

Table des matières

Introduction :	1
Chapitre I : Cadre générale de la zone d'étude	2
I.1. Méthodologie du travail	2
I.1.1 Le logiciel ArcGis	2
I.1.2 Les bases de données	2
I.1.3. Télédétection	2
I.2. Situation géographique	3
I.3. Caractérisation socio-économique du sous bassin.	4
Chapitre II :Caractérisation climatique du sous bassin M'dez	6
Chapitre III :Caractérisation du milieu physique du sous bassin M'dez	9
III.1 Géologie	9
III.2. Lithologie	11
III.3. Hypsométrie	12
III.4. Réseau hydrographique	14
III.5. Occupation du sol	14
III.6. Pédologie	16
III.7. Pente	17
III.8. Exposition	19
III.9. Couvert végétal	19
Chapitre IV : Estimation de l'état érosif du sous bassin M'dez par la méthode PAP/CAR	21
IV.1. Présentation du PAP/CAR	21
IV.1.1. Approche prédictive	21
IV.1.2. Approche descriptive	21
IV.1.3. Approche d'intégration	21
IV.2 Application du PAP/CAR	22
IV.2.1. Carte d'érodibilité	22
IV.2.2. Carte de protection des sols	24
IV.2.3. Carte des états érosifs	26
Chapitre V : Aménagements et recommandations	29
V.1. Les aménagements des forêts	29
V.2. Les aménagements concernant la SAU	29
V.3. Les actions de développement de la population	29
CONCLUSION	29
Références	30
ANNEXEX	31

Liste des figures

Figure 1: Carte des sous bassins du bassin versant en amont du barrage Allal El Fassi.....	3
Figure 2: Carte du partie Nord du sous bassin M'dez.....	4
Figure 3: Graphique de répartition des communes dans la partie nord du sous bassin M'dez	4
Figure 4 : Graphique de répartition des communes dans la partie nord du sous bassin M'dez	5
Figure 5: Carte des précipitations du la partie nord du sous bassin M'dez.....	7
Figure 6 : Climagramme d'Emberger	8
Figure 7 : Schéma explicatif d'utilisation de la télédétection.....	9
Figure 8 : Carte géologique simplifiée la partie nord du sous bassin M'dez	10
Figure 9 : Diagramme des affleurements géologiques dans la partie nord du sous-bassin M'dez	10
Figure 10 : Carte lithologique la partie nord du sous bassin M'dez.....	11
Figure 11 : Diagramme de la répartition des classes lithologiques de la partie nord du sous bassin M'dez	12
Figure 12 : Carte hypsométrique de la partie nord du sous bassin M'dez	12
Figure 13 : Diagramme de la répartition des altitudes dans la partie nord du sous bassin M'dez	13
Figure 14 : Carte de réseau hydrographique dans la partie nord du sous bassin M'dez	14
Figure 15 : Carte d'occupation du sol dans la partie nord du sous bassin M'dez	15
Figure 16 : Graphique de répartition d'occupation des sols dans la partie nord du sous bassin M'dez...	15
Figure 17 : Carte pédologique de la partie nord du sous bassin M'dez	16
Figure 18 : Graphique de répartition pédologique dans la partie nord du sous bassin M'dez	17
Figure 19 : Carte des classes des pentes dans la partie nord du sous bassin M'dez.....	18
Figure 20 : Graphique de répartition des pentes dans la partie nord du sous bassin M'dez	18
Figure 21 : Carte d'exposition de la partie nord du sous bassin M'dez	19
Figure 22 : Schéma de l'approche prédictive	22
Figure 23 : Carte d'érodibilité de la partie nord du sous bassin M'dez	23
Figure 24 : Graphique de répartition des classes d'érodibilité dans la partie nord du sous bassin M'dez	24
Figure 25 : Carte de protection des sols du sous bassin M'dez	25
Figure 26: Graphique de répartition des classes des Protection des sols dans la partie naord du sous bassin M'dez	Erreur ! Signet non défini. 6
Figure 27 : Carte d'érosion potentielle de la partie nord du sous bassin M'dez.....	27
Figure 28 : Graphique de répartition des Type d'érosion dans la partie naord du sous bassin M'dez.....	27
Figure 27 : Carte des aménagement proposé dans la partie nord du sous bassin M'dez.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau des données de la carte de répartition des communes.....	4
Tableau 2: Table des communes (province de Sefrou).....	5
Tableau 3: Les principales productions par culture (en milliers de Quintaux) Campagne agricole 2014-2015	5
Tableau 4: Tableau Effectif du cheptel (en milliers de têtes) en 2015-2016	5
Tableau 5: Données thermiques moyennes.....	6
Tableau 6 : précipitations des stations climatiques.....	6
Tableau 7 : Données de la carte	10
Tableau 8 : données de la carte lithologique.....	11
Tableau 9 : Données de la carte hypsométrique	13
Tableau 10 : Données de la carte d'occupation du sol.....	15
Tableau 11 : Données de la carte de Pedologie	16
Tableau 12 : Données de la cartes des pentes	18
Tableau 13 : Table de superposition des cartes de pente et lithologique.....	23
Tableau 14 : Données de la carte d'érodibilité	23
Tableau 15 : Table de superposition des cartes d'occupation et du recouvrement végétal.....	25
Tableau 16 : Données de la carte de protection des sols.....	25
Tableau 17 : Données de superposition des cartes d'érodibilité et de protection des sols	27
Tableau 18 : Données de la carte d'érosion	277

Introduction

Au Maroc, pays essentiellement aride, les bassins versants en amont des barrages existants, ou prévus dans le futur proche, couvrent une superficie totale de plus de 20 millions d'Ha dont plus de 50% présentent des risques importants d'érosion et nécessitent des aménagements. La conséquence la plus néfaste des phénomènes d'érosion réside dans le transport vers l'aval d'alluvions qui, en s'accumulant dans les retenues des barrages, réduisent leur capacité de régularisation. Ainsi, la capacité des barrages perdue chaque année par envasement est estimée à 75 millions de m³, soit 0,4% par an. L'érosion des sols constitue par ailleurs un grave problème écologique au niveau des zones amont et se traduit par des pertes économiques considérables.

Le choix de la zone de notre étude revient à l'importance du taux d'érosion hydrique dans ce site qui est en relation avec la grande zone d'inondation à Sefrou.

Notre travail consiste à étudier le type d'érosion dans le sous bassin M'dez qui appartient au grand bassin versant en amont du barrage Allal El Fassi. Pour cela nous allons utiliser le système d'information géographique (SIG) manifesté par le logiciel Arc Gis dans le but de faire une étude sur le sous bassin M'dez pour l'élaboration des cartes thématiques : occupation du sol, végétation, pentes, hypsométrie, exposition, réseaux hydrographiques, érodibilité et lithologie. La superposition de ces cartes va nous permettre l'obtention de la carte d'érosion. L'analyse de cette carte va mettre en évidence les zones où il faudrait intervenir pour protéger les sols de l'érosion. Nous terminerons par des propositions d'aménagement pour lutter contre ce phénomène.

Les principales étapes de notre travail sont comme suit :

- ✓ Présentation des outils de travail et localisation de zone d'étude.
- ✓ Caractérisation climatique de la zone d'étude.
- ✓ Caractérisation du milieu physique de la zone d'étude.
- ✓ Discussion des problématiques et proposition d'aménagements.

Chapitre I : Cadre générale de la zone d'étude

Ce travail porte sur l'utilisation de système d'information géographique (Logiciel Arc gis) pour l'évaluation qualitative de l'érosion hydrique dans le sous bassin M'dez du grand bassin versant en amont du barrage Allal el fassi dont l'étude de base a été réalisé par le SEAP de Fès en 1992.

I.1. Méthodologie du travail

De nombreux modèles empiriques (quantitatif et qualitatif) ont été conçus pour évaluer le risque d'érosion hydrique.

I.1.1 Le logiciel ArcGis

Un outil qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des information géographiques développés par la société American Esri (Environnemental Systèmes Research Institut, Inc.). Ce logiciel est authentique et disponible au niveau du SEAP.

Comme tous les logiciels du SIG ; ArcGIS est utilisé par des personnes du monde entier pour mettre les connaissances géographiques au service du gouvernement, des entreprises, de la science, de l'éducation et des médias. Le système est disponible partout au moyen de navigateurs Web, d'appareils mobiles tels que des Smartphones et d'ordinateurs.

I.1.2 Les bases de données

L'équipe du SEAP nous a fourni les cartes et rapports élaborés aux années quatre-vingt-dix à partir des photos aériennes.

Le Système de projection : on a utilisé le système : Merchich-Degré-Lambert-Conforme-Conique. C'est un système de projection conservant les angles.

Nous avons utilisés également les données disponibles au niveau du SEAP et principalement les données de l'étude d'aménagement des bassin versants en amont de barrage Allal el fassi et l'étude d'aménagement de la forêt .

Nous avons commencé par la localisation du sous bassin puis l'actualisation des cartes thématiques de la zone d'étude, afin de déterminer l'état érosif de cette dernière, nous avons superposé les cartes descriptives d'occupation des sols, de végétation, de pente, du réseau hydrographique, lithologie. Nous avons traité également les cartes géologiques, d'érodibilité, hypsométrique, pédologique, et des précipitations.

I.1.3. Télédétection

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes.(COMITAAS, 1988).

Dans notre cas l'utilisation de la télédétection se manifeste dans la génération de quelques cartes thématiques, qui caractérisent physiquement le sous bassin, à partir des images satellitaires et modèles numériques de terrain.

Les images satellitaires Landsat8, 2016 de résolution 30m téléchargées gratuitement du site Earth Explorer (www.earthexplorer.usgs.gov).

Les modèles numériques de terrain (MNT) résolution 30m téléchargés gratuitement du site Astergdem (www.astergdem.com).

I.2. Situation géographique

Le bassin versant en amont du barrage Allal El Fassi, situé au nord du Maroc, dans la zone1 (nord Maroc Merchich) entièrement dans le domaine moyen atlasique. s'étend sur une superficie d'environ 5770km². le bassin-versant objet de cette étude est localisé entre les latitudes 33° et 34° Nord et les longitudes 4°:03' et 5°:20'ouest.

Ce bassin versant est subdivisé en 13 sous bassins qui sont : Zloul, Zraa, Maasser, El Kifane, Boufoul, Ghjdoul, Guigo, Ait Chaib, Bechna, Bni Alaham, Zgane, Boukhamouj et Mtarnagha.

Le sous bassin M'dez d'une superficie de 123866 Ha, fait partie du grand bassin d'Allal El fassi situé dans la zone1 (nord Maroc merchich) entièrement dans le domaine moyen atlasique.

Nous avons choisis pour notre projet la partie nord du sous bassin M'dez qui contient quatre micro bassins: AIT CHAIB, BECHNA, ZLOUL, BNI ALAHAM,

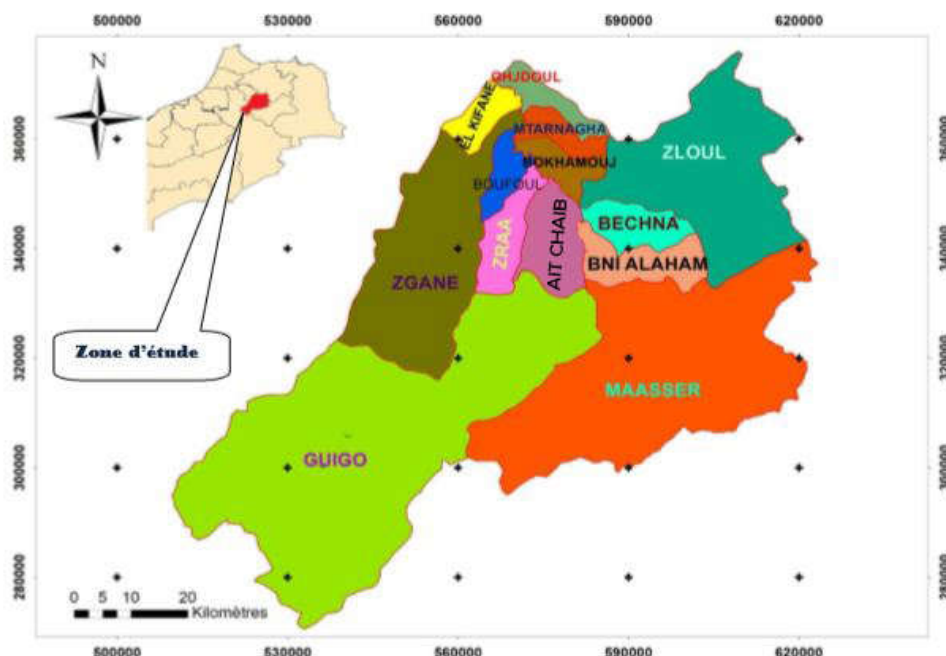


Figure 1: Carte des sous bassins du bassin versant en amont du barrage Allal El Fassi



Figure 2: Carte du partie Nord du sous bassin M'dez

Tableau 1: Tableau des données de la carte de répartition des communes		
Sous bassin	Superficie (Ha)	%
AIT CHAIB	17946	15%
Oued BECHNA	12496	10%
ZLOUL	76796	62%
BNI ALLAHAM	16398	13%
Totale	123866	100%

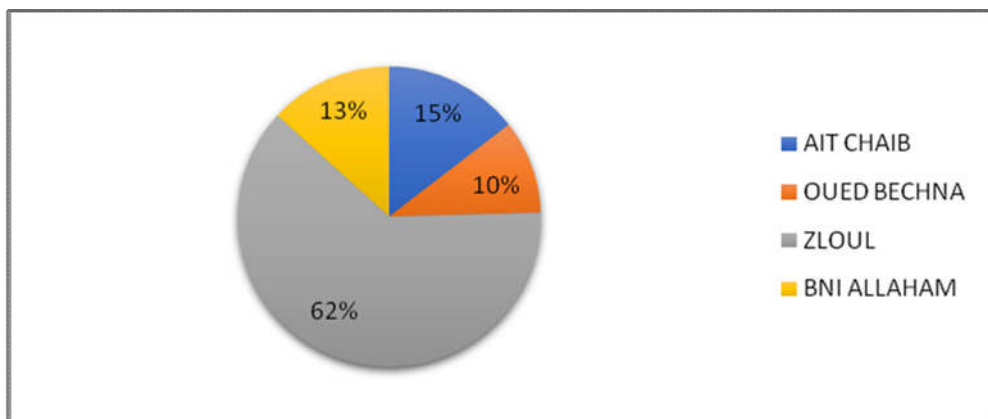


Figure 3: Graphique de répartition des sous bassin dans la partie nord du sous bassin M'dez

I.3. Caractérisation socio-économique du sous bassin.

Pour établir une étude ou un aménagement d'une zone il est nécessaire de faire un traitement des facteurs socio-économiques qui peuvent impacter la réussite du projet

L'étude socio-économique a pour but d'évaluer l'état de l'environnement humain, social, économique et culturel de la zone étudiée afin de mieux adapter les aménagements proposés aux nécessités de la région

Les sous bassins étudiés appartiennent à la commune de Sefrou.

Le nombre de population environ 259 577 habitants.

La province de Sefrou à une superficie de 123866 Ha et subdivisée en 13 communes.

Tableau 2: Table des communes (province de Sefrou)		
COMMUNES	Superficie (Ha)	%
SMIAA	612,41	0,50%
ZRARDA	3742,05	3,00%
TAZARINE	4597,94	3,70%
IGHZRANE	46469,28	37,50%
AIN TIMGUENAI	88,1	0,10%
AHL SIDI LAHCEN	1476,77	1,20%
BOUYABLANE	3765,84	3,00%
OULAD MKOUDOU	6714,72	5,40%
RIBATE EL KHEIR	2454,84	2,00%
DAR EL HAMRA	18241,21	14,70%
TAZOUTA	10463,16	8,40%
ADREJ	16042,23	12,90%
TALZEMT	1442,5	1,20%
TAFAJIGHT	6812,17	5,50%
SKOURA M'DAZ	1046,15	0,80%
Totale	123866	100,00%

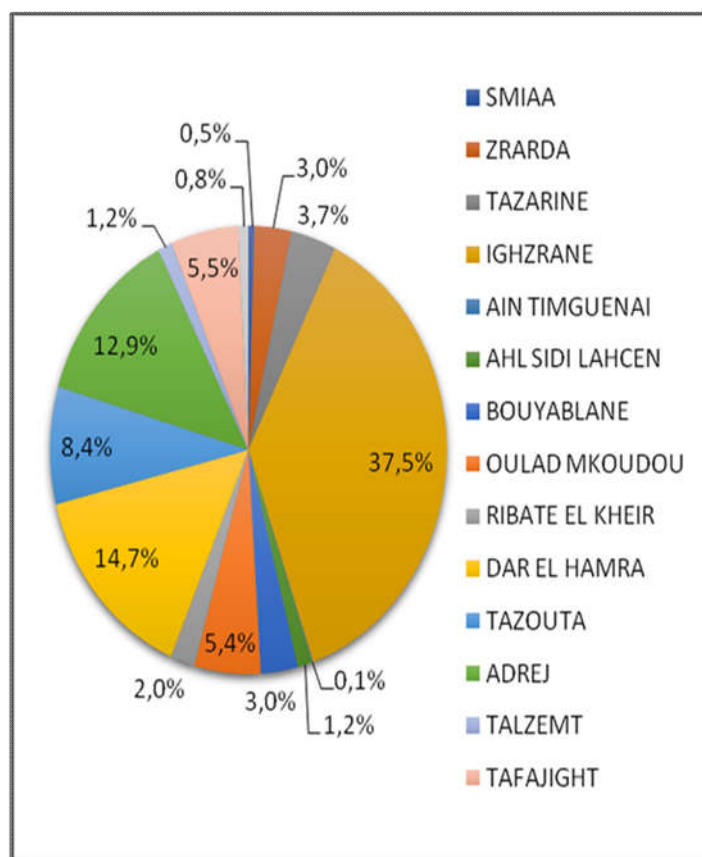


Figure 4 : Graphique de répartition des communes dans la partie nord du sous bassin M'dez

Agriculture

L'agriculture est le secteur le plus important dans la zone d'étude avec une SAU Superficie Agricole Utile en 2015 : 97.200 Ha dont 15.000Ha de superficie irriguée (% région) - Superficie cultivée : Superficies des cultures (en milliers Ha).

Tableau 3: Les principales productions par culture (en milliers de Quintaux) Campagne agricole 2014-2015	
Céréale	114917
Légumineuses	17326
Cultures fourragères	40790
Cultures Industrielles et Oléagineuses	586
Cultures Maraîchères	7051
Plantations fruitières	167286

Elevage

Tableau 4: Tableau Effectif du cheptel (en milliers de têtes) en 2015-2016			
Caprins	Ovins	Bovins	Ruche
142000	395000	24200	7900

Chapitre II :Caractérisation climatique du sous bassin M'dez

Le bassin versant est caractérisé par un climat allant de l'humide froid au semi-aride tempéré.

Le mois le plus chaud de l'année est le mois de juillet, alors que le mois le plus froid est le mois de Décembre.

L'amplitude thermique du station Pont M'dez varie de 6,5°C à 23°C (Tableau 5).

Tableau 5: Données thermiques moyennes												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T (°C)	7.5	9.5	10.5	13	14.5	18.5	23	22.5	19.25	15	10	6.5

Les précipitations sont marquées par des irrégularités intra et interannuelle au niveau du sous bassin et par une grande variation dans l'espace. La moyenne annuelle varie de 326,07 mm à 781,59 mm. La répartition mensuelle des précipitations concernant les stations étudiées est donnée par le Tableau 6.

Tableau 6 : précipitations des stations climatiques													
Station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy. ann.
Pont Mdez	14,02	23,8	33,26	30,32	30	35,22	39,13	45	43,04	16,63	7,5	8,15	326,07
Ribat El Khair	14,8	51,51	70,46	81,12	81,71	76,97	73,42	71,64	49,14	15,99	2,37	2,16	592,09
El Adrej	17,5	39,44	48,64	20,91	26,62	47,08	37,36	54,16	47,92	14,16	3,15	6,08	363,02
Tafferte	28,53	56,36	90,56	69,09	67,6	169,6	101	86,93	84,75	13,78	6,73	5,66	781,59

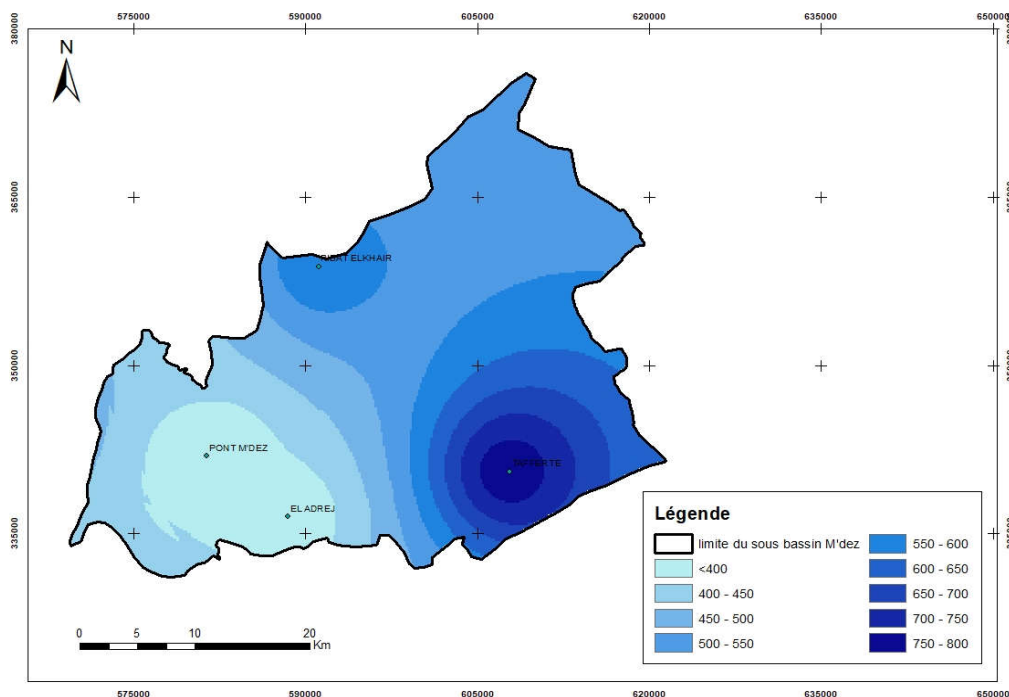


Figure 5: Carte des précipitations de la partie nord du sous bassin M'dez

D'après la carte des précipitations on remarque que:

- les valeurs maximales se concentrent dans la partie orientale du sous bassin (sud-est $P > 600\text{mm}$).
- Les valeurs minimales se concentrent dans la partie occidentale du sous bassin (sud-ouest $P < 450\text{mm}$).

Les précipitations moyennes mensuelles sont marquées par leur hétérogénéité et par une grande variabilité spatiale, ce qui confirme le caractère du climat méditerranéen.

En général, le mois le plus pluvieux pour les différentes stations se situe entre Novembre et Avril.

Le mois le moins pluvieux pour les différentes stations reste celui entre Juillet et Aout.

La carte des précipitations est obtenue automatiquement sur ArcGis, par la fonction IDW, à partir des données des stations météorologiques existant à l'intérieur et à proximité du sous bassin.

Les stations prises en considération sont : Pont M'dez, Ribat El khair, El Adrej et Tafferte.

Climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviothermique ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types du climat méditerranéen.

$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : La moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : La moyenne de la température maximale du mois le plus chaud en Kelvin ($t^{\circ}\text{C} + 273,15$).

m : La moyenne de la température minimale du mois le plus froid en kelvin ($t^{\circ}\text{C} + 273,15$).

Calcul du quotient du diagramme d'Emberger

Le quotient d'Emberger a été calculé sur la base des données relatives à la station de Pont M'dez , Ribat El Khair, El Adrej et Tafferte puisqu' ils sont la seule qui se situe à l'intérieur du sous bassin.

Station Pont M'dez	$Q = \frac{(2000+326.07)}{(23+273.15)^2 - (6.5+273.15)^2} = 70.08$
Station Tafferte	$Q = \frac{(2000+781.59)}{(23+273.15)^2 - (6.5+273.15)^2} = 167.99$
Station Ribat El Khair	$Q = \frac{(2000+592.09)}{(23+273.15)^2 - (6.5+273.15)^2} = 124.64$
Station El Adrej	$Q = \frac{(2000+363.02)}{(23+273.15)^2 - (6.5+273.15)^2} = 76.41$

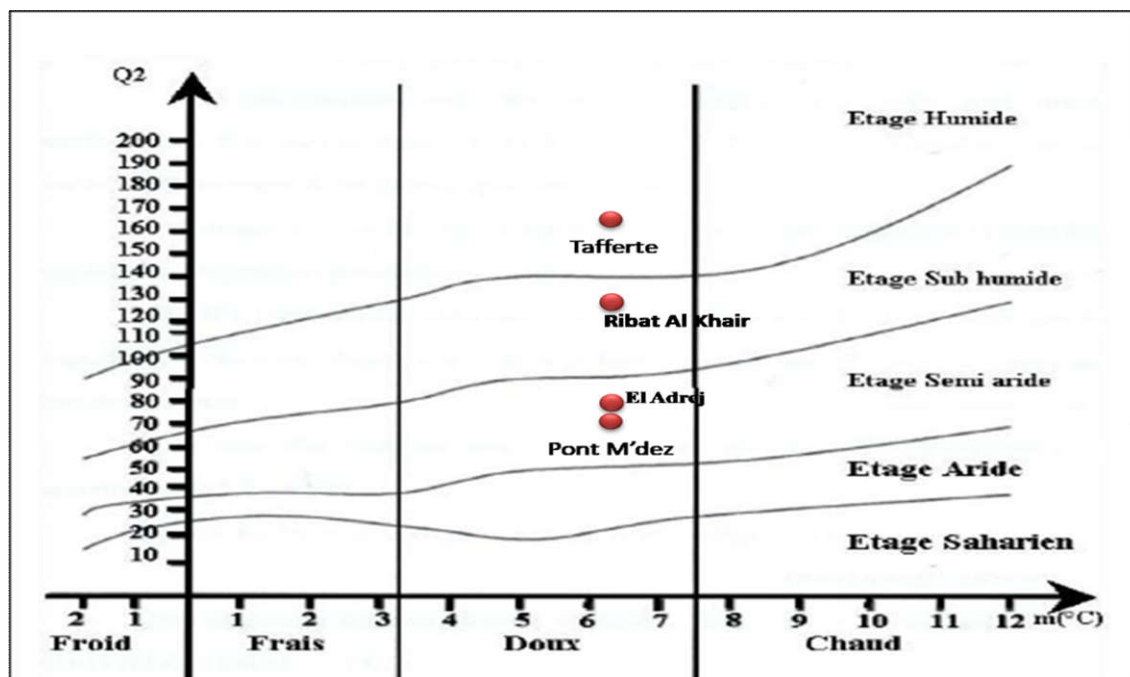


Figure 6 : Climagramme d'Emberger

D'après les valeurs du quotient d'Emberger $Q=70.08$ pour Pont M'dez , $Q=167.99$ pour station Taffert, $Q=124.64$ pour station Ribat El Khair et $Q=76.41$ pour station El Adrej et $m=6.5$ °C. Le sous bassin M'dez se situe dans un étage bioclimatique Semi aride à Humide à variante Douce.

Chapitre III :Caractérisation du milieu physique du sous bassin M'dez

Les cartes thématiques élaborées sont tous traitées par l'outil SIG (ArcGis), en suivant deux voies différentes :

- Par la mise à jour et l'actualisation des cartes existantes au niveau du SEAP, on a pu élaborer les cartes géologique, pédologique, et lithologique définissant l'aspect édaphique de notre sous bassin.
- Par utilisation de la télédétection, on a pu élaborer les cartes suivantes (Figure 7):

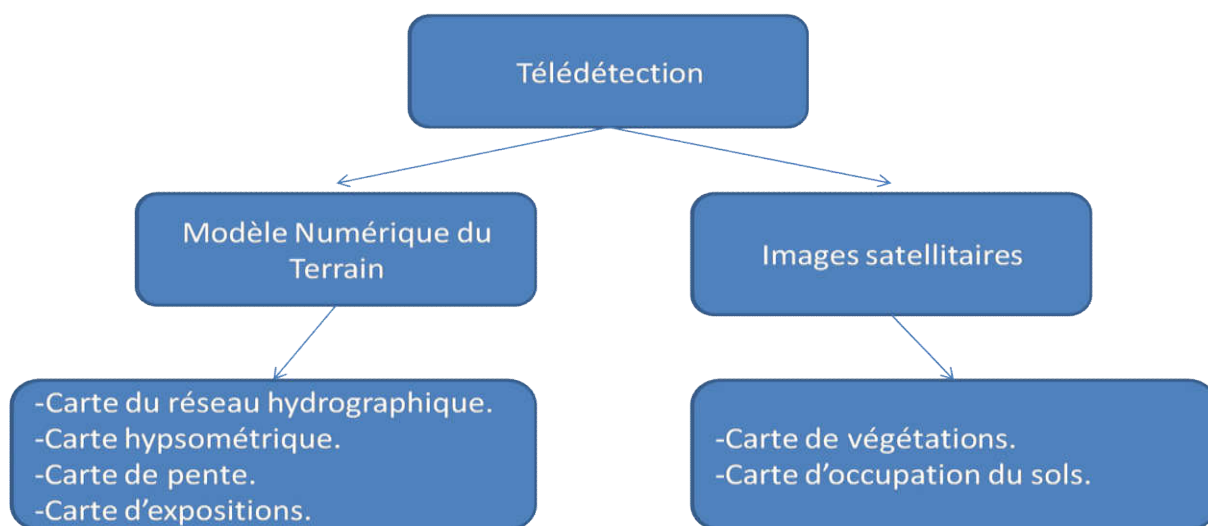


Figure 7 : Schéma explicatif d'utilisation de la télédétection

L'étude du milieu physique met en relief les caractéristiques écologiques et hydrologiques du sous bassin. Ainsi sont explorées en détail, les données de base relatives à la lithologie, la pédologie, l'hydrologie et l'occupation du sol.

III.1 Géologie

Le sous bassin M'dez se situe dans le domaine du moyen Atlas, dont l'individualisation revient au Jurassique. Les affleurements géologiques rencontrés dans le sous bassin sont : des roches sédimentaires Jurassique inférieur et moyen et roches sédimentaires Miocène supérieur-continental et Pléistocène continental.

La connaissance de l'aspect géologique de la zone d'étude a une grande importance dans l'élaboration de la carte lithologique et leur résistance mécanique, facteurs agissant directement sur l'érosion hydrique.

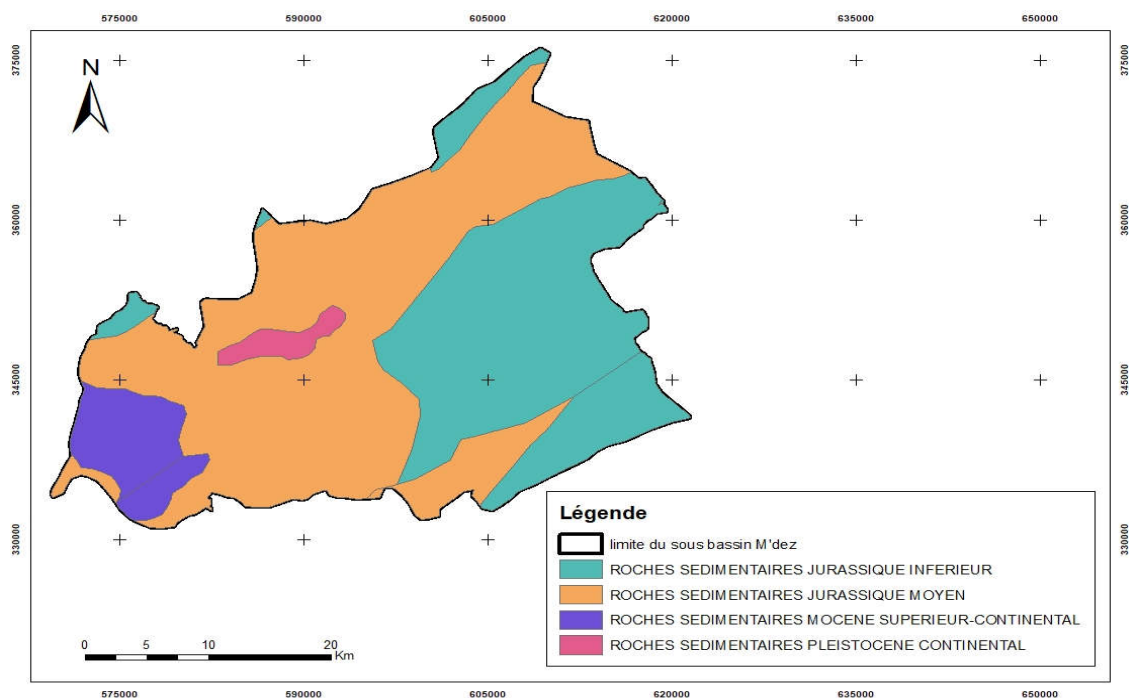


Figure 8 : Carte géologique simplifiée la partie nord du sous bassin M'dez

Tableau 7 : Données de la carte		
Géologie	Superficie (Ha)	%
ROCHES SEDIMENTAIRES JURASSIQUE INFERIEUR	46535	38%
ROCHES SEDIMENTAIRES JURASSIQUE MOYEN	66358	54%
ROCHES SEDIMENTAIRES MOCENE SUPERIEUR CONTINENTAL	8795	7%
ROCHES SEDIMENTAIRES PLEISTOCENE CONTINENTAL	2281	2%
Totale	123866	100%

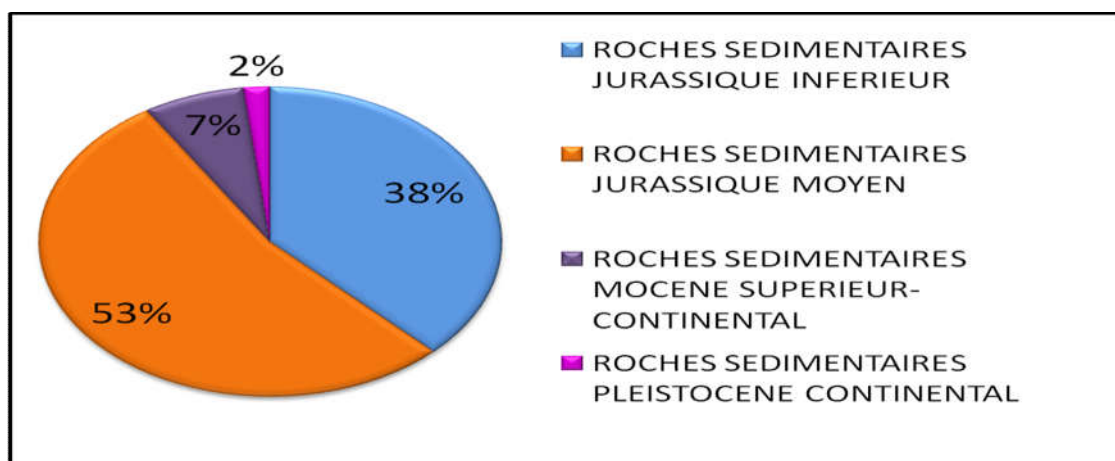


Figure 9 : Diagramme des affleurements géologiques dans la partie nord du sous-bassin M'dez

D'après le Tableau 7 et la Figure 9 On remarque que : 38% du bassin sont des roches sédimentaires datent du Jurassique Inférieur, 54% des roches sédimentaires datent du Jurassique Moyen, 7% des roches sédimentaires Miocène Supérieur-Continental et 2% des roches sédimentaires Pléistocène Continental.

III.2. Lithologie

La carte lithologique montre la présence de trois classes lithologiques:

Les roches à lithologie tendres.

Les roches à lithologie moyennement résistantes.

Les roches à lithologie résistantes.

Classées selon leurs ordres de résistance mécanique.

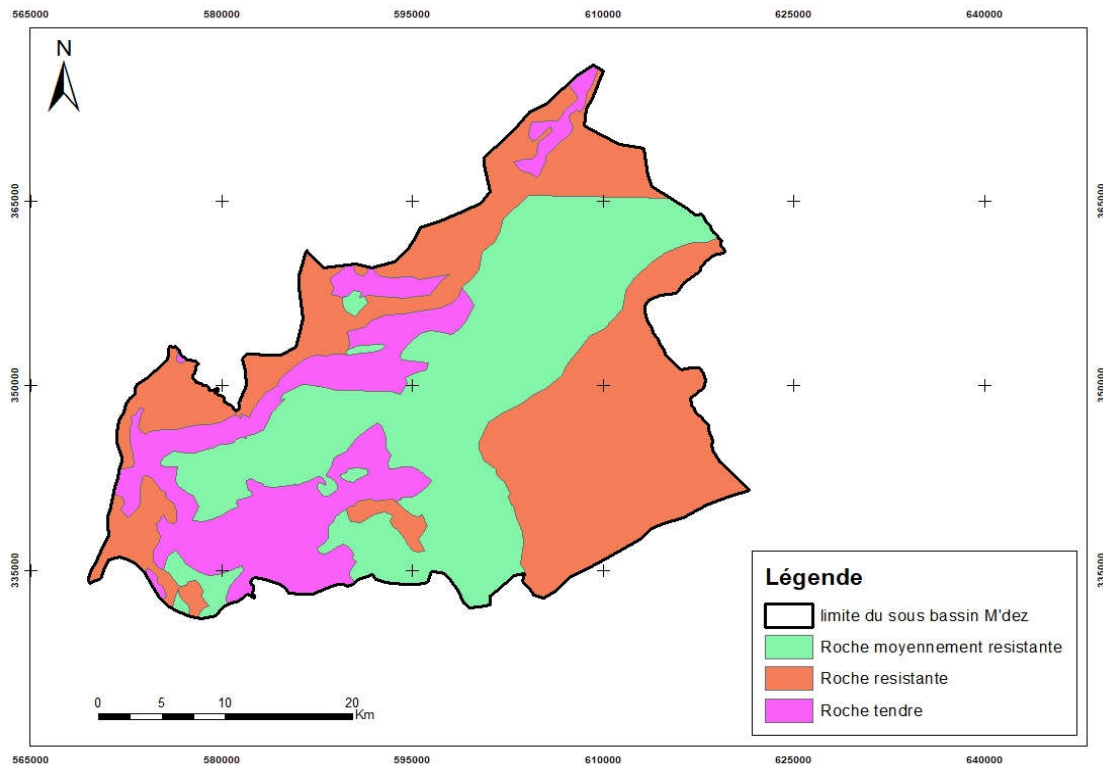


Figure 10 : Carte lithologique la partie nord du sous bassin M'dez

Tableau 8 : données de la carte lithologique		
Type de roche	Superficie(Ha)	%
Roche tendre	242,509076	20%
Roche moyennement résistante	475,569317	38%
Roche résistante	520,68323	42%
Totale	123866	100%

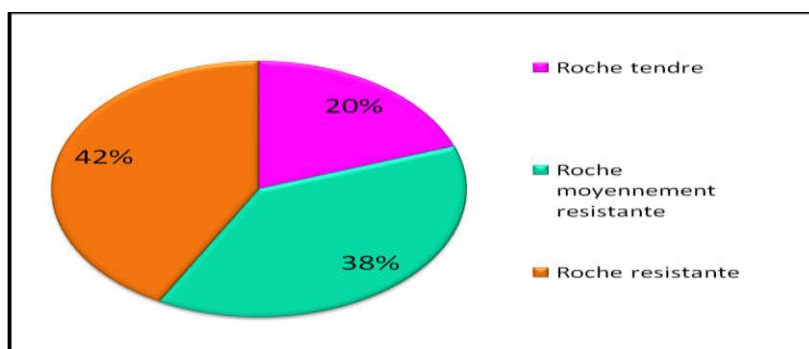


Figure 11: Diagramme de la répartition des classes lithologiques de la partie nord du sous bassin M'dez

L'analyse du Tableau 8 et la Figure 11 montre que : 42% de la surface du sous bassin est occupée par des roches résistantes, 38% des roches moyennement résistante et 20% du sous bassin est occupée par des roches tendre.

III.3. Hypsométrie

Le modèle numérique du terrain (M.N.T) généré par le module 'Topographer' (SIG) a permis de déterminer les altitudes en tout les points du bassin-versant. Après reclassification de la couche générée nous avons retenu 6 classes altitudinales.

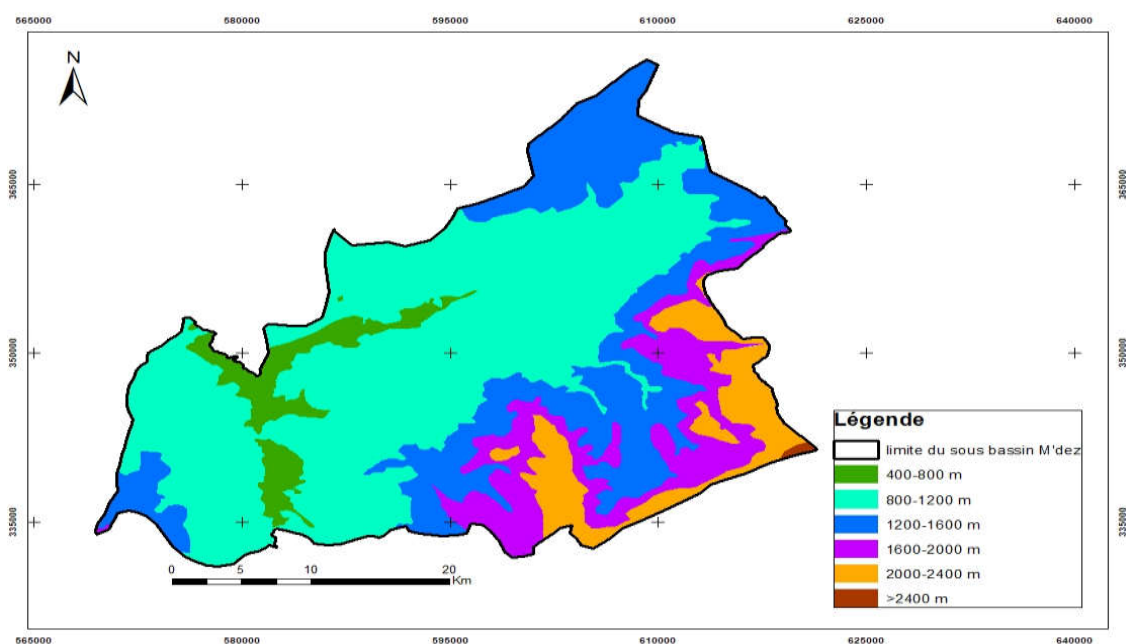


Figure 12 : Carte hypsométrique de la partie nord du sous bassin M'dez

Tableau 9 : Données de la carte hypsométrique		
Classe d'altitude (m)	Superficie (Ha)	%
400-800 m	6281	5,07%
800-1200 m	63535	51,32%
1200-1600 m	29879	24,14%
1600-2000 m	14184	11,46%
2000-2400 m	9730	7,86%
>2400 m	184	0,15%
Totale	123866	1%

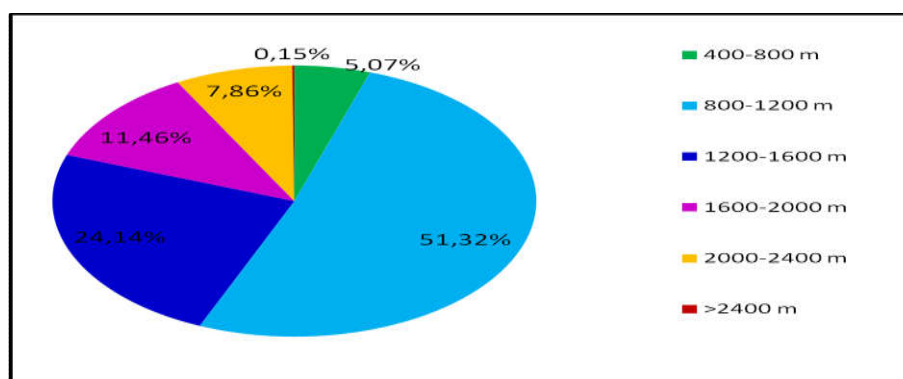


Figure 13 : Diagramme de la répartition des altitudes dans la partie nord du sous bassin M'dez

La répartition de l'importance des tranches altitudinales sont consignées dans le tableau 9 et Figure 13.

Le relief du sous bassin M'dez est caractérisé par une altitude variée. On remarque que plus 80% du bassin a une altitude inférieure à 1200m occupe tout le Nord et l'Ouest du sous bassin, la deuxième partie occupe 19% du sous bassin entre 1200 et 2400m dans l'Est et Sud du sous bassin et moins de 1% (supérieure à 2400m) dans le Sud Est cette partie très haute témoigne d'une forte dynamique.

III. 4. Réseau hydrographique

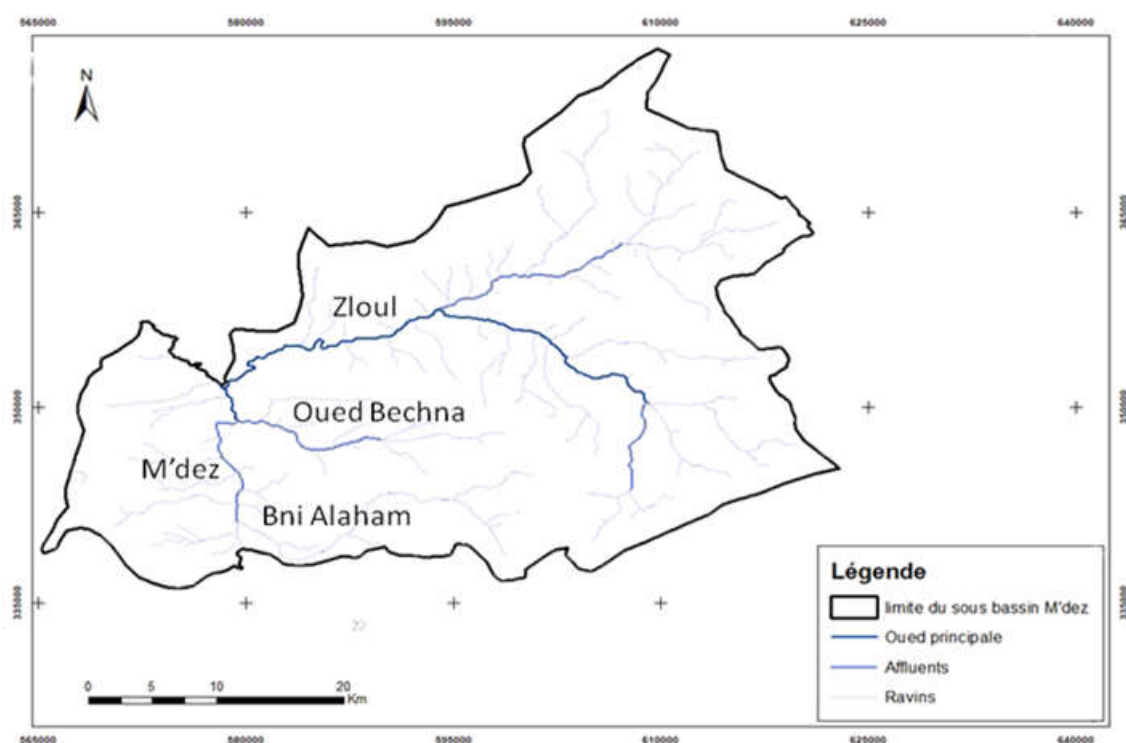


Figure 14 : Carte de réseau hydrographique dans la partie nord du sous bassin M'dez

Le réseau hydrographique forme le moyen le plus important de transport naturel des sédiments.

La carte précédente est réalisée par ArcGis, à l'aide de l'extension Spatial Analyst Tools : Hydrology, en s'appuyant sur un MNT.

L'oued principal dans le sous bassin est l'oued M'dez qui coule d'une direction du Sud vers Nord. Ses affluents les plus importants sont : Zloul, Oued Bechna et Bni Alaham.

II.5. Occupation du sol

La carte d'occupation des sols permet de représenter la répartition des différentes utilisations des terres (terrains de cultures, parcours, forêts) ainsi de toute forme d'utilisation des sols.

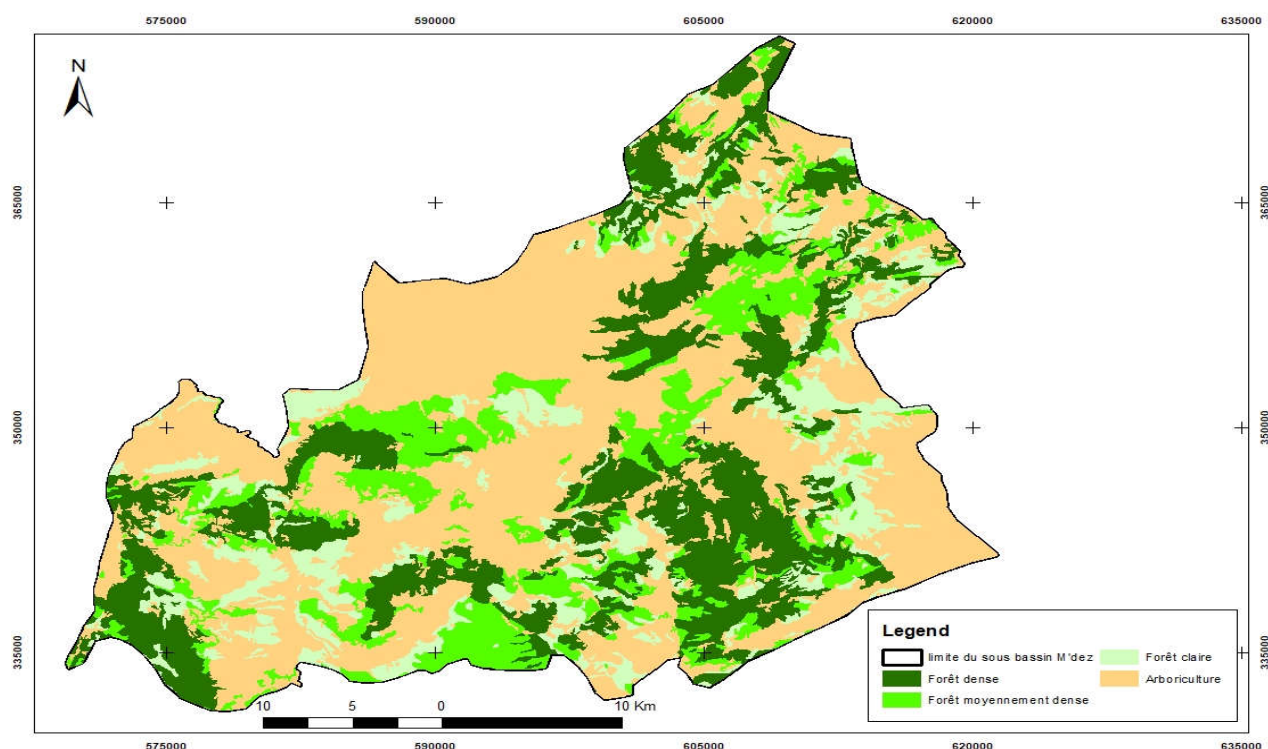


Figure 15 : Carte d'occupation du sol dans la partie nord du sous bassin M'dez

Tableau 10 : Données de la carte d'occupation du sol		
Strate	Superficie (Ha)	%
Forêt dense	29577,36	24,60%
Forêt claire	15678,85	13,20%
Forêt moyennement dense	18219,20	15,20%
Arboriculture	56415,65	47,00%
Total	123866	100,00%

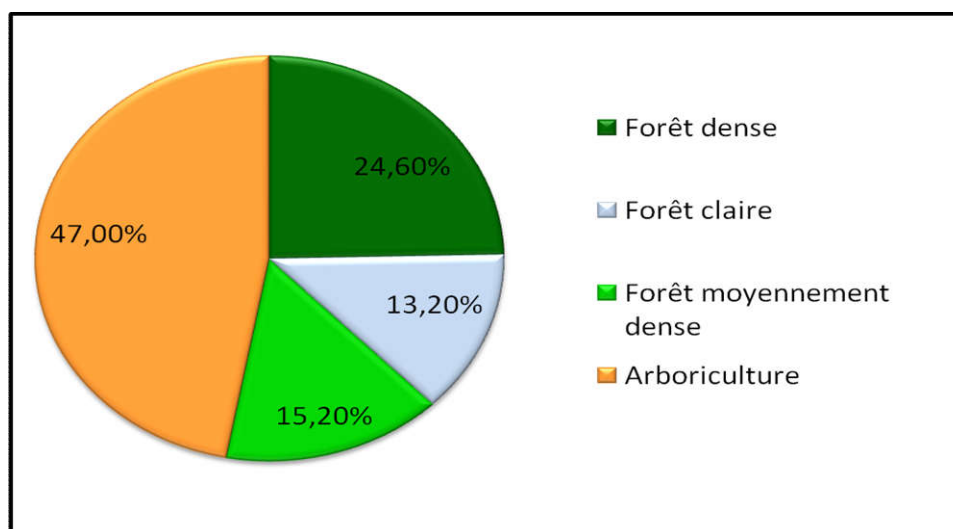


Figure 16 : Graphique de répartition d'occupation des sols dans la partie nord du sous bassin M'dez

D'après l'analyse du Tableau 10 et la Figure 16 montre la presence de quatre types d'occupations. La zone est caractérisée par la dominance de la forêt composée de : forêt claire (13.20%), forêt

moyennement dense (15.20%) et forêt dense (24.60%).Elle occupe 53% de la superficie totale du bassin suivie de surface agricole utile (sous ce titre sont regroupés Arboriculture) qui totalise 47% de la superficie du sous bassin.

III.6. Pédologie

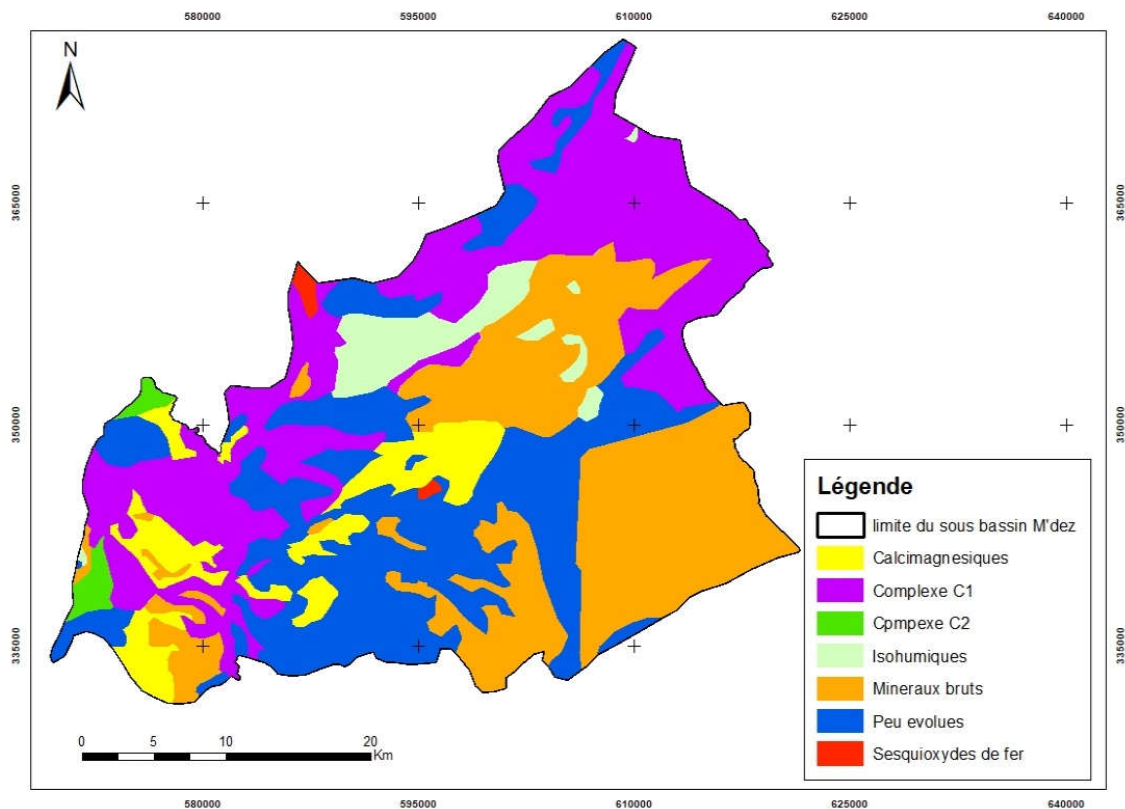


Figure 17 : Carte pédologique de la partie nord du sous bassin M'dez

Tableau 11 : Données de la carte de Pedologie		
Type du sol	superficie (Ha)	%
Sesquioxydes de fer	496	0,40%
Peu evolues	34159	27,60%
Mineraux bruts	36288	29,30%
Isohumiques	5611	4,50%
Cmpexe C2	1335	1,10%
Complexe C1	36552	29,50%
Calcimagnésiques	9432	7,60%
Totale	123866	100,00%

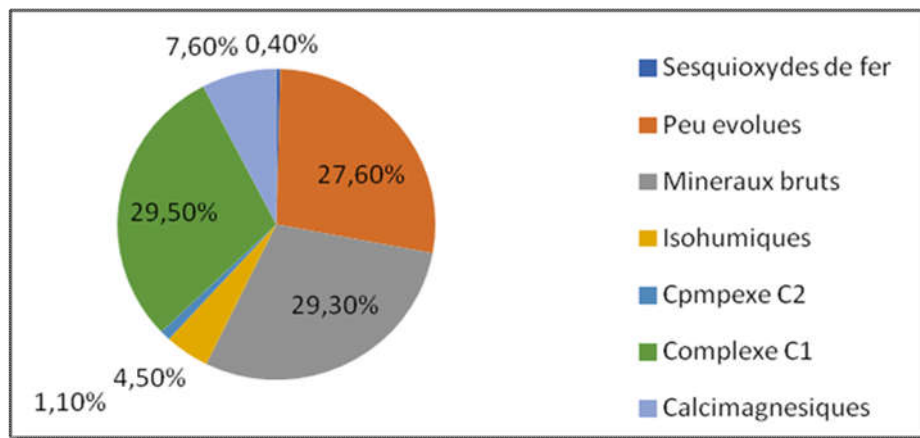


Figure 18 : Graphique de répartition pédologique dans la partie nord du sous bassin M'dez

D'après la carte pédologique, le sous bassin de M'dez est caractérisé par une variété de sols :

- Sols calcimagnésiques sont des sols carbonatés très peu profonds du quaternaire occupe 7,60%.
- Complexe C1 : C'est un Complexe de sols qui est peu évolués d'érosion, de sols fersiallitique peu profond et d'affleurement rocheux sur calcaire dolomitiques du lias ou calcaire lacustre du Lias occupe 29,50%.
- Complexe C2 : C'est un Complexe de sols qui est peu évolués d'érosion d'apport colluvial et d'affleurement roches sur calcaire dolomitiques du Lias occupe 1,10%.
- Minéraux bruts sont : des sols de groupe d'érosion représentés par les calcaires dolomitiques de Lias en affleurement rocheux occupe 29,30%.
- Sols isohumiques sont des sols très profonds à pente légère qui sont constitués par des alluvions et des colluvions fines qui sont évolués sous climat frais pendant la saison pluvieuse occupe 4,50%.
- Sols sesquioxydes de Fer sont des sols à réserve calcique occupe 0,40% qui sont reparties en deux familles; la première des sols peu profonds des calcaires lacustres ou dolomitiques du lias, et la deuxième des sols très profonds de formations quaternaire anciennes.

III.7. Pente

La pente est considérée parmi les facteurs primordiale dans le processus de l'érosion. Son influence sur l'érosion est plus accrue que sur le ruissellement, surtout lorsque le sol n'est pas totalement couvert. Pour des sols portant les mêmes cultures, le ruissellement augmente avec la pente. Les fortes pentes avec un écoulement rapide sont en général à l'origine d'une érosion excessive dont l'importance dépend de la géologie, des sols et de la protection de la couverture végétale.

La carte des pentes a été générée à partir du MNT. Elle a été élaboré sur ArcGis à l'aide de l'extension Spatial Analyst Tools : Surface/ Slope (Figure 10).

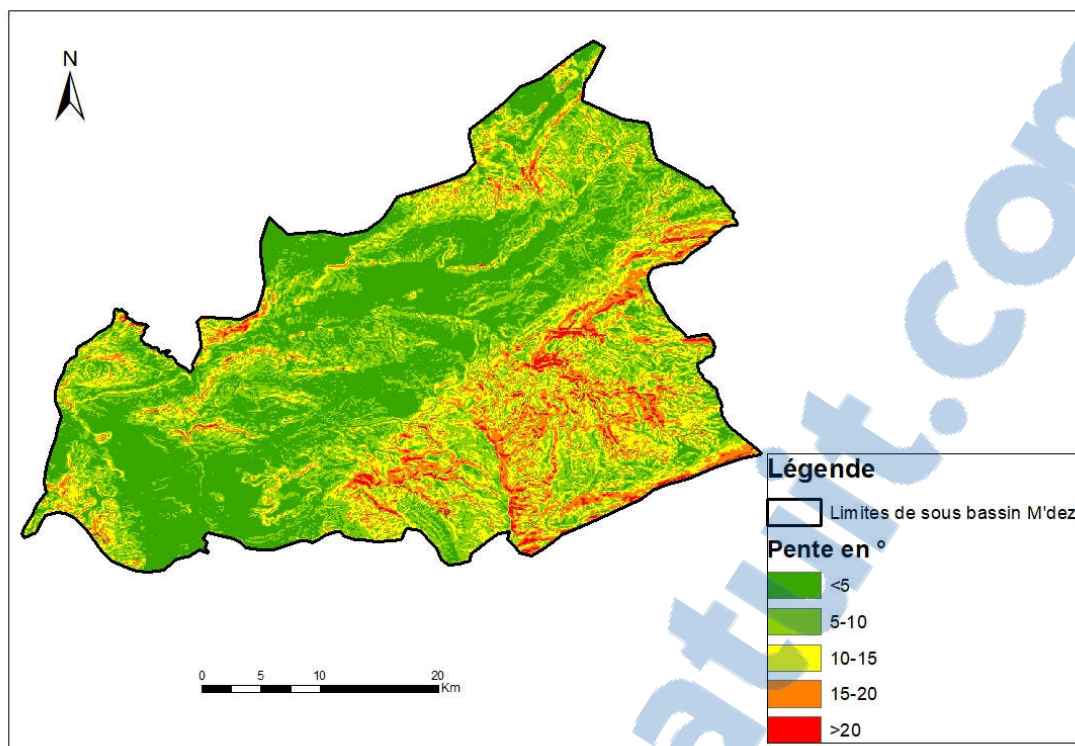


Figure 19 : Carte des classes des pentes dans la partie nord du sous bassin M'dez

Après la classification des valeurs des pentes on a déterminé cinq classes de pentes : Pentes très faibles, faibles, moyennes, fortes et très fortes.

Tableau 12 : Données de la cartes des pentes			
pente	Classe	Superficie (Ha)	%
Pente<5	Pente très faible	53014,648	42,80%
5<Pente≤10	Pente faible	35177,944	28,40%
10<Pente≤15	Pente moyenne	19818,56	16,00%
15<Pente≤20	Pente forte	9785,414	7,90%
20>Pente	Pente très forte	6069,434	4,90%
Totale		123866	100%

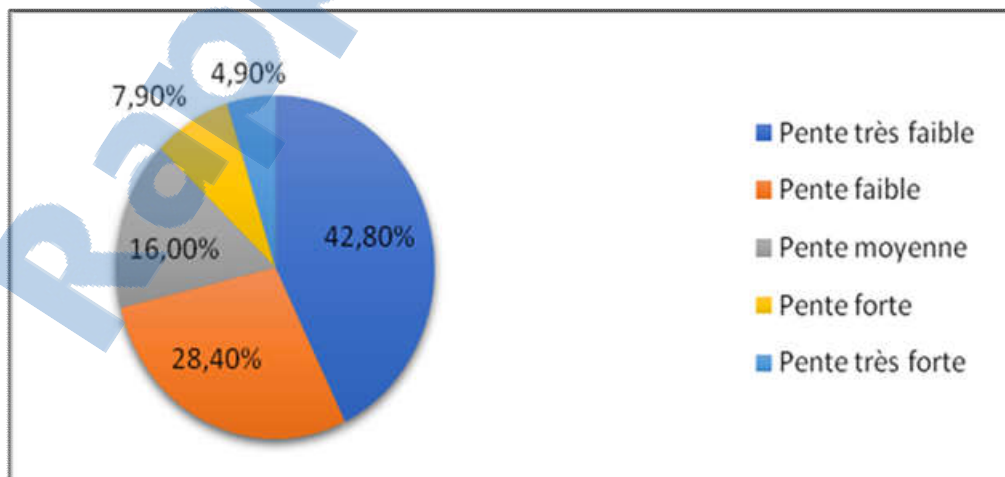


Figure 20 : Graphique de répartition des pentes dans la partie nord du sous bassin M'dez

On constate d'après le Tableau 12 et la Figure 20 que la majeure partie de notre sous bassin a une pente très faible à faible (71,20% de la superficie totale), ensuite 16% de la superficie totale est occupée par les zones de pente moyenne, les 12,8% qui restent représentent les zones à pentes forte, très forte.

III.8. Exposition

La carte d'exposition a été générée à partir d'un modèle numérique du terrain couvrant la région étudiée, en se basant sur l'extension existante dans ArcGis : Spatial Analyst Tools (Surface / Aspect), afin de déterminer les orientations des terrains (Figure 21).

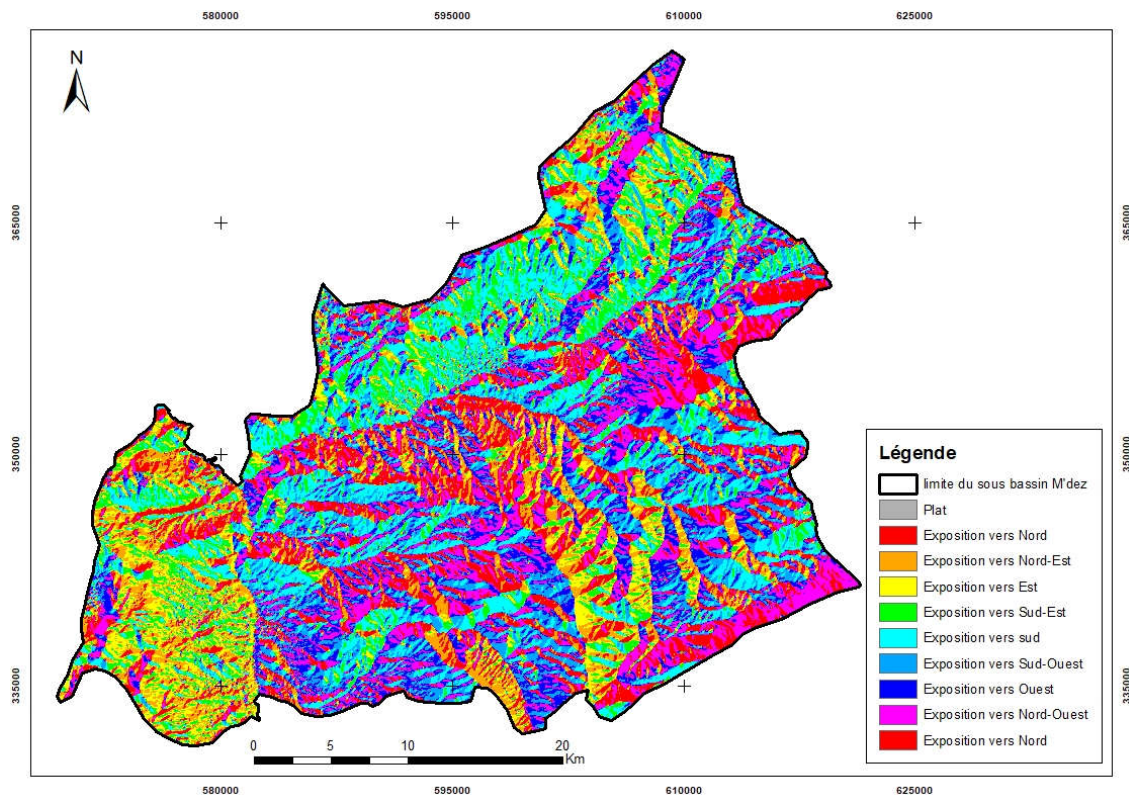


Figure 21 : Carte d'exposition de la partie nord du sous bassin M'dez

III.9. Couvert végétal

Forêts

Le domaine forestier occupe 53% de la superficie totale du sous bassin. Le taux de recouvrement varie, selon les provinces, de 25 à 60% de la superficie totale des provinces concernées.

La forêt représente un recouvrement très hétérogène marqué par des densités variables. Elle est constituée de feuilles et de résineux. Les espèces forestières rencontrées sont : Le chêne vert, le cèdre, le Thuya, le genévrier et d'autres espèces d'importance secondaire.

Système de cultures

Le système de cultures est caractérisé par une rotation dominante de type céréales légumineuses et/ou céréales-jachère-légumineuses.

Légumineuses

Les légumineuses sont souvent associées aux céréales en rotation bisannuelles. Les principales espèces cultivées sont : les lentilles, les fèves et les pois chiches. Les rendements sont faibles et ne dépassent guère 10 quintaux par hectare. La faiblesse des rendements est due principalement aux conditions climatiques, aux attaques parasitaires et aux facteurs de production.

Cultures maraîchères

Les cultures maraîchères de plein champ occupent, selon les provinces, 1% à 5% du Système Agricole Utile. Elles commencent à connaître un développement important dans le sous bassin et constituent une source importante de financement des exploitations. Les cultures maraîchères pratiquées sont essentiellement la pomme de terre et la tomate qui coexistent avec d'autres cultures saisonnières (navets, carottes, menthe...).

Arboriculture fruitière

Les plantations fruitières couvrent, selon les provinces, 1% à 18 % de la SAU. La principale essence fruitière plantée est l'olivier. Les rosacées (pommiers, poiriers, pêchers...) sont dominantes notamment.

Chapitre IV : Estimation de l'état érosif du sous bassin M'dez par la méthode PAP/CAR

IV.1. Présentation du PAP/CAR

Le Centre d'activités régionales pour le Programme d'actions prioritaires (CAR/PAP), créé en 1977, l'Union européenne et Vingt-et-un pays méditerranéens font partie intégrante du PAM(Plan d'action pour la Méditerranée). se basant sur les principes du développement durable. le PAP/CAR, qui est un des six Centres d'activités régionales du PAM, s'est bâti une réputation dans le domaine de la Gestion intégrée des zones côtières (GIZC).

La méthode PAP/CAR, basée sur les facteurs naturels (Lithologie, pente, couvert végétal et nature d'occupation du sol).

Fondée techniquement sur 3 approches :

- ✓ *Approche prédictive*
- ✓ *Approche descriptive*
- ✓ *Approche d'intégration*

IV.1.1. Approche prédictive

Elle comprend à admettre, estimer et absorber tous les éléments essentiels, qui contrôlent l'érosion (la lithologie ,la pente, les sols, le couvert végétal,...) Elle complète à la cartographie des unités homogènes des états érosifs , fournissant le tissu pour la cartographie du potentiel et des tendances générales)

- Opérations 1 et 2: Elaboration de la carte des classes des pentes et la carte lithologique.
- Opération 3 : Carte d'érodibilité par superposition des cartes des pentes et lithologique.
- Opération 4 et 5: Elaboration des cartes d'occupation du sol et de couvert végétal.
- Opération 6 : Carte de protection des sols par superposition des cartes d'occupation du sol et de couvert végétal.
- Opération 7 : Carte des états érosifs par superposition des cartes d'érodibilité et de protection des sols.

IV.1.2. Approche descriptive

Elle autorise à énoncer et à faire une évaluation qualitative des processus actuels et actifs sur un site donnée ainsi que d'admettre estimer et cartographier les changement actuels d'érosion et les différents degrés accédés par chaque forme d'érosion) .

IV.1.3. Approche d'intégration

C'est le résultat principale qui est la carte finale des dispositions de l'érosion hydrique à la dégradation ou à la régression. Elle est obtenue par la superposition et l'intégration des informations qualitatives issues des phases prédictives et descriptive.

IV.2 Application du PAP/CAR au sous bassin M'dez

Approche prédictive :

Dans cette partie on va superposer les cartes déjà réalisées dans la partie précédente, pour obtenir les cartes d'érodibilité (Figure 23) et de protection des sols (Figure 25) qui seront eux même destinées à la superposition pour donner la carte des états érosifs (Figure 27).

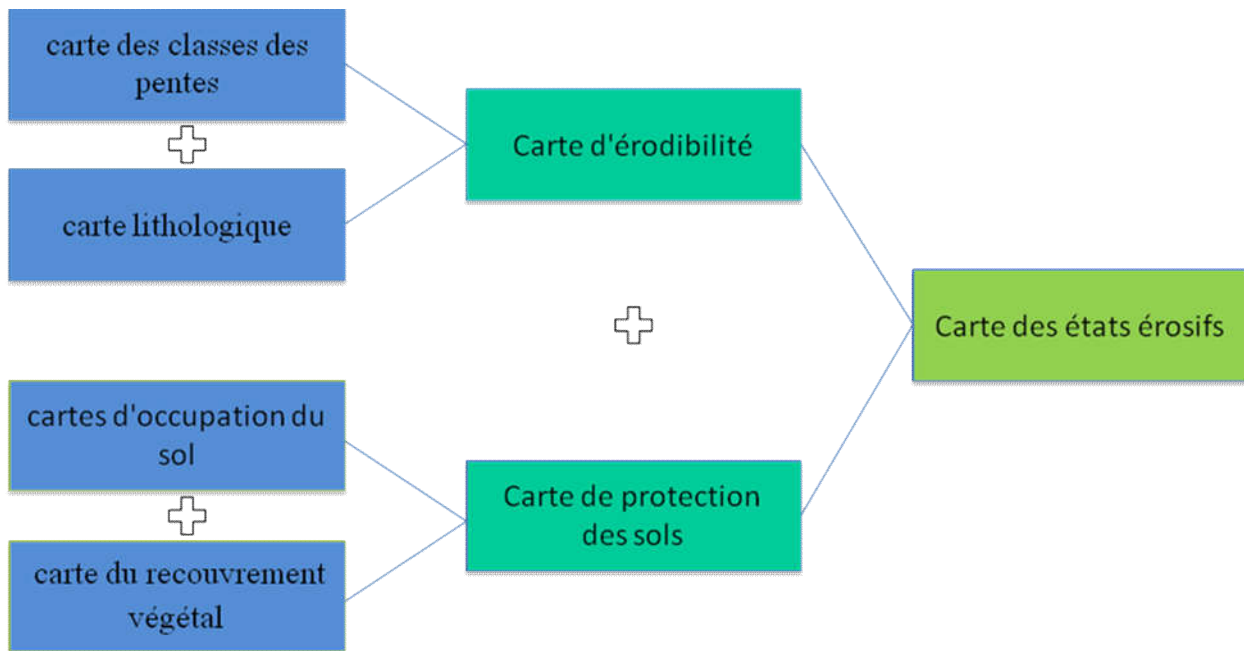


Figure 22 : Schéma de l'approche prédictive

Pour établir la carte d'érosion on a besoin de superposer selon la méthode de PAP/CAR les cartes suivantes:

IV.2.1. Carte d'érodibilité

*La carte d'érodibilité représente la sensibilité des sols face aux facteurs d'érosion selon leur composition et leur structure.

Cette carte est le résultat de la superposition de deux cartes (la carte des pentes et la carte de lithologie). Elle nous donne la capacité de différencier entre les sols avec érodibilité extrême et les sols avec érodibilité faible.

Tableau 13 : Table de superposition des cartes de pente et lithologique						
Pente Lithologie		Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
		Code (1)	Code (2)	Code (3)	Code (4)	Code (5)
Roches résistantes	Code (1)	2 TFB	3 TFB	4 FB	5 M	6 FR
Roches moyennement résistantes	Code (2)	3 TFB	4 FB	5 M	6 FR	7 TFR
Roches tendres	Code (3)	4 FB	5 M	6 FR	7 TFR	8 TFR

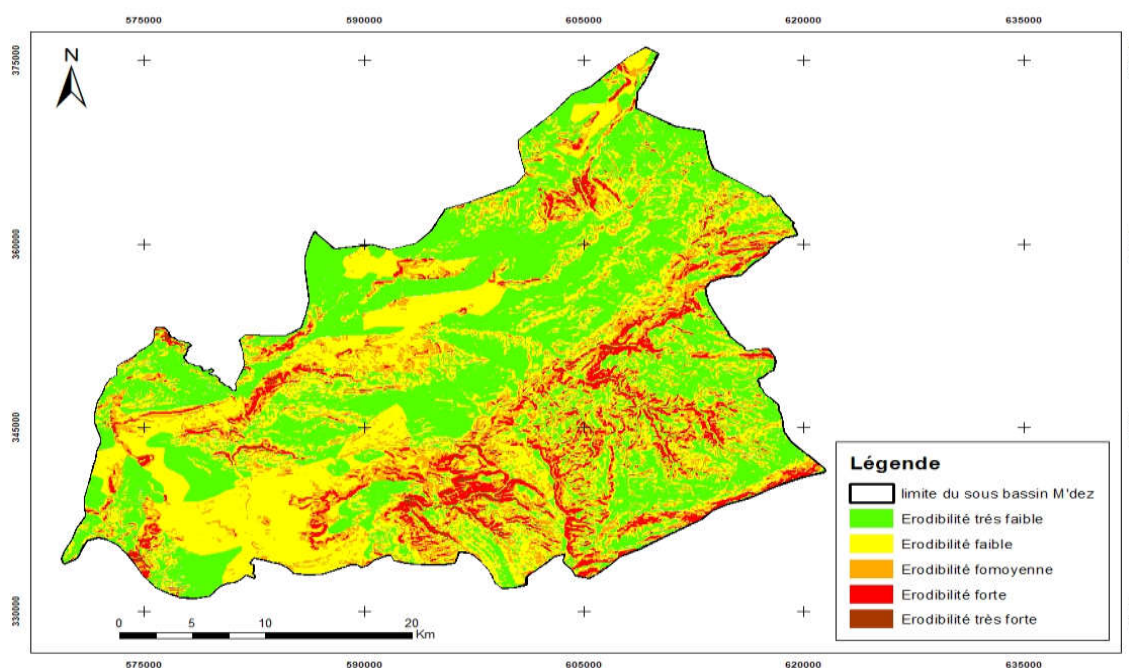


Figure 23 : Carte d'érodibilité de la partie nord du sous bassin M'dez

Tableau 14 : Données de la carte d'érodibilité			
Erodibilité	Superficie (Ha)	%	Code d'érodibilité
Erodibilité faible	51198,7	41,30%	TFB
Erodibilité très faible	44180,8	35,70%	TF
Erodibilité moyenne	18425,95	14,90%	M
Erodibilité forte	9604,11	7,80%	FR
Erodibilité très forte	440,86	0,40%	TFR
Totale	123866	100,00%	

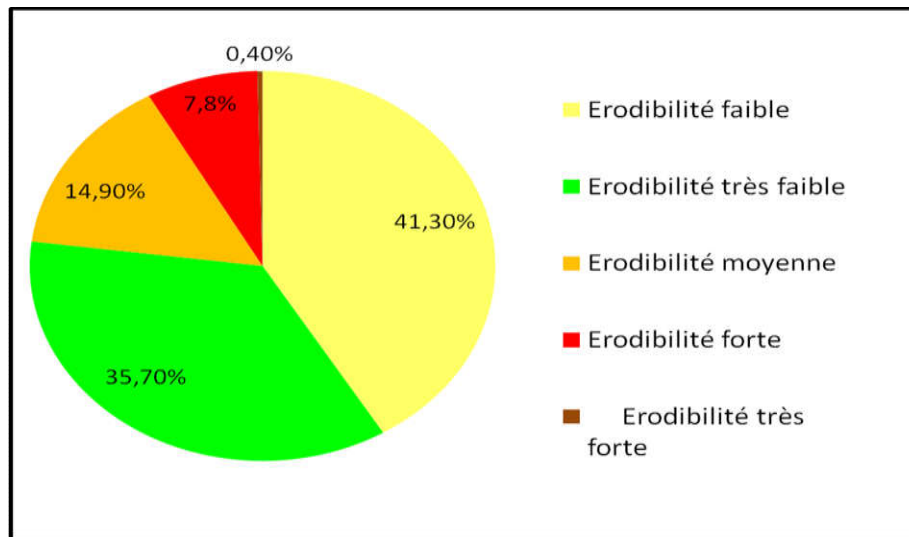


Figure 24 : Graphique de répartition des classes d'érodibilité dans la partie nord du sous bassin M'dez

On a attribué des codes pour chaque classe dans les deux cartes.

Pente : Le Code 1 pour la pente très faible, le Code 2 pour la pente faible, le Code 3 pour la pente moyenne, le Code 4 pour la forte pente et le Code 5 pour la pente très forte.

Lithologie : le Code 1 pour les roches résistantes, le Code 2 pour les roches moyennement résistantes et le Code 3 pour les roches tendres.

la superposition des deux cartes pentes et lithologie(matrice additionnelle) a donné naissance à des valeurs comprises entre 2 et 8.

La carte d'érodibilité du sous bassin montre que l'érodibilité forte et très forte se concentre dans la partie Sud-Est, par contre l'érodibilité faible et très faible se situe du côté Nord-Est et Sud-Ouest. Ce qui va influencer l'état érosif et donner une différence d'érodibilité entre les zones du sous bassin.

IV.2.2. Carte de protection des sols

*cette carte est l'intersection de la carte d'occupation des sols et du couvert végétale .Elle représente le degré d'influence sur l'érosion.

Tableau 15 : Table de superposition des cartes d'occupation et du recouvrement végétal

Occupation du sol \ Recouvrement végétal	Forêt dense (Code=1)	Forêt moyennement dense (Code=2)	Forêt claire (Code=3)	Arboriculture (Code=4)
R > 45%(Code = 1)	2 FR	3 FR	4 FR	5 M
25% < R < 45% (Code = 2)	3 FR	4 FR	5 M	6 M
5% < R < 25% (Code = 3)	4 FR	5 M	6 M	7 FB
R < 5%(Code = 4)	5 M	6 M	7 FB	8 TFB

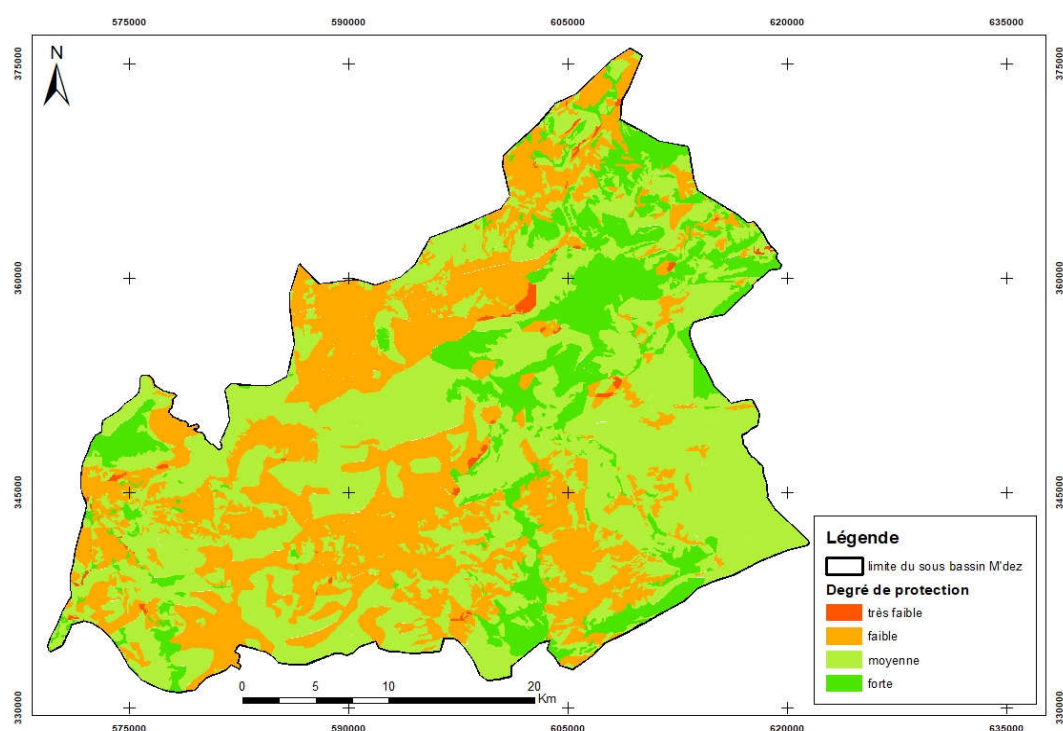


Figure 25 : Carte de protection des sols du sous bassin M'dez

Tableau 16 : Données de la carte de protection des sols

Degré de protection	superficie (Ha)	%	Code de protection
Protection Forte	18647,8565	15%	FR
Protection moyenne	61506,4762	49,80%	M
Protection faible	43151,8107	34,80%	FB
Protection très faible	701,890861	0,60%	TFR
Total	123866	100%	

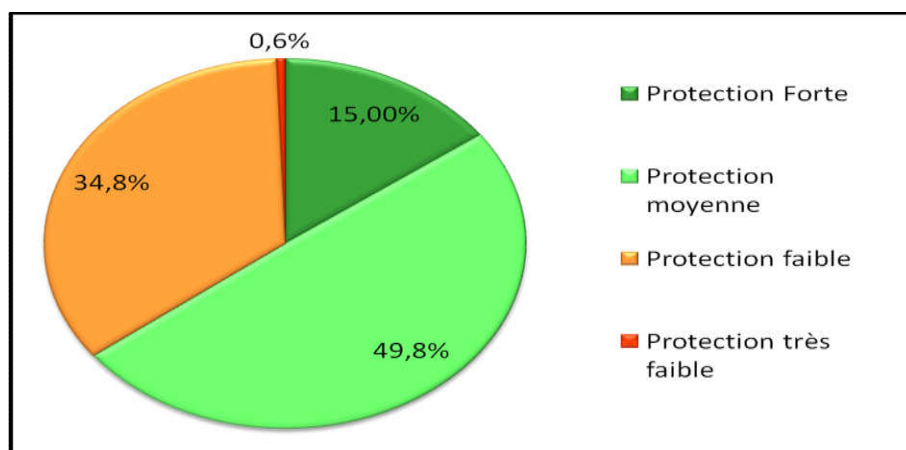


Figure 26 : Graphique de répartition des classes de protection des sols dans la partie naord du sous bassin M'dez

On a attribué des codes pour chaque classe dans les deux cartes.

Occupation du sol : Le Code 1 pour la Forêt dense , le Code 2 pour la Forêt moyennement dense le Code 3 pour la Forêt clairele Code 4 pour la Arboriculture

Recouvrement végétal : $R > 45\%$ (Code = 1) $25\% < R < 45\%$ (Code = 2) $5\% < R < 25\%$ (Code = 3) $R < 5\%$ (Code = 4)

la superposition des deux cartes d'occupation du sol et recouvrement végétal (matrice additionnelle) a donné naissance à des valeurs comprises entre 2 et 8.

D'après la carte de protection des sols on remarque que la protection forte et moyenne se concentre dans l'Est du sous bassin par contre la protection faible à très faible reste dispersée dans l'ensemble du bassin.

IV.2.3. Carte des états érosifs

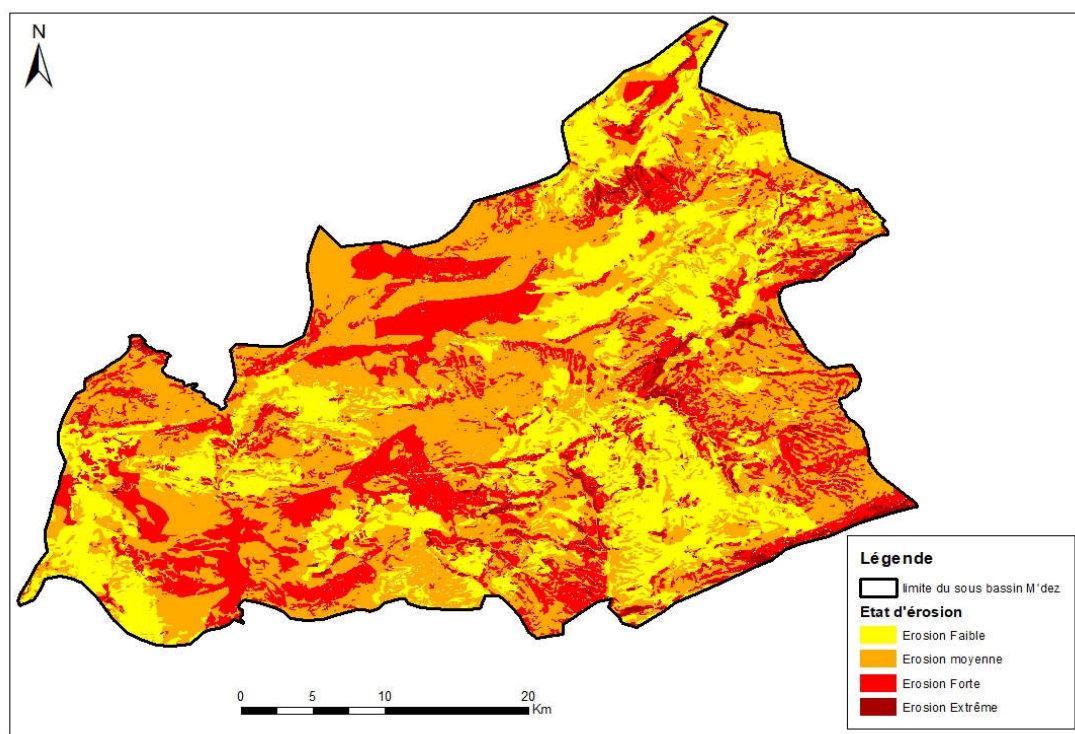


Figure 27 : Carte d'érosion potentielle de la partie nord du sous bassin M'dez

L'étape de réalisation de la carte des états érosifs est la dernière étape de l'approche prédictive. La carte des états érosifs est réalisée à partir de la superposition de la carte d'érodibilité (Figure 23) et celle de la protection des sols (Figure 25), les polygones résultant vont être classés selon la matrice du tableau suivant (Tableau 19).

Tableau 17 : Données de superposition des cartes d'érodibilité et de protection des sols						
Erodibilité Protection des sols		Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
		Code (1)	Code (2)	Code (3)	Code (4)	Code (5)
Protection Forte	Code (1)	2 FB	3 FB	4 FB	5 FB	6 M
Protection Moyenne	Code (2)	3 FB	4 FB	5 FB	6 M	7 FR
Protection Faible	Code (3)	4 FB	5 FB	6 M	7 FR	8 FR
Protection Très faible	Code (4)	5 FB	6 M	7 FR	8 FR	9 EX

Tableau 18 : Données de la carte d'érosion			
Type d'érosion	Superficie (Ha)	%	Code d'érosion
Erosion Faible	18664,58	15%	FB
Erosion Moyenne	61450,74	50%	M
Erosion Forte	43064,79	34%	FR
Erosion extrême	685,89	1%	EX
Total	123866	100%	

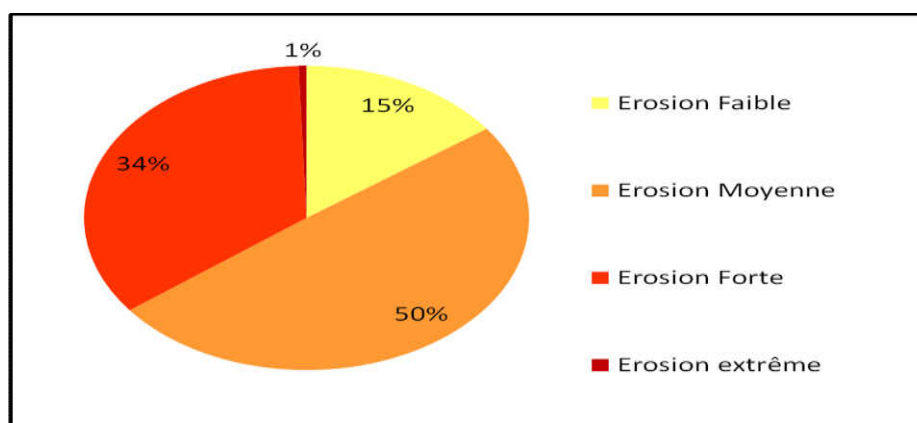


Figure 28 : Graphique de répartition des Type d'érosion dans la partie naord du sous bassin M'dez

Le Tableau et la Figure ci dessus montrent que 50% de la superficie totale du sous bassin est occupée par les terres à érosion moyenne ensuite on a 34% érosion forte, l'érosion faible occupe 15% de la superficie du sous bassin, et enfin 1% des terres ont une érosion extrême.

Chapitre V : Aménagements et recommandations

D'après la carte de l'érosion on remarque que les sous bassins de M'dez présente des surfaces importantes affectées par l'érosion dans divers stade, allant des zones ou l'érosion dont les causes sont d'ordre naturel et anthropique. Les aménagements proposés nécessitent de tenir compte de tous ces facteurs afin d'arriver a un aménagement intégré et durrable, donc ces aménagements sont repartis de la manière suivante :

V.1. Les aménagements en forêt

La reconstitution des forêts par des opérations de reboisement et de reconstitution des peuplements afin de restaurer les écosystèmes forestiers.

L'amélioration des infrastructures et des équipements de la lutte contre les incendies de forêt.

L'entretien des anciennes plantations de reboisement

L'aménagement des réseaux hydrographique par des traitements mécaniques et biologiques des ravins.

V.2. Les aménagements concernant la SAU (Surface Agricole Utile)

Renforcements des plantations d'oliviers et les plantations fruitières.

Régénérations de la vieille plantation épierrage des terrains de cultures.

Aménagements des terrains de cultures en pente par l'installation des occupations antiérosifs tels que les cordons en pièces sèches, les murettes.

Installation des collecteurs d'eaux de pluies.

Toutes ces actions ont été concrétisées par une carte des aménagements détaillés.

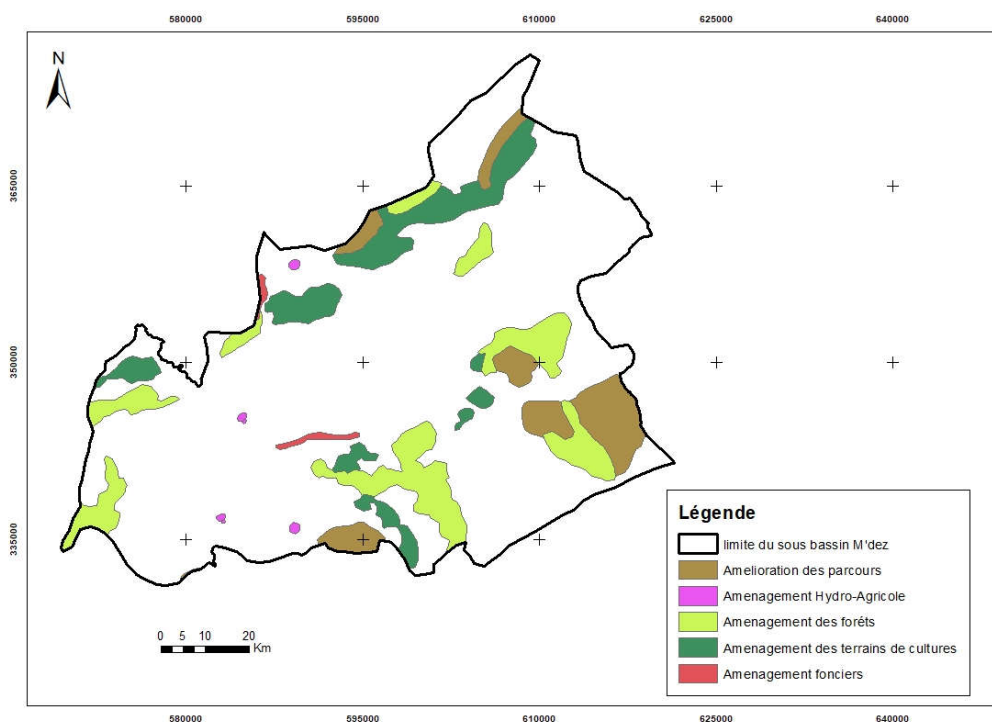


Figure 27 : Carte des aménagement proposés dans la partie nord du sous bassin M'dez
Ces actions ont été réalisés dans le cadre du projet «JBIC» depuis 2007

V.3. Les actions de développement de la population

En plus des aménagements précitées, des actions de développements doivent être entreprises et qui ont pour objectif le développement de la population locale.

Ces actions portent sur la valorisation des produits de terroir dans différents domaines :

La valorisation de l'olivier et ces produits de transformations.

La valorisation de la production de la laine

La création des activités génératrices de revenus

Création des associations de différents axes d'interventions Ex :

Le domaine d'apiculture, le domaine des plantes aromatiques et médicinales etc. ...

Encouragement de l'écotourisme pour partager les connaissances écologiques, touristiques et culturelles.



CONCLUSION

La zone étudiée présente des caractères très importantes (forêts, sols, eaux, cultures, arboriculture, et production animale) qui nous obligent à donner une valeur et une gestion intelligente et durable.

- ✓ Le sous-bassin de M'dez est caractérisé par un climat Semi aride à Humide à variante Douce.
- ✓ un couvert végétal représenté par les forêts, mais malheureusement la forêt dense ne représente que 25%.
- ✓ D'après la carte de l'érosion potentielle, on constate qu'il y a une dominance de l'érosion moyenne (50%) suivie de l'érosion forte (34%) d'où la nécessité de prévoir des mesures d'intervention anti érosives proposées dans les solutions et interventions.

Pour la réalisation de ce travail nous avons adopté une approche d'évaluation qualitative de l'érosion basée sur la superposition des cartes thématiques nécessaires qui ont une relation directe avec l'érosion.

Grâce à l'outil SIG utilisé qui est considéré comme un moyen de prise de décision, le géotraitement, la modélisation et l'analyse de l'ensemble des facteurs de l'érosion.

L'érosion reste une menace importante dans ce bassin elle est due aux défrichements, coupes de bois et surtout le surpâturage qu'il faut améliorer à travers une organisation des usagers. Des extensions de terrains de cultures qui entraînent une réduction du couvert végétal naturelle et la dégradation de l'écosystème forestier alors, on propose de commencer par les zones d'intervention urgente dans la région à forte érosion par les actions suivantes :

- Le reboisement par des espèces végétales autochtones pour assurer la pérennité des forêts.
- L'organisation des parcours par la mise en place des mises en défens rotationnelles.
- L'amélioration des terrains de parcours par la plantation des espèces fourragères.
- Le renforcement et réhabilitation des infrastructures socio-économiques.
- La création des activités génératrices de revenu et d'emplois.

Références

Bibliographie

Service d'étude d'aménagements et de planifications (SEAP), Etude d'Aménagement du bassin versant en amont du barrage Allal El Fassi 200p

PAP/CAR (1998) : Directives pour la cartographie et la mesure des processus d'érosion hydrique dans les zones côtières méditerranéennes. PAP-8/PP/GL.1.

Webographie :

http://www.eauxetforets.gov.ma/files/editor_upload/DREFLCD_FB_2015.pdf Direction régionale des eaux et foret et la lutte contre la désertification

<https://journals.openedition.org/physio-geo/4572>

<http://www.ma.auf.org/erosion/chapitre1/Chap1-sommaire.html> Ali Smiri, Ecoles supérieures de formation en foresterie et en agriculture, Chapitre1 : EROSION HYDRIQUE

Service d'étude d'aménagements et de planifications (SEAP), Etude d'Aménagement du bassin versant en amont du barrage Allal El Fassi, 200p

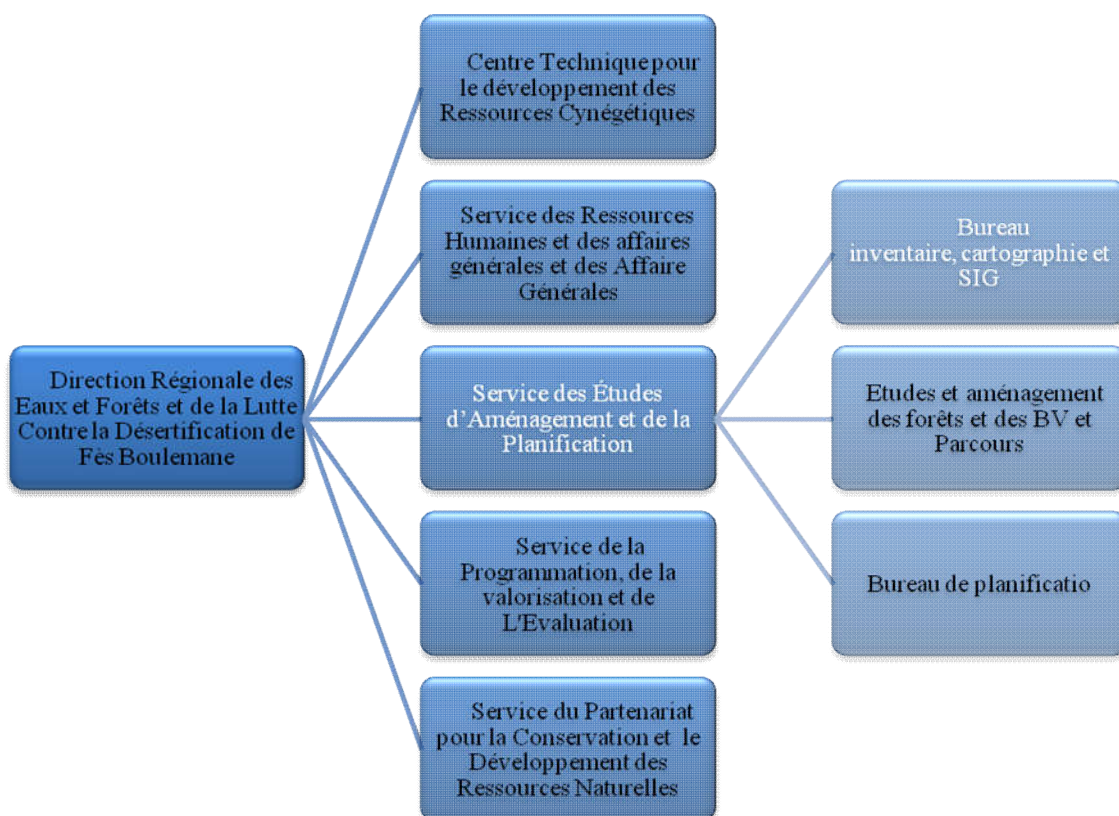
ANNEXE

Annexe 1 : Lieu de stage :

Dans le cadre d'enseignement supérieur et la poursuite d'études en licence Sciences et Technique « Géo-ressources et Environnement » à la Faculté des Sciences et Technique Fès, il est obligatoire d'exécuter nos connaissances prise pendant notre parcours universitaire avec et les mettre en pratique par un stage de PFE.

Présentation de la DREFLCD :

La Direction Régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la désertification Fès-Boulomane a été créée selon l'arrêté ministériel n° 553.00 le 14 Avril 2000, paru au bulletin officiel n° 4806 en date du 19 Rabina premier (22 juin 2000). Cependant, cette Direction a commencé à fonctionner depuis le 1er Septembre 1999. Cette création vise bien entendu à optimiser au mieux les interventions forestières et à améliorer l'efficacité du secteur à la faveur de la décentralisation de déconcentration de certaines activités.

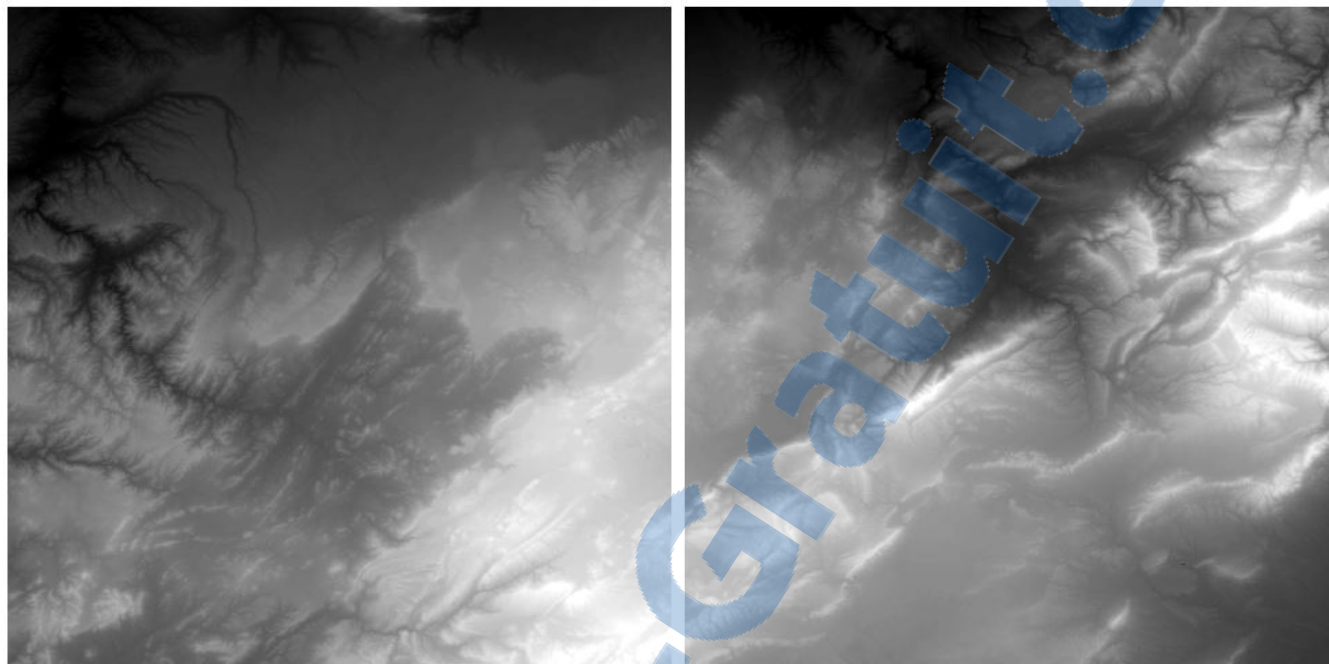


Annexe 3 : Données de la Télédétection :

Modèles numériques de terrain (résolution 30m) (www.astergdem.com) MNT:

ASTGTM_N33W005_dem

MNT: ASTGTM_N33W006_dem



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques
Omari Mohamed
Taleb Omar

Année Universitaire : 2017/2018

Titre : Spatialisation de l'érosion hydrique dans le sous bassin versant M'dez (partie Nord)

Résumé

Ce travail est consacré à l'étude qualitatif d'érosion hydrique, qui est un phénomène dont souffre la majorité des terrains marocains. Nous effectuons une étude basée sur l'approche prédictive du modèle PAP/CAR afin de déterminer l'état de l'érosion de la partie Nord du sous bassin M'dez.

La partie Nord du sous bassin de M'dez situé dans le nord du barrage Allal El Fassi localisé dans le domaine moyen atlasique est caractérisé par un climat Semi aride à Humide à variante Doux avec une précipitations qui dépassent les 512mm/an. Sa topographie est caractérisée par une variation d'altitude allant de 400m à 2467m .Ces caractéristiques physiques de ce sous bassin font qu'il peut être sujet à une érosion hydrique probable.

Le but de notre travail est d'estimer la taille de l'érosion hydrique dans le sous bassin de M'dez, en se basant sur l'utilisation de l'outil SIG et la télédétection, pour la mise au point des cartes thématiques de : précipitations, réseau hydrographique, pente, exposition, végétation, occupation du sol, géologie, pédologie, et lithologie. La superposition de ces cartes thématiques selon les directives de PAP/CAR a permet d'une part d'enregistrer l'importance du volume d'érosion hydrique dans le sous bassin

Mots clés : Spatialisation, Erosion hydrique, SIG, PAP/CAR. sous bassin M'dez.