

# Sommaire

---

Remerciement .....	1
Listes des figures et Tableaux.....	3
Introduction général.....	4
<b>CHAPITRE 1 : présentation générale de la zone d'étude.</b>	
1. Situation géographique.....	6
2. Aperçu sur la géologie du Rif et de l'avant pays. ....	7
3. Climatologie .....	10
<b>CHAPITRE 2 : Caractéristiques du réseau hydrographique de Tainaste et Aknoul.</b>	
1. Description du réseau hydrographique .....	12
2. Sous bassins de Tainaste et d'Aknoul.....	14
3. Les paramètres physiographiques des sous bassins.....	18
4. Réalisation des cartes par le MNT(modèle numérique de terrain).....	23
➤ Cartes de pente.....	23
➤ Cartes hypsométrique.....	24
➤ Cartes d'orientation des versants.....	26
5. Synthèse.....	28
Conclusion général .....	29
Bibliographie.....	30

## Listes des figures et Tableaux

<b>Figure 1 :</b> Situation géographique d'Aknoul et Tainaste.....	6
<b>Figure 2 :</b> Extrait de la carte géologique du Maroc (1951).....	9
<b>Figure 3 :</b> diagramme ombrothermique de Gaussen pour la station dans une vallée D'Aknoul (1973-1992).....	10
<b>Figure 4:</b> Moyenne des températures et des précipitations sur une période de 30ans au niveau d'Aknoul (source : Météo Maroc).....	11
<b>Figure 5:</b> Moyenne des températures et des précipitations sur une période de 30ans au niveau de Tainaste (source : Météo Maroc).....	11
<b>Figure 6 :</b> carte de resau hydrographyque de Tainaste .....	13
<b>Figure 7 :</b> carte de réseau hydrographique d'Aknoul.....	14
<b>Figure 8:</b> l'ensemble des sous bassins de Tainast.....	16
<b>Figure 9 :</b> l'ensemble des sous bassins d'Aknoul.....	18
<b>Figure 10 :</b> les différents types de drainage.....	18
<b>Figure 11 :</b> formes de bassin versant.....	20
<b>Figure 12 :</b> influence de la forme sur l'hydrogramme de crue.....	21
<b>Figure 13 :</b> carte des pentes de sous bassin (10) de la zone de Tainsate.....	23
<b>Figure 14 :</b> carte des pentes de sous bassin (6) de la zone de tainaste.....	24
<b>Figure 15 :</b> carte hypsométrique de sous bassin (10) de la zone de tainaste.....	25
<b>Figure 16 :</b> carte hypsométrique de sous bassin (6) de la zone de Tainaste.....	26
<b>Figure 17 :</b> carte d'orientation de sous bassin (10) de la zone de Tainaste.....	27
<b>Figure 18 :</b> carte hypsométrique de sous bassin (6) de la zone de Tainsate.....	27
<b>Tableau1 :</b> les paramètres physiographique des sous bassins d'Aknoul.....	21
<b>Tableau 2 :</b> les paramètres physiographique des sous bassins de Tainaste.....	22

# Introduction générale

---

Depuis quelques années les techniques informatiques ont bouleversé non seulement nos possibilités d'expression cartographique, mais aussi notre conception même de la gestion des données. En effet les Systèmes d'Informations Géographique (S.I.G.) présentaient des avantages précieux, car ils sont capables à la fois de mémoriser l'information disponible et de faciliter la manipulation et l'interprétation des données. Les avantages des S.I.G. sont multiples surtout dans le domaine de planification et de la gestion des ressources naturelles tel que l'eau. Ils offrent la possibilité de la description des organisations spatiales suivant des modèles qui peuvent évoluer avec les progrès des connaissances. Ils favorisent aussi la mise à jour des données, les changements d'échelles et la restitution des cartes thématiques.

Les techniques classiques utilisées dans l'étude des bassins versants sont basées sur des méthodes manuelles, dont les résultats obtenus généralement sont de faible précision.

Avec l'apparition des nouveaux outils tel que les SIG et la télédétection, il est devenu facile de déterminer les paramètres de forme, de relief et d'orientation d'un réseau hydrographique. L'utilisation de ces nouvelles techniques a permis ainsi de répondre aux exigences d'exploitation des eaux superficielles et la prévention des problèmes relatifs aux phénomènes liés à la circulation de ces eaux (érosion, inondation ....).

Parmi les tâches que peuvent effectuées un SIG est le **Dessin assisté par ordinateur (DAO)** : qui présente une discipline permettant de produire des dessins techniques avec un logiciel informatique. Elle Permet l'exécution de commandes graphiques traits (digitalisation du réseau hydrographique), formes (délimitation du bassin versent), point etc.

L'Arc Gis est un logiciel du SIG qu'on a choisi comme outil dans notre étude. La digitalisation du réseau hydrographique à l'aide de ce logiciel grâce au dessin assistée par ordinateur (DAO), nous permettra de savoir la nature et la densité du réseau, La digitalisation des courbes de niveau a partir de la carte topographique de la zone étudiée afin d'élaborer un modèles numériques de terrain (MNT), défini comme l'expression numérique de la topographie, sous forme matricielle ou vectorielle.

Les principales informations qu'on peut extraire à partir de l'MNT sont :

-classification des reliefs.

- classification des pentes.

-détermination des orientations etc.

Grâce à ces techniques informatiques Nous allons déterminer les caractéristiques des sous bassins, des deux communes Tainaste et Aknoul à l'aide de logiciel SIG (Arc Gis).

Pour cette raison il faut savoir la signification du mot bassin versant en hydrogéologie :

Le terme bassin versant désigne le territoire sur lequel toutes les eaux de surface s'écoulent vers un même point appelé exutoire du bassin versant (Banton et Bangoy, 1997). Ce territoire est délimité physiquement par la ligne suivant les crêtes des montagnes, des collines..., appelée ligne des crêts ou ligne de partage des eaux.

Le but de ce travaille est la cartographie par l'outil du SIG (ArcGis) et l'étude hydrographique, topologique et physiographique du deux communes d'Aknoul et Tainaste.

Les résultats escompté du travail sur la région de Tainaste et Aknoul est surtout descriptif et cartographique, les méthodes utilisées ont été réparties en plusieurs étapes :

Collecte de l'ensemble des données géo référencées et des données existantes.

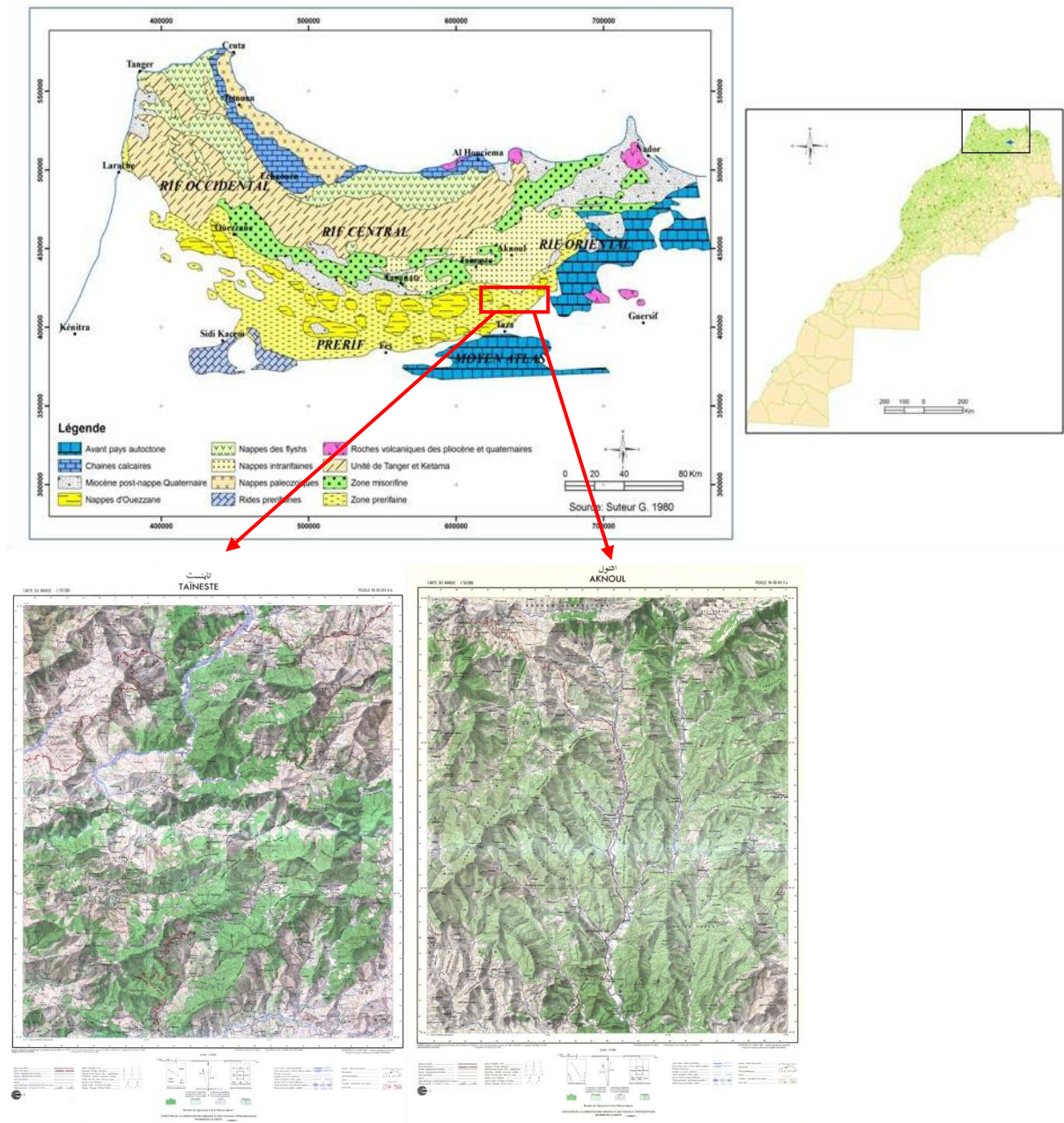
L'intégration de données géo référencées dans le Système d'Information Géographique, pour établir des cartes thématiques et synthétiques.

Création d'un modèle numérique de terrain MNT à partir des données topographiques.

Présentation des cartes à l'aide du logiciel Arc Gis.

# CHAPITRE 1 : présentation générale de la zone d'étude.

## 1. Situation géographique.



**Figure 1 : Situation géographique d'Aknoul et Tainaste**

Aknoul est situé dans la province de Taza à 63 km de la ville de Taza.

Elle est limitée par la commune rurale Gzenaya Al Janoubia. Ses coordonnées Lambert sont :

$X = 640\,500$   $Y = 451\,500$  ainsi que Tainaste est une division administrative à la région de Taza-Al Hoceima-Taounat, elle est située à 1506 mètres d'altitude, ses coordonnées géographiques sont  $34^{\circ}60' N$  et  $4^{\circ}1'60'' W$  en DMS (degrés, minutes, secondes).

## **2. Aperçu sur la géologie du Rif et de l'avant pays.**

### **➤ Géologie de la chaîne du Rif**

La chaîne du Rif est un arc montagneux lié à la convergence alpine Afrique - Europe. Trois domaines structuraux constituent cette chaîne ; le domaine interne, le domaine des nappes de flyschs et le domaine externe. Chacun de ces domaines possède son équivalent dans le pourtour de la Méditerranée occidentale (Tell en Algérie et chaîne Bétique en Espagne).

### **➤ Le domaine interne**

Fait partie de la plaque d'Alboran formée au Mésozoïque entre l'Afrique et l'Europe, il est formé de terrains paléozoïques et leur couverture mésozoïque.

De l'intérieur (coté méditerranéen) vers l'extérieur de ce domaine, on distingue :

Les Sebtides constitués de terrains cristallins et cristallophylliens, les Ghomarides formés par trois unités empilées dont la majeure partie de leur matériel est constituée par des roches paléozoïques et la dorsale calcaire qui est un ensemble de différents types de calcaires d'âge Jurassico-crétacé.

### **➤ Le domaine des nappes de flyschs**

Ce domaine est constitué de plusieurs séries engagées dans une tectonique de nappes. On distingue quatre nappes formées essentiellement par des flyschs qui peuvent parfois montrer des intercalations gréseuses ou marneuses. L'âge des formations va du Lias au Miocène inférieur.

### **➤ Le domaine externe**

Correspond à un sillon comblé par d'épaisses séries, méso-cénozoïques essentiellement marneuse. Quatre ensembles d'unités sont distingués : Les unités intra Rifaines, les unités mésorifaines, les unités pré Rifaines. Le quatrième ensemble est formé par des unités d'origine intra Rifaines mais qui reposent sur les deux derniers ensembles.

## ➤ **Le dispositif structural**

Le Rif est découpé en blocs crustaux séparés par des failles actives. L'unité intrarifaine de Ketama-Tanger est chevauchée vers le nord par des nappes de flyschs et elle même chevauche vers le sud des unités mésorifaines (Andrieux, 1971).

Le mésorif est constitué par des séries jurassico-crétacées (Marçais et Suter, 1966).

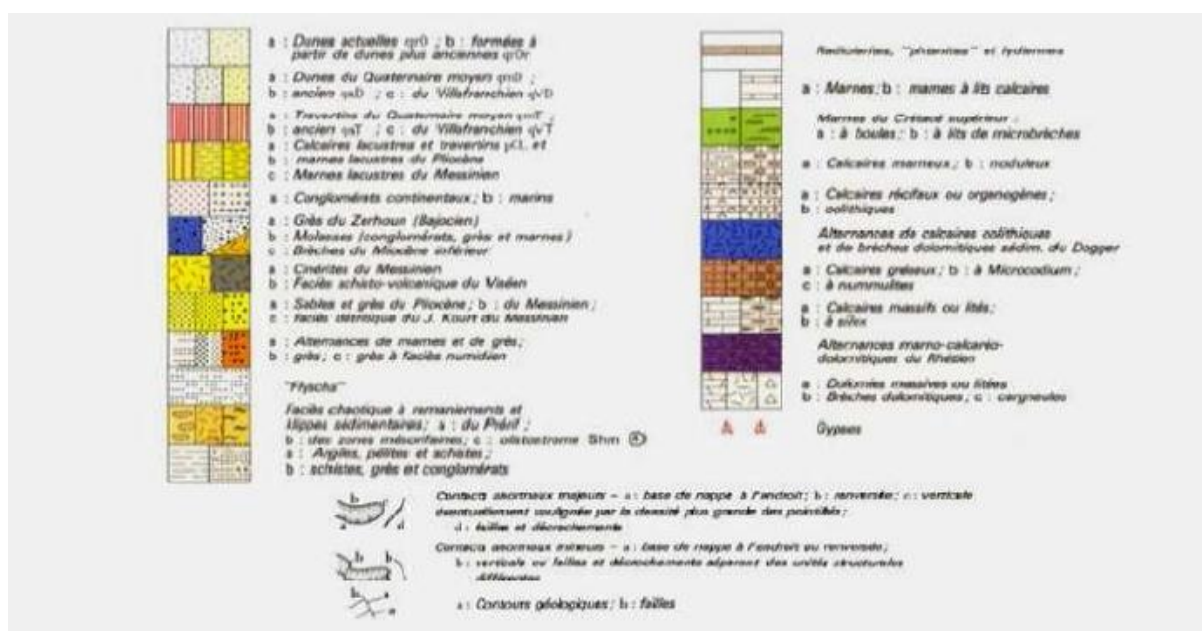
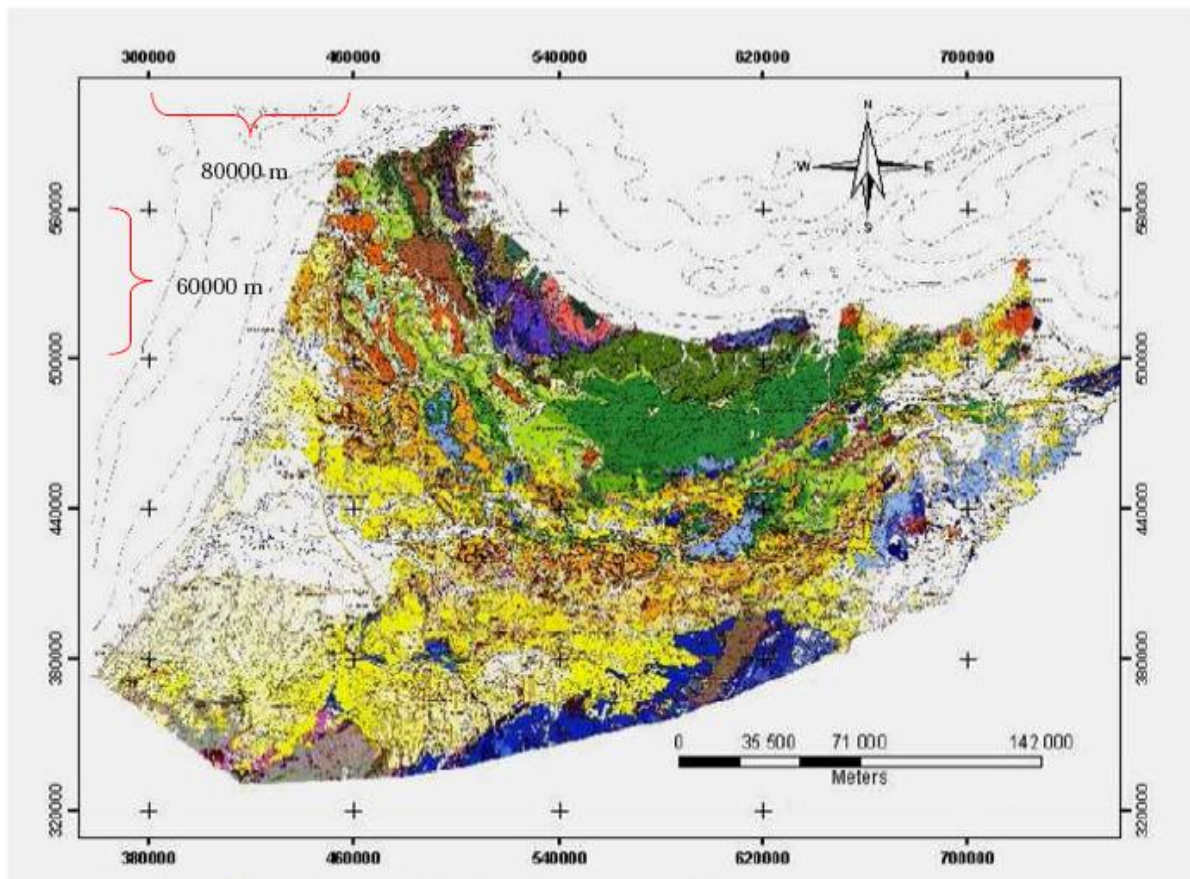
Ses unités sont souvent en position structurale anticlinale qui correspond à des fenêtres en position d'autochtone relatif sous les nappes rifaines (ou d'origine intrarifaine).

Les unités prérfaines sont constituées dans la partie interne par des terrains jurassiques et dans leur partie externe par le complexe prérfaine (ou la Nappe prérfaine) réalisant le comblement de l'avant fosse rifaine au cours du Miocène moyen et supérieur (Pique 1994).

Des unités rifaines ou d'origine intrarifaine (Aknoul, Bouhaddoud et Taïneste) sont des unités complètement déracinées qui reposent sur l'autochtone mésorifain et couvrent en partie le Prérf interne dans le Rif oriental.

La nappe rifaine de Ouazzane (ou nappe de Tsoul) est une nappe de glissement qui a été mise en place jusque dans le Prérf externe. Des lambeaux de cette nappe recouvrent la majorité des collines marneuses prérfaines. Du point de vue géologique, le périmètre étudié est donc localisé dans la chaîne rifaine, qui fut édifiée suite aux mouvements tectoniques (plissements et charriages) qui se sont produits au Miocène.

Elle est constituée de marnes grises bleues assez foncées qui localement sont schisteuses et prennent l'aspect de flysch au niveau d'Aknoul. D'une manière générale, les roches en affleurements au niveau du périmètre sont tendres et imperméables.



**Figure 2 : Extrait de la carte géologique du Maroc (1951)( SUTER G. (1980) Carte géologique de la chaîne rifaine. Notes et Mém. Serv. Géol. MarocN°245).**

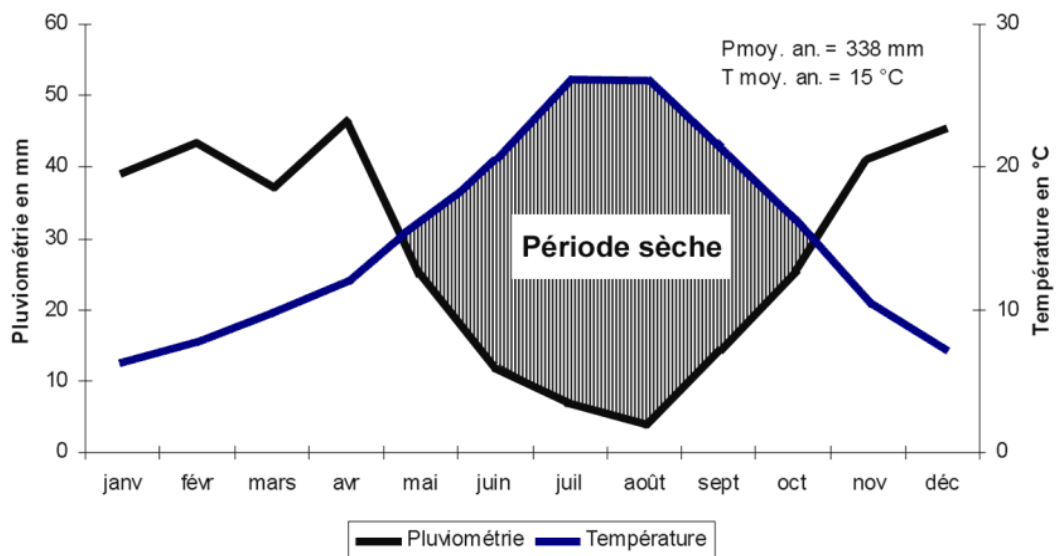


### 3. Climatologie

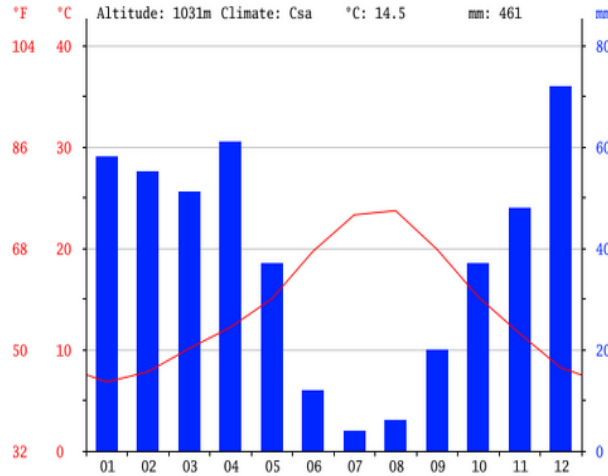
#### ➤ Aknoul

Le climat d'Aknoul est chaud et tempéré, les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. D'après Koppen et Geiger, le climat y est classé Csa (méditerranéen) en particulier l'étage semi-aride a hiver frais, et caractérisé par de forte variation des températures (fig. 3).

Sur l'année, la température moyenne à Aknoul est de 14.5 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 461 mm. Le mois de Juillet est le plus sec Avec une moyenne de 4 mm. En Décembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 72 mm. Au mois d'Août le plus chaud de l'année La température moyenne est de 23.7 °C, alors qu'au Janvier le mois le plus froid de l'année, La température moyenne est de 6.8 °C (fig. 4).



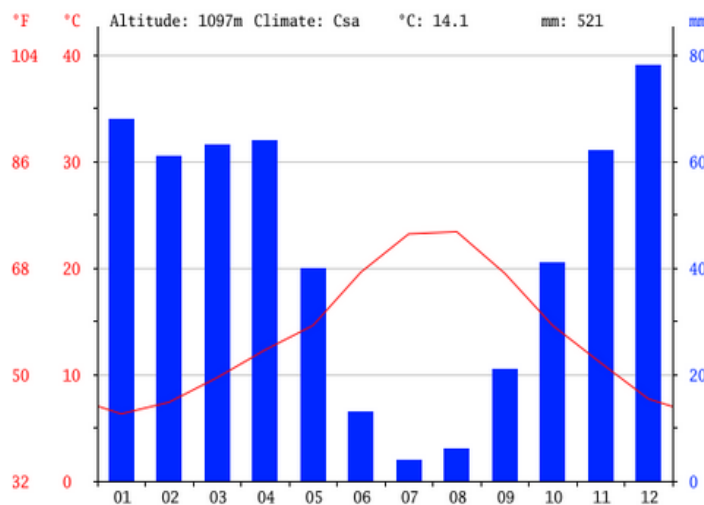
**Fig. 3 : diagramme ombrothermique de Gaussen pour la station dans une vallée à Aknoul (1973-1992)**



**Fig. 4 : Moyenne des températures et des précipitations sur une période de 30ans au niveau d'Aknoul (1980- 2010)**

➤ Tainaste

Le climat de Tainaste est chaud et tempéré, les précipitations sont aussi plus importantes en hiver qu'en été, selon La classification de Köppen-Geiger le climat de taineste est de type Csa. Sur l'année, la température moyenne à Tainaste est de 14.1 °C, et la précipitation moyenne est de 521 mm. Le mois de Juillet est le plus sec Avec 4 mm de précipitation moyenne, Les précipitations record sont enregistrées en Décembre Elles sont de 78 mm en moyenne. Au mois d' Août le plus chaud de l'année les températures font 23.4 °C, alors qu'au Janvier Le mois le plus froid de l'année la température moyenne de 6.3 °C.

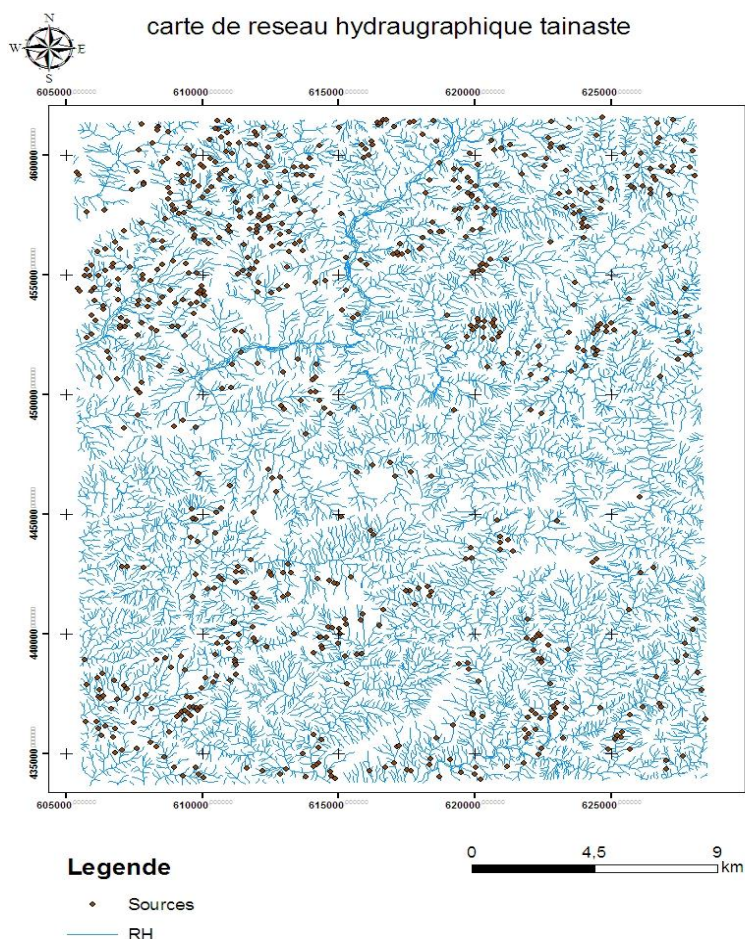


**Fig. 5: Moyenne des températures et des précipitations sur une période de 30ans au niveau de Tainaste (1980- 2010)**

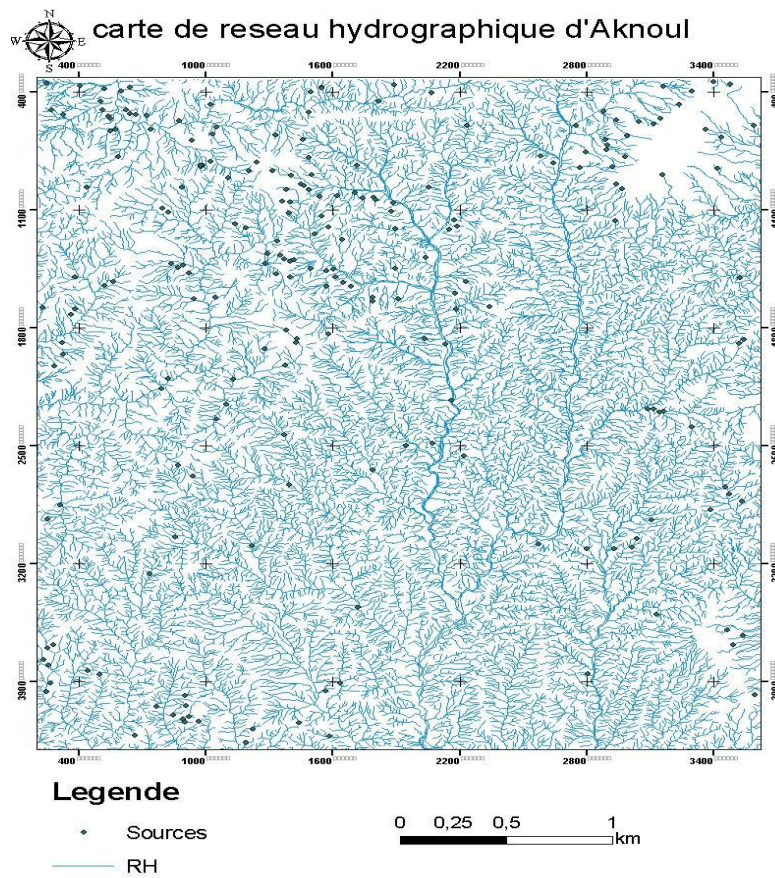
## CHAPITRE 2 : Caractéristique du réseau hydrographique de Tainaste et Aknoul.

### 1. Description du réseau hydrographique.

Le réseau hydrographique désigne l'ensemble des canaux de drainage naturels, permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent les eaux provenant du ruissellement ou restituées par les nappes souterraines sous forme de source, ou le long des lits des cours d'eau. Dans le secteur d'étude, situé dans une zone rifaine, on peut dire que cette dernière est caractérisé par un réseau très développé, et un grand nombre de sources. Donc l'étude des paramètres physiographique agissant sur ce dernier, nécessite une subdivision de cette zone en plusieurs parties ou 'sous bassins', ses paramètres nous permettrons d'accueillir des informations sur les caractéristiques des bassins étudiés.



**Fig. 6 : Carte de réseau hydrographique de Tainaste .**

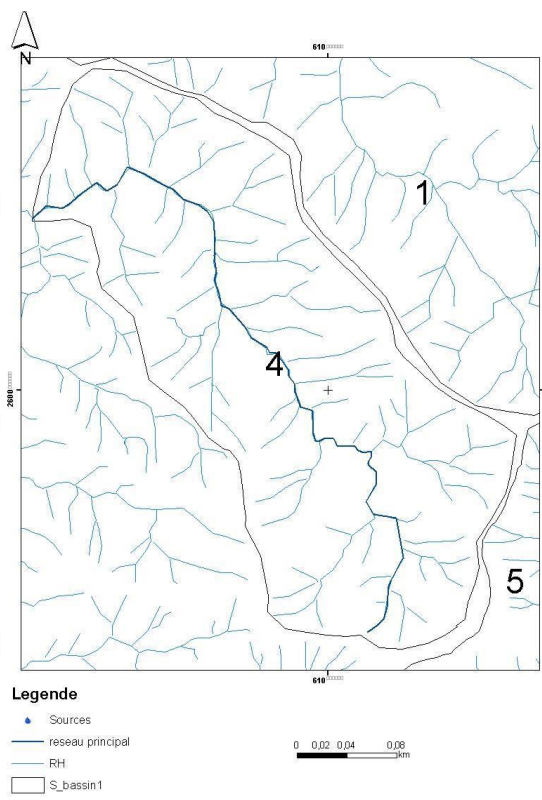
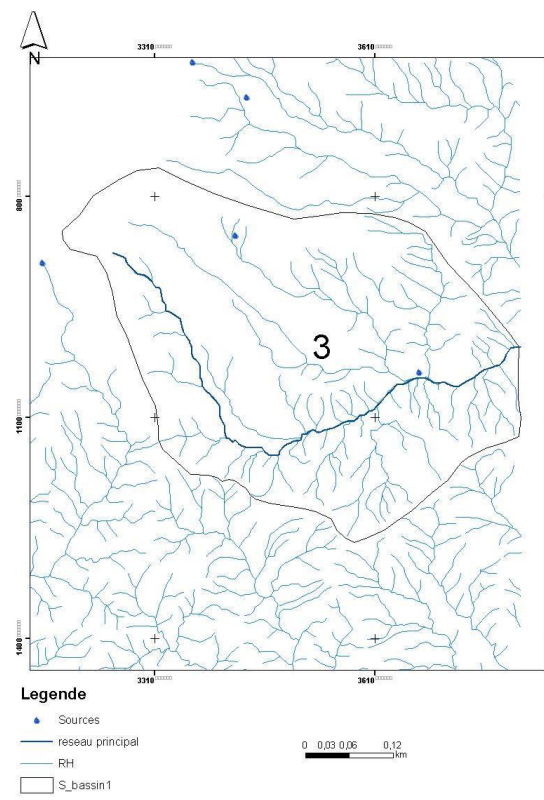
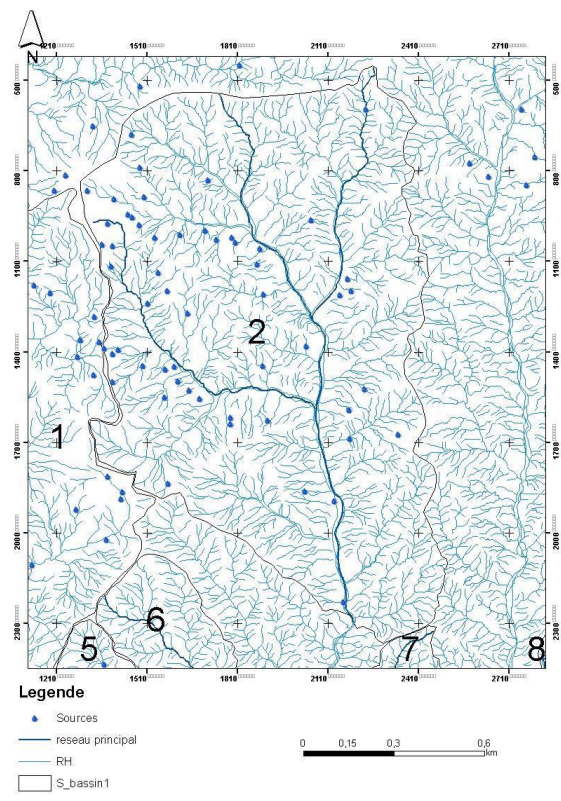
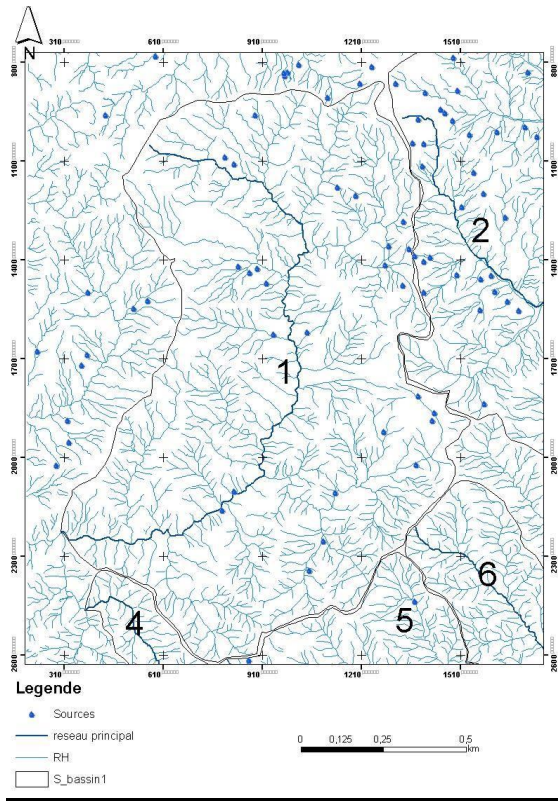


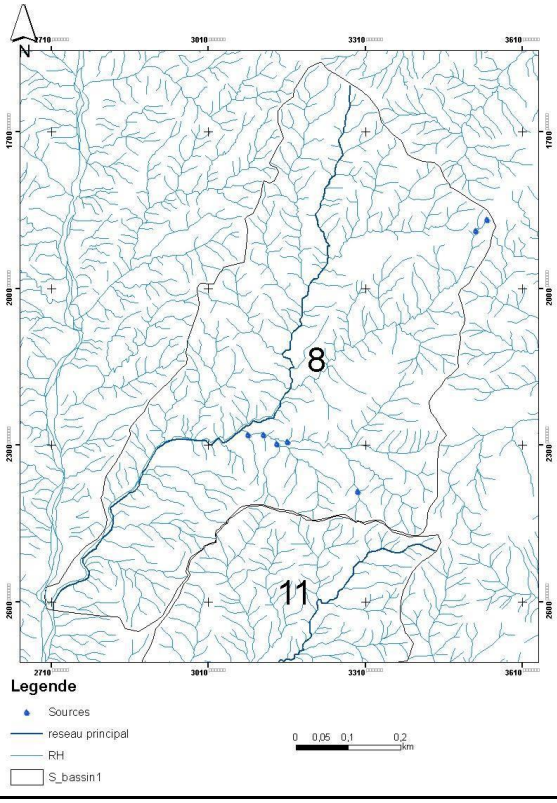
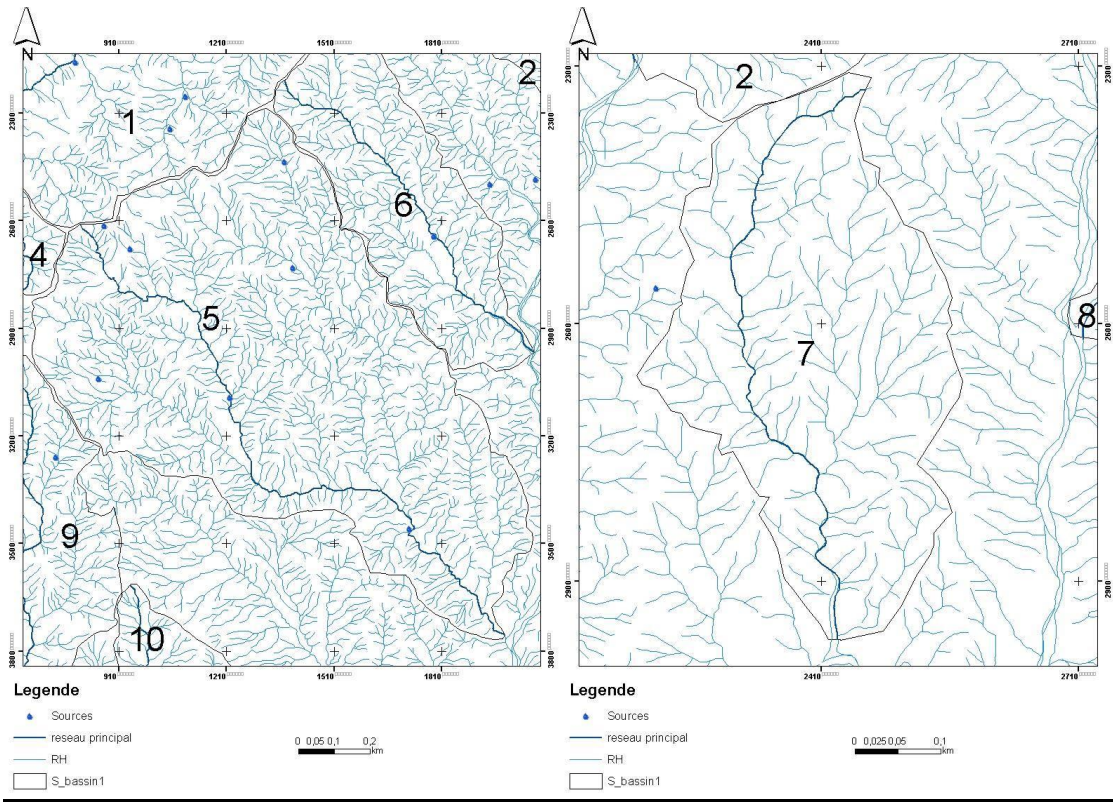
**Fig. 7 : Carte de réseau hydrographique d'Aknoul.**

Vue l'hétérogénéité qui peut présenter une carte du réseau hydrographique L'extraction des sous bassins constitue un outil qui permet de déterminer avec précision les caractéristiques de chacun de ces bassins.

## 2. Sous bassins de Tainaste et d'Aknoul.

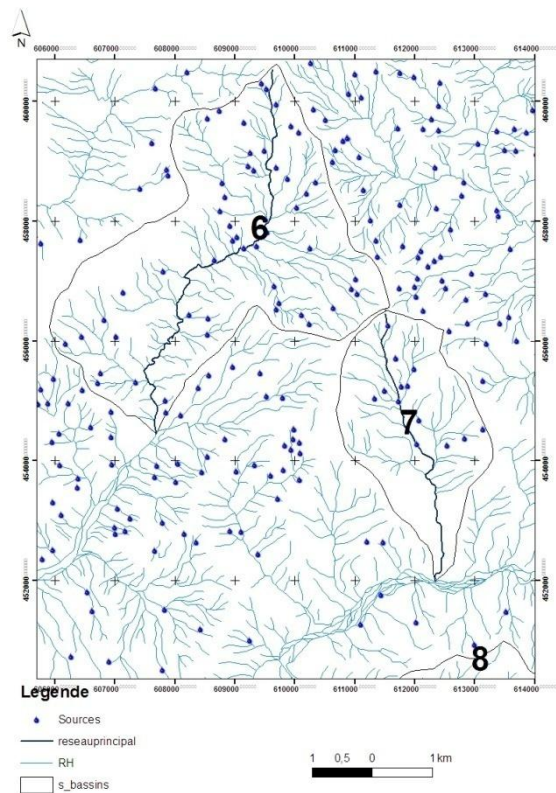
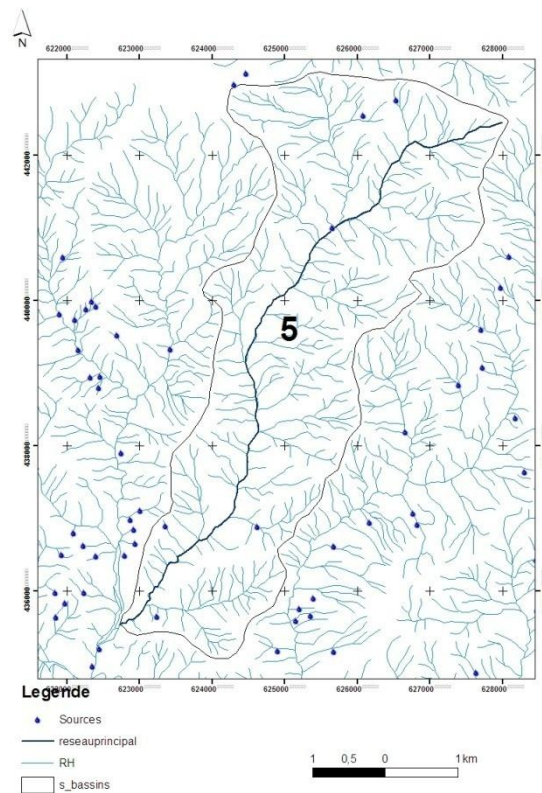
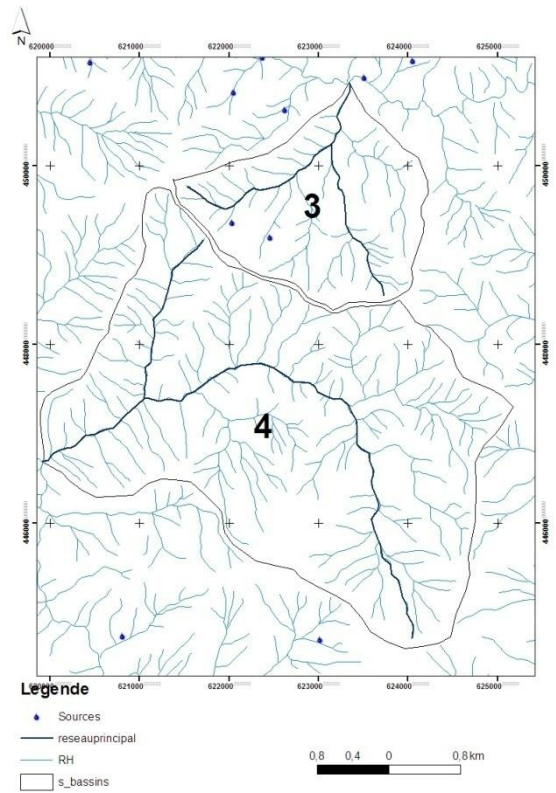
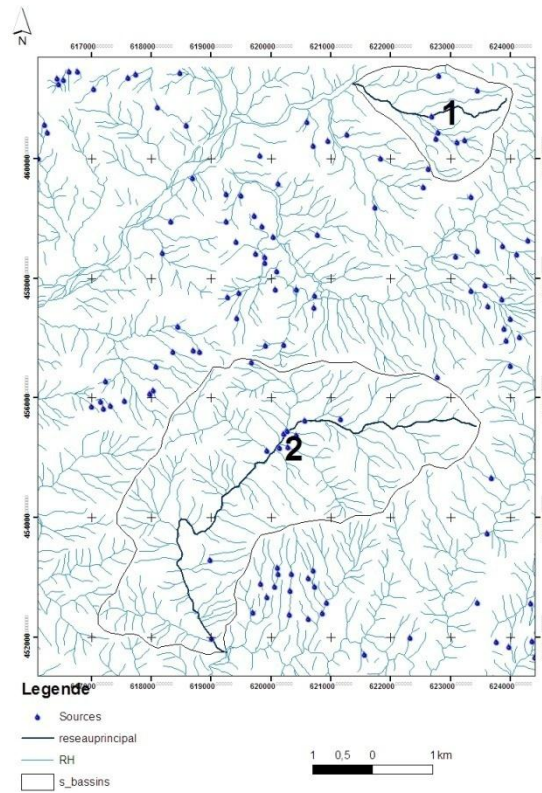
### ➤ Sous bassins d'Aknoul :

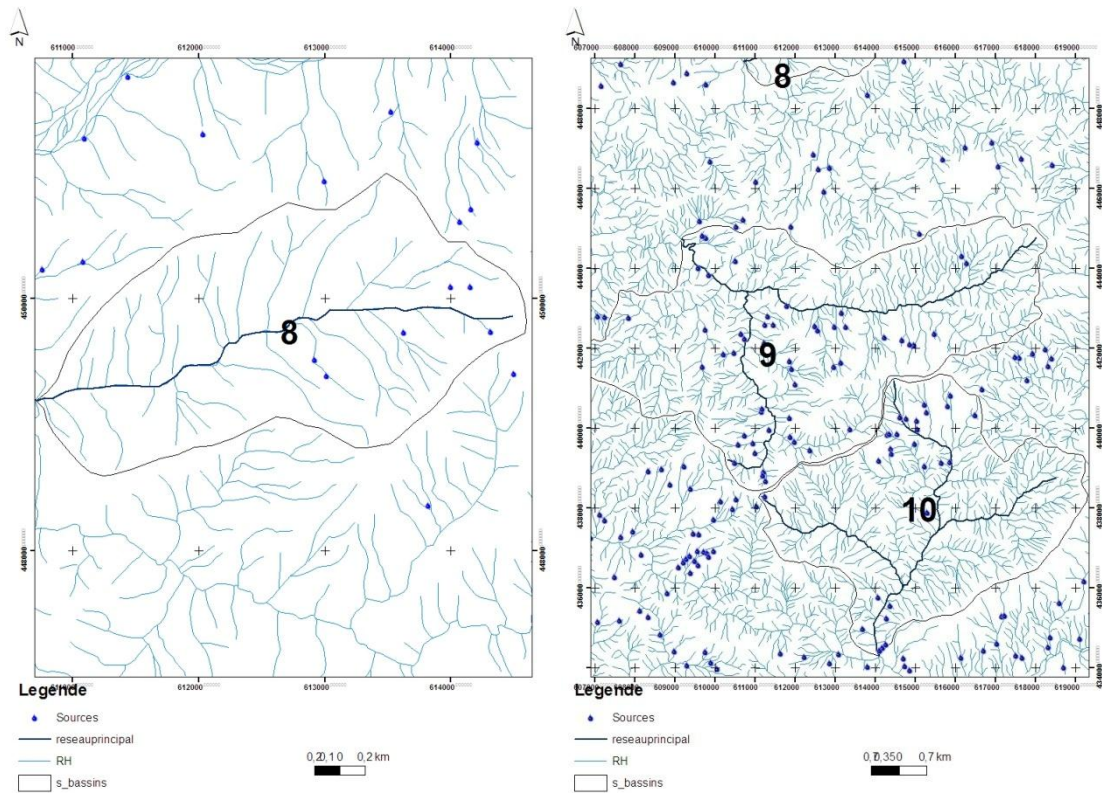




**Fig.8 : Sous bassins d'Aknoul.**

➤ **Les sous bassins de Tainaste :**

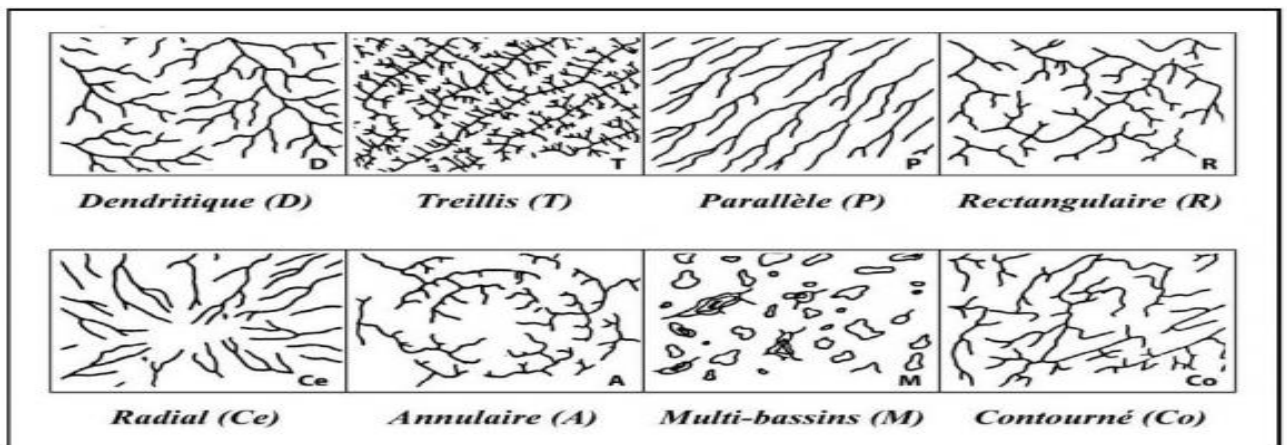




**Fig.9 : Sous bassins de Tainaste.**

### **3. Les paramètres physiographiques des sous bassins.**

#### **a. Type de drainage :**



**Fig. 10 : les différents types de drainage.**



Dans la région d'Aknoul et de Tainast la plus part des sous bassins présentent un drainage dendritique, des fois parallèle. Ce dernier est relatif aux zones contenant des reliefs à pendage moyen ou fort.

**b. Surface, périmètre, indice de compatibilité :**

➤ **Surface :**

La surface du bassin versant est l'une des caractéristiques les plus importantes. Elle s'obtient par planimétrie sur une carte topographique après que l'on y ait tracé les limites topographiques et éventuellement hydrogéologiques ou bien par la technique de la digitalisation à l'aide de l'Arc Map. La surface « A » d'un bassin s'exprime généralement en km<sup>2</sup>.

➤ **Périmètre :**

Le périmètre est la longueur de la ligne de contour du bassin, généralement exprimée en km, sa mesure se fait à l'aide d'un cuvimètre ou bien automatiquement par le logiciel Arc Map.

➤ **La longueur L :**

$$L = \frac{K_G \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right) \text{ si } K_G \geq 1.12$$

➤ **La largeur l :**

$$l = \frac{K_G \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right) \text{ si } K_G \geq 1.12$$

Avec :

KG : indice de compacité de Gravelius.

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

L : longueur du rectangle équivalent en Km.

l : largeur du rectangle équivalent en KG.

➤ **L'indice de compacité de Gravelius (1914) KG :**

Défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface :

$$K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} \approx 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

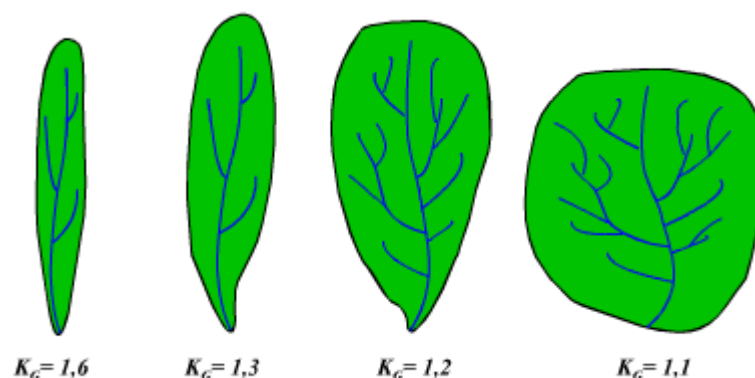
KG est l'indice de compacité de Gravelius,

A : surface du bassin versant [km<sup>2</sup>],

P : périmètre du bassin [km].

Le KG est un parmi les indices morphologiques permettant de caractériser le milieu, mais aussi de comparer les bassins versants entre eux, sa valeur nous permettra de définir la forme géographique du bassin versant.

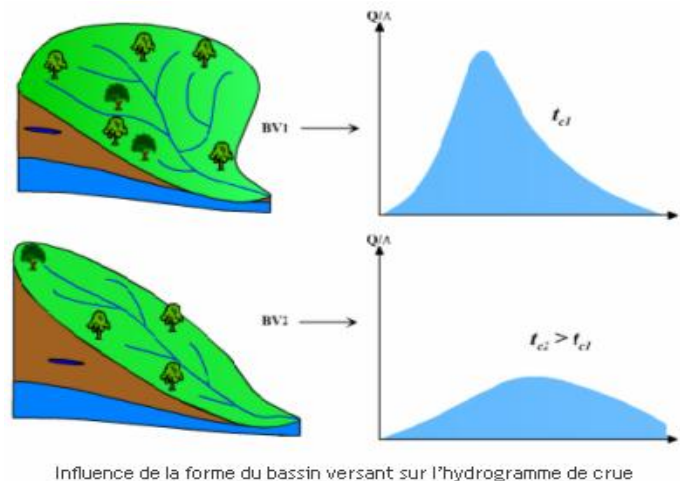
Cet indice est déterminé en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface à partir d'une carte topographique. Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée, tel qu'illustré par la figure suivant :



**Fig.11 : Formes de bassin versant.**

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin versant. Par exemple, une forme allongée favorise pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. Ce phénomène est lié à la notion de *temps de concentration*.

En revanche, les bassins en forme d'éventail ( $bv_1$ ), présentant un temps de concentration plus court ( $t_{c1}$ ), auront les plus forts débits de pointe, comme le montre la figure suivante :



**Fig.12 : Influence de la forme sur l'hydrogramme de crue.**

Le tableau au dessous présente les valeurs de ces paramètres :

### **Aknoul :**

**Tableau1** : Les paramètres physiographique des sous bassins d'Aknoul.

Numéro de sous bassin	Surface (m <sup>2</sup> )	Périmètre (m)	Kc (indice de compatibilité)	La longueur L	La largeur l
1	1360344,65	5517,23	1,32	2102,09	647,14
2	1613990,35	5855,03	1,29	2189,31	737,21
3	195582,88	1789,42	1,13	581,46	386,97
4	85528,58	1354,87	1,30	511,79	167,12
5	1030054,02	4842,48	1,34	1880,91	547,63
6	300138,62	2722,37	1,39	1082,60	277,24
7	426926,34	3344,85	1,43	1352,94	315,55
8	474982,81	3713,06	1,51	1552,38	305,97
9	273895,82	3072,01	1,64	1326,13	206,54

## **Tainste :**

**Tableau 2 :** Les paramètres physiographique des sous bassins de Tainaste.

Numéro de bassin	Surface (m <sup>2</sup> )	Périmètre (m)	K <sub>G</sub>	longueur L	La largeur l
1	3092271.1	7282.31	1.15	2889.54064	1820.688
2	16355616.1	19251.95	1.33	7392.54	2212.4468
3	4161726.1	8410.26	1.15	2570	1619.34
4	13910795.5	17084.21	1.28	6326.12	2198.94
5	18888019.02	23789.25	1.53	9981.7	1892.25
6	16216411.2	18877.26	1.31	7153.19	2267.01
7	6752749.6	11261.3	1.21	3869.9	1744.9
8	5506291.7	10049.58	1.19	3335.7	1650.71
9	45219649.3	33080.44	1.37	12962.7	3488.44
10	30813232	25951.26	1.3	9714.19	3171.98

Dans notre cas si on observant les valeurs de KC de Tainast et d'aknoul on constate que la plus part des sous bassin se caractérise par une forme allongé.

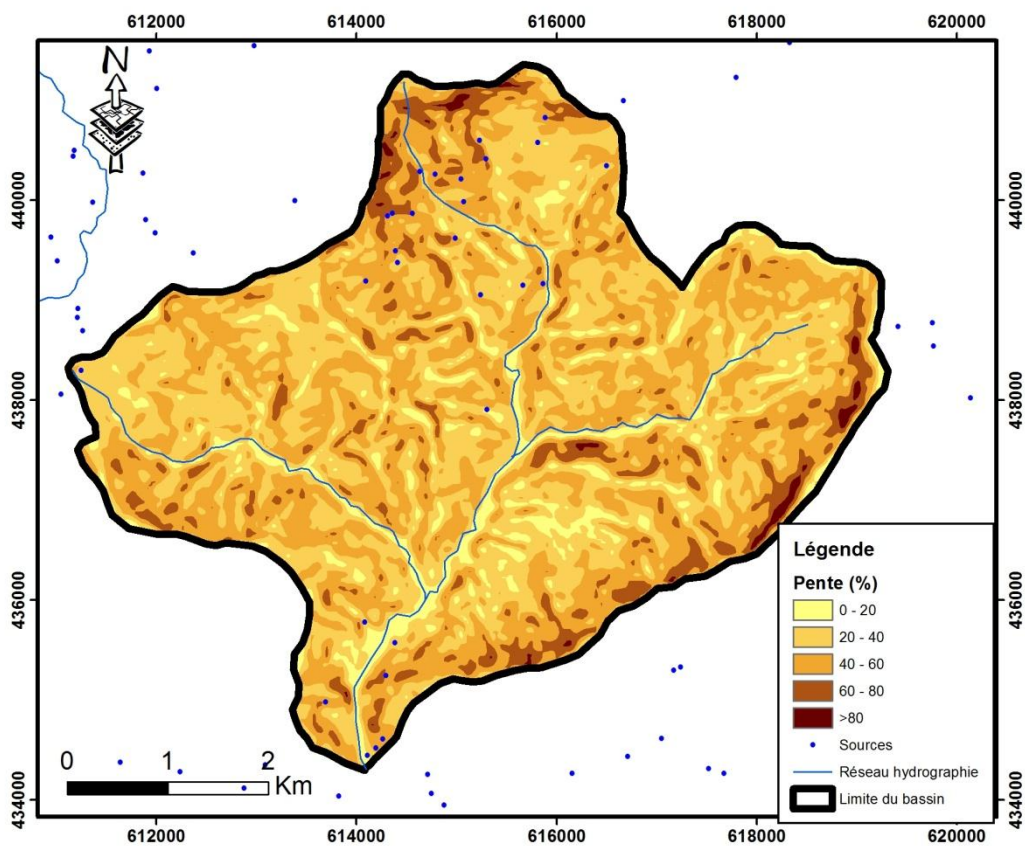
#### **4. Réalisation des cartes par le MNT (modèle numérique de terrain).**

A partir de la densité locale de courbes de niveau, il est possible de produire des cartes de modèles numériques de terrain (MNT). Ce MNT est une expression numérique de la topographie, sous forme matricielle ou vectorielle. Les fichiers qui le constituent sont les pentes, l'orientation et l'hypsométrie.

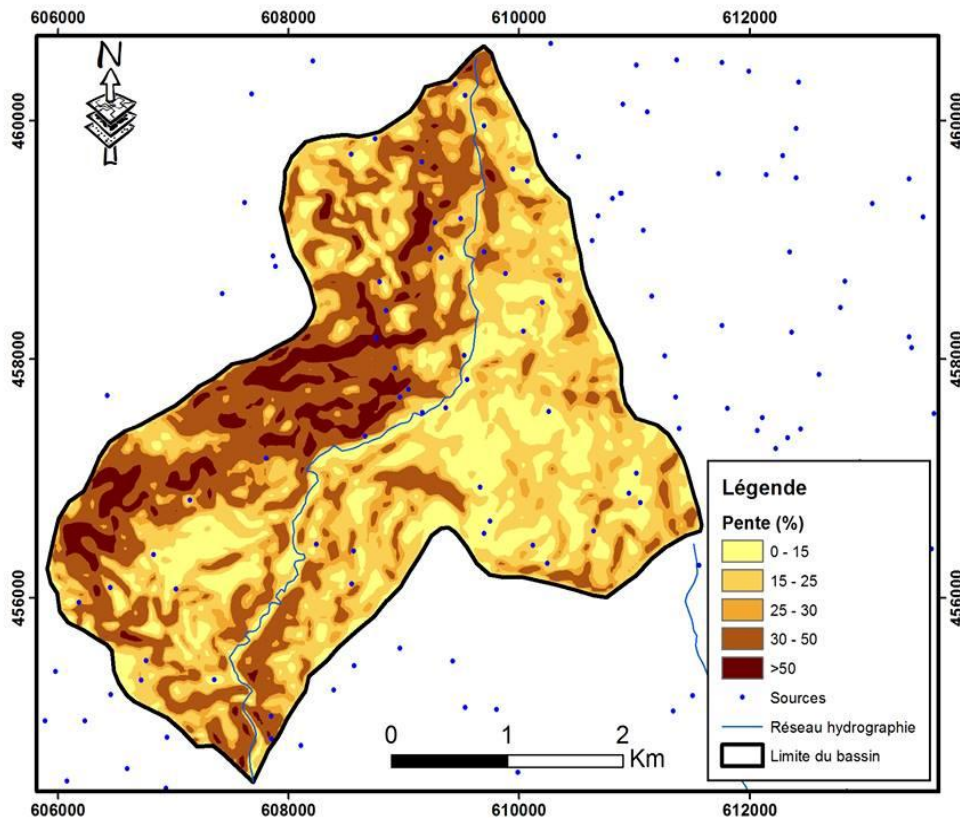
Puisque les deux zones Tainast et Aknoul présentent des caractéristiques semblables, vu leur adjacence géographique, on a choisi de faire un exemple de l' MNT de deux sous bassin de ces 2 zones dont on affecte notre interprétation.

➤ **Carte des pentes :**

Pour la réalisation de la carte des pentes (Fig.13. 14), on a utilisé le SIG pour découper l'MNT du Maroc de résolution 30m de coté de pixel, pour classifier les pentes suivant les classes voulues. La démarche commence par une délimitation de la zone d'étude, après on superpose le polygone résultant sur le MNT et grâce à l'extension \ extraction \ Masque on obtient un MNT suivant les coordonnées du bassin d'étude, après on réalise la carte avec les classes propres a la méthode potentielle, on utilisant l'extension spatial analyste \ slope\ qui permet de diviser le terrain en polygones de classes différentes.



**Fig.13 : Carte des pentes de sous bassin (10) de la zone de Tainsate.**



**Fig.14 : Carte des pentes de sous bassin (6) de la zone de tainaste.**

Après l'observation des cartes de pente on peut dire que Notre deux sous-bassins témoigne d'une pente moyenne entre 20 et 60%, sauf dans les extrémités des versants qui montre un degré de pente fort entre 60 et 80%, ce qui va rendre l'activité des eaux d'écoulement plus forte, L'ablation va nettement l'emporter sur l'accumulation.

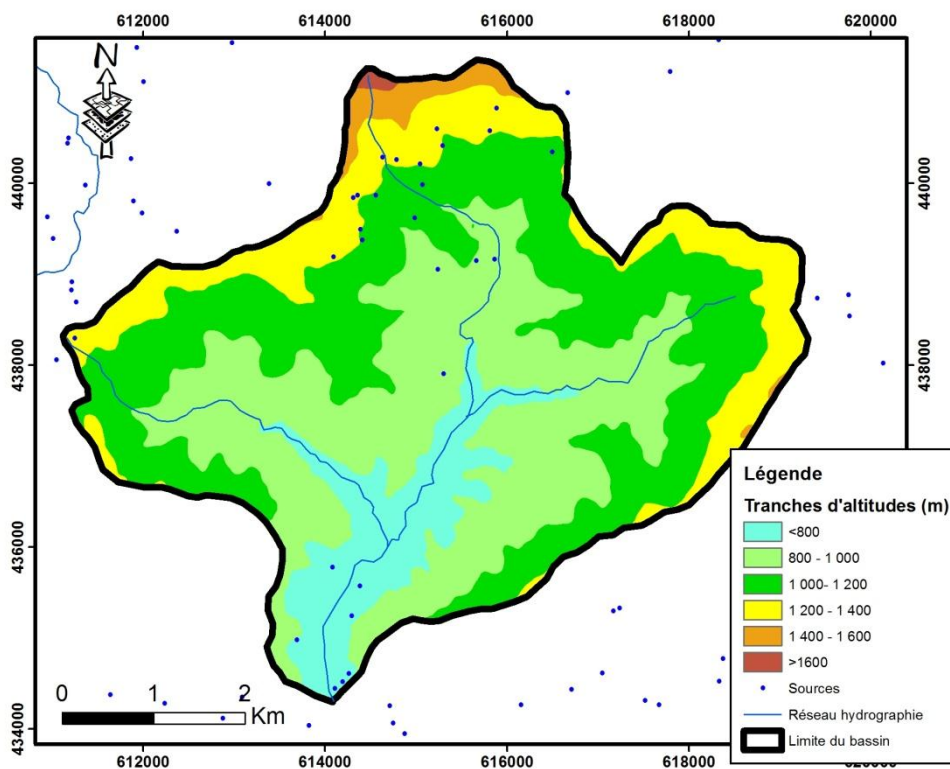
➤ **Relief**

Tainaste est une région qui témoigne d'un relief diversifié, avec des sommets allant jusqu'à 1600 m d'altitude, et un exutoire proche des 800 m. (Fig.15) .La partie droite se caractérise par des altitudes assez élevées, avec 1600m d'altitude en l'amont et qui diminue plus en aval jusqu'à 800m a l'exutoire .

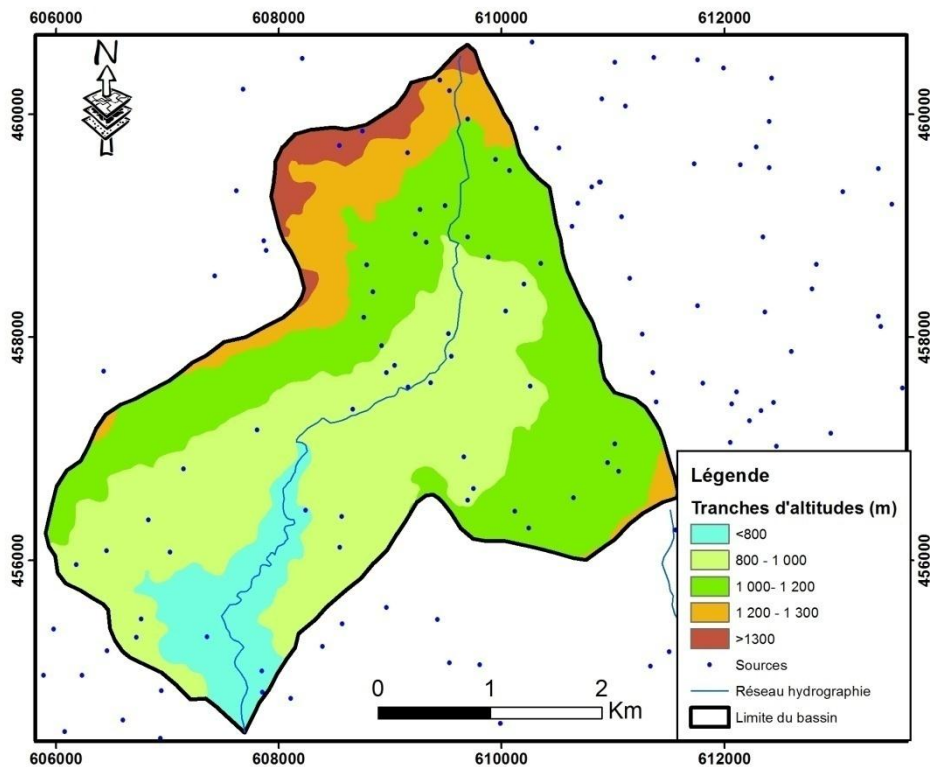
La partie gauche présente une pente plus douce avec des sommets atteignant 1400 (au niveau du premier sous bassin) et 1300 (au niveau de deuxième sous bassin), Puis un passage doux vers les altitudes basses : entre 1000 et 800m, pour finir vers un exutoire à 800m.

La prédominance des pentes fortes, influence la dynamique de l'eau en favorisant l'érosion. On aura une tendance vers l'ablation plutôt que l'accumulation.

La carte hypsométrique montre les classes d'altitude bien distincte des deux sous bassins de Tainaste, et qui sont bien représentées dans le MNT : Modèle Numérique du Terrain.



**Fig. 15 : Carte hypsométrique de sous bassin (10) de la zone de tainaste.**

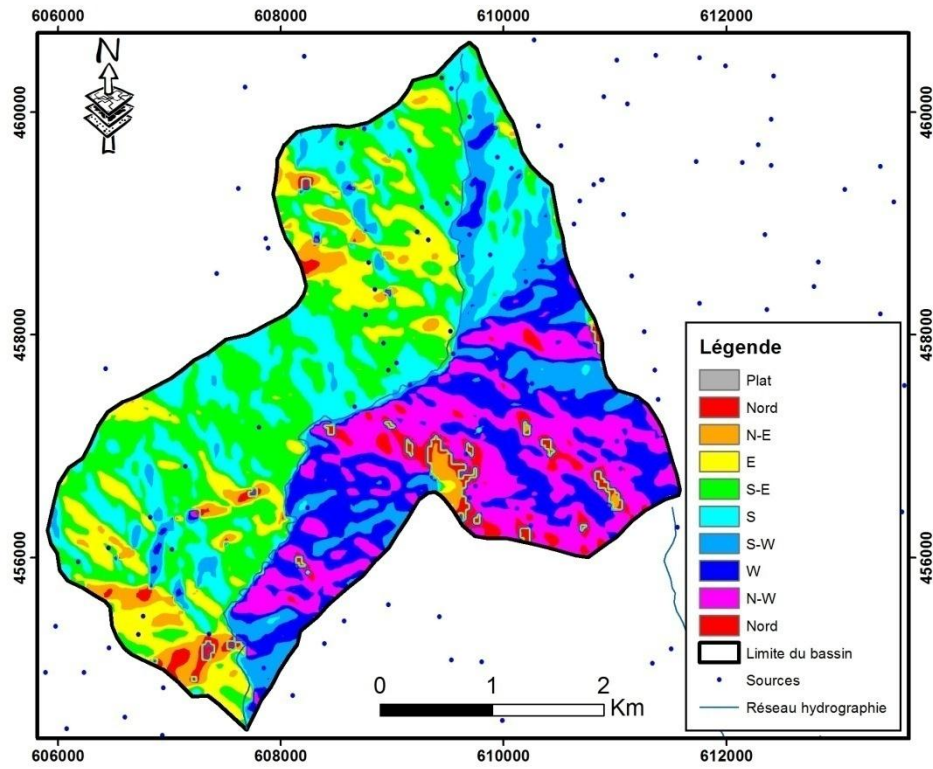


**Fig.16 : Carte hypsométrique de sous bassin (6) de la zone de Tainaste.**

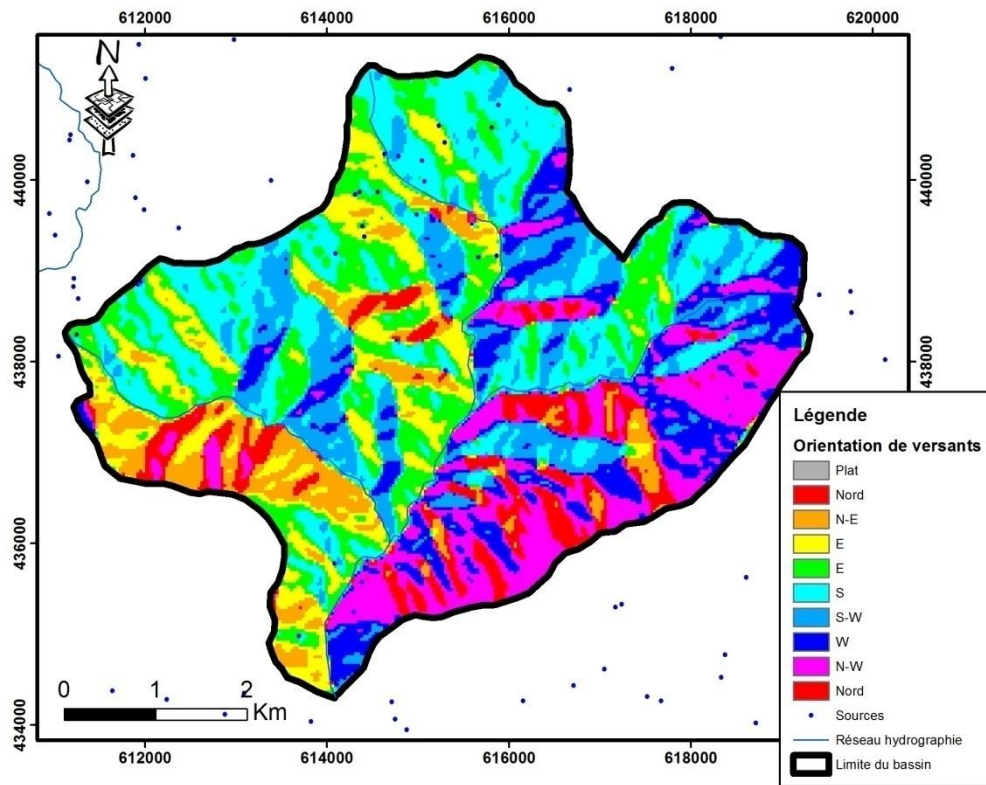
➤ **Cartes d'orientation des versants.**

Plus de 70 % des pente des bassins (bassin 6 et 10) sont orientées vers le Sud (Figures 17.18), cette disposition est peu favorable à l'enneigement, ce qui explique que malgré une altitude moyenne plus élevée, les neiges fondent beaucoup plus rapidement. Cette fonte des neiges précoces favorise les crues.





**Figure 17 : Carte d'orientation de sous bassin (10) de la zone de Tainaste.**



**Fig. 18 : Carte hypsométrique de sous bassin (6) de la zone de Tainate.**

## 5. Synthèse

Nous avons été amenés à extraire les sous bassins versant et à déduire ses caractéristiques géomorphologiques et hydrométriques, à partir de logiciel de SIG (ARC GIS).

L'extraction de ces paramètres géomorphologiques et hydrométriques est une technique très adaptée actuellement, en particulier que ces techniques favorisent à l'hydrographe un gain de temps et l'effort.

Les résultats obtenus à partir de cet exemple montrent les capacités des systèmes d'informations géographiques et les modèles numériques de terrain dans le calcul des paramètres qui influencent sur l'écoulement des eaux de surface.

L'évaluation de ces paramètres qui intervenant dans le comportement hydrologique des sous bassins versants de Tainaste et Aknoul, nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

Les sous bassins versant d'Aknoul et Tainaste présente :

- Réseau hydrographique très développé et ramifié.
- Forme allongée.
- Etat de maturité.
- Relief fort.

# Conclusion générale

---

Vue la diversité des fonctions d'un bassin versant l'étude des différentes caractéristiques de ce dernier, est devenu nécessaire, les techniques informatiques actuelles tel le SIG nous ont facilité ce travail, et elles ont augmentées la précision.

Les résultats de la description des différentes caractéristiques étudiées, d'un bassin versant peuvent présenter des données de base ou des données préexistantes pour des autres études.

Par exemple Les zones rifaine et pré-rifaine caractérisées par : des substrats géologiques tendres formées des schistes, marnes feuilletées, flyshs et argiles et qui dominant par rapport aux roches dures, de plus les vallées au niveau de ces zones sont encaissées, les pentes sont fortes, La couverture végétale est souvent dégradée, la forme des versants, la nature des reliefs et la pluviométrie présentent des conditions qui favorisent le ruissellement et par la suite l'érosion hydrique. Donc les données descriptives des versants dans ce cas peuvent orienter le travail et présenter une base qualitative d'une étude quantitative (quantification de l'érosion hydrique par exemple).

# Bibliographie :

---

**BENABEDSSALAM T. & HAMMAR Y.** (2009)-Estimation de la réponse hydrologique d'un bassin versant urbanisé. 15p.

**BENTAYEB A. & LECLERC C.** (1977). – Ressources en eau du Maroc. Domaines atlasiques et sub-atlasique. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, Tom 3, n° 231. Pp : 66-89.

**CHAPONNIERE A.** (2005) – Fonctionnement hydrologique d'un bassin versant montagneux semi aride. Cas d'un bassin versant de Rehraya (Haut Atlas Marocain). Thèse de doctorat. Institut National Agronomique, Paris-Grignon.

**CROLES-REES A.** 1990. Cartographie des risques d'érosion : une approche multidisciplinaire. Soil technology, p. 351 – 366

**MARCAIS ET SUTER 1966**

**SUTER G.** (1980) – Carte géologique de la chaîne rifaine. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc. N°245.

**SUTER G., 1967.-** Note explicative de la carte géologique du rif, région de moyen Ouarrha (feuille de taounate, Aïn Aïcha, tissa) au /50000ème. Note et Mém. Serv. Géol. Maroc, n° 166 bis.

**Web-bibliographie :**

[http://www.hcp.ma/pubData/Demographie/RGPH/TAZA\\_AL\\_HOCEIMA\\_TAOUNATE.pd](http://www.hcp.ma/pubData/Demographie/RGPH/TAZA_AL_HOCEIMA_TAOUNATE.pd)