Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

II-Etude topographique :

II-1- Introduction :

Les renseignements topographiques nécessaires concernant à la fois, le bassin versant de la retenue, dont la morphologie intervient dans les études hydrologiques la vallée de la rivière à l'amont et à l'aval, le site du barrage, celui de la retenue.

En ce qui concerne l'étude du bassin versant du oued **Taga**, nous disposons d'un plans topographique à l'échelle **1/1000** qui nous permet de:

-fixer l'axe de la digue

-délimiter le bassin versant alimentant la retenue.

-déterminer la superficie et le périmètre du bassin versant ainsi que la longueur du talweg principal.

II-1-1-situation géographique :

Notre barrage est situé sur l'oued dit **khanguet Bousbakra** dans la commune d'oued Taga, à une trentaine de kilomètre au sud-est de la ville de **BATNA.** Le site est accessible par la route nationale $N^0$31 reliant **BATNA** et **ARRIS** par une piste d'accès sur environ **300m** jusqu'au lit mineur de l'oued.

Les coordonnées géographiques du site est :

- **X = 833,80 km**
- **Y = 241,80 km**
- **Z = 1300 N.G.A** [17]

II-1-2-choix de site de la retenue:

Le choix du site de retenue s'effectue à partir :

- des données hydrologiques (bassin versant de la retenue, pluviométrie, débits d'apport des cours d'eau, crues...).

- des données géologiques (constitution des massifs, perméabilité, état de fracturation, stabilité des massifs).

- des données topographiques (volumes des retenues en fonction du niveau des eaux) [18].

Suivant ces conditions, les coordonnées de l'axe de la digue sont:

-Rive droite : **X=833792 m ; Y=241910m ; Z=1311m**

-rive gauche : **X=833685m ; Y=241969m ; Z=1311m** [17].

II-1-3- caractéristiques géomorphologique du bassin versant :

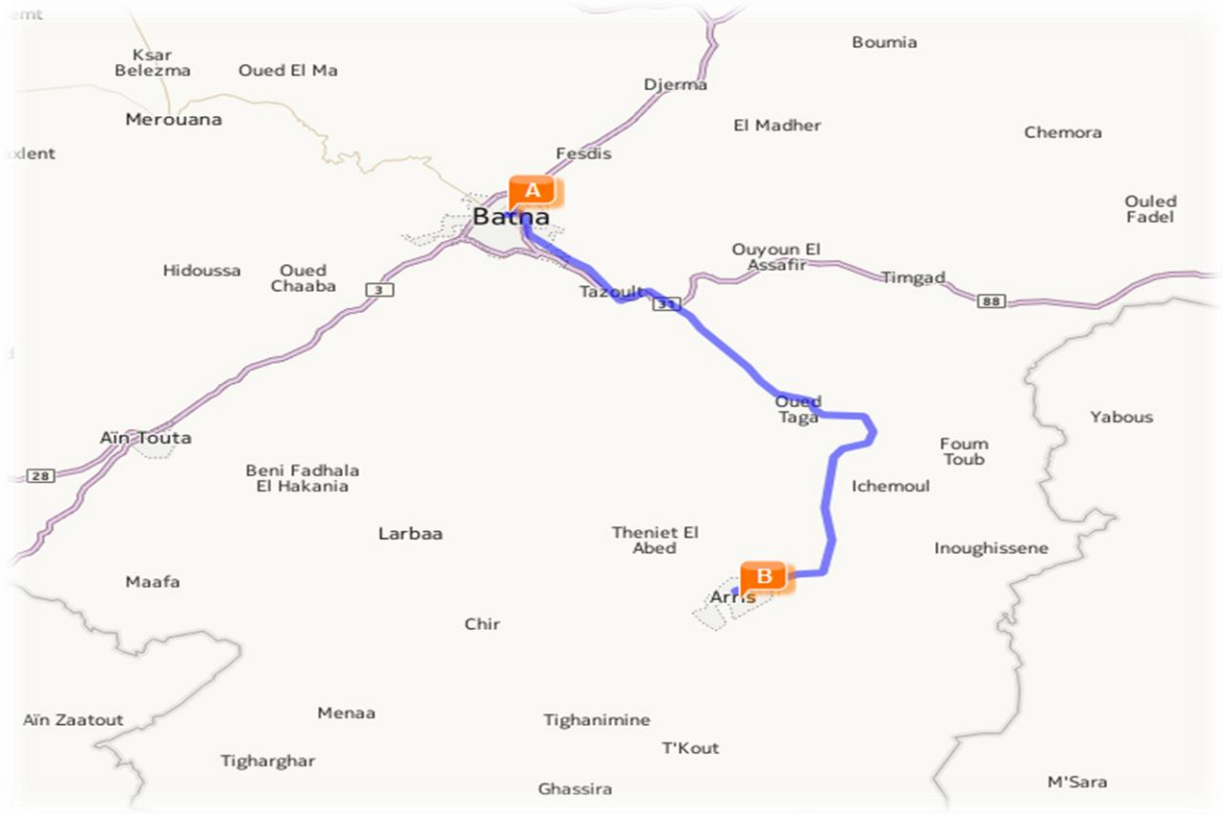


Figure II1: Situation géographique de la zone d'étude

La caractérisation géométrique d'un bassin versant peut être abordée à l'aide de certain indices caractéristiques, quantitatifs. Ces indices nécessitent d'abord la connaissanceet les mesures de deux paramètres de base indispensable, en l'occurrence, la surface du bassin versant et son périmètre.

II-1-3-1- indice de compacité de <<GRAVELLIUS >>:

La forme d'un bassin versant influence fortement l'écoulement global, et surtout l'allure de l'hydrogramme d'une pluie donnée [17].

La caractéristique de forme la plus utilisée est le "coefficient K_c deGravellius" Il se définit comme le rapport du périmètre du bassin versant au périmètre du cercle ayant même surface (appelée aussi coefficient de capacité) [19]

$K_C = \frac{P}{2\sqrt{A.\pi}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$

Où :

P:périmètre bassin versant. ***P=39 km.***

A:surface du bassin versant. ***A=56 km^2.***

Cet indice se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée [20].
Donc le bassin versant a une forme **allongé** car **K_C>1.**

II-1-3-2- Rectangle équivalent :

Le rectangle équivalent de M. Roche est définie comme étant le rectangle de longueur (L) et de largeur (l) qui a la même surface (S), même périmètre (P), même indice de compacité (K_C) et même hypsométrie que le bassin versant étudié, les courbes de niveau sont des droites parallèles aux petits côtés du rectangle et l'exutoire étant assimilé à l' un des petits côtés.

On détermine les dimensions du rectangle équivalent par les applications suivantes : [21]

$$\mathbf{L}=\frac{K_C\sqrt{A}}{1.12}\left[1+\sqrt{1-(1.12/k_c)^2}\right]$$

$$\boldsymbol{l}=\frac{K_C\sqrt{A}}{1.12}\left[1-\sqrt{1-(1.12/k_c)^2}\right]$$

Comme on a K_c=1.46

A.N

L=**15.835 m** l=**3.536 m**

II-1-4- La topographie/relief :

Le relief est caractérisé par la courbe hypsométrique, il joue un rôle primordial dans la détermination des agents qui influent sur le bassin [21].

- **la courbe hypsométrie :**

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude [20].

Pour tracer la courbe on porte sur l'axe des ordonnées les tranche d'altitude et sur l'abscisse les pourcentages cumulés des surfaces partielles [21].

Le tableau ci-dessous présente les différentes tranches d'altitude du bassin versant de l'Oued Taga :

Altitudes (m)	**Superficies ppartielles**		**Superficies Cumulées**		**d_i**
	A_i (km^2)	**A_i (%)**	**A_i cum (km^2)**	**A_i cum (%)**	**(m)**
2321	0	0	0	0	0
2200	0.5	0.8929	0.5	0.8929	121
2100	4	7.1429	4.5	8.0357	100
2000	2	3.5714	6.5	11.6071	100
1900	5	8.9286	11.5	20.5357	100
1800	7	12.5000	18.5	33.0357	100
1700	7	12.5000	25.5	45.5357	100
1600	8	14.2857	33.5	59.8214	100
1500	10	17.8571	43.5	77.6786	100
1400	8	14.2857	51.5	91.9643	100
1300	4.5	8.0357	56	100.0000	100

Tableau II1: répartition des tranches de surface

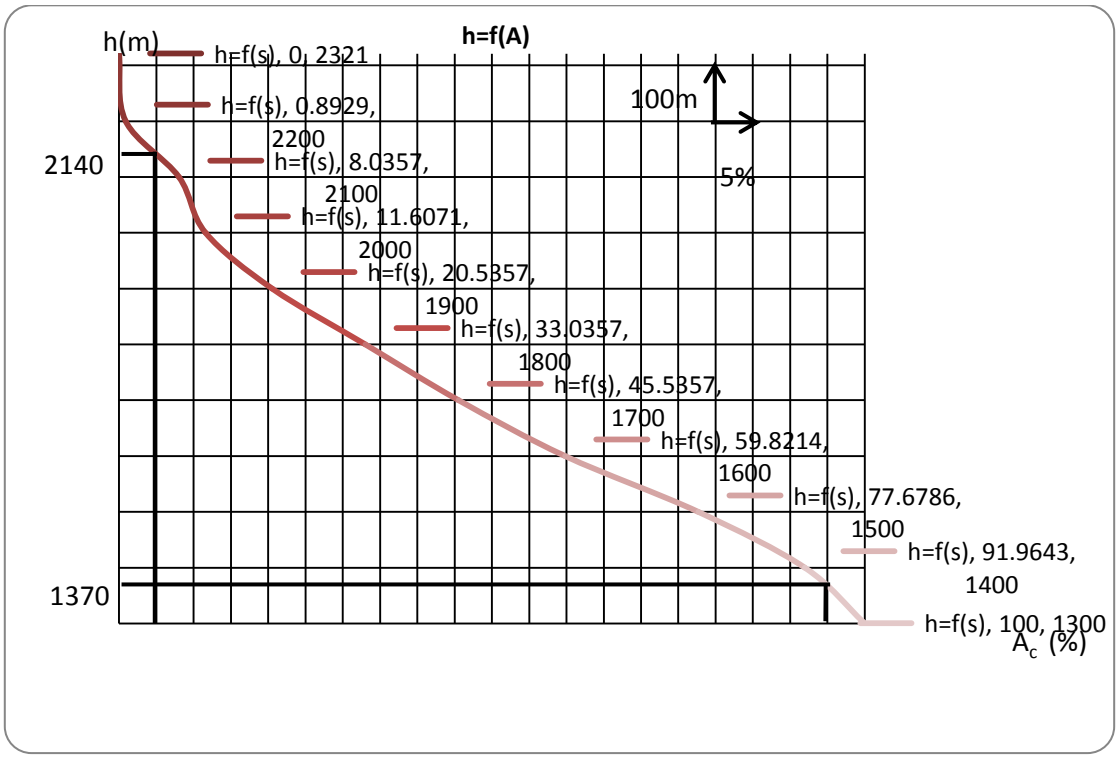


Figure II2: Courbe hypsométrique

- **les indices de pentes :**

L'objet de ces indices est de caractériser les pentes d'un bassin et de permettre des comparaisons et des classifications, ils sont déterminer à partir de la répartition hypsométrique du bassin versant [19].

-Indice de pente globale I_g:

Cet indice, très facile à calculer, est des plus utilisés. Il sert de base à une des classifications O.R.S.T.O.M. pour des bassins versants dont la surface est de l'ordre de 25 km^2 [19]

Il est définit par la relation suivante: [19]

$$I_g=\frac{D}{L}$$

Où

D: la dénivelée entre $H_{5\%}$ et $H_{95\%}$ /D= $H_{5\%}$ - $H_{95\%}$

L: longueur du rectangle équivalente=15.835 Km

A partir de la courbe hypsométrique on trouve: $H_{5\%}$=2140; $H_{95\%}$=1370.

A.N

D= 2140-1370=770 m.

Donc I_g = 48.63 m/km.

R_1	Relief très faible	**Ig< 0,002**
R_2	relief faible	**0,002 <Ig< 0,005**
R_3	Relief assez faible	**0,005 <Ig< 0,01**
R_4	Relief modéré	**0,01 <Ig< 0,02**
R_5	Relief assez fort	**0,02 <Ig< 0,05**
R_6	Relief fort	**0,05 <Ig< 0,1**
R_7	Relief très fort	**0,1 <Ig**

Tableau II2: la **classification d'O.R.S.T.O.M pour des bv dont la surface est de l'ordre de 25 km^2**

-Indice de pente moyenne "I_m":

Il est exprimé par la formule suivante : [17]

$$I_m=\frac{H_{max}-H_{min}}{\sqrt{A}}$$

Ou:

H_{max}: altitude maximale observée sur le bassin versant H_{max}=2321 m.

H_{min}: altitude minimale observé sur le bassin versant H_{min}=1300m.

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandisque l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire. Ces deux données deviennent surtout importantes lors du développement de certaines relations faisant intervenir des variables climatologiques telles que la température, la précipitation et le couvert neigeux.). [19]

A:surface du bv A=56 km^2.

A.N

I_m=136.436 m/km.

-Dénivelée spécifique "D_s" :

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 Ig en la corrigeant de l'effet de surface admis étant inversement proportionnel à $\sqrt{A}$.

$$D_s = I_g\sqrt{A} = \frac{D}{L}\sqrt{L.l} = D\sqrt{\frac{l}{L}}$$

La dénivelée spécifique ne dépend donc que de l'hypsométrie ($D = H_{5\%} - H_{95\%}$) et de la forme du bassin (l/L).

Elle donne lieu à une deuxième classification de l'O.R.S.T.O.M., indépendante des surfaces des bassins. [19]

Donc à partir de notre données D_s=363.86 m

R_1	Relief très faible	**D_s<10m**
R_2	relief faible	**10<D_s<25m**
R_3	Relief assez faible	**25<D_s<50m**
R_4	Relief modéré	**50<D_s<100m**
R_5	Relief assez fort	**100 <D_s<250m**
R_6	Relief fort	**250<D_s<500m**
R_7	Relief très fort	**500<D_s**

Tableau II3: classification d'O.R.S.T.O.M indépendante des surfaces des bassins

A partir de cette tableau (la deuxième classification d'O.R.S.T.O.M appliquée à tout bassin quel que soit sa superficie ; la dénivelée spécifique du bv d'oued Taga se trouve dans la classe R_6 c'est-à-dire un relief fort.

-L'altitude moyenne "H_{moy}":

L'altitude moyenne se déduit directement de la courbe hypsométrique ou de la lecture d'une carte topographique. On peut la définir comme suit:

$$H_{moy} = \sum \frac{A_i\ h_i}{A}$$

Avec :

H_{moy} : altitude moyenne du bassin [m] ;

A_i: aire comprise entre deux courbes de niveau [km2] ;

H_i : altitude moyenne entre deux courbes de niveau [m] ;

A : superficie totale du bassin versant [km2].

L'altitude moyenne est peu représentative de la réalité. Toutefois, elle est parfois utilisée dans l'évaluation de certains paramètres hydrométéorologiques ou dans la mise en œuvre de modèles hydrologiques. [19]

Voir le tableau suivant:

Altitude	**$H_i = (h_i + h_{i+1})/2$**	**A_i (km^2)**	**$H_i A_i$**
2321-2200	2260.5	0.5	1130,0
2200-2100	2150	4.0	8600
2100-2000	2050	2.0	4100
2000-1900	1950	5.0	9750
1900-1800	1850	7.0	12950
1800-1700	1750	7.0	12250
1700-1600	1650	8.0	13200
1600-1500	1550	10.0	15500
1500-1400	1450	8.0	11600
1400-1300	1350	4.5	6075
		La somme	**95155.25**

Tableau II4: pour l'obtention du volume v=$\sum H_i \ A_i$

A.N

H_{moy} =1699.2 m

II-1-5- le réseau hydrographique:

Le réseau hydrographique est l'ensemble des cours d'eau et les affluents permanents ou temporaires par lesquelles s'écoulent toutes les eaux de ruissellement vers l'exutoire du bassin versant [21].

Pour déterminer les paramètres qui caractérisent le réseau il faut classer les cours d'eau par ordre tel que pour chaque ordre on détermine le nombre des talwegs avec la longueur totale de ceux-ci. Il existe plusieurs types de classifications des tronçons des cours d'eau, dont la classification de Strehler (1957) qui est la plus utilisée [19].

Cette classification permet de décrire sans ambiguïté le développement du réseau de drainage d'un bassin de l'amont vers l'aval. Elle se base sur les règles suivantes :

- ✓ Tout cours d'eau dépourvu de tributaires est d'ordre un.
- ✓ Le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau d'ordre différent prend l'ordre du plus élevé des deux.
- ✓ Le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau du même ordre est augmenté de un.

Ordre	**Nombre**	**Longueur (km)**
1	103	50,5
2	29	26,1
3	7	9,7
4	1	8,6
Somme		**94,9 km**

Tableau II5: classification des cours d'eau

II-1-6- Morphométrie :

- **densité de drainage :**

C'est la longueur totale des cours d'eau de tous ordres sur la surface drainée soit : [22]

$$\mathbf{D_d} = \frac{\sum_1^n L_x}{A}$$

$\sum_1^n L_x$:La longueur totale cumulée des cours d'eau d'ordres x déterminée

n :L'ordre du cours d'eau.

A:Surface du bassin versant en km².

A.N:

Dd=94.9/56

D_d =1,7 km/km^2

- **coefficient de torrentialité :**

Le coefficient de torrentialité noté, Ct, exprime l'importance de l'érosion et du transport solide. On le définit par : [22]

$$C_t = D_d . F_1$$

Avec $F_1 = N_1 / A$

D_d : densité de drainage. D_d =1,7 km/km^2

N_1: nombre des talwegs d'ordre 1 N_1 =103

A: la surface de bv. A=56 km^2.

Donc d'après la relation de coefficient de torrentialité on trouve que :

C_t =3.13

- **temps de concentration :**

Le temps de concentration $\mathbf{t_c}$ des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier [19].

Il est déterminé par la formule de GIANDOTTI suivante : [22]

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5.Lp}{0,8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}}$$

T_c : temps de concentration (heure)

A: surface du bassin versant (56km^2)

Lp : longueur du talweg principal (Lp=17,2km)

H_{moy} : altitude moyenne du bassin (H_{moy}=1699.2 m)

H_{min} : altitude minimale du bassin H_{min}=1300m.

Donc t_c =3.5 heurs

- **vitesse de concentration:**

C'est la vitesse moyenne de propagation de la crue. Elle est calculée par la formule suivante :

$$V_c = L_p / t_c \qquad \text{(II.10)}$$

L_P: longueur du talweg principal (17,2km)

T_c : temps de concentration (3,5 heures)

A.N

V_C =4,91 km/h

caractéristiques	**Unité**	**symbole**	**valeurs**
Surface	**Km^2**	**S**	**56**
Périmètre	**Km**	**P**	**39**
Altitude maximale	**M**	**H_{max}**	**2321**
Altitude minimale	**m**	**H_{min}**	**1300**
Altitude moyenne	**m**	**H_{moy}**	**1699.2**

$H_{5\%}$	**m**	$H_{5\%}$	**2140**
$H_{95\%}$	**m**	$H_{95\%}$	**1370**
Indice de compacité	**-**	k_c	**1.46**
Longueur du rectangle	**Km**	**L**	**15.835**
Largeur du rectangle	**Km**	**l**	**3.536**
Indice de pente global	**m/km**	I_g	**48.63**
indice de pente moyen	**m/km**	I_m	**136.436**
Dénivelée utile	**m**	**D**	**770**
Dénivelée spécifique	**m**	D_s	**363.86**
Longueur du talweg principale	**Km**	L_p	**17.2**
Densité de drainage	**Km/km^2**	D_d	**1.7**
Coefficient de torrentialité	**-**	C_t	**3.13**
Temps de concentration	**h**	t_c	**3.5**
vitesse de concentration	**Km/h**	V_c	**4.91**

Tableau II6: récapitulatif des caractéristiques du bassin versant :

II-1-7- Conclusion :

Les caractères morpho métriques du bassin versant présentés dans les différents paramètres, nous donnent une indication sur les déférentes altitudes, la classification de relief selon les indices de pente calculée qui indique un relief fort.

II-2- Etude géologique :

L'étude géologique est nécessaire avant de réaliser un ouvrage afin de connaitre si l'ouvrage est favorable géologiquement à la construction.

La géologie de notre site est basée sur la constatation des reconnaissances faite au niveau de site aussi des examens sur la carte géologique et des travaux de sondages carottes au niveau de site de barrage.

II-2-1- Géologie régionale :

La géologie de la région de oued Taga ou notre site de retenue se trouve est présentée par les faciès suivants :

Aptien : calcaire, marne, grés et dolomies.

Albien : alternance de marne rouge verdâtre, grés.

Cénomanien : *marne est marno-calcaires.*

Turonien : caractérise par la présence des fossiles rudistes dans les calcaires et marnes.

Companien : marnes de teinte noire et marnes crayeuses.

Maestrichtien : constitué de bancs de calcaires souvent avec passage à des marnes noires ou crayeuses.

Miocène : présente la partie majeur de la zone il est de forme :

Miocène marin inf. *:* calcaire, grés, mollasses, sable et surtout alternance de sable marins, grés et marnes rouge.

Pontien inférieur **:** sable grossiers, grés sableux bruns.

Quaternaire : constitue de formation récentes généralement détritiques qui se présente au niveau des fonds de la vallée par des alluvions: argile, limons, marne graviers, cailloux et blocs et des colluvions.

II-2-2- aperçu hydrogéologique :

Dans notre région d'étude, les infiltrations sont considéré dans les terrains rigide et fissure, mais la présence de marnes rouge du miocène constitue un tapis d'étanchéité surtout au niveau de la cuvette.

II-2-3- Sismicité du site :

L'Algérie est divisé en quatre zones sismique selon l'intensité tellurique et notre site de barrage situé dans la zone I (faible activité sismique) avec un coefficient sismique a= 0,10.

II-3- Etude hydro climatologique :

L'étude hydrologique d'un projet de barrage de barrage a pour but l'estimation de tous les paramètres hydrologique nécessaires au dimensionnement définitif des ouvrages .l est donc nécessaire de préoccuper d'une part, des conditions de remplissage de la réserve et d'autre part, de faire en sorte que le barrage ne soit pas un obstacle au passage de crue qui reséqueraient de le submerger.

L'approche climatique est abordée par les caractéristiques des précipitations annuelles à l'échelle des saisons pour montrer l'impact du relief sur la répartition spatiale des précipitations.

Elle permet de définir le bilan hydrique, en se basant sur l'étude de l'évaporation et du ruissèlement, par conséquent elle détermine le taux d'infiltration nécessaire à l'alimentation et renouvellement des aquifères par les pluies.

II-3-1- Données climatologiques :

L'étude climatique basée sur les données de précipitations et des températures, nous permet de donner un bref aperçu sur leur répartition dans le temps [21].

L'étude climatologique de la région du bassin versant d'oued **Taga**a été menée sur la base des données relevées aux stations **BATNA et ARRIS**et la carte pluviométrique établie par l'**ANRH 1993.**

II-3-1-1- Températures :

Il est à noter que la zone d'étude est caractérisée par deux saisons, une première chaude sèche et une autre froide et humide.

Le tableau sous dessous donne les températures min et max et la moyenne annuelle pour les 12 mois

Station de Batna (période 1973-1998)													**Moyenne annuelle**
Mois	**Sep**	**oct.**	**nov.**	**déc.**	**jan**	**fév.**	**mars**	**avril**	**Mai**	**juin**	**juil.**	**aout**	
$\mathbf{T_{moy}}$	20.57	9.78	10.32	6.69	5.66	7.18	9.41	12.65	17.23	22.47	26.35	26	15.01°c
$\mathbf{T_{max}}$	26.53	21.47	15.62	11.25	10.51	12.74	15.28	19.53	24.69	29.96	34.49	34.13	21.35°c
$\mathbf{T_{min}}$	14.64	9.78	5.02	2.13	0.81	1.62	3.53	5.77	9.76	14.97	18.21	17.87	8.67°c

Tableau II7: Les températures extrêmes et la moyenne annuelle

Donc la température moyenne annuelle pour la station de **BATNA** est**15.01c°,** la température moyenne maximal est **8.67°c** tandis que la moyenne minimal est **21.35°c .**

II-3-1-2- Précipitation :

Les précipitations regroupent toutes les eaux recueillies pour un bassin versant ou une zone déterminée, elles se présentent sous forme liquide ou solide [17].

Les précipitations constituent évidemment, le paramètre climatique essentiel. Leur intensité, leur continuité et leur périodicité sont l'origine même de l'écoulement, de sa localisation et de sa violence [22].

Le module e précipitation moyen annuelle est déterminé à partir de:

- ✓ Station environnantes(BATNA-ARRIS).
- ✓ Données de la synthèse régionale : analyse fréquentielle, ANRH 1991.
- ✓ Carte pluviométrique établie par l'ANRH dans le cadre d projet PNUD 1993.

Voire le tableau sous dessous qui donne la répartition mensuelle des précipitations pour notre bv

mois	Sep	oct.	nov.	déc.	jan	fév.	mar.	avr.	Mai	juin	juil l.	aou t	Moyenn e annuelle
P(%)	6.91	8.39	10.3	8.72	11.1	8.87	12.3	8.47	11.5	6.6	1.9	4.6	100%
P (mm)	27.6	33.5	41.2	34.8	44.6	35.4	49.4	33.8	46.3	26.4	7.9	18. 5	400mm

Tableau II8:la répartition mensuelle des précipitations pour notre bv

II-4- Apports liquide :

Les petites retenues sont destinées à assurer une régularisation saisonnièredes ressources en eau. Dans la saison humide elles se remplissent, tandis qu'elles se vident plus ou moins complètement pendant la saison sèche.

On va détailler que possible des apports annuels afin de déterminer le volume maximal utilisable sur le site avec le taux de satisfaction choisi.

II-4-1- Estimation de l'apport liquide :

L'estimation des apports liquide est faite en utilisant les formules empiriques suivantes :

- ✓ L_e : la lame d'eau écoulée en (mm).
- ✓ P : pluie moyenne annuelle en (mm), P= 400 mm
- ✓ A : surface du bassin versant (km^2), A= 56 km^2.
- ✓ T : température moyenne annuelle (c°), T = 15.01 c°.
- ✓ A_P : apport moyen annuel en (hm^3).
- ✓ D : déficit d'écoulement en (mm).

-Formule de M. Turc : [12]

$A_p = L_e . A$

$L_e = P - D$

Avec $D = \frac{P}{\sqrt{0,9+\frac{P^2}{L^2}}}$ / $L= 300+ 25T + 0,05T^3$

A.N : L= 844,337

D= 377,22 mm

Donc L_e =400 – 377,22

L_e = 22,78 mm

Alors A_P = 1,28 Hm^3

-Formule de M.COUTAGNE : [12]

$L_e = P - D$ avec $D = P - \lambda P^2$

Le déficit d'écoulement (m) se déduit de la hauteur moyenne annuelle de précipitation (m) et de la température annuelle T (c°) avec :

$$\lambda = \frac{1}{0,8+0,14\,T}$$

A .N : λ = 0,344

Cette formule n'est applicable que pour P compris entre : $\frac{1}{8\lambda}$ et $\frac{1}{2\lambda}$

Validité de formule : 0,363<0,4<1,45 alors la formule est valide

A.N : $D = 0,4 – 0,344*0,4^2$

D = 0,34496 m = 344,96 mm

L_e = 55,04 mm

$\mathbf{A_p}$ = 55,04. 56 .10^{-3}= 3,08 Hm^3.

-Formule de SAMIE : [12]

$L_e = P^2 (293 – 2,2 \sqrt{A})$

A .N : $L_e = 0,4^2 (293 – 2,2 \sqrt{56})$ =44,24 mm

A_p = 44,24 .56.10^{-3} =2,47 Hm^3

-Formule de MAILLET et GAUTTHIER : [12]

$L_e = 0,6P (1 –10^{-0,36P^2}).10^3$

A .N = 0,6.0, 4$(1 – 10^{-0,36.0,4^2}).10^3$ = 29,81 mm

$A_P = L_e .A$ = 1,67 Hm^3

-Formule dite algérienne « ANRH » : [12]

$L_e = P (1 – 10^{-kP^2}). 10^3$

Ou : k = a – 0,01.log A ⟶ a = 0,18

A.N : k= 0,1625

$L_e = 0,4(1 – 10^{-0,1625.(0,4)^2}). 10^3$

=23,244 mm

$A_p = L_e .A.10^{-3}$

A.N : $\mathbf{A_P}$ **= 1,30** $\mathbf{Hm^3}$

Les résultats de $\mathbf{L_e}$ et $\mathbf{A_P}$ selon les formules empiriques sont données dans le tableau (II.9)

Formule	Lame d'eau écoulée (mm)	Apport moyen(Hm^3)
TURC	22,78	1,28
COUTAGNE	55 ,04	3,08
SAMIE	44,24	2,47
MAILLET et GAUTTHIER	29,81	1,67
ANRH	23,244	1,30

Tableau II9: Les résultats de L_e et A_P selon les formules empiriques

D'après les résultats trouvés, on adopte pour l'apport moyen annuel et la lame d'eau écoulé les valeurs trouvées par la formule de **« COUTAGNE »**

A = 3,08 Hm^3

L_e = 55,04 mm

II-5- Etude des débits :

La pluie maximale journalière de fréquence et de durée donnée et déterminé grâce à l'équation suivant : [23]

$$P_{jmax\,f\%} = \frac{\overline{P}_j \; e^{u\sqrt{ln(c_v{}^2+1)}}}{\sqrt{c_v{}^2+1}}$$

Où :

$\mathbf{P_{jmax\,f\%}}$: la pluie journalière maximale de fréquence et de durée donnée (mm).

$\overline{P}_j$: Pluie journalière maximale moyenne = 35,8 mm

$\mathbf{C_v}$: coefficient de variation =0,3.

U : variable de GAUSS.

Les valeurs de $P_{jmax\,f\%}$ sont données dans le tableau suivant :

Fréquence(%)	0,1	1	10
Période de retour (ans)	1000	100	10
Variable de GAUSS	3,08	2,327	1,279
$P_{jmax\,f\%}$ (mm)	84,916	67,89	49,915

Tableau II10: Les valeurs de $P_{jmax\,f\%}$

II-5-1- Pluie de courte durée $P_{tcf\%}$:

Pour calculer la pluie de durée **t= tc** de fréquence donnée, on utilise la formule suivante : [23]

$$P_{tc\%} = P_{j\max f\%}\left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

Où :

Ptc% : pluie de courte durée de fréquence donnée (mm).

Pjmax f% : pluie journalière maximale de fréquence donnée.

b : exposant climatique ; b= 0,27.

Tc : temps de concentration ; tc = 3,5 h.

Fréquence %	0,1	1	10
Période de retour(ans)	1000	100	10
Pjmax f% (mm)	84,916	67,89	49 ,915
Ptc% (mm)	50,493	40,37	29,68

Tableau II11: présente les valeurs de Ptc% pour la station d'Arris :

II-5-2- le débit maximum (crue de projet) :

On Appelle crue de projet le seuil, plus ou moins explicite au-delà duquel on estime les crues suffisamment peu probables pour qu'on puisse se dispenser d'en tenir en compte dans l'établissement de projet d'un ouvrage donné sur un cours d'eau [23]

Pour calculer le débit maximum on utilise la formule de **TURAZZA :**

$$Q_{max\%} = \frac{C_r . P_{tc\%} . A}{3,6 . t_c}$$

Où :

$Q_{max\%}$: Débit de crue maximum selon les fréquences

C_r : coefficient de ruissellement variant selon les fréquences.

$P_{tc\%}$: pluie de courte durée.

A : surface du bassin versant, A=56 $Km^{2.}$

T_c : temps de concentration, **t_c =** 3,5h.

Les valeurs des débits maximums sont cosignées au tableau suivant :

Fréquence (%)	0,1	1	10
Période de retour (ans)	1000	100	10
C_r	0,9	0,8	0,65
$P_{tc\%}$	50,495	40,37	29,68
Formule de TURAZZA	201,97	143,537	85,742
Débit proposé (m^3/s)	202	144	86

Tableau II12: Les valeurs des débits maximums

II-5-3- L'hydrogramme de crue :

L'hydrogramme des crues c'est la courbe qui indique la variable des débits d'un cours d'eau en fonction du temps, il permet de déterminer les caractéristique de la crue : la forme, le volume, temps de montée et de descente et le temps de base.

La forme de l'hydrogramme de la crue est déterminée selon la méthode de **SOKOLOVSKI** qui assimile l'hydro gramme à deux équations paraboliques : [21]

- ✓ L'équation de la montée :

$$\mathbf{Q_t} = \boldsymbol{Q_{max}} \cdot \left[\frac{t}{t_m}\right]^{m}$$

- ✓ L'équation de la décrue :

$$\mathbf{Q_t} = \boldsymbol{Q_{max}} \cdot \left[\frac{t_b - t}{t_d}\right]^{n}$$

Où :

Q_t : débit partiel à l'instant **t.**

m et n : puissances des équations, selon **SOKOLOVSKY** :

m=2 et n = $\frac{3}{2}$

$t_m = t_c$: temps de montée de la crue = 3,5 h.

t_d : temps de décrue ; $t_d = \gamma . t_m$.

t_b : temps de base ; $t_b = t_m + t_d$.

La valeur de γ est choisie en fonction de la taille du cours d'eau, dela perméabilité et de taux de boisement, pour notre bassin versant $\gamma = 2{,}4$

$T_d = 2{,}4 \ .3{,}5 \Rightarrow t_d = 8{,}4$ h.

$t_b = t_m + t_d = 3{,}5 + 8{,}4 \Rightarrow t_b = 11{,}9$ heures.

Voir le tableau (II.13)

Voir la figure II.3 (hydro gramme de crue)

Temps (heurs)	**$Q_{10\%}$=86 m^3/s**	**$Q_{1\%}$=144 m^3/s**	**$Q_{0,1\%}$=202 m^3/s**
0,5	1,76	2,94	4,12
1	7,02	11,76	16,49
1,5	15,80	26,45	37,10
2	28,08	47,02	65,96
2,5	43,88	73,47	103,06
3	63,18	105,80	148,41
3,5	**86,00**	**144,00**	**202,00**
4	76,07	127,37	178,67
4,5	66,74	111,76	156,77
5	58,03	97,16	136,30
5,5	49,92	83,59	117,26
6	42,43	71,04	99,65
6,5	35,54	59,51	83,48
7	29,26	49,00	68,74
7,5	23,60	39,51	55,42
8	18,54	31,04	43,54
8,5	14,09	23,59	33,09
9	10,25	17,16	24,08
9,5	7,02	11,76	16,49
10	4,40	7,37	10,33
10,5	2,39	4,00	5,61
11	0,99	1,65	2,32
11,5	0,20	0,33	0,46
11,9	0,00	0,00	0,00

Tableau II13: Tableau pour l'obtention de l'hydrogramme de crue

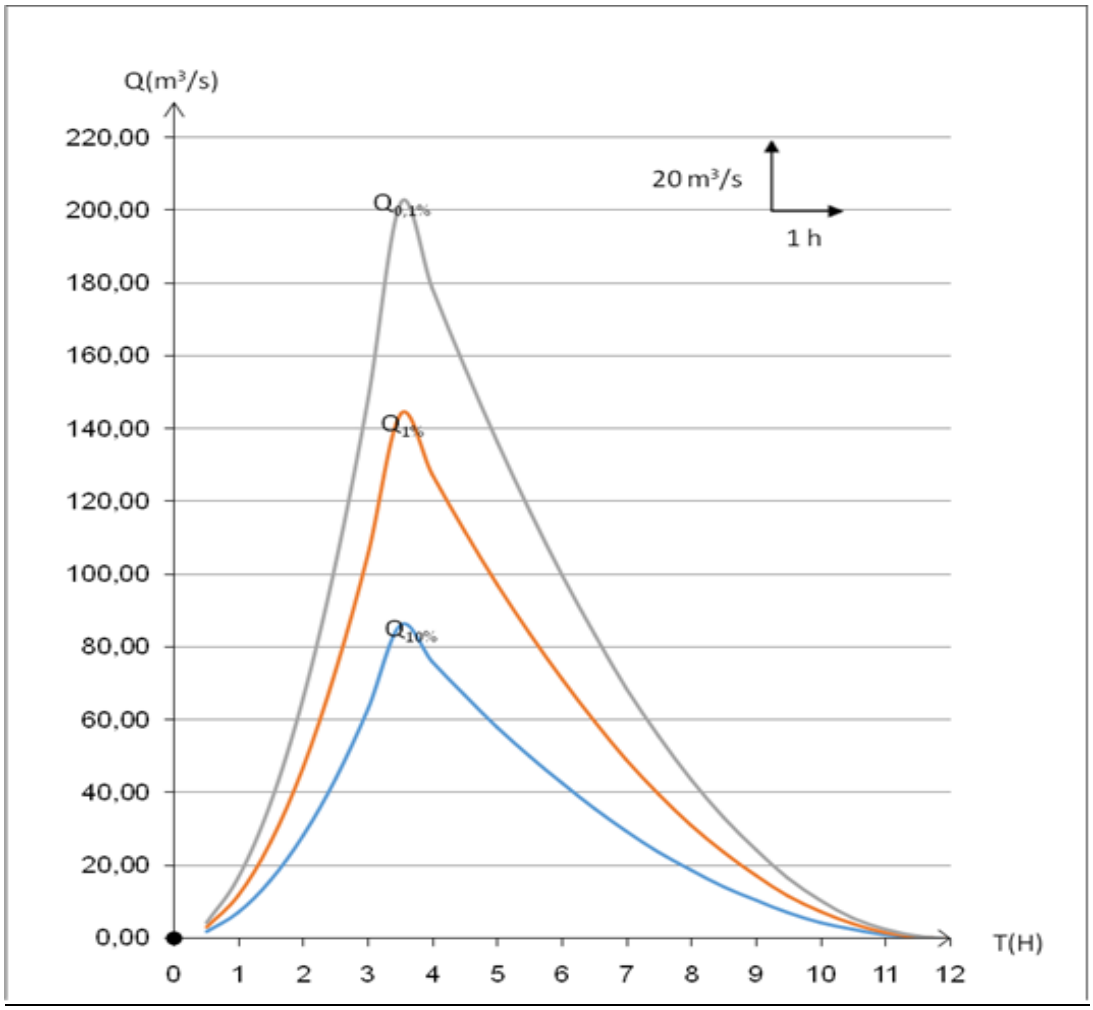


Figure II3: L'hydrogramme de crue

II-6- Conclusion :

Le dimensionnement, la sécurité et la bonne exploitation des ouvrages hydrauliques sont liés à une évaluation correcte de l'importance de la crue de projet.

Dans ce chapitre , nous avons fait une étude hydrologique du bassin versant de Bousberka pour déterminer certains paramètres de bases pour le dimensionnement de retenue collinaire de Bousberka comme le débit de projet dont nous avons besoin dans notre étude de propagation de l'onde de rupture.