

Un système multi-agents pour la compréhension du fonctionnement des mares de la vallée du fleuve Sénégal.

Rakotoarisoa Mahefa Mamy¹, Ba M.², Kebe E.A.K.², Taibi A. N.¹

¹Université d'Angers, ESO-Angers, France, UMR 6590 CNRS . ²EDEQUE/UCAD, Sénégal, UMI SOURCE 272 IRD.

Contexte et problématique

- Les mares du waalo (zone inondable du fleuve Sénégal):
 - un remplissage lié à la crue du fleuve et ses défluent
 - bouleversé ces dernières décennies («grande sècheresse», aménagements hydrauliques et hydro-agricoles)
- ➔ Quels impacts sur la connectivité des mares avec le fleuve?

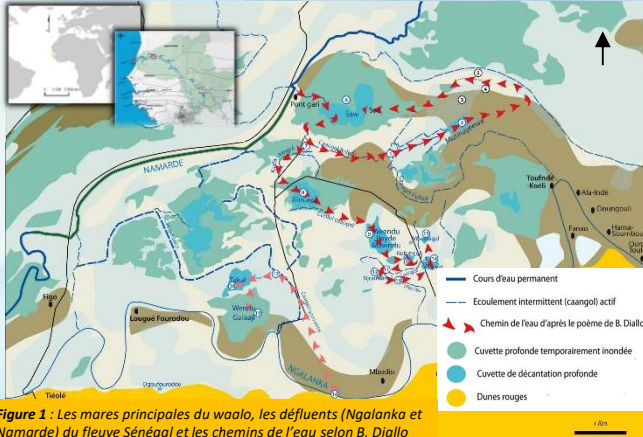


Figure 1 : Les mares principales du waalo, les défluent (Ngalanka et Namardé) du fleuve Sénégal et les chemins de l'eau selon B. Diallo

L'indicateur de connectivité hydrologique par SMA

- Développement d'un modèle utilisant un système multi-agents (SMA) basé sur le mouvement simple « d'agents hydrologiques »
- La simulation permet de :
 - suivre le comportement de chaque agent en interaction avec son environnement (topographie, occupation du sol, éléments du paysage)
 - reconstituer les chemins d'écoulements de l'eau
 - produire des indicateurs spatiaux à échelle fine permettant de caractériser la connectivité des entités hydrologiques

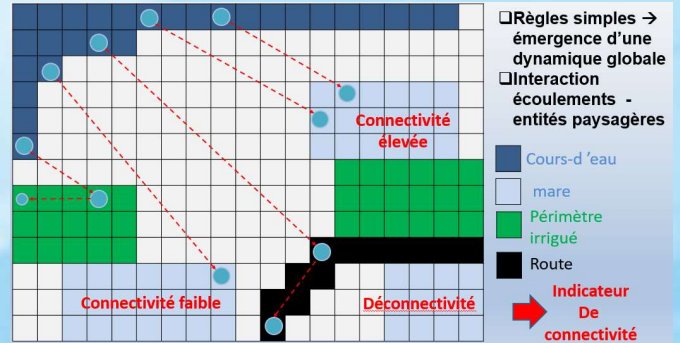


Figure 2 : Fonctionnement du modèle multi-agents (SMA).

Résultats : Reconstitution de l'évolution du paysage et sorties du modèle de connectivité sur le waalo

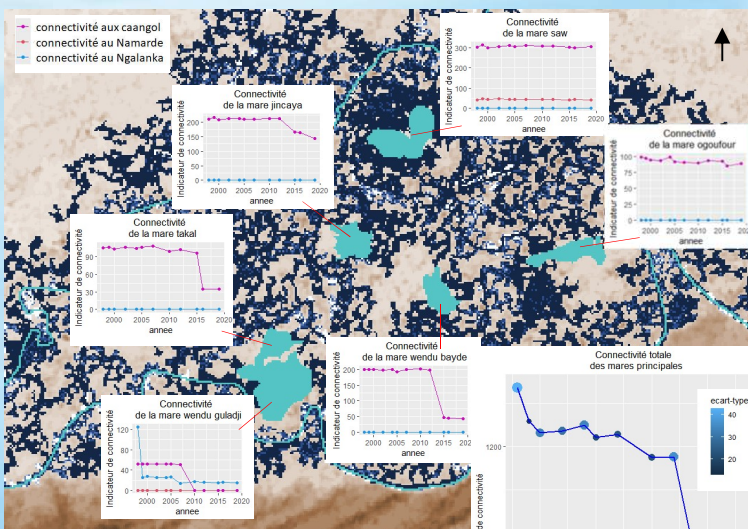


Figure 3 : Résultats de la simulation d'une crue provenant des défluent. Extraction de l'indicateur de connectivité moyen pour les 6 mares principales du waalo de 1998 à 2020 (10 simulations pour chaque année) et des potentiels chemins d'écoulements

Figure 4 : Evolution de la connectivité totale des 6 mares. Deux périodes principales de diminution rapide de la connectivité : 1999 – 2000 et 2012 – 2015

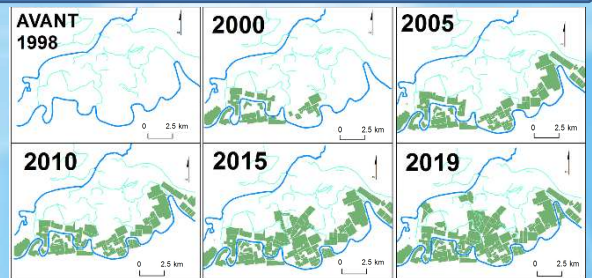
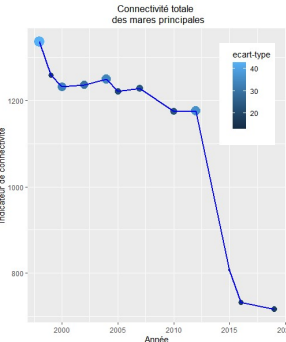


Figure 5 : Evolution de la structure du paysage (périmètres irrigués) de 1998 à 2019 utilisée comme donnée d'entrée dans le modèle SMA.

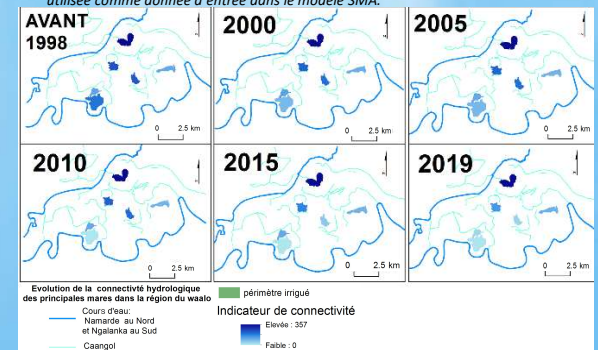


Figure 6 : Spatialisation des connectivités issues des différentes simulations par année.

Intérêt de l'étude de la microtopographie : vers l'analyse de l'inter-connectivité hydrologique

- Construction d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain) à échelle fine (résolution centimétrique jusqu'à 7cm) à l'aide de relevés drones sur le complexe des mares de Koyli Goti dans le Jeeri (zone non inondable au sud du fleuve avec un remplissage des mares par les pluies)
- Utilisation des données topographiques à haute résolution pour le système multi-agents
- Identification des mares à travers un algorithme utilisant le modèle SMA
- Etude du comportement des mares entre elles, vers le développement d'un indicateur d'inter-connectivité

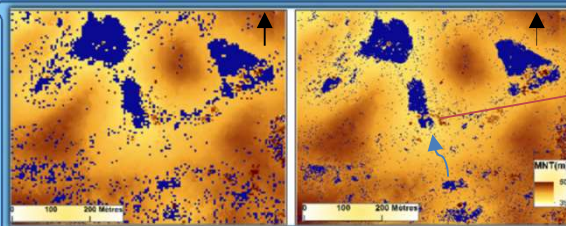


Figure 7 : Impact de la résolution du MNT pour l'identification des mares (complexe Koyli Goti) par SMA. MNT à résolution de 5m à gauche et à résolution 50 cm à droite. Meilleure discrimination des connectivités à 50 cm.



Figure 8 : La mare de Koyli Goti en saison des pluies

Discussions et perspectives

- Dans le waalo, l'indicateur de connectivité de la plupart des mares diminue au fil des années, validant ainsi l'hypothèse que la mise en place des périmètres irrigués déconnecte ces entités du fleuve. Certaines gardent une valeur constante car elles restent alimentées par les défluent.
- Les simulations à résolutions fines réalisées dans le jeeri plateau à faible dénivelée offrent un énorme potentiel pour la compréhension du comportement hydrologique à l'échelle micro topographique et pour le développement d'un autre indicateur tourné vers la notion d'inter-connectivité hydrologique