



**Mémoire :**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique**

**Filière : Écologie et environnement**

**Spécialité : Écologie Fondamentale et Appliquée**

**Thème**

ANALYSE MORPHOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE  
L'OUED LABIOD A L'AIDE DU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Présent é par :**

Djebaili Khaoula

Djebaili Imen

**Jury de soutenance :**

**Encadreur :** Dr Dali Naouel                      MCB                      Univ. Abbés Laghrour -Khenchela

**Président :** Dr Daifallah Tarek                      MCA                      Univ. Abbés Laghrour -Khenchela

**Examineur :** Dr Berkani Cherifa                      MCB                      Univ. Abbés Laghrour -Khenchela

**Promotion : 2020/2021**

## Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents, pour leur soutien immense qu'ils n'ont cessé de m'apporter ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans lesquels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.*

*Mes frères : **OKBA, YOUNES, MOSSAAB, ZAKI.***

*Mes sœurs : **KHADIJA, HALIMA.***

*Toute la famille **DJEBAILI.***

*Tous mes amis sans exception.*

*Madame **Dali Naouel**, directrice de notre mémoire de fin d'études pour ses précieux conseils en tout temps.*

**KHAOULA**

## **Dédicace**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection.*

*Mon cher frère **MOHAMED**.*

*Ma sœur **FADOUA**.*

*Toute ma famille, source d'espoir et de motivation.*

*Ma chère amie et l'amour **AMIRA**.*

*Ma chère amie et mon binôme **KHAOULA**.*

**IMEN**

### ***Remerciement***

Tout d'abord, nous voudrions remercier Dieu le tout-puissant et le miséricordieux, qui nous a donné force et patience pour accomplir cet humble travail.

Ensuite, nous remercions :

Madame **DALI NAOUEL** le superviseur de ce mémoire pour son accompagnement au cours de nos recherches.

Nos familles et amis grâce à leurs prières et encouragement, nous avons réussi à surmonter tous les obstacles.

Nos professeurs tout au long de nos études universitaires, qui nous ont beaucoup appris et nous en apprennent davantage.

Chaque jour, Dieu et tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Tout cela en signe de gratitude parce que notre prophète MUHAMMED (que les prières et la paix de dieu soient sur lui) a dit : « ceux qui ne sont pas reconnaissants envers les gens ne remercient pas dieu ».

## Résumé

Les caractéristiques morphométriques et hydrologiques d'un bassin versant conditionnent son fonctionnement face aux événements pluvieux, et permettent une meilleure gestion durable de ses ressources en eau superficielles et souterraines. Dans ce travail, l'objectif est de réaliser l'analyse morphométrique et hydrologique du bassin versant d'Oued Labiod à l'aide du système d'information géographique. Pour réaliser cette étude, nous nous sommes basés sur l'analyse d'un modèle numérique de terrain (MNT) par le système d'information géographique (Arc Gis). Il résulte de cette analyse morphométrique et hydrologique, que le bassin versant d'Oued Labiod a une forme allongée avec un relief très fort, le réseau hydrographique ne présente pas des ramifications nombreuses, notre bassin versant a une forme allongée au regard de la valeur de l'indice de Gravelius (2,19), rapport d'allongement (0,053), rapport de circularité (0,21), facteur de forme (0,20), rapport de compacité (2,21) et une forte densité de drainage de l'ordre de (3,24 km/km<sup>2</sup>).

**Mots clés** Oued Labiod, paramètres morphométriques, Arc Gis, MNT.

## Abstract

The morphometric and hydrological characteristics of a catchment area condition its functioning in the face of rainfall events, and allow a better sustainable management of its surface and groundwater resources. The objective of this work is to carry out a morphometric and hydrological analysis of the Oued Labiod catchment area using a geographic information system (GIS), based on the analysis of a digital terrain model (DTM) using the geographic information system (ArcGis). The result of this morphometric and hydrological analysis is that Oued Labiod watershed has an elongated shape, with a very strong relief; the hydrographic network does not present numerous ramifications. Our catchment area has an elongated shape with regard to the value of the Gravelius index (2.19), elongation ratio (0.053), circularity ratio (0.21), form factor (0.20), compactness ratio (2.21) and a high density of drainage (3.24 km/km<sup>2</sup>).

**Keyword** Oued Labiod, morphometric parameters, hydrological, ArcGis, DTM.

## ملخص

الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لمستجمعات المياه تتحكم في استجابة هذا الأخير لأحداث هطول الأمطار، وتسمح بإدارة مستدامة أفضل لموارد المياه السطحية والجوفية. الهدف من هذا العمل هو إجراء تحليل شكلي وهيدرولوجي لمنطقة مستجمع واد الأبيض باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، بناءً على تحليل نموذج التضاريس الرقمي (DTM) باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (ArcGis). نتيجة هذا التحليل المورفومتري والهيدرولوجي هو أن مستجمع المياه واد

لبيوض لها شكل ممدود، مع ارتياح قوي للغاية؛ لا تقدم الشبكة الهيدروغرافية تشعبات عديدة. منطقة مستجمعات المياه موضوع للدراسة لها شكل ممدود مع قيمة مؤشر Gravelius بقيمة 2.19، نسبة الاستطالة بحوالي 0.05، نسبة الاستدارة وعامل الشكل قدره 0.2، وكثافة صرف عالية (3.24 كم / كم<sup>2</sup>).

**الكلمات المفتاحية** واد الأبيض، الخصائص المورفومترية، نظام المعلومات الجغرافية، نموذج التضاريس الرقمي.

## Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
PARTIE1 : METHODE DE TRAVAIL.....	3
1. Situation géographique .....	4
2. Découpage administratif .....	4
3. Aperçu géologique .....	4
4. Aperçu Climatique .....	8
5. Méthode d'étude.....	8
6. Paramètres morphométriques linéaire .....	13
6.1. Méthode de l'extraction du réseau hydrographique et sa hiérarchisation sur ArcGis.....	11
6.2. Caractéristiques du réseau hydrographiques .....	11
6.2.1. Rapport du flux (RI) .....	11
6.2.2. Rapport de bifurcation (Rb) .....	12
6.2.3. Densité du drainage (Dd).....	12
6.2.4. Texture du drainage (Td).....	12
6.2.5. Fréquence du flux (Fu) .....	12
6.2.6. Durée de l'écoulement de surface (Lo) .....	13
7. Paramètres morphométriques de forme.....	13
7.1. Surface et périmètre .....	13
7.2. Indice de Gravelius (kc) .....	13
7.3. Le rectangle équivalent.....	14
7.4 Rapport d'allongement (Re) .....	14
7.5. Rapport de circularité (Rcir).....	14
7.6. Facteur de forme (Ff).....	15
7.7. Coefficient de Compacité (Cc) .....	15
8. Hypsométrie.....	15
9. Pente.....	16
9.1. Indice de pente global (Ig).....	16
9.2. Indice de pente de Roche (Ip).....	17
9.3. La dénivelée spécifique (Ds) .....	17
PARTIE2 : RESULTATSET DISCUSSION.....	18
1. Les paramètres morphométriques linéaire.....	19
1.1. L'extraction du réseau hydrographique et sont hiérarchisation sur Arc Gis.....	19
1.2. Les réseau hydrographique.....	24
1.2. 1. La densité de drainage .....	25
1.2. 2. La texture de drainage .....	25
1.2. 3. Fréquence de flux .....	25
1.2. 4. Bifurcation ratio .....	25
2. Les paramètres morphométriques de forme.....	25
2.1. Indice de gravelius (kc) .....	25
2.2. Le rectangle équivalent .....	25
2.3 Rapport d'allongement (Re) .....	26

2.4. Rapport de circularité « Rcir » .....	26
2.5. Facteur de forme (Ff).....	26
2.6. Coefficient de Compacité (Cc) .....	26
3. Analyse hypsométrique .....	26
3.1. Courbe hypsométrique.....	28
3.2. Les altitudes caractéristiques .....	29
4.pente .....	29
4.1. Carte des pente .....	29
4.2. Indice de pente global .....	32
4.3. Indice de pente de Roche (Ip).....	33
4.4. La dénivelée spécifique Ds .....	33
4.5. Exposition des pentes .....	34
CONCLUSION GENERALE.....	36

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Les caractéristiques des formations géologiques du B.V l'Oued Labiod.....	9
<b>Tableau 2.</b> Les caractéristiques du MNT utilisé dans la modélisation.....	10
<b>Tableau 3.</b> Classification des catégories de texture du drainage.....	15
<b>Tableau 4.</b> Liste des paramètres morphométriques linéaire utilisés dans cette étude.....	15
<b>Tableau 5.</b> Liste des paramètres morphométriques de forme utilisés dans cette étude.....	18
<b>Tableau 6.</b> Classification, nombre de cours d'eau et leur longueur.....	27
<b>Tableau 7.</b> Les caractéristiques morphométriques linéaires du bassin versant de l'Oued Labiod.....	27
<b>Tableau 8.</b> Bifurcation ratio (Rb) du réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Labiod.....	28
<b>Tableau 9.</b> Les caractéristiques morphométriques de forme du bassin versant de l'Oued Labiod.....	29
<b>Tableau 10.</b> Données hypsométriques du sous bassin versant de l'Oued Labiod (notre élaboration).....	31
<b>Tableau 11.</b> Classification d'O.S.T.R.O.M (Office Régional Scientifique et Technique d'Outre-Mer) sur la base de l'indice global.....	35
<b>Tableau 12.</b> Classe de relief suivant la classification de l'O.S.T.R.O.M (Office Régional Scientifique et Technique d'Outre-Mer) .....	36

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Situation géographique du B.V l'Oued Labiod.....	6
<b>Figure 2.</b> Découpage administratif du B.V l'Oued Labiod.....	7
<b>Figure 3.</b> Carte l'éthologique du BV de l'Oued Labiod.....	8
<b>Figure 4.</b> Découpage administratif du B.V l'Oued Labiod (Notre élaboration à partir d'un MNT).....	11
<b>Figure 5.</b> Organigramme de la méthodologie du travail.....	12
<b>Figure 6.</b> Carte du modèle numérique du terrain du bassin de l'Oued Labiod corrigée avec comblement des vides.....	22
<b>Figure 7.</b> Carte d'accumulation de l'écoulement des eaux superficielles.....	23
<b>Figure 8.</b> Influence du choix du seuil sur la densité du réseau hydrographique pour un MNT de (30m x 30m), un seuil de 500 pixels.....	24
<b>Figure 9.</b> Influence du choix du seuil sur la densité du réseau hydrographique pour un MNT de (30m x 30m), un seuil de 2000 pixels.....	25
<b>Figure 10.</b> Ordination des cours d'eau selon Strahler, pour le bassin versant de l'Oued Labiod, pour un seuil hydrographique de 2000 pixels.....	26
<b>Figure 11.</b> Carte hypsométrique du bassin versant de l'Oued Labiod (notre élaboration).....	30
<b>Figure 12.</b> Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Labiod (notre élaboration)..	32
<b>Figure 13.</b> Carte des pentes du bassin versant de l'Oued Labiod.....	34
<b>Figure 14.</b> Carte d'exposition des pentes du bassin versant de l'Oued Labiod.....	38

## **Liste des abréviations**

**BV** : Bassin versant

**MNT** : modèle numérique de terrain

**O.S.T.R.O.M** : Office Régional Scientifique et Technique d'Outre-Mer

**SIG** : Systèmes d'Informations Géographiques

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **Introduction**

L'Algérie est un des grands pays d'Afrique du Nord avec une superficie de 2.381.741 km<sup>2</sup>. Le pays se limite au Nord par la mer méditerranéenne avec un littoral de 1200 km de long ; elle est caractérisée par un climat semi-aride à aride.

L'hydrologie c'est une science qui du traitement d'eau, avec sa distribution sur la planète avec des propriétés physiques chimiques et biologiques et leur interaction avec l'environnement. Il a de nombreuses utilisations pratiques telles que la conception et le fonctionnement de la structure hydraulique, l'approvisionnement en eau, les eaux usées, l'irrigation, lutte contre les inondations, l'érosion et la sédimentation, réduction de la pollution et ainsi de suite (**McCuen, 1998**).

La région d'étude « Bassin versant l'Oued Labiod » fait partie de Chott Melghir dans l'atlas Saharien. Elle s'étend de la commune d'Arris au Nord-est, appartenant administrativement à la wilaya de Batna jusqu' à la cuvette d'El Outaya dans la partie Sud-Ouest qui fait partie de la wilaya de Biskra, soit une superficie de 1300 km<sup>2</sup>. Cette vaste zone est caractérisée par un climat semi-aride au Nord, steppique sur la zone médiane et hyperaride au Sud. La pluviométrie varie de 450mm/an au Nord et de 150mm/an au Sud (**Hamel,2009**).

Les premières utilisations de la morphométrie en hydrologie datent de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Les premiers travaux ont pour objectif de voir en quoi la forme d'un bassin versant (allongement, compacité, circularité) influence le régime des cours d'eau. En 1884, Kestlin emploie une formule pour déterminer le débit pour des petits bassins versants dans laquelle les variables sont la surface du bassin et un coefficient dépendant de la longueur du drain principal. La première carte avec des isolignes représentant le débit moyen spécifique est attribuée à Newell en 1892 (**Anon, 1854, in Zavoianu, 1985**).

Les premières mesures des formes terrestres ont été sporadiquement utilisées par les Egyptiens, et ce n'est qu'au XIX<sup>ème</sup> siècle que les premières mesures morphométriques vont voir le jour. L'apparition des cartes topographiques en 1870 puis les progrès de la science au XX<sup>ème</sup> siècle vont initier pléthore de méthodes avec des applications diverses et nombreuses.

Il existe des outils pour relier la forme d'un bassin, son réseau hydrographique, et la réponse hydrologique qui découle de cette organisation. Les utilisations de nouvelles méthodes d'analyse comme les Systèmes d'Information Géographique (SIG) bouleversent les utilisations de la morphométrie tout comme l'acquisition de données numériques de terrain et

l'explosion des capacités de calcul des ordinateurs (**Douvinet et al., 2006**)

Le présent travail pour objectif à contribuer à mieux cerner les aspects morphométriques du bassin versant l'Oued Labiod et l'analyse spatiale détaillée de modèle numérique de terrain du bassin versant ainsi que les caractéristiques hydrologiques. Le logiciel utilisé est Arc Gis car c'est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des informations géographiques.

Ce travail est organisé comme suit :

- Une introduction générale
- Méthode de travail
- Résultats et discussion
- Conclusion

## **PARTIE 1 : METHODE DE TRAVAIL**

## **1. Situation géographique**

Le bassin versant d'Oued Labiod se situe dans le massif des Aurès (partie orientale de l'Atlas saharien), entre les latitudes : 35°36' N et longitudes : 33°35' & 25° W. C'est le sixième bassin versant qui forme le grand bassin versant saharien qui porte le nom de Chott Melghir (Fig.1) codifié par numéro 06-15 ; d'après la codification de l'ANRH, il est drainé par trois Oueds : Oued Labiod, Oued Chenawra et Ouedde T'kout formant par leur confluence Oued Ghassira. Sa superficie est d'environ 1300 Km<sup>2</sup>.

Le bassin versant d'Oued Labiod est limité par les lignes de crêtes de six massifs : Dj Chelia et Dj Ichmoul au nord, Dj Mahmen Dj El Azzegdu coté est, Dj AhmerKhadou Dj Takioutet Dj Zellatoudu cotésud. Oued Abiodcoule vers le Sud – Ouest et il descend de près de 2000 mètres en 120 km, c'est un oued a caractère torrentiel (**Aidoudi, 2012**).

Morphologiquement le bassin se présente comme une vallée allongée entre les grands reliefs, où l'écoulement est assez fort, ce qui peut être expliqué par les fortes pentes caractérisant le bassin versant (**Fartas, 2017**).

Administrativement le bassin versant de l'Oued Labiod fait partie de la wilaya de Batna et s'éloigne d'environ 50 Km du chef-lieu de wilaya de celle-ci, il englobe six communes qui sont : T'Kout, Ghassira, Tighanimine, Arris, Ichemoul et Inoughissene.

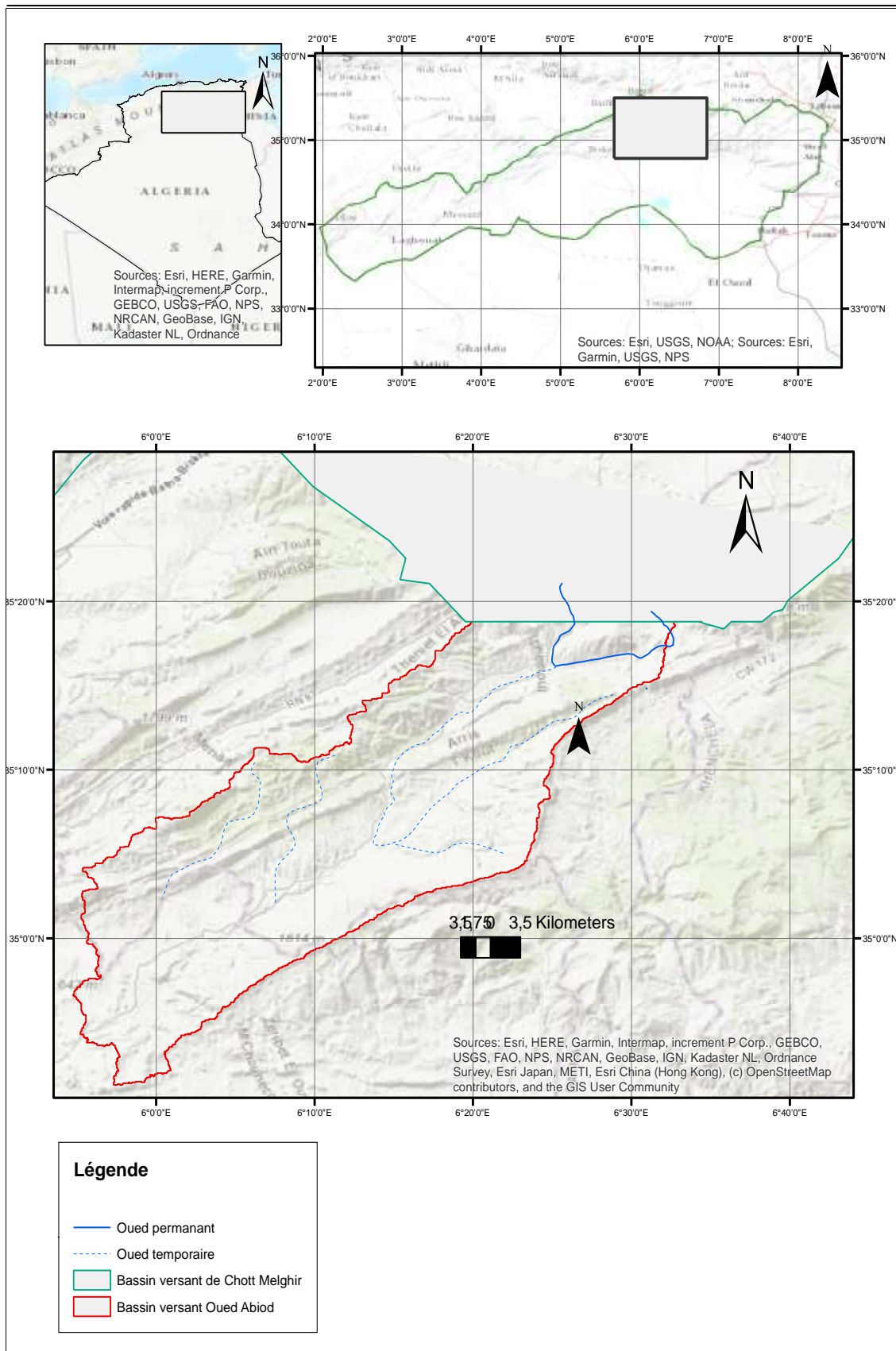
## **2. Découpage administratif**

L'Oued Labiod englobe six communes et trois daïras. S'étendant de la wilaya de Khenchela (nord-est) jusqu'à la wilaya de Biskra (sud-ouest). La partie sud est formée par deux communes, T'Kout et Ghassira. La partie centrale : englobe les communes de Tighanimine et Arris. La partie Nord est également constituée de deux communes, Ichemoul et Inoughissene (**Rezki, 2013**).

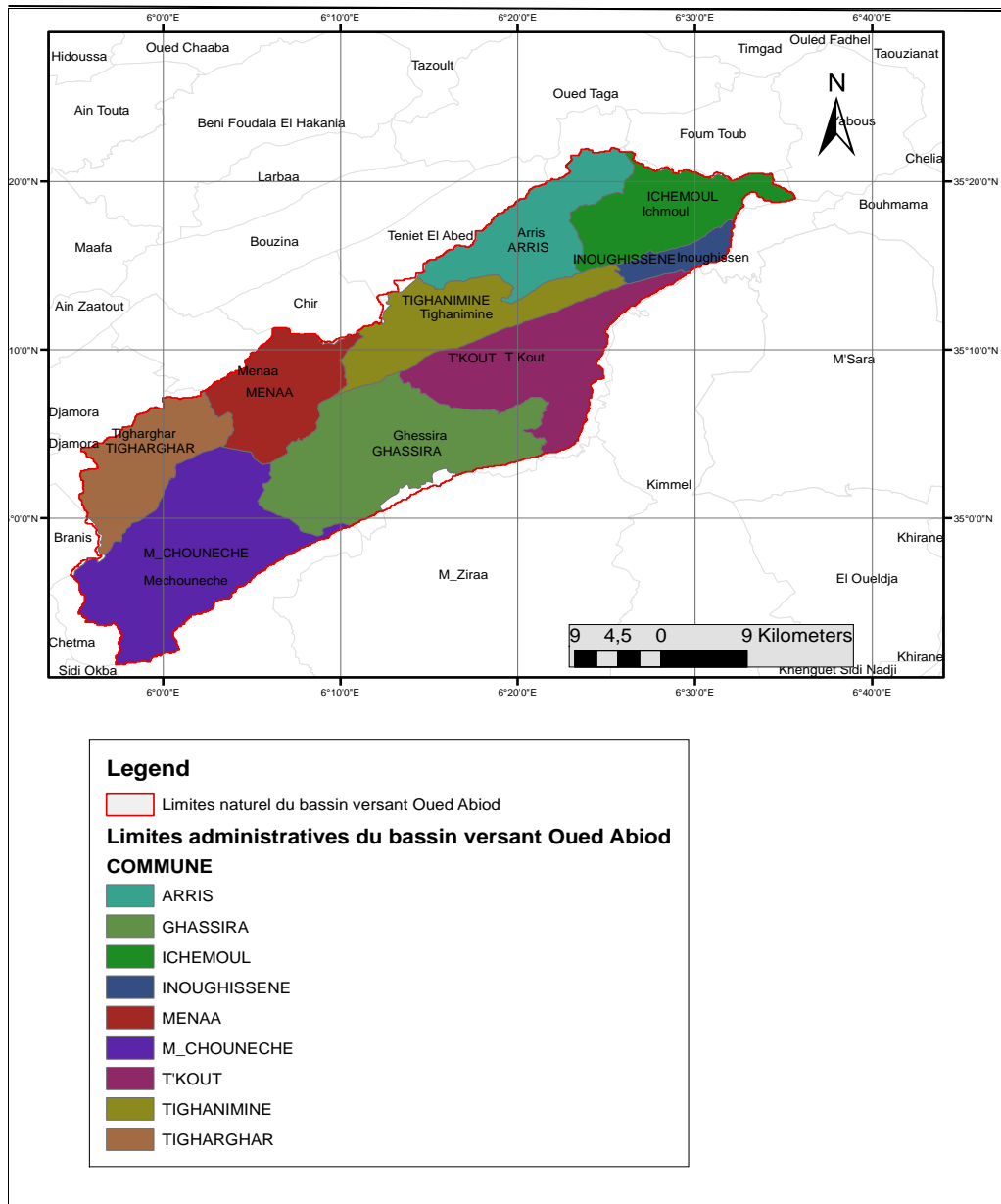
## **3. Aperçu géologique**

Le bassin versant d'Oued Labiod s'inscrit dans l'évolution générale de l'atlas Saharien en général et du massif des Aurès en particulier.

Les gorges de Foug El Gherza font partie de la chaîne qui borde au sud l'atlas saharien. Cette zone tectonique a été affectée par les deux phases de plissement qui se sont superposées dans l'atlas. Deux systèmes de failles ou de fissures sont en relation avec les deux phases de



**Figure 1.** Situation géographique du B.V Oued Labiod (Notre élaboration).

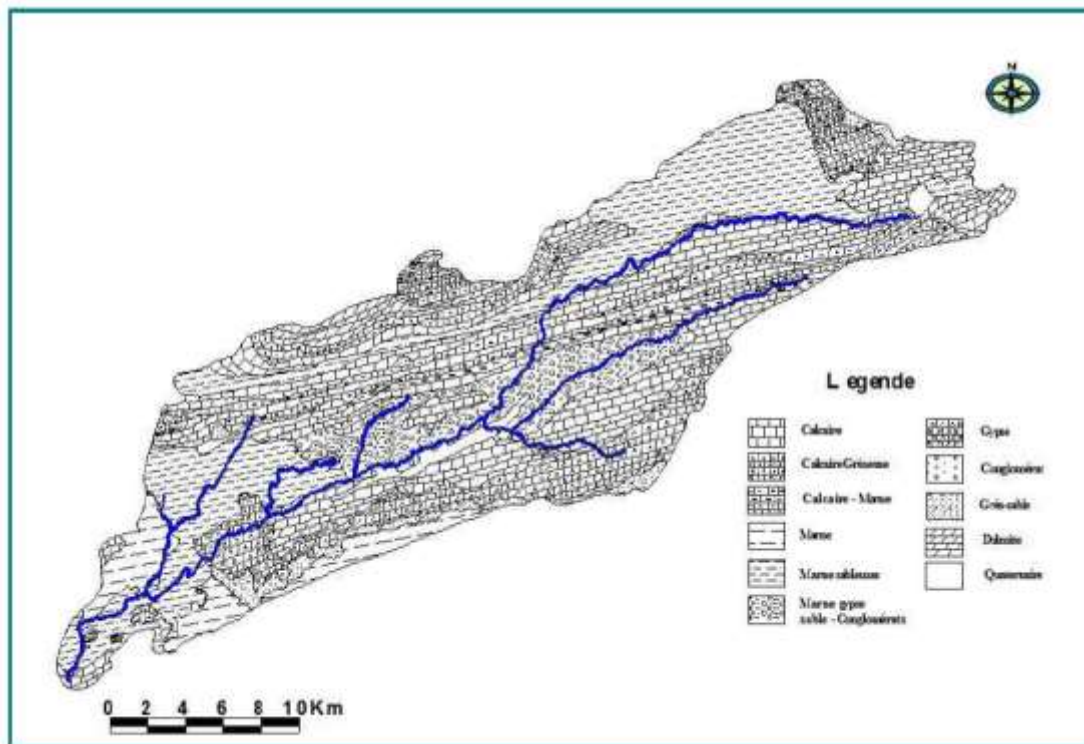


**Figure 2.** Découpage administratif du B.V Oued Labiod (Notre élaboration).

plissement. A cette tectonique se sont ajoutées des actions très récentes dues en majorité à la pesanteur (**Krimil, 2008**).

A l'amont des gorges, dans la cuvette, affleurent les marnes campaniennes absolument imperméables. Les gorges elles-mêmes sont formées par des calcaires maestrichtiens rigides, fissurés, donc perméables.

Des galeries de profondeur de 10 m creusées sur les deux rives de la gorge montrent que les calcaires sont fissurés et que presque toutes les fissures sont obturées par des argiles sableuses rouges qui ont autrefois recouvert le massif. Le remplissage des fissures ne va pas très loin ni latéralement dans les berges de la gorge, ni en profondeur sous le lit de l'oued (**Krimil, 2008**).



**Figure 3.** Carte lithologique du bassin versant de l'Oued Labiod (Kasmiouri, 2007).

**Tableau 1.** Caractéristiques des formations géologiques du B.V Oued Labiod.

Formations	Résistance à l'érosion	Perméabilité
Calcaire fissuré	Très résistant	Perméable
Dolomie	Très résistant	Imperméable
Grés	Très résistant	Semi-perméable
Calcaire gréseux	Résistant	Semi-perméable
Calcaire marneux	Résistant	Semi-perméable
Quaternaire	Résistance moyenne	Perméable
Marne	Non résistant	Perméabilité faible
Galets	Résistance moyenne	Perméable
Graviers	Résistance moyenne	Perméable
Éboulis	Résistance moyenne	Perméable

(Haoues, 2008)

#### 4. Aperçu Climatique

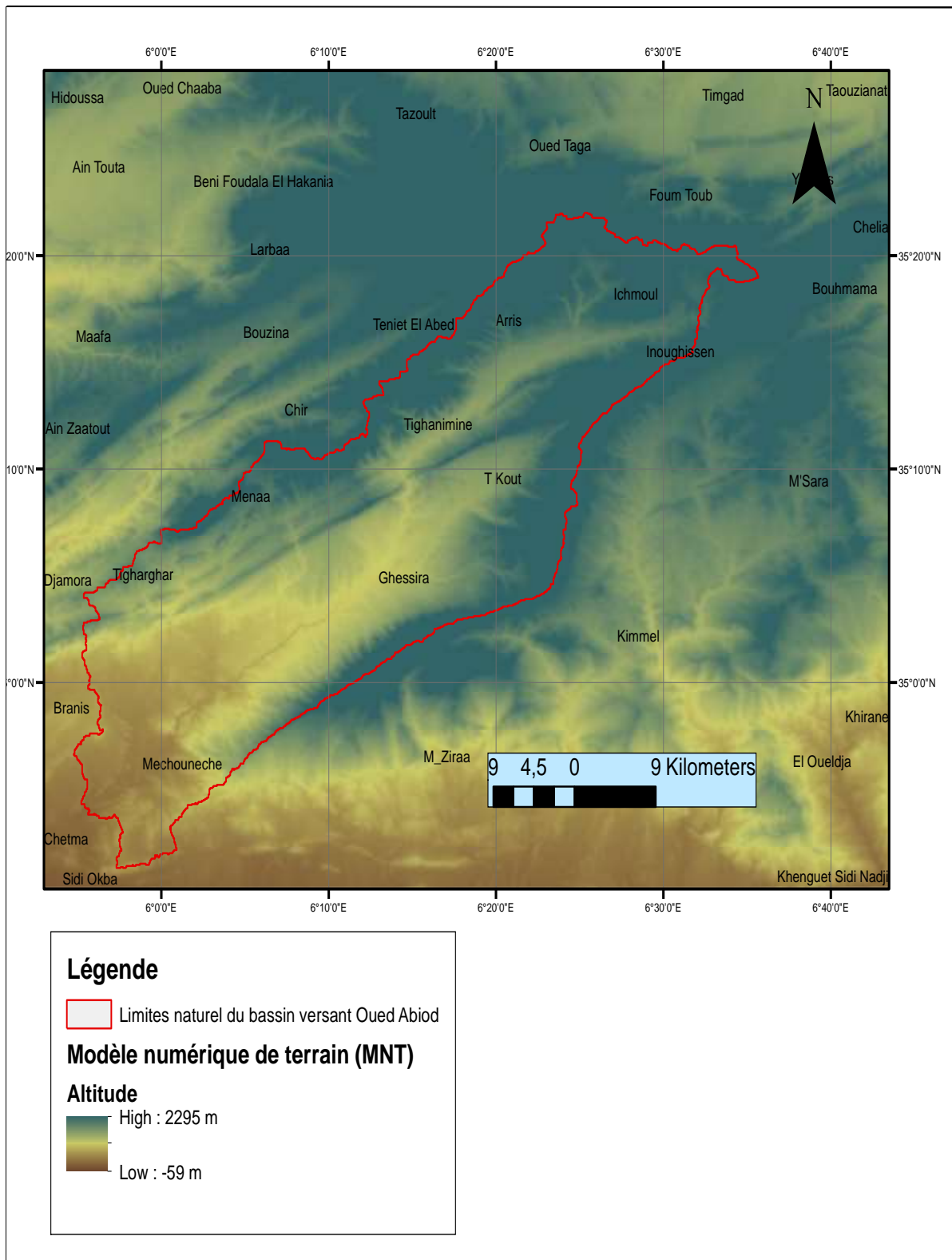
Le bassin versant d'Oued Labiod est soumis à l'influence du semi-aride au nord, avec des précipitations moyenne annuelle d'environ 450mm. Sur la partie médiane, on observe un climat steppique avec une baisse considérable de la précipitation qui peut aller de 150 mm jusqu'à 200mm. Au sud un climat aride, avec des précipitations qui ne dépassant pas les 150mm. Les saisons pluvieuses sont l'Automne (Septembre, Octobre et Novembre) et le Printemps (Mars, Avril et Mai) et enfin les deux tiers de la saison de l'Hiver (Janvier, Décembre). Les pluies orageuses sont assez fréquentes au mois de Juin et Aout, mais moins abondantes (Fartas, 2017) .L'allongement de la saison sèche se répercute sur le couvert végétal, de plus les coups de sirocco sont fréquents pendant la saison chaude, accentuant sur l'évapotranspiration qui engendre un déficit d'écoulement annuel considérable (Aidoudi, 2012).

#### 5. Méthode d'étude

Afin de délimiter notre bassin versant nous avons effectués le traçage grâce au logiciel Arc Gis à partir modèle numérique de terrain (MNT) fournit par le « United States géologique Survey » issu de la mission Shuttle Radar Topography (SRTM) (United states géologique Survey 2018 (Fig 4), les caractéristiques de ce Modèle sont récapitulés dans (tab 2).

**Tableau 2.** Les caractéristiques du MNT utilisé dans la modélisation.

Caractéristiques	Description
Capteur Satellite	Aster Global SRTM
Dimensions de la scène	1 degré par 1 degré
Résolution	1 arc-second (30 m)
Projection	Géographique latitude et longitude
Géoïde de référence	WGS 84 UTM zone 31N
Numéro de la scène utilisée	ASTGTM2_ N34E005, N34E006_ N35E006, N35E005
Date d'acquisition des données	08 Décembre 2015



**Figure 4.** Découpage administratif du B.V. de l'Oued Labiod (Notre élaboration à partir d'un MNT).

L'outil utilisé pour cette analyse est Arc Gis, c'est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des informations géographiques. Il est considéré comme étant la principale plateforme de développement et d'utilisation des

systèmes d'informations géographiques (SIG) au monde.

Notre analyse est organisée comme suit :

- Analyse hypsométrique.
- Paramètres de forme (Tab 4).
- Paramètres linéaires (Tab 5).

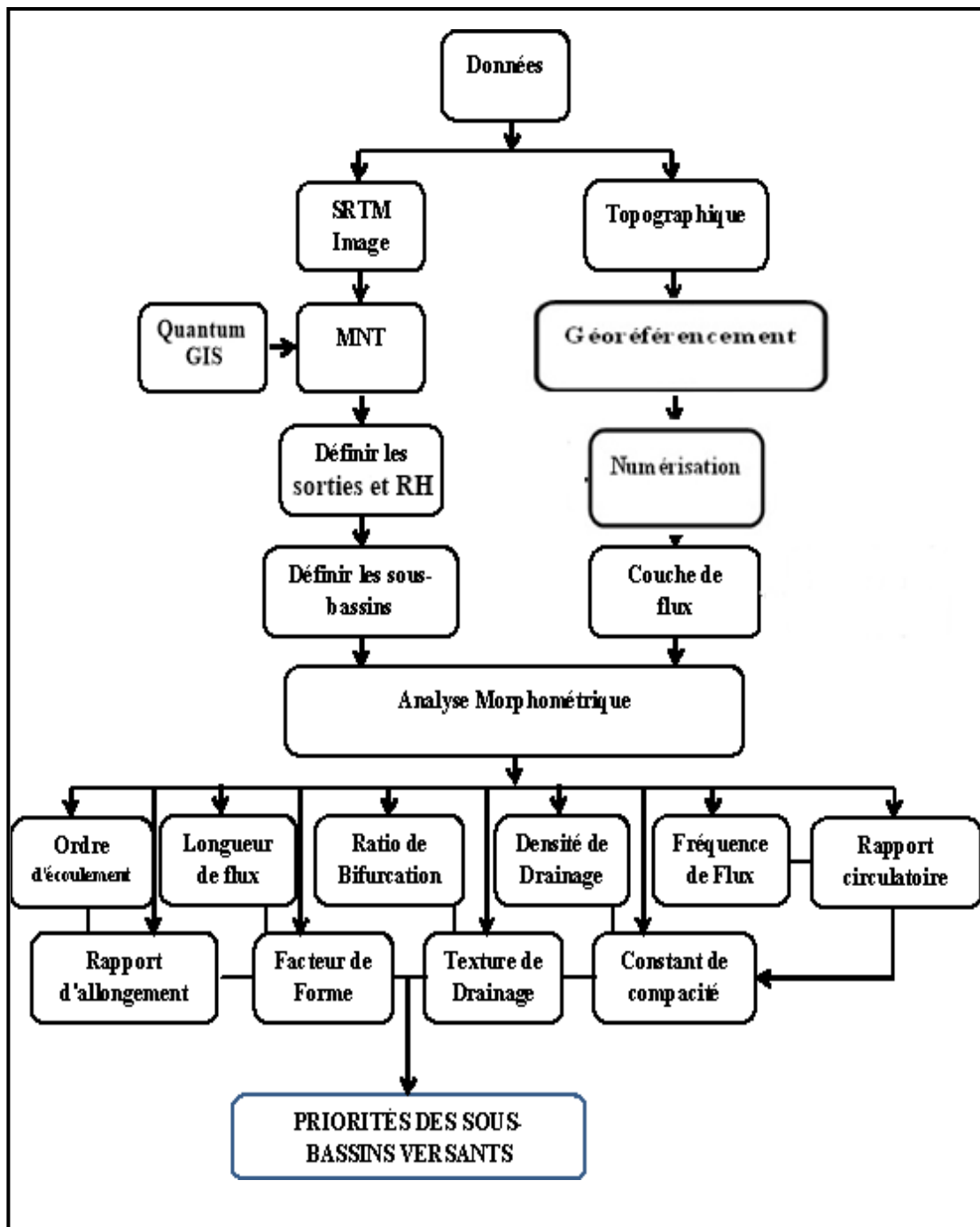


Figure 5. Organigramme de la méthodologie du travail (Benzougagh, 2016).

## 6. Paramètres morphométriques linéaire

### 6.1. Méthode de l'extraction du réseau hydrographique et sa hiérarchisation sur Arc Gis

Les réseaux hydrographiques ont été extraits selon une suite d'étapes sur Arc Gis, comme suit :

- a. Correction des cuvettes, des artefacts dus à la résolution du MNT.
- b. Calcul de la direction de flux c'est-à-dire la direction d'écoulement en chaque pixel, qui correspond à la direction de plus grande pente.
- c. Détermination du flux accumulé dans chaque pixel, sous la forme d'une somme cumulée de tous les pixels s'écoulant dans les pixels en pente descendante.
- d. Choix d'un seuil hydrologique. Le seuil demandé est la surface minimale en nombre de cellule en dessous de laquelle on ne délimitera pas de BV. La définition du seuil ne répond à aucune règle absolue. Il dépend de l'objectif de l'étude, de la taille de votre zone d'étude, du type de terrain.

$$Seuil_{surface} = Seuil_{pixel} \cdot Résolution$$

Avec  $Seuil_{surface}$  le seuil hydrographique exprimé en surface amont drainée ( $m^2$ ),  $Seuil_{pixel}$

Le seuil hydrographique exprimé en nombre de pixels amont drainés, et la résolution du MNT en  $m^2$ .

Le choix du seuil, lors de l'extraction du réseau conditionnent la qualité du réseau, pour la même résolution du MNT,

- e. Attribution d'un ordre d'écoulement aux liaisons d'écoulement.
- f. Conversion du réseau linéaire en réseau.

Le réseau hydrographique extrait, permet d'analyser avec précision les ses caractéristiques.

### 6.2. Caractéristiques du réseau hydrographiques

#### 6.2.1. Rapport du flux (RI)

Il correspond au rapport de la longueur moyenne des thalwegs d'ordre (n+ 1) sur la longueur moyenne des talwegs d'ordre (n) :  $RL = L_{n+1} / L_n$  (**Hroton, 1945**).

Avec :

- RL : rapport de longueur.
- $L_{n+1}$  : longueur totale des drains d'ordre (n+1) exprimé en km.
- $L_n$  : longueur totale des drains d'ordre (n), exprimé en km.

### 6.2.2. Rapport de bifurcation (Rb)

Le rapport de bifurcation (Rb) est un paramètre qui exprime le degré de ramification du réseau de drainage (Magesh, Chandrasekar, 2012). Il est défini comme le rapport entre le nombre de segments de flux d'ordre donné au nombre de segments du prochain ordre supérieur (Schumm, 1956).

### 6.2.3. Densité du drainage (Dd)

La densité du drainage (Dd), introduite par Horton (1932), est la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface d'un bassin versant. Elle s'exprime en km/km<sup>2</sup>. Elle est contrôlée par plusieurs facteurs notamment la nature géologique des terrains, la capacité d'infiltration du sol et sous-sol, les conditions climatiques et le couvert végétal du bassin (Humbert, 1990).

### 6.2.4. Texture du drainage (Td)

La texture du drainage est définie comme le nombre total de segments de courant de tous les ordres par périmètre de la zone (Horton, 1945). La texture du drainage dépend de certains facteurs naturels (le climat, les précipitations, la végétation, la lithologie des roches et le type de sol, capacité d'infiltration, le relief). La texture du drainage regroupe ou se caractérise par cinq catégories (Tab 3) (Umair et Syed, 2014).

**Tableau 3.** Classification des catégories de texture du drainage.

Catégories de texture du drainage	Texture du drainage
1Très grossière	$Td < 2$
Grossière	$2 < Td < 4$
Modérée	$4 < Td < 6$
Fin	$6 < Td < 8$
Très fine	$Td > 8$

### 6.2.5. Fréquence du flux (Fu)

La fréquence du flux est exprimée par le nombre total de segments de courant de tous les ordres par unité de surface (Horton, 1932). Généralement une haute fréquence de flux est liée à un matériau imperméable. La faible variation de la fréquence du flux s'expliquerait par la

dominance des marnes dans la zone d'étude.

### 6.2.6. Durée de l'écoulement de surface (Lo)

La longueur de l'écoulement de surface est sensiblement égale à la moitié de l'inverse de la densité de drainage (**Horton, 1945**).  $Lo = 1/2Dd$

## 7. Paramètres morphométriques de forme

### 7.1. Surface et périmètre

La surface constitue l'aire de réception des précipitations qui alimentent un cours d'eau par écoulement. Le débit du cours d'eau à l'exutoire dépend donc en partie de la surface. Le périmètre est la caractéristique de longueur la plus utilisée le bassin versant (**Dali, 2018**). C'est deux paramètres sont automatiquement calculés via Arc gis.

### 7.2. Indice de Gravelius (KG)

La forme du bassin versant influence fortement l'écoulement global et surtout l'allure de l'hydrogramme d'une pluie donnée. Un bassin allongé ne réagit pas si les conditions sont égales, comme un bassin de forme ramassée. Ces caractéristiques sont exprimées par l'indice de compacité de Gravelius (**Haoues, 2008**).

$$KG = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

**Tableau 4.** Paramètres morphométriques linéaires utilisés dans cette étude

	Paramètres	Formules	Références
<b>Paramètres linéaires</b>	Longueur du flux (Lu)	Longueur du flux	Horton, 1945
	Longueur moyenne de flux (Lsm)	$Lsm = Lu / N u$	Strahler, 1964
	Flux rapport de longueur (RL)	$RL = Lu / (Lu + 1)$	Horton, 1945
	Bifurcation ratio (Rb)	$(Rb) = Nu / Nu + 1$	Schumm, 1956
	Rapport de bifurcation moyenne (RBM)	$Rbm = \text{moyenne des ratios de Tout ordre de bifurcation}$	Strahler, 1964
	Densité de drainage (Dd)	$Dd = Lu / A$	Horton, 1945
	Drainage texture (T)	$T = Dd \times Fs$	Smith, 1950
	Fréquence de flux (Fs)	$Fs = Nu / A$	Horton, 1945
	Durée de l'écoulement de surface (Lo)	$Lo = 1/2 Dd$	Horton, 1945

(Benzougagh, 2016).

### 7.3 Le rectangle équivalent

C'est une transformation purement géométrique dans laquelle le contour du bassin devient un rectangle de même périmètre, les courbes de niveaux des droites parallèles aux petits côtés du rectangle et l'exutoire un des petits côtés du rectangle que nous avons appelé *rectangle équivalent* (Roche, 1963). Soit  $l$  et  $L$  la largeur et la longueur du rectangle.

$$L = \frac{K_G \cdot \sqrt{A}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right]$$
$$l = \frac{K_G \cdot \sqrt{A}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right]$$

Soit :

Avec :

$K_G$  : indice de compacité de Gravélius ;

$A$  : surface du bassin versant (km<sup>2</sup>) ;

$P$  : périmètre du bassin versant (km).

### 7.4 Rapport d'allongement (Re)

C'est le rapport du diamètre d'un cercle de même surface que le bassin, à la longueur maximale du bassin (Schumm, 1956). C'est un paramètre important permettant de caractériser la forme d'un bassin versant. Les valeurs du rapport d'allongement peuvent être regroupées en 03 catégories : Circulaire (>0,9) ; ovale (0,9-0,8) ; et allongé (<0,7) (Mayuri, Arunima, 2016).

### 7.5. Rapport de circularité « Rcir »

Toujours en se référant à un bassin circulaire (Miller, 1953) a défini un indice de circularité, c'est le rapport entre la superficie du bassin étudié et celle du cercle dont la circonférence est égale au périmètre du bassin, soit :

$$R_c = 4\pi A / P^2 \quad (\text{Stahler, 1964})$$

### 2.6. Facteur de forme (Ff)

Le facteur de forme est défini comme le ratio ou rapport de la superficie du bassin au carré de la longueur du bassin (Horton, 1932). Plus cette valeur est petite, plus allongé sera le bassin. Ainsi, les bassins ayant un facteur de forme élevé, ont des

débites de pointe important mais de courte durée tandis que les bassins versants allongés avec un facteur de forme faible ont un débit de pointe faible mais de plus longue durée (Nambi et al., 2015) .

## 2.7. Coefficient de Compacité (Cc)

Le Coefficient de compacité est défini comme le périmètre du bassin divisé par la circonférence d'un cercle à la même zone du bassin. Le coefficient de compacité est proportionnel à l'évaluation du risque d'érosion ce qui nécessite la mise en œuvre des mesures de protection et de conservation (Horton, 1945).

**Tableau 5.** Liste des paramètres morphométriques de forme utilisés dans cette étude (Benzougagh ,2016).

	Paramètres	Formules	Références
Paramètres de forme	Rapport d'allongement (Re)	$Re = \sqrt{\left(4 * \frac{A}{P}\right)} / L$	Schumm, 1956
	Rapport de circularité	$Rc = 4\pi A / P^2$	Strahler, 1964
	Facteur de forme (Ff)	$Ff = A / L^2$	Horton, 1945
	Rapport de compacité(Cc)	$Cc = 0,2821P/A^{0,5}$	Horton, 1945

## 8. Hypsométrie

Du fait que la plupart des facteurs météorologiques et hydrologiques sont fonction de l'altitude, il est intéressant d'étudier l'hypsométrie du bassin versant par tranche d'altitude en construisant un hypsogramme ou histogramme de fréquence des altitudes, sur lequel la courbe hypsométrique est construite (tracée). Cette courbe fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Elle représente la répartition de la surface du bassin en fonction de son altitude (Abdeddaim, 2018).

Il existe des altitudes caractéristiques d'hypsométrie

- Altitude maximale : C'est le point le plus élevé du bassin versant H max
- Altitude minimale : C'est le point le plus bas du bassin versant H min
- Altitude moyenne :

$$H \text{ moy} = \frac{\sum H_i B_i}{A}$$

$H_i$  = Altitude moyenne entre deux courbes de niveau consécutives.

$B_i$  = Surface entre deux courbes de niveau consécutives.

-Altitude médiane  $H_{50\%}$  : de la courbe hypsométrique

-Altitude  $H_{5\%}$  et  $H_{95\%}$  : sont les altitudes au-dessus desquelles s'inscrivent respectivement 5% et 95% de la surface totale du bassin versant, projetées sur la courbe hypsométrique (**Houes, 2008**).

## 9. Pente

L'établissement de la carte des pentes a été fait à l'aide de l'outil ArcGis. La pente est un élément fondamental dans toute étude de l'érosion. La topographie, représentée par les pentes, constitue un des facteurs essentiels de la dégradation du milieu physique et un élément important influant sur l'écoulement des eaux et l'occupation des sols (**Berghout, 2017**).

### 9.1. Indice de pente global

L'indice de pentes à partir de l'hypsométrie des bassins, on a déterminé l'indice de pente global  $I_g$  qui est le rapport de la dénivelée mesurée entre les altitudes dépassées pour 95 % et 5 % de la courbe hypsométrique, ramenée à la longueur du rectangle équivalent du bassin versant. Il a été déterminé par la formule suivante :

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

Avec :

D : dénivelée  $h_{5\%} - h_{95\%}$ , définie sur la courbe hypsométrique ou même directement à l'œil sur la carte topographique (m) ;

L : longueur du rectangle équivalent (Km).

### 9.2. Indice de pente de Roche ( $I_p$ )

Tient compte de la forme de la courbe hypsométrique et de l'importance des différentes tranches d'altitude (**Dali, N2018**).

Il est donné par la formule suivante :

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{B_i (J_i, J_{i.1})}$$

L : Longueur du rectangle équivalent.

B<sub>i</sub>: Fraction de la surface totale du bassin versant comprise entre J<sub>i</sub> et J<sub>i.1</sub> donnée par la répartition hypsométrique.

### 9.3. La dénivelée spécifique D<sub>s</sub>

L'indice I<sub>g</sub> décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente, il était donc difficile de comparer des bassins de tailles différentes. La dénivelée spécifique D<sub>s</sub> ne présente pas cet inconvénient : elle dérive de la pente globale I<sub>g</sub> en la corrigeant de l'effet de surface admis étant inversement proportionnel à  $\sqrt{A}$ . La dénivelée spécifique D<sub>s</sub> permet alors de comparer des bassins de tailles différentes (**Dali, 2018**).

## **PARTIE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION**

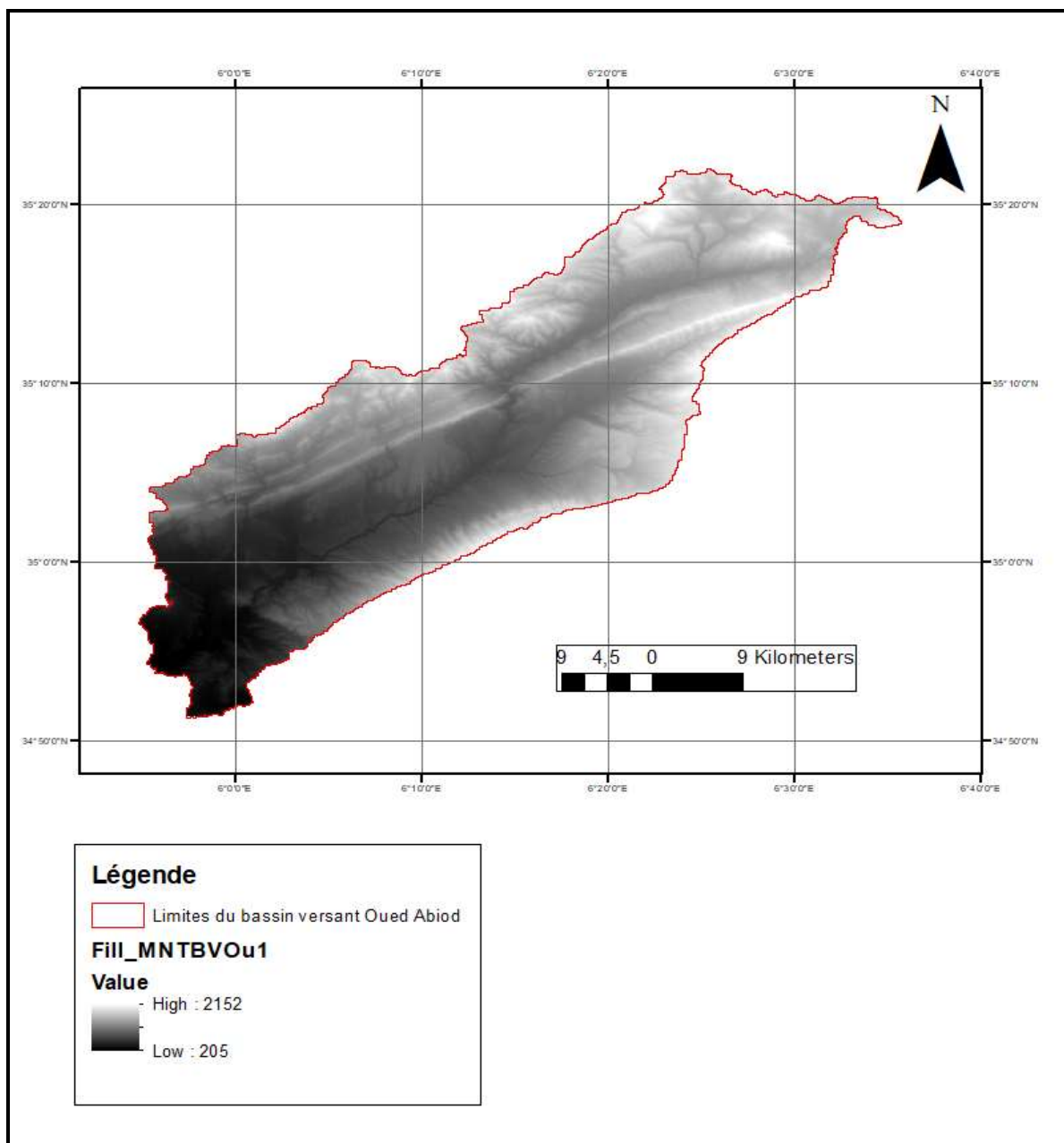
## 1. Les paramètres morphométriques linéaire

### 1.1. L'extraction du réseau hydrographique et sont hiérarchisation sur Arc Gis

Les étapes à suivre sont comme suit :

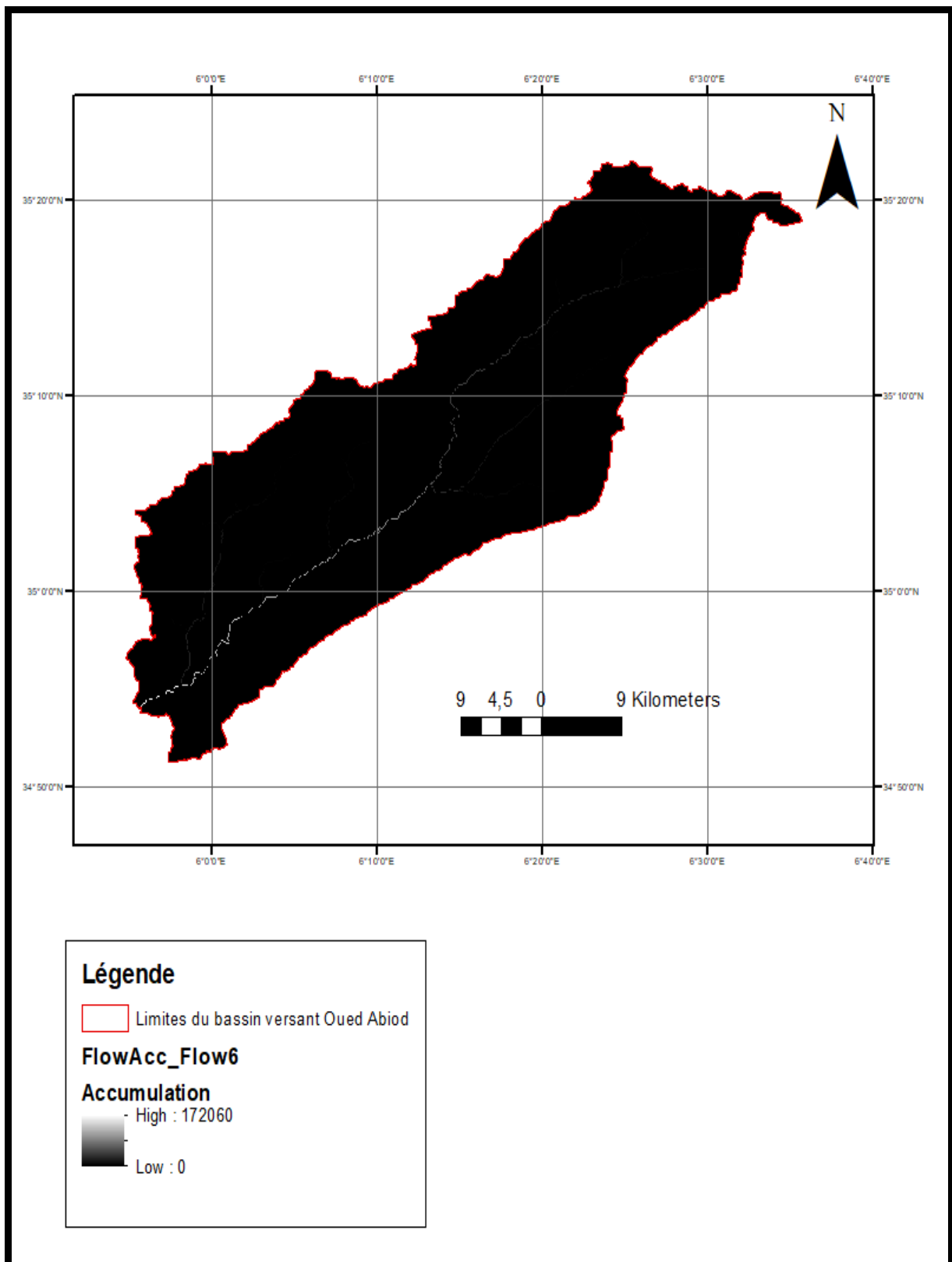
- La correction de MNT

Pour extraire le réseau hydrographique à partir du modèle numérique du terrain du bassin versant d'Oued Labiod, il faut procéder avant tout à la correction de ce dernier pour combler les lacunes qui peuvent exister.



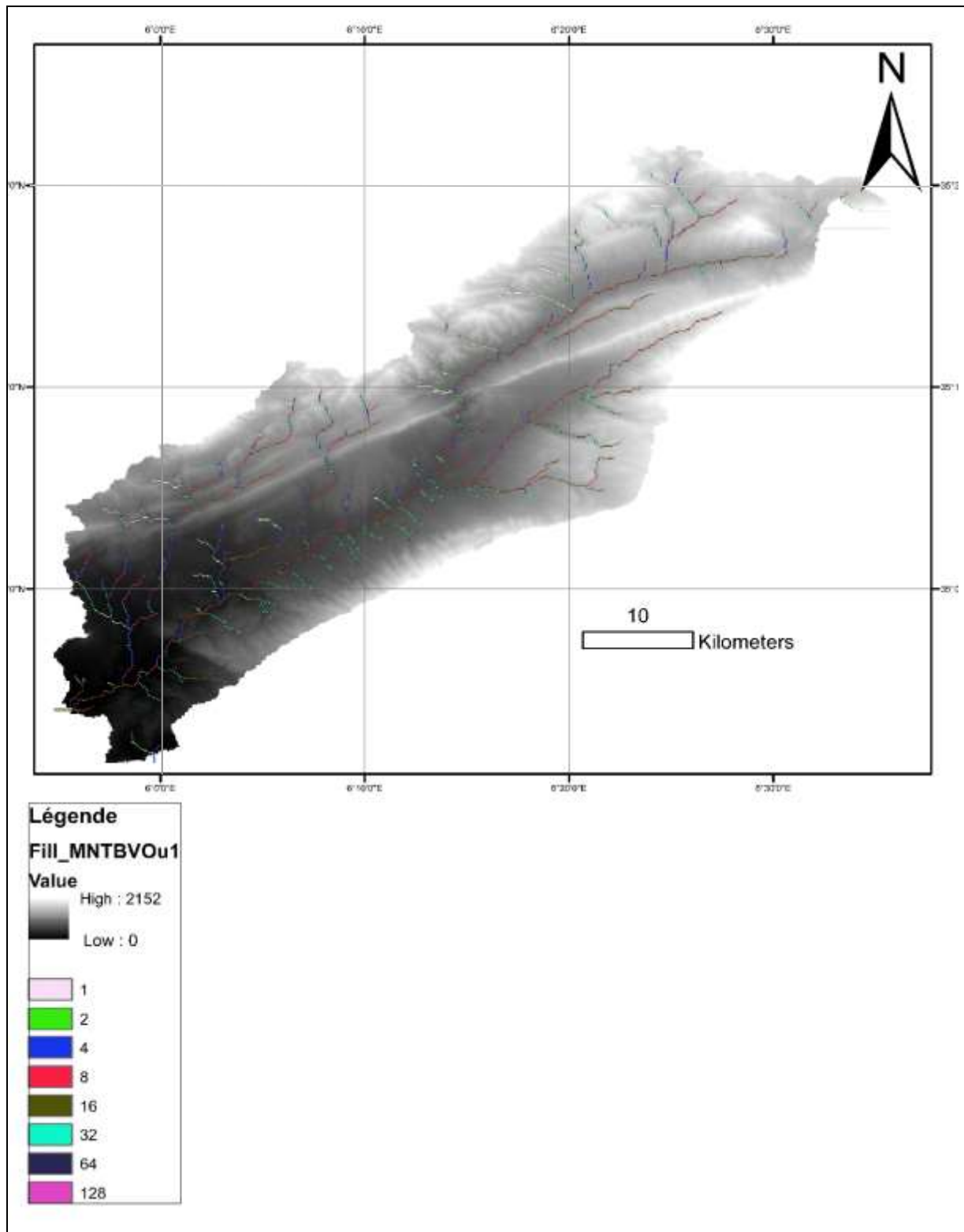
**Figure 6.** Carte du modèle numérique du terrain du bassin de l'Oued Labiod corrigée avec comblement des vides.

- Accumulation de l'écoulement des eaux superficielles (Fig.7).

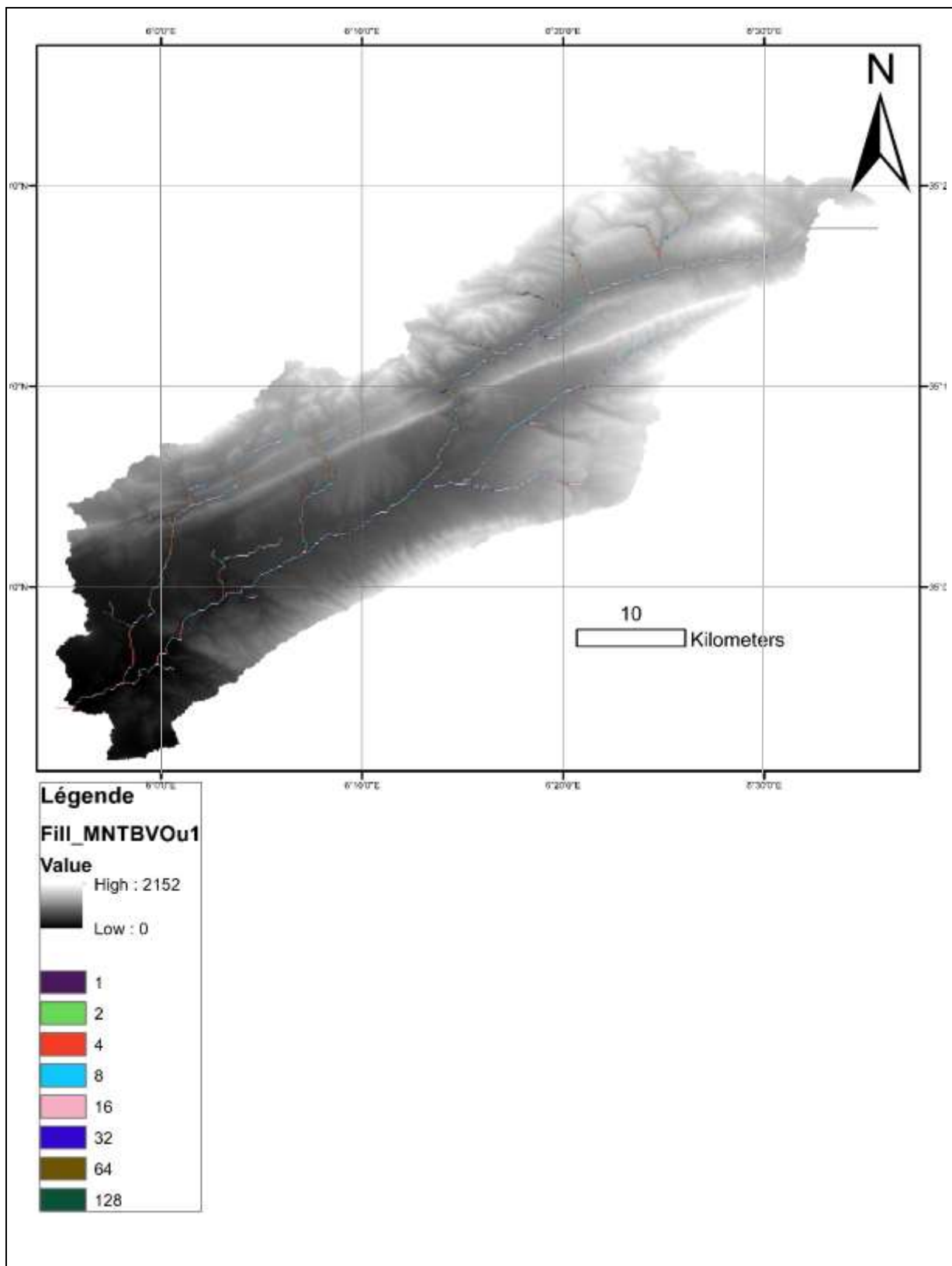


**Figure 7.** Carte d'accumulation de l'écoulement des eaux superficielles.

-Influence du choix du seuil sur la densité du réseau hydrographique pour un MNT de (30m x 30m), (Fig 8) un seuil de 500 pixels (Fig. 8) un seuil de 2000 pixels.

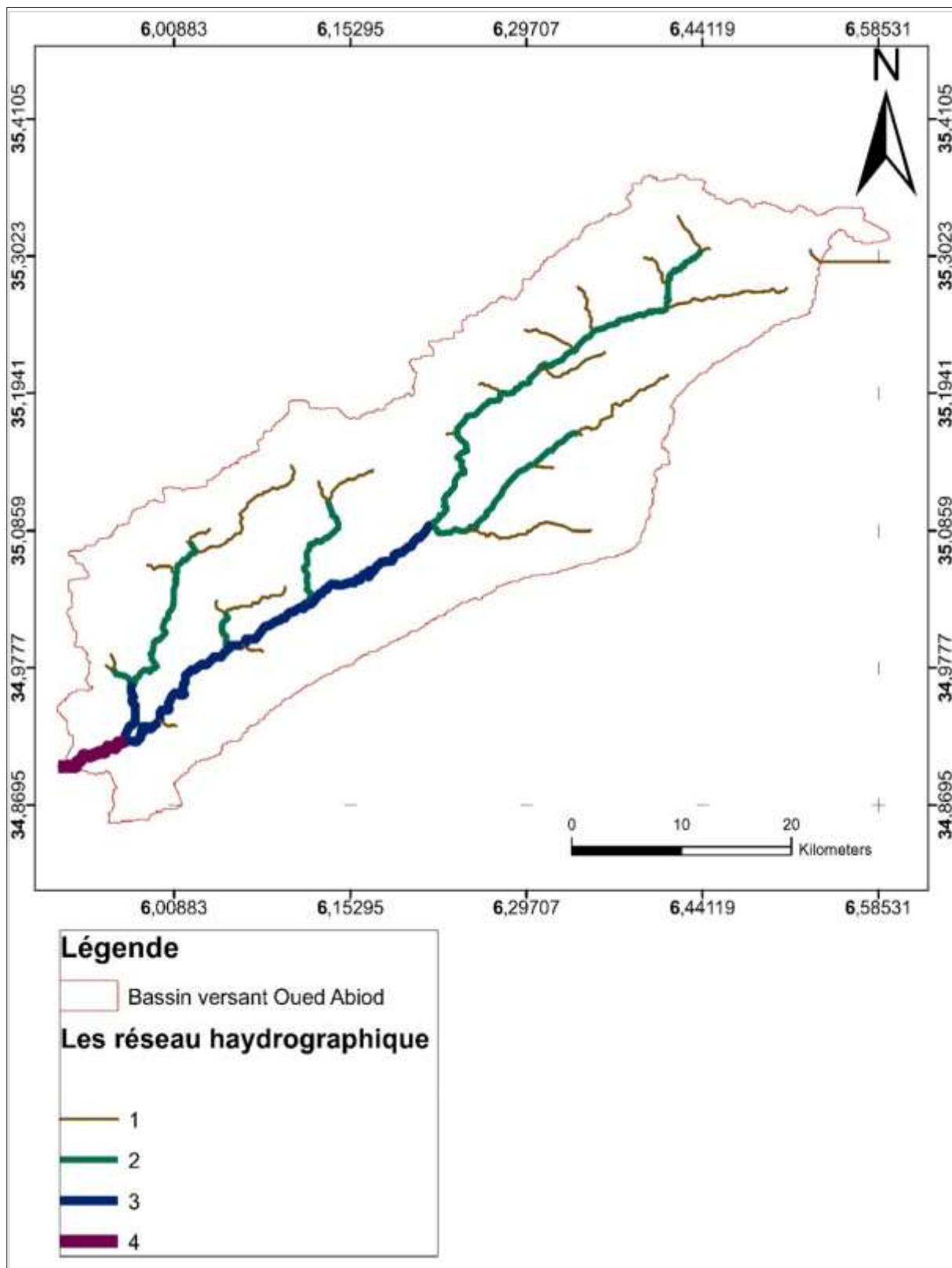


**Figure 8.** Influence du choix du seuil sur la densité du réseau hydrographique pour un MNT de (30m x 30m), un seuil de 500 pixels.



**Figure 9.** Influence du choix du seuil sur la densité du réseau hydrographique pour un MNT de (30m x 30m), un seuil de 2000 pixels.

Le réseau hydrographique extrait (Fig.10), permet d'analyser avec précision les caractéristiques hydrologiques du bassin versant d'Oued Abiod.



**Figure 10.** Ordination des cours d'eau selon Strahler, pour le bassin versant de l'Oued Labiod, pour un seuil hydrographique de 2000 pixels.

## 1.2. Les réseaux hydrographiques

À partir de cette donnée, nous avons déterminé la longueur totale et moyenne de chaque ordre. Les résultats sont synthétisés dans (tab 6)

**Tableau 6.** Classification, nombre de cours d'eau et leur longueur.

Ordre	Nombre de cours d'eau	Longueur (m)	Longueur Moyenne du flux (m)
1	110	1782,4	16 ,2
2	51	1036,7	20 ,3
3	30	1183,1	39,4
4	38	951,2	25,03

Les paramètres linéaires comprennent : longueur du flux, rapport du flux, fréquence de flux, densité de drainage, texture du drainage, rapport de bifurcation et durée de l'écoulement de surface.

Dans notre cas, la valeur de bifurcation moyenne (4,63) est médium.

**Tableau 7.** Les caractéristiques morphométriques linéaires du bassin versant d'Oued Labiod.

Paramètres	Valeur
Longueur du flux (Lu)	4116,2 m
Flux rapport de longueur (RL)	0,99
Rapport de bifurcation moyenne (RBM)	4,63
Densité de drainage (Dd)	3,24 km/km <sup>2</sup>
Drainage texture (T)	0,58
Fréquence de flux (Fs)	0,18
Durée de l'écoulement de surface (Lo)	1,62 h

### 1.2.1. La densité de drainage

La densité de drainage est assez importante avec une valeur de 3,24 km /km<sup>2</sup> ce qui peut s'expliquer par le fait que le sol et le sous-sol n'est pas très perméable.

### 1.2.2. La texture de drainage

Dans notre zone d'étude la texture de drainage de valeur 0,58 ce qui indique que très grossière.

### 1.2.3. Fréquence de flux

La fréquence de flux dans cette zone d'étude avec une faible valeur 0,18.

### 1.2.4. Bifurcation ratio (Rb)

Les valeurs de bifurcation ratio du réseau hydrographique du bassin versant d'oued Labiod sont faible varié entre 0,78-2,15 indique que le bassin versant est moins effectué (tab. 8).

**Tableau 8.** Bifurcation ratio (Rb) du réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Labiod.

<b>Bifurcation ratio (Rb)</b>	<b>Valeur</b>
N1 /N2	2,15
N2/N3	1,70
N3/N4	0,78

## 2. Les paramètres morphométriques de forme

### 2.1. Indice de Gravelius (KG)

La valeur de Kc est 2,19 d'où le bassin versant de l'Oued Labiod à une forme allongée.

### 2.2. Le rectangle équivalent

La longueur et la largeur du rectangle équivalent du bassin versant d'Oued Labiod est comme suit :

$$L = 79,38 \text{ km.}$$

$$l = 14,49 \text{ km.}$$

### 2.3. Rapport d'allongement (Re)

Dans la zone d'étude, la valeur de rapport d'allongement est 0,053 ce qui indique que ce bassin versant a une forme allongée.

### 2.4. Rapport de circularité (Rc)

Dans le bassin versant de l'Oued Labiod que nous étudions la valeur de rapport de circularité est de 0,21 ce qui confirme que ce bassin est de la forme allongée.

### 2.5. Facteur de forme (Ff) :

La forme de forme dans notre zone d'étude leur valeur est 0,20 après les résultats des analyses, nous pouvons en déduire que le bassin versant de l'Oued Labiod a une forme allongée. Ainsi débits de pointe faible mais de longue durée.

### 2.6. Rapport de compacité (Cc)

Dans le bassin versant que nous étudions la valeur de rapport de compacité est 2,21 écarts type faible.

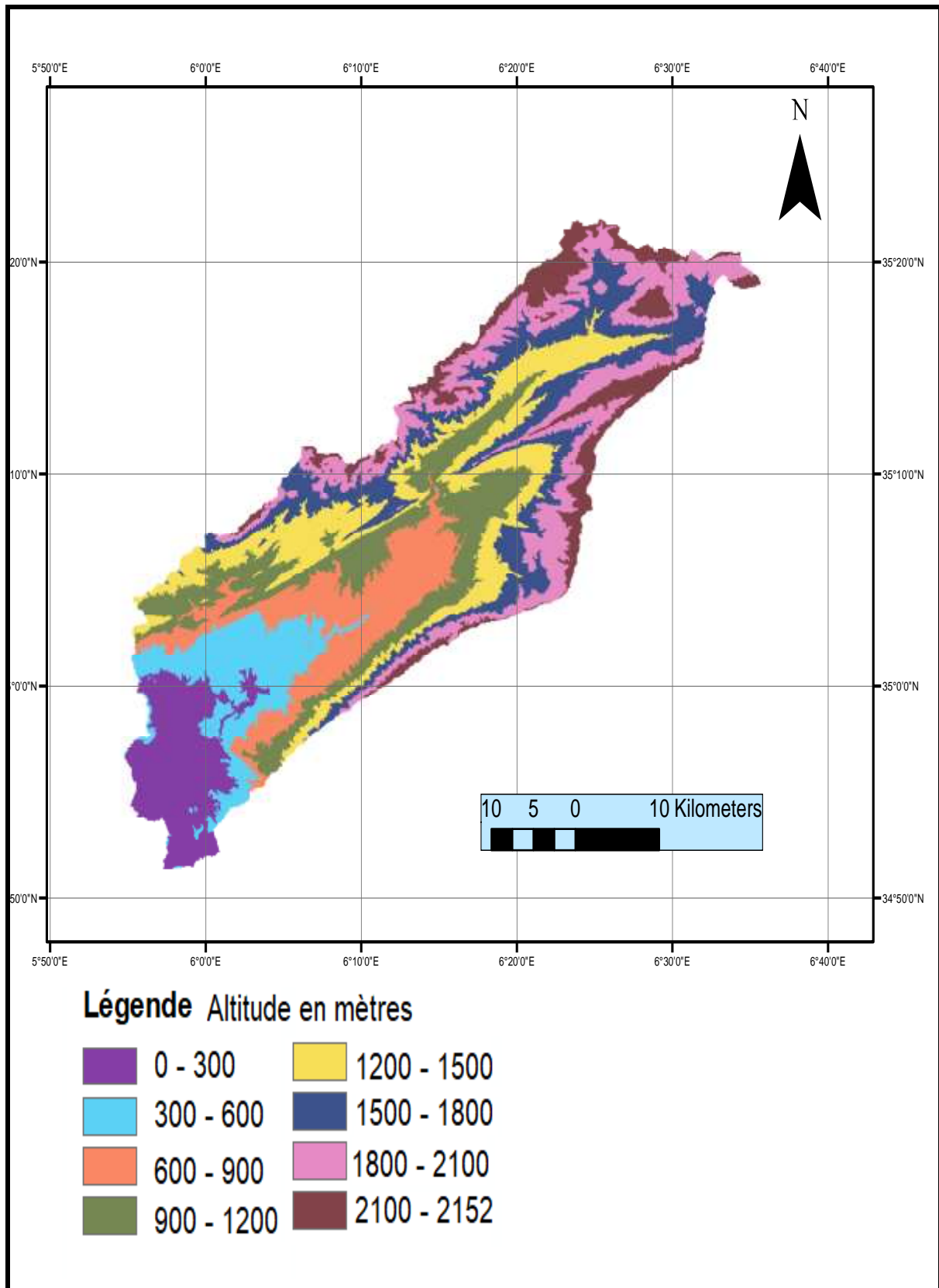
**Tableau 9.** Les caractéristiques morphométriques de forme du bassin versant d'Oued Labiod.

Paramètres	Valeurs
Surface	1269 km <sup>2</sup>
Périmètre	278,64 km
Rapport d'allongement (Re)	0,053
Rapport de circularité (Rc)	0,21
Facteur de forme (Ff)	0,20
Rapport de compacité (Cc)	2,21

## 3. Analyse hypsométrique

L'analyse hypsométrique est très utile pour l'étude du relief et aide à comprendre le comportement hydrologique d'un bassin versant.

.La carte hypsométrique (Fig. 11), est réalisée à l'aide d'ArcGis, indique que :La forme concave de la courbe hypsométrique (Fig 11), indique que le bassin est en état de maturité.



**Figure 11.** Carte hypsométrique du bassin versant d'Oued Labiod (notre élaboration).

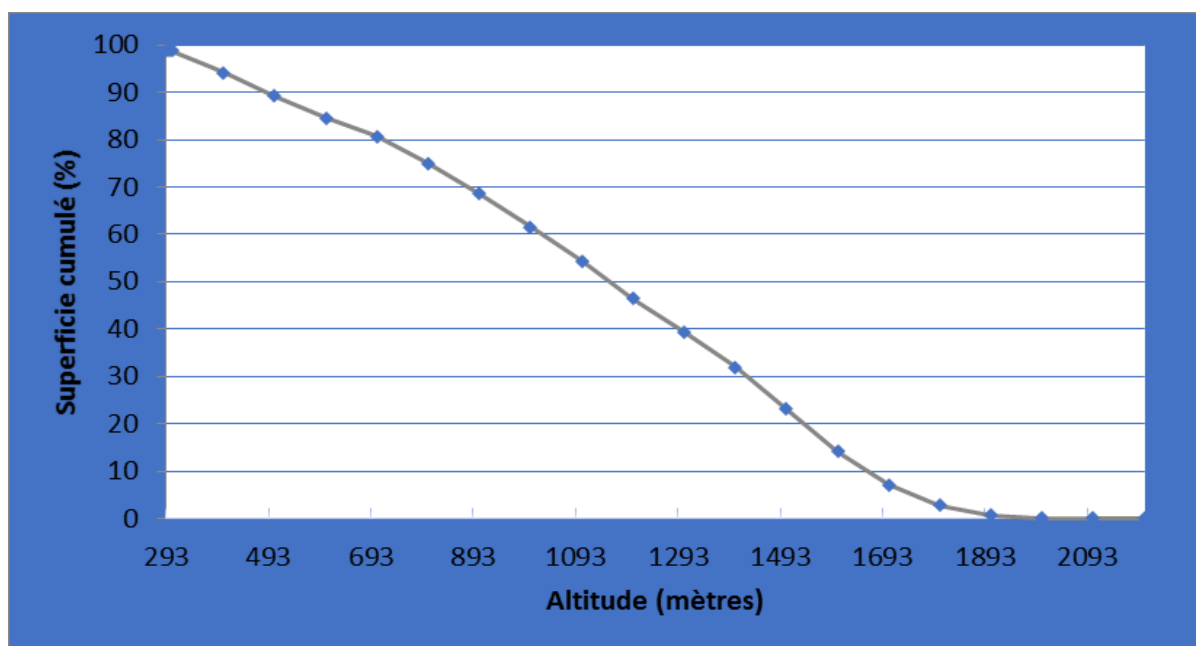
### 3.1. Courbe hypsométrique

L'analyse hypsométrique du bassin versant d'Oued Labiod est récapitulée dans le tableau 10 et la courbe hypsométrique du bassin (Fig 12), est tracée à partir de ces données.

La forme de la courbe hypsométrique est caractéristique de l'état de maturité du relief (jeune, en équilibre et vieux) ainsi que de sa capacité érosive (Musy, 2005). Selon Strahler (1952) et de manière générale si la forme de la courbe hypsométrique est convexe elle peut être caractéristique d'un relief moins érodé. En ce qui nous concerne notre courbe hypsométrique est concave ce qui la caractérise par une érosion moins intense.

**Tableau 10.** Données hypsométriques du sous bassin versant d'Oued Labiod (notre élaboration).

Tranche d'altitude (m)	superficie (%)
<295	100
295	98,98
300	98,98
305	98,78
405	94,11
505	89,18
605	84,58
705	80,65
805	75,04
905	68,63
1005	61,58
1105	54,28
1205	46,46
1305	39,38
1405	31,97
1505	23,15
1605	14,2
1705	7,1
1805	2,71
1905	0,63
2005	0,1
2105	0,01
2205	0



**Figure 12.** Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Labiod (notre élaboration).

### 3.2. Les altitudes caractéristiques

Les altitudes caractéristiques du bassin versant d'Oued Labiod sont comme suit :

- L'altitude minimale correspond à 293 m.
- L'altitude maximale correspond à 2152m.
- L'altitude médiane correspond à 406m.
- L'altitude moyenne Pour le cas de notre bassin versant  $H_{\text{moy}} = 1375$  m.
- Altitude 95% correspond à 380m.
- Altitude 5% correspond à 1755m.

## 4. Pente

### 4.1. Carte des pentes

La topographie, influe sur l'écoulement superficiel des eaux de ruissellement. Elle conditionne le ruissellement sur les versants et détermine en partie le temps de réponse du cours d'eau aux impulsions pluviométriques. La carte des pentes générée par Arc Gis 10.1, a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain (MNT).

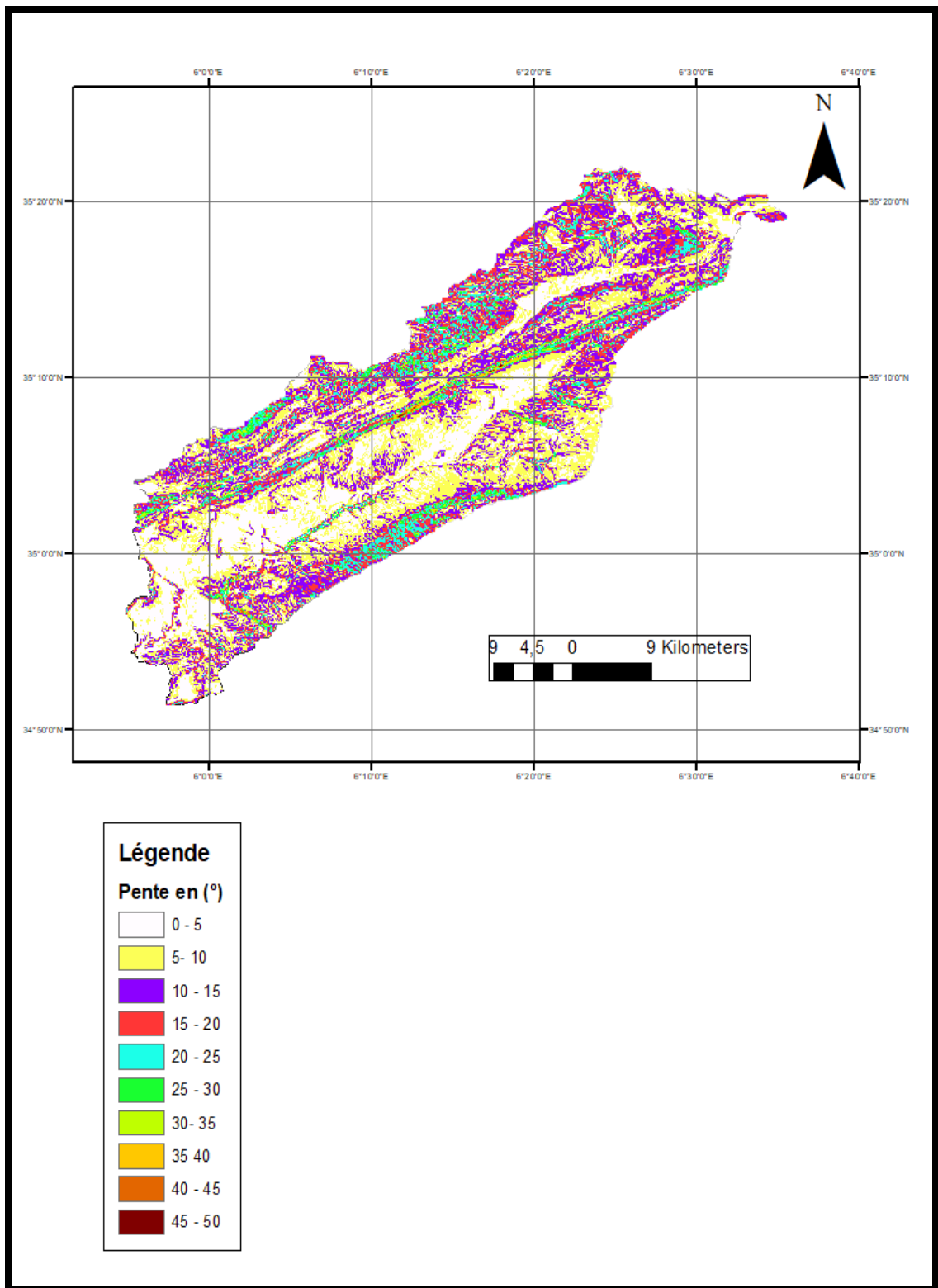
Il ressort de la carte des pentes (Fig. 13), 10 classes allant de 0-5 à 45-50%. Nous ne

constatons que la région présente différents niveaux orographiques dont les plus importants sont accidentés (plus de 40%) suivi des pentes douces et moins accidentées (5-10%).

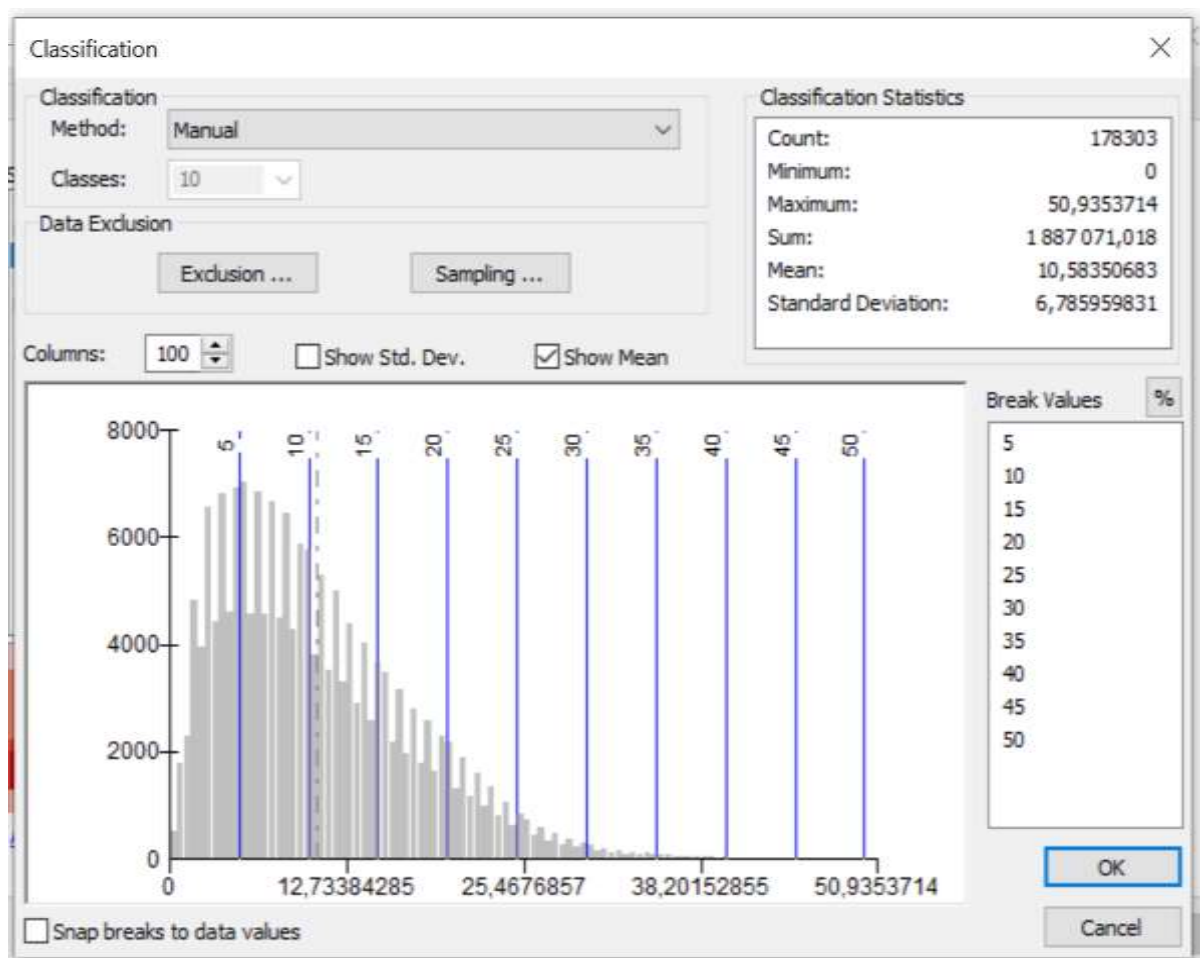
L'influence sur les cours d'eau et la forme du réseau hydrographique dépend ainsi de ces différents degrés hydrographiques. Les écoulements sont plus rapides en hauteur et plus lents en bas de pente. Ceci apparaît nettement au niveau de la représentation du chevelu hydrographique présenté dans la carte.

Les écoulements d'eaux en termes de débit et de temps peuvent en outre trouver leur explication dans les classes de pente types adoptées. Entre autres classes nous avons celle de Tricabt (1965) qui se définissent comme suit.

- Inférieures à 1°, où le ruissellement est rare et ne se concentre pas. Dans les régions arides ou semi-arides, l'infiltration est importante sur de telles surfaces et il faut une averse très violente ou des terrains très imperméables pour qu'un ruissellement soit déclenché.
- Comprises entre 1 et 5°, où le ruissellement devient plus important lorsque jouent certains facteurs favorables, La plupart des cônes alluviaux et des glacis d'épandage fréquemment parcourus par la végétation et surtout, la nature lithologique.
- Pentes supérieures à 20°, où dans toutes les conditions, le ruissellement est intense et débute au-dessus d'un seuil pluviométrique faible.



**Figure 13.** Carte des pentes du bassin versant d'Oued Labiod.



## 4.2. Indice de pente global (Ig)

L'indice de pente globale du bassin versant objet d'étude est de 17,32m/km, Selon la classification d'O.S.T.R.O,le relief d'un bassin versant est très fort ( $0,1 < I_g$ ).

**Tableau 11.** Classification d'O.S.T.R.O.M (Office Régional Scientifique et Technique d'Outre-Mer) sur la base de l'indice global.

Classe	Type de relief	Indice global
R1	Relief très faible	$I_g < 0.002$
R2	Relief faible	$0.002 < I_g < 0.005$
R3	Relief assez faible	$0.005 < I_g < 0.01$
R4	Relief modéré	$0.01 < I_g < 0.02$
R5	Relief assez fort	$0.02 < I_g < 0.05$
R6	Relief fort	$0.05 < I_g < 0.1$
R7	Relief très fort	$0.1 < I_g$

### 4.3. Indice de pente de Roche (Ip)

$$I_P = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{B_i (J_i \cdot J_{i.1})}$$

$J_i = J_{i.1} = d_i$  (la dénivelée). (Haoues, 2008)

$$I_p = 2,17$$

### 4.4. La dénivelée spécifique Ds

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  $\sqrt{A}$ . La dénivelée spécifique  $D_s$  permet alors de comparer des bassins de tailles différentes (Dali, 2018).

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

La dénivelée spécifique du bassin est de 616,99 m, ce qui traduit un relief très fort.

La classification O.R.S.T.O.M du relief des bassins versant d'après le dénivelée spécifique (Tab 5)

**Tableau12.** Classe de relief suivant la classification du l'O.S.T.R.O.M (Office Régional Scientifique et Technique d'Outre-Mer).

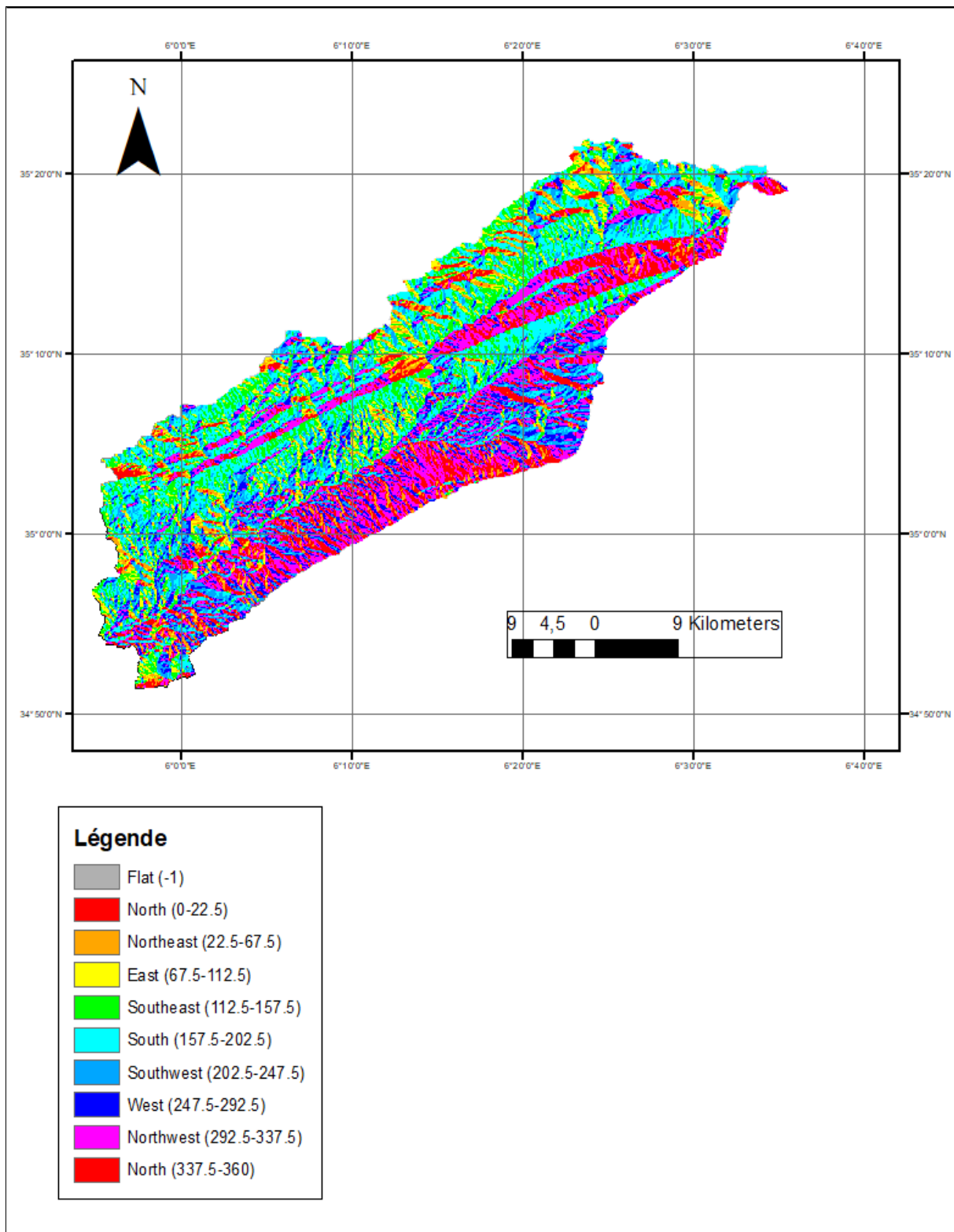
Classe	Type de relief	Dénivelés spécifique
<b>R1</b>	Relief très faible	$D_s < 10$ m
<b>R2</b>	Relief faible	$10\text{m} < D_s < 25$ m
<b>R3</b>	Relief assez faible	$25\text{m} < D_s < 50\text{m}$
<b>R4</b>	Relief modéré	$50\text{m} < D_s < 100\text{m}$
<b>R5</b>	Relief assez fort	$100\text{m} < D_s < 250\text{m}$
<b>R6</b>	Relief fort	$250\text{m} < D_s < 500\text{m}$
<b>R7</b>	Relief très Fort	$D_s > 500\text{m}$

#### **4.5. Exposition des pentes**

Comme pour les pentes, l'orientation de versants est calculée sous ArcGis 10.1. L'opération calcule l'orientation de la pente pour chaque cellule de la grille d'altitude. Chaque cellule de la grille en sortie représente l'orientation de la ligne de plus grande pente de la cellule de la grille en entrée. Les valeurs d'exposition sont continués de 0° (nord) jusqu'à 360° dans le sens horaire.

L'exposition identifie la direction de pente descendante du taux de variation maximal des valeurs de chaque cellule par rapport aux cellules voisines.

- Calculer l'ensoleillement de chaque emplacement d'une région dans le cadre d'une étude visant à déterminer la diversité de vie de chaque site.
- Rechercher tous les adrets d'une région montagneuse pour identifier les lieux dans lesquels la neige fondra probablement en premier dans le cadre d'une étude visant à identifier les quartiers résidentiels qui seront affectés en premier par l'écoulement.
- La carte de classification (Fig. 14) présente plusieurs orientations dont les plus dominantes sont celles à orientation nord suivie de celles Nord Est, Ouest et Sud-Ouest.
- Nous pouvons dire que ce qui caractérise la région de par ces multiples orientations c'est l'effet climatique avec un impact sur les formations possibles lithologiques très particulièrement et les textures du sol.
- La formation du réseau hydrographique dont le chevelu ne présente pas des ramifications nombreuses s'explique donc par ce facteur d'orientation.



**Figure 14.** Carte d'exposition des pentes du bassin versant d'Oued Labiod.

## **CONCLUSION GENERALE**

## Conclusion

Le bassin versant d'Oued Labiod est l'un des grands bassins des massifs d'Aurès, doté d'un climat semi-aride. Le travail exposé dans ce mémoire consiste à utiliser le logiciel ArcGis pour essayer de connaître et analyser les différents paramètres morphométriques du bassin versant d'Oued Labiod à partir d'un MNT. Nous avons obtenus les résultats suivants :

- Le bassin versant d'Oued Labiod est caractérisé par une forme allongée avec un indice de Gravelius de 2,19, un rapport d'allongement de 0,053, et un rapport de circularité de 0,2.
- Le relief du bassin versant objet d'étude est très fort avec des altitudes caractéristiques comme suit : l'altitude minimale correspond à 293 m, l'altitude maximale correspond à 2152m, l'altitude médiane correspond à 406m, l'altitude moyenne est de 1375m, altitude 95% correspond à 380m, et l'altitude 5% correspond à 1755m.
- Le réseau hydrographique ne présente pas des ramifications nombreuses ; avec une densité du drainage très forte étimé à  $3,24 \text{ km/km}^2$ , texture de drainage très grossière avec une valeur de 0,58, la fréquence de flux est de 0,18, la durée de l'écoulement de surface est estimé à 1,62 heure.
- A partir de ce qui précédé nous pouvons constater que le bassin d'Oued Labiod peut être un milieu favorable à l'érosion et donc au transfert solide.

## Références Bibliographiques

- Abdeddaim, H. (2018). *Contribution à l'étude de l'influence de la structure du réseau hydrographique sur le risque hydrologique « cas des bassins de l'est de l'Algérie »*. [Thèse de doctorat]. Université mohamed khider\_Biskra.
- Aidoudi, L. (2012). *Etude du bilan hydrologique de la retenue du barrage Foum EL Gherza (Wilaya de Biskra)*. [Mémoire de magister]. Université Mohamed Khider\_biskra.
- Benzougagh, B., Dridi, A., Boudad, L., Sdkaoui, D. Et Baamar B. (2016). *Apport des SIG et télédétection pour l'évaluation des caractéristiques physiques du bassin versant d'oued Inaouene (Nord\_Est Maroc) et leurs utilités dans le domaine de la gestion des risques naturels*. Am.J . innov.
- Dali, N. (2018). *Contribution à l'actualisation et Gestion Durable des ressources en eau des bassins des hauts plateaux constantinois*. [Thèse de Doctorat en sciences]. Université Badji Mokhtar\_annaba.
- Derghal, Z. (2016). *Modélisation du transport solide à l'échelle de la crue en utilisant le logiciel (HECRAS\_HECHMS) : cas d'Oued Abiod*. [Mémoire de Master]. Annaba .
- Douvinet, J. (2006). *Intérêts et limites des données « Cat Nat » pour un inventaire des inondations : l'exemple des crues rapides liées à de violents orages (Bassin Parisien, Nord de la France ) Norois, n°201, 2006/4, 17\_30 DOI : 10.4000/ Norois*.
- Fartas, F., Marouf, N. et Remini, B. (2017). *Quantification du transport solide en suspension dans l'Oued Labiod \_conséquence sur l'envasement du barrage de Foum EL Gherza (Algérie)*.
- Haoues, C. (2007). *Évaluation par analyse multicritères du risque d'érosion dans la vallée de l'Oued Labiod (approche systématique )*. [Thèse de Doctorat]. Université colonel El Hadj Lakhdar \_ Batna.
- Hamel, A. (2009). *Hydrogéologie des systèmes aquifères en pays montagneux à climat semi\_aride « cas de la vallée d'Oued Labiod (Aures)»*. [Mémoire de Magister]. Université Mentouri\_Constantine .
- Horton, R. (1932). *Drainage bassin characteristics* .Trans Am Geophys Union.
- Horton, R. (1945). *Erosional development of systems and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology*. Geol Soc Am Bull.
- Humbert, J. (1990). *Intérêt de la densité de drainage pour régionaliser les données hydrologiques en zone montagneuse. Hydrology in mountainous Régions. I \_Hydrological Measurements .The Water Cycle (Proceedings of two Lausanne*

- Symposia, August 1990*). IAHS Publ no.
- Kasmiouri, D. et Zidane, A. (2007). *Caractérisation des crues d'Oued Labiod au droit du barrage Foum El Gherza .Mémoire fin d'étude s'ingénierie d'état*. Faculté des sciences et de technologie. Département d'hydraulique et génie civile .Université Mohamed Khider \_Biskra.
- Krimil, F. (2008). *Essai de modélisation de la gestion du barrage Foum El Gherza (wilaya de Biskra)*. [Thèse de Magister]. Université El hadj Lakhdar \_Batna.
- Mayuri, K. et Arunima, N. *Morphometric Analyses of Baeapani River Basin Un Karbi Anglong District .Assam International journal of scientific ans Research Publicications* .Volume 6 , Issue 10.
- Berghout, A. (2018). *Estimation de l'érosion dans le bassin versant d'Oued Labiod par le modèle de Gavrilovic«érosion potentiel méthode EPM »*. [Mémoire de Master]. Université Mohamed Boudiaf \_M'silla.
- Miller, V. (1953). *A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, virginia and Tennessee.Tech*. Repport n°3, Dept of Geology, Columbia University, New York \_USA.
- Nambi, H., Chandra, B., Venkata, R. et Venkateswarulu, N. (2015). *Morphometric Analysis of Penna sub-basin in Nellore District using RS and GIS*. International Journal of Advanced Research, Volume 3, Issue 12.
- Magesh, N. S. et Chandrasekar, N. (2012). *GIS model-based morphometric evaluation of Tamiraparani subbasin, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India*. *Arab J Geosci DOI 10.1007/s12517-012-0742-z*.
- Schumm, (1956). *Evolution of drainage systems and slopes in Badlands at Perth Amboy*. New Jersey. Natl Geol Soc Am Bull.
- Smith, K. (1950). *Standards for grading textures of erosional topography*. Am. J. Sci.
- Strahler. (1957). *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. Trans. Am. Geophys
- Strahler, A. (1964). *Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks*, VT Chow (ed), Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company, New York.
- Rezki, Z. (2013). *Caractérisation des crues de Oued Labiod au droite de la retenue du barrage de Foum EL Gherza (biskra)*. [Thèse de Master]. Université Mohamed Khider \_Biskra .
- Umair, A. et Syed, A. (2014). *Analysis of Drainage Morphometry ans Watershed Prioritization of Romushi \_ Saser Catchment ,Kashmir Valley, India using Remonte*

*Sensing and GIS Technology*. [International Journal of advanced Research].

Zaoianu, L. (1985). *Morphometry of Drainage basins*. *Development in water science (eds)* ,vol.