

# CONTRIBUTION A LA CARTOGRAPHIE DES ZONES VULNERABLES AUX INONDATIONS : APPLICATION DE LA METHODE « INONDABILITE » CAS DE LA VILLE DE SIDI – BEL – ABBES

Oufella O.

*Algérie Pompe Hydraulique et Accessoires Service (ALPHAS) BP 488. Bejaia liberté*

Touaibia B.

*Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique (ENSH) BP 31. Blida*

## RÉSUMÉ

Le problème des inondations n'est pas une nouveauté. De tout temps l'homme a eu de bonnes raisons de s'installer dans des zones occasionnellement inondables, où il avait un meilleur accès à la ressource en eau, à son potentiel énergétique et à la richesse agricole des sols concernés.

La ville de Sidi Bel Abbès, abritant une population de plus de 200 000 habitants, et sa banlieue sont confrontés continuellement aux inondations de l'oued Mekerra ; en effet, la dernière crue importante remonte à 1997 et fit plusieurs victimes.

L'établissement d'une politique de lutte et de prévision contre cet aléa naturel, est une préoccupation pour les décideurs et reste une priorité majeure pour toute politique de développement durable. La méthode *INONDABILITE*, méthode innovante et cohérente, a été choisie pour identifier les zones vulnérables aux inondations de la ville de Sidi Bel Abbès dont l'objectif est l'élaboration de carte de vulnérabilité, outil indispensable pour une aide à la décision aux collectivités locales.

**Mots clés :** Inondation, Inondabilité, Cartographie, Risque, Vulnérabilité.

## INTRODUCTION

L'exigence croissante de la société pour un niveau maximal de protection contre les catastrophes naturelles conduit à s'intéresser aux événements extrêmes. Même, si ce type d'événement a peu de chance localement de se produire, il doit être pris en compte dès lors que des vies humaines sont en jeu. De plus, ses conséquences en terme de dégâts sont redoutables, car les ouvrages de protection peuvent jouer un rôle aggravant, en inondant des secteurs supposés protégés et le plus souvent fortement urbanisés.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude portant sur la contribution à l'identification des zones vulnérables aux inondations de la ville de Sidi Bel Abbès. Cette dernière subit fréquemment les calamités atmosphériques, se traduisant par des inondations catastrophiques et parfois même meurtrières.

## PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE ET DE LA MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE TRAVAIL

### LE BASSIN VERSANT DE L'OUED MEKERRA

Situé en grande partie dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, le bassin de l'Oued Mekerra est limité au Nord par la chaîne montagneuse du Tessalia, au Sud par les hauts plateaux de Rass El Ma, à l'Est par le plateau du Telagh et les monts de Saïda et à l'Ouest par les monts de Tlemcen (Fig.1).

L'Oued Mekerra fait partie du bassin de la Macta. Il prend origine dans les hautes vallées de la steppe à une côte avoisinant les 1250 m d'altitude. Au droit de la ville de Bellabes, l'Oued Mekerra draine une surface de 3000 Km<sup>2</sup> et parcourt une distance de 125 Km. Son bassin versant est de forme allongée orientée Sud-Nord. Son relief est montagneux dans la partie collinaire. Les côtes absolues de la crête de partage des eaux au nord du bassin sont de 1000 à 1100 m, à l'ouest de 1200 m, au sud de 1200 à 1260 m et à l'est de 870 à 1460 m. 48 % de la superficie du bassin est à une côte supérieure à 1000 m expliquant le caractère torrentiel du cours d'eau. La pente moyenne de l'Oued est de 5,5 %.

Le climat du bassin versant de l'oued Mekerra est qualifié de semi-continentale, caractérisé par une saison sèche et une saison humide. Les pluies sont irrégulières, violentes et de courte durée, favorisant ainsi la formation de crues torrentielles.

D'un point de vue géologique, sur l'ensemble du bassin versant de la Mekerra, seul 25 % de sous-sols sont imperméables ; il en est de même pour le sous bassin de Sidi Ali Benyoub. La partie nord du bassin versant de l'oued Mekerra est beaucoup plus perméable que la partie sud.

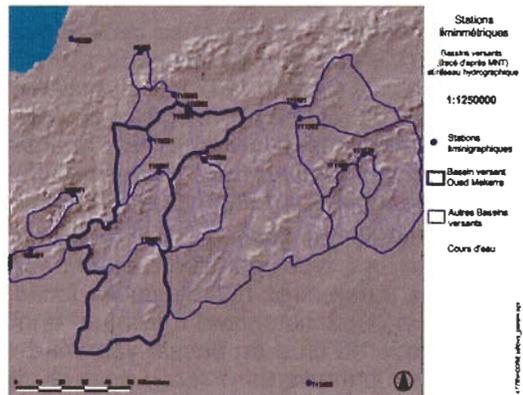


Fig. 1 : Situation géographique du bassin versant de l'oued Mekerra

### LA MÉTHODE INONDABILITÉ

Elaborée à travers de nombreuses recherches, mise en avant à la suite des dégâts causés par les inondations en Europe de l'Ouest et particulièrement en France ces dernières années, la méthode *INONDABILITE* (Chastou *et al.*, 1995) a été conçue pour fournir un cadre d'analyse du risque d'inondation cohérent avec les concepts émergents (*notamment la définition du risque par confrontation de l'aléa et de la vulnérabilité*).

Cette méthode combine aussi bien les résultats des progrès récents de l'hydrologie régionale que les outils traditionnels de l'hydraulique et en particulier les modèles numériques de simulation hydraulique pour les utiliser dans un cadre plus complet, intégrant des concepts de nature socio-économique d'aménagement aux conséquences économiques évidentes.

## LE RISQUE

L'aléa, relativement bien connu, traduit la réalité de la contrainte objective qui pèse sur une zone donnée. Il dépend donc exclusivement du régime hydrométéorologie du bassin versant étudié et est analysé par les outils plus ou moins classiques dans ce domaine.

La vulnérabilité, moins bien connue, traduit la sensibilité de la zone au phénomène, les dommages potentiels encourus et l'acceptabilité, au sens socio-économique de ces dommages.

Une situation est définie à risque lorsque, sur le même élément de surface, l'aléa subi, est plus fort que la vulnérabilité affichée. A l'inverse, lorsque l'aléa est moins fort que la vulnérabilité, le risque est considéré comme négatif (*soit acceptable ... et accepté*).

## LES MODÈLES EN DÉBIT – DURÉE – FRÉQUENCE (QDF), BASE DE LA QUANTIFICATION.

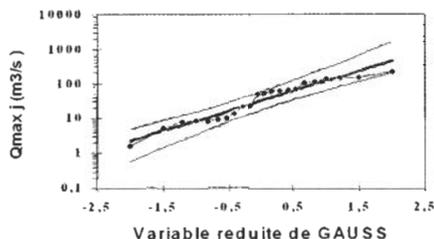
Les modèles hydrologiques synthétiques dénommés Débit –Durée –Fréquence (QDF) servent de base à la quantification aussi bien de l'aléa que de la vulnérabilité (Gilard, 1995,). Ces modèles proposent une représentation de l'ensemble du régime hydrologique en crue d'un bassin versant par l'intermédiaire de relations biunivoques des quantiles de débit  $Q$  (*définis comme débit seuil continûment dépassé ou comme débit moyen*) relatifs à une durée  $d$ , obtenus pour une probabilité de non dépassement  $p$  (Galea et al, 1997).

Par ailleurs, les abaques QDF locaux peuvent être établis en choisissant, d'une part, une typologie d'écoulement adaptée au bassin versant et d'autre part, trois paramètres hydrologiques locaux, spécifiques au bassin versant, qui sont le débit instantané maximum annuel décennal  $QIX_{10}$ , la durée caractéristique de crue du bassin versant  $d$  et le gradex  $G_p$  (24 h) des pluies maximales journalières ( $P_{max,j}$ ) pour la même période de retour (Oberlin et als ; Galea et al, 1997).

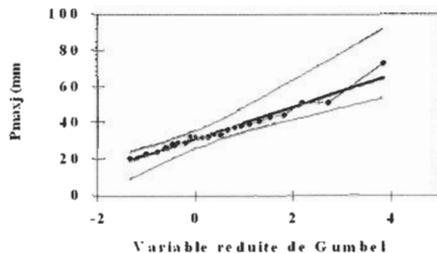
$QIX_{10}$  et  $G_p$  (24 h) sont obtenus respectivement en ajustant les débits maxima journaliers à la loi log normale et les pluies maximales journalières à la loi de Gumbel comme le montre les figures 2 et 3.

Ces abaques QDF (Fig. 4) donnent une représentation pertinente des quantiles de débit pour une période de retour allant de 1 à 1000 ans, permettant de dépasser la notion classique de crue de référence dans les études d'aménagement des cours d'eau. Aussi, ils ouvrent la possibilité de construire des hydrogrammes synthétiques mono fréquences (HSMF), cohérents en terme de volume avec les débits de pointe  $QIX$  de même période de retour et permettant de fournir les entrées hydrologiques pertinentes à un modèle hydraulique (Galea et als, 1997).

Le débit maximal probable de période de retour 10 ans ( $Q_{IX10} = 129 \text{ m}^3/\text{s}$ ) est retenu dans les calculs.



**Fig. 2 :** Ajustement des débits max journaliers à loi log-normale : Station de Sidi Bel Abbès



**Fig. 3 :** Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de Gumbel : station de Sidi Bel Abbès

Au vu de la figure 3, l'équation de la droite de Gumbel permet de déterminer le gradex des pluies, il est égal à : **Gp (24 h) = 8,93 mm**

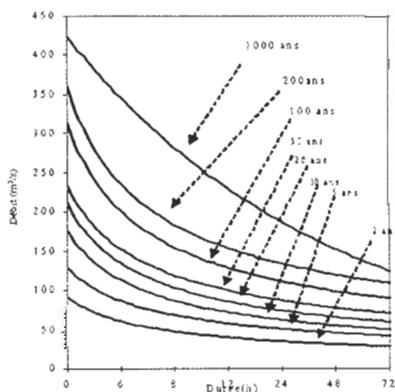
## ANALYSE DE L'ALÉA

L'aléa est souvent défini comme la hauteur d'eau maximale atteinte pour une crue de référence donnée (*crue centennale ou crue historique observée*). Il peut donc être étudié en faisant appel à un modèle hydrologique pour déterminer le débit correspondant à cette crue de référence et à un modèle de simulation hydraulique pour calculer les niveaux d'eau correspondants atteints (Oufella, 2004). L'analyse, sur chaque parcelle du lit majeur, de la période de retour de la première crue inondante (*avec en conséquence une hauteur et une durée quasi nulles*) permet de disposer du TAL (*ou période de retour équivalente à l'aléa*) correspondant à la parcelle. Ainsi la carte des TAL est établie correspondante à la carte de l'aléa.

## ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ

Même si l'analyse de la vulnérabilité relève principalement de la socio économie, un des choix fait dans la méthode est de l'exprimer par l'intermédiaire de paramètres hydrologiques similaires à ceux utilisés pour qualifier et quantifier l'aléa.

Aussi, la hauteur d'eau  $h$ , la durée de submersion  $d$  et la période de retour  $T$  sont retenues comme paramètres permettant de définir l'objectif de protection associé à un certain usage des sols. La hauteur d'eau et la durée sont les principaux paramètres discriminants pour l'apparition des dommages, notamment en zone rurale et la période de retour équivalente correspond à un seuil d'acceptabilité associé à ces dommages.



**Fig. 4 :** Modèle QDF (Sidi Bel Abbès).

Le même mécanisme que celui décrit pour l'aléa permet de traduire ce triplet de valeur ( $h$ ,  $d$ ,  $T$ ) en une variable équivalente, baptisée **TOP** (pour une période de retour équivalente à l'objectif de protection), qui traduit quantitativement cet objectif. Le modèle **QDF** associé à la courbe de tarage locale permet d'élaborer une relation d'ordre dans l'espace à trois dimensions représentées par  $h$ ,  $d$ ,  $T$ , qui servira elle-même à affecter aux différentes parcelles ou zones, une mesure quantifiée de leur vulnérabilité (*exprimée en années*) et à hiérarchiser ces vulnérabilités différenciées. Cette mesure est directement comparable à celle précédemment décrite pour l'aléa.

## SYNTHÈSE DU RISQUE ET RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE

Les deux grandeurs précédentes, **TAL** et **TOP**, mesurant respectivement l'aléa et la vulnérabilité peuvent être calculées et représentées sur support cartographique (*Figures 5 et 6*) pour tout élément de parcelle du lit majeur en fonction de la précision recherchée, des informations disponibles et de l'homogénéité relative vis-à-vis du risque d'inondation. Il est aussi possible de synthétiser encore cette information et de dresser une carte de risque (*Fig. 7*), par comparaison des deux cartes précédentes et en composition mathématique des deux variables TAL et TOP (*Prudhomme, 1995*). Un code de couleur simple traduit le résultat de ce travail :

- en jaune, nous identifions les parcelles qui ne sont jamais inondées. Elles sont hors de portée des plus fortes crues ;
- en vert, nous identifions les parcelles qui ont une vulnérabilité plus faible que l'aléa. Ces parcelles sont en fait bien protégées, voire surprotégées et disposent d'un crédit de protection ;

$$\text{Risque} = \text{TOP} - \text{TAL} = D \quad (1)$$

- enfin, nous avons les parcelles rouges, qui correspondent à une situation de risque. Ces parcelles sont inondées de façon inacceptable et doivent être protégées.

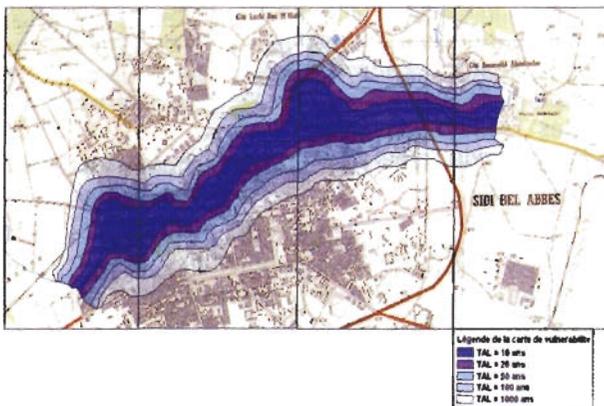


Fig. 5 : Aspect de l'aléa

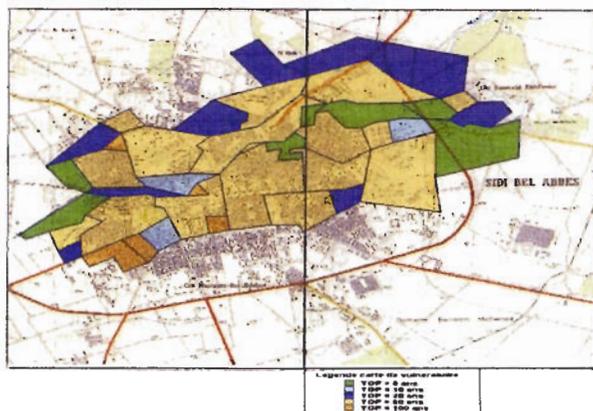


Fig. 6 : Aspect de la vulnérabilité

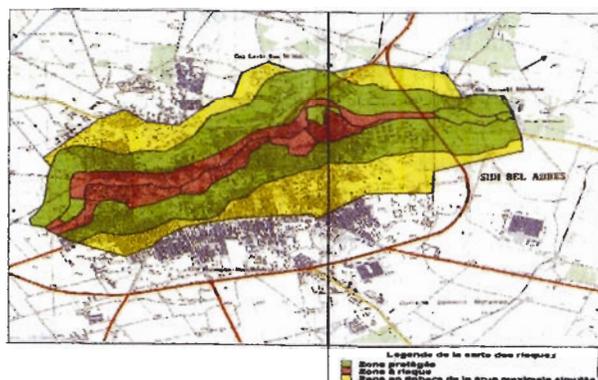


Fig. 7 : Synthèse du risque : carte du risque

## LES SOLUTIONS ENVISAGEES

Malgré la complexité du problème et la variété des solutions envisageables, une première analyse de la problématique de la protection de Sidi Bel Abbès contre les crues peut être faite ; différents aménagements sont envisageables que l'on peut regrouper en cinq types (Gilard, 1995<sub>e</sub>), à savoir :

- l'augmentation de la capacité de transit des eaux dans l'agglomération de Sidi Bel Abbès par la régularisation du cours d'eau ;
- la création d'un ouvrage de dérivation des eaux depuis l'amont de Sidi Bel Abbès ;
- l'augmentation de la capacité de transit des eaux dans les tronçons situés à l'amont de Sidi Bel Abbès qui doit être envisagée avec prudence compte tenu des conséquences (*accroissement des débits en aval*) ;
- la création des zones d'épandages ;
- la création d'une retenue à l'amont de Sidi Bel Abbès.

## CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons pu constater que la méthode INONDABILITÉ à travers ses différentes composantes : Hydrologie, hydraulique et cartographie permet d'aboutir à une connaissance objective et quantifiée du risque d'inondation et de faire des choix d'aménagement pertinents pour respecter la diversité des enjeux présents le long d'un cours d'eau et favoriser un aménagement du territoire prenant mieux en compte le risque d'inondation en évitant de spécialiser ou stériliser des espaces inondables.

Appliquée à la ville de Sidi Bel Abbès et pour l'oued Mekerra en l'occurrence, cette méthode a permis d'identifier les zones les plus vulnérables aux inondations à savoir :

- les quartiers bas de la ville ;
- les zones limitrophes de l'oued Mekerra particulièrement sur sa rive droite.

Aussi grâce à l'incorporation d'un SIG dans notre étude, tout ceci se traduit par des cartes aisément lisibles et d'usage facile pouvant servir de support technique pour toute prise de décision aussi bien pour l'aménagement du bassin versant de la Mekerra que pour la gestion de crise pouvant survenir à cause des intempéries.

## Références bibliographiques

- [1] CHASTAN, B., GILARD, O., GIVONE, P., OBERLIN, G., 1995 Eléments de réflexion pour une meilleure prise en compte du risque d'inondation, Ingénieries -EAT, n°2, pp 13-20.
- [2] GALEA, G., GENDREAU, N., LANG, M., 1997 The AGREGEE and Qdf hydrological models, Proceedings of models , 2<sup>nd</sup> international conference on FRIEND " Flow regimes from international experimental and network data"11-October1997, Technische Universitat Braunschweig, RFA, IAHS Publication , n° 221, pp.229-240
- [3] GALEA, G., PRUDHOMME, C., 1997 Notion de base et concepts utiles pour la compréhension de la modélisation synthétique des régimes de crue des bassins versants au sens des modèles Qdf, Revue des sciences de l'eau, n°1, pp.83-101.
- [4] GILARD, O., 1995a Connaître les inondations : l'exemple de la Bourbre, Ingénieries -EAT, n° spécial risques naturels, pp .7-16.
- [5] GILARD, O., 1995b The « Inondabilité » method, sistema, Terra, IV (n°3) d'un cadre théorique ; cas agricole, rapport Cemagref et LATEC, pp.61-64..
- [6] OBERLIN, G., GILARD, O., GIVONE, P., 1996 The potentialities of a risk desegregation between vulnerability and hazard : example of the relative stability induced for flooding risk alleviation , Course on floods and Landslides interacted Risk Assessment Commission of the European Communities, Orvieto, 17 p.
- [7] OUFELLA, O., 2004. Contribution à la cartographie des zones vulnérables aux inondations : application de la méthode INONDABILITÉ cas de la ville de Sidi Bel Abbès. Mémoire de magister, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. Blida. 250 p.
- [8] PRUDHOMME, C., 1995 Modèles synthétiques des connaissances en hydrologie : application à la régionalisation des crues en Europe alpine et méditerranéenne, thèse de l'Université de Montpellier II, 397 p.