



Contexte

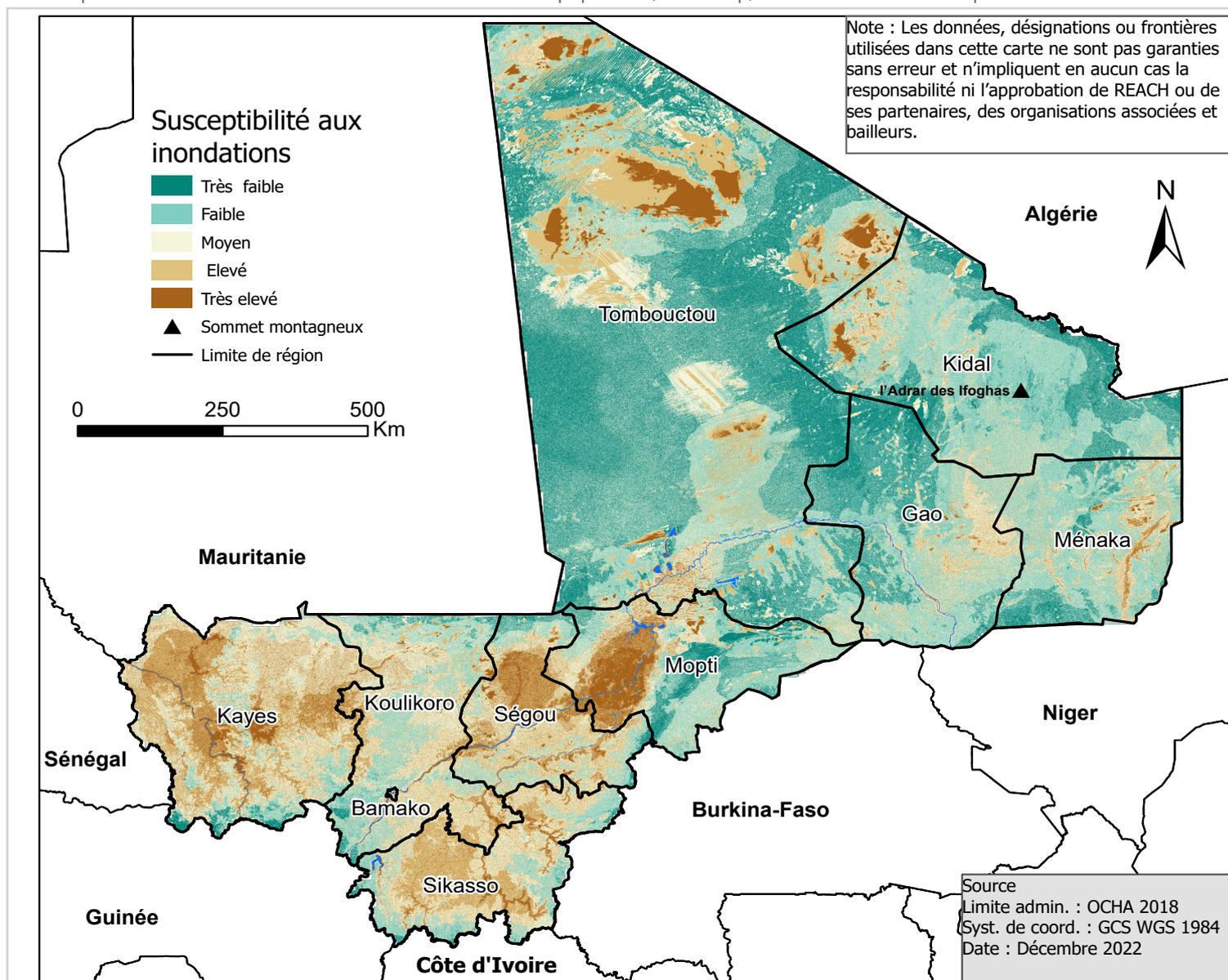
Les inondations sont des catastrophes naturelles qui conduisent à la destruction des infrastructures et de l'environnement naturel (Msabi et Makonyo, 2020)¹. L'urbanisation anarchique, les profondes mutations dans l'occupation et l'utilisation des terres dans un contexte de variabilité climatique intensifient les risques de ces catastrophes. Ainsi, les inondations font partie des catastrophes naturelles les plus fréquentes avec pour corollaire le déplacement des populations, la destruction des biens et parfois des pertes en vie humaine (Roopnarine et al, 2018)². Au Mali, les inondations constituent la catastrophe naturelle la plus dévastatrice du pays, responsables de nombreux décès, pertes de moyens de subsistance et de bétail chaque année³. Une meilleure connaissance des principales zones de vulnérabilité face aux inondations permettra une meilleure analyse des besoins et un travail de préparation basé sur les risques. Ainsi, REACH avec le soutien financier de l'Unicef a initié ce projet afin d'évaluer les besoins en termes d'Eau, Hygiène et Assainissement (EHA) au moyen de la télédétection⁴.

Méthodologie

La modélisation multicritère a été utilisée pour la cartographie des zones susceptibles d'être inondées. Au total, sept critères ont été identifiés, la pente, l'indice d'humidité topographique (TWI), l'élévation (obtenus à partir d'une image SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) du Mali), le critère d'occupation du sol (obtenu à partir des données d'occupation du sol, Esri Landcover de 2021), les critères liés au drainage et à la proximité des eaux (obtenus à partir du réseau hydrographique du Mali), le critère lié aux précipitations (obtenu à partir des données CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data)), et le critère lié à la capacité de rétention des sols (obtenu à partir des données pédologiques du Mali). Les différents critères ont été normalisés et pondérés en utilisant le Processus par Hiérarchisation Analytique de Saaty, 2008⁵. Après la pondération, les critères ont été combinés en utilisant la méthode par combinaison linéaire pondérée à partir de la formule suivante :

$$\sum w_i x_i$$

Cette formule a été exécutée grâce à l'algèbre des cartes (Map Algebra) qui est un algorithme implémenté dans les logiciels SIG (ArcGIS, QGIS...). L'outil Statistiques zonales sous forme de tableau de ArcGIS a permis de déterminer l'effectif de la population exposée à chaque niveau de susceptibilité aux inondations et en utilisant les données de population, WorldPop, 2020 et la carte de susceptibilité.



¹ Msabi M. M. et Makonyo M., 2020. Flood susceptibility mapping using GIS and multi-criteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania, Remote Sensing Applications: Society and Environment, Volume 21, January 2021, 100445.

² Roopnarine, R., Opadeyi, J., Eudoxie, G., Thongs, G. and Edwards, E. 2018. GIS-based Flood Susceptibility and risk Mapping Trinidad Using Weight Factor Modeling. Caribbean Journal of Earth Science, 49, 1-9. © Geological Society of Jamaica. Available online 9 th August 2018.

³ IFRC, 2020. Mali Floods Early Action Protocol summary. IFRC, 11 p.

⁴ REACH Mali, Evaluation des Besoins en termes d'Eau, Hygiène et Assainissement, TDR Octobre 2022. www.impact-repository.org/document/repository/4cd29064/REACH_MLI_TdR_2202_octobre2022_W_DMPP.pdf

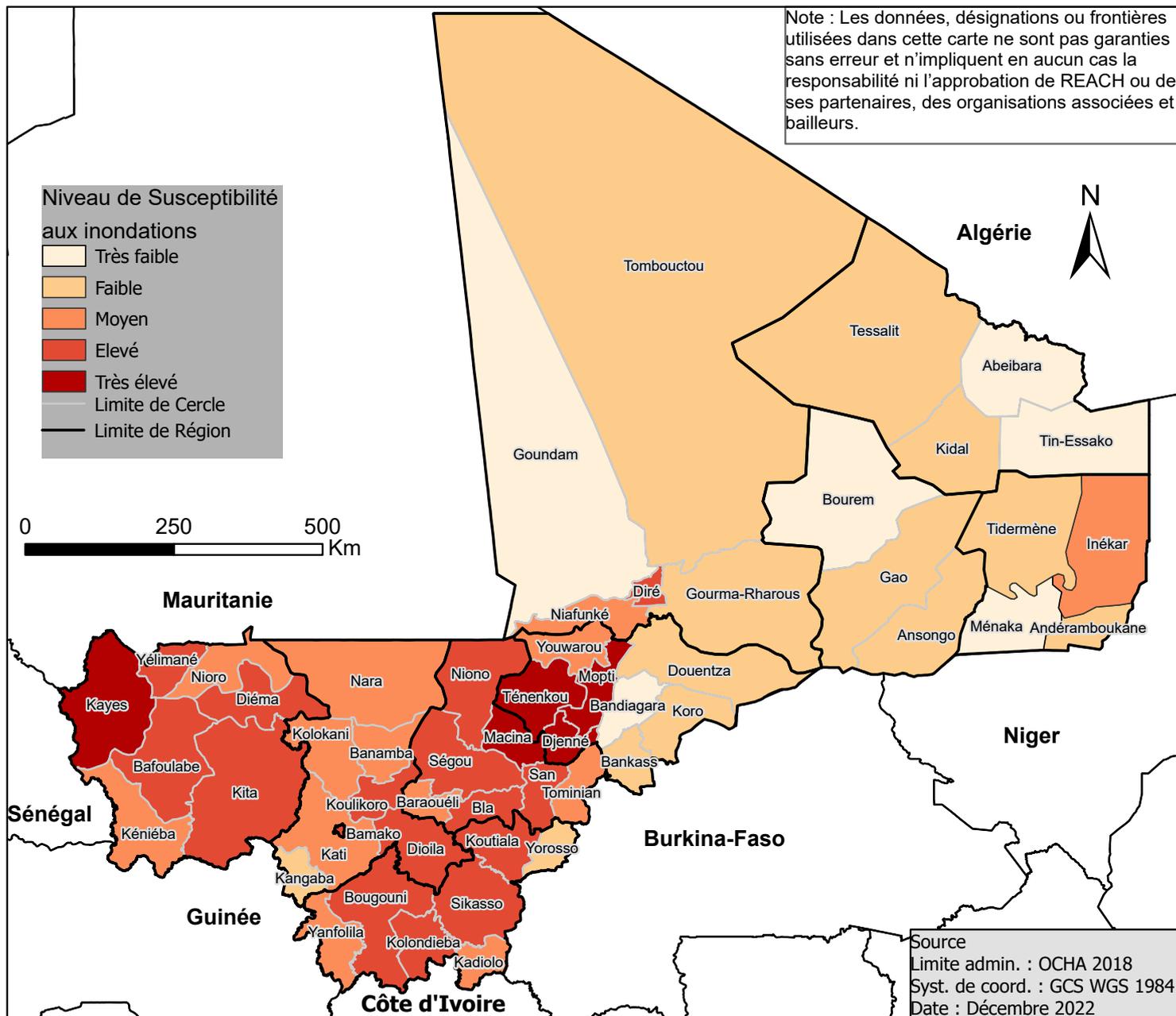
⁵ Saaty, T.L. (2008) Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. International Journal of Services Sciences, 1, 83. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>.



La plupart des régions traversées par les deux principaux fleuves du Mali (Niger et Sénégal) présentent un niveau de susceptibilité aux inondations important. Ainsi, plus de 19 % de la superficie de la région de Ségou présente une susceptibilité très élevée aux inondations, 19 % de la région de Mopti, 18 % de la région de Kayes, 14 % de la région de Bamako et 11 % de la région de Sikasso. Pour les autres régions, Gao, Kidal, Koulikoro, Ménaka et Tombouctou, la proportion de leur superficie qui présente une susceptibilité très élevée est inférieure à 10 %. Au total, environ 95'600 Km², soit 7 % du territoire national présente une susceptibilité très élevée aux inondations, et 247'733 km², soit 19 % du territoire national présente une susceptibilité élevée.

Niveau de sévérité des inondations par cercle

Pour faciliter la prise de décision par les acteurs humanitaires et d'autres acteurs locaux impliqués dans la protection civile, le niveau de susceptibilité aux inondations a été déterminé par cercle. Il varie d'un niveau très faible à un niveau très élevé.

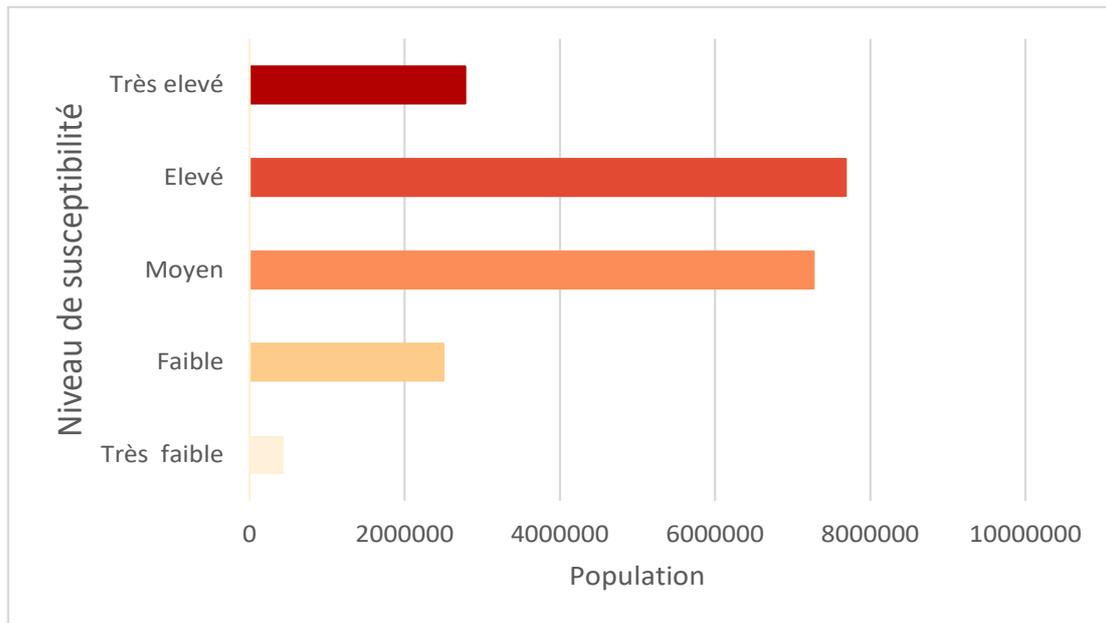


Il ressort de la carte de niveau de susceptibilité aux inondations par cercle, que les cercles de Djenné, Macina, Mopti, Ténenkou et Kayes présentent un niveau de susceptibilité très élevé. Pour les quatre premiers, ceci peut être expliqué par le fait que ces cercles se situent à l'intérieur du delta intérieur du fleuve Niger qui est la plus grande zone humide d'Afrique de l'Ouest, parcourue par un réseau hiérarchisé, très dense, alimenté par le fleuve Niger et son confluent le Bani. A cela, s'ajoutent un indice d'humidité topographique très élevé, une élévation et une pente faible, une densité de drainage élevée et des sols à capacité de rétention faible. Pour le cercle de Kayes, le niveau de susceptibilité très élevé résulte de la plus faible altitude de ce cercle par rapport à l'ensemble des autres cercles du Mali (d'après l'analyse du Modèle Numérique de Terrain). A cela, s'ajoutent la traversée du cercle par le deuxième principal fleuve du Mali qui est le fleuve Sénégal et la faible capacité de rétention des sols. Le niveau de susceptibilité élevé pour les autres cercles situés pour la plupart au sud du pays résulte du fait qu'ils sont traversés par les principaux cours d'eau du Mali et/ou leurs affluents, avec une élévation relativement faible et les hauteurs de pluie les plus élevées du pays, surtout dans la région de Sikasso et au Sud de Kayes et de Koulikoro. Les cercles situés à l'extrême Est du Mali présentent un niveau de susceptibilité très faible ou faible, car ils sont pour la plupart éloignés des principaux cours d'eau (à l'exception d'Inékar qui est traversé par la vallée d'Azawak et qui présente un niveau de susceptibilité moyen) avec une densité de drainage et un indice d'humidité topographique faible, une pluviométrie faible et la moyenne altimétrique la plus élevée du pays, ceci, sous l'influence de l'Adrar des Ifoghas, principal massif montagneux du Sahara qui culmine à plus de 800 m d'altitude.

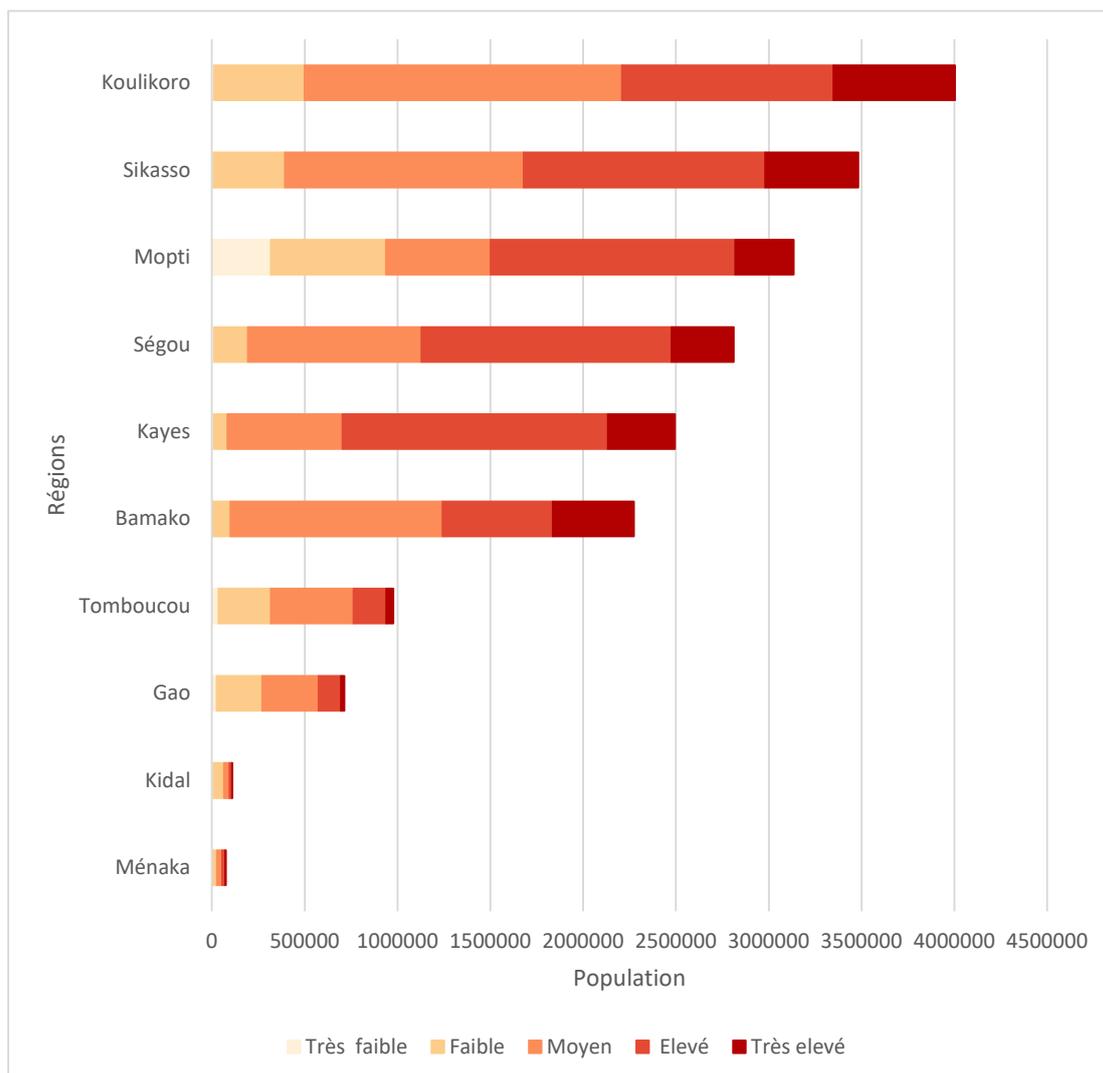


Populations exposées aux inondations par niveau de risque

Populations exposées aux inondations par niveau de risque à l'échelle nationale



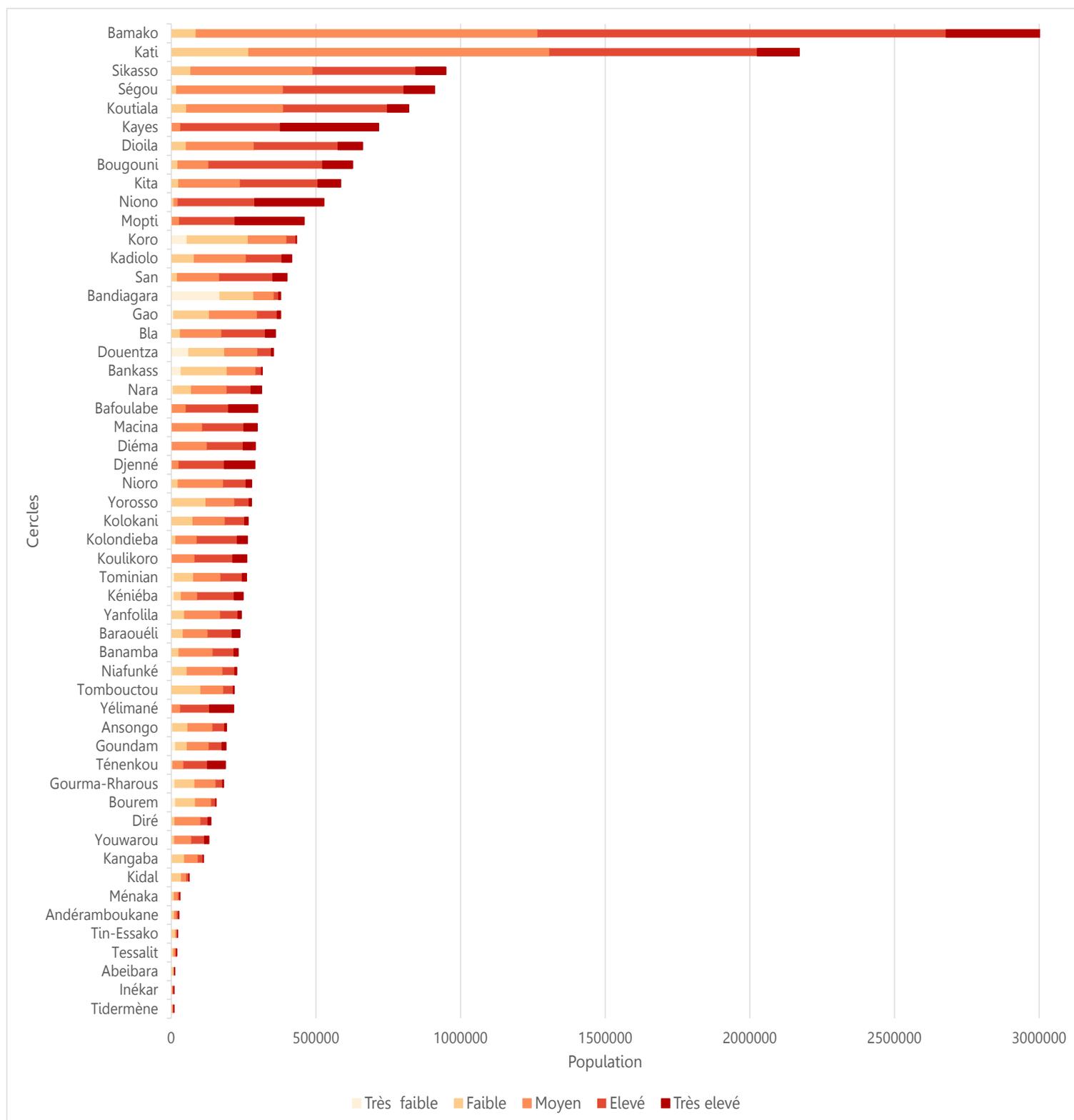
Populations exposées aux inondations par niveau de risque par région





Populations exposées aux inondations par niveau de risque

Populations exposées aux inondations par niveau de risque par Cercle



Au Mali, environ 2'667'173 habitants sont exposés à un niveau de susceptibilité très élevé, soit environ 13 % de la population nationale, contre 37 % à un niveau de susceptibilité élevé, 35 % à un niveau de susceptibilité moyen, 12 % à un niveau de susceptibilité faible et 2 % à un niveau de susceptibilité très faible. Le nombre élevé de personnes exposées aux risques d'inondation est considérable, car la plupart des grandes villes du Mali qui concentrent un nombre élevé de populations telles que Bamako, Kayes, Ségou et Mopti se sont développées autour des deux cours d'eau les importants du pays que sont le fleuve Niger et le fleuve Sénégal. Ces régions présentent également une pente et une élévation faibles. Le risque d'exposition aux inondations des populations varie d'une région à une autre. Dans les régions de Bamako, Kayes, Mopti, Ségou et Sikasso, plus de 15 % des populations sont installées dans les zones à risque très élevé, contre environ 35 % dans les zones à risque élevé. Ainsi, plus de la moitié des populations de ces régions sont vulnérables aux aléas d'inondations. Les cercles de Bafoulabe, Bamako, Bougouni, Djenné, Kayes, Kati, Mopti, Niono, Sikasso et Ségou sont ceux qui présentent un nombre important de populations susceptibles d'être exposées à un niveau d'inondabilité très élevé avec plus de 100'000 habitants pour chacun de ces cercles.