



# **SOMMAIRE**

RESUME .....	I
DEDICACE.....	II
REMERCIEMENT .....	III
SOMMAIRE .....	IV
TABLE DES FIGURES ET PHOTOS .....	VI
TABLE DES TABLEAUX.....	VII
INTRODUCTION GENERALE .....	1
<b>CHAPITRE I CADRE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
I -DONNEES GENERALES SUR LA ZONE D'ETUDE, BASSIN VERSANT DE L'OUED FES.....	4
I-1- Situation géographique du bassin versant de l'Oued Fès .....	4
I-2- Cadre géologique .....	4
I-2-1-Présentation du contexte géologique régional .....	4
I- 2-2-Formations géologiques dans le bassin de Fès - Meknès .....	6
<b>II- L'HYPSOMETRIE .....</b>	<b>10</b>
<b>III- LA PENTE.....</b>	<b>14</b>
<b>IV- CADRE CLIMATIQUE .....</b>	<b>15</b>
IV-1-les précipitations.....	15
IV-2- Température .....	17
<b>V- CADRE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>18</b>
V-1- Hydrologie.....	18
a- Le réseau hydrographique qui traverse la ville .....	19
b- Données morpho-dynamiques des oueds.....	22
c- Les bassins versant élémentaires .....	22
V-2- Hydrogéologie : .....	23
<b>VI- OCCUPATION DU SOL .....</b>	<b>23</b>
VI-1-Irrigation .....	24
a- Système d'irrigation .....	24
b- Cultures irriguées .....	25
c- Mode d'irrigation .....	25
<b>CHAPITRE II ETUDE DES RISQUES MENAÇANT LA VILLE DE FES .....</b>	<b>27</b>
I- DEFINITION DU RISQUE.....	28
II- LES RISQUES ETUDIES .....	29
II-1- le risque d'inondation .....	29
II-1-1- définition .....	29
II-1-2 Le risque d'inondation dans la ville de Fès .....	30
1. Problématique.....	30
2. Rappel des crues historiques et dégâts.....	31
3. Diagnostic de la situation existante des oueds de la zone étudiée .....	32
II-2.Le risque de pollution .....	33
II-2-1. Définition.....	33



## *Hydrologie de Surface & Qualité des Eaux*

---

II-2-2 la pollution au niveau de l'oued Fès .....	35
II-3. Le risque de dépôts illicite de remblais.....	37
<b>CHAPITRE III LA CARTOGRAPHIE ET L'ÉVALUATION DES RISQUES ETUDIÉS DANS LA ZONE URBAINE DE LA VILLE DE FES .....</b>	<b>39</b>
I-    METHODOLOGIE DE L'ÉTUDE .....	41
II-    CARTOGRAPHIE DES ALEAS .....	43
II-1. L'aléa inondation.....	43
II-2 L'aléa dépôts des remblais .....	45
II-3 L'aléa pollution des eaux.....	47
III-    LA CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE .....	50
IV-    LA CARTOGRAPHIE DU RISQUE GLOBAL .....	52
IV-1 Carte de susceptibilité globale .....	52
IV-2 Carte de risque global .....	54
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>58</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>59</b>
ANNEXE 1 : .....	59
REPARTITION DES SUPERFICIES IRRIGUEES PAR COMMUNE (EN HA) SITUÉES DANS LE BASSIN DE FES .....	59
ANNEXE 2 : .....	59
TEMPÉRATURES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES DANS LA STATION DE FES-SAÏSS(1978-2001) .....	59
ANNEXE 3 : .....	61
PLUIES MENSUELLES DANS LA STATION DE FES-DRH (1978 – 2011).....	61

## ***TABLE DES FIGURES ET PHOTOS***

Figure 1: Carte de situation du bassin versant de l'Oued Fès .....	4
Figure 2: vue en 3D du bassin versant de l'Oued Fès .....	5
Figure 3: carte géologique du bassin de Fès-Meknès (Taltasse, 1953).....	8
Figure 4: Colonne litho-stratigraphique synthétique du bassin de Fès – Meknès (Aït Brahim, 1991).....	9
Figure 5: Carte hypsométrique et les pourcentages de superficie en fonction des classes .....	10
Figure 6: Histogramme de fréquence des classes d'altitudes en fonction de la superficie .....	12
Figure 7 : Interprétation de la courbe hypsométrique .....	13
Figure 8: Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Fès.....	13
Figure 9: carte des pentes et les pourcentages de superficie en fonction des classes. ....	14
Figure 10: Précipitations moyennes annuelles dans la station de Fès-DRH (1978/2011) .....	16
Figure 11: Précipitations moyennes mensuelles dans la station de Fès-DRH (1978/2011).....	17
Figure 12: Températures moyennes annuelles dans la station de Fès-Sais.....	18
Figure 13: Températures moyennes mensuelles dans la station de Fès-Sais (1978/2001). ....	18
Figure 14: Réseau hydrographique du BV de Oued Fès.....	20
Figure 15: Répartition des surfaces irriguées par culture.....	25
Figure 16: Répartition des surfaces irriguées par pompage privé selon le mode d'irrigation .....	26
Figure 17: carte de susceptibilité aux inondations au niveau de l'Oued Fès .....	44
Figure 18: carte de susceptibilité aux dépôts de remblais au niveau de l'Oued Fès .....	46
Figure 19 : Carte de susceptibilité à la pollution des eaux au niveau de l'oued Fès.....	49
Figure 20 : Carte de vulnérabilité au niveau de l'oued Fès.....	51
Figure 21: Algorithme utilisé pour l'établissement de la carte de susceptibilité globale .....	52
Figure 22: carte de susceptibilité globale au niveau de l'oued Fès .....	53
Figure 23: Carte de risque global au niveau de l'Oued Fès .....	55
Figure 24: pourcentages de superficie.....	56
Photos 1(a et b) :L'Oued Fès à l'entrée du palais royal ( KHAISSIDI Ch. , 2013).....	36
Photos 2 (a et b): l'Oued Fès au niveau du pont Dekkarat ( KHAISSIDI Ch. , 2013) .....	36
Photos 3(a et b) : l'Oued Fès au niveau du pont Marjane ( KHAISSIDI Ch. , 2013).....	36
Photos 4 (a et b) : L'oued Fès au passage du cartier Bensouda ( KHAISSIDI Ch. , 2013).....	37
Photos 5: remblais au niveau de l'oued Fès, zone de Ain Messned ( ABHS) .....	38



## ***TABLE DES TABLEAUX***

Tableau 1: Tableau de fréquences et des pourcentages cumulés au dessus de la limite inférieure .....	11
Tableau 2 : Caractéristiques des sous bassins du BV de l'Oued Fès (ABHS, décembre 2004) ...	22
Tableau 3: les quatre périmètres forestiers dans la ville de Fès (SDACR ,2011) .....	23
Tableau 4: répartition des périmètres forestiers d'oued Fès (SDACR ,2011) .....	24
Tableau 5: Répartition des surfaces irriguées en ha selon le système d'irrigation (ABHS, 2004)	24
Tableau 6: Occupation du sol des zones irriguées (ABHS, 2004) .....	25
Tableau 7: Répartition des surfaces irriguées par DPA et par mode d'irrigation .....	26
Tableau 8: code et degré d'aléa d'inondation .....	43
Tableau 9: code et degré d'aléa de dépôts des remblais .....	45
Tableau 10: Analyses de la qualité des eaux superficielles (ABHS, 2009) .....	47
Tableau 11: Tableau montrant les classes de qualité (tiré de l'ABHS) .....	48
Tableau 12: degré et superficie du risque.....	56



## ***INTRODUCTION GENERALE***

L'eau, source de vie, a pour origine principale la pluie. Cependant au cours des épisodes pluvieux les zones réceptrices sont souvent risquées par les inondations qui menacent la vie humaine ainsi que leurs secteurs d'activités.

Parmi les villes marocaines la ville de Fès souffre de ce problème traduit par le débordement d'oued Fès pendant les périodes pluvieuses qui s'amplifie par l'action anthropique. Partant de ce patrimoine universel de point de vue touristique, économique et social, les décideurs hydrauliques ont mis en place un projet d'aménagement de l'Oued Fès dit à l'époque Oued El Jawaher.

Ce projet dont l'objectif principal est la protection de la Médina contre les inondations, rendre à l'eau de l'oued son aspect naturel, créer des plans d'eau ainsi que la valorisation de son potentiel touristique.

Le but du présent rapport est d'évaluer et de cartographier le risque d'inondation, de la dégradation de la qualité des eaux et des dépôts illicites de remblais au niveau du tronçons du cours d'eau principal de l'Oued Fès dans le périmètre urbain de la ville, pour ensuite procéder à une meilleure restauration du cours d'eau.

L'évaluation de ces risques et leur cartographie est basée sur la collecte de données à partir d'un ensemble de documents de base à savoir, la carte topographique, le plan d'aménagement de la ville de Fès, Google Earth...qu'on va intégrer dans un système d'information géographique (S.I.G) dans le but d'élaborer des cartes dites "cartes d'aléa " et «cartes de vulnérabilité». Ces cartes vont être l'origine de la carte de risque globale, Afin de pouvoir faire une restauration du cours d'eau concerné en milieu urbain de la ville de Fès. Cette carte constituera un document cartographique de base qui sera mis à la disposition des décideurs et des aménageurs, afin de les aider à prendre des décisions plus efficaces, au sujet de la protection des populations de la ville de Fès, contre les risques des inondations torrentiels, le dépôt illicite de remblais et de la pollution des cours d'eau.

Le présent rapport comprend trois chapitres qui sont les suivants :



## *Hydrologie de Surface & Qualité des Eaux*

---

- le premier chapitre est dédié à la collecte de l'ensemble des données naturelles disponibles sur la région, à savoir les données géologiques, géographiques, climatologiques, et hydrologiques ;
- Le Deuxième chapitre présente un aperçu sur les trois risques menaçant le plus le périmètre urbain de la ville de Fès, qui sont liés aux dépôts illicites de remblais, aux inondations du cours d'eau de l'Oued Fès et aussi au risque lié à la qualité des eaux de cet oued;
- Le troisième chapitre est consacré à la cartographie des différents aléas décrits précédemment, incluant ainsi la vulnérabilité qui sera présentée par la densité des habitats situées le long du tronçon étudié. Ces cartes vont servir par la suite à l'élaboration de la carte globale de risque.



***CHAPITRE I CADRE GENERAL DE LA ZONE  
D'ETUDE***

## I -Données générales sur la zone d'étude, bassin versant de l'oued Fès

### I-1- Situation géographique du bassin versant de l'Oued Fès

Le bassin de l'Oued Fès se situe entre le rif au Nord, le Causse Moyen Atlasique au Sud, le couloir de Fès-Taza à l'Est et la plaine de Saïss à l'Ouest. Il se situe entre les parallèles 33°30' et 34°08'N et entre les méridiens 4°54' et 5°09'W. D'une superficie d'environ 879km<sup>2</sup>(fig. 1).

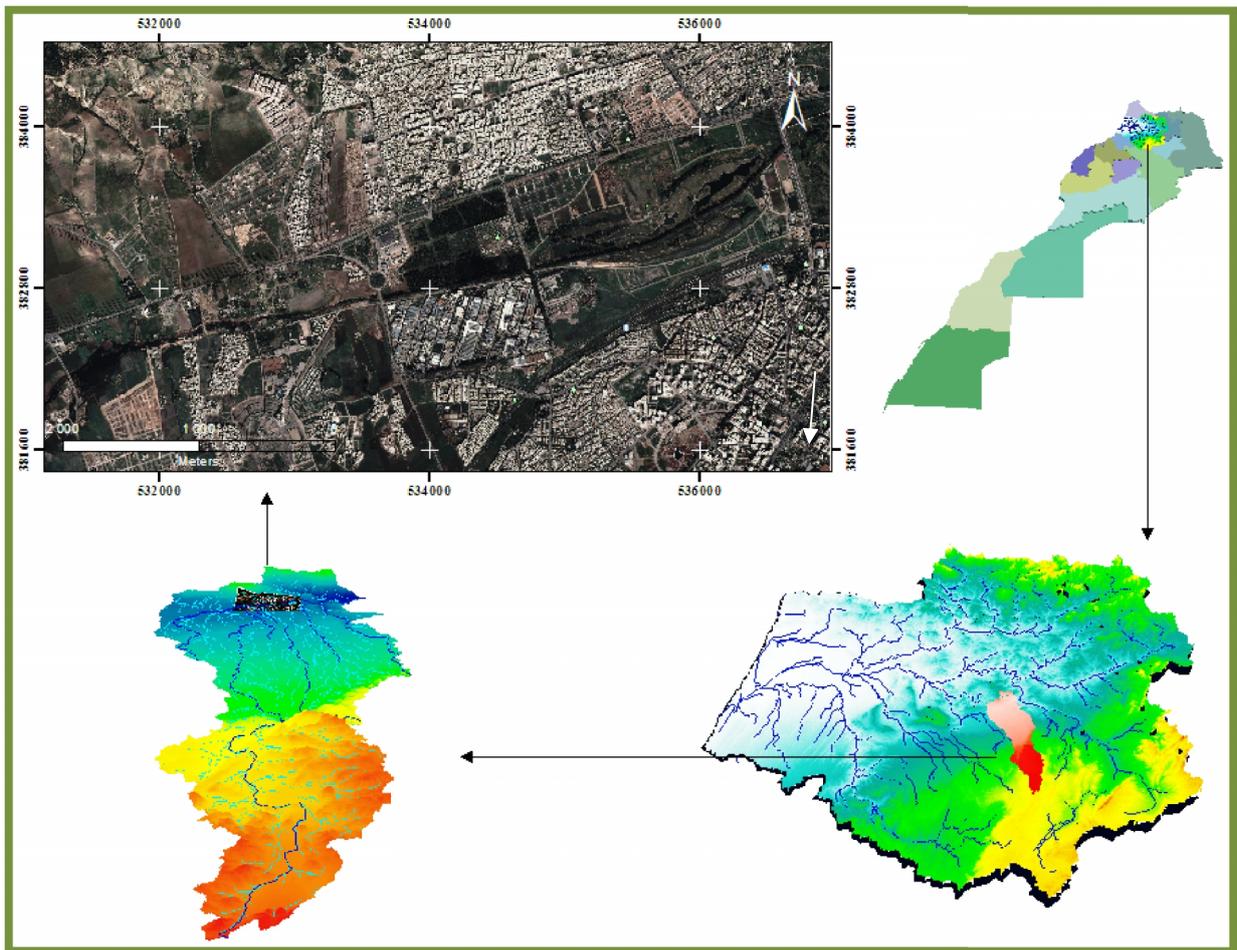


Figure 1: Carte de situation du bassin versant de l'Oued Fès

### I-2- Cadre géologique

#### I-2-1-Présentation du contexte géologique régional

La ville de Fès est située à l'extrémité orientale du bassin de Saïss orienter SW - NE, ce bassin correspond à la partie centrale du sillon sud rifain. Ce dernier est inséré entre deux

grandes unités structurales, le domaine rifain au Nord et le domaine moyen atlasique au Sud (Figure 2)

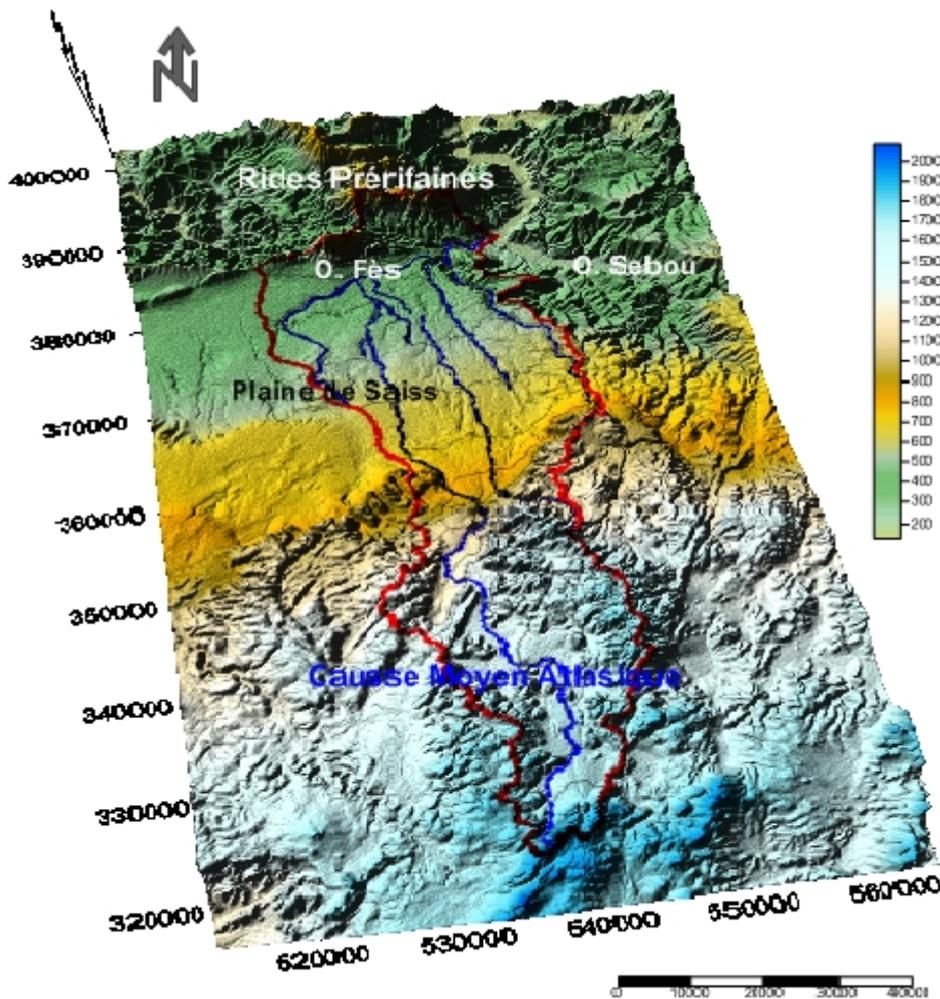


Figure 2: vue en 3D du bassin versant de l'Oued Fès

La ville de Fès est bordée au nord par le **domaine rifain**, ce domaine est composé essentiellement par deux sous unités à savoir la nappe pré-rifaine et les rides pré-rifaines :

- Les rides pré-rifaines correspondent à des anticlinaux à cœur de jurassique, faillés et déversés vers le sud conformément à la direction des poussés tectoniques rifaines. Ces rides constituent ainsi un front orienté approximativement Est-Ouest et qui s'étend de Jbel Tghat à Jbel Zalagh.
- Les nappes pré-rifaines sont formées par une série de crêtes marneuses d'âge crétacé et tertiaire et elles sont orientées parallèlement aux nappes pré-rifaines.



**HSQE**

---

Plus au sud, la plaine de saïs vient buter contre le **domaine moyen atlasique**, appelé encore causses moyen-atlasique. Ce domaine est caractérisé par une puissante série carbonatée du Lias qui repose en discordance sur les formations argileuses du Trias et les schistes du Paléozoïque.

Le **sillon sud rifain**, sur lequel repose la ville de Fès, correspond à une zone subsidente comblée par des dépôts d'âge néogènes dont la frange méridionale vient buter contre les calcaires et dolomies jurassiques du moyen-atlas et la frange septentrionale contre la nappe pré-rifaine.

***I- 2-2-Formations géologiques dans le bassin de Fès - Meknès***

Les formations géologiques rencontrées dans le bassin de Fès – Meknès s'étalent du primaire au quaternaire (figure 3 et 4) (Taltasse, 1953)

a. Le Primaire

Le primaire correspond aux terrains les plus anciens du bassin. Il est composé des schistes viséen, namurien et Westphalien intercalés de niveaux plus gréseux (quartzites), qui apparaissent sous l'aspect de rochers très caractéristiques au sud du plateau de Meknès dans la vallée de l'oued El Kell, au nord-est d'El Hajeb et au sud-est de la plaine du Saïss, dans la région de Bhalil.

b. Le Trias

Le Trias se présente sous son faciès habituel grésopélitique. Il affleure sur la bordure sud-ouest

du bassin dans les régions d'Agouraï et D'El Hajeb. Il est représenté dans l'ensemble par :

- Une série détritique et argilo-salifère inférieure formée par une alternance de grès, conglomérat, pélites rouges passant à des argiles rouges salifères (sel gemme, sel de potasse, gypse et anhydrite) ;
- Une série de basalte intermédiaire. Le basalte est concordant sur la série inférieure. Il s'agit de basaltes tholéitiques mis en place par épanchement sous aquatique ;



- Une série argilo-salifère supérieure formée essentiellement par des pélites rouges au sommet, du sel pélitique dans sa partie médiane et des sels gemme à la base.

Les cartes géologiques et les sondages montrent que le Trias s'étend, en profondeur, sur des larges surfaces sous le Causse moyen atlasique et le sillon sud rifain.

Avant le dépôt des formations liasiques, le Trias a subi une érosion différentielle qui a rendu sa puissance actuelle variable. Dans la région de Boufkrane, au sud et à l'ouest du plateau de Meknès, le Trias présente des puissances assez importantes qui sont réduites à 80 m à Bahlil.

#### c. Le Lias

Le Lias qui repose en concordance sur le Trias est essentiellement dolomitique, calcaire et calcaire dolomitique. Il affleure largement au sud dans le Causse moyen atlasique où il est parsemé de failles et plis de directions principales NE-SW. Le Lias plonge progressivement vers le nord sous le bassin où il est interrompu par un certain nombre de flexures à grande échelle principalement orientées NE-SW. Certaines de ces flexures se sont transformées en failles avec des rejets ou déplacements verticaux considérables. Ceci a compartimenté le Lias en plusieurs panneaux et accentué d'avantage sa profondeur sous le sillon sud-rifain.

Le Lias inférieur (Lotharingien) et le Lias moyen (Pliensbachien et Domérien) sont essentiellement dolomitiques alors que le Lias supérieur (Toarcien), qui n'est rencontré que sur les versants des rides pré-rifaines, est présenté à son sommet par une série schisteuse et marnocalcaire.

Le Lias présente des épaisseurs variables qui dépendent de l'érosion anté-tortonienne. Selon les résultats des forages exécutés dans la plaine elle varie de 60 m à 200 m, voire plus (de 250-300 m en bordure SE du bassin). Il est plus épais dans la plaine du Saïs que dans le plateau de Meknès où l'on trouve des épaisseurs inférieures à 40m.

#### d. Le Miocène

Les formations miocènes post nappes présentes sous la plaine reposent en discordance sur toutes les formations antérieures. Elles sont rapportées au Tortonien et sont représentées à la base par des faciès transgressifs : molasses, calcaires gréseux et marneux jaunes du Burdigalien.

HSQE

Le Tortonien moyen et supérieur est représenté par des marnes et marnes gréseuses grises et bleues dont l'épaisseur peut dépasser 1000 m au coeur du sillon et sur sa bordure Nord. Il se termine par des niveaux gréseux.



Figure 3:carte géologique du bassin de Fès-Meknès (Taltasse, 1953)

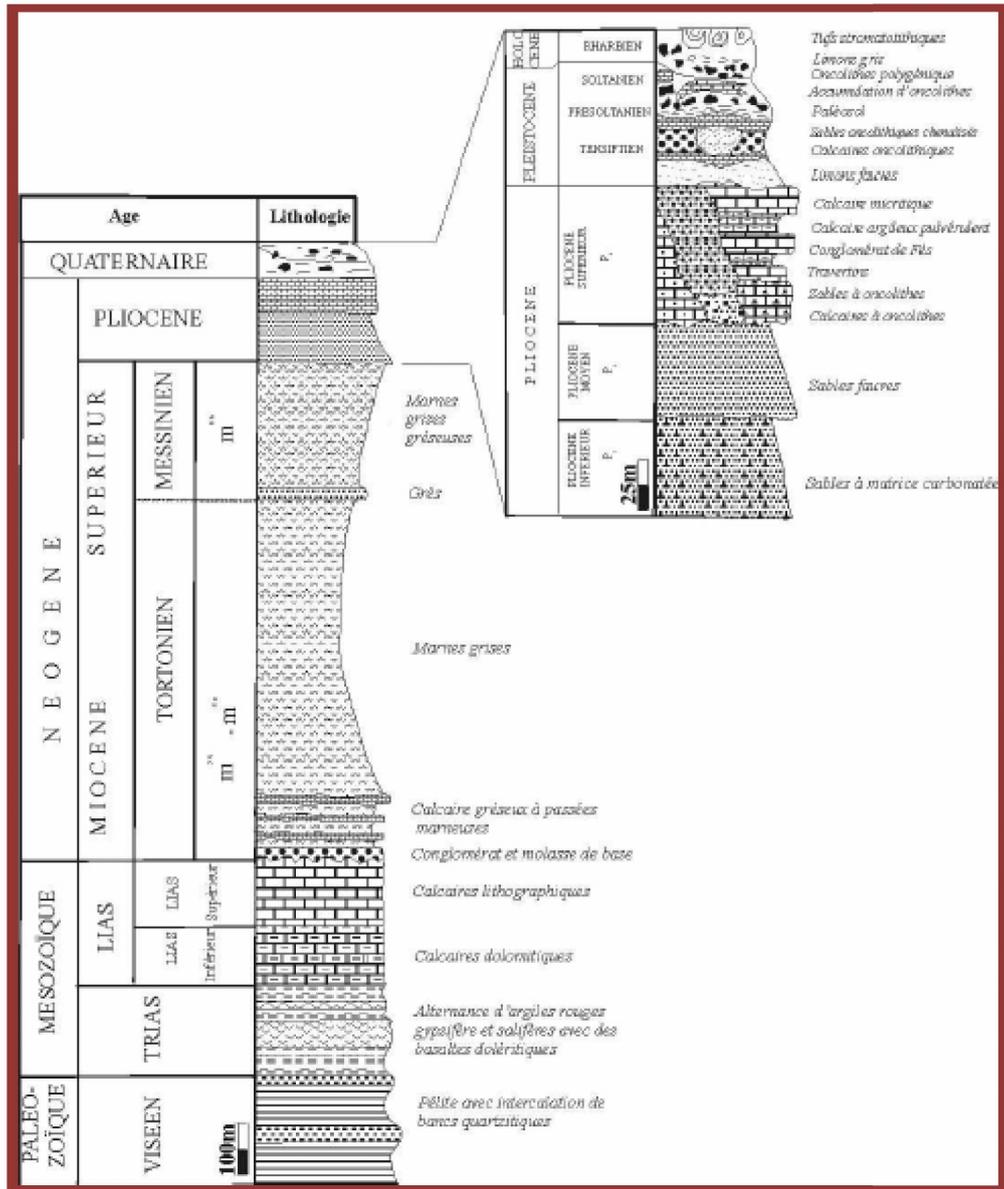


Figure 4: Colonne litho-stratigraphique synthétique du bassin de Fès – Meknès (Aït Brahim, 1991).

e. Le Plio-villafranchien

Il est en accordance avec le Tortonien et recouvre largement la plaine entre le méridien de Meknès à l'Ouest et celui de Fès à l'Est. Il est constitué à la base par de grès jaunes, sables fauves et gris marins sur le plateau de Mèknès, passant en direction Est à des calcaires lacustres au-delà de la flexure de Ain Taoujdate. Le Plio-Villafranchien continental est formé

HSQE

de sables rouges, de calcaires et de conglomérats (bien développés dans la partie Est de la plaine).

f. Le Quaternaire

Ces formations sont diverses, composées de croûte calcaire tuffeuse, des travertins au pied des massifs du Causse moyen atlasique, des terrasses alluviales, éboulis et limons rouges. Des basaltes quaternaires occupent les plateaux et le fond de vallées anciennes qu'ils fossilisent.

II- L'hypsométrie

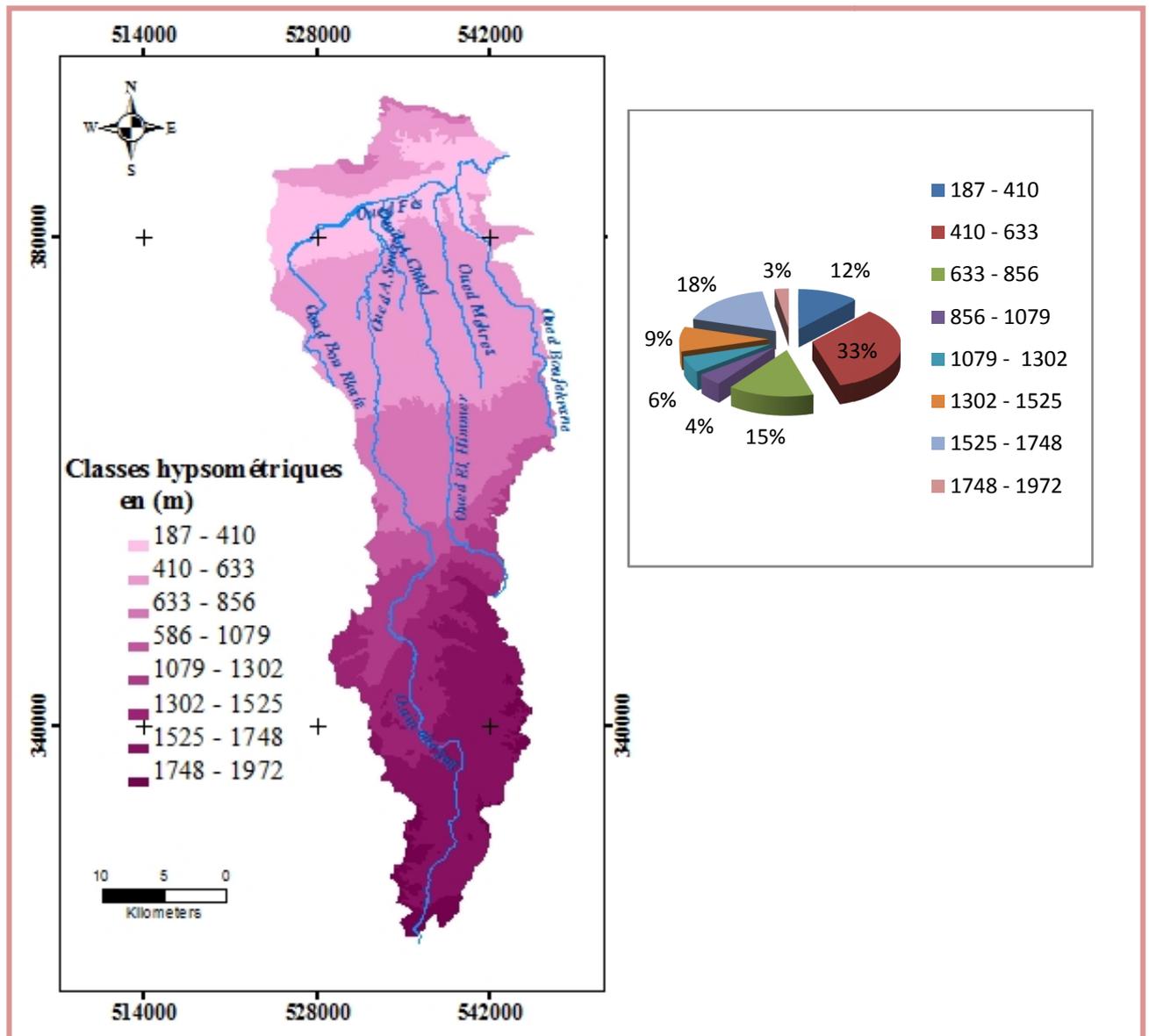


Figure 5: Carte hypsométrique et les pourcentages de superficie en fonction des classes



La carte hypsométrique (Figure. 5) montre que les altitudes les plus hautes sont situées au sud (le Causse Moyen Atlasique), avec un pourcentage de 3% et une superficie de 2347.17 ha.

Du sud vers le nord, les altitudes diminuent. Ils atteignent les 1748m dans la classe 1525 - 1748 avec un pourcentage de 18% et une superficie de 15209.91ha.

Dans la 6<sup>ème</sup> classe hypsométrique 1302 - 1525, les altitudes arriveront à 1525m dont le pourcentage est de 9% et la superficie de 8043.63ha.

En arrivant à la classe 1079 - 1302, les altitudes diminuent à 1079m occupant une superficie de 5073.2 ha, avec un pourcentage de 6%.

Avec une superficie de 3817.06 ha et un pourcentage de 4% les altitudes de la 4<sup>ème</sup> classe (856 – 1079) atteignent les 1079m.

En approchant du centre du bassin versant (Plaine de Saiss) les altitudes prennent une valeur moins élevée (856m) dont la superficie est de 12749.49 ha avec un pourcentage de 15% présentées par la 3<sup>ème</sup> classe hypsométrique (633 – 856).

Plus au centre dans le Plaine de Saiss, les altitudes diminuent à 410m (2<sup>ème</sup> classe 410 - 633), ils sont d'une superficie de 28947.67 ha dont le pourcentage est de 33%.

Ils continuent à diminuer jusqu'à 187m (1<sup>ère</sup> classe hypsométrique) de superficie 10325.48 ha et d'un pourcentage de 12%, à la vallée de l'oued Fès, puis ils remontent à nouveau au rides pré-rifaines jusqu'à 856m.

**Tableau 1: Tableau de fréquences et des pourcentages cumulés au dessus de la limite inférieure**

Classes d'altitudes en (m)	Superficie en (ha)	% du totale	% au-dessus de la limite inférieure
187 - 410	10325.48	12%	100
410 - 633	28947.66	33%	88
633 - 856	12749.5	15%	55
856 - 1079	3817.06	4%	40
1079 - 1302	5073.15	6%	36
1302 - 1525	8043.63	9%	30
1525 - 1748	15209.91	18%	21
1748 - 1972	2347.17	3%	3

Les données ci-dessus en été réparties sur un graphique (Figure 6) qui va nous permettre de faire ressortir les différentes caractéristiques :

- **L'altitude la plus fréquente** ou l'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin. C'est-à-dire la valeur maximale de l'histogramme des fréquences altimétriques. Au niveau du bassin de l'Oued Fès, l'altitude la plus fréquente est celle de la classe (410 - 633) avec une superficie de 28947.66 ha.

- **L'altitude moyenne**, est l'abscisse moyenne de la courbe hypsométrique, elle est de 1079.5m.

- **Altitude de fréquence ½ (la médiane)** correspond à l'altitude lue au point d'abscisse 50% de la surface totale du bassin, sur la courbe hypsométrique. Dans notre bassin, la classe médiane est 633 – 856.

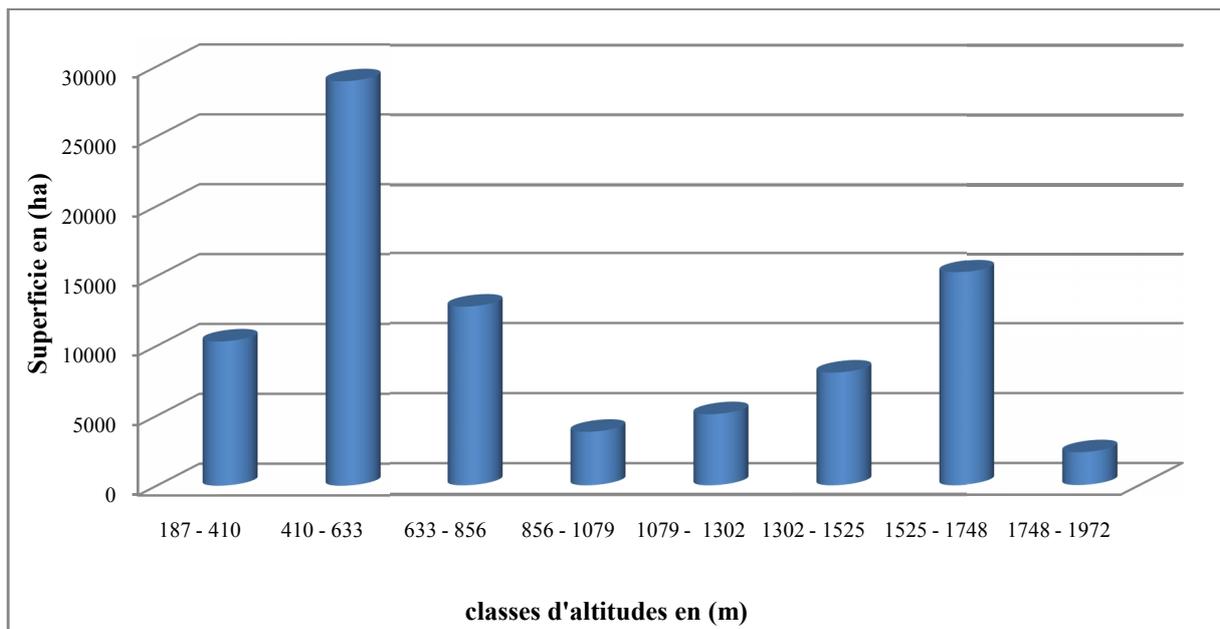


Figure 6: Histogramme de fréquence des classes d'altitudes en fonction de la superficie

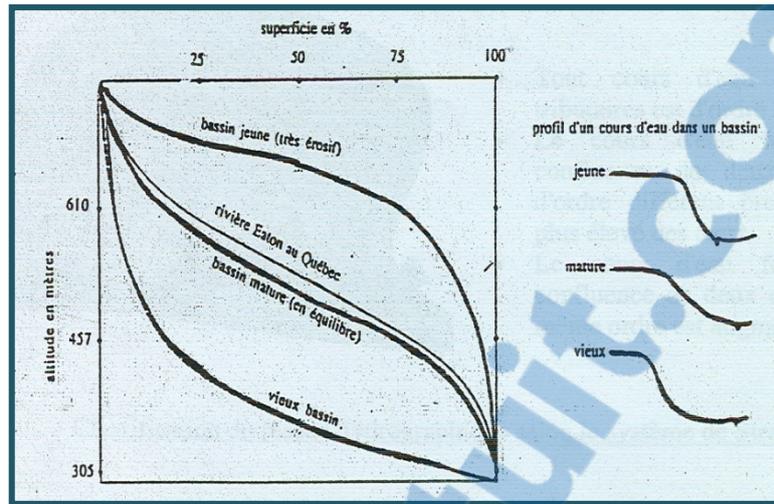


Figure 7 : Interprétation de la courbe hypsométrique

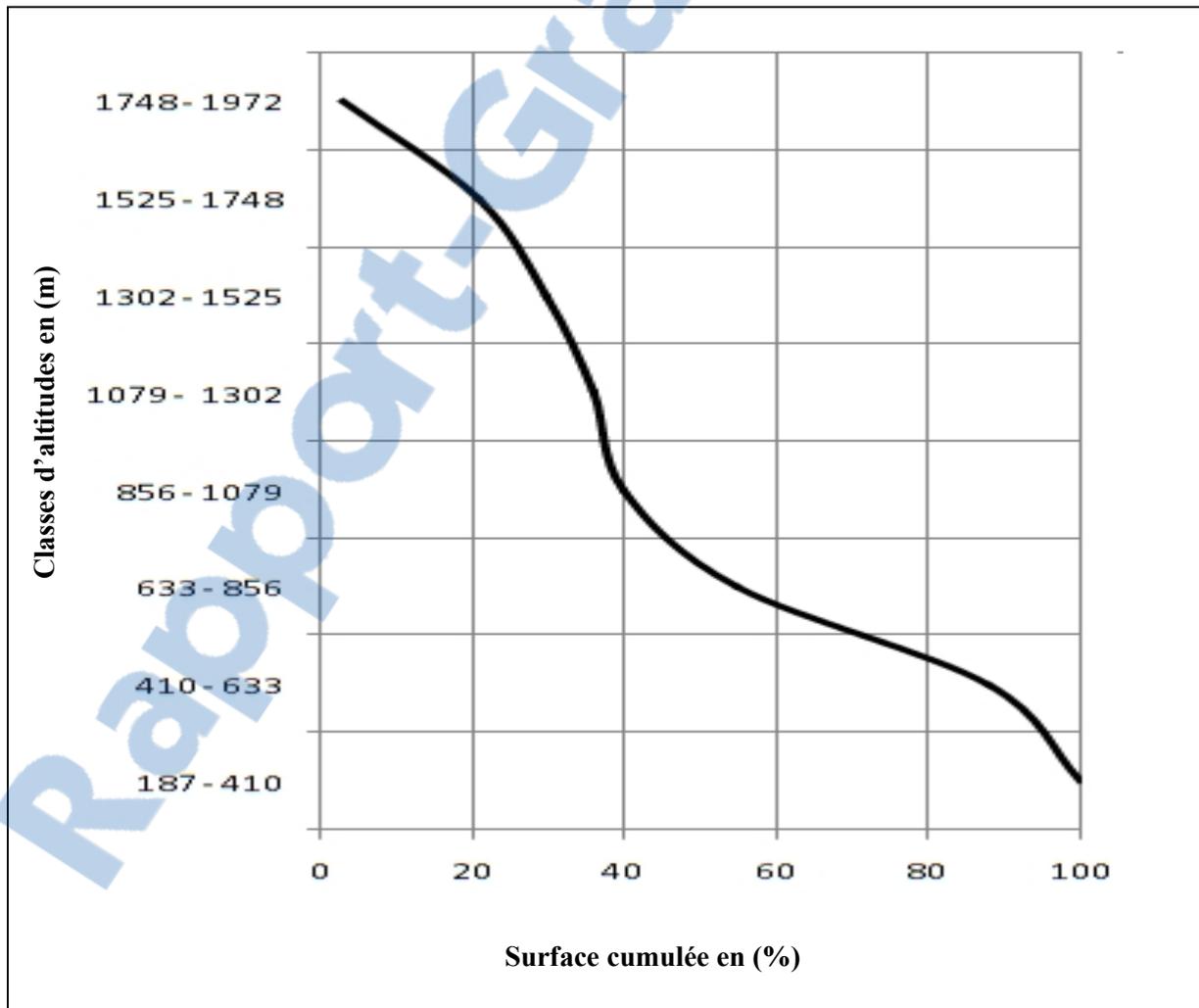


Figure 8: Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Oued Fès

À partir de l'analyse de l'aspect de la courbe hypsométrique (Figure 8) et en comparaison avec la classification ci-dessus (figure 7), On peut dire qu'on est en présence d'un bassin mature en cours de dégradation où la superficie est faible par rapport au changement d'altitude. Cela peut être dû aux pluies torrentielles sur le massif du Kandar qui transporte de la terre tout au long de sa trajectoire depuis l'amont jusqu'à l'aval du bassin versant de l'oued Fès.

### III- La pente

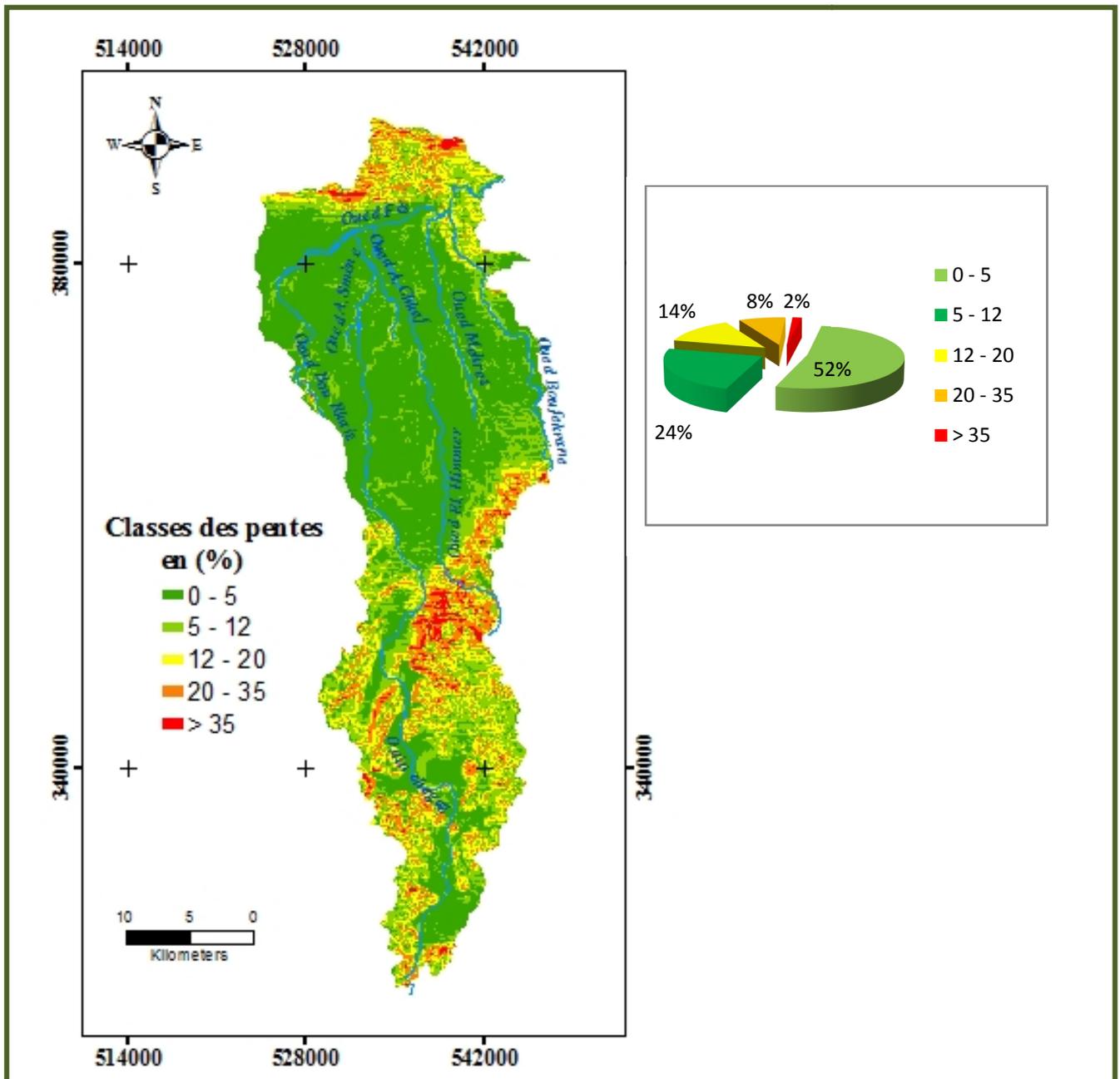


Figure 9: carte des pentes et les pourcentages de superficie en fonction des classes.

La carte des pentes (figure 9) montre que les fortes pentes sont concentrées plus au nord (rides pré-rifaines) ainsi qu'à la partie SE au Causse Moyen Atlasique, occupant la plus faible superficie (1472 ha) soit un pourcentage de 2% des terrains du bassin versant de l'Oued Fès, représentées par la classe des pentes >35, tandis que les faibles pentes occupent en grande partie le centre du bassin versant (Plaine de Saïss), avec la plus grande superficie 45349.32 ha et un pourcentage de 52% représentées par la 1<sup>ère</sup> classe (0 – 5).

Les pentes modérées sont situées à la partie septentrionale ainsi que la partie méridionale du bassin au voisinage des pentes les plus fortes. Elles sont représentées par les classes (5 – 12), (12 – 20) et (20 – 35) ayant des pourcentages de superficies de 24%, 14% et 8% respectivement.

⇒ D'après l'étude de la carte des pentes on peut conclure que notre bassin versant à une pente faible.

#### **IV- Cadre climatique**

La ville de Fès est située dans la partie Nord Ouest relativement arrosée par rapport au reste du Maroc. Le type de climat de cette région sera défini selon les données météorologiques offertes par les stations de la région.

La région de la ville de Fès dispose de plusieurs stations météorologiques suffisamment réparties et éloignées les unes des autres. Seulement, les données des deux stations Fès-DRH et Fès-saïss sont retenues, pour l'élaboration de cet aperçu, par leur proximité au secteur d'étude et par le détail qu'elles offrent sur une longue période de l'histoire climatologique de la région.

##### **IV-1-les précipitations**

La ville de Fès est relativement bien arrosée, vu son emplacement géographique au nord-ouest du Maroc et sa localisation orographique au pied des reliefs rifains et moyen-atlasiques. La pluviométrie moyenne annuelle obtenue durant la période allant de 1978 à 2011 est de 411.6 mm. Les années les plus pluvieuses étaient celles qui montrent des valeurs nettement supérieures à la moyenne interannuelle, tandis que les années les plus sèches et les

plus sévères sont celles qui révèlent des moyennes annuelles très basses. La moyenne interannuelle comptée égale à 411.6mm.

La figure 10 précise bien les années les plus humides et les années les plus sèches durant la même période sus citée.

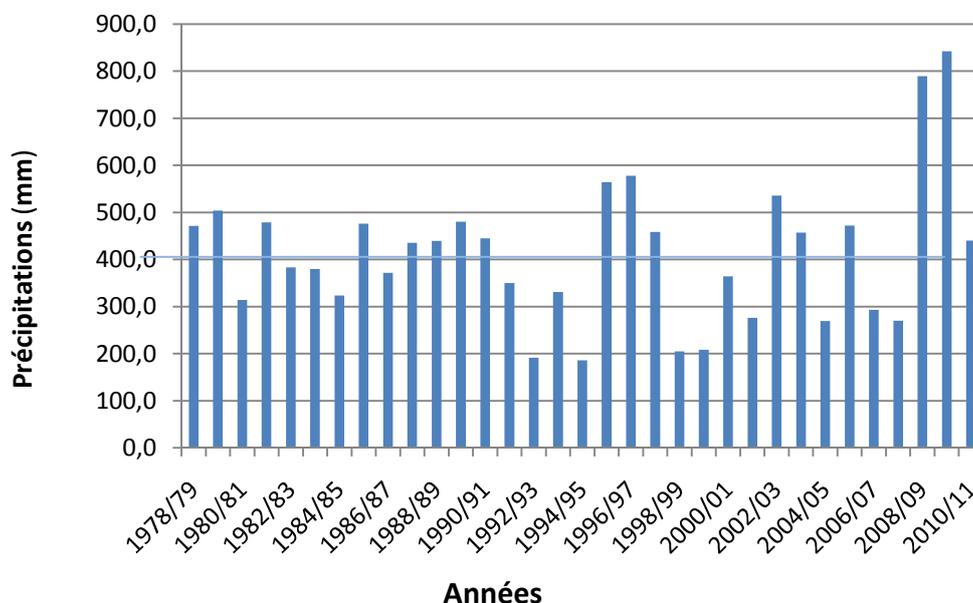


Figure 10: Précipitations moyennes annuelles dans la station de Fès-DRH (1978/2011)

Le régime annuel des pluies est caractérisé par l'existence de deux saisons distinctes : une saison humide qui s'étale d'octobre à mai et une saison sèche qui s'étend de juin à septembre. Pendant la période pluvieuse, le mois de décembre jouit de 14.9% de la pluie moyenne annuelle, à l'opposé juillet est le mois le plus sec de l'année, il bénéficie uniquement de 0.19% de pluie moyenne annuelle (Figure 11).

HSQE

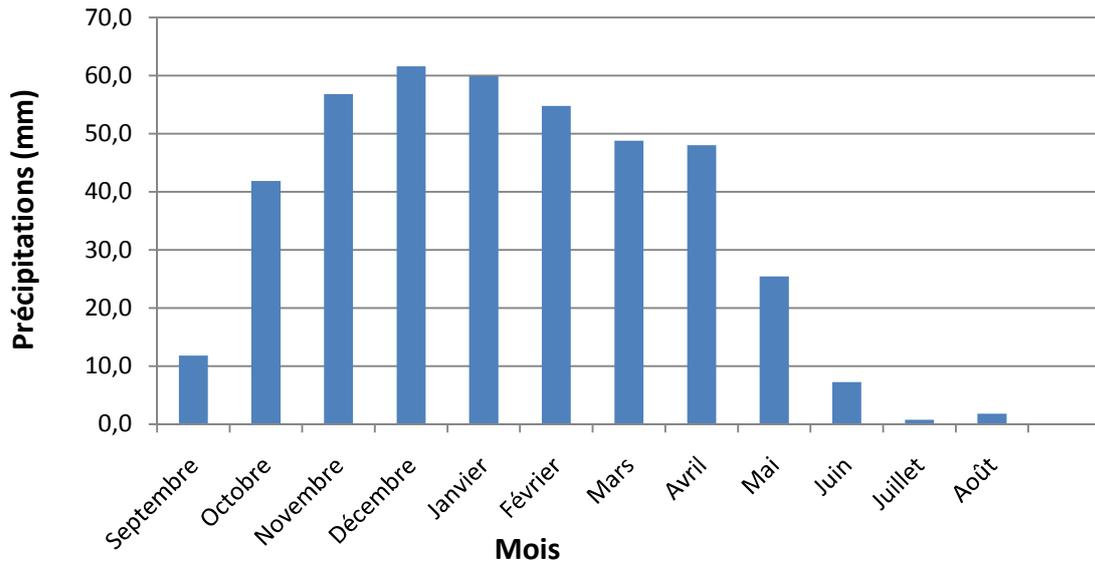


Figure 11: Précipitations moyennes mensuelles dans la station de Fès-DRH (1978/2011)

IV-2- Température

Les données disponibles proviennent de la station Fès Saïs, elles correspondent à la période qui s'étale sur 23 ans, allant de 1978 à 2001. La température moyenne interannuelle calculée sur cette période est de l'ordre de 17.7°C.

Les années les plus chaudes sont celles qui montrent des valeurs nettement supérieures à la moyenne interannuelle retenue égale à 17.7°C, tandis que les années les plus modérées sont celles qui révèlent des moyennes annuelles relativement basses (Figure 12).

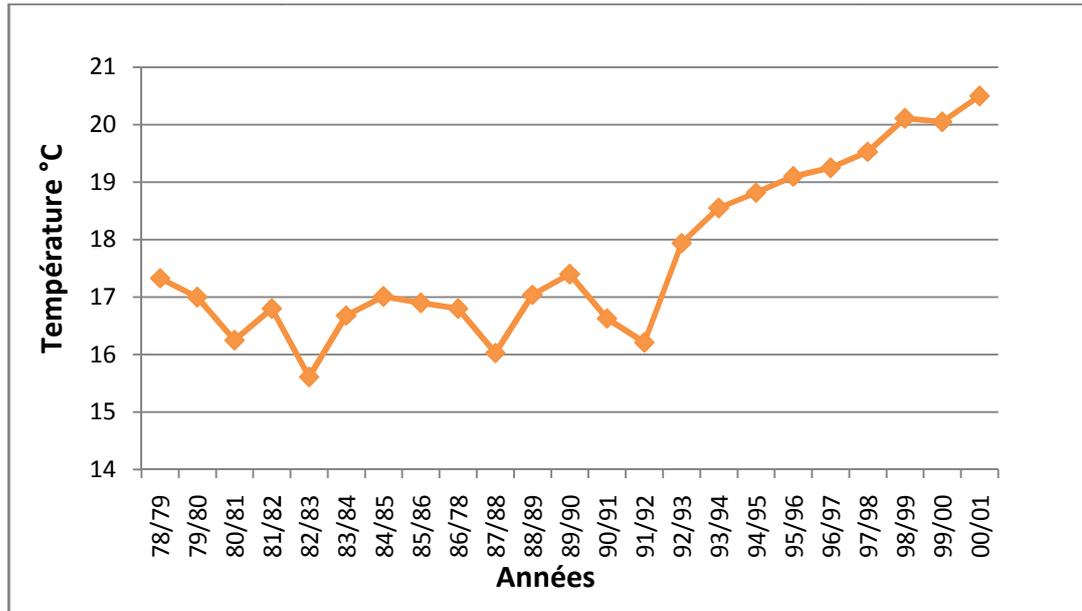


Figure 12: Températures moyennes annuelles dans la station de Fès-Sais

En général, les températures moyennes sont assez modérées (Figure 13), mis à part les mois Juillet et Août où les moyennes des maxima extrêmes se situent entre 43.7°C et 44.5°C et les mois Décembre et Janvier où les moyennes des minima extrêmes se situent entre 0.5°C et – 0.2°C.

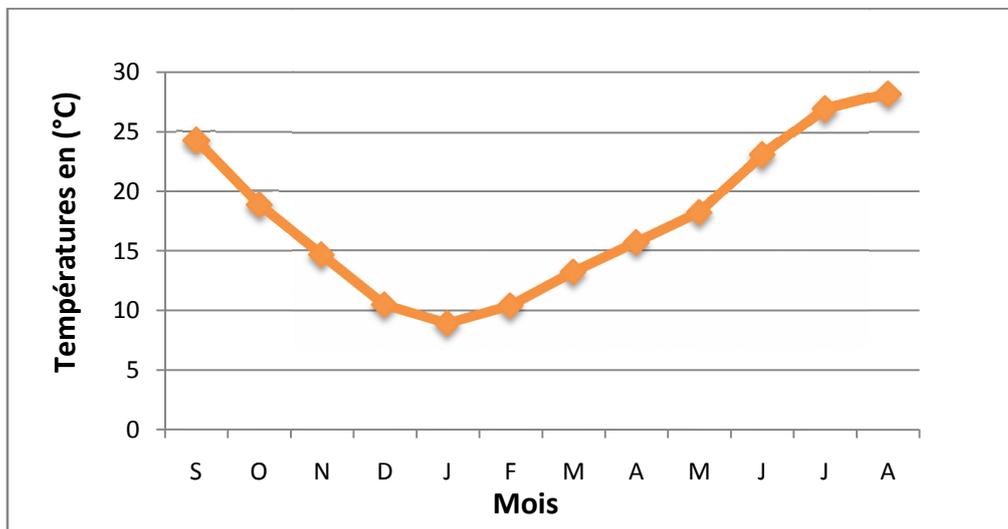


Figure 13: Températures moyennes mensuelles dans la station de Fès-Sais (1978/2001).

## V- Cadre hydrologique et hydrogéologique

### V-1- Hydrologie



***HSQE***

---

***a- Le réseau hydrographique qui traverse la ville***

La ville de Fès est traversée par un important réseau hydrographique qui prend naissance à partir du massif de Kandar et qui coule suivant une direction générale Nord-Sud.

La plus part de ces oueds est soutenue par des sources éternelles telles que : Ain Smen, Ain Chkef, Ain Amier, Ain Cheggag et autres. Plus au nord, tous ces affluents convergent vers l'oued Fès, qui constitue ainsi le collecteur principal qui achemine les eaux des deux versants qui encadrent la ville de Fès vers l'oued Sebou (figure 14).

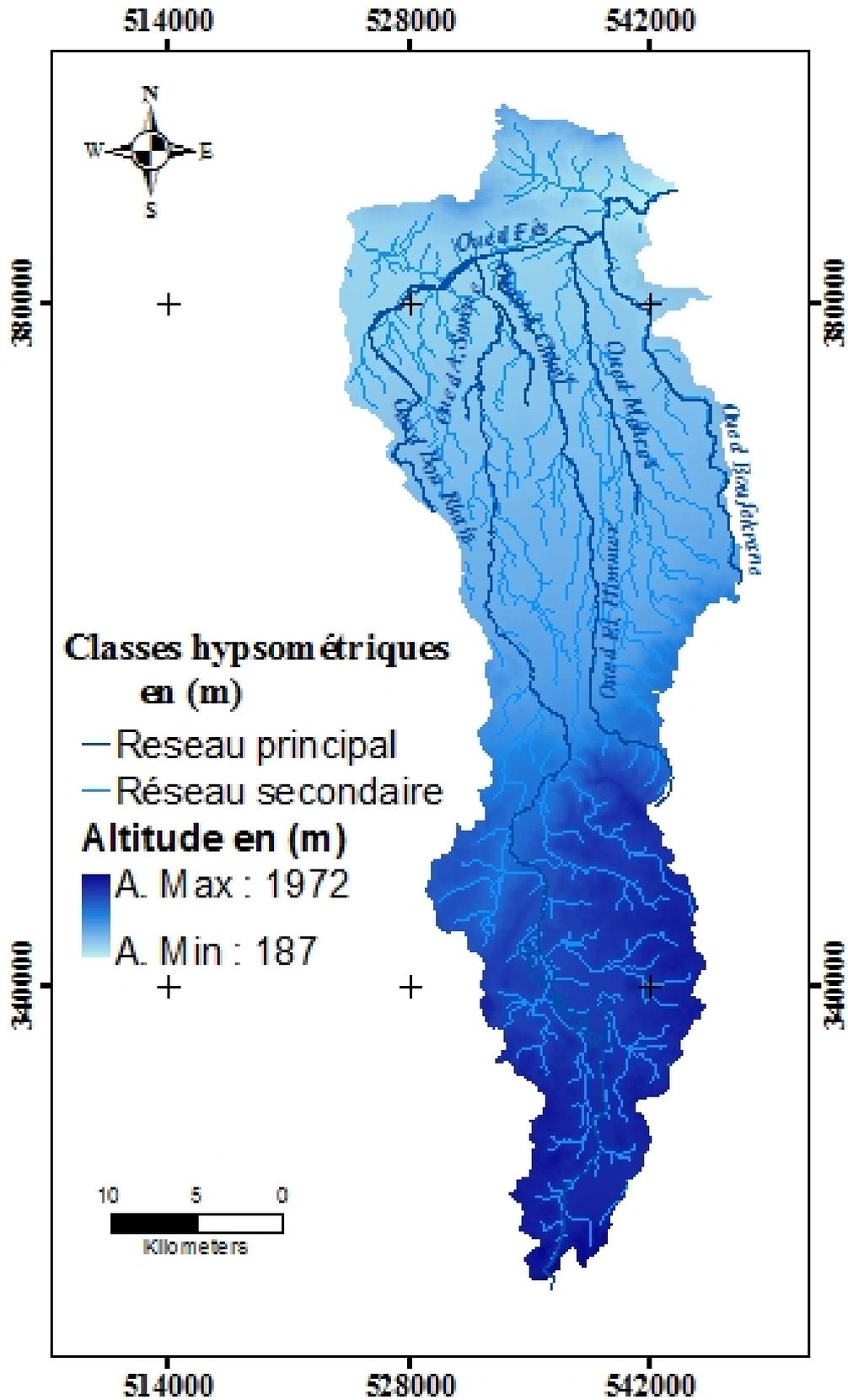


Figure 14: Réseau hydrographique du BV de Oued Fès



Les principaux sous bassins sont :

- ✚ **Oued Fès** : Il prend naissance de la source de Ras El Ma, au cours de son parcours, il reçoit des affluents et plusieurs sources, son bassin versant a une superficie de 400 km<sup>2</sup> Et une longueur d'environ 28 km
- ✚ **Oued Boufékrane** : Il prend origine de la source Ain Rta, cette dernière située au pied de Jbel Ksiksou dans la région de Bhalil, leur direction d'écoulement est SE-NW, la superficie de son bassin versant est de l'ordre 40 km<sup>2</sup> .au cours de son parcours Il reçoit l'eau de plusieurs sources.
- ✚ **Oued El Mahrez** : Il circule dans un bassin versant de superficie de 122 km<sup>2</sup> et ayant une longueur d'environ 10 km, il est presque sans débit notable en dehors des périodes pluvieuses.
- ✚ **Oued El Himmer** : La superficie de son bassin versant est de 80 km<sup>2</sup>, il traverse la plaine à trois reprises avant de se jeter dans un canal appelé précédemment la Seguia de Zouagha pour rejoindre Oued Fès.
- ✚ **Oued Ain Chkef** : Comme son nom l'indique, il prend son origine de source Ain Chkef, généralement son écoulement à direction S-N, la superficie de son bassin versant est de 11 km<sup>2</sup>.
- ✚ **Oued Ain Smen** : Il prend son origine à partir de la source de Ain Smen, il traverse la plaine de Saiss dans la partie ouest, la superficie de son bassin versant est de 14 km<sup>2</sup>.
- ✚ **Oued Bourkaiz** : Lui aussi prend naissance à partir de la source de Ain Bou Rkaiz, son écoulement à direction S-N, il se caractérise par sa disparition au niveau de confluent avec Oued Fès.
- ✚ **Oued Ain Cheggag** : Il prend naissance de la source d'Ain Cheggag, son écoulement est de Sud vers le Nord.

✚ **Oued El Melah** : prend naissance des rides pré-rifaines.

#### *b- Données morpho-dynamiques des oueds*

Avant d'atteindre la ville, ces oueds traversent la plaine de Saïs et leurs bassins versants présentent une hétérogénéité topographique entre l'amont et l'aval :

- l'amont avec un relief très marqué et un réseau hydrographique très ramifié (dendritique),
- l'aval avec une topographie assez plate et des oueds peu encaissés et parfois des talwegs très discontinus.

A la traversée de la ville de Fès ces oueds ont développés des vallées évasées, étroites et encaissées. Les oueds El Mahraz et Boufekrane se caractérisent par des cours d'eau relativement marqués et continus de l'amont vers l'aval de ce fait, les crues se propagent sans amortissement à l'amont du périmètre urbain. Pour les oueds Himmer, Fès amont et Ain Chekef, caractérisés par des lits peu marqués et invisibles dans certaines parties, les crues se dispersent et s'étalent à l'intérieur du périmètre urbain donnant lieu à des débits amortis.

#### *c- Les bassins versant élémentaires*

Les principaux oueds qui contribuent à la formation des débits de pointe les plus importants à l'entrée de la ville (Oued Boufekrane, Oued Mehrez et Oued Himmer) ont des bassins versants compris entre 50 et 130 km<sup>2</sup>, de longueurs d'une trentaine de kilomètres et des dénivelées de 800 à 1000 m (Tableau 2).

**Tableau 2 : Caractéristiques des sous bassins du BV de l'Oued Fès (ABHS, décembre 2004)**

Oued	Section	Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> )	Longueur du plus grand thalweg (km)	Dénivelé (m)
<b>Boufekrane</b>	Barrage Blad Gaada	39	24	695
	Entrée de la ville	48	28	775
<b>El Mahraz</b>	Barrage My Arafa	103	18	645
	Entrée de la ville	122	22	700

**HSQE**

	Digue El Mahraz	130	27	770
<b>El Himmer</b>	Sortie des reliefs	19	10	631
	Aéroport	49	24	940
	Entrée de la ville	80	36	1084
<b>O. Chkok</b>	Amont O. Smen	38	62	1450
<b>Aïn Chkef</b>	Confluence avec O. Smen	11	9	131
<b>Smen</b>	Confluence avec A. Chkef	14	12	140
<b>Fès</b>	Quartier moulay Abdellalh	41	21	424

**V-2- Hydrogéologie :**

Les structures et les caractères diversifiés des formations géologiques de la plaine du Saïss ont donné naissance à une succession des couches aquifères d'importance hydraulique variable et présentant des contrastes de perméabilité entre niveaux.

Les principales nappes aquifères sont :

La nappe phréatique libre qui se développe au niveau de la plaine dans les formations du Plio-Quaternaire, et ;

La nappe profonde qui circule principalement dans les formations carbonatées du Lias. Cette nappe est libre au niveau du causse et s'enfonce en suite sous les terrains imperméables du Tertiaire qui la mettent en charge sous la plaine.

**VI- Occupation du sol**

La ville de Fès comporte quatre périmètres forestiers. Le tableau3 ci-dessous présente quelques caractéristiques de chacun d'eux :

**Tableau 3: les quatre périmètres forestiers dans la ville de Fès (SDACR ,2011)**

<b>Nom de périmètre</b>	<b>Superficie totale</b>	<b>Topographie du terrain</b>
Ain Chkaf	64Ha	Terrain peu accidenté
Dhar El Mahraz	29 Ha	Terrain accidenté
Tghat	197 Ha	Terrain accidenté
Oued Fès	189 Ha*	Terrain plat

Les 189 ha des périmètres forestiers d'oued Fès (Tableau 4), sont répartis comme suit :



Tableau 4: répartition des périmètres forestiers d'oued Fès (SDACR ,2011)

Plantée	125 Ha
Layons	25 Ha (15+10)
Périmètre municipal	20 Ha
Aires de jeu et de festivité	14 Ha
Chutes + lacs	5 Ha

Selon les derniers inventaires, réalisés en 2004 par l'ABHS, la grande majorité des exploitations associe la culture céréalière sur environ 50% de la superficie agricole utile (SAU) à des cultures légumineuses, industrielles et fourragères. (ABHS In O. Idrissi Aouad)

## VI-1-Irrigation

Les ressources hydrauliques, autrefois abondantes, ont permis la dynamisation et l'évolution de l'agriculture irriguée accompagnée d'une modernisation et d'une conversion des systèmes d'irrigation (goutte à goutte en arboriculture).

Cependant, cette évolution s'est trouvée affectée par la succession des années de sécheresse durant les deux dernières décennies : une régression des ressources en eau superficielles de 50% et une baisse du niveau piézométriques de la nappe phréatique de 2 m/an en moyenne.

### *a- Système d'irrigation*

L'irrigation dans la zone de Fès (Tableau 5) se fait majoritairement par pompage privé (93% des surfaces irriguées) à partir de la nappe phréatique du Saïss, le reste est constitué par les périmètres de PMH (Périmètre du moyen hydraulique) dont la source d'irrigation provient essentiellement des eaux de surface. La plupart des superficies de l'irrigation privée(IP) sont concentrées dans les régions relevant des zones d'actions des DPA (Direction Provincial d'agriculture), Fès (9%).

Tableau 5: Répartition des surfaces irriguées en ha selon le système d'irrigation (ABHS, 2004)

DPA	PMH	IP	Total
Fès	236	3 029	3 265

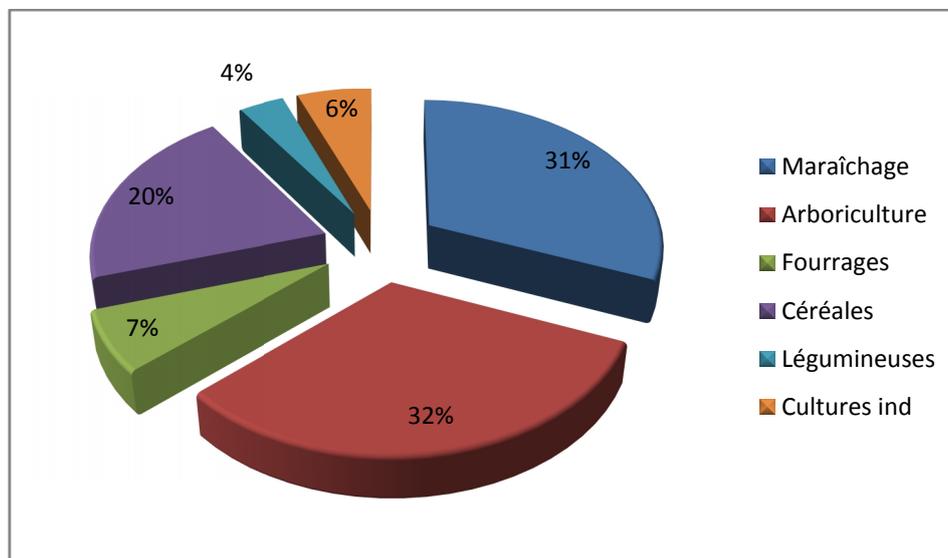
**b- Cultures irriguées**

L'occupation des sols des superficies irriguées de la zone d'étude est donnée dans le tableau (Tableau 6) suivant :

**Tableau 6: Occupation du sol des zones irriguées (ABHS, 2004)**

DPA	Maraîchage	Arboriculture	Fourrages	Céréales	Légumineuses	Cultures industrielles
Fés	1 908	1980	416	1255	217	358
<b>Pourcentage</b>	31%	32%	7%	21%	4%	5%

L'occupation du sol dans les zones irriguées (Figure 15), montre une prédominance des cultures de céréales, de l'arboriculture et du maraîchage avec des proportions respectives de 21%, 32% et de 31%. Les autres cultures irriguées sont les cultures fourragères (7%), les légumineuses (4%) et les cultures industrielles (5%). L'assolement en irrigué est représenté ci après :



**Figure 15: Répartition des surfaces irriguées par culture**

**c- Mode d'irrigation**

Le tableau 7 présente la répartition des superficies irriguées par pompage privé selon le mode d'irrigation.

Tableau 7: Répartition des surfaces irriguées par DPA et par mode d'irrigation

Province	Gravitaire	Goutte à goutte	Aspersion	Pivot	Microjet
Fès	1765	273	78	22	59
<b>Pourcentage</b>	80%	12%	4%	1%	3%

Comme le montre la figure 16, le système d'irrigation dominant est le gravitaire avec 80 % de la superficie totale. Le système goutte à goutte concerne 12 % de la superficie. L'aspersion et le pivot ne dépassent pas 5% de la superficie totale.

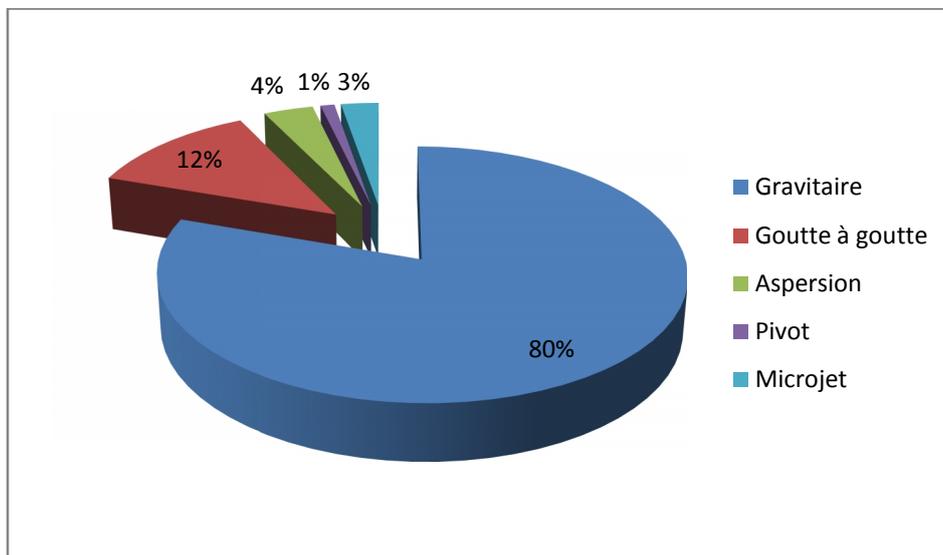


Figure 16: Répartition des surfaces irriguées par pompage privé selon le mode d'irrigation



***CHAPITRE II ETUDE DES RISQUES  
MENAÇANT LA VILLE DE FES***

## Introduction

Au cours de ce chapitre on va aborder la notion du risque et ses types. On va traiter les trois risques qui concernent l'oued Fès, l'inondation, le dépôt illicite des remblais et la pollution des eaux. Notre zone d'étude est limitée au tronçon de l'oued qui s'écoule à l'intérieur du périmètre urbain de la ville de Fès depuis la zone de Bensouda jusqu'au pont palais royal.

### I- Définition du risque

un risque naturel est la menace qu'un événement intempestif dangereux du cours d'un phénomène naturel, l'aléa, ait des effets dommageables, imprévus ou mal prévenus, sur les aménagements, les ouvrages et les personnes, les enjeux, plus ou moins graves, voire catastrophiques, selon leur vulnérabilité.

Quels qu'ils soient, où que ce soit, les aléas naturels sont toujours potentiellement dangereux ; on ne peut pas les maîtriser, mais la plupart de leurs effets - dommages, accidents, catastrophes -, peuvent être sinon évités, du moins limités par l'étude prospective, les actions de prévention et de protection, et par la gestion de crise, reposant sur des études scientifiques sérieuses du phénomène naturel en cause, du bassin de risque et de la vulnérabilité des aménagements et ouvrages qui y sont construits.

- Un **aléa naturel** est la possibilité qu'un phénomène, qu'une manifestation naturelle relativement brutale menace ou affecte une zone donnée.
- **Les enjeux** sont les personnes, biens et activités susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.
- **la vulnérabilité** est le niveau de conséquence prévisible d'un aléa sur les enjeux. La vulnérabilité mesure «les conséquences dommageables de l'évènement sur les enjeux concernés."La vulnérabilité peut être humaine, socio-économique et environnementale (Dictionnaire de l'environnement, 1991 in Idrissi.S 2012).



**HSQE**

---

Le risque est donc une notion composite, Il est le produit d'un aléa et d'une vulnérabilité. (Dauphiné A., 2005 in Idrissi.S, 2012)

$$\text{Risque} = \text{aléa} \times \text{vulnérabilité}$$

## II- Les risques étudiés

### II-1- le risque d'inondation

#### II-1-1- définition

Les inondations représente les aléas les plus largement représentés sur la planète, ils concernent de nombreuses populations .ils faut distinguer entre crue et inondation du cours d'eau .Dés que celui-ci ne suffit plus à contenir l'écoulement l'eau déborde et se répand dans le lit majeur provoquant une inondation .Il peut donc y avoir une crue sans inondation. (Veyret Y.2000)

Les crues dans le bassin de Sebou qui sont à l'origine des inondations sont de deux types :

- soit dues à des orages violents et brusques localisés essentiellement dans les zones de montagnes ou à leur piémont et qui surviennent en été ou en automne (période juin-octobre). Ces orages violents donnent lieu à des crues au niveau des petits bassins versant ne dépassant pas quelques dizaines de km<sup>2</sup> et avec un temps de montée de quelques heures;
- soit dues à des précipitations généralisées et homogènes qui donnent lieu à des crues à temps de montée important dépassant les 6 heures. Ces crues produisent des inondations mais de faibles risques.

La différence entre les deux types de crues est que les premières ne sont ni annoncées ni connues par les populations étant donné leur localisation très restreinte dans l'espace.

Les zones urbaines sont les plus vulnérables aux inondations notamment celles longeant les cours d'eau ou même celles situées sur les lits majeurs des oueds. Comme c'est le cas pour la vallée Oued Fès qui est parcourue par l'oued Fès.



**HSQE**

-----  
Depuis les sources de Ras El Ma jusqu'au palais royal, la vallée d'oued Fès s'écoule de SW à NE dans une dépression étendue, se caractérise par des pentes très faibles, ce qui explique l'écrêtement des débits de crues au niveau d'oued Fès amont, et donc l'apparition d'une zone de laminage des eaux au niveau de lit de l'oued, constituant les zones inondables.

- ⇒ Notre zone d'étude s'étend depuis Bensouda passant par le pont Marjane, pont Dekkarat jusqu'au celui du palais royal. Elle est alimentée par l'oued Himmer, Ain Smèn et Ain chkef.
- ⇒ l'urbanisation observée dans la zone de la Merja le long de l'oued Fès, s'ajoute aux remblais déversés dans l'oued qui bloquent l'écoulement des eaux, ainsi que la remontée du niveau de la nappe phréatique qui alimente l'oued Fès en période pluviale, aggravant ainsi les inondations dans la zone urbaine de la ville de Fès.
- ⇒ A l'aval aux Oueds Himmer et Ain Smèn des inondations récentes sont observées notamment en 2008, 2009, 2010 et 2013, ont causés de très importants dégâts.

**II-1-2 Le risque d'inondation dans la ville de Fès**

1. Problématique

Les études de diagnostic menées sur la situation actuelle du système hydrographique de la ville de Fès, ont montré les insuffisances suivantes :

- Les oueds traversant le Grand Fès ont des capacités de transit très faible ne dépassant guère les débits des crues décennales;
- Les ouvrages de rétention en particulier les barrages Moulay Arafà et Dhar Mahraz ont des capacités faibles devant les volumes des crues centennales avec des taux d'écrêtement négligeables;
- Les ouvrages de franchissement (ponts et ponceux) sont en général sous-dimensionnés constituant ainsi des goulots d'étranglement;
- La présence de tronçons couverts sous-dimensionné empêchant à la fois l'entretien courant (curage) et la prise de conscience de l'existence d'un cours d'eau et de ses dangers;
- L'urbanisation rapide et non contrôlée avec des constructions en bordure des lits mineurs. L'absence des débits lâchés en aval des barrages écrêteurs depuis leur mise en service a engendré une fausse sécurité, voire l'oubli du risque associé à l'oued, et par

**HSQE**

-----  
conséquent a favorisé une urbanisation dans les bordures de l'oued réduisant ainsi les sections des oueds (non-respect du domaine public hydraulique);

- Le comblement des oueds par des déchets de toute nature et le manque d'entretien même une fois par an avant la période hivernale.

2. Rappel des crues historiques et dégâts

La ville de Fès a connu plusieurs fois dans le passé (septembre 1950 et octobre 1989 notamment) des crues excessivement violentes qui ont causé de très importants dégâts (inondation et destruction des maisons, destruction de ponceaux, érosion et effondrement des berges, érosion des chaussées, coupures de route, etc.).

La crue du 26 septembre 1950 était très violente. Les lotissements de Mon fleuri et de Sidi Brahim ont subi des dommages importants (maisons, routes et ponts détruits, ... etc.), suite aux débordements de l'oued El Mahrez. La digue de Dhar El Mahrez a cependant joué un rôle important dans le laminage de la crue et la protection de la médina. L'oued El Himmer a lui aussi causé des dégâts importants le long de son parcours. L'oued Chekkok, dont les crues se perdent habituellement dans les plaines, a vu ses eaux arriver jusqu'à l'oued Fès, en endommageant toutes les voies routières rencontrées.

La dernière crue du 13 octobre 1989 a notamment touché les zones suivantes:

- Les quartiers Mon fleuri et l'avenue Route de Sefrou par les débordements de l'oued Mahrez,
- Les quartiers Zouagha Hay Karim Amrani par la crue de l'oued Himmer,
- Au niveau de Bab Si Aouad par les eaux de débordement de l'oued Boufekrane.

De plus, la crue a mis en évidence la mauvaise conception de la liaison entre les oueds Boufekrane et Boukhareb, entraînant des débordements au niveau de Bab Jadid.

En général, la Médina n'a pas été touchée de façon significative par ces événements de crue grâce aux débordements en amont dans la Ville Nouvelle, qui ont bien amorti les débits de pointe à l'entrée de la Médina et à l'effet de la Digue Dhar Al Mahrez, en particulier lors de la crue de 1950, pendant laquelle le plan d'eau est monté jusqu'à environ deux mètres à peine au dessous de sa crête. (ABHS, Décembre 2004)

3. Diagnostic de la situation existante des oueds de la zone étudiée

**1) Oued Fès**

L'agglomération du Grand Fès se caractérise par un important réseau hydrographique axé principalement sur l'oued Fès qui s'écoule d'Ouest en Est de la ville depuis les sources de Ras El Ma jusqu'à l'oued Sebou en traversant la Médina de Fès.

En s'écoulant, l'oued Fès, dit oued Fès amont, reçoit en rive droite dans le périmètre urbain, avant de se déverser dans l'oued Sebou, les oueds Aïn Smen, Aïn Chkef, Himmer, Mahraz et Boufekrane.

Pour ce cours d'eau, caractérisé par des lits peu marqués et invisibles dans certaines parties, les crues se dispersent et s'étalent dans la plaine de Saïss donnant lieu à des débits amortis.

**2) Oued Himmer**

**- Oued Himmer, amont de l'aéroport Fès-Saïss**

L'oued Himmer, en amont immédiat de l'aéroport, se caractérise par un transport solide en suspension (limons et sables) très élevé et par un lit mineur étroit, mal défini, de faible pente et avec des berges très basses.

A l'entrée de la zone de l'aéroport, il y a une grille pour arrêter les matériaux flottants entraînés par les crues et, par la suite, l'oued franchit la piste de l'aéroport par une double buse, chacune de diamètre d'un mètre, partiellement bouchées

Lors de la crue d'octobre 2000, l'oued a débordé inondant la zone près de la piste, où la lame d'eau a atteint presque 2 mètres de hauteur.

Pour minimiser le risque d'inondation de la piste, des digues de protection ont été construites dans la zone inondable en rive droite ainsi qu'un canal de crue en direction ouest à côté de la piste.

**- Oued Himmer au passage des quartiers Ain Chkef et Ain Smen**

Caractérisé dans ce tronçon par une pente faible, un lit mal défini (surtout à l'aval où il traverse des terrains agricoles) et une faible débitance, l'oued Himmer franchit la route Fès-Âïn Chkeff par une buse de surface libre de 1.5m<sup>2</sup> environ, partiellement bouchée par la végétation et les dépôts des matériaux entraînés par les eaux de crue. Lors de fortes précipitations, la faible capacité d'évacuation de la buse et la faible débitance de l'oued (la

**HSQE**

---

DRH de Fès-Sébou a estimé à 40 m<sup>3</sup>/s le débit décennal contre une capacité actuelle limitée à 5 m<sup>3</sup>/s) n'assurent pas le transit des eaux; Par conséquent, on a des débordements sur la chaussée de la route et sur les terrains agricoles à côté.

- **Oued Himmer au passage du quartier Zouagha**

L'oued Himmer, dans le tronçon considéré à l'amont du quartier Zouagha, se caractérise par un transport solide de fond (galets) et en suspension (sables, limons) de niveau moyen, par une pente faible et par un lit mal défini avec une faible débitance (on a estimé à 40 m<sup>3</sup>/s le débit décennal contre une capacité actuelle limitée à 5 m<sup>3</sup>/s), des berges de faible hauteur (un mètre environ) et une largeur ne dépassant pas 3 mètres.

Au niveau du quartier Zouagha, il s'écoule en souterrain avec une entrée profilée, fermée par des grilles, de 1.8 m de largeur et 0.80 m de hauteur. Lors de fortes précipitations, la faible débitance naturelle de l'oued jointe à la réduction de capacité de débit due à la mise en souterrain, n'assure pas le transit des eaux en sécurité; par conséquent, on a des débordements sur la chaussée de la route, sur les terrains agricoles à côté et, surtout, vers la zone urbanisée.

A l'aval du quartier, le tracé de l'oued revient au jour et après le franchissement du chemin de fer, conflue dans l'oued Fès.

**3) Oueds Ain Chkef et Ain Smèn**

Les oueds Ain Smèn et Ain Chkef, qui déversent en rive droite de l'oued Fès, sont caractérisés par des lits peu marqués et invisibles dans certaines parties. Ainsi, les crues au niveau de ces deux oueds se dispersent et s'étalent dans la plaine de Saïss donnant lieu à des débits amortis.

Les études de diagnostic menées sur les oueds Ain Smèn et Ain Chkef ont montré les insuffisances suivantes :

- Faible capacité de transit ne dépassant guère les débits des crues décennales,
- Sous-dimensionnement des ouvrages de franchissement (ponts et ponceux) constituant ainsi des goulots d'étranglement (ABHS, Décembre 2004)

**II-2.Le risque de pollution**

**II-2-1. Définition**



**HSQE**

---

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous produit de l'action humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature (Ramade, 1992).

Cette définition englobe toutes les actions par lesquelles l'homme dégrade la biosphère. En effet, la pollution des eaux signifiée selon l'organisation mondiale de la santé (OMS, 1989), toutes modifications des propriétés physiques, chimiques ou biologiques d'une étendue d'eau quelconque d'un pays considéré ou tous rejets de substances liquides, gazeuses ou solides dans une eau, susceptibles de créer une nuisance ou de rendre l'eau dangereuse ou préjudiciable du point de vue santé, sécurité et bien être publique, soit de ses usages à des fins domestiques, commerciales, industriels, ... etc.

### **II-2-2 Origines de la pollution des eaux**

Les origines de la pollution des eaux peuvent être classées en trois catégories :

#### **➤ Pollution domestique**

Elle est due aux rejets domestiques qui sont constitués principalement par les eaux de cuisine, de lessive et de toilette, ainsi que l'eau de lavage des locaux. Ce type d'eau, véhicule essentiellement des produits organiques biodégradables caractérisés par des teneurs en azote ammoniacal élevées (Ouaryachi, 1999), des matières en suspension, et matières dissoutes. La pollution domestique est la cause principale de l'augmentation du phosphore dans les eaux usées, substance responsable, avec les nitrates, des phénomènes d'eutrophisation.

#### **➤ Pollution industrielle**

Elle est due aux rejets industriels qui sont caractérisés par :

**HSQE**

---

- une charge minérale dominante, ce qui est le cas des rejets des usines de traitement des minéraux, chargés de matières en suspension. Ceux-ci ont des pH qui s'écartent de la neutralité (Ouaryachi, 1999) ;
- une charge organique dominante, ce qui est le cas des rejets d'abattoirs et des huileries, où les eaux sont très chargées en matières organiques biodégradables ;
- une toxicité élevée due par exemple aux rejets de certaines substances chimiques comme le chrome (issu des tanneries), le cuivre, le nickel et l'argent (issus des dinanderies)
- une chaleur élevée comme dans les rejets des centrales électriques.

➤ **Pollution agricole**

L'agriculture constitue une source de pollution par son apport en engrais, en pesticides et en insecticides. Les premiers étant riches en azote, entraînent une augmentation de la teneur des eaux superficielles et souterraines en nitrates, ce qui a des incidents sanitaires non négligeables. Quand au pesticides et insecticides, largement utilisés afin d'exterminer les herbes et les insectes propagateurs de maladies afin d'augmenter la récolte, cependant, ils constituent une source de pollution considérables.

**II-2-2 la pollution au niveau de l'oued Fès**

L'Oued Fès s'écoule à l'intérieur de la ville de Fès à ciel ouvert. La qualité de ses eaux est fortement dégradée par les rejets des eaux usées d'origine diverses domestiques et industriels. Ces rejets proviennent essentiellement des tanneries (chargé en chrome), des dinanderies (chargé en Nickel), des huileries (les margines) ainsi que les activités agro-alimentaires (abattoir, boyauderie...).

D'après la visite du terrain que j'ai fait tout au long du tronçon de l'Oued Fès depuis la zone de Bensouda jusqu'au pont palais royal, la mauvaise qualité de l'oued à cette zone s'observe à l'œil nue, notamment par sa couleur et par la présence des déchets sauvages (photos 1, 2, 3 et 4).



Photos 1(a et b) : L'Oued Fès à l'entrée du palais royal ( KHAISSIDI Ch. , 2013)



Photos 2 (a et b) : l'Oued Fès au niveau du pont Dekkarat ( KHAISSIDI Ch. , 2013)



Photos 3(a et b) : l'Oued Fès au niveau du pont Marjane ( KHAISSIDI Ch. , 2013)



Photos 4 (a et b) : L’oued Fès au passage du quartier Bensouda ( KHAISSIDI Ch. , 2013)

### II-3.Le risque de dépôts illicite de remblais

Un remblai est défini comme l’action d’apporter des terres, des gravats pour combler un trou ou exhausser un terrain.

Dans notre zone d’étude, à l’Oued Fès, Le phénomène de l’érosion des berges n’est pas observé mais par contre on observe un autre phénomène qui affecte cette zone, c’est le dépôt illicite de remblais.

Dans le but de se débarrasser des ordures, certaines entreprises jettent des remblais sur des espaces qui appartiennent originellement à la plaine alluviale de l’oued, provoquant ainsi la réduction de la capacité de ce cours d’eau à évacuer les débits importants des crues exceptionnelles, et par conséquent la contribution à la genèse des inondations et à l’augmentation de la charge solide par le sapement de bas des remblais.

Ces remblais déversés sont de types différents (hospitaliers, ménagers ...) observés à la zone de la Merja, Ont des effets néfastes sur les eaux conduisant à une dégradation de la qualité de l’eau de l’Oued Fès et celle de la nappe phréatique.



**Photos 5: remblais au niveau de l'oued Fès, zone de Ain Messned ( ABHS)**



*HSQE*

---

*CHAPITRE III LA CARTOGRAPHIE ET L'EVALUATION DES RISQUES  
ETUDIES DANS LA ZONE URBAINE DE LA VILLE DE FES*

***CHAPITRE III LA CARTOGRAPHIE ET  
L'EVALUATION DES RISQUES ETUDIES  
DANS LA ZONE URBAINE DE LA VILLE DE  
FES***



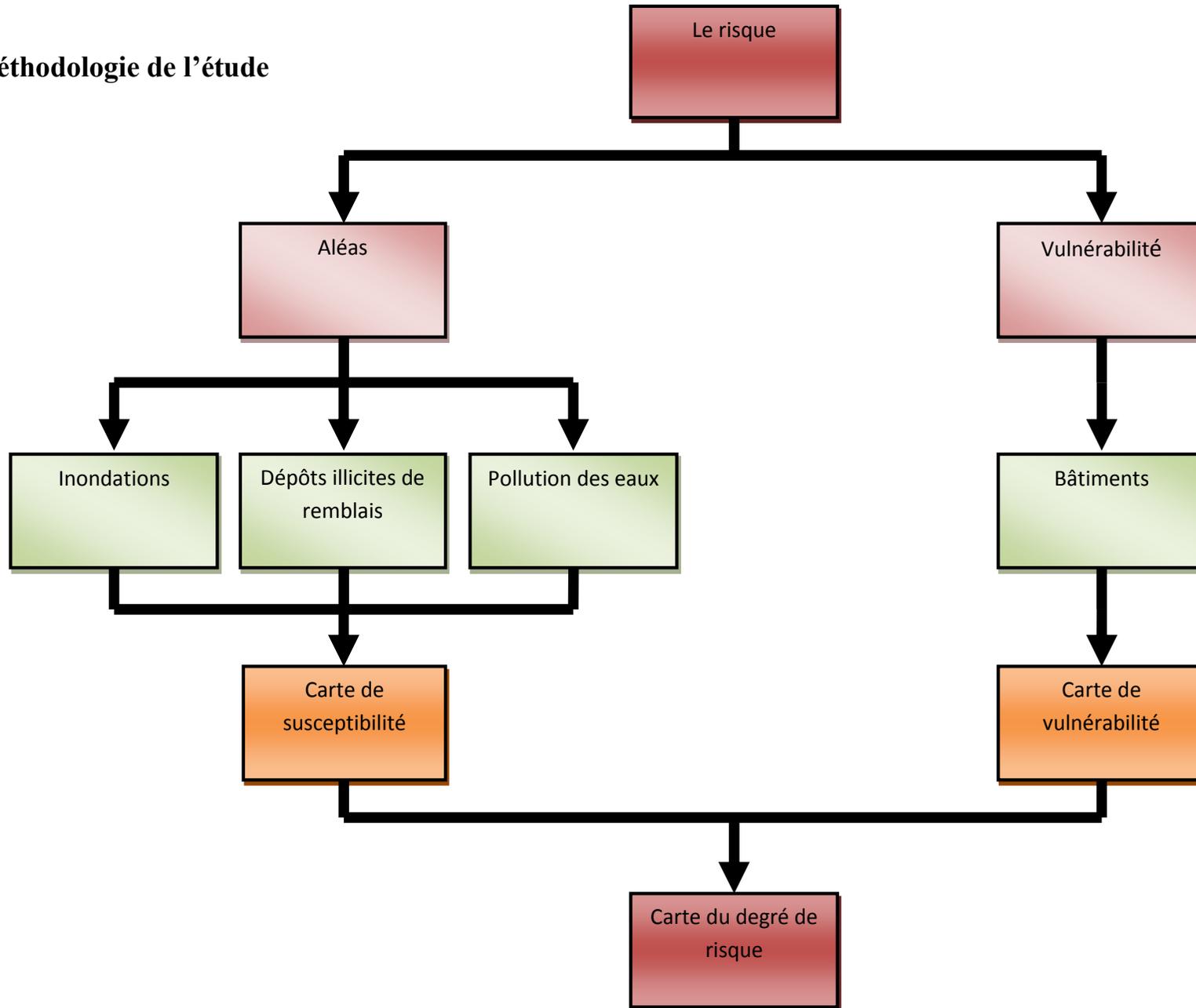
### **Introduction**

Dans ce dernier chapitre nous allons cartographier et évaluer d'une façon qualitative le risque d'inondation, de dépôts illicites des remblais et de la pollution des eaux du tronçon de l'Oued Fès situé entre la zone de Bensouda et le pont palais royal.

A fin de cartographier ces trois risques et d'élaborer une carte de risque globale, on a utilisé des logiciels de SIG et Google Earth. Les objectifs sont les suivants :

- La réalisation des cartes des aléas:
  - Inondation;
  - Dépôts illicites de remblais;
  - Qualité des eaux de l'oued Fès.
  
- L'obtention de la carte de la vulnérabilité, qui présente dans notre étude la densité des habitats le long du cours d'eau concerné, et enfin ;
  
- L'élaboration de la carte de Risque global.

### I- Méthodologie de l'étude





## HSQE

---

Le risque est la combinaison des concepts d'aléa et de la vulnérabilité selon la formule  $\text{Risque} = \text{Aléa} * \text{Vulnérabilité}$ . Où l'aléa est lié à la fréquence et à l'intensité d'un phénomène naturel dommageable ; et la vulnérabilité combine les enjeux concernés par la catastrophe.

Dans la carte de risque global, l'aléa et la vulnérabilité se croisent pour chercher à identifier les éléments et espaces susceptibles d'être plus ou moins affectés par un phénomène dommageable.

Dans notre étude ces phénomènes sont :

- Les inondations ;
- Les dépôts illicites de remblais ;
- La pollution des eaux

Ces phénomènes peuvent causer des effets néfastes matériels ou humains vue la densité élevée des habitats le long du tronçon concerné

Les démarches adoptées pour aboutir à la réalisation d'une carte de risque globale sont comme suit :

### 1. Création de la carte de susceptibilité au risque

Pour établir cette carte, on doit créer les cartes d'aléas, d'inondation, de dépôts de remblais ainsi qu'une carte d'aléa de pollution des eaux dans la zone urbaine de Fès

Avec un degré d'aléa qui est classé dans une échelle de risque de 1 à 3 ; où:

- 1 : degré d'aléa faible;
- 2 : degré d'aléa moyen;
- 3 : degré d'aléa fort.

L'intersection de ces trois cartes d'aléa permet de créer la carte de susceptibilité au risque.

### 2. Création de la carte de vulnérabilité

On ne peut pas parler du risque sans parler de vulnérabilité. Donc on doit réaliser une carte de vulnérabilité, qui repose sur l'enjeu habitats. Le degré de la vulnérabilité est classé comme suit :

- 1 : degré faible,
- 2 : degré moyen ;

3 : degré fort.

### 3. Création de la carte de risque global

La carte de risque global est obtenue à partir de l'intersection des deux cartes de susceptibilité au risque et celle de vulnérabilité globale.

## II- Cartographie des aléas

### II-1.L'aléa inondation

Dans le cadre de la protection de la ville de Fès contre les inondations, une étude exhaustive qui vise l'identification, l'évaluation et la cartographie des zones inondables s'est avérée nécessaire.

La limite d'inondation est obtenue à partir de la carte de restitution de la ville de Fès (ABHS, 2008), elle présente la crue centennale.

La méthode adoptée pour l'obtention de la carte d'aléa d'inondation repose sur la création des buffers autour du tronçon de cours d'eau. On a attribué à chaque polygone un code présenté par une couleur différente. Ce code reflète le degré d'aléa. Le polygone le plus proche de l'oued prend le code 1, c'est-à-dire un degré d'aléa d'inondation faible ; le 2<sup>ème</sup> prend le code 2, c'est-à-dire un degré d'aléa d'inondation moyen et le 3<sup>ème</sup> qui est le plus loin prend le code 3, donc un degré d'aléa d'inondation fort (Tableau 8)

Tableau 8: code et degré d'aléa d'inondation

couleur	Degré d'aléa d'inondation
1	faible
2	moyen
3	Fort

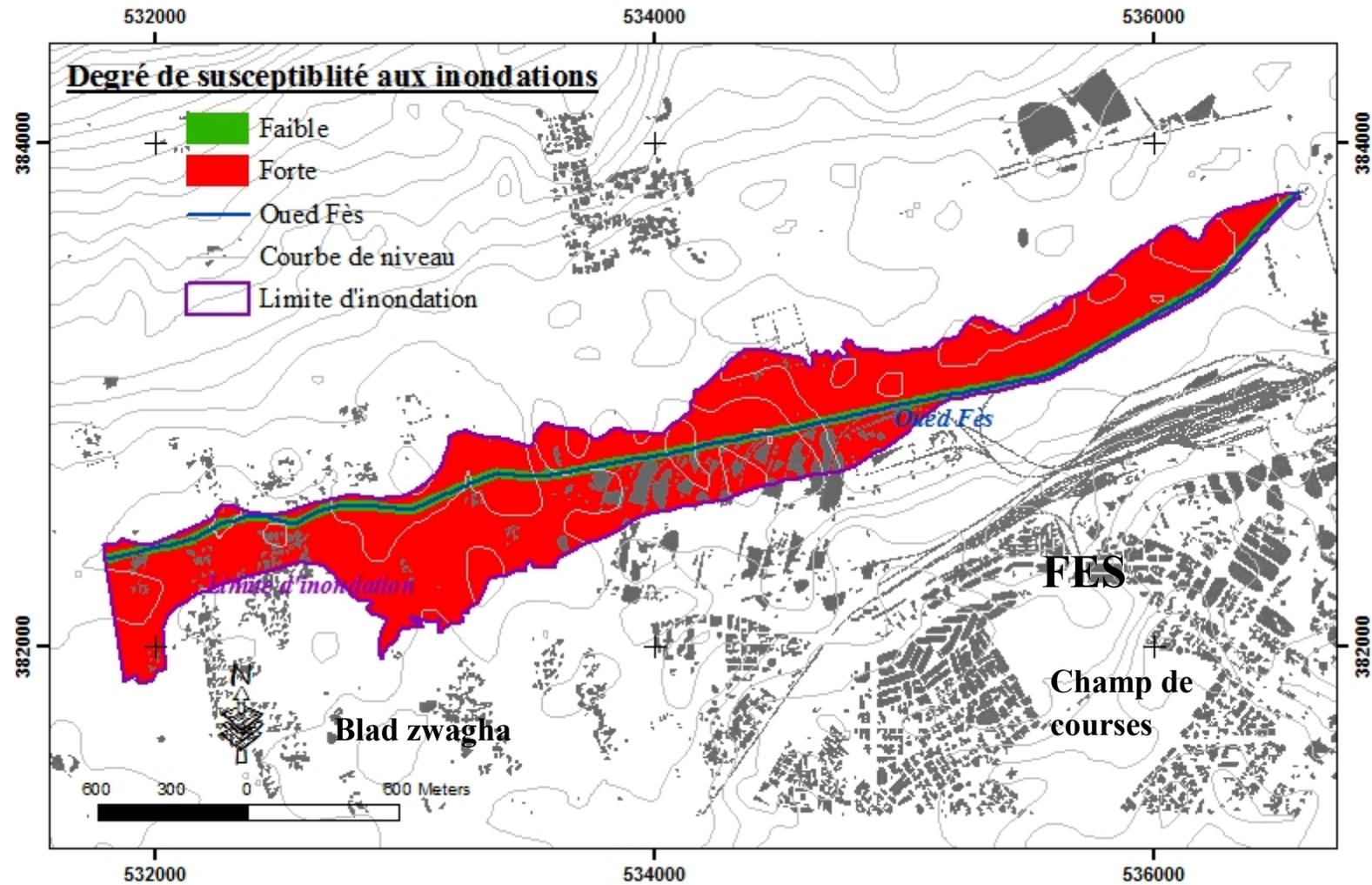


Figure 17: carte de susceptibilité aux inondations au niveau de l'Oued Fès

La carte d'aléa (Figure 17) montre deux niveaux d'aléa (absence de zones à degré d'aléa moyen).

Les zones où le degré d'aléa d'inondation est faible se trouvent sur les deux rives de l'Oued Fès et s'étendent sur environ 20m de largeur.

Plus le niveau d'eau remonte plus le degré d'aléa augmente, on a jusqu'à 600m un aléa fort.

## II-2 L'aléa dépôts des remblais

La densité de dépôts de remblais a permis de réaliser une carte d'aléa, qui va renseigner sur le degré d'aléa de ces dépôts pour chaque petit polygone du tronçon concerné.

La méthode utilisée pour l'établissement de la carte d'aléa de dépôts des remblais est le découpage du tronçon de l'oued Fès selon la densité de ces dépôts. L'aléa prend donc trois dimensions de faible, moyen à fort, où un code de 1 à 3 sera attribué pour chaque petit polygone, et présenté par une couleur dans la carte (Tableau 9)

Tableau 9: code et degré d'aléa de dépôts des remblais

couleur	Degré d'aléa de dépôts des remblais
1	Faible
2	Moyen
3	Fort

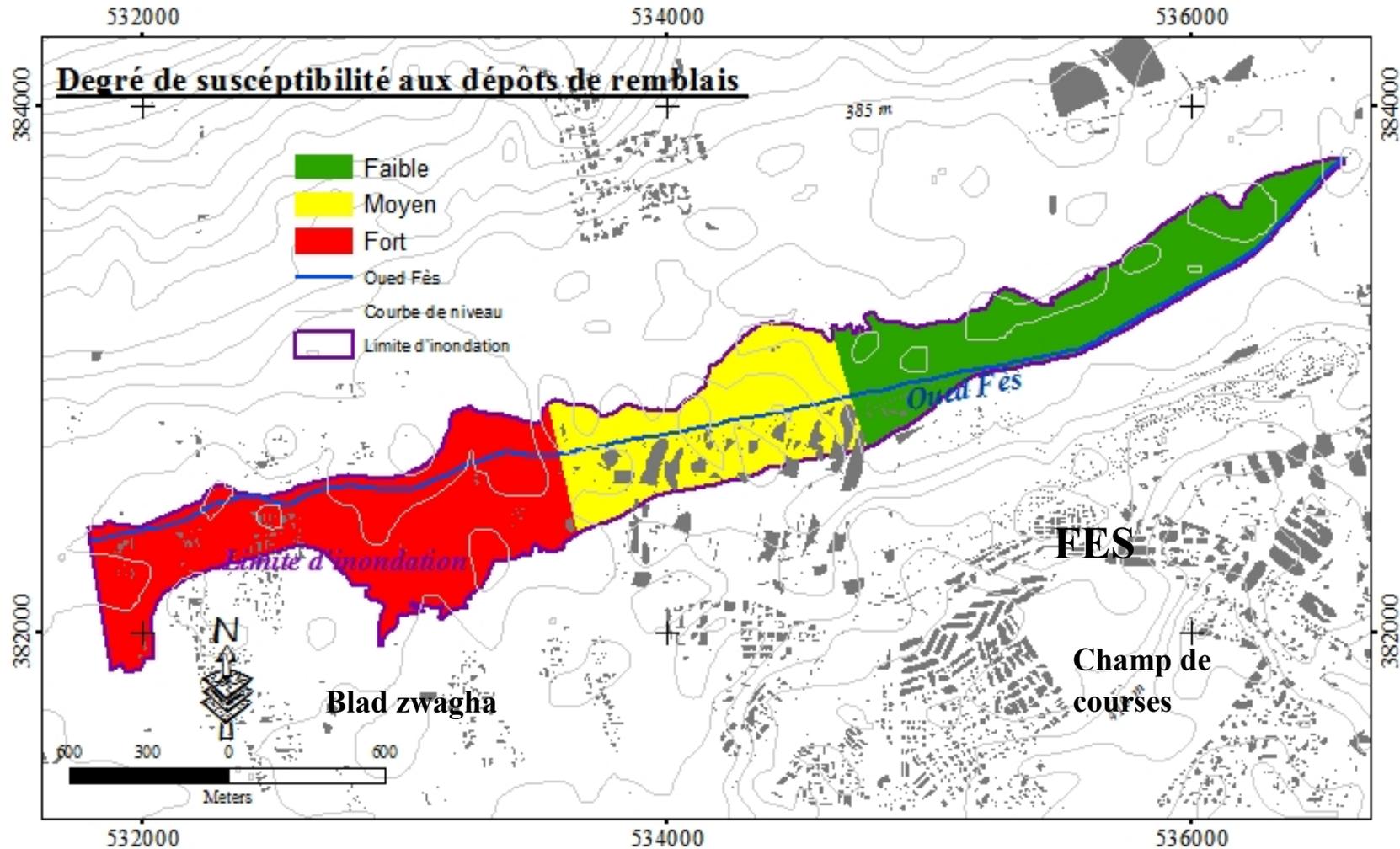


Figure 18: carte de susceptibilité aux dépôts de remblais au niveau de l'Oued Fès



La carte d'aléa établie (Figure 18) montre l'existence de trois degrés de susceptibilité aux dépôts illicites de remblais :

- la zone où le degré d'aléa est élevée, est celle qui s'étend depuis quartier Bensouda, jusqu'au pont Marjane, où on trouve une grande quantité de remblais déversée sur les berges de l'Oued ;
- la zone où le degré d'aléa est moyen se situe entre le pont Marjane et celui de Dekkarat ;
- la zone où le degré d'aléa est faible se localise entre le pont Dekkarat et le pont palais royal. Dans cette zone le dépôt de remblais est nul.

### II-3 L'aléa pollution des eaux

Le tableau 10 représente la qualité des eaux de l'oued Fès le long de son trajet à l'intérieur de la zone citée auparavant.

**Tableau 10: Analyses de la qualité des eaux superficielles (ABHS, 2009)**

O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DCO (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	PT (mg/l)	CF UFC/100ml	Qualité
12.96	5.3	50	0.14	0.5	240	mauvaise

**Tableau 11: Tableau montrant les classes de qualité (tiré de l'ABHS)**

Paramètres	Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
<b>O<sub>2</sub> dissous ( mg/L )</b>	>7	7-5	5-3	3-1	<1
<b>DBO<sub>5</sub> ( mg/L )</b>	<3	3-5	5-10	10-25	>25
<b>DCO ( mg/L )</b>	<30	30-35	35-40	40-80	>80
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ( mg/L )</b>	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
<b>PT ( mg/L )</b>	<0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-3	>3
<b>CF UFC/100 mL</b>	<20	20-2000	2000-20000	>20000	-

En se basant sur les analyses du point «Bab machoir» à l'Oued Fès (tableau10), et en comparaison avec le tableau de classes de qualité (tableau 11) ci-dessus, on a élaboré la carte suivante (figure 19)

La carte de susceptibilité à la pollution des eaux (Figure 19) montre donc un seul degré d'aléa, c'est de degré d'aléa fort.

On peut donc déduire que la qualité des eaux dans le tronçon de l'Oued Fès concerné est qualifiée de "mauvaise".

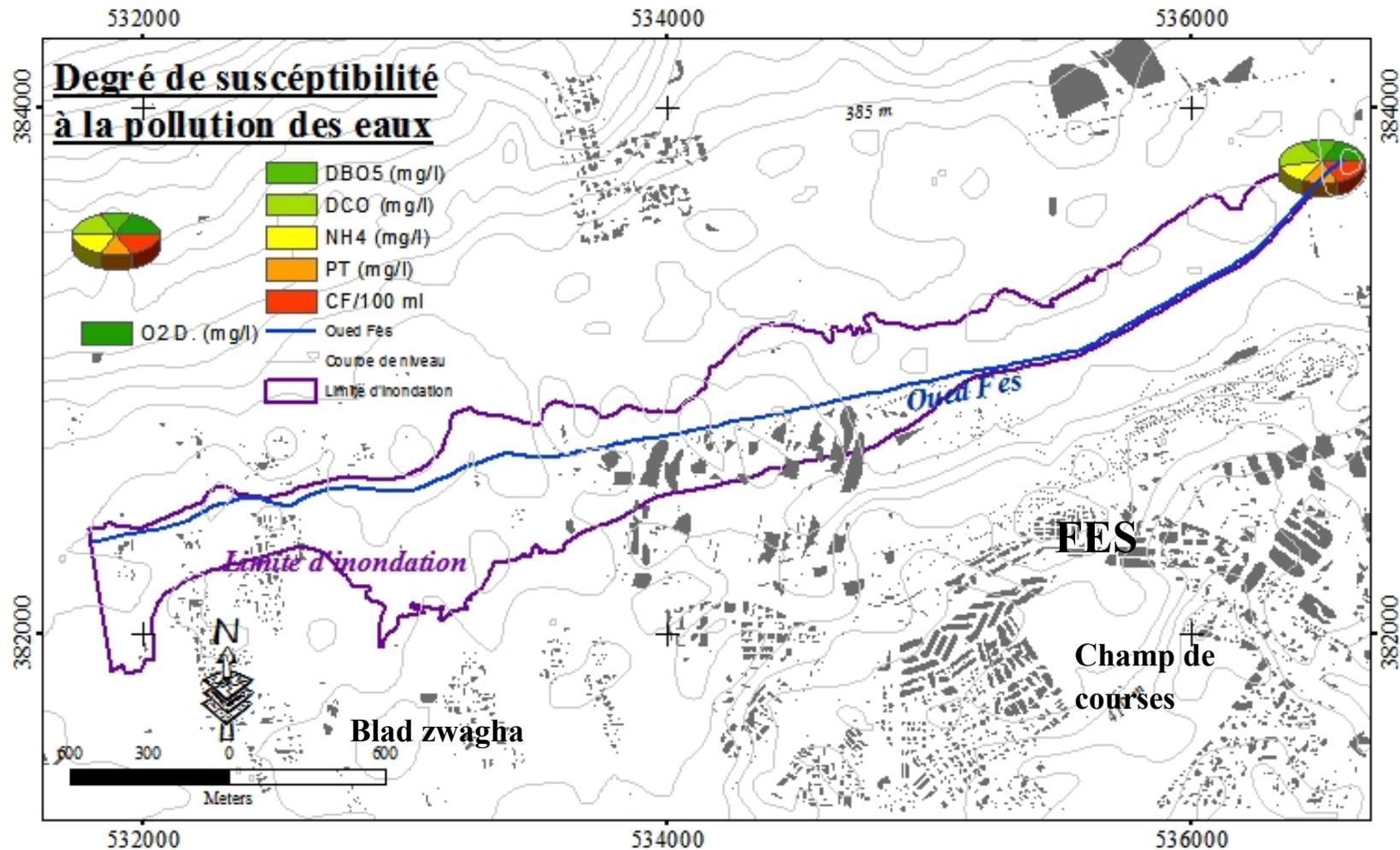


Figure 19 : Carte de susceptibilité à la pollution des eaux au niveau de l'oued Fès



### **III- La cartographie de la vulnérabilité**

L'élaboration de la carte de vulnérabilité s'est avérée nécessaire pour l'élaboration de la carte de risque global. Le facteur pris en compte, est les habitats localisés tout au long du tronçon étudié

La carte de la figure 20 montre deux degrés de vulnérabilité : fort et très fort.

- Les zones à forte vulnérabilité se situent à l'intérieur de la limite d'inondation ;
- Les zones à très forte vulnérabilité sont limitées à la rive droite du tronçon étudié, dans le lit majeur, notamment dans la zone de Bensouda et celle entre les deux ponts marjane et Dekkarat.

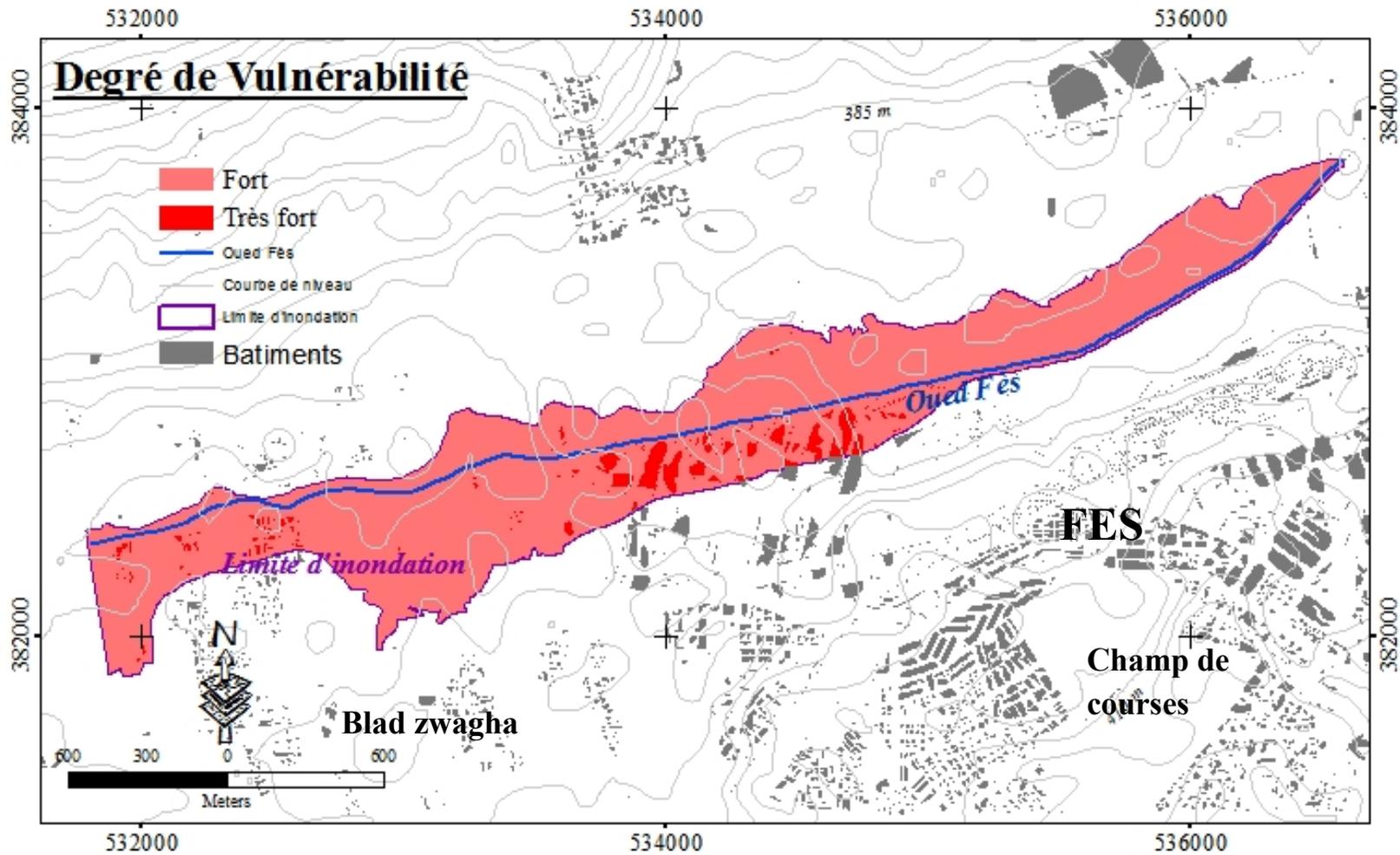


Figure 20 : Carte de vulnérabilité au niveau de l'oued Fès

## IV- La cartographie du risque global

Pour établir la carte de risque global il faut tout d'abord créer la carte de susceptibilité globale (ou carte d'aléa global) pour ensuite faire son intersection avec la carte de vulnérabilité.

### IV-1 Carte de susceptibilité globale

Cette carte est obtenue après sommation des trois aléas : aléa inondation, aléa dépôts de remblais et aléa pollution des eaux selon des coefficients attribués à chacun d'eux.

On a affecté au risque d'inondation le poids 0,5 puisqu'elle est la plus dévastatrice et elle engendre des dégâts matériels et humains importants, le poids 0.3 au risque de dépôts de remblais et le poids 0.2 au risque de pollution des eaux vue que c'est un risque qu'on peut contrôler et atténuer (figure 21).

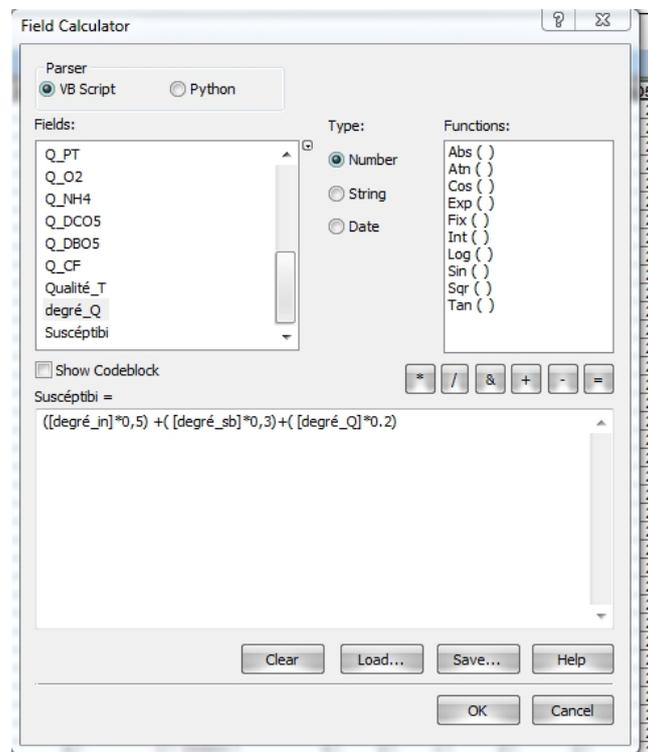


Figure 21: Algorithme utilisé pour l'établissement de la carte de susceptibilité globale

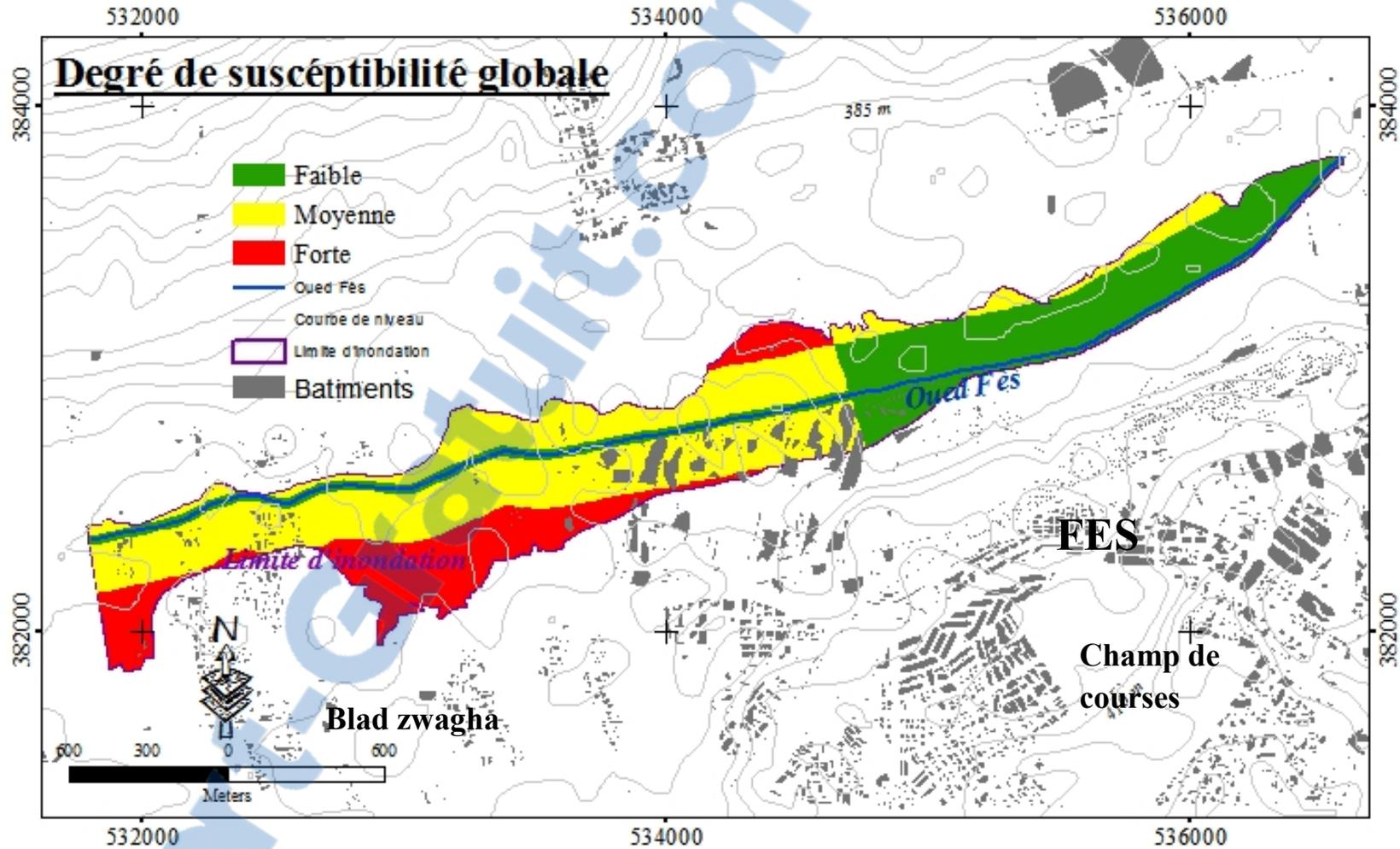


Figure 22: carte de susceptibilité globale au niveau de l'oued Fès



La figure 22 montre la répartition du risque selon le degré de susceptibilité global.

- La zone à risque faible est présentée par le tronçon de l'oued canalisé, du pont Dekkarat au pont palais royal, elle est de 150m de largeur.
- la zone à risque moyen est celle allant de la zone de Bensouda jusqu'au pont Dekkarat, ainsi que sur la rive gauche de l'oued à sa limite d'inondation, depuis le pont marjane jusqu'au pont palais royal.
- la zone à risque fort est celle située sur la rive droite de l'oued. Elle s'étend le long de sa limite maximale de débordement avec une largeur moyenne de 235m.

#### **IV-2 Carte de risque global**

L'intersection des deux cartes d'aléa et de vulnérabilité nous a permis de délimiter les zones à risque tout au long du tronçon concerné et d'en déduire le degré.

La carte de risque global (Figure 23) ainsi obtenue rassemble les trois risques inondation, dépôts de remblais et pollution des eaux, qui peuvent affecter les zones situées dans le lit majeur du tronçon de l'Oued Fès dans la zone urbaine

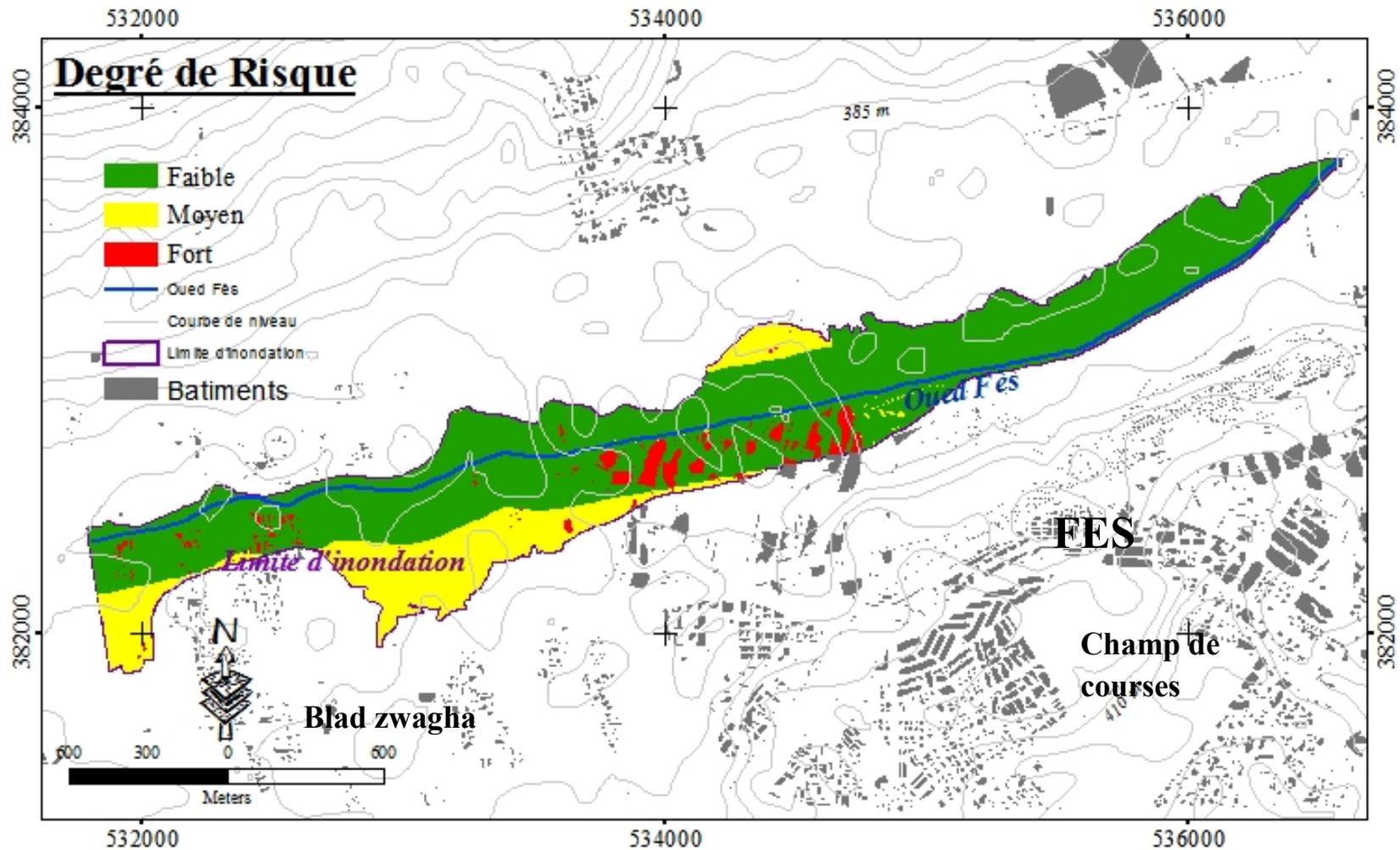


Figure 23: Carte de risque global au niveau de l'Oued Fès

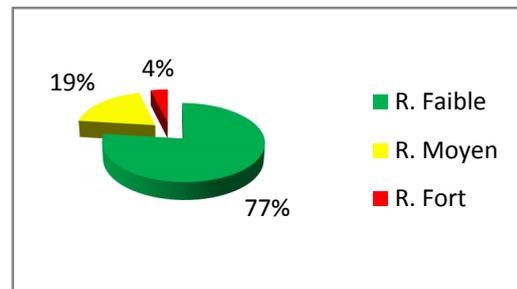
La figure 23 montre que les zones à risque fort sont représentées surtout par les bâtiments situés sur la rive droite de l'Oued dans la zone de Bensouda ainsi que la zone entre le pont Marjane et le pont Dekkarat. Elles ne représentent que 4% (figure 24) soit une superficie de 69223.04m<sup>2</sup> (Tableau. 12).

Les zones à risque moyen s'étendent sur une superficie de 340684.95m<sup>2</sup> dont le pourcentage est de 19%.

Le risque faible est le plus dominant dans notre zone d'étude, avec un pourcentage de 77% soit la plus grande superficie, elle est de 1368156.44m<sup>2</sup>.

Degré de risque	Superficie en (m <sup>2</sup> )
R. Faible	1368156.44
R. Moyen	340684.95
R. Fort	69223.04

**Tableau 12: degré et superficie du risque**



**Figure 24: pourcentages de superficie**

⇒ Tout au long de son trajet, l'oued Fès et précisément, le tronçon étudié ne représente donc pas un grand risque. Par contre le danger peut s'accroître au niveau des habitats lorsque le débordement de l'oued dépasse les 150m de largeur pour causer des dégâts matériels et humains très importants.



## ***CONCLUSION GENERALE***

Au niveau de l'Oued Fès, l'urbanisation irréfléchie dans les zones inondables, l'extension des terrains agricoles sur les lits mineurs de l'oued et le comblement du cours d'eau par les remblais ont augmenté le risque d'inondation tout au long de l'Oued.

La pollution des eaux de l'oued Fès est engendrée par les rejets des eaux usées d'origine diverse domestiques et industriels. Ces rejets proviennent essentiellement des tanneries (chargé en chrome), des dinanderies (chargé en Nickel), des huileries (les margines) ainsi que les activités agro-alimentaires (abattoir, boyauderie...) contribuent à la dégradation accrue de la qualité des eaux dans la zone urbaine de la ville de Fès.

La carte de risque globale est considérée comme un outil d'aide à la prise de décision en matière d'aménagement et de gestion des risques, c'est une base de renseignements pour les populations et pour les décideurs.

La méthodologie adoptée nous a permis de déterminer le degré de risque global pour trouver des solutions et des recommandations face aux trois risques menaçant l'oued Fès à savoir les inondations, les dépôts illicites de remblais et la pollution, pour mener à une restauration convenable du tronçon étudié.

Cependant pour protéger la population de la ville de Fès et leurs biens contre ces risques située le long du cours d'eau au niveau de la ville de Fès, nous proposons les recommandations suivantes :

- Arrêter dans la mesure du possible la prolifération de l'habitat irrégulier dans les zones menacées par de tels aléas naturels ;
- Mettre en œuvre le projet de plan d'aménagement de la ville de Fès à la lumière des résultats des études traitants ces trois risques ;
- Restructurer et régulariser les quartiers déjà existant au sein de la plaine alluviale des oueds.



## ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

- **AIT BRAHIM L., (1991)** : Tectonique cassante et état de contrainte récent du Maroc Nord, contribution à l'étude du **risque** sismo-tectonique au Maroc. Thèse d'état, Rabat, 300p.
- **AGENCE HYDRAULIQUE DU BASSIN DE SEBOU**, décembre 2004 : étude du plan national de protection contre les inondations et impacts des ouvrages de protection sur l'environnement.
- **COL EL HASSAN TALIB, 2011** ; **schéma directeur d'analyse et couverture des risques (SDACR), protection civile**
- **DAUPHINE A .2005**. Risque et catastrophe : observer, spatialiser, comprendre, gérer .Ed. A .Colin, Paris.
- **IDRISSI AOUAD. O. 2007** : Elaboration d'un système d'information géographique pour la gestion des nappes du bassin Fès-Meknès. DESA. Géologie appliquée, 104p.
- **IDRISSI S, 2012** : Elaboration de la carte de risque global au niveau de la vallée Boufekrane dans le périmètre urbain de la ville de Meknès, 71p.
- **Taltasse, 1953**. Recherche géologique et hydrologique dans le bassin de Fès Meknès. Notes et Mémoires du service géologique du Maroc N° 115, 300p. 71fig, 40pl.
- **VEYRET, Y.2001**. Risque naturels et aménagements, Géographie des risques naturels, La documentation Française, 8023,66p, p.3.



# ANNEXES

## Annexe 1 :

### Répartition des superficies irriguées par commune (en ha) situées dans le bassin de Fès

COMMUNE RURAL	SURFACE en ha					Total en ha	POURCENTAGE				
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
SEBAA ROUADI	0	2608	3691	0	0	62	0.00%	41.41%	58.59%	0.00%	0.00%
AÏN CHKEF	783	10498	1323	2142	0	14745	5.31%	71.20%	8.97%	14.52%	0.00%
OULED TAYEB	3445	4910	0	0	0	8355	41.24%	58.76%	0.00%	0.00%	0.00%
AÏN BIDA	0	1339	0	0	0	133	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Total Fès</b>	<b>4228</b>	<b>19355</b>	<b>5014</b>	<b>2142</b>	<b>0</b>	<b>3073</b>	<b>13.75%</b>	<b>62.97%</b>	<b>16.31%</b>	<b>6.97%</b>	<b>0.00%</b>
	A: Céréales, légumineuses, fourrage.										
	B: Céréales, légumineuses, fourrage + arboriculture										
	C: Céréales, légumineuses, fourrage + maraîchage										
	D: Céréales, légumineuses, fourrage + maraîchage + arboriculture										
	E: Céréales, légumineuses, fourrage + tournesol										

## Annexe 2 :

### Températures moyennes mensuelles et annuelles dans la station de Fès-Saïss(1978-2001)

Années	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy
78/79	25	18,3	14	12,8	11,8	11,4	11,3	13,4	17,7	21,3	25,6	25,4	17,33
79/80	22,1	17,4	13,4	10,6	9,9	11,7	12,3	15,3	16,4	21,9	25,9	27,1	17
80/81	24,9	17,5	12,7	8,4	7,8	9,4	14,1	12,9	16	22,5	25,1	23,8	16,25
81/82	22	19,5	15,9	11,6	10	10	12,4	13,4	17,1	21,6	23,3	24,8	16,8
82/83	22	15,5	12,6	7,8	9	9,5	14,2	14	15,8	22,8	21,8	22,4	15,61
83/84	24,6	20,4	15,2	10,8	8	9,3	10,7	15,8	13,3	20,1	27,7	24,3	16,68
84/85	22	16,4	13,7	10,5	13,5	12,9	10,6	15,3	15,5	21	26,3	26,5	17,01
85/86	24,4	19,7	14,5	10,1	9,2	10,7	11,1	11,1	20	20,5	26,5	25,1	16,9
86/78	23,1	18	12,6	9,2	9,9	10,5	13,1	16,7	17,7	21,9	24,2	24,7	16,8
87/88	25,4	17,5	12,9	11,4	9,5	10,2	12,3	14,6	16,3	19,6	26,7		16,03



*Hydrologie de Surface & Qualité des Eaux*

---

88/89	24,3	18,5	14,9	8,6	7,8	10,8	13	12,2	17,9	22	27,3	27,2	17,04
89/90	23,2	20	14,5	12,4	7,7	11,7	13,7	12,7	18,2	21,1	27	26,7	17,4
90/91	24,5	17,7	13,8	10,3	8,2	8,4	11,2	13	16,3	22,7	26,3	27,2	16,63
91/92	22,9	15,9	12,5	10,7	7,8	10,7	11,7	14,6	18,7	17,4	25,4	26,3	16,21
92/93	24	20	14,9	11,1	8,9	9,8	12,5	15	18,6	25	26,9	28,6	17,94
93/94	24,6	19,8	15,2	9,5	9,9	11,6	14	17,5	19	24	28	29,6	18,55
94/95	25,9	20,9	16,2	10	7,9	10,7	13,9	18	19,8	25,6	27	30	18,82
95/96	24,3	21	15,9	11,4	8,3	8,8	15	18,6	20,3	24,9	27,8	32,9	19,1
96/97	26,1	18,9	14,6	9,6	7,8	10,2	16,1	19,2	20,5	26	29	33	19,25
97/98	24,8	19,7	16	10,9	8,2	10,6	15,7	19,8	19,9	25,8	30,1	32,9	19,53
98/99	25,7	20,3	17,2	12,4	9,4	11,3	14,9	18,9	21	26,9	29,8	33,6	20,11
99/00	26,3	21	16,7	11,2	7,7	9,6	15,3	19,4	21,5	27	31	34	20,05
00/01	27,2	20,9	18	10,8	8	10,2	15,8	20	21,3	29	30,6	34,2	20,5
MOY	24,31	18,9	14,69	10,52	8,96	10,43	13,25	15,71	18,2	23,06	26,92	28,19	17,76



## Hydrologie de Surface & Qualité des Eaux

### Annexe 3 :

#### PLUIES MENSUELLES DANS LA STATION DE FES-DRH (1978 – 2011)

Pluies mensuelles													Période: Toutes les mesures
N° Station: 3817				X: 53540		Y: 38480		Z: 415					Autorité:
Nom: DRH FES													Unité: mm
Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
1978/79	0,0	5,6	12,2	70,3	89,7	224,2	45,0	19,8	4,0	0,0	0,7	0,0	471,5
1979/80	4,8	184,5	37,9	13,0	23,7	23,5	133,4	51,9	29,3	1,8	0,0	0,0	503,8
1980/81	11,8	60,4	67,7	16,2	29,7	23,5	38,4	60,5	5,5	0,4	0,0	0,0	314,1
1981/82	3,0	15,2	0,0	85,3	57,0	80,3	31,4	155,0	46,4	0,0	0,2	5,2	479,0
1982/83	0,0	104,0	64,5	56,3	0,0	98,6	37,9	3,9	17,8	0,0	0,0	0,0	383,0
1983/84	0,6	0,0	96,3	62,8	14,8	7,4	61,8	33,6	84,8	17,7	0,0	0,0	379,8
1984/85	0,0	1,6	60,3	10,5	113,9	29,0	13,5	61,2	30,2	3,6	0,0	0,0	323,8
1985/86	2,0	7,2	104,9	37,0	105,2	80,1	57,8	71,6	0,0	9,7	0,3	0,1	475,9
1986/87	3,3	40,2	31,5	15,5	122,2	129,3	0,0	21,9	7,3	0,2	0,0	0,4	371,8
1987/88	6,4	43,8	100,0	63,7	59,5	57,3	17,3	25,5	61,2	0,9	0,0	0,0	435,6
1988/89	0,0	59,1	73,1	11,9	33,6	53,7	56,9	127,2	22,7	1,4	0,0	0,0	439,6
1989/90	1,5	55,5	93,8	146,6	37,4	0,3	44,5	86,2	14,1	0,0	0,0	0,0	479,9
1990/91	10,4	21,8	79,3	97,6	5,6	83,6	124,7	16,9	0,2	4,0	0,5	0,0	444,6
1991/92	54,1	52,6	18,8	14,1	0,0	27,9	65,1	45,1	27,2	44,8	0,0	0,4	350,1
1992/93	0,0	25,4	18,1	12,7	10,2	30,4	33,2	39,1	22,1	0,0	0,0	0,0	191,2
1993/94	1,9	33,1	83,4	17,3	52,3	104,8	18,1	6,1	12,7	0,5	0,5	0,0	330,7
1994/95	22,2	18,8	31,4	0,3	1,5	25,5	24,3	17,2	12,2	29,3	0,0	2,9	185,6
1995/96	9,4	3,2	38,5	99,1	178,0	39,4	81,6	49,8	55,6	6,0	2,8	0,8	564,2
1996/97	33,8	15,0	9,8	219,1	102,6	0,0	75,0	75,0	38,2	9,0	0,0	0,2	577,7
1997/98	41,2	7,8	104,6	79,6	39,2	47,6	21,0	15,0	88,6	13,8	0,0	0,0	458,4
1998/99	26,8	11,8	0,0	48,4	56,6	22,0	25,8	0,0	10,6	2,5	0,0	0,0	204,5
1999/00	1,4	36,3	32,3	20,2	28,0	0,0	0,0	59,0	30,0	0,0	0,0	1,0	208,2
2000/01	5,7	65,8	38,9	110,0	79,5	29,9	12,5	0,4	20,8			0,6	364,1
2001/02	3,5	1,3	7,0	91,5	1,6	3,1	46,4	107,1	14,4				275,9
2002/03	0,0	66,1	163,7	38,6	88,4	47,9	79,0	34,7	9,0	7,3	1,0	0,3	536,0
2003/04	0,0	74,4	88,0	115,3	33,2	34,5	19,4	35,1	49,5	0,0	7,9		457,3
2004/05	0,4	103,4	40,0	41,4		51,1	23,2			10,0			269,5
2005/06	0,3	40,7	78,7	27,8	112,3	82,6	55,9	35,0	26,9	11,9			472,1
2006/07	10,2	19,8	13,0	30,8	25,5	39,3	41,7	106,8	5,8				292,9
2007/08	1,3	24,5	42,2	10,1	50,5	80,7	15,3	29,9	15,7				270,2
2008/09	96,8	122,1	107,2	155,3	110,2	87,5	83,2	9,4	1,1	16,6	0,0		789,4
2009/10	36,5	4,6	23,6	164,2	202,0	117,5	175,2	66,8		12,3	6,1	33,8	842,6
2010/11	0,0	56,3	114,2	50,5	52,9	45,7	51,2	69,3					440,1
<b>Moyenne</b>	11,8	41,9	56,8	61,6	59,9	54,8	48,8	48,0	25,5	7,3	0,8	1,8	411,6
<b>Max</b>	96,8	184,5	163,7	219,1	202,0	224,2	175,2	155,0	88,6	44,8	7,9	33,8	842,6
<b>Min</b>	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	185,6



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**Nom et prénom:** Chaimae KHAISSIDI

**Année Universitaire :** 2012/2013

**Titre:** Elaboration de la carte de risque lié au cours d'eau en périmètre urbain de la ville de Fès (Inondation, dépôts de remblais et pollution des eaux.)

### Résumé

L'étude menée dans le cadre de mon travail de fin d'étude prend part dans le programme national de lutte contre les risques naturels et la protection des villes marocaines exposées à ces risques.

Elle concerne plus spécifiquement le contexte particulier de la ville de Fès. Cette dernière se caractérise par des crues historiques fortes et par une vulnérabilité importante.

Cette étude a pour objectif l'évaluation et la cartographie des trois risques menaçant la ville de Fès notamment l'inondation, le dépôt de remblais et la pollution, à l'intérieur du périmètre urbain depuis la zone de Bensouda jusqu'au pont palais royal.

La méthodologie adoptée nous a permis de déterminer le degré de risque global à partir de la carte de risque global élaborée. Cette carte constituera un document cartographique de base qui sera mis à la disposition des décideurs et des aménageurs, afin de les aider à prendre des décisions plus efficaces, au sujet de la protection des populations de la ville de Fès, contre les risques des inondations torrentiels, le dépôt illicite de remblais et de la pollution des cours d'eau.

### Mots-clés :

Risque, cartographie, Inondation, dépôts de remblais, pollution des eaux, vulnérabilité.