

VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LES REGIONS SAHARIENNES - CAS DE DOUCEN

M.A. HAFNAOUI¹, A.HACHEMI¹, M. BEN SAID¹, A.NOUI¹, F.FEKRAOUI¹, M. MADI¹, A.MGHEZZI¹
et L. DJABRI²

¹CRSTRA - Division Eau et sols.

²Université Badji Mokhtar Annaba / chercheur associé au CRSTRA

RESUME

Les inondations représentent un risque réel dans les régions sahariennes, où ils ont laissé des dégâts humains et/ ou matériels.

La commune de Doucen a été marquée par un événement exceptionnel de précipitation enregistré les 11, 12 et 15 septembre 2009. A titre indicatif, les précipitations ont atteint plus de 60 mm en 48 heures sur un total annuel estimé à 82 mm (75 %). Ce volume d'eau, inhabituel pour la région, a été un facteur déterminant dans le débordement de l'Oued Tamda.

L'objectif de cette étude est de produire la carte de vulnérabilité aux inondations de la zone de Doucen. La réalisation de cette carte passe par une étude hydrologique afin de déterminer le débit maximum de crues d'Oued Tamda.

L'utilisation des logiciels ArcGis et HEC-RAS, nécessite dans un premier temps la détermination du débit maximal de crue. En se basant sur ce dernier et le MNT, pour réaliser la carte de vulnérabilité.

Mots clé : *Régions sahariennes, Inondation, Carte des zones inondables, Doucen, Oued Tamda, Algérie.*

ABSTRACT

Floods are a real risk in the Saharan areas. Where they left damage human and / or material. In September 2009, the municipality of Doucen marked by an event of precipitation during the days of 11, 12 and 15. As an indication, the precipitation exceeded 60 mm in 48 hours to be compared with an estimated annual total of 82 mm (75%). This unusual value for the region was important factor in the flooding of the Tamda Wadi.

Aim of this study is to produce the vulnerability map. The realization of this map requires a hydrological study to determine the maximum flood discharge of the Tamda Wadi. The use of ArcGIS software and HEC-RAS, based on the maximum flood and the MNT allowed us to realize this map.

Key words: *Saharan areas, Flood, Vulnerability map to flooding, Doucen, Tamda Wadi, Algeria.*

I. INTRODUCTION

Les sécheresses entraînent de graves crises humanitaires. L'eau qui pleut aussi lorsqu'elle atteint des intensités telles que des territoires développés le long du cours d'eau sont envahis par ce dernier. C'est l'inondation (FRANÇOIS, 2008)

Les journées du 11, 12 et du 15 du mois de septembre ont été caractérisées par des pluies causant des graves inondations dans la commune de Doucen dans la wilaya de Biskra.

Dans cette zone, les inondations ont entraînés des dégâts importants (terre agricoles submergées en totalité, des biens empotés par les eaux,...etc). Ces dégâts sont dus au débordement de l'Oued Tamda. Ce débordement serait provoqué, entre autre, par pluies diluviennes catastrophique, l'urbanisation anarchique et les pratiques agricoles au niveau du lit même de l'Oued, constituant ainsi un obstacle à l'écoulement des eaux.

Le but de notre travail est de réaliser une carte de vulnérabilité aux inondations de la région en question pour déterminer les zones inondables. La réalisation de cette carte passe par une étude hydrologique de la région afin de calculer le débit maximum des crues d'Oued Tamda ainsi que l'utilisation des logiciels ArcGis et HEC-RAS.

- **Caractéristiques géographiques de la région** La région de Doucen est située

dans les territoires de la wilaya de Biskra, au 34° Nord et 5° Est (fig.1). Les principaux oueds traversant la région de Doucen sont : Oued Tamda, Oued Khafoura et Oued Doucen (HAFNAOUI M *et al.*, 2009).

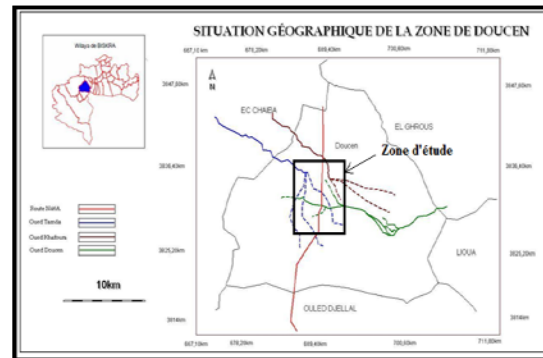


Figure 01 : Situation géographique de la zone de Doucen

I. Etude Hydrologique

Nous avons fait une étude hydrologique pour déterminer le débit maximum responsable des débordements d'oued Tamda.

Nous avons calculé les caractéristiques du bassin versant telle que la surface à partir du MNT, le temps de concentration, les apports liquides, les pluies journalières maximales, et en fin le débit maximum de la crue d'oued Tamda. Les données recueillies au niveau de la station pluviométrique de Doucen située au niveau de la zone d'étude ont été utilisées.

Tableau 01 : précipitations annuelles enregistrées dans la station de Doucen (période 01-02 à 08-09).

Année	2001 /2002	2002 /2003	2003 /2004	2004 /2005	2005 /2006	2006 /2007	2007 /2008	2008 /2009
Doucen	30.5	25.3	131.3	72.2	90.9	57.3	42.5	205.7

• **Formules empiriques pour la détermination de la crue**

Nous avons utilisé plusieurs formules empiriques pour déterminer le débit max : Formule de Turraza, Formule de POSSENTI, et celle de SOKOLOVSKY. Cette dernière a été choisie.

Formule de SOKOLOVSKY

La formule de Sokolovski est d'usage très répandue chez les hydrologues du nord d'Afrique, celle-ci tient compte de tous les paramètres caractéristiques du bassin versant, le temps de montée de la crue, ainsi que de la pluie fréquentielle génératrice de celle-ci (BOULGHOBRA N. et al. 2006).

La formule proposée par SOKOLOVSKY pour le calcul de débit max est la suivante :

$$Q_{P\%} = \frac{0.28 \cdot P_{t\%} \cdot \alpha \cdot S \cdot f}{t_m}$$

Avec :

P_t : quantité de pluies de durée ($t=t_c$) de fréquence $P\%$

α : Coefficient de ruissellement.

T_m : Temps de montée pris égal à t_c

S : Surface du bassin versant.

f : Coefficient de forme de l'hydrogramme (0,95 ÷ 1,2) Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : les débits maximums calculés

Fréquence	0,1	1	2	5	10	20	50	
<i>Période de retour</i>	1000	100	50	20	10	5	2	
<i>f</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
<i>α</i>	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	
Oued Tamda	<i>P_{tc} (mm)</i>	90,81	58,56	50,21	39,74	32,37	25,19	15,61
	<i>S(km²)</i>	308,00	308,00	308,00	308,00	308,00	308,00	308,00
	<i>t_c (h)</i>	11,10	11,10	11,10	11,10	11,10	11,10	11,10
	<i>Q_{p%}</i>	603,23	367,37	296,45	219,98	167,26	120,86	69,11

Le débit maximum probable de la crue calculé par la formule de Sokolovski est le plus proche au débit moyen calculé par les trois formules (Tab.3), c'est pour cela qu'on opte pour les débits probables calculés par la formule de Sokolovski.

Tableau 03 : Les débits moyens obtenus des trois formules

Fréquence (%)	Q _{0,1%}	Q _{1%}	Q _{2%}	Q _{5%}	Q _{10%}	Q _{20%}	Q _{50%}
Formule de Turraza	629,94	361,06	328,92	214,40	149,71	106,79	60,14
Formule de Sokolovsky	603,23	367,37	296,45	219,98	167,26	120,86	69,11
Formule de Possenti	620,84	400,33	343,24	271,68	221,32	172,23	106,69
Les débits moyens	618,00	376,25	322,87	235,35	179,43	133,29	078,65

II. Réalisation de la carte de vulnérabilité de la région de Doucen

1. Traçage d'Oued Tamda

Pour réaliser la carte de la vulnérabilité aux inondations nous nous sommes basés sur le modèle numérique du terrain (MNT) de la région de Doucen.

L'utilisation du MNT dans le logiciel ArcGis a permis de produire les courbes de niveaux et le réseau hydrographique de la région (fig.2).

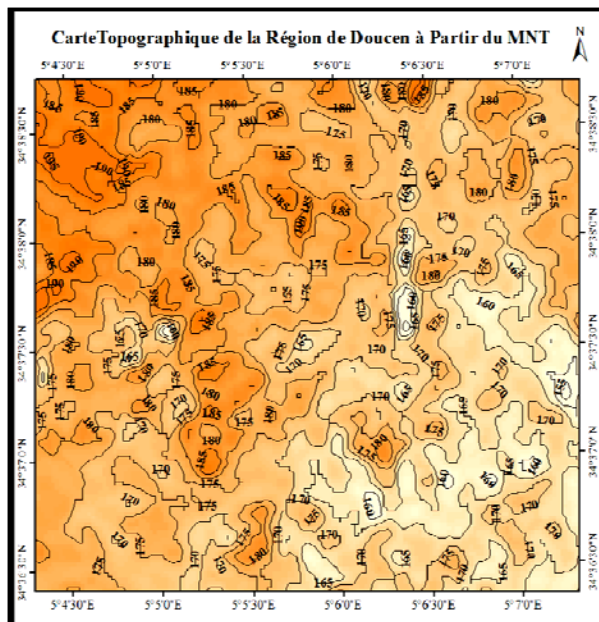


Figure 02 : Carte topographique de la région de Doucen

A partir de la carte topographique et le réseau hydrographique, nous avons tracé l'Oued Tamda en utilisant l'outil HEC-GeoRAS dans le logiciel ArcGis (Fig 3). HEC-GeoRAS est un ensemble d'outils ArcGIS spécifiquement conçus pour traiter des données géospatiales pour utilisation avec le logiciel (HEC-RAS) (HEC-GeoRAS)

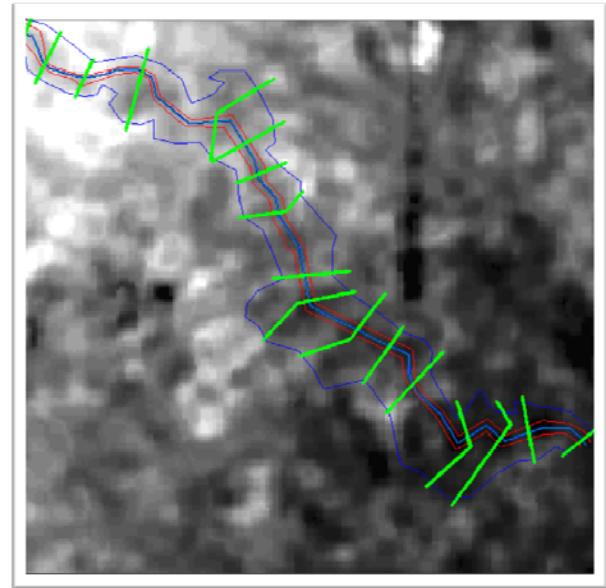


Figure 03 : Traçage d'Oued Tamda dans l'outil HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS fait le lien entre ces deux logiciels.

2. Simulation numérique de la crue d'oued Tamda

Après avoir tracé l'oued Tamda sur le logiciel ArcGis, nous avons utilisé le logiciel HEC-RAS pour faire la simulation numérique de la crue de cet Oued. On a choisi le débit de crue Centennale. Le logiciel HEC-RAS est un logiciel de simulation de l'hydraulique dans les rivières et canaux. Il permet d'évaluer les débits et hauteurs d'eau sur l'ensemble des sections d'une rivière (**Modéliser une rivière avec HEC-RAS.**). Ce logiciel a été utilisé dans l'étude des zones arides et sahariennes, par exemple : la région Gorgol en Mauritanie (CHANG H. et al. 2012), Protection contre les inondations de la ville de Beja, Tunisie (SOCIETE AFRICAINE D'INGENIERIE) La figure 4 montre le résultat de la simulation numérique de la crue centennale d'oued Tamda pour un débit Q égal à $367 \text{ m}^3/\text{s}$.

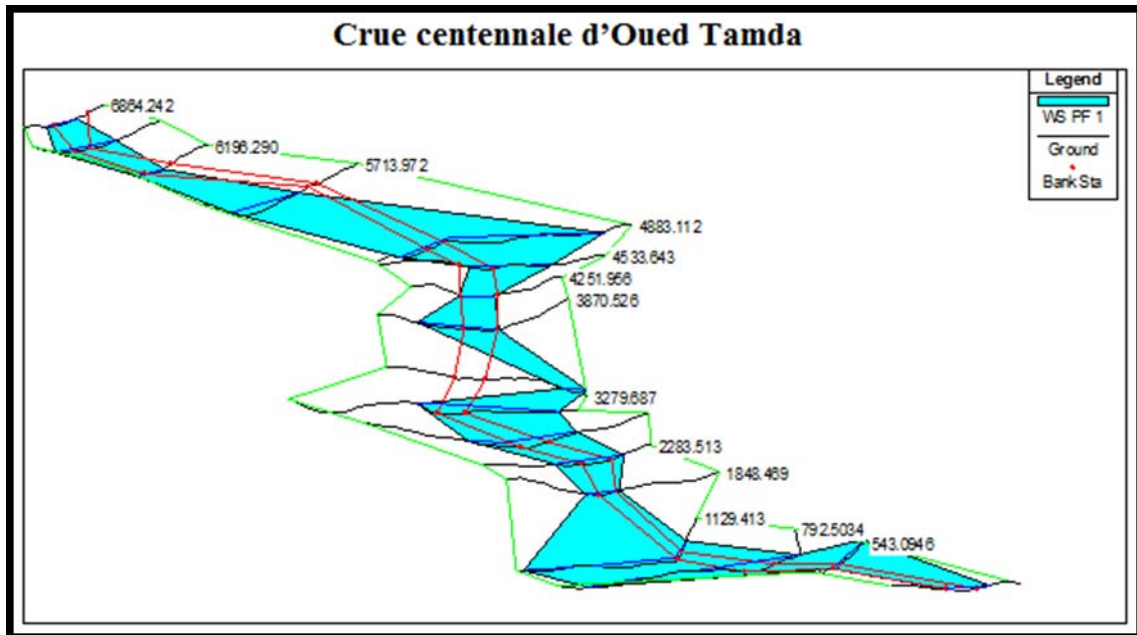


Figure 04 : Simulation numérique de la crue centennale d'Oued Tamda en utilisant le HEC-RAS

3. Finalisation de la carte

La dernière étape de la réalisation de la carte de vulnérabilité aux inondations passe par l'utilisation de l'application Hec-GeoRAS du logiciel ArcGis.

La figure 5 montre les zones inondables de la région de Doucen sur le modèle numérique du terrain MNT.

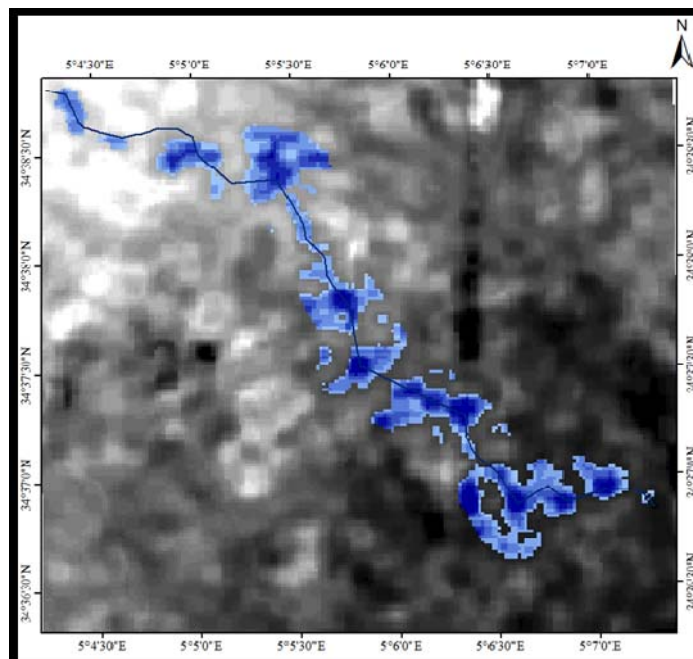


Figure 05 : zones inondables de la région de Doucen

Pour avoir la carte finale, nous avons utilisé l'image de Google Earth au celle déjà obtenue (Fig.6).

• Carte finale de vulnérabilité aux inondations

La carte réalisée représente les zones inondables de la région de Doucen dans le cas d'une crue centennale véhiculée par l'Oued Tamda, la surface inondée

est égale à 1.717 Km². A partir de cette carte on remarque que le débordement d'Oued Tamda conduit à submerger des terres agricoles et habitats rural.

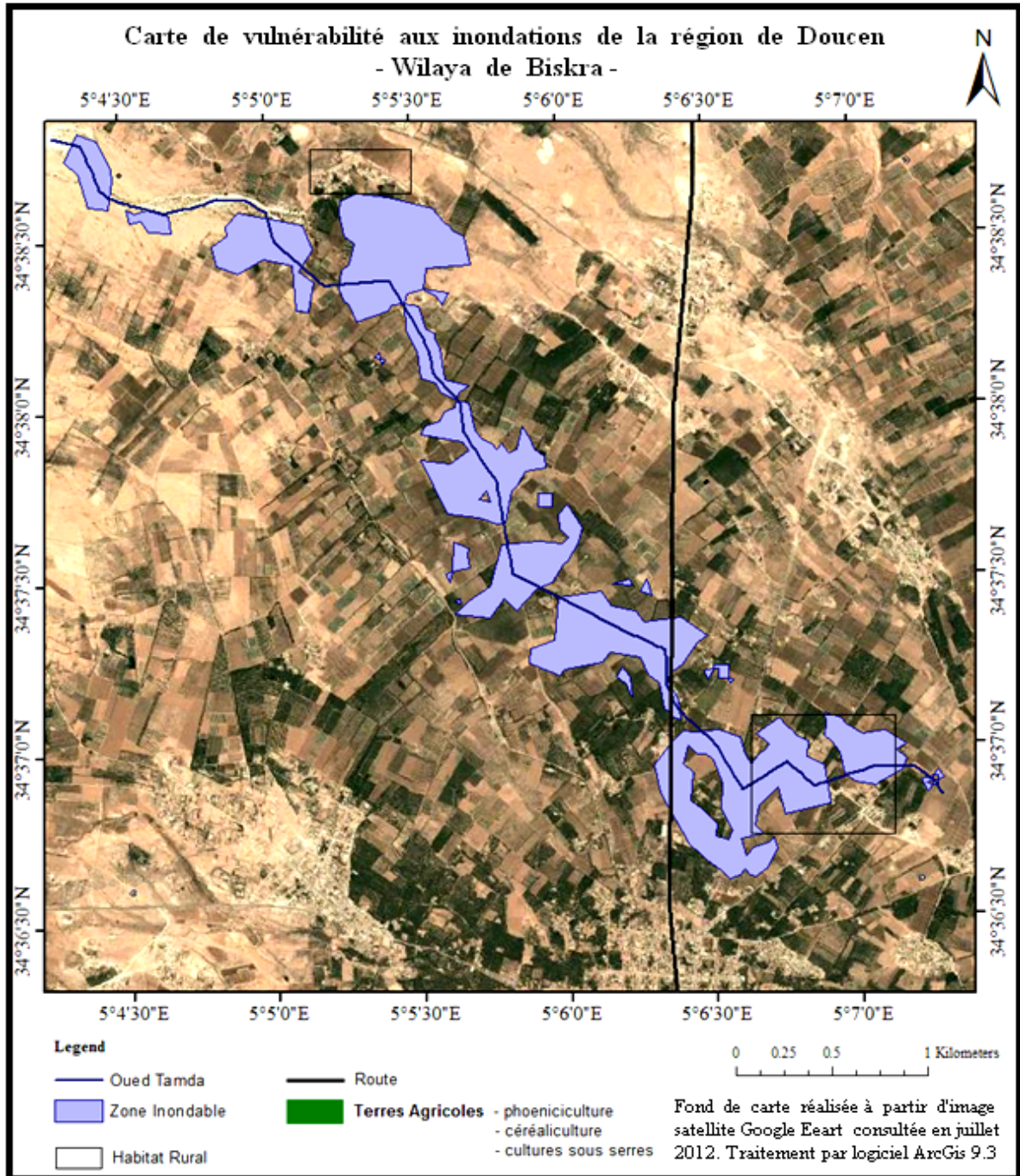


Figure 06 : Carte de vulnérabilité aux inondations de la région de Doucen (Biskra)

• Carte globale de vulnérabilité aux inondations

De la même manière nous avons réalisé la carte de vulnérabilité aux inondations pour les crues décennale, centennale,

millénaire qui correspondent aux débits 167,26 m³/s ; 367,37 m³/s ; 603,23 m³/s.

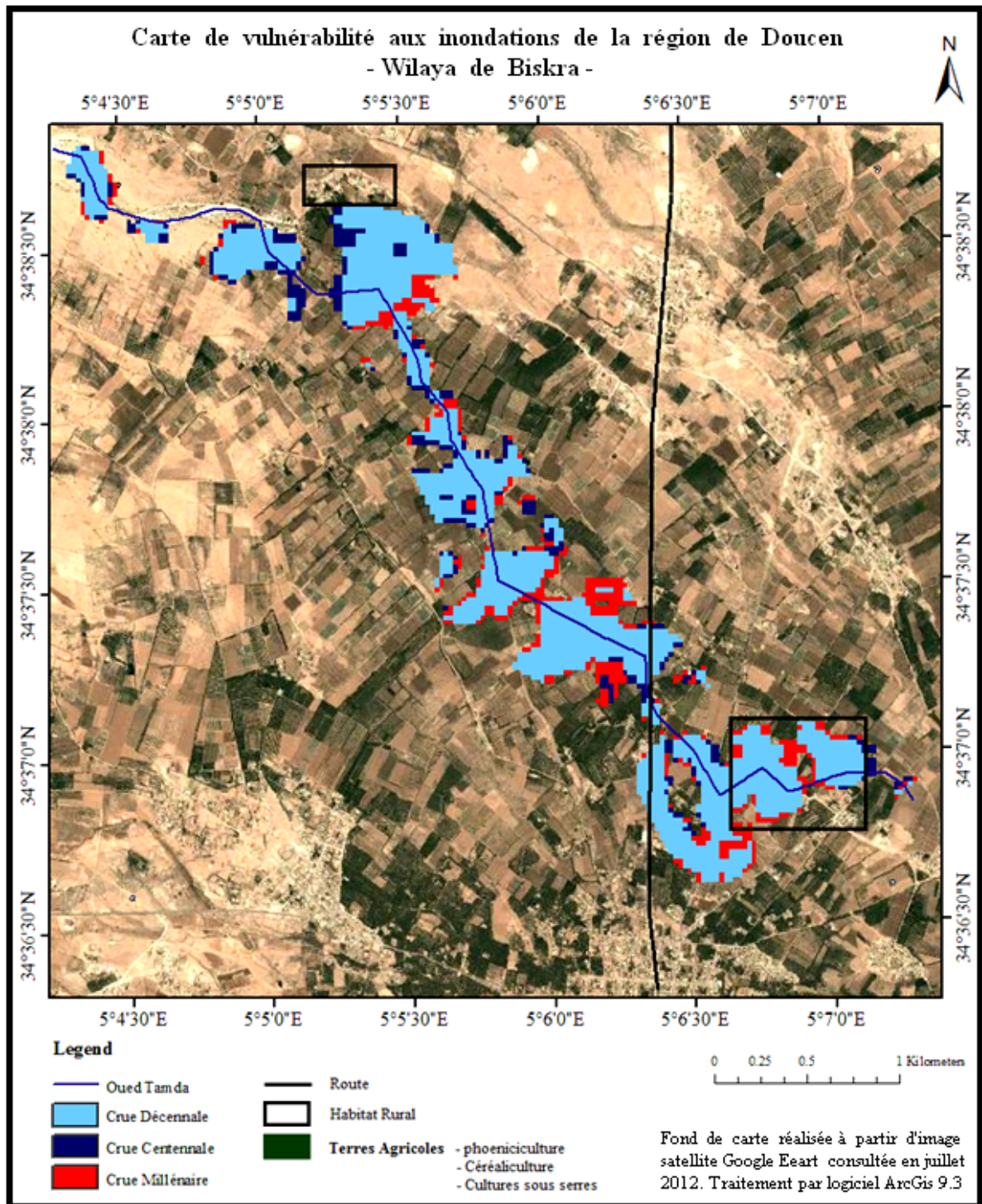


Figure 07 : Carte de vulnérabilité aux inondations pour les crues décennale, centennale, millénaire de la région de Doucen (Biskra).

La carte établie montre les différentes zones inondables pour chaque période de retour. Les crues décennale, centennale, millénaire submergent une surface égale à 1.478 Km², 1.717 Km², 2.025 Km² respectivement.

On remarque une augmentation successive de la zone inondée pour chaque période de retour.

Selon l'inventaire de la commune de Doucen, les dégâts causés par les

inondations de septembre 2009 sont estimés à: 164 maisons submergés, 9790 palmiers, 744 serres, 200 hectares différents cultures (COMMUNE DE DOUCEN 2009).

On remarque aussi que la surface inondée par une crue millénaire (égale à 202.5 hectares) correspond à l'inventaire des dégâts de la commune de Doucen. Ce qui conduit à déduire que la crue de septembre 2009 est une crue millénaire.

CONCLUSION

Pour faire face, la carte de vulnérabilité est nécessaire pour protéger la région.

L'étude hydrologique a permis de calculer le débit de crue d'Oued Tamda, Il a été adopté dans la détermination de l'étendue des zones inondables.

Les débits calculés des crues décennale, centennale et millénaire sont respectivement de l'ordre de 167,3 m³/s ; 367,4 m³/s ; 603,2 m³/s.

L'utilisation des logiciel ArcGis et HEC-RAC a permis de réaliser la carte de vulnérabilité aux inondations.

La réalisation de cette carte a permis de déterminer les zones inondables de la région. Les résultats obtenus estiment les surfaces submergées du fait du débordement d'oued Tamde, de l'ordre 147.8 hectares pour la crue décennale, 171.7 hectares pour la crue centennale et de 202.5 hectares pour la crue millénaire.

La comparaison de ces résultats avec l'inventaire des dégâts de la commune de Doucen, a conduit de dire que la crue de septembre 2009 est proche de la crue millénaire.

La carte de vulnérabilité aux inondations peut être adoptée comme référence pour la protection contre les risques d'inondations dans la région par les services techniques de la commune et de la wilaya.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. FRANÇOIS A., 2008. L'eau et ses enjeux. 199p.
2. HAFNAOUI M. A., BEN SAID M., FEKRAOUI F., HACHEMI A., NOUI A., 2009. Impacts des facteurs climatiques et morphologiques sur les inondations de Doucen. Journal Algérien des Régions Arides, Revue scientifique annuelle n° 08 Biskra, pp.
3. BOULGHOBRA N., Dridi H., 2006. Protection de la ville de Skikda contre l'inondation Essai de «PPRI » " : Université de Batna, 113 p.
4. HEC-GeoRAS Users Manual. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documents/HEC-GeoRAS42UsersManual.pdf>
5. Modéliser une rivière avec HEC-RAS. <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/projnum/content/2011-g3/1-modeliser-une-riviere-avec-hec-ras>.
6. CHANG H., MOURRE L., MILLOUS C., SOAVI J., MIONE J., XIE L., 2012. Etude des ressources en eau dans une région aride - Gestion des ressources hydriques dans un milieu semi-aride- la région Gorgol, en Mauritanie. <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiere/content/2012-g03/etude-hydrologique>.
7. SOCIETE AFRICAINE D'INGENIERIE (SAFI), Protection contre les inondations de la ville de Beja, Tunisie.
8. COMMUNE DE DOUCEN 2009, 3p.