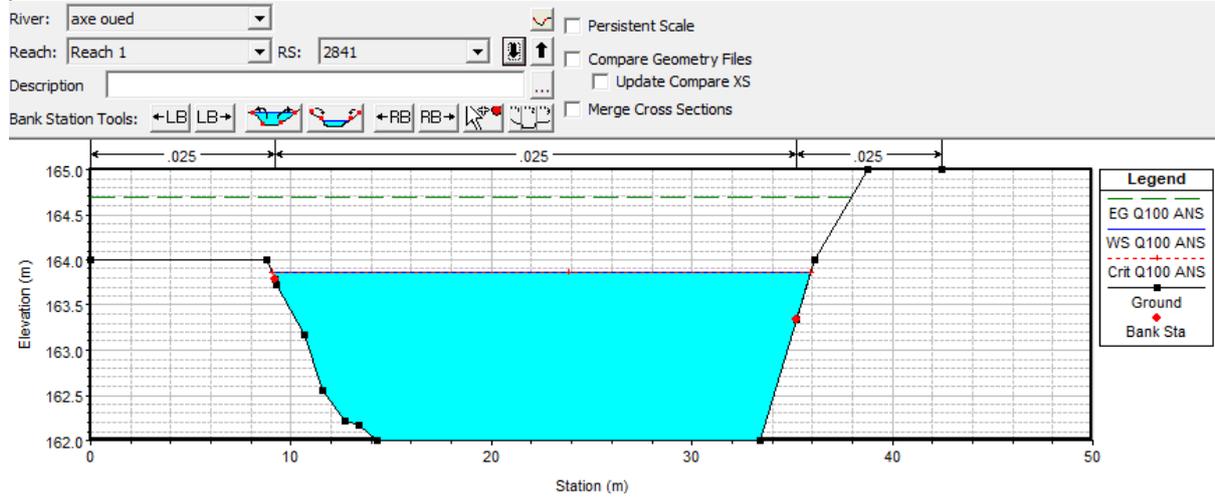
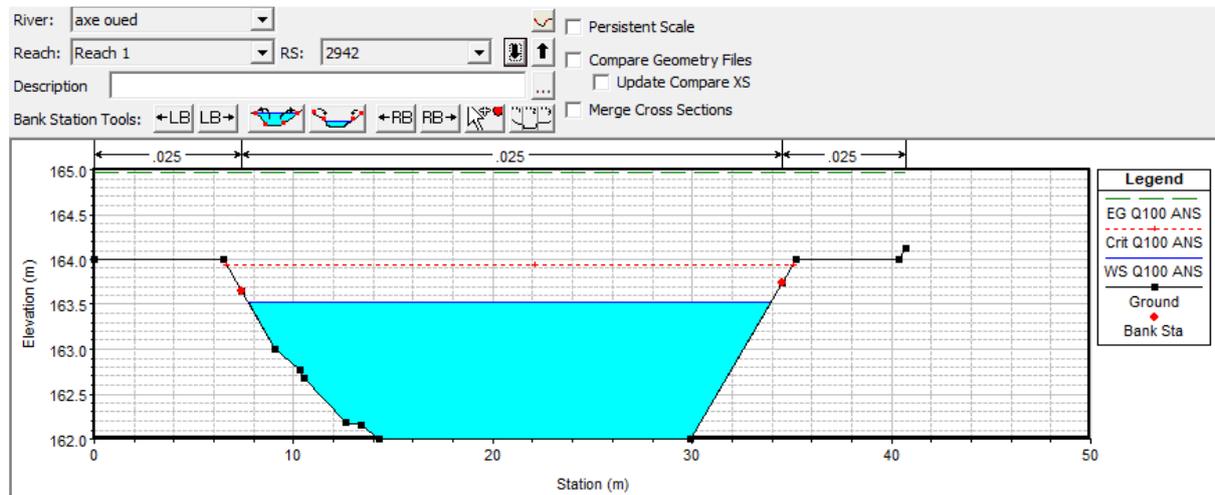
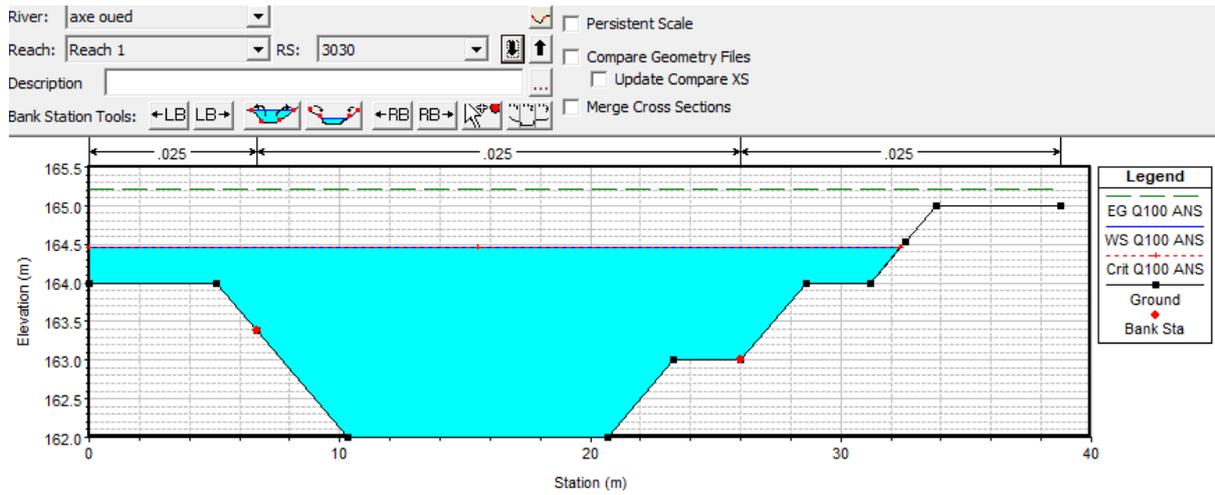


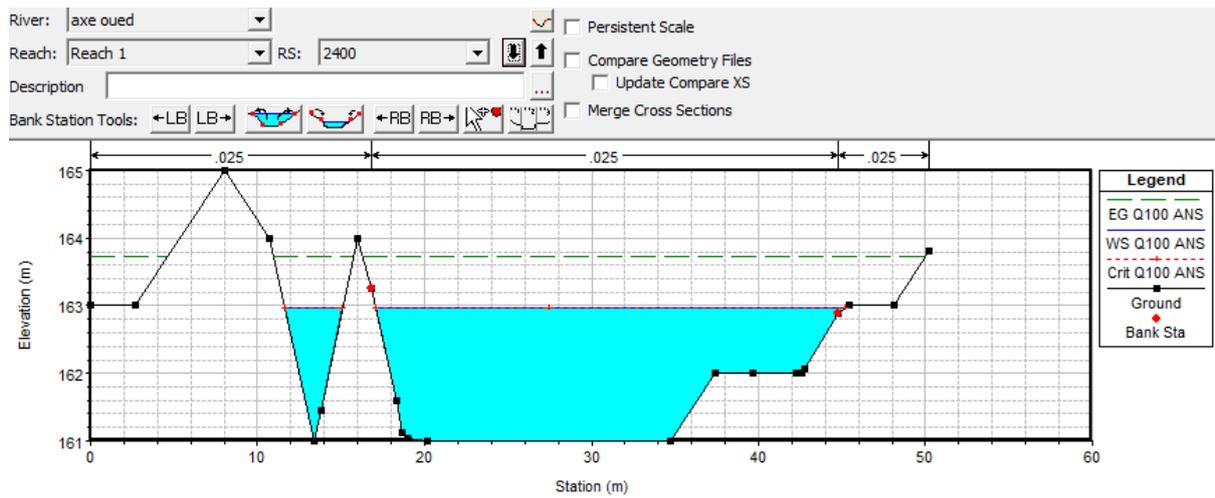
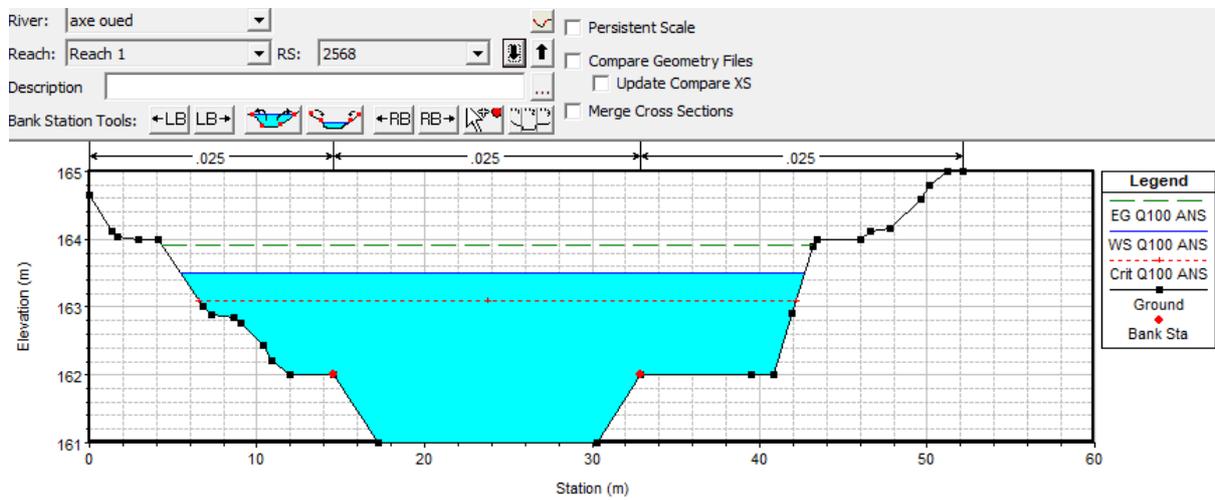
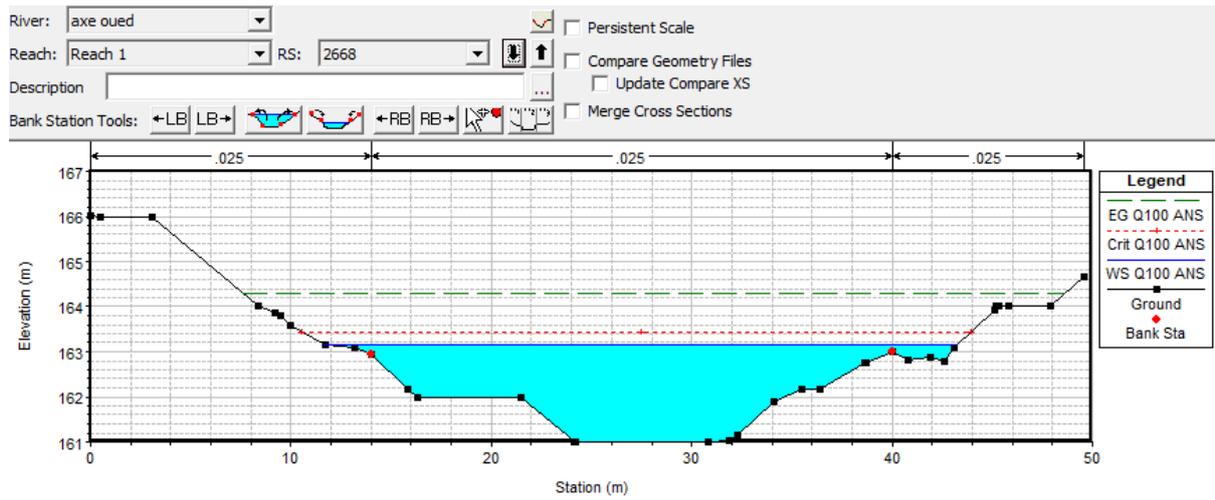


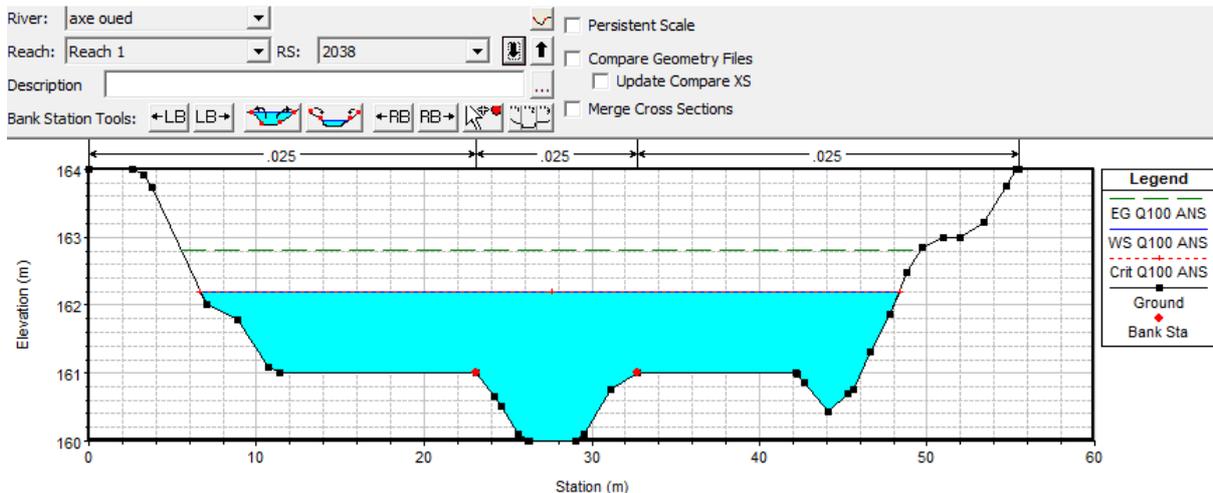
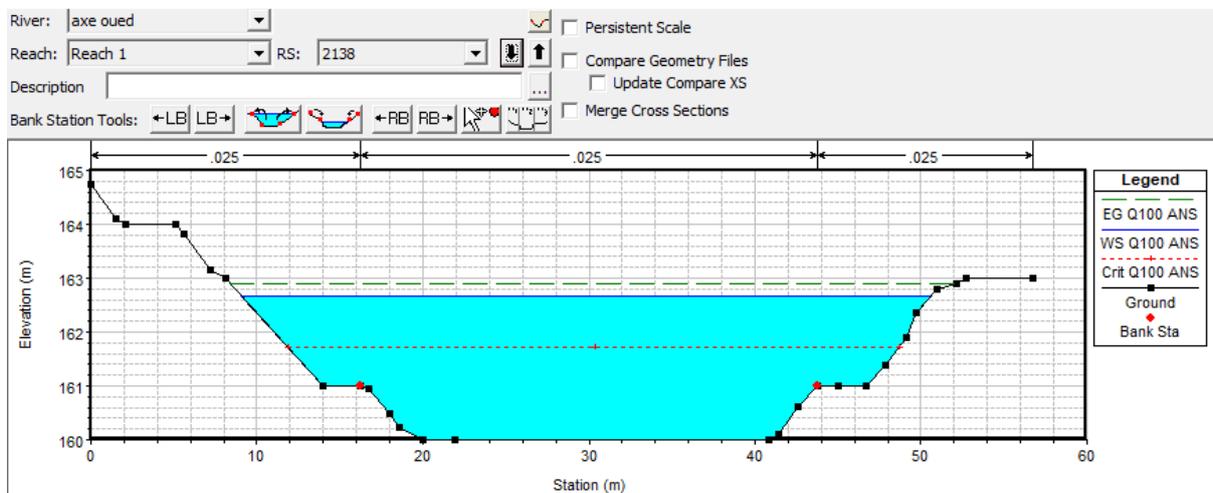
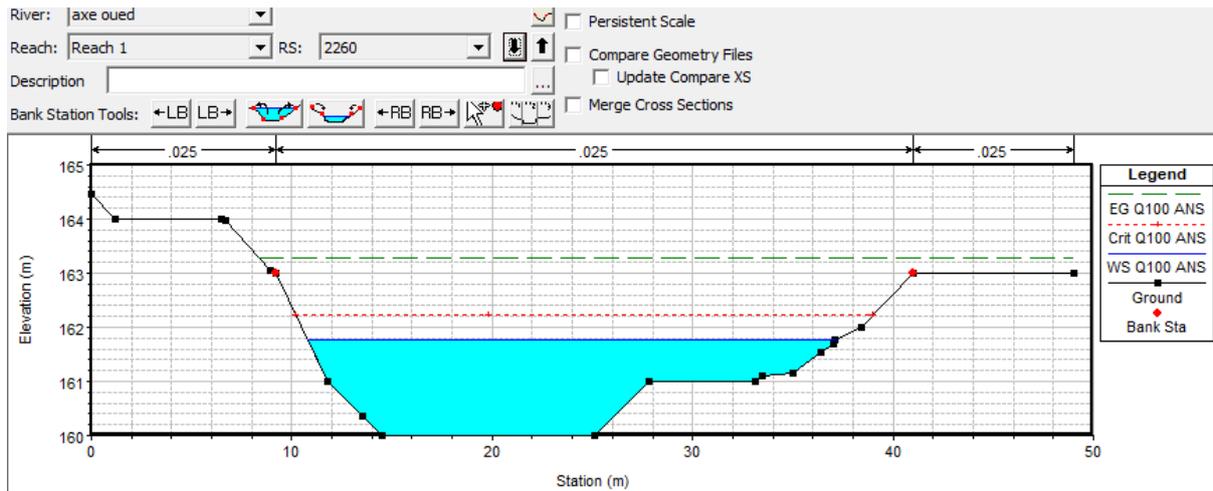






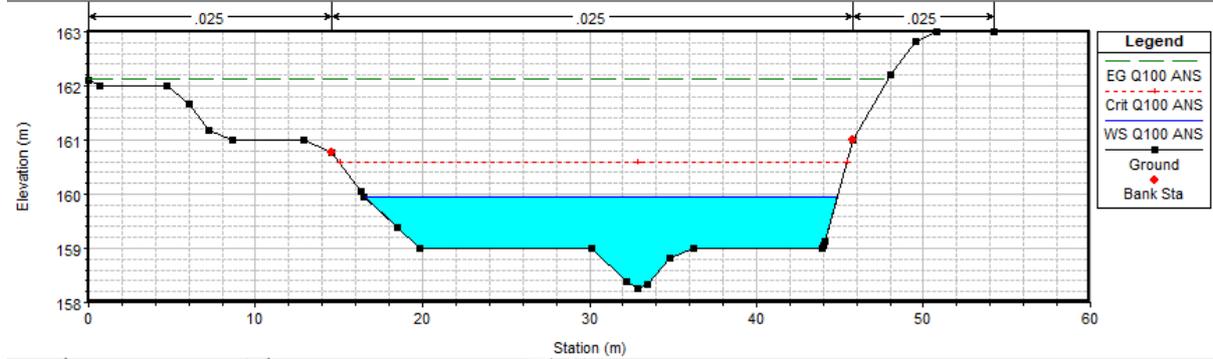






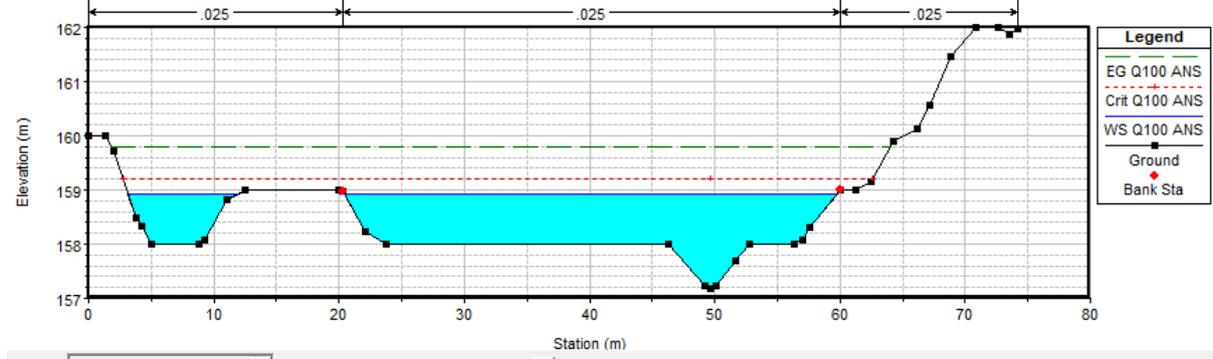
River: axe oued  
 Reach: Reach 1 RS: 1862  
 Description:   
 Bank Station Tools:

Persistent Scale  
 Compare Geometry Files  
 Update Compare XS  
 Merge Cross Sections



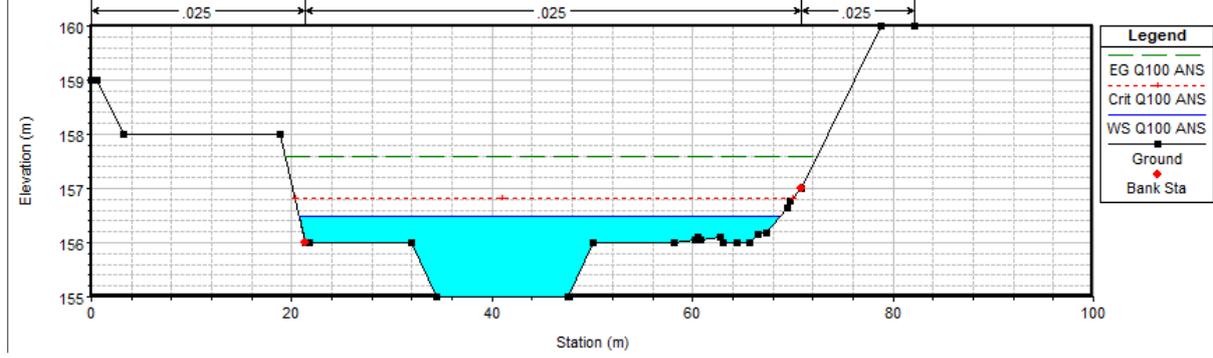
River: axe oued  
 Reach: Reach 1 RS: 1522  
 Description:   
 Bank Station Tools:

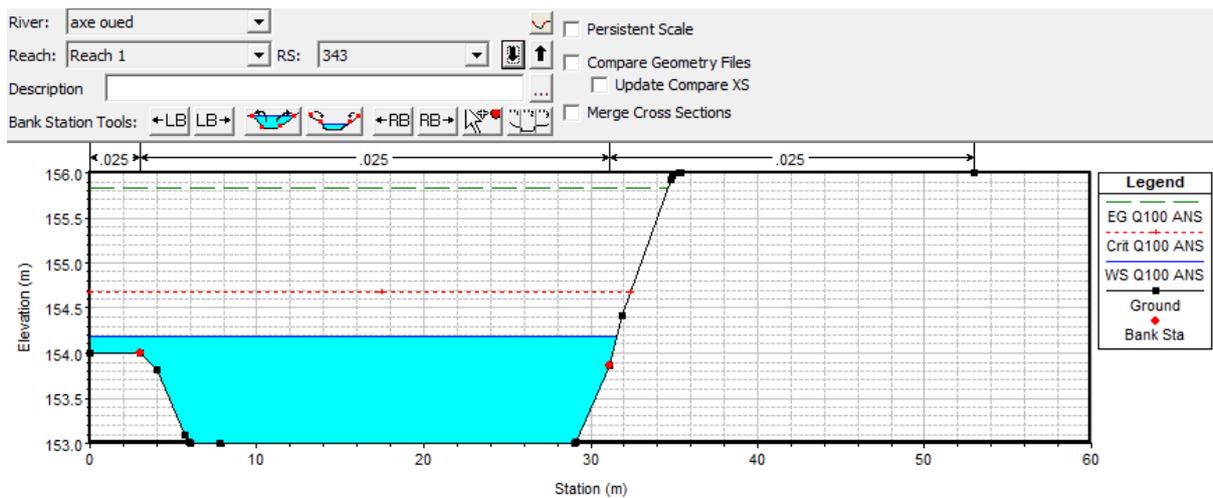
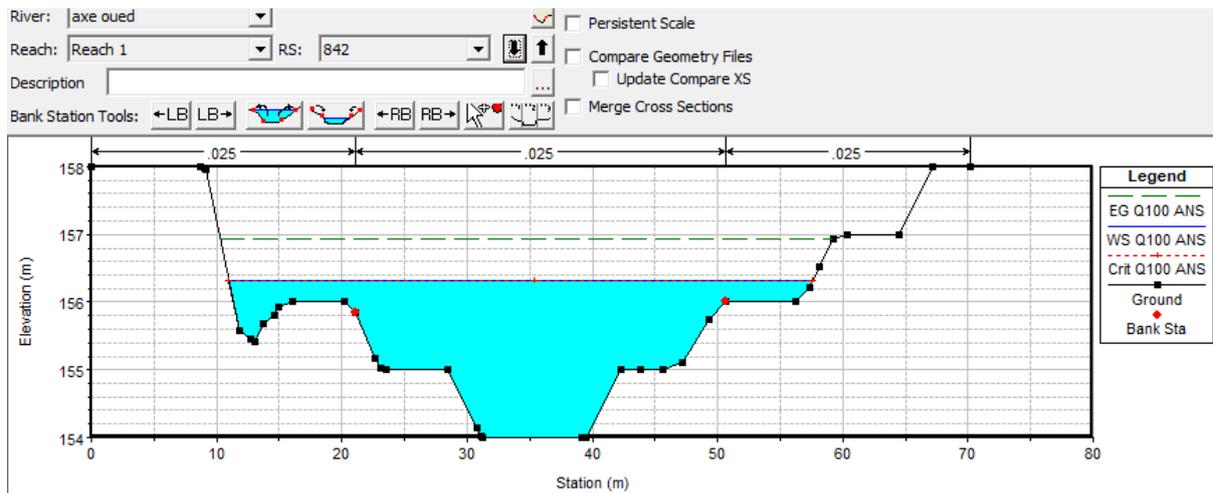
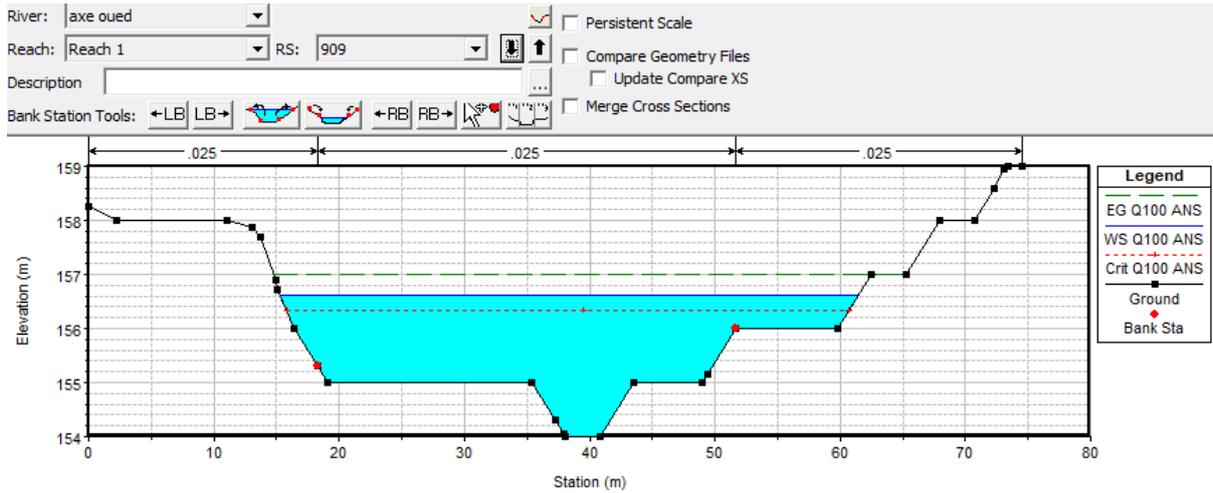
Persistent Scale  
 Compare Geometry Files  
 Update Compare XS  
 Merge Cross Sections

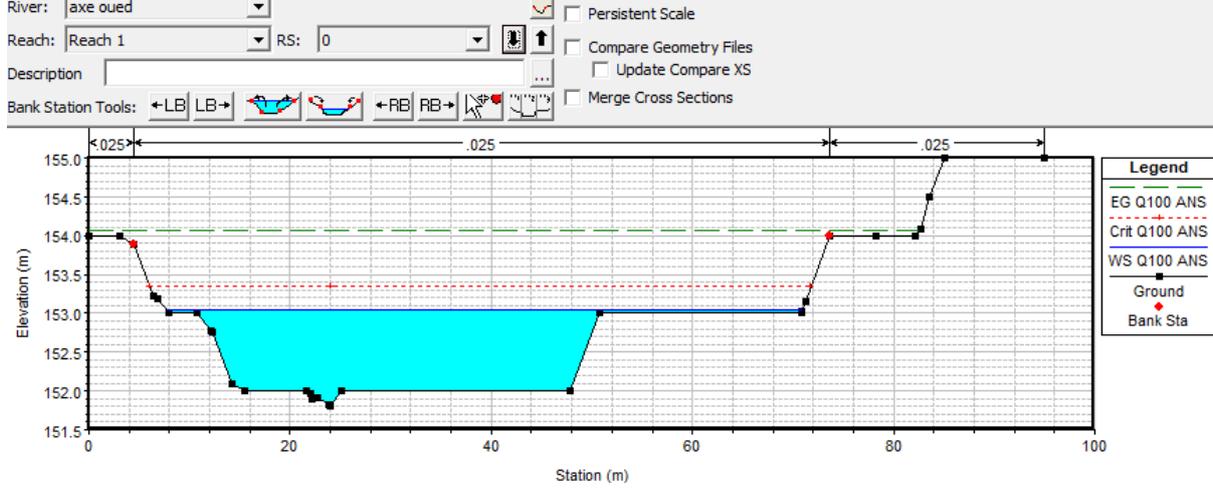
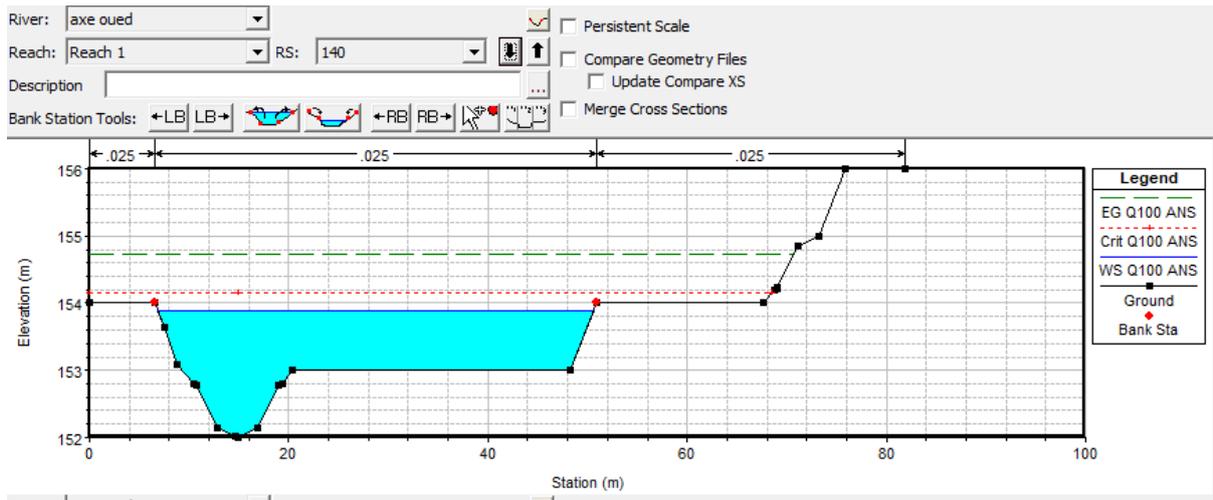


River: axe oued  
 Reach: Reach 1 RS: 1071  
 Description:   
 Bank Station Tools:

Persistent Scale  
 Compare Geometry Files  
 Update Compare XS  
 Merge Cross Sections







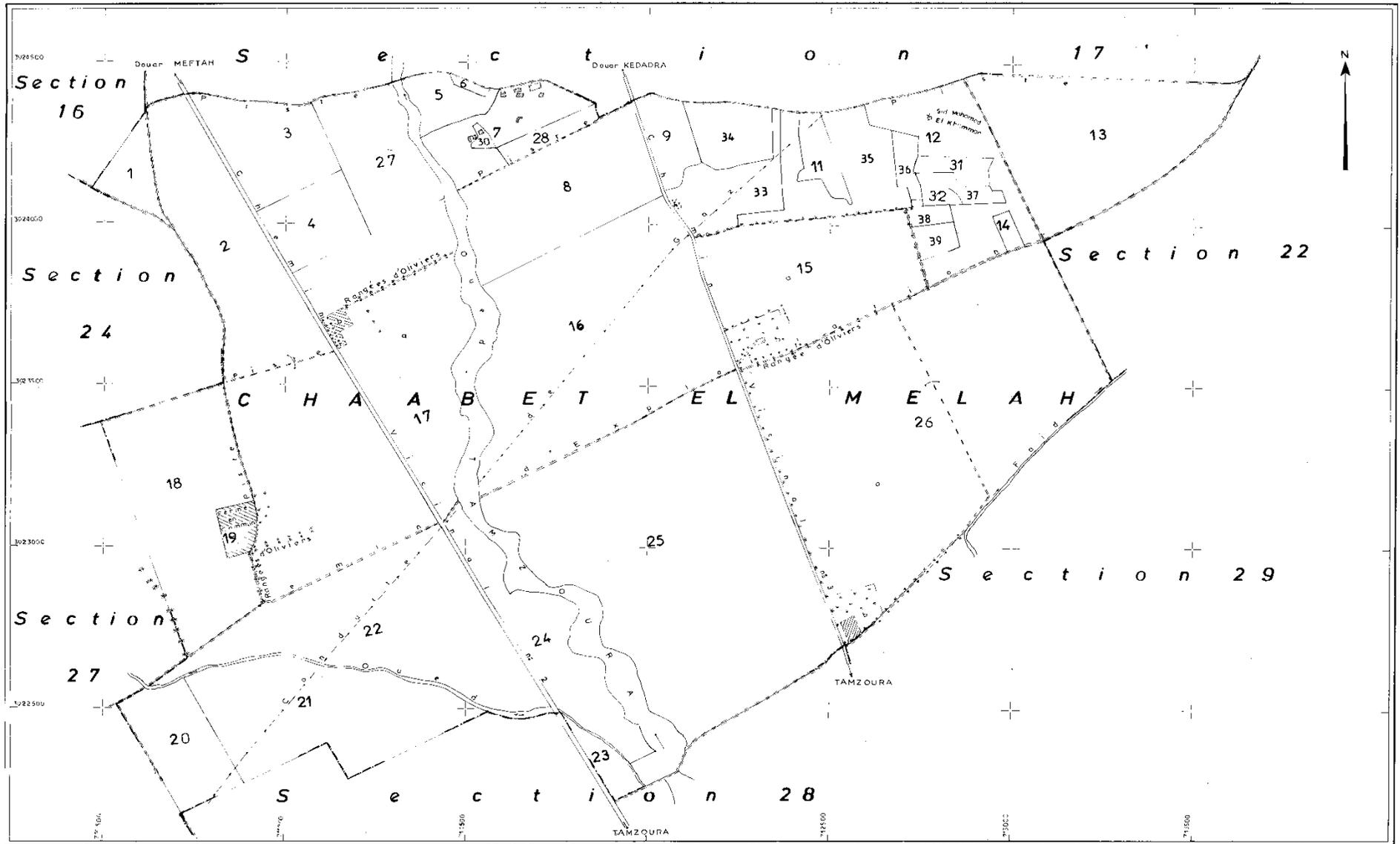
## **ANNEXE 04 :**

Plan cadastrale de la zone d'étude

# بلدية تامزوغة

ن 23

الوكالة الوطنية  
لمسح الأراضي  
مكتب المسح الأرضي عين قوشة

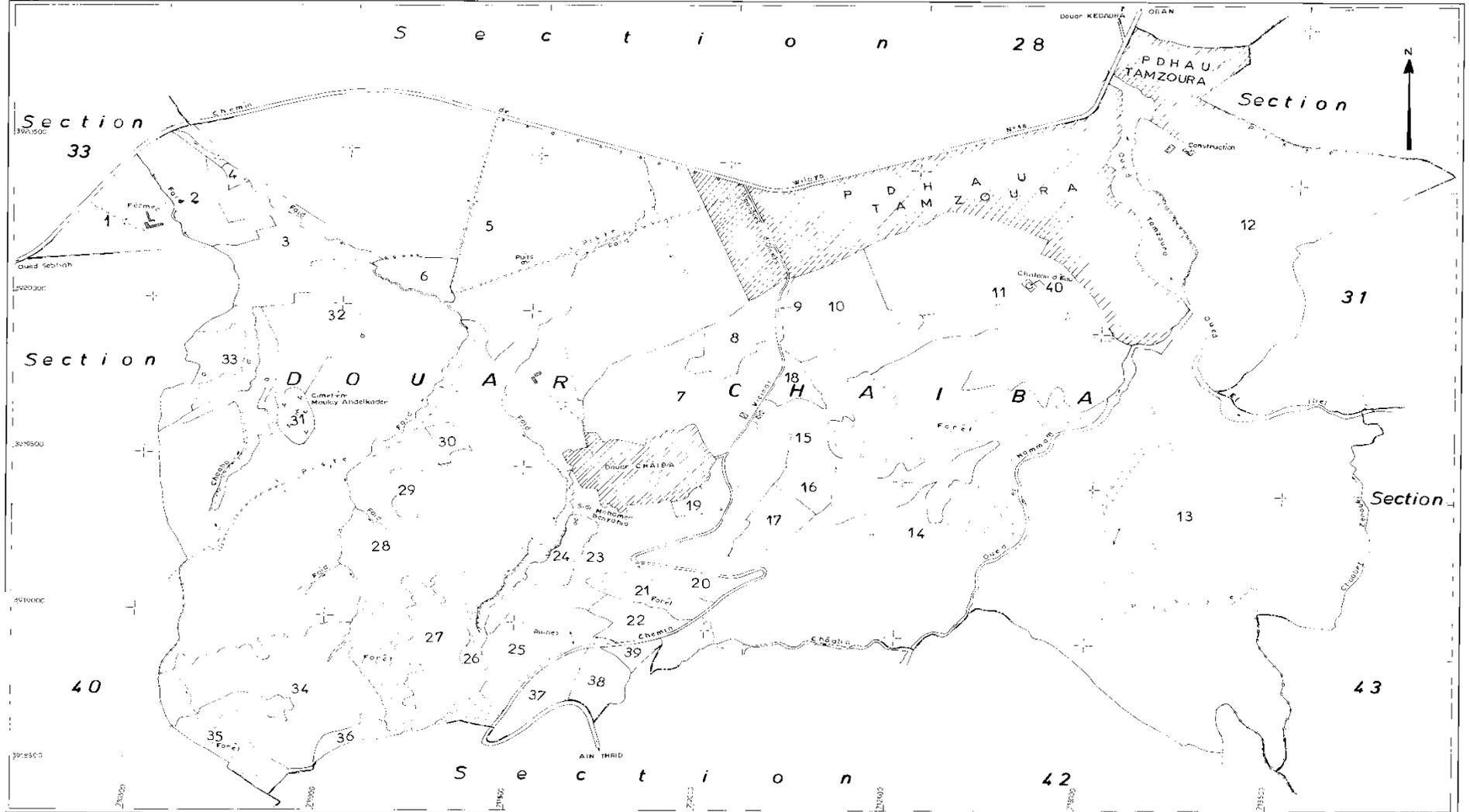




# بلدية تامزوغة

قم 32

الوكالة الوطنية  
للمسح الأراضي  
مكتب مسح الأراضي  
غير نصوص التفتت



## ANNEXE 5

### Coordonnées début et fin du DPH

| Oued Tamazoura     | Fuseau 30 S |           |
|--------------------|-------------|-----------|
|                    | X           | Y         |
| <b>Début D.P.H</b> | 713 133     | 3 920 428 |
| <b>Fin D.P.H</b>   | 712 191     | 3 922 538 |

## Annexe : 06

### Les bassins versants du côtiers Oranais

| Code BV/SBV | Nom bassin versant et sous bassins versants | Superficie (km <sup>2</sup> ) |
|-------------|---|-------------------------------|
| 402         | COTIERS D'AIN<br>TEMOUCHENT                 | 1203                          |
| 403         | COTIERS DES ANDALOUS                        | 395                           |
| 404         | SEBKHA D'ORAN                               | 801                           |
| 405         | SEBKHA D'ARZEW                              | 2211                          |

**Annexe : 07**

Caractéristiques de la station pluviométrique représentative

| NOM DE LA STATION | CODE   | COORDONNEES |         |     | ANNEES D'OBSERVATION |
|-------------------|--------|-------------|---------|-----|----------------------|
|                   |        | X           | Y       | Z   |                      |
| TESSALA           | 110313 | 702445      | 3902220 | 560 | 35                   |

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

1. La loi de l'eau 2005.
2. protection des villes contre les inondations cas du centre d'ain fezza tlemcen MFE de Master en Hydraulique session 2015-2016 élaboré par AISSA MADAOUI Oussama & AISSA MADAOUI Rabie.
3. Contribution à la protection de centre-ville d'Aïn Mellouk wilaya de Mila contre les inondations MFE de Master en Hydraulique session 2019/2020 élaboré par Bououden Zineb & Kouadra Zeyneb.
4. Stratégie nationale de lutte contre les inondations en Algérie. Elaboré par un bureau d'étude espagnole et le Ministère des ressources en eau.
5. Délimitation des zones inondables. Application à l'oued Allalah (bassin versant de Ténès). MFE de Magistère session 2006-2007 élaboré par Rahai Amel.
6. Etude du DPH sur oued Medssous à Aflou wilaya d'El Aghouat.
7. Protection des villes contre les inondations « support de formation » à l'INPE session du 27 au 31 octobre 2019.
8. Etude de Protection contre les inondations de la ville d'El Bayadh (Oued DEFFA). MFE de Master 2 session 2015-2016 élaboré par Chabane Rabah Et Labbaoui Thanina.
9. Protection de la ville de Beni-saf contre les inondations. MFE de Master 2 session 2018-2019 élaboré par Bensafi-Souhila et Bouzidi Asma.
10. La cartographie des zones inondables de la ville d'Ain Témouchent. MFE de Master 2 session 2019-2020 élaboré par Bahous Houaria et Bekhite Saida.
11. Etude de protection contre les crues d'oued Tamazoura (établie par le BET : -EVHYDAL-Oran).
12. Etude préliminaire, collecte des données et reconnaissance des lieux et étude hydrologique et cartographie sur oued Tamazoura. (établie par le BET -HPE-).
13. HYFRAN : logiciel étudiant l'ajustement des pluies journaliers maximales en loi de Gumbel et de Galton.
14. HEC-RAS : un logiciel intégré pour l'analyse hydraulique qui permet de simuler les écoulements à surface libre.
15. Les logiciels de dessin assisté par ordinateur et de visualisation en 2D et 3D :  
AUTOCAD-COVADIS.  
AUTOCAD CIVIL 3D.  
ARC-GIS.