

Ephigénie Mackane MADIOUNE^{1,2}, Waly FAYE^{1,2}, Honoré DACOSTA¹, Awa Niang FALL^{1,2}, Abdoulaye FATY^{1,2}

¹ Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)

² Unité Mixte Internationale Soutenabilité et Résilience (SOURCE) – UMI 272.

Contact: ephigeniemackane@gmail.com/ephigeniemackane.madioune@ucad.edu.sn

RECRUDESCENCE DES INONDATIONS A BAKEL

Située au Nord-est de la région de Tambacounda, sur les berges du fleuve Sénégal, la ville de Bakel fait face à des extrêmes hydropluviométriques aux conséquences dramatiques. En effet, hormis les débordements du fleuve Sénégal souvent provoqués par des crues extrêmes et les lâchers d'eau du barrage de Manantali, la ville de Bakel est confrontée à une récurrence des pluies de fortes intensités. Ces extrêmes hydroclimatiques combinées à l'occupation anarchique de l'espace et au dysfonctionnement et à l'absence de réseaux d'assainissement (Laaroubi, 2007; Dacosta et al., 1998; Diouf, 2011), provoquent des inondations urbaines et une submersion de zones agricoles menaçant la sécurité alimentaire.

L'étude de l'intensité de la pluie est peu documentée au Sénégal et cela résulte de l'existence de peu de stations synoptiques ou climatologiques disposant de pluviographes. De plus, le traitement de ces données est assez récent. Or, l'un des paramètres clé du dimensionnement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales est l'intensité de pluie d'une durée de retour choisie sur des courbes IDF élaborées à partir des observations pluviographiques en fonction du niveau de protection souhaité (l'Hôte Y., 1993). L'objectif de cette étude est d'analyser les caractéristiques de la pluie et la relation entre les intensités et les inondations récurrentes dans la ville de Bakel.



DONNEES ET METHODES

Cette étude a été réalisée à partir des données pluviographiques de la station climatologique de Bakel, sur la période de 2000 à 2017, recueillies auprès de l'ANACIM. Il s'agit d'enregistrements pluviographiques (pluviographes à auget basculeurs). Les méthodes de traitement des données dans cette étude reposent sur les étapes suivantes :

- La numérisation des pluviogrammes réalisée par logiciel PLUVIO
- Pour déterminer la répartition des pluies selon la durée et par gammes d'intensité, les précipitations sont classées respectivement sur des intervalles de 0-30 mm et 0-10 mm par rapport aux valeurs limites (Ecart-type, médiane et coefficient de variation) de l'ensemble de la période d'étude.
- L'Analyse fréquentielle des intensités de pluies est effectuée par la loi Généralisée des Valeurs Extrêmes (méthode GEV). Ces résultats ont été appliqués à la loi de Keiffer-Chu (Cf. formule suivante) pour donner les fréquentielles récurrentielles.

$$I = \frac{a}{-(b+t)^c}$$

- Le degré d'agressivité des pluies a été déterminée par l'indice d'agressivité climatique de Wischmeier (R) : $R = EC \times 130$.

DES AVERSES SIMPLES A COMPLEXES

L'analyse des séries chronologiques des pluies montrent un potentiel retour pluviométrique dans la zone d'étude, avec un cumul pluviométrique moyen de 589,45 mm pour la période 1991-2017 contre 475,70 pour la période 1970-1990.

L'étude de la forme des averses permet de voir la répartition dans le temps et en valeur les intensités d'une précipitation de hauteur et de durée choisies. L'analyse des hyétogrammes montre que la forme des averses varie du simple au complexe.

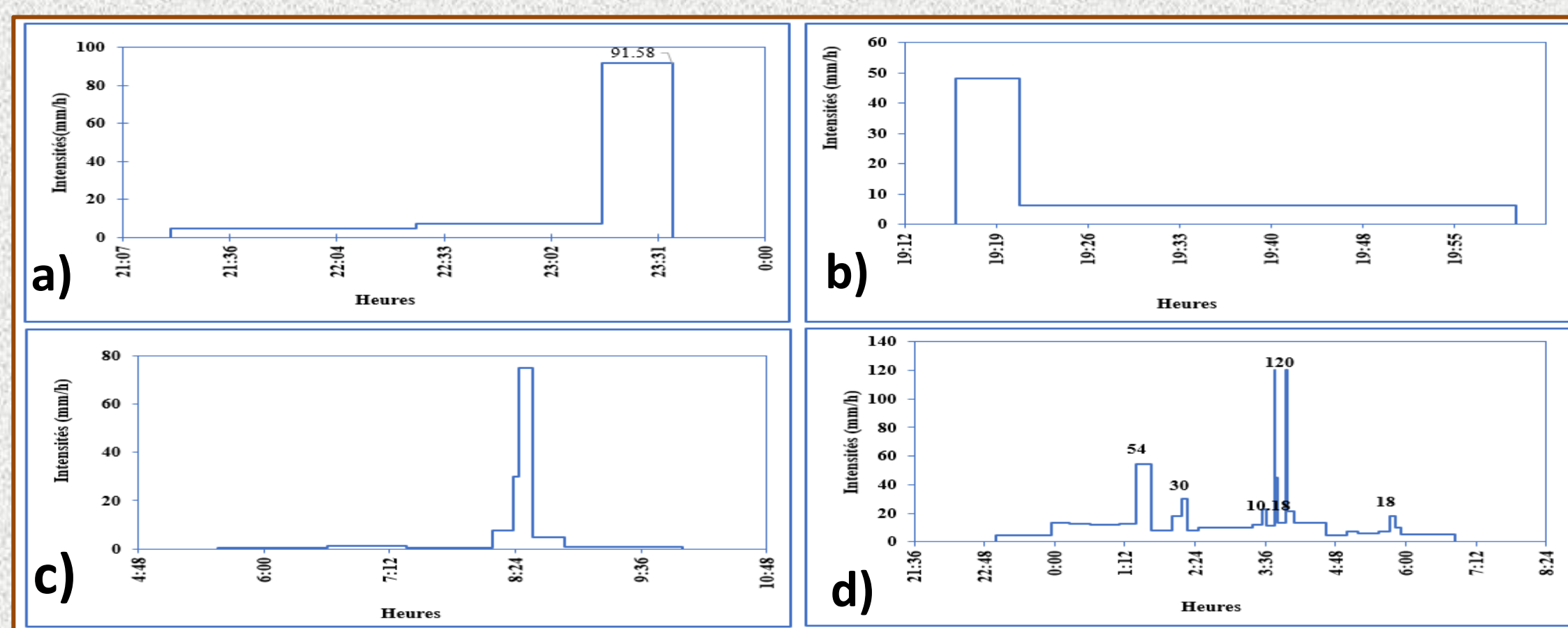


Figure 3 : Formes des averses : a. Hyétogramme de la pluie du 15/08/2001 de 21h 20' à 23h 35' (hauteur du seuil : 29 mm) ; b. Hyétogramme de la pluie du 09/07/2010 de 19h 16' à 20h 00' (hauteur du seuil : 8 mm) ; c. Hyétogramme de la pluie du 20/08/2011 de 05h 34' à 10h 00' (hauteur du seuil : 34,5 mm) ; d. Hyétogramme de la pluie du 03/09/2000 à 06h 50' (hauteur du seuil : 73,5 mm)

DES PLUIES DE COURTES DUREES

La durée de la pluie influe sur les processus hydrologiques. 67,22 % des averses ont une durée comprise entre 0 et 60 mn. Cependant 96,63 % des pluies ne dépassent pas 1h 30 mn tandis que 3,36 % des averses ont duré plus de 3 heures de temps.

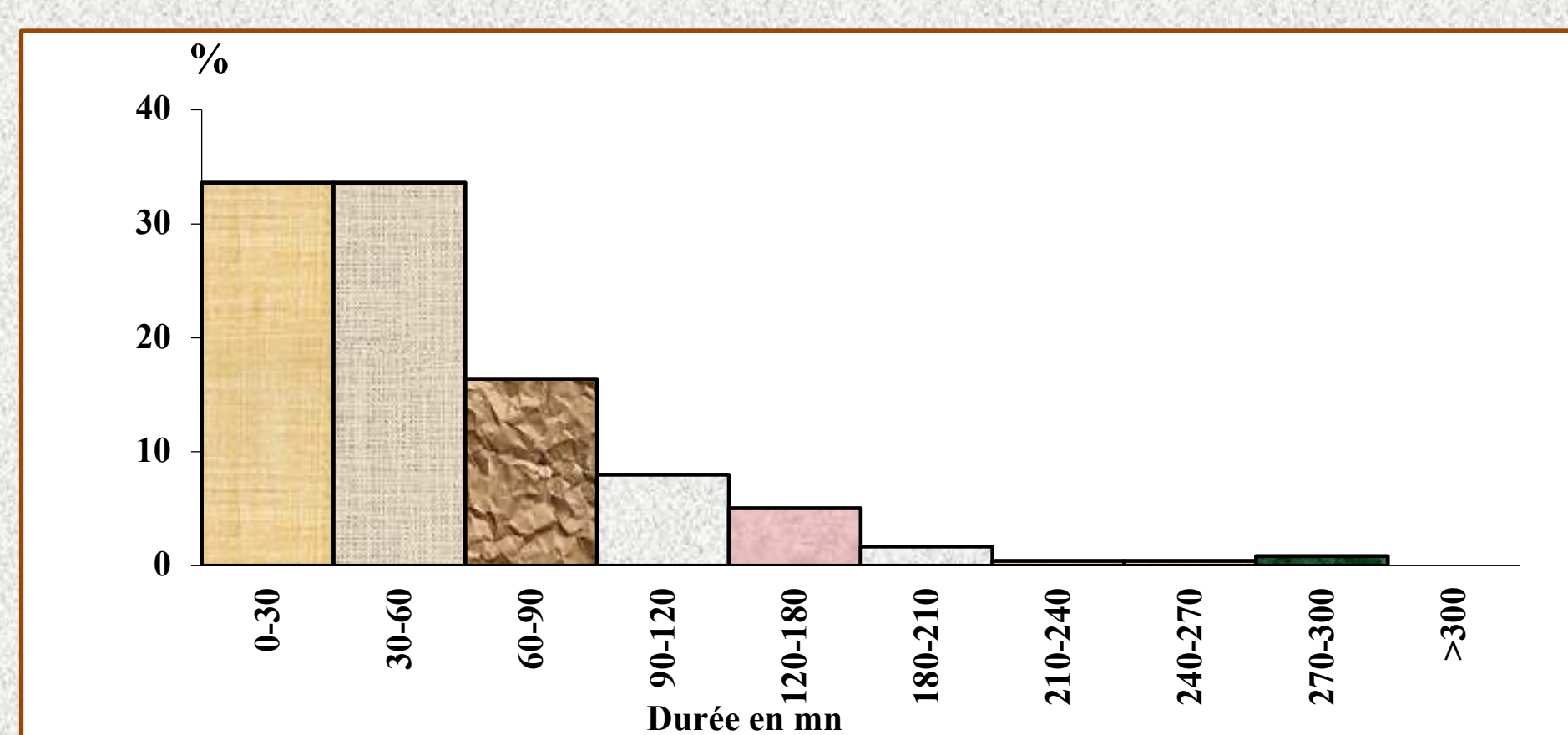


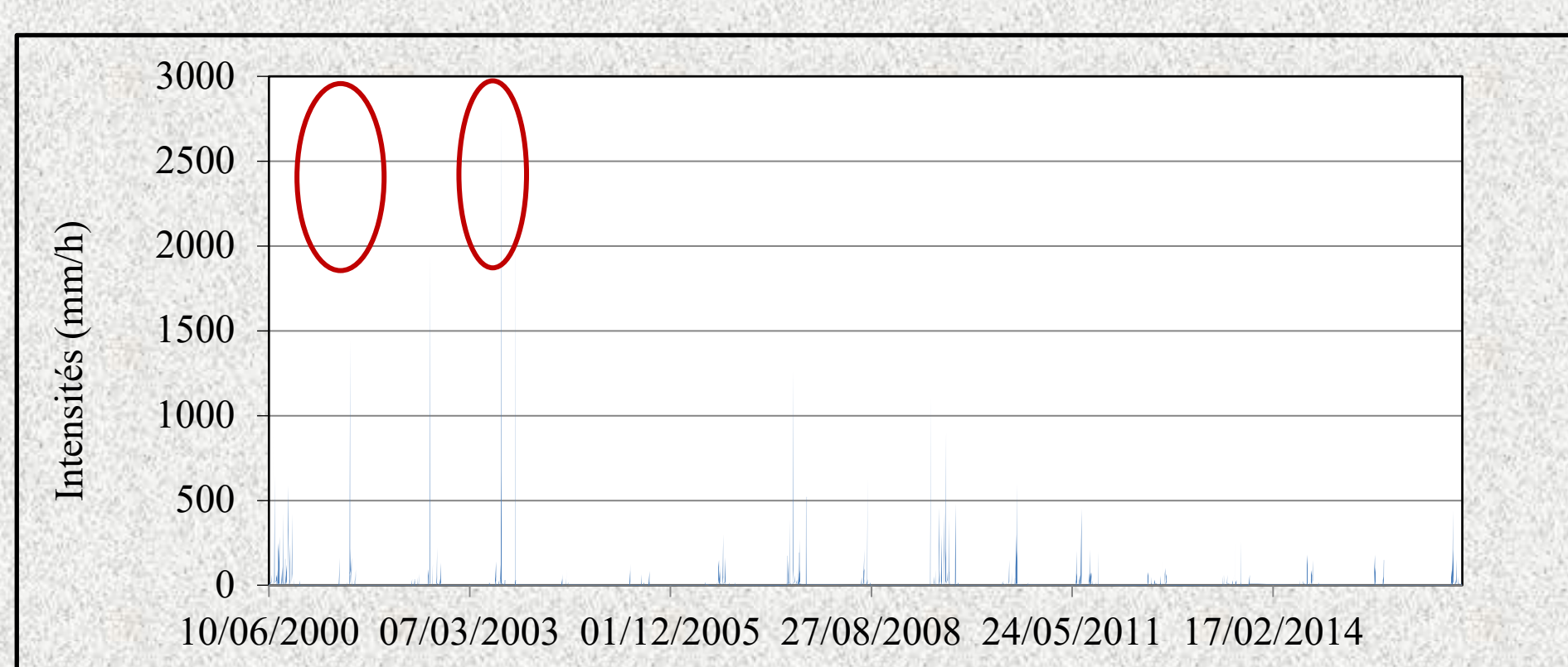
Figure 4: Distribution des pluies à Bakel selon la durée (2000-2016)

DES PLUIES D'INTENSITES MODEREES A FORTES

Sur les 238 averses analysées, 28,57% ont une gamme d'intensité oscillant entre 10 et 20 mm/h. qu'à Bakel, une pluie sur deux a une intensité comprise entre 0 et 30 mm/h. Seul, 8,82 % des pluies ont une intensité dépassant 60 mm/h. Les intensités pour chaque intervalle sont observées en moyenne 1 à 4 fois par année. La dispersion des données interprétées ici par les écart-types est relativement faible (0,72 à 3,71). Par contre, le coefficient de variation varie sensiblement de 0,57 à 1,36.

Il ressort de la figure 4 que l'intensité instantanée diminue constamment en passant de 2850 mm/h en 2000 à 478 mm/h en 2016. Cela met en évidence la baisse des pluies de fortes intensités dans la zone d'étude.

Figure 4: Graphique des intensités instantanées des pluies à la station de Bakel



ELABORATION DES COURBES I.D.F ET H.D.F

L'analyse fréquentielle des intensités a permis d'élaborer les courbes I.D.F et H.D.F. et de déterminer la probabilité d'apparition d'un événement donné. Ces fréquences annuelles (biennales, décennales, centennales) définissent une pluie qui, sur un très grand nombre de décennies ou de centaines, se produirait en moyenne une fois tous les dix ans ou tous les cents ans (Roche M, 1963). Les fréquences annuelles déterminées par les courbes I.D.F et H.D.F (figures 5 et 6) ont montrées que l'intensité de la pluie diminue avec le temps (I.D.F) et augmente avec la durée pour les H.D.F. Les plus fortes intensités récurrentielles sont observées au pas de temps de 5mn avec 110,23 mm/h pour la récurrence de 2 ans, 136,46 mm/h pour 5ans, 152,52 mm/h pour la décennale, 162,19 mm/h pour 15 ans, 169,11 mm/h pour 20 ans, 173,91 mm/h pour 25 ans, 189,87 mm/h pour 50 ans 206,75 mm/h pour la centennale. L'aléa estimé pour une pluie centennale qui pourrait être enregistrée en 1440 mn, donnerait 6,41 mm/h. Contrairement aux I.D.F, les hauteurs les plus fortes sont observées au niveau du pas de temps de 1440 mn. En revanche, les hauteurs minimales sont constatées au niveau du pas de temps de 5 mn et n'atteignent même pas 20 mm/h. Ces courbes sont nécessaires pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques et hydro-agricoles, la conception d'ouvrages routiers, d'établissement des pluies de projet.

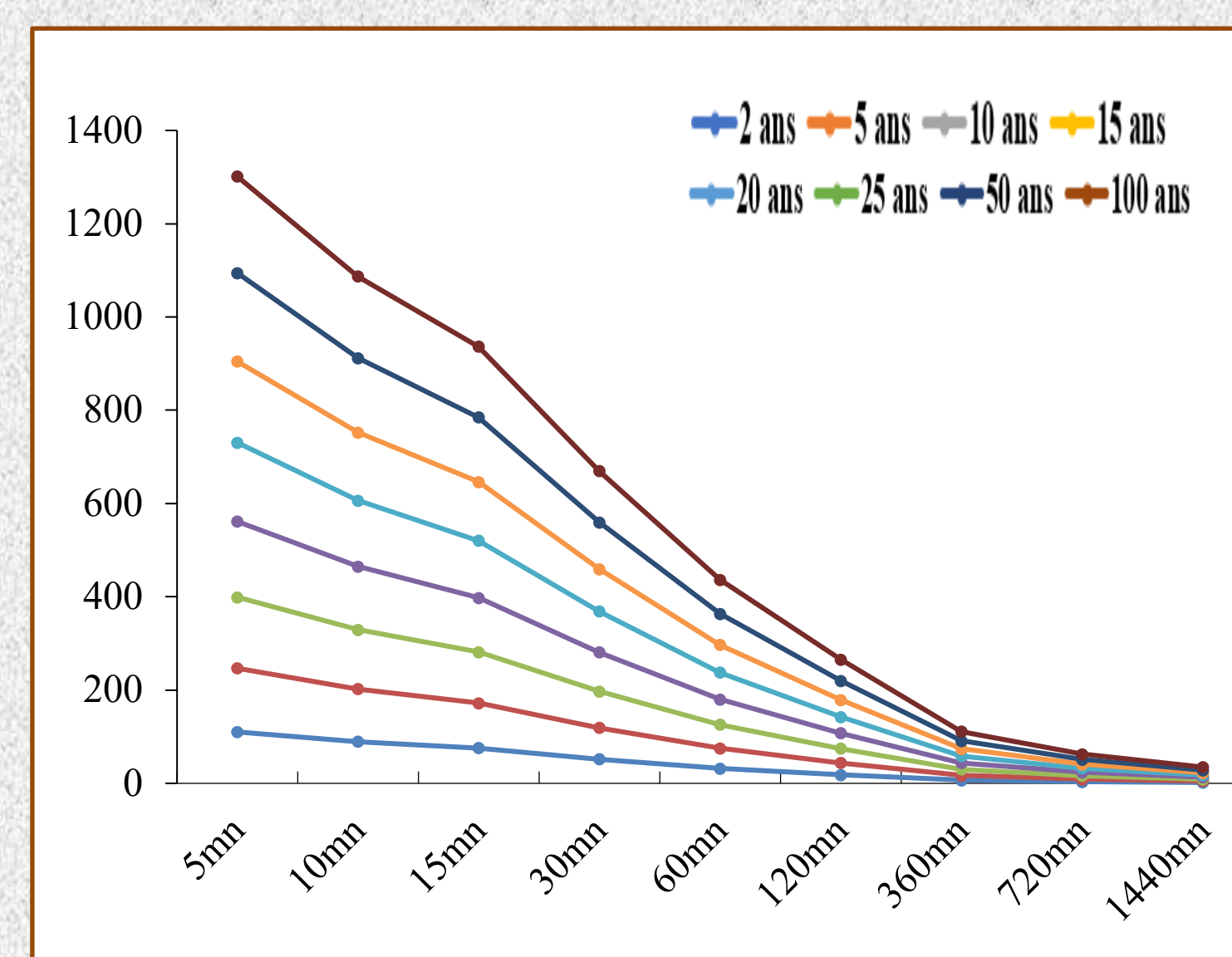


Figure 5 : Courbes Intensités-Durées-Fréquences des pluies à Bakel de 2000 à 2017

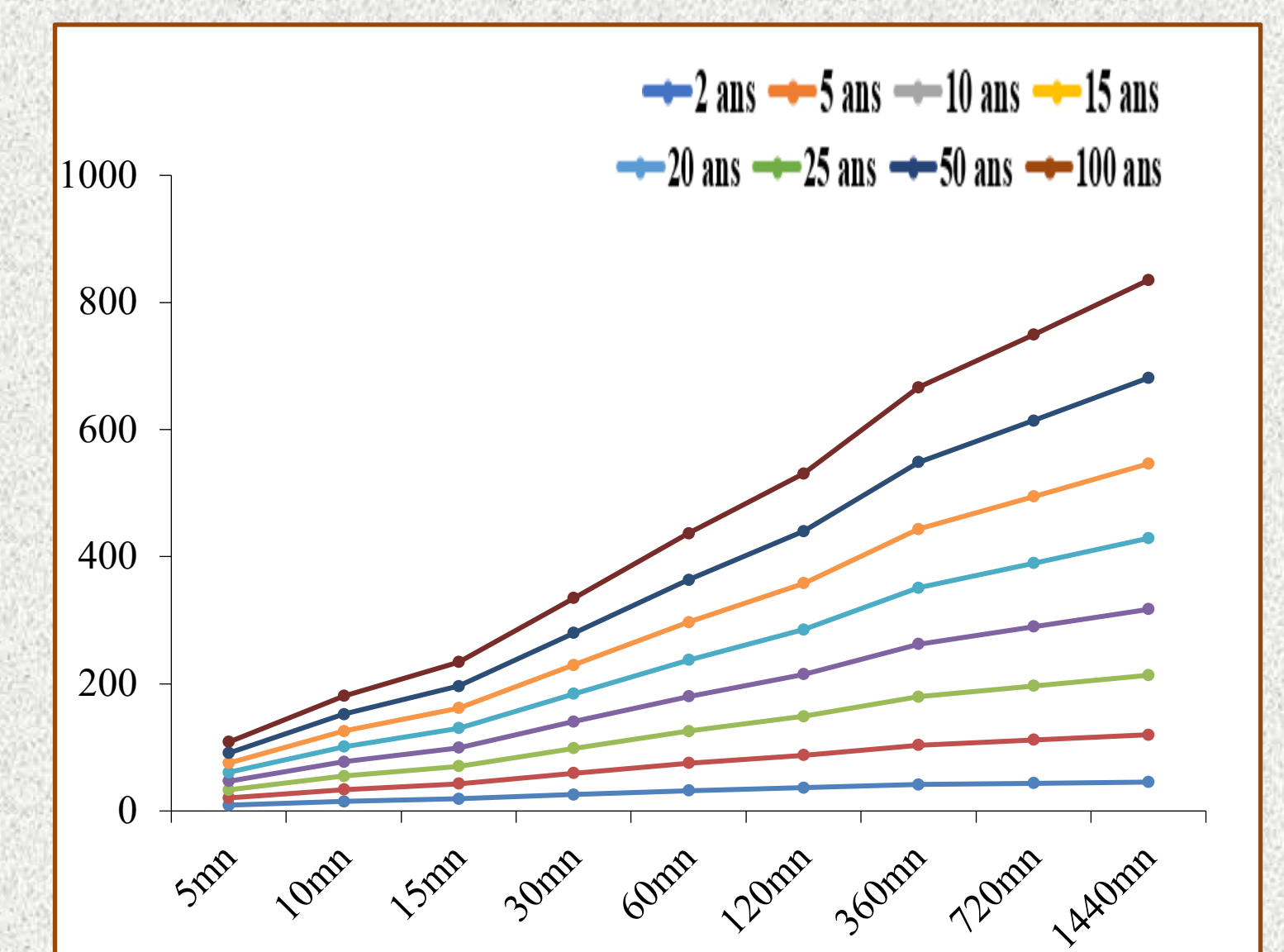


Figure 6 : Courbe Hauteurs-Durées-Fréquences des pluies à Bakel de 2000 à 2017

DES PLUIES INTENSES ET AGRESSIVES

L'indice d'agressivité moyenne R (USA) de Bakel s'élève à 763,33. Cependant, elle connaît une tendance baissière même s'il évolue en dents de scie (fig.9). En effet, elle est passée de 1616,79 en 2000 à 495,65 en 2016. Cela peut s'expliquer par la baisse des pluies de fortes intensités. Cela vient corroborer les résultats de l'analyse des pluies par gammes d'intensités qui ont montré la prédominance des intensités comprises entre 10 et 20 mm/h. Ce chiffre est suffisamment éloquent pour montrer le degré d'agressivité des pluies dans la zone comparé aux autres régions du Sénégal (Tab. 2).

Figure 8 : Indices d'agressivité des pluies à Bakel.

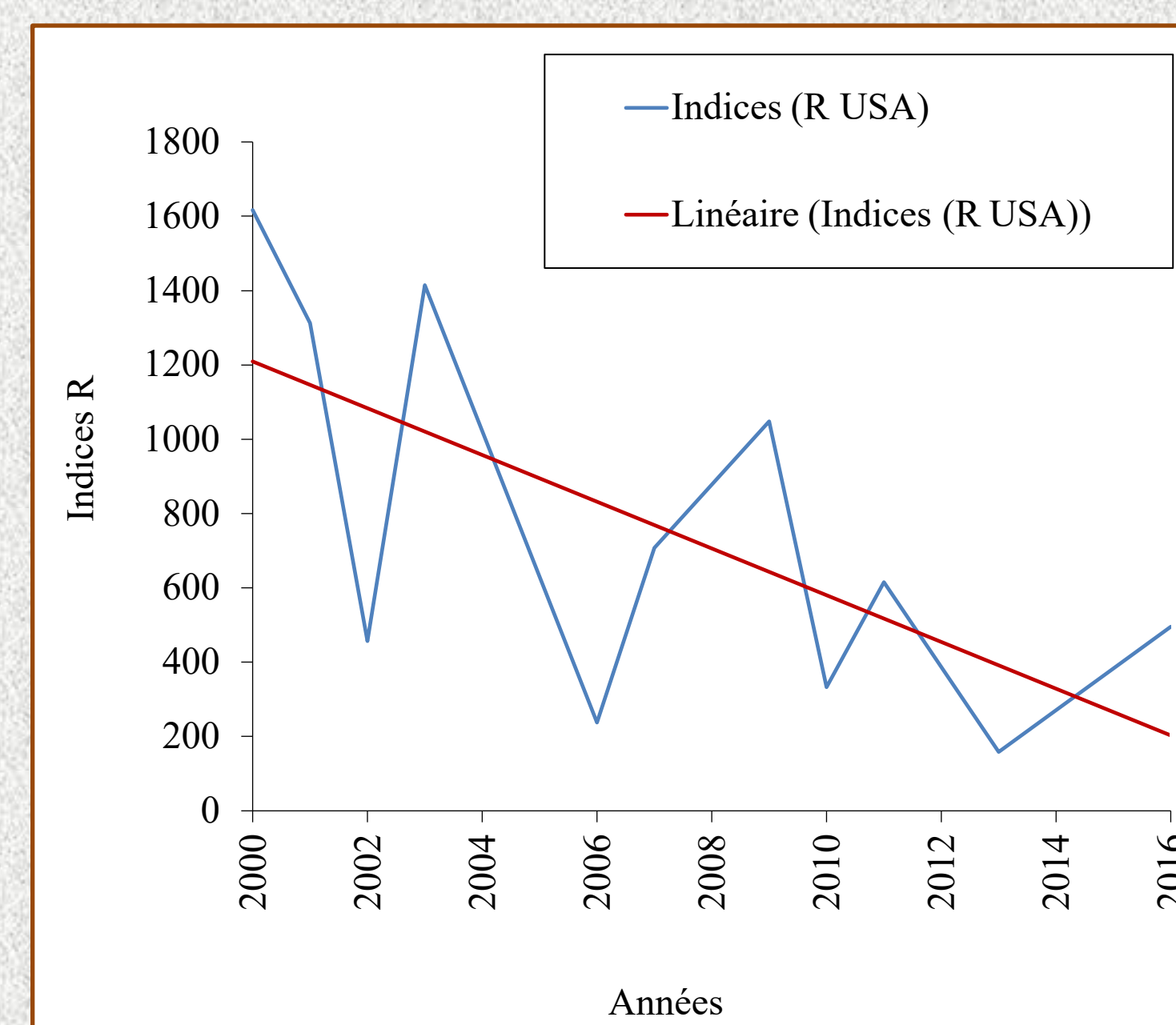


Tableau 2 : Indices d'agressivité des pluies dans quelques régions du Sénégal

Régions	Période	Pluies moyennes annuelles (mm)	RUSA	Sources
Podor	2000-2017	266,5	54	Thiombane, 2020
Fatick	1999-2017	570,2	177,08	Diouf, 2020
Linguère	2000-2017	415,8	225,7	Thiandoum, 2020
Dakar	2000-2017	484,2	226,9	Sarr, 2020
Bambey	1960-1968	590	292	Charreau et Nicou, 1971
Ziguinchor	1958-2000	1082,47	376	Niang, 2004
Kédougou	1968-2010	1186,86	547,63	Coly, 2020
Séfa (Sédhiou)	1964-1968	1234	681	Charreau et Nicou, 1971
Saint-Louis	2000-2017	363,3	207,06	Boye, 2020
Bakel	2000-2017	558,2	763,33	Madioune, 2020

CONCLUSION

Ces résultats expliquent l'occurrence des inondations dans cette zone. En effet, c'est l'intensité de la pluie qui influe directement sur les processus hydrologiques à travers le ruissellement et l'infiltration. Elle définit la vitesse de l'écoulement et par conséquent, la capacité érosive des sols. Cette étude permettrait dans cette zone inondable, la modélisation des écoulements en réseau d'assainissement, la prédétermination des valeurs extrêmes et des crues ainsi que le calibrage des ouvrages hydrauliques. Elle contribuerait à l'aménagement durable de cette région agrosylvopastorale sur laquelle repose l'objectif de souveraineté alimentaire de l'Etat du Sénégal et l'un des plus grands espoirs de développement rural pour les populations riveraines.

BIBLIOGRAPHIE

BODIAN et al., 2017: Contribution à la connaissance de l'aléa pluvial au Sénégal grâce à la valorisation des données pluviographiques. Articles., ResearchGate, 10 pages (38 à 48).
 DACOSTA H et GOMEZ R, 1998 : Inventaire des zones humides des bassins de la Casamance et de la Kayanga. Rapport Réseau National Zones Humides du Sénégal (RNZHS). Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), 33 pages.
 DIOUF R. Nd. ; 2011: Etude hydro-pluviométrique des bassins versants urbains de la presqu'île du Cap-Vert. Thèse de Doctorat, Département de Géographie, FLSH, UCAD. 271 pages.