

Chapitre III : Description Des Logiciels ARC-Gis, HEC Géo-RAS, Hec-Ras

Introduction :

Un système d'information géographique (SIG) est un système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques. L'acronyme SIG est parfois utilisé pour définir les « sciences de l'information géographiques » ou « études sur l'information géospatiales ». Cela se réfère aux carrières ou aux métiers qui travaillent avec des systèmes d'information géographique et dans une plus large mesure avec les disciplines de la géo-informatique ou appelées géomatique. Ce que l'on peut observer au-delà du simple concept de SIG a trait aux données de l'infrastructure spatiale

III-1- Présentation Le logiciel ArcGis :

Est un logiciel d'information géographique qui a été développé par la société américaine ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcGis a développé a trois niveaux (ou licences) de produits.

III-2- Niveaux (ou licences) logiciel ArcGis :

III-2- 1- ArcView :

ArcView est la version logicielle destinée à un large public. Il possède quelques outils de géo-traitements des données géographiques. Il est centré sur l'édition, l'analyse et l'utilisation des cartes. A ne pas confondre avec le logiciel ArcView GIS développé à la fin des années 1990 par ESRI.

III-2-2 - Arc Editor :

ArcEditor possède tous les fonctionnalités de la version ArcView de ArcGIS Desktop. En plus, il possède aussi des fonctionnalités avancées dans l'édition et la création de données géographiques.

III-2-3-ArcInfo :

C'est la version complète de ArcGIS Desktop. ArcInfo possède toutes les fonctionnalités et outils de ArcView et ArcEditor, et dispose d'outils très avancés dans le traitement et la conversion des données.

Quelques soit la licence utilisée, ArcGIS présente à peu près, la même ossature. Ainsi, deux applications se révèlent nécessaires dans l'utilisation de ArcGIS :

a-ArcCatalog :

Est l'application qui aide les utilisateurs à gérer leurs données géographiques. Dans cette application, il est possible de créer, visualiser, d'importer ou exporter, rechercher et trouver une donnée.

ArcCatalog offre une vue intégrée et unifiée de tous les fichiers de données, géo-databases, cartes, globes et services SIG. Il permet également de documenter et gérer les métadonnées. L'application ArcCatalog facilite l'organisation et la gestion de toutes les informations géographiques, telles que les cartes, les globes, les fichiers de données, les géo-databases, les jeux d'outils de géo-traitement, les métadonnées et les services SIG. Elle propose des outils pour

- naviguer et trouver des informations géographiques,
- enregistrer, afficher et gérer des métadonnées,
- définir, exporter et importer des modèles de données de géo-database,
- rechercher et découvrir des données SIG sur des réseaux locaux et sur le Web,
- administrer et gérer les géodatabases ArcSDEexécutées dans SQL Server Express,
- administrer et gérer les géodatabases fichier et personnelles,
- administrer et gérer un ensemble de services SIG.

Les utilisateurs peuvent utiliser ArcCatalog pour trouver, organiser et utiliser les données SIG, mais également documenter les lots de données à l'aide de métadonnées normalisées.

Un administrateur de base de données SIG utilise ArcCatalog pour définir et élaborer des géo-databases.

Un administrateur de serveur SIG utilise ArcCatalog pour administrer l'infrastructure du serveur ArcGIS.

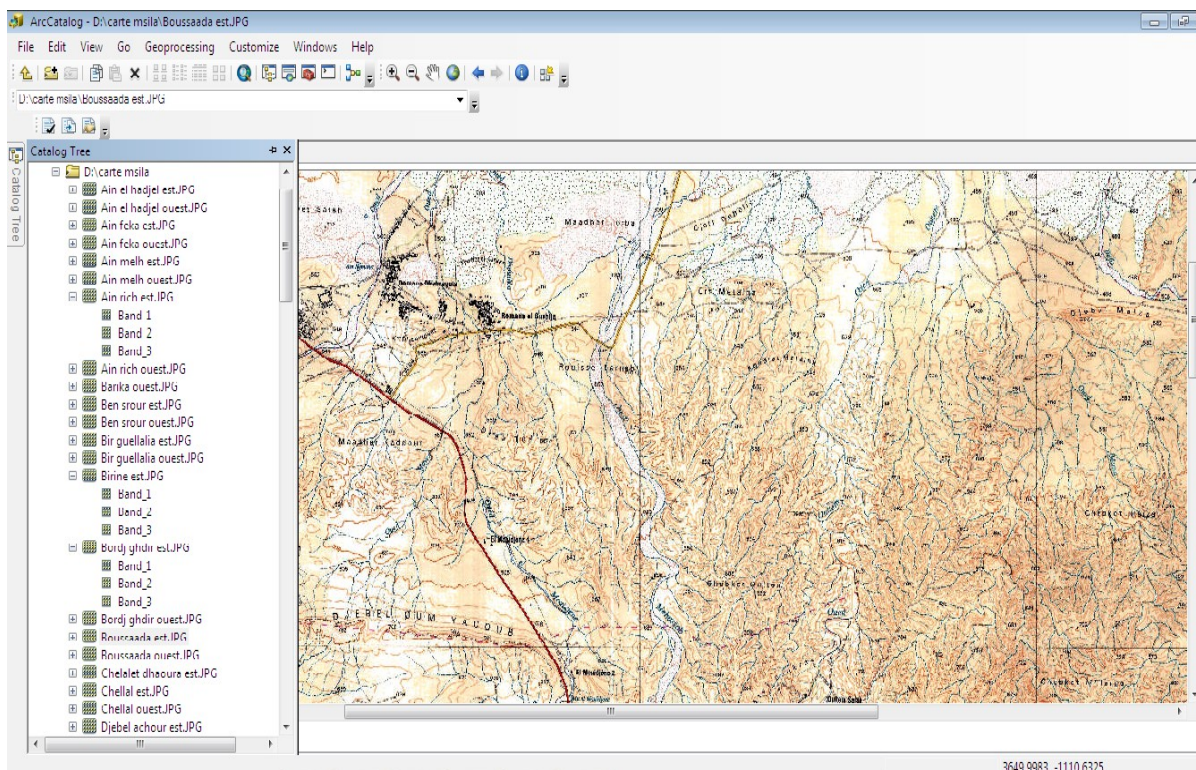


Figure III-1 : Aperçu d'une carte produite avec ArcGIS Server dans ArcCatalog

b-ArcMap :

ArcMap est la principale application d'ArcGIS pour toutes les tâches de cartographie et de mise à jour ainsi que pour les requêtes et les analyses basées sur des cartes. Il s'agit de la principale application utilisée pour toutes les tâches relatives aux cartes, y compris la cartographie, l'analyse des cartes et la mise à jour.

ArcMap représente les informations géographiques sous forme d'une collection de couches et d'autres éléments dans une vue cartographique. les éléments communs d'une carte incluent le

bloc de données contenant les couches d'une étendue donnée, une barre d'échelle, une flèche nord, un titre, un texte descriptif et une légende.

ArcMap comporte deux principaux panneaux d'affichage : le bloc de données et le mode Mise en page. Le bloc de données dispose d'une « fenêtre » géographique dans laquelle vous pouvez afficher et utiliser les informations géographiques sous forme d'une série de couches. Le mode Mise en page affiche une page dans laquelle sont organisés les éléments de la carte (par exemple, un ou plusieurs blocs de données, une barre d'échelle et un titre de carte). ArcMap est l'application permettant de créer, sur des pages, des cartes à imprimer et à publier.

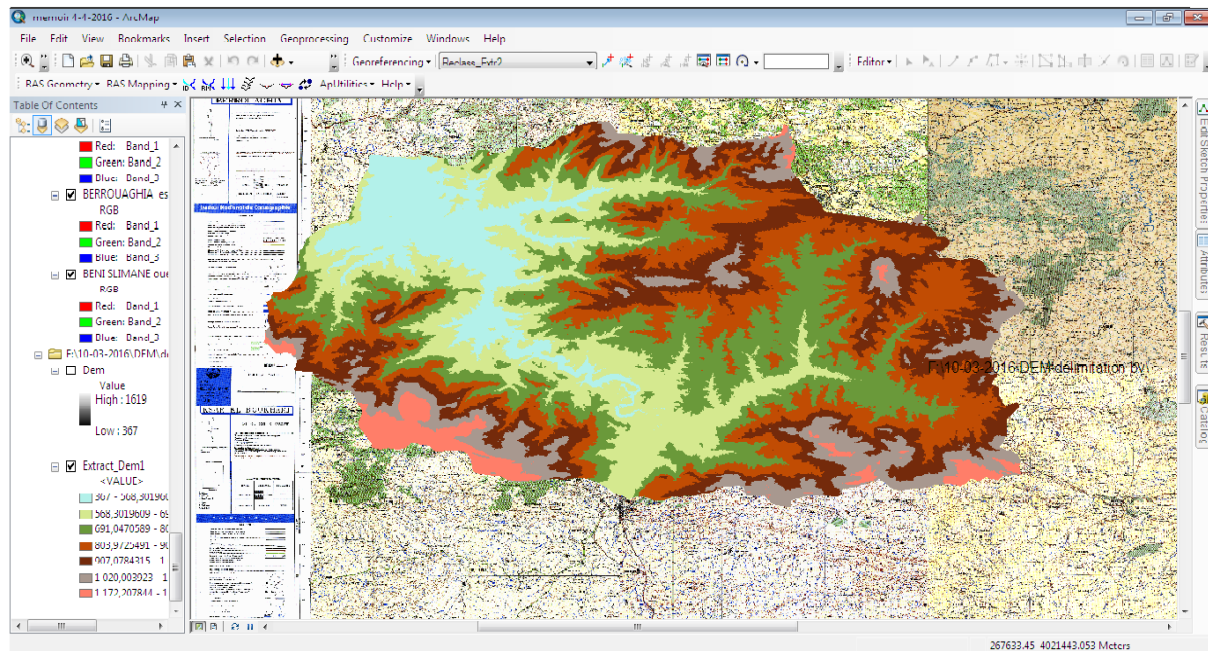


Figure III-2 : Aperçu d'une carte produite avec ArcGIS Server dans ArcMap

Un troisième élément, qui n'est pas une application, mais tout aussi important, est **ArcToolbox**. Il contient les outils de géo-traitements et de conversion des données.

Au-delà de ce qui précède, ArcToolbox et Model Builder sont les pierres angulaires de l'infrastructure de géo-traitement ArcGIS, utilisée pour l'automatisation des tâches et l'analyse spatiale.

ArcGIS possède d'autres applications telles **ArcGlobe**, **ArcScene**, spécialisée dans l'analyse et la visualisation en trois dimensions; **ArcReader** pour le partage de cartes électroniques en intranet comme sur internet.

III-3- Présentation Le logiciel HEC Géo-RAS:

Cet outil va nous permettre de définir la géométrie de la rivière sur ArcGis. Intégré à ArcGis, il suffit de définir une base d'altitudes (fichier grid ou tin) pour pouvoir l'utiliser. Il permet différentes manipulations telles que:

- Créer les rivières. Pour cela, il est possible d'utiliser en fond une couche déjà existante,
- Créer les berges gauches et droites,
- Créer les voies de passage de l'eau gauches et droites,
- Créer les ponts,
- Créer les zones d'eaux stagnantes,
- Créer des obstacles,
- Créer les digues,
- Créer les lignes pour la simulation.

Pour cela, il suffit d'aller dans l'éditeur de ArcGis, sélectionner l'outil lignes et de tracer, d'après un fond de photos aériennes ou autre.

Il suffit ensuite de convertir cette géométrie au bon format et de l'importer dans HEC RAS

Le programme HEC-GeoRAS peut également être utilisé pour convertir des fichiers entre différents formats. Si c'est le cas – vous trouverez des informations sur ces extensions dans la liste. En utilisant des programmes tels que HEC-GeoRAS et similaires, la conversion et la modification de l'extension du fichier ne devrait pas être un problème, et la lecture du contenu indiqué encodé dans le fichier sera claire, compréhensible, conforme à l'original. Nous vous conseillons de télécharger tous les programmes (HEC-GeoRAS aussi) directement auprès des sites des fabricants.

III-4- Présentation Le logiciel HEC -RAS :

(Hydrologic Engineering Centers River Analysis System)

(Système d'analyse des rivières du centre d'ingénierie hydrologique)

est un logiciel intégré pour l'analyse hydraulique qui permet de simuler Les écoulements à surface libre. Il a été conçu par l'Hydrologique Engineering Center de l'U.S Arm Corps of Engainées. Il s'agit d'une nouvelle version d'un modèle hydraulique Auparavant nommé HEC-2, qui comporte maintenant une interface graphique permettant d'éditer, modifier et visualiser les données d'entrée, de même qu'observer les résultats obtenus. Il est présentement utilisé dans plusieurs firmes d'ingénierie et organismes

Gouvernementaux. La version 3.1.3 de **HEC-RAS** permet de simuler les écoulements permanents et non permanents, le transport de sédiments et certaines fonctions facilitant la Conception d'ouvrages hydrauliques.

Ce guide d'utilisation est destiné à la réalisation de l'étude hydraulique requise à l'intérieur du projet de session effectué par les étudiants dans le cadre du cours de Ressources Hydriques. Il ne constitue pas un guide d'utilisation exhaustif pour l'emploi de HEC-RAS, Mais bien un résumé des principales fonctions qui seront utiles aux étudiants pour la réalisation de leur projet.

Volontairement, peu de notions théoriques sont intégrées dans ce document, dans le but d'alléger le contenu de ce document. Toutefois, avant d'utiliser un logiciel de calcul des écoulements à surface libre, il est primordial de connaître certaines notions théoriques qui

Sont notamment présentes dans les notes de cours. Des ouvrages plus complets sont énumérés en référence et pourront aussi être consultés pour plus de détails. Ce guide présente d'abord le principe de fonctionnement de HEC-RAS et les principaux Menus du logiciel. Par la suite, les principales étapes requises pour la modélisation hydraulique sont énumérées, tout en réalisant un exemple d'application. Finalement, Différentes possibilités pour consulter les résultats obtenus sont proposées à la dernière Section.

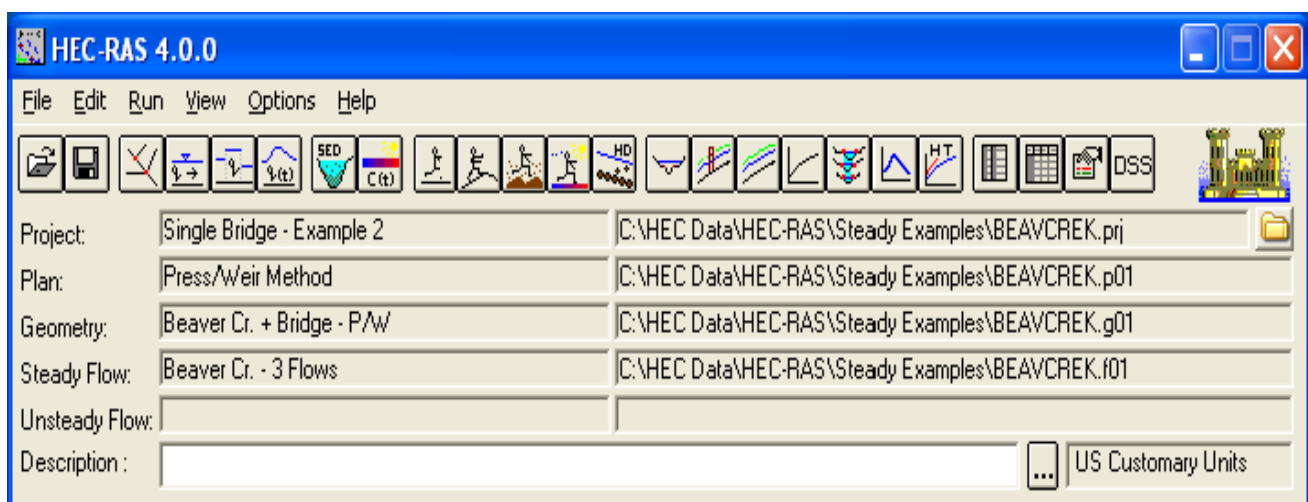


Figure III-3 : Fenêtre Principale De HAC-RAS

III-4-1- Un aperçu de HEC-RAS :

HEC-RAS utilise le concept de projet afin de réaliser Une simulation du comportement hydraulique d'un cours d'eau. Tex que défini par **HEC-RAS**, un projet est un ensemble de fichiers permettant de simuler le comportement Hydraulique d'un cours d'eau pour

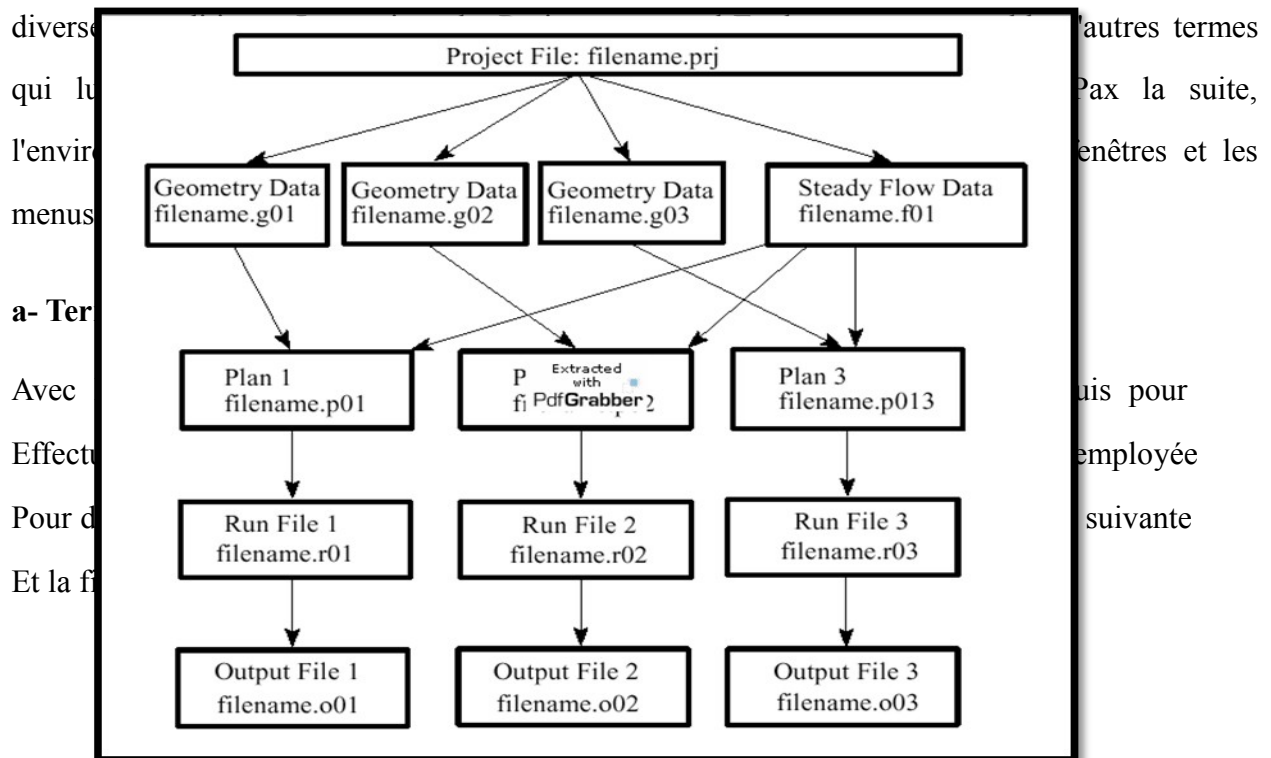


Figure III-4 : Schéma Des Fichiers D'un Projet

b-Projet (Project) :

Le fichier Projet contient le titre et la description du projet, le système

D'unités utilisées et les liens vers tous les fichiers qui lui sont associés. Il contient aussi les Variables par défaut qui peuvent être définies par l'utilisateur et une référence au dernier Plan Utilisé (voir la description d'un Plan plus bas). Il comporte l'extension .PRJ.

c- Géométrie (Géométrie) :

Ce fichier contient toutes les informations géométriques sur le Cours d'eau analysé, soit le schéma arborescent, les sections transversales, la distance entre Chaque section, les coefficients de Manning et s'il y a lieu, les structures présentes (ponts, Ponceaux).

Un projet peut comporter plusieurs géométries afin d'analyser différentes Variantes (par exemple avec ou sans obstruction dans la rivière). Les fichiers peuvent ainsi Comporter l'extension .G01 à G.99.

d* Débit (Flow) :

Le fichier Débit est utilisé pour simuler les écoulements permanents. Il Contient le nombre de Profile devant être calculés, les données de débit pour chacun d'eux Et les conditions limites pour chaque tronçon. Un Profile désigne l'ensemble des niveaux D'eau calculés pour des conditions particulières de débit. De la même façon que Précédemment, l'extension du fichier peut être de .x01 à .F99.

e-Plan (Plan) :

Un fichier Plan contient un titre et une description du plan, de façon similaire Aux informations d'un Projet. Il contient de plus la référence aux fichiers Géométrie et Débit associés à ce Plan. Le concept de Plan permet ainsi de simuler différentes Combinaisons de géométrie et de débit qui peuvent être nécessaires dans le cadre d'une Étude hydraulique. Il y a un fichier .P** pour chaque Plan et ceux-ci peuvent comporter L'extension .P01 à .P99.

f- Simulation (Run) :

Le fichier simulation contient toutes les données nécessaires à

L'exécution d'une simulation, définie x l'intérieur d'un Plan. Ce fichier est automatiquement Créé par **HAC-RAS** lorsqu'une simulation est lancée. Son extension peut être .R01 à .R99.

Par exemple, le fichier .R01 correspond au Plan .P01

g- Résultats (Output) :

Tous les résultats d'une simulation sont contenus dans le fichier Output. Les fichiers de résultats possèdent l'extension. O01 à. O99 et leur numérotation est également associée à celle des fichiers Plan.

Tous les fichiers créés à l'intérieur d'un même projet comportent le même nom, soit celui défini au départ par l'utilisateur. Seule l'extension diffère et les différentes extensions des fichiers sont automatiquement créées par HEC-RAS et ne doivent pas être modifiées. Pour les fichiers dont l'extension inclut un nombre, celui-ci correspond à l'ordre dans lequel les fichiers ont été sauvegardés. La numérotation des fichiers Plan, Run et Output est également liée entre eux.

III -4-2- Arrière-plan de modèle utilisateurs :

Une description de modèle **HAC-RAS** et son utilisation est donnée dans un exemple de site il y aura peu d'instruction l'hydraulique pour déterminer les paramètres d'entrée de l'ordinateur. L'utilisateur aurait du prendre un premier cours où l'écoulement hydraulique sont discutés. un certain nombre de références (Chow 1995). Français (1985), Linsley, et ses collaborateurs 1992 sont données des fins d'examen.

a- Analyses hydraulique :

- Le modèle **HEC-RAS** peut gérer un réseau complet de canaux, un système de branchement ou un tronçon de rivière unique.
- Le composant de flux constant est capable de modélisation eau régime sous-critique, supercritique et mixtes profils de la surface.
- La solution de l'équation unidimensionnelle de l'énergie est utilisée comme la base procédure de calcul.
- Le débit dans les canaux normaux et synthétiques est estimé par l'utilisation de l'équation unidimensionnelle de Manning.
- Pertes d'énergie sont évaluées par le frottement.

b- Exigences relatives aux données :

La fonction du programme **HAC-RAS** est déterminée des altitudes de surface de l'eau dans tout l'endroit d'intérêt.

Les données nécessaires pour effectuer ces calculs sont séparées en données géométrique et fluidité (condition aux limites).

c- Données géométriques :

Les données géométrique de base consistent à établir comment les divers tronçons de rivière sont connectes (revires schéma du réseau)

- Données de coupe transversale atteindre des longueurs
- Coefficients des pertes d'énergie (perte de fonction, perte de contraction et d'expansion)
- Information de croisement de flux
- Données sur la structure hydraulique (ponts .ponceaux...ect)

Seront traites de ce module.

d- Schéma de réseau de la rivière :

Le schéma définit comment les divers tronçons de la rivière.

Le programme peut gêner simple modules de portée unique ou des réseaux complexes .le réseau hydrographique schématique est développée par le dessin et relie les différents tronçons du système dans l'éditeur des données géométriques.

- ✓ Chaque portée de rivière sur le schéma est donnée un identificateur unique.
- ✓ Chaque section de choix dans le tronçon doit utiliser unique

e- Géométrie de coupe transversale :

Géométrie de frontière pour l'analyse de l'écoulement dans les cours d'eau naturels est spécifique en termes de surface du sol profils (coupes transversales) et les distances mesurées entre eux (atteindre des longueurs)

La section efficace doit être perpendiculaire à la ligne de flux prévus et étendre à travers la plaine entière (ces croix section peuvent être courbées ou tordues).

Les section efficaces sont exigé aux endroits où les chargements se produisent dans la décharge de pente, de forme ou de rugosité ;à endroits où levées commencent ou se terminent et aux ponts ou les structures de contrôle comme les déversoirs.

Chaque coupe est identifiée par une étiquette de Reich et la gare fluviale.

f- Atteindre les longueurs :

La longueur de portée (distances entre les sections efficaces) doit être mesurée le long de la trajectoire prévue du centre de masse de gauche et de droite lors de crues et le centre du chenal (ces distances peuvent être courbées).

g- Flux des données Junction :

Données de Junction se composent d'une longueur de portée à travers les angles de Junction et affluent (seulement si l'élan équation est sélectionnée).

h-Condition aux limites :

Condition aux limites sont nécessaire pour établir les départ eau surface élévations aux extrémités de réseau hydrographie.

III-4-3- Les exemples de HAC-RAS : [11]

a- Profil de surface :

Dans cette exemple la détermination de l'inondation d'un flux de données et illustrée :

- En utilisant le nouveau projet à partir du fichier menu dans la fenêtre principale de **HAC-RAS**
- Sélectionnez un disque, puis sélectionnez un chemin d'accès en double cliquant dans la zone de répertoire data
- Le système français d'unités est la valeur par défaut .pour utiliser le système métrique sélectionnez le système d'unité de l'option de menu de la fenêtre principale de **HEC-RAS** pour passe de système anglais.

- Double cliquez sue la souris pour mettre fin a la portée.

- 478812 60 500704 0
T 000 00 000 000 0

Figure III.5: Geometries Data –Base Géométrie Data (Donnée Géomatique)

Cross Section Data - Beaver Cr. + Bridge - P/W

Exit Edit Options Plot Help

River: Beaver Creek Apply Data

Reach: Kentwood River Sta.: 5.99

Description: Upstream Boundary Cross Section

Cross Section Coordinates			
	Station	Elevation	n Val
1	0	221	0.1
2	7	220.3	
3	36	216.6	
4	131	216.6	
5	233	216.8	
6	282	216.6	
7	351	216.4	
8	518	216.1	0.14
9	591	213.3	
10	627	213.2	

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
440	600	400

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
N/A	N/A	N/A

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
866	948

Cont\Exp Coefficient (Steady Flow)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Levee on left side

Figure III-6: Données De Coupe Transversale

Entres les données de station et élévation transversales, atteindre en aval des longueurs des valeurs de n de Manning, station de banque main Channel, coefficient de contraction et expansion et une description facultative (figure4)

Les coupes devient être prises en perpendiculaire à l'écoulement la section X- Y coordonnées choisies comme suit :

- a pour la première station, à partir de la gauche de ruisseau en aval de la recherche.

- entrez une longueur nulle dans la colonne de station et son élévations correspondante cette station sera au-dessus de la zone principale de canal et le débit .longueurs de station de la suite B sont mesure dans la première station.
- entrez le correspondant altitude de chaque station C la dernière station est sur la valle de la rivière.
- Sélectionnez l'option de sortie profondeur critique dans le menu de l'analyse de flux constant de liste déroulant options fenêtre.
- Choisissez toujours critique calculée, puis appuyez sur OK.

Figure III-7: Example of gross section data entry

Cross Section Data - Base Geometry Data

Exit Edit Options Plot Help

River: Apply Data

Reach: River Sta.:

Description:

Cross Section X-Y Coordinates		
	Station	Elevation
1	110	90
2	120	80
3	200	78
4	210	70
5	230	71
6	240	79
7	350	81
8	360	91
9		
10		
11		

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
450	500	550

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.06	0.035	0.05

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
200	240

Cont\Exp Coefficients	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Enter to move to next upstream river station location

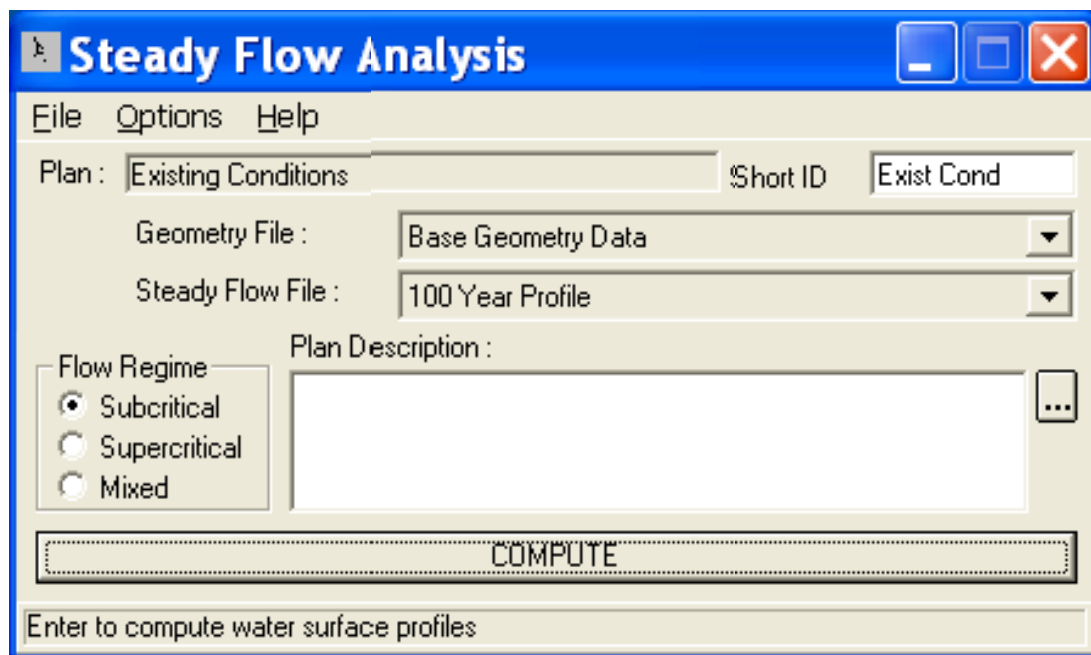


Figure III-8: Steady Flow Analysis

- ❖ Pour l'écoulement supercritique, sélectionnez une condition aux limites en amont pour une circulation sous-critique, entrez une condition aux limites en aval pour une circulation mixte en amont et en aval.

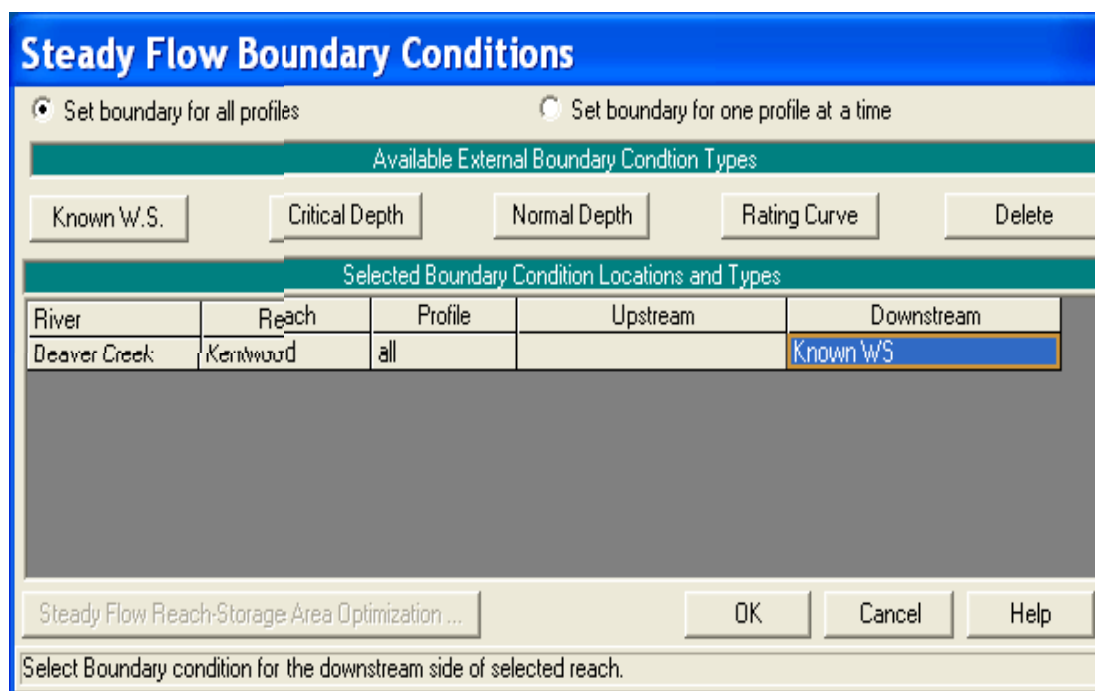


Figure III-9: flux constant de la condition aux limites

- ❖ Dans la fenêtre principale de l' **HAC-RAS** ,sélectionnez les profils de surface de l'eau dans le déroulant menu afin de visualiser voir le profil de surface de l'eau pour une portée entier ou plusieurs tronçons (figure)pour inclure la profondeur critique dans le profil , sélectionnez un variables dans l'abaissent options le menu de la profil de fenêtre de trace ,cliquez sur la profondeur critique est appuyez sur OK, pour modifier la portée affichée sélectionnez tronçons.

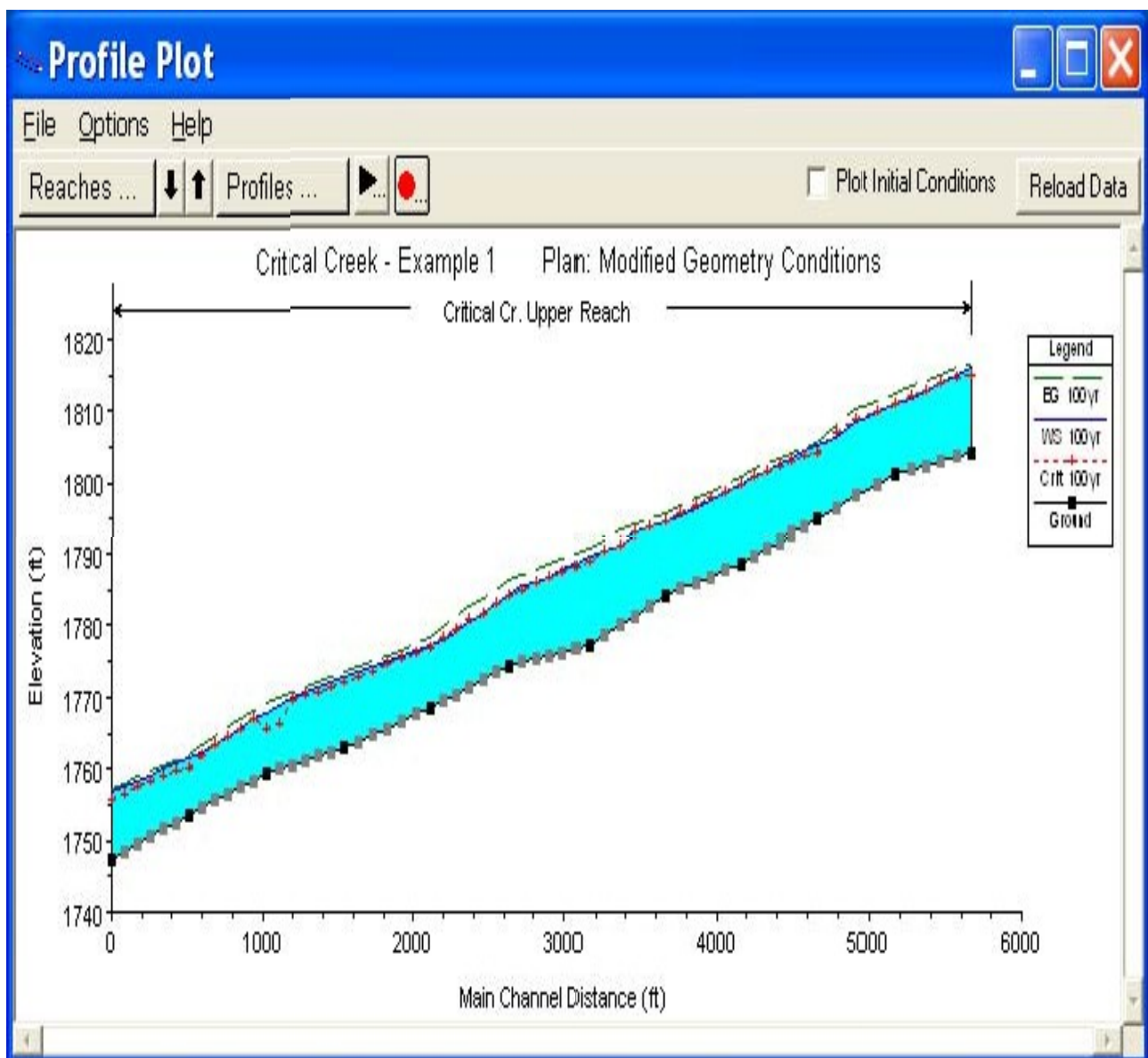


Figure III-10: Fenêtre De Profil De Surface De L'eau

- ❖ Dans la fenêtre principale de l'HAC-RAS, sélectionnez erreur avertir les notes sommaires de vue tirer vers le bas menu est appuyez sue fermer lorsque terminer.

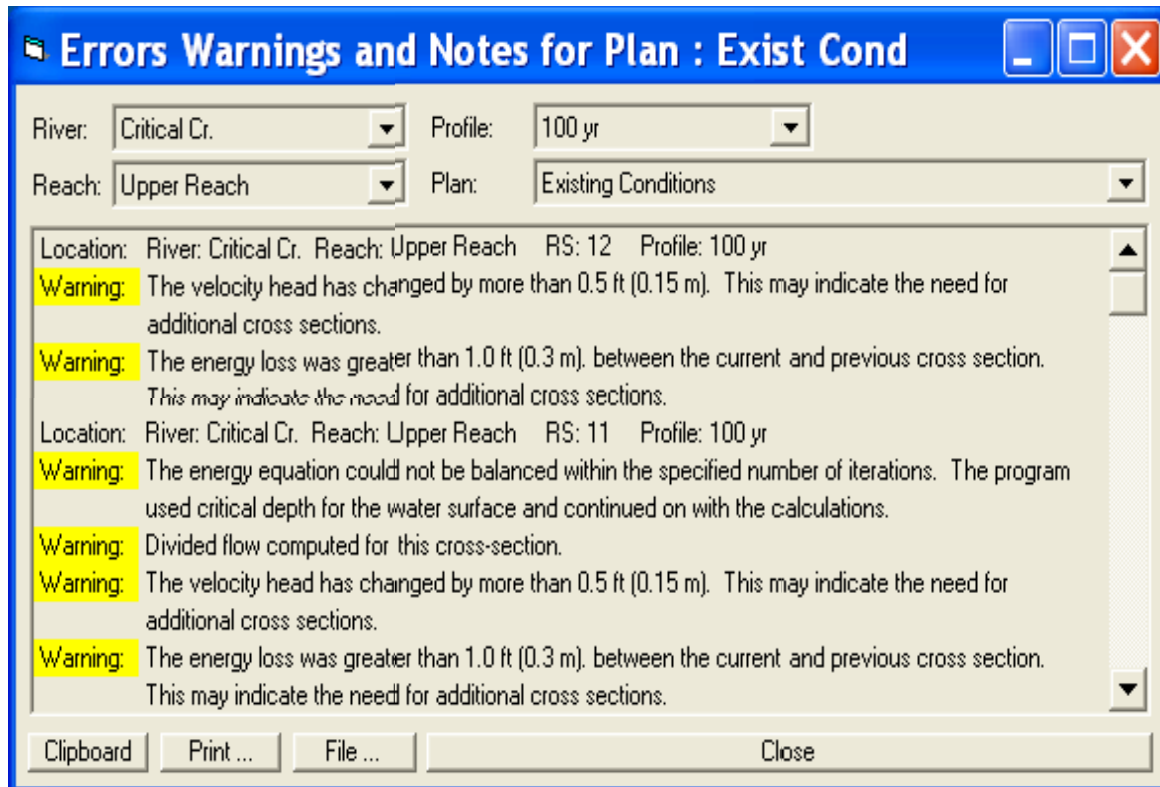


Figure III-11: Résumé Des Erreurs Et Des Avertissements

b- Intégration des ponts dans une analyse HEC-RAS :

Dans cet exemple, la détermination de l'invasissement du flux dans l'exemple1 avec un passage du pont dans les tronçons supérieurs du ruisseau de Win Musset entre les sections 4 et 5 est illustrée.

- Ouvrez le projet examinez à la section 3 de cet tutoriel.
- Créer une copie de ce projet avec un nouveau nom en choisissant et enregistre le projet.
- Choisissez ajouter un pont ou ponceau dans le menu des données pont de liste déroulant option fenêtre et entre dans la station dans le ruisseau de Win Musset

La fenêtre des données ponceau pont change pour indiquer la place et les stations aval directement agaçantes au pont de la station indiqué.

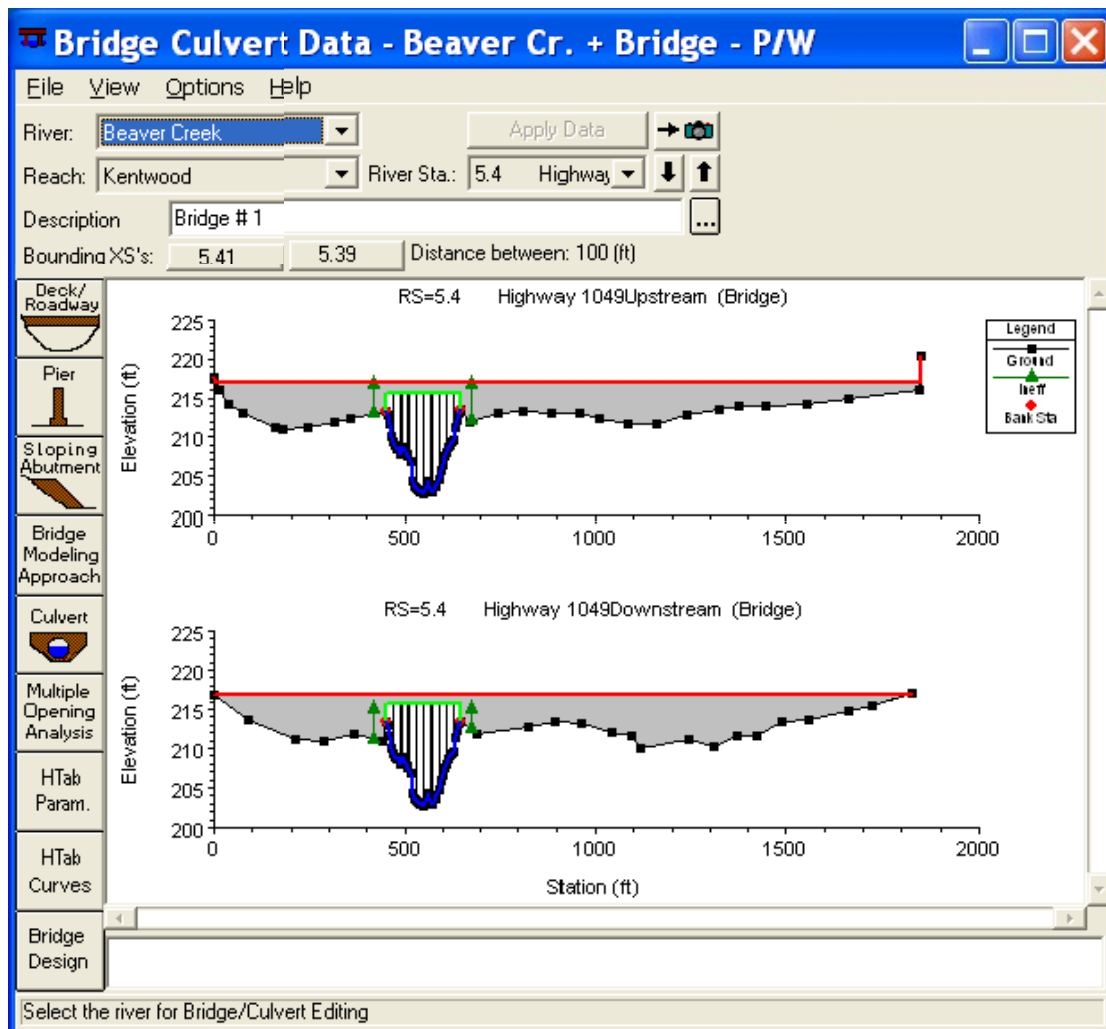


Figure III-12 : bridge river station 4-5

- Choisissez l'outil de pont/ chaussée depuis la fenêtre de données de ponceau /éditer le tablier du pont
- La distance entre la coupe transversale en amont et le pont est 1 pied.
- La largeur de tablier du pont est de 19 pieds.
- La hauteur de chaussée est à 625 pieds pour plus de simplicité.

Deck/Roadway Data Editor

Distance	Width	Weir Coef
30	40	2.6

Clear Del Row Ins Row Copy US to DS

Upstream			Downstream		
Station	high chord	low chord	Station	high chord	low chord
1 0.	216.93	200.	0.	216.93	200.
2 450.	216.93	200.	450.	216.93	200.
3 450.	216.93	215.7	450.	216.93	215.7
4 647.	216.93	215.7	647.	216.93	215.7
5 647.	216.93	200.	647.	216.93	200.
6 2000.	216.93	200.	2000.	216.93	200.
7					
8					

U.S. Embankment SS 2 D.S. Embankment SS 2

Weir Data
 Max Submergence: 0.95 Min Weir Flow El:
 Weir Crest Shape
☒ Broad Crested
☐ Ogee

OK Cancel

Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (ft)

Figure III-13 : Pont/Chaussée Editeur Des Données

III-5- Conclusion :

HEC-RAS peut utiliser des modèles numériques de terrain pour délimiter les sous-bassins et d'identifier les tronçons de cours d'eau. Il peut également utiliser des données supplémentaires telles que les bases de données des sols et l'utilisation des terres pour aider les paramètres d'estimation de manière automatisée.