

# Cartographie du risque d'inondation: Cas des communes de Karimama et Malanville

Septembre 2025





# Contenu

**01**

Contexte

**02**

Zone d'étude

**03**

Méthodologie

**04**

Résultats

**05**

Évaluation des potentiels dégâts

**06**

À retenir

**07**

Comparaison des résultats

**08**

Limites de l'analyse

# Contexte (1/3)

Le nord du Bénin est régulièrement confronté à des épisodes d'inondation, notamment pendant la saison des pluies (période de l'année où les précipitations sont fréquentes et abondantes, Mai à Septembre souvent). Ces événements sont aggravés par la topographie des zones riveraines du fleuve Niger et de ses affluents.

Dans la partie septentrionale, les communes de Karimama et Malanville, situées dans la vallée du fleuve Niger, connaissent régulièrement des épisodes d'inondations de grande ampleur, particulièrement lors des crues saisonnières (Houngue et al., 2016).

Les projections climatiques indiquent une intensification des phénomènes extrêmes dans la vallée du Niger avec des crues plus fréquentes et plus intenses. Cette tendance se confirme à travers l'historique récent des inondations dans ces communes.

# Contexte (2/3)

En effet, la crue de 2010 ([Rapport accessible](#)) a touché environ 680 000 personnes au Bénin, dont une part importante dans l'Alibori, particulièrement à Malanville et Karimama où plusieurs quartiers ont été submergés et des infrastructures détruites

De même, en 2012, de nouvelles crues du fleuve Niger ont provoqué des déplacements massifs de populations et la perte de milliers d'hectares de cultures vivrières. C'était la même situation en 2020 à Malanville où plus de 500 habitations ont du être abandonnées et plus de 1700 hectares de cultures détruits. ([Voir ici](#))

En 2024, par le biais d'une note ministérielle, le ministre de l'Intérieur et de la Sécurité publique a informé la population de la montée des eaux dans les bassins des fleuves Niger, Ouémé et Mono, précisant que les régions de Malanville et de Karimama sont déjà placées en alerte rouge ([Rapport accessible](#)).

# Contexte (3/3)

L'urbanisation non planifiée et la faible capacité des infrastructures de drainage augmentent les risques liés aux aléas climatiques, surtout ceux relatifs aux fortes pluies occasionnant la montée des fleuves. L'analyse du risque d'inondation repose sur l'étude combinée des aléas climatiques, de la susceptibilité du terrain et de la densité humaine.

Les cartes de susceptibilité permettent d'identifier les zones les plus exposées et d'orienter les politiques de prévention.

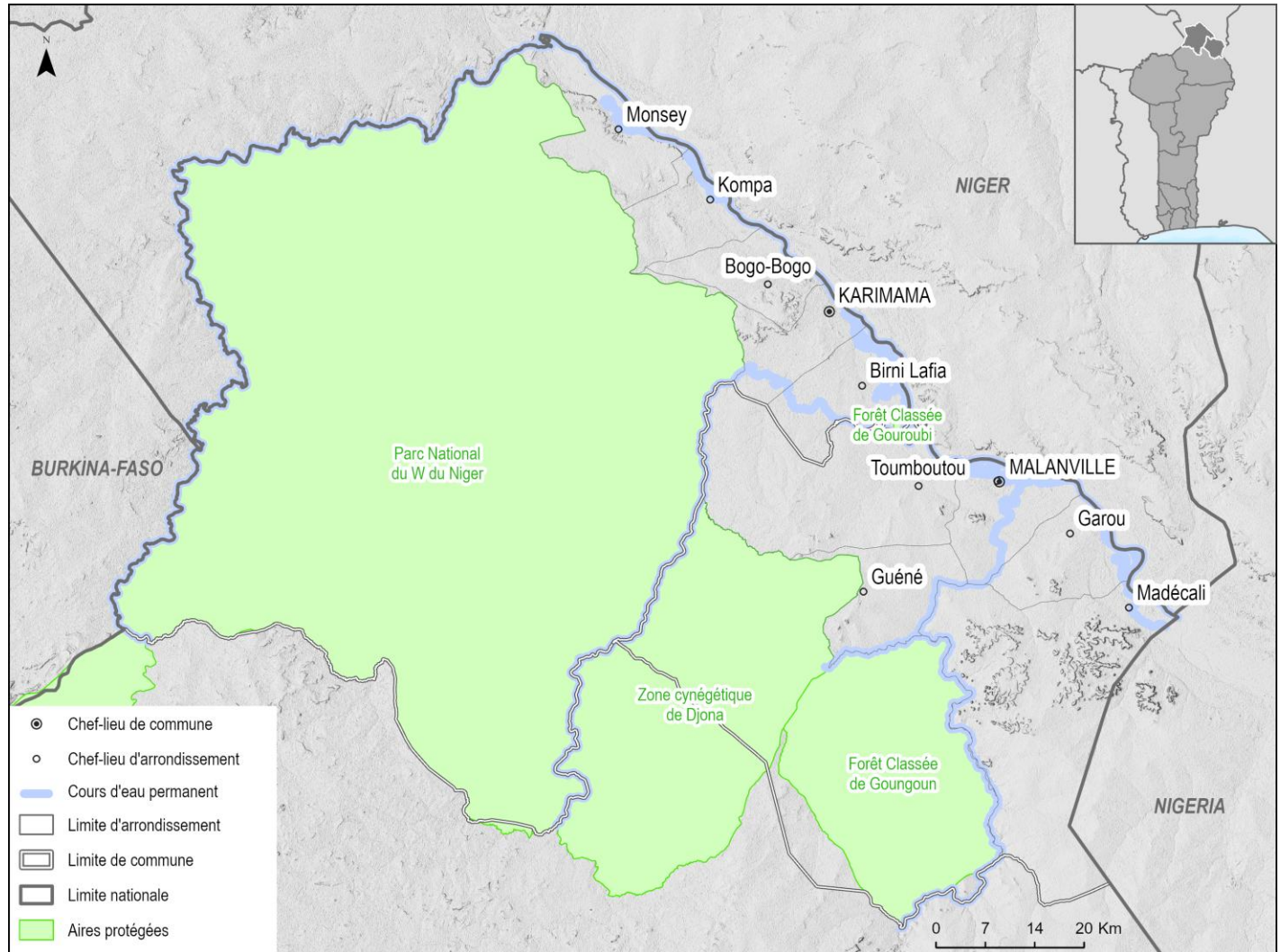
Une meilleure gestion du territoire et une sensibilisation communautaire sont essentielles pour réduire les impacts futurs.

Cette étude, qui sert de phase pilote et se focalise sur les communes de Karimama et de Malanville, vise à augmenter la maîtrise de la vulnérabilité au risque d'inondation du territoire, en s'appuyant sur la télédétection et la cartographie afin d'orienter les politiques de prévention et réduire les impacts futurs.

# Zone d'étude

Karimama et Malanville, deux communes frontalières du Niger sont traversées sur toute leur façade Nord-Est par le fleuve du Niger dont les débordements sont souvent à l'origine des inondations dans les deux communes.

Dans ces deux communes largement occupées par des espaces forestiers, l'étude a voulu s'intéresser aux zones agglomérées. Dès lors, dans chaque commune, l'analyse porte uniquement sur les zones hors parc et forêts classés.



# Méthodologie (1/5)

La méthodologie permettant d'aboutir à l'évaluation du risque d'inondation des communes de Karimama et Malanville est basée d'un côté sur la télédétection et le Système d'information Géographique (SIG), et de l'autre sur le Processus par Hiérarchisation Analytique (AHP) de Saaty, 2005.

Dans un premier temps, les facteurs spatiaux jugés appropriés pour participer à l'analyse ont été identifiés et générés par divers moyens à l'échelle de la zone d'analyse. Par la suite ces critères sont passés par les différentes étapes de l'analyse multicritère que sont :

Le rééchantillonnage et la normalisation des critères

La pondération des critères

La combinaison linéaire pondérée des critères

# Méthodologie (2/5)

Dix critères spatiaux ont été croisés pour identifier le niveau de susceptibilité à l'inondation des communes de Karimama et Malanville. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 1. Informations sur les critères spatiaux

N°	Variables	Résolution	Période	Source
1	Occupation du sol	30 m	2024	WRI - <i>Google Earth Engine</i>
2	Drainage du sol	250 m	1960 - 2015	ISRIC - <i>World Soil Information</i>
3	Elevations	30 m	2000	SRTM - NASA
4	Pentes	30 m	2000	SRTM - NASA
5	Hauteur au dessus du drain le plus proche (HAND)	30 m	2000	SRTM - NASA
6	Durée des précipitations	5,5 km	1994 - 2024	CHIRPS - <i>Google Earth Engine</i>
7	Intensité des précipitations	5,5 km	1994 - 2024	CHIRPS - <i>Google Earth Engine</i>
8	Densité de drainage	90 m	2018	IGN Bénin
9	Indice d'humidité topographique (TWI)	30 m	2000	SRTM - NASA
10	Distance au cours d'eau	10 m	2018	IGN Bénin

**Légende:** m= mètre ; Km = Kilomètre

# Méthodologie (3/5)

Après comparaison paire par paire, des poids ont été attribués à chaque critère en vue d'une combinaison linéaire pondérée.

Tableau 2. Pondération des critères spatiaux

Critères	Elevations	Pentes	Densité du drainage	Intensité des précipitations	HAND	TWI	Durée des précipitations	Drainage du sol	Distance aux cours d'eau	Occupation du sol	Poids	Poids x 100
Elevations	1	3	1.1	3	0.9	1	3	3	3	3	0.165	16.47
Pentes	0.33	1	0.4	1	0.5	3	3	3	0.7	2	0.101	10.10
Densité du drainage	0.91	2.5	1	1	0.33	1	1	3	1	3	0.108	10.78
Intensité des précipitations	0.33	1	1	1	0.3	3	1	1	0.6	0.75	0.076	7.63
HAND	1.11	2	3.03	3.33	1	3	5	3	3	4	0.211	21.07
TWI	1	0.33	1	0.33	0.33	1	2	3	3	1.5	0.099	9.95
Durée des précipitations	0.33	0.33	1	1	0.2	0.5	1	0.75	0.6	0.5	0.048	4.82
Drainage du sol	0.33	0.33	0.33	1	0.33	0.33	1.33	1	0.5	2	0.053	5.27
Distance aux cours d'eau	0.33	1.43	1	1.67	0.33	0.33	1.67	2	1	3	0.088	8.76
Occupation du sol	0.33	0.5	0.33	1.33	0.25	0.67	2	0.5	0.33	1	0.052	5.16
<b>TOTAL</b>											<b>1</b>	<b>100</b>

# Méthodologie (4/5)

L'estimation des potentiels dégâts provoqués par les inondations dans les communes de Karimama et Malanville a été réalisée selon trois axes.

## Approche 1

La superficie de terres affectées par niveau de susceptibilité et par arrondissement a été estimée par des opérations d'analyse spatiale dans le logiciel SIG.

## Approche 2

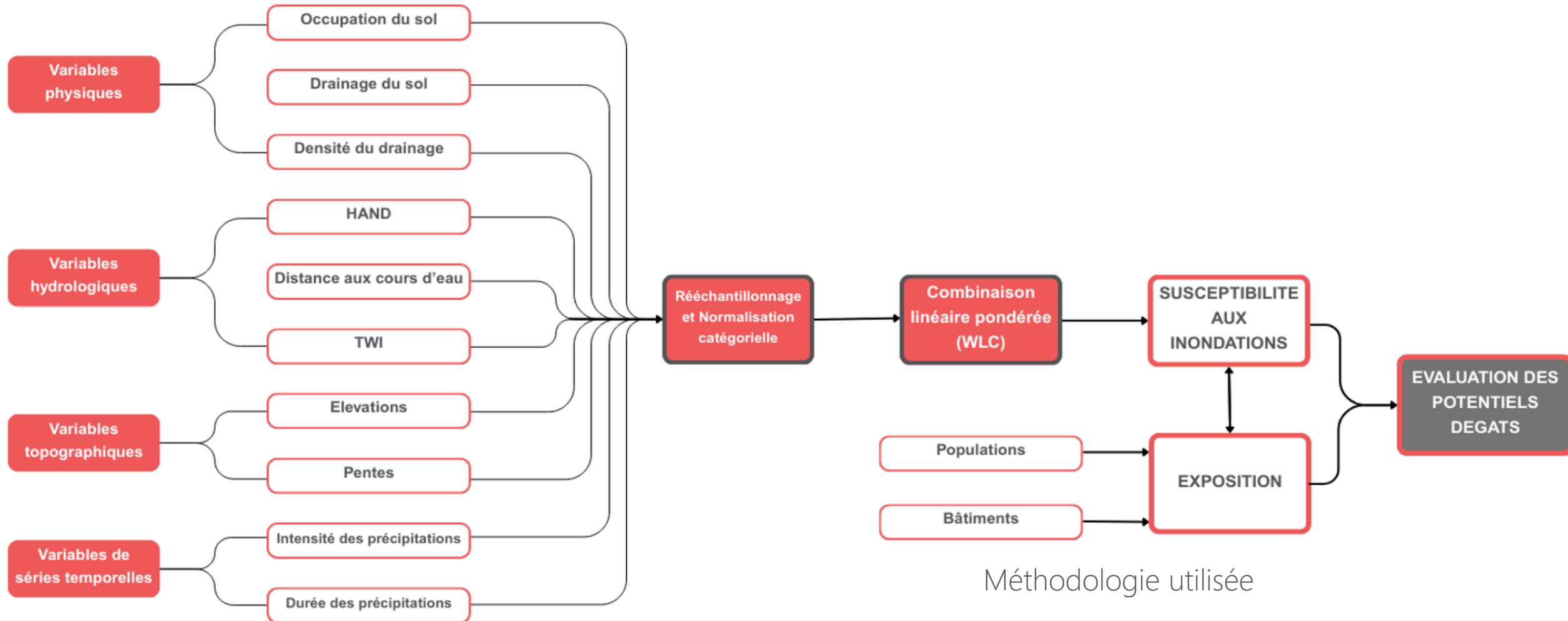
Le nombre de bâtiments potentiellement affectés par niveau de susceptibilité à l'inondation et pour chaque arrondissement a été dénombré suite à un croisement de ces trois informations dans les modules de géo-traitement du logiciel SIG. A cet effet, la base de données Open Buildings a été utilisée.

## Approche 3

Le nombre de personnes potentiellement affectées par l'inondation dans les deux communes a été estimé. La base de données satellitaire *Global Human Settlement* (GHSL) a été utilisée pour le cas.

# Méthodologie (5/5)

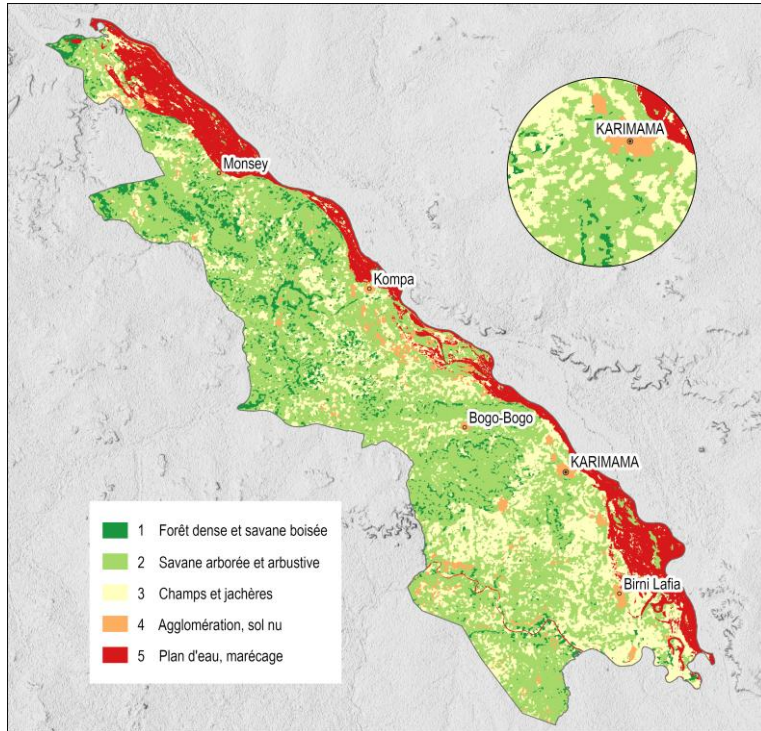
Les principales composantes et étapes de la méthodologie utilisée pour procéder à cette évaluation du risque d'inondation dans les communes cibles sont schématisées ici.



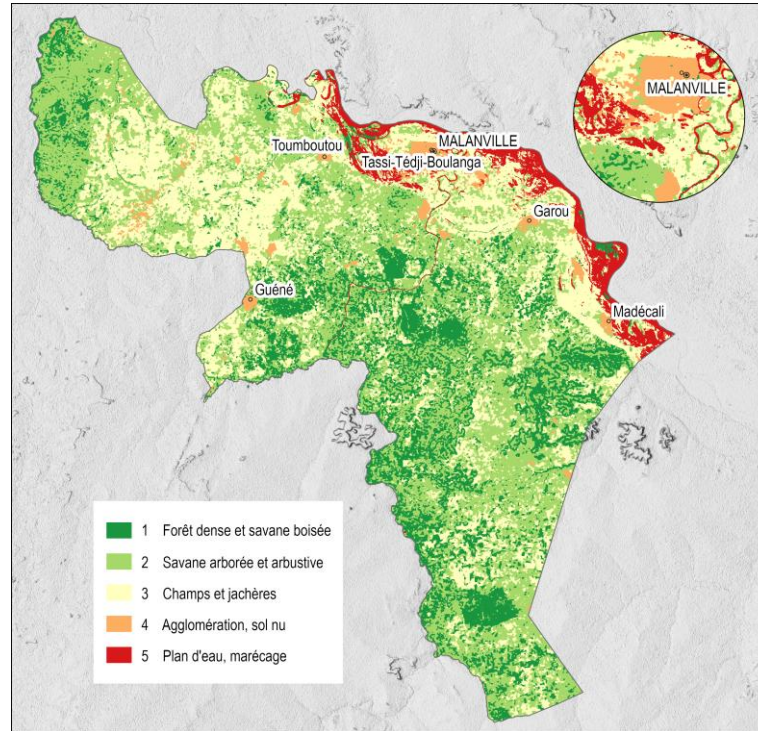
# Résultats

## ✓ Occupation du sol

### Karimama



### Malanville

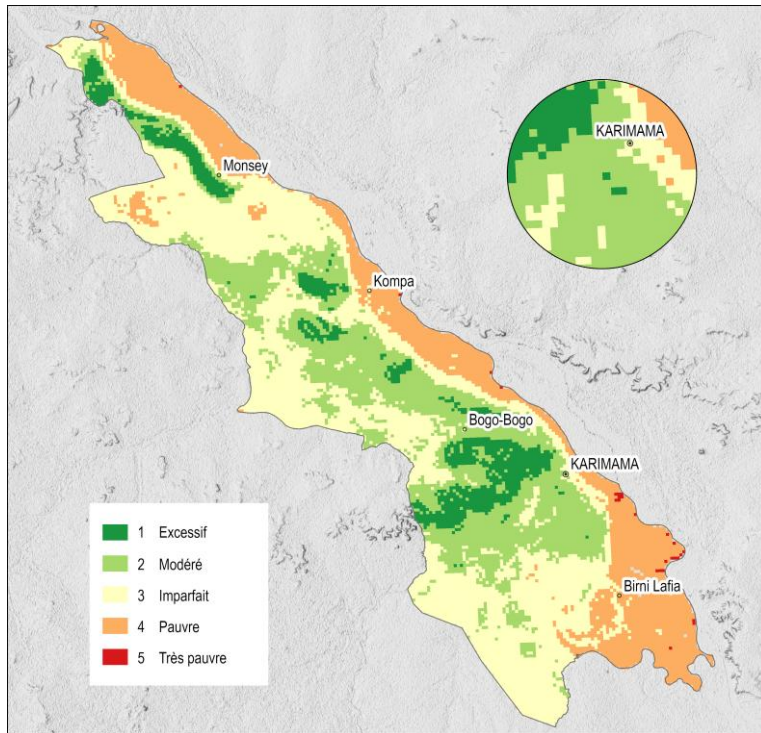


Ce critère dérivé de l'image satellitaire Sentinel 2 de 2024 présente la répartition des unités d'occupation du sol dans les communes d'intérêt. Les plans d'eau et marécages sont des unités très favorables à la survenance d'une inondation, les espaces forestiers le sont beaucoup moins. Les deux cartes révèlent donc que le risque est élevé sur la façade nord-est de chaque commune en raison de la présence du fleuve Niger.

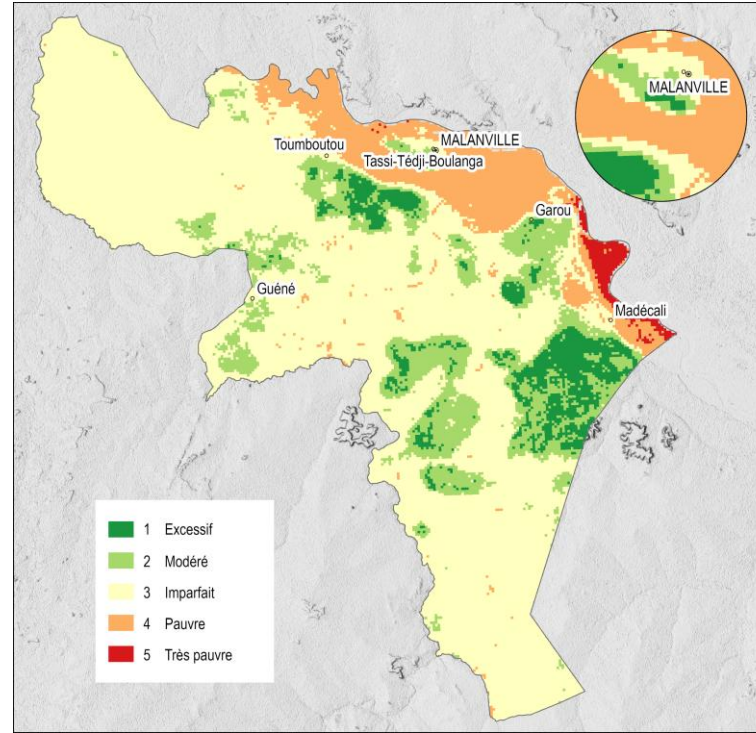
# Résultats

## ✓ Drainage du sol

Karimama



Malanville



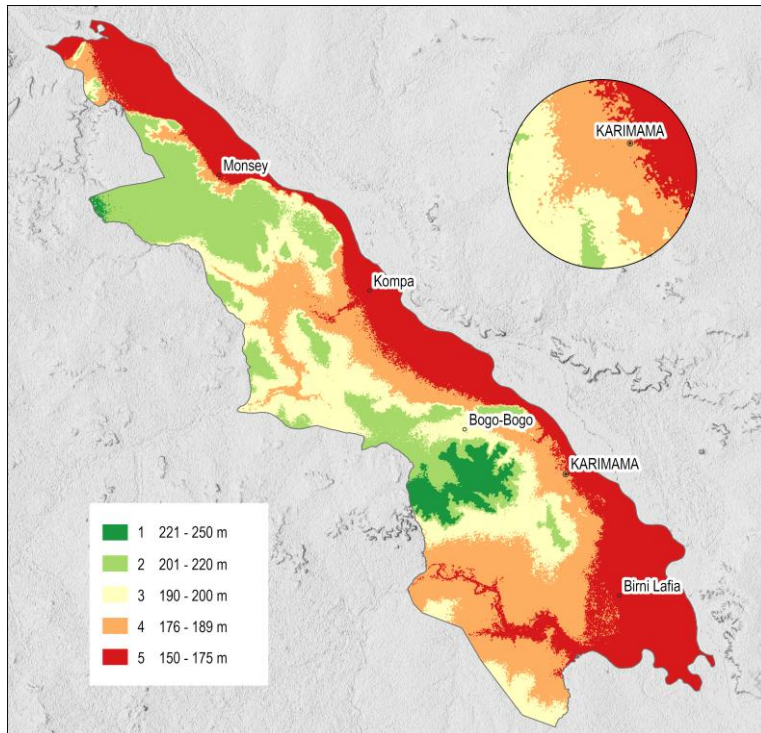
←

Ce critère vise à identifier la capacité du sol à évacuer l'eau. Les sols à drainage très pauvre sont sujets à l'engorgement. Les espaces propices aux habitations et aux activités sont ceux ayant plutôt un drainage excessif.

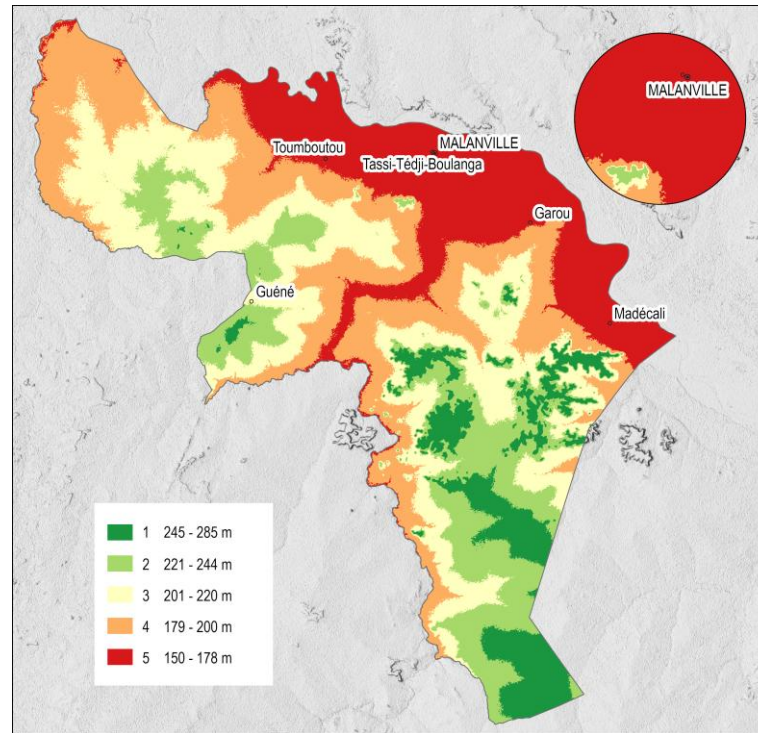
# Résultats

## ✓ Élévation

Karimama



Malanville

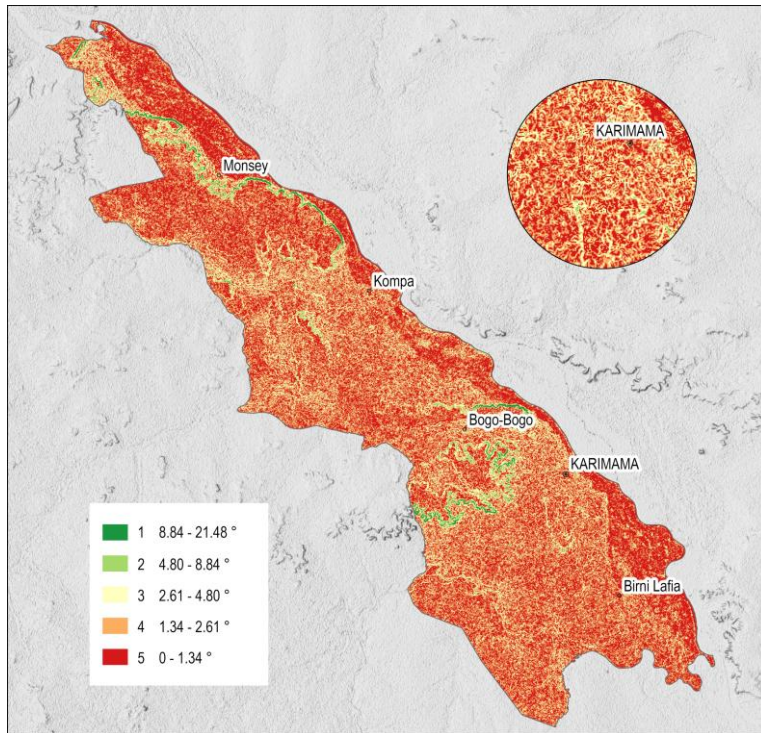


Les élévations dans les deux communes indiquent des variations entre 150 et 250 m. Ces valeurs supposent un territoire légèrement vallonné avec la concentration des eaux dans les basses altitudes. Il est important de préciser que les espaces agglomérés se retrouvent dans ces basses altitudes et proches des eaux. Les populations s'installent sûrement pour satisfaire leurs besoins vitaux mais font en retour face au débordement de ces eaux créant des inondations.

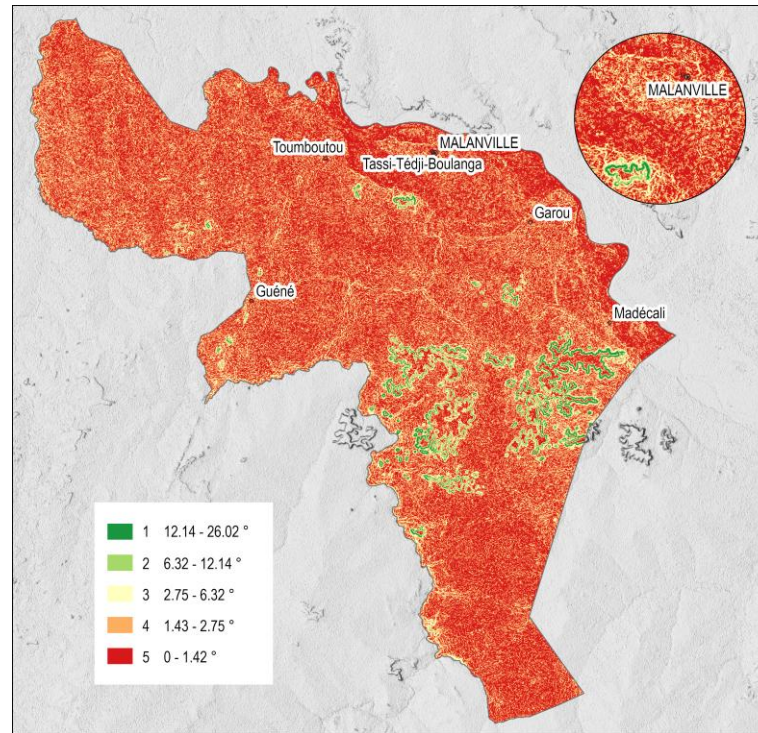
# Résultats

## ✓ Penthes

Karimama



Malanville

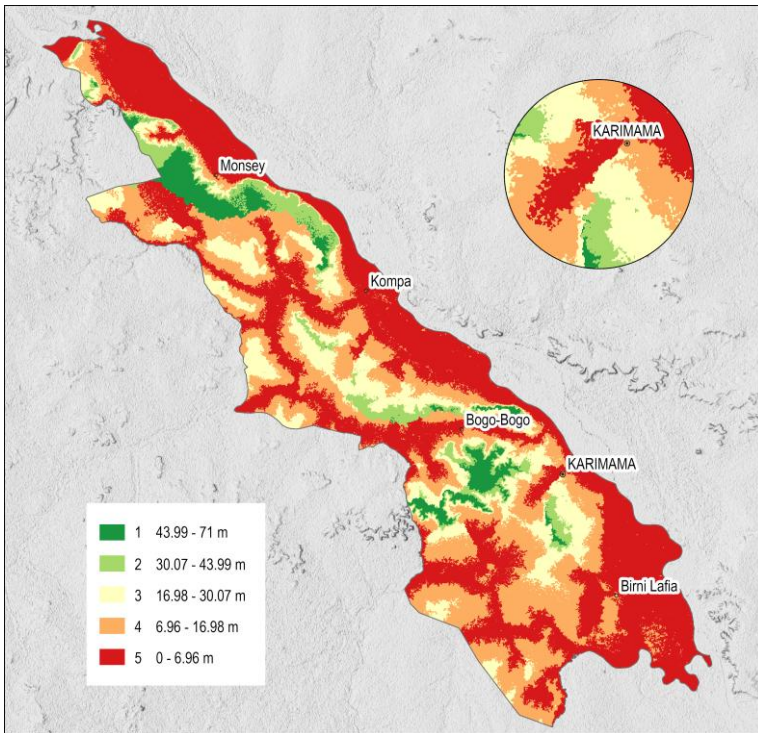


Ces cartes montrent une majorité de zones en pente faible. Il s'agit de zones vulnérables à l'inondation car l'eau s'y accumule facilement en cas de fortes pluies ou de crue. Visiblement, le ton de rouge est prononcé à la position des localités des communes, tout le long de la frontière avec le Niger et proche du fleuve. C'est un énième indicateur de l'existence d'un risque élevé à l'inondation.

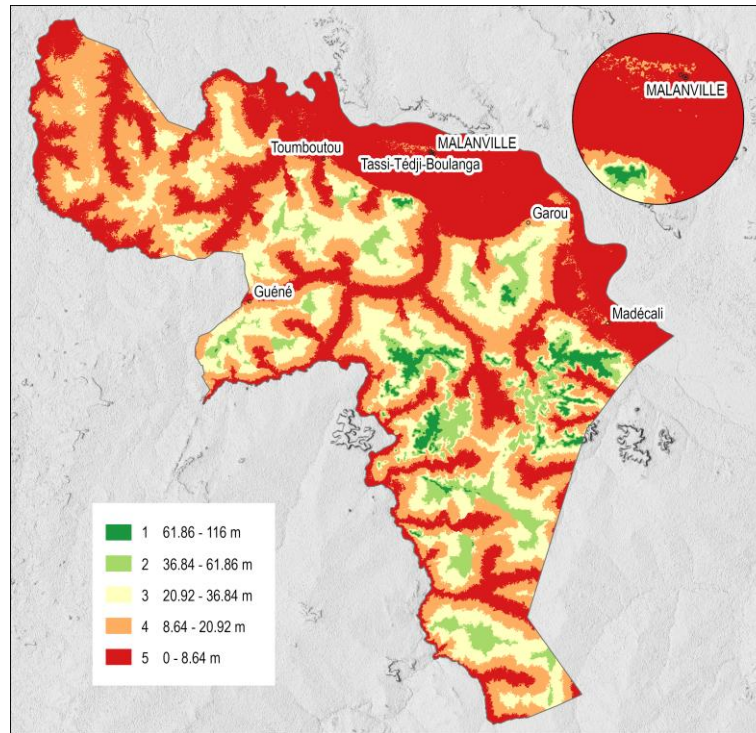
# Résultats

## ✓ Hauteur au dessus du drain le plus proche (HAND)

Karimama



Malanville

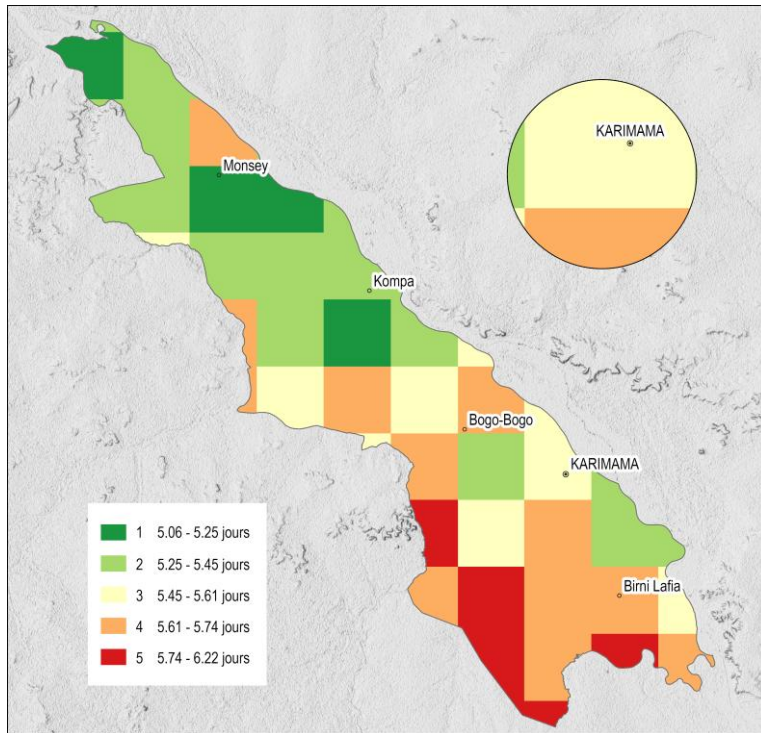


Ce critère renseigne sur la hauteur relative des terrains par rapport au drain le plus proche, ce qui est un indicateur clé sur la vulnérabilité aux inondations et la capacité d'évacuation naturelle des eaux. Les zones rouges sont les plus exposées, cela signifie que l'eau peut facilement y stagner ou refluer en cas de crue.

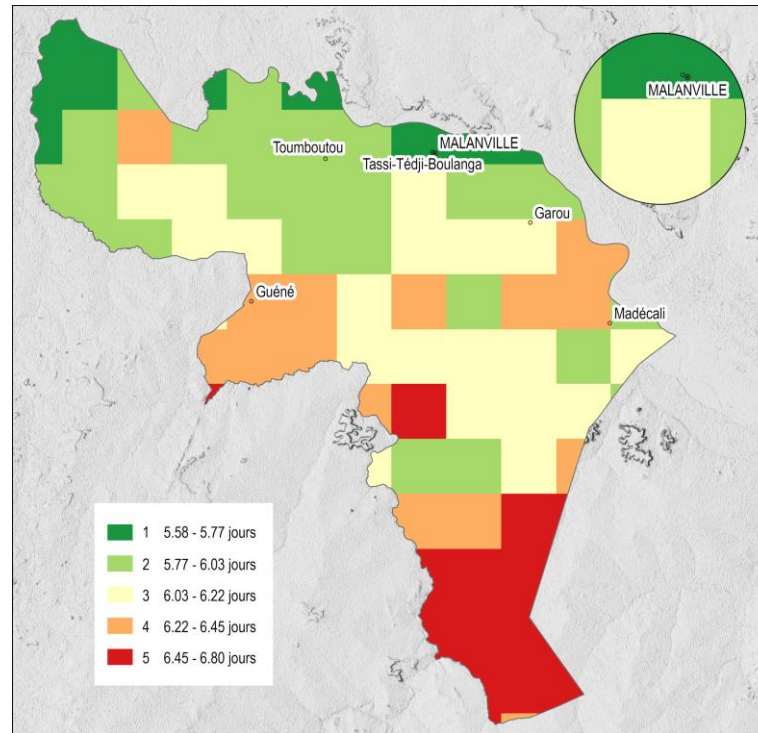
# Résultats

## ✓ Durée des précipitations

Karimama



Malanville

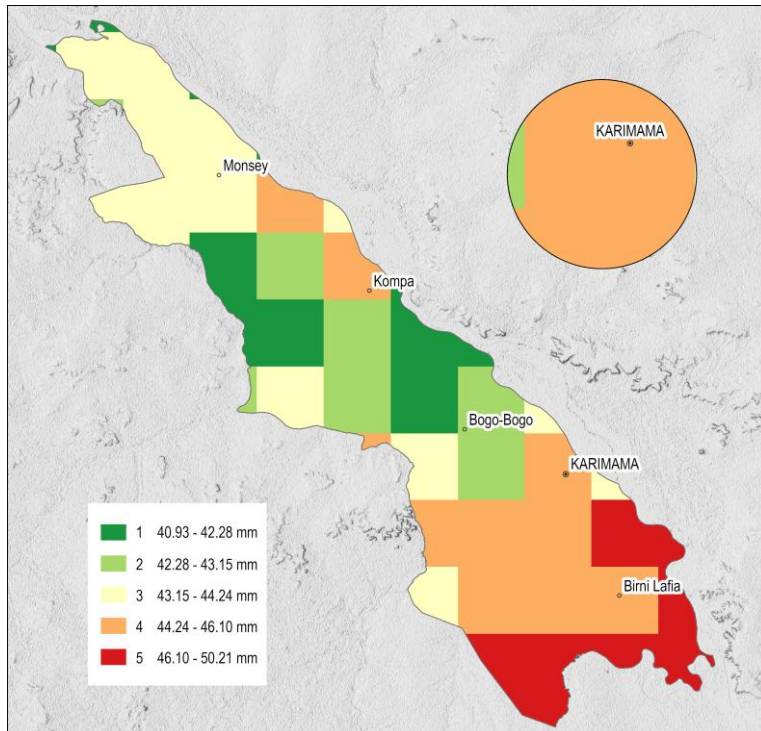


La durée des précipitations reflète la persistance des épisodes pluvieux. Une durée prolongée de pluie augmente le risque que les sols atteignent leur capacité maximale d'absorption, cela implique une inondation par accumulation surtout si le drainage est imparfait.

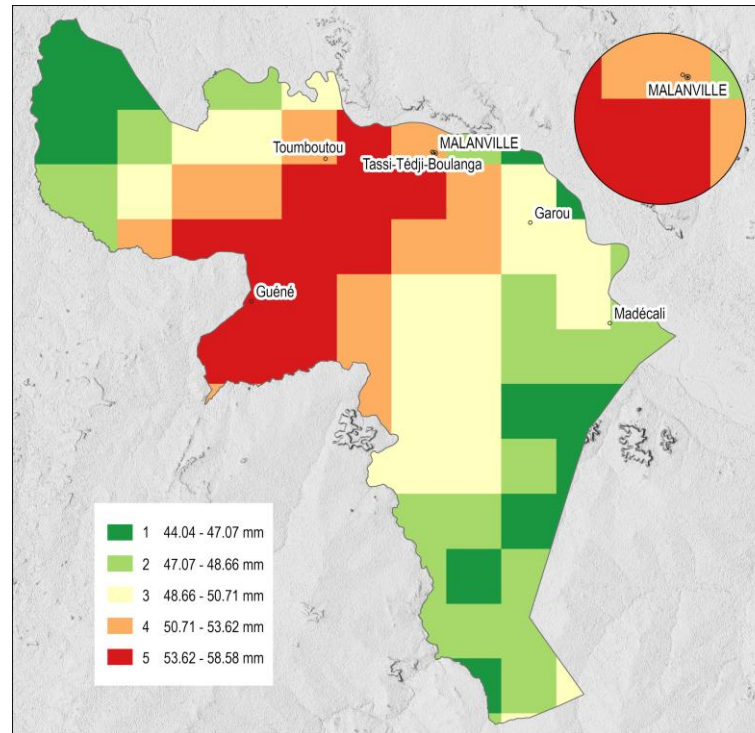
# Résultats

## ✓ Intensité des précipitations

Karimama



Malanville

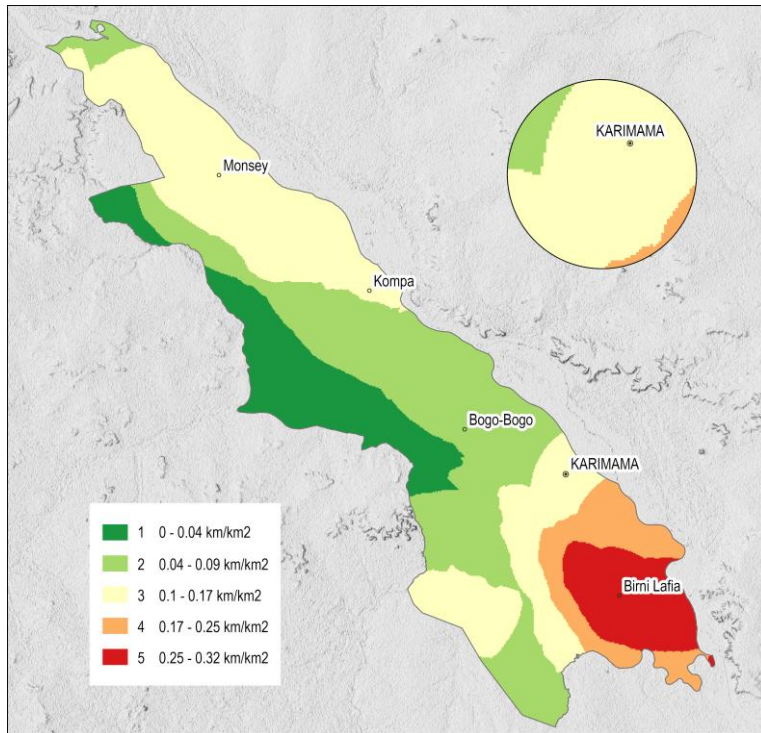


La quantité de précipitations enregistrée sur une période donnée constitue un facteur déterminant dans le déclenchement d'inondations soudaines. Sur cette base, les zones rouges apparaissent comme les plus vulnérables aux inondations rapides, surtout lorsqu'elles cumulent une pente faible, un drainage imparfait et une faible hauteur au-dessus du drain.

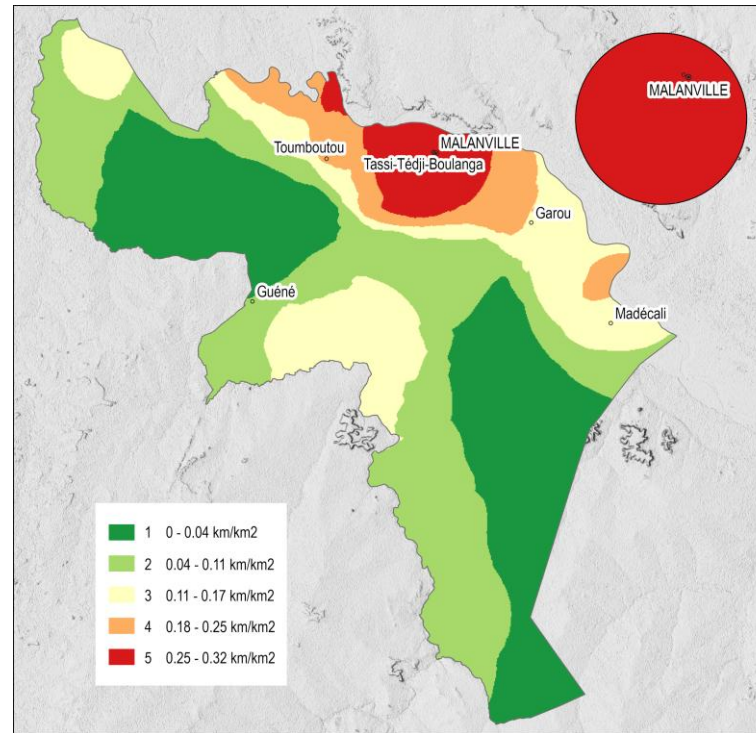
# Résultats

## ✓ Densité de drainage

Karimama



Malanville

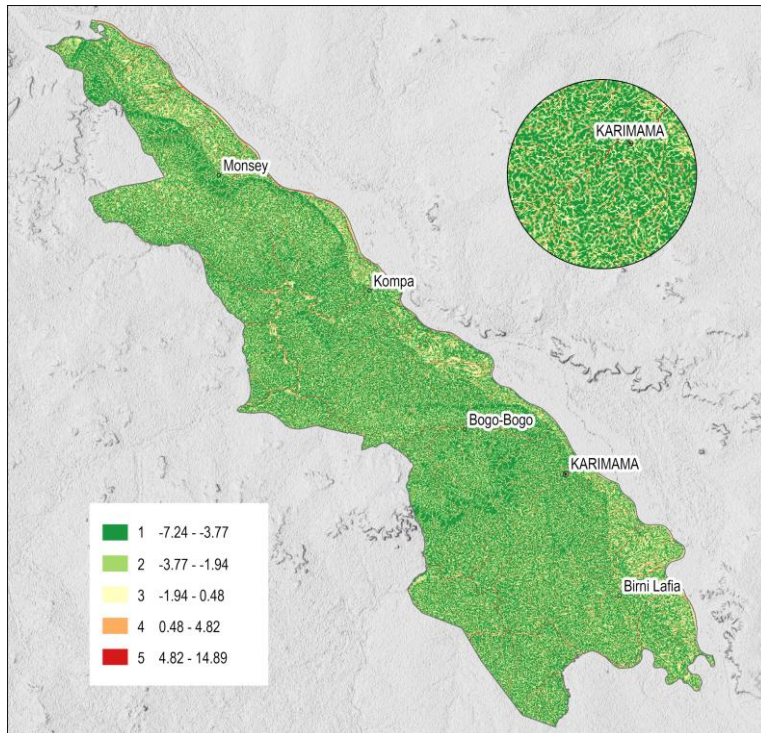


Il s'agit de la longueur totale des cours d'eau ou canaux rapportée à une unité de surface. Une forte densité hydrographique peut favoriser la stagnation des eaux, entraînant ainsi une vulnérabilité accrue aux inondations.

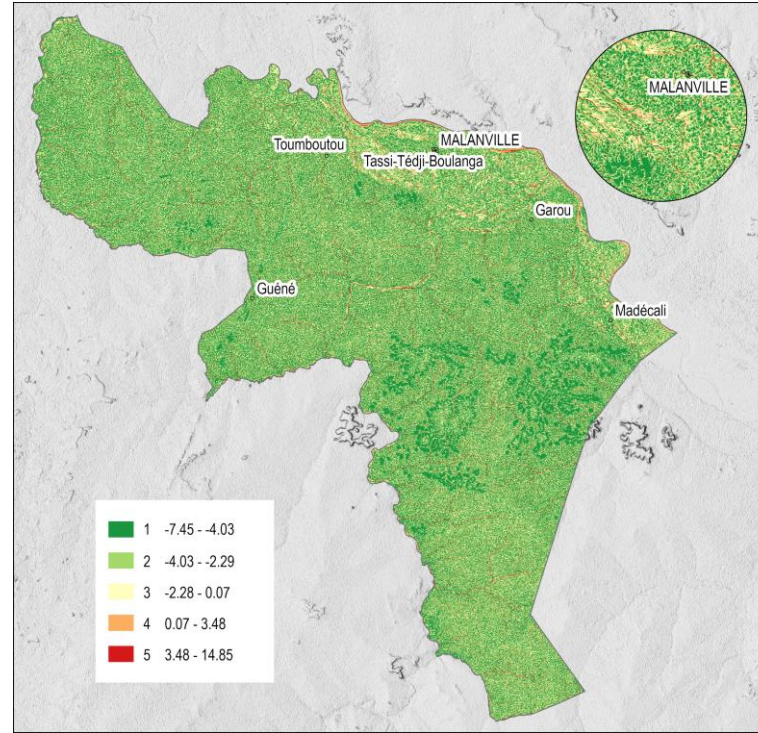
# Résultats

## ✓ Indice d'humidité topographique (TWI)

Karimama



Malanville

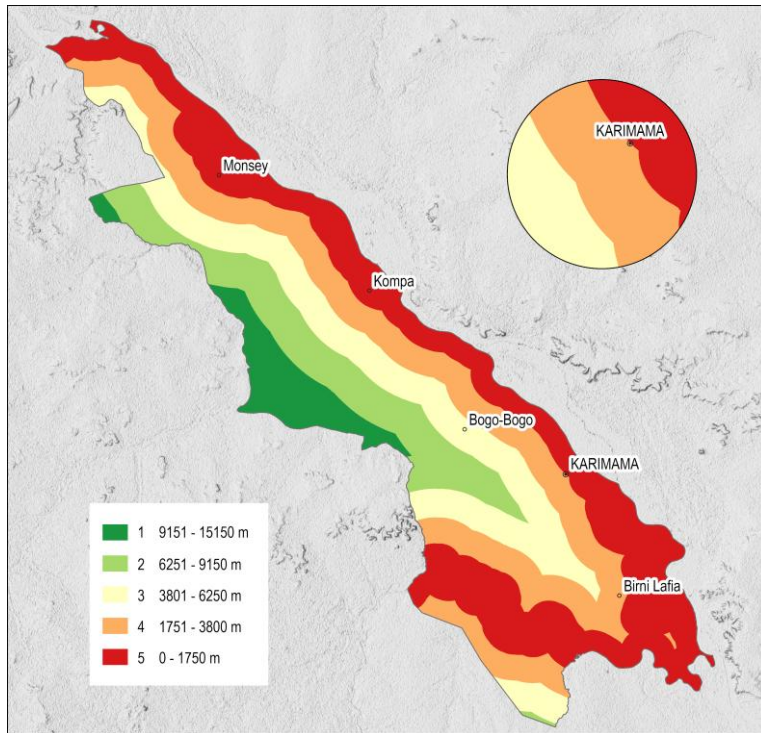


L'indice d'humidité topographique est utilisé pour estimer la tendance d'un terrain à accumuler l'humidité. Elle permet donc d'identifier les zones à risque élevé d'accumulation d'eau (pente faible et convergence des flux). Ce que l'on peut dire à la lecture de nos cartes est que les localités de Karimama et Malanville constituent sans aucun doute des zones d'accumulation d'eau.

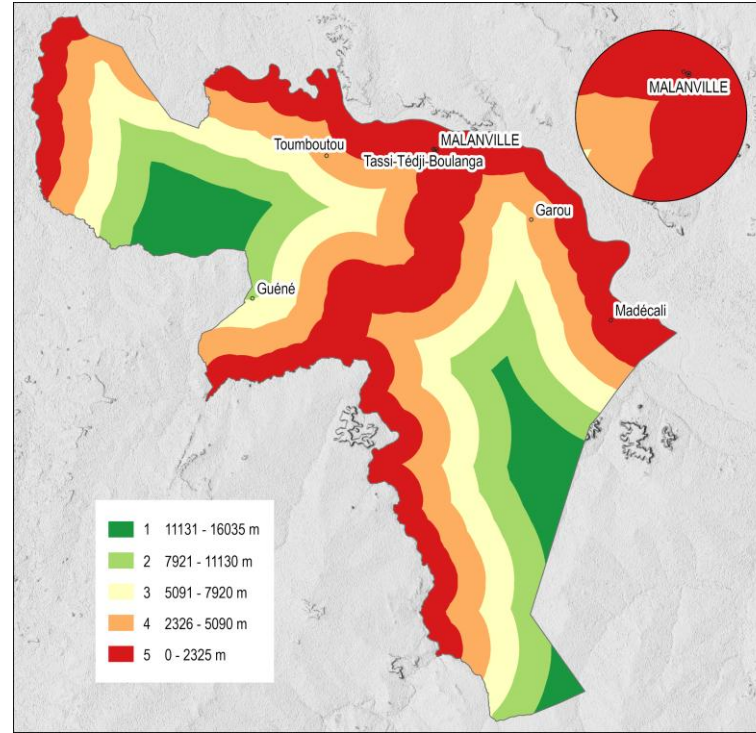
# Résultats

## ✓ Distance aux cours d'eau

Karimama



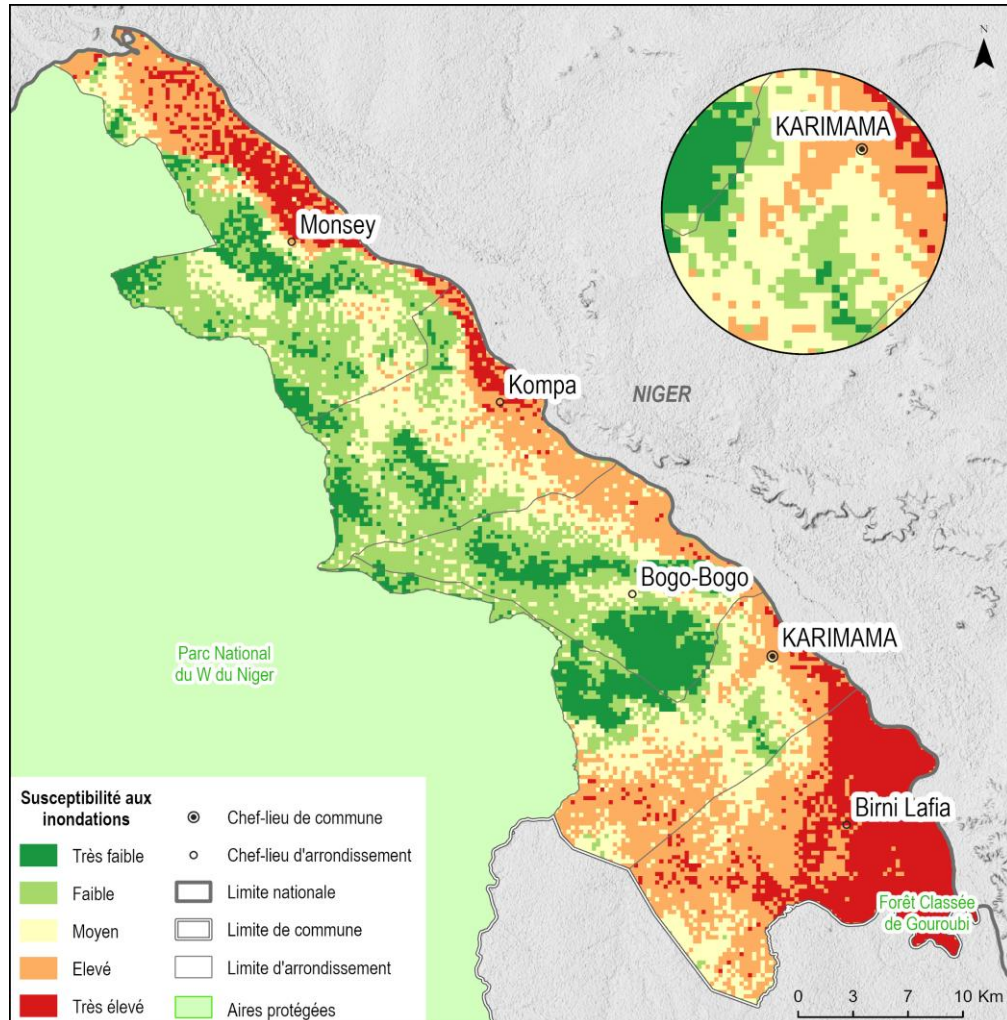
Malanville



La distance des différentes zones aux cours d'eau permet d'évaluer la vulnérabilité aux crues fluviales. Outre Bogo-Bogo, tous les autres arrondissements de Karimama sont à moins 3,8km des cours d'eau. Le risque d'être atteint par le débordement des eaux est donc élevé. C'est le cas aussi à Malanville où seul Guéné s'éloigne un peu du cours d'eau.

# Résultats

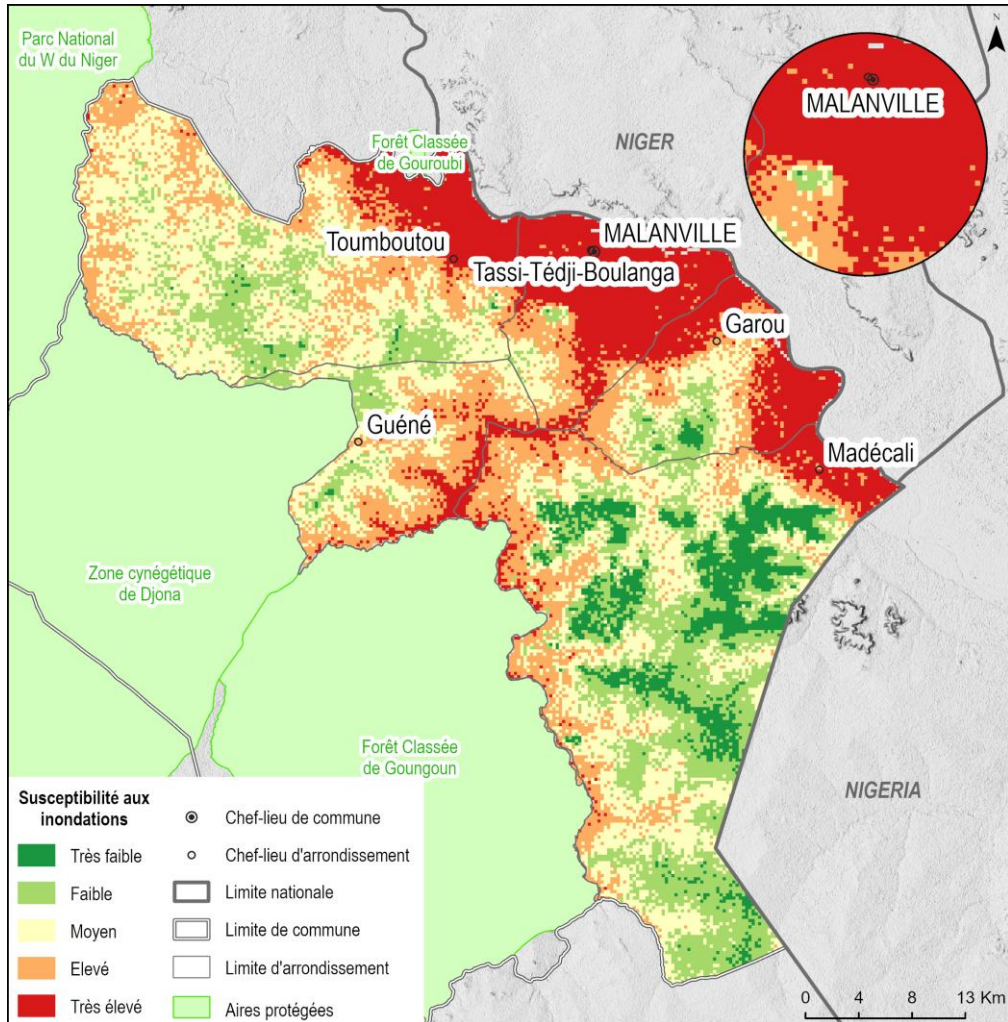
## SUSCEPTIBILITE A L'INONDATION : Cas de la commune de Karimama



La susceptibilité à l'inondation a été obtenue suite à la combinaison de tous les critères spatiaux qui précèdent. Conformément à tous les critères utilisés, les zones rouges présentent une susceptibilité très élevée d'être inondées. Pour le cas de Karimama, on peut aisément constater que l'agglomération Birni Lafia est fortement exposé. Les chefs-lieux des arrondissements de Karimama, Monsey et Kompa se retrouvent aussi sur un terrain dont la susceptibilité à l'inondation est élevée.

# Résultats

## SUSCEPTIBILITE A L'INONDATION : Cas de la commune de Malanville

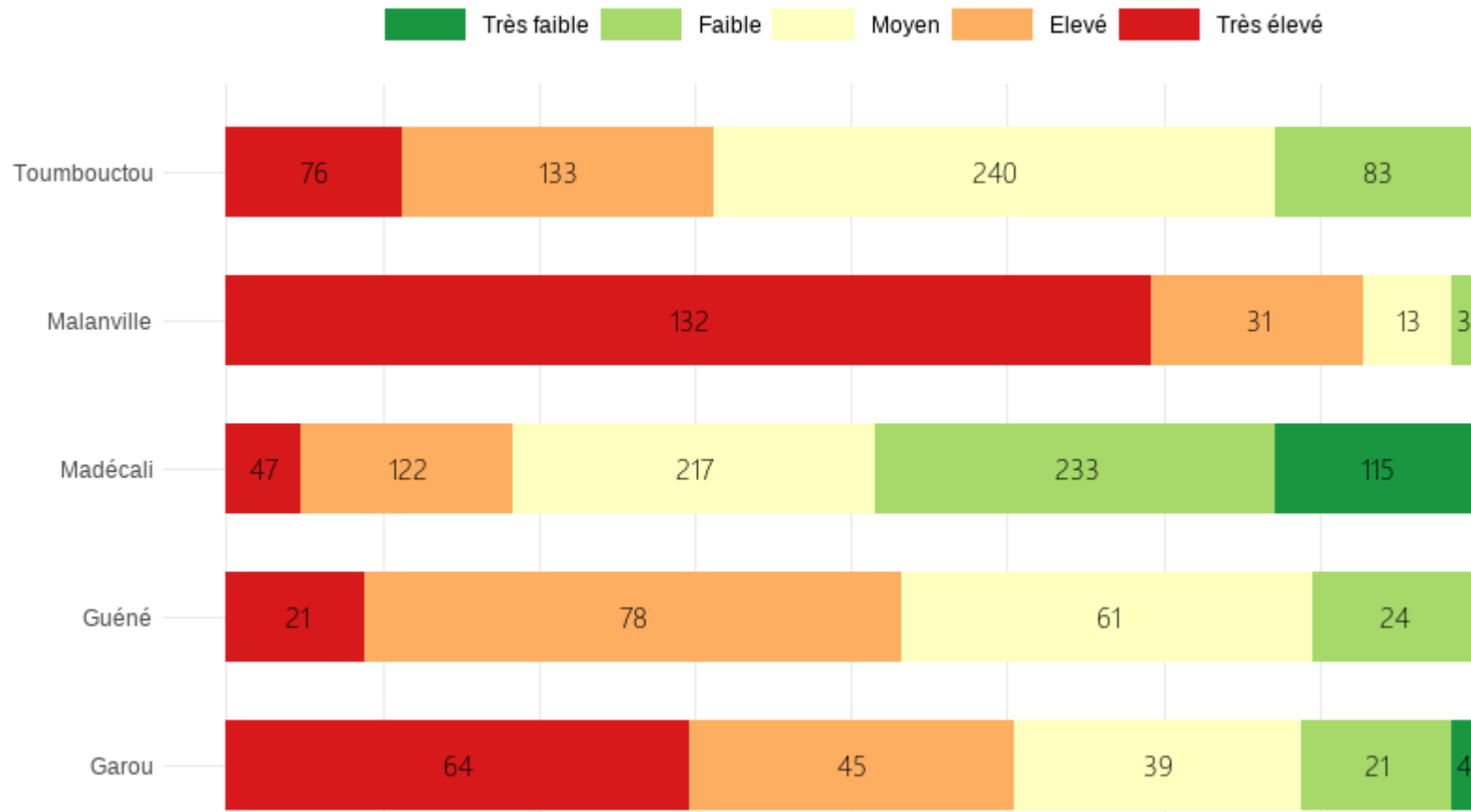


La carte de susceptibilité à l'inondation de la commune de Malanville est obtenue suite à la superposition des critères spatiaux précédents. Elle laisse entrevoir que la population s'est installée dans les zones les plus à risque de la commune. Seule l'agglomération de Guéné est plus ou moins épargné, se retrouvant dans une zone de susceptibilité moyenne. Le chef-lieu de la commune, c'est à dire le centre-ville de Malanville ainsi que Madécali, Garou, Toumboutou et Tassi-Tédji-Boulanga sont très exposés à l'inondation.

# EVALUATION DES POTENTIELS DEGATS

Superficie exposée en fonction du niveau de risque d'inondation :

Cas des arrondissements de la commune de Malanville

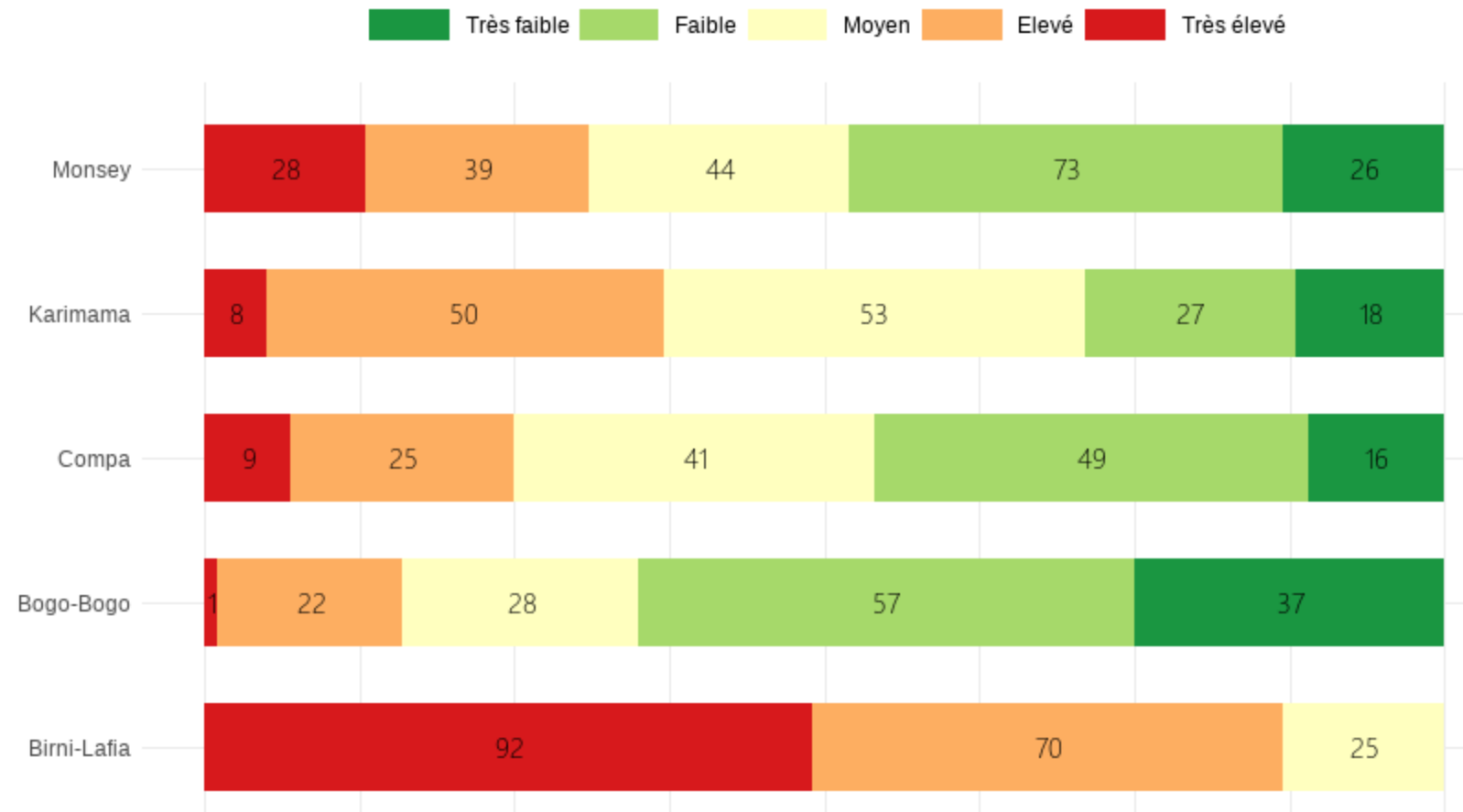


Les localités de **Malanville centre** et **Garou** apparaissent comme les plus exposées, avec la majorité de leurs superficies classées à risque très élevé. À l'inverse, **Madécali** présente une situation relativement plus favorable, avec une proportion importante de zones à risque faible ou très faible. **Toumbouctou** et **Guéné** se situent dans une position intermédiaire, caractérisées par une prédominance des zones à risque moyen mais avec des parties significatives exposées aux risques élevés.

# EVALUATION DES POTENTIELS DEGATS

Superficie exposée en fonction du niveau de risque d'inondation :

Cas des arrondissements de la commune de Karimama



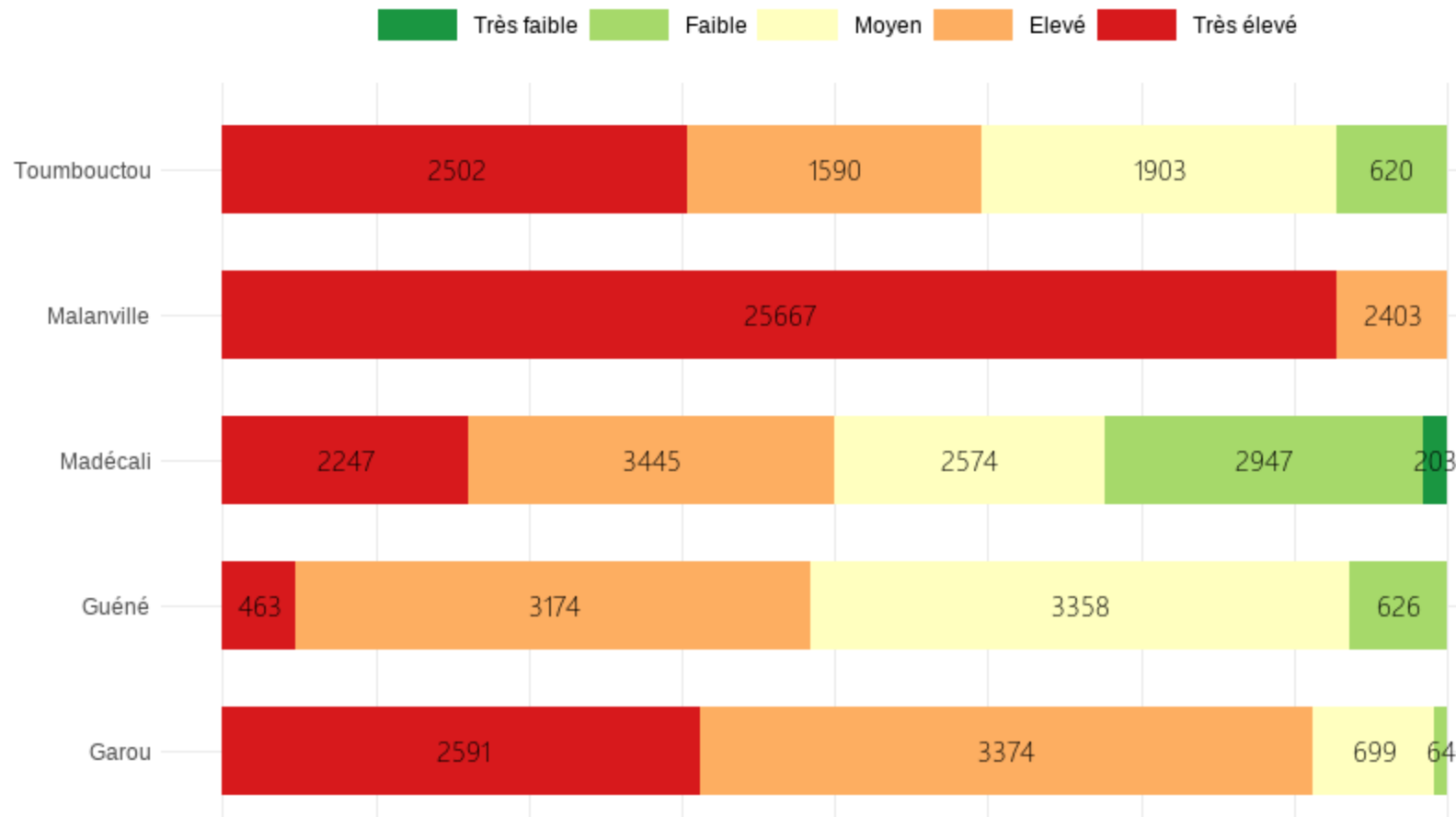
**Birni-Lafia** et **Karimama-centre**

apparaissent comme les plus exposés, avec la majorité de leurs superficies, classées à risque élevé ou très élevé. À l'inverse, **Bogo-Bogo** présente une situation plus favorable, avec une proportion importante de zones à risque faible ou très faible. **Monsey** et **Compa** occupent une position intermédiaire, marquée par une prédominance des zones à risque faible et moyen, mais avec des parts significatives exposées aux risques élevés et très élevés.

# EVALUATION DES POTENTIELS DEGATS

Nombre de bâtiments exposés en fonction du niveau de risque d'inondation :

Cas des arrondissements de la commune de Malanville



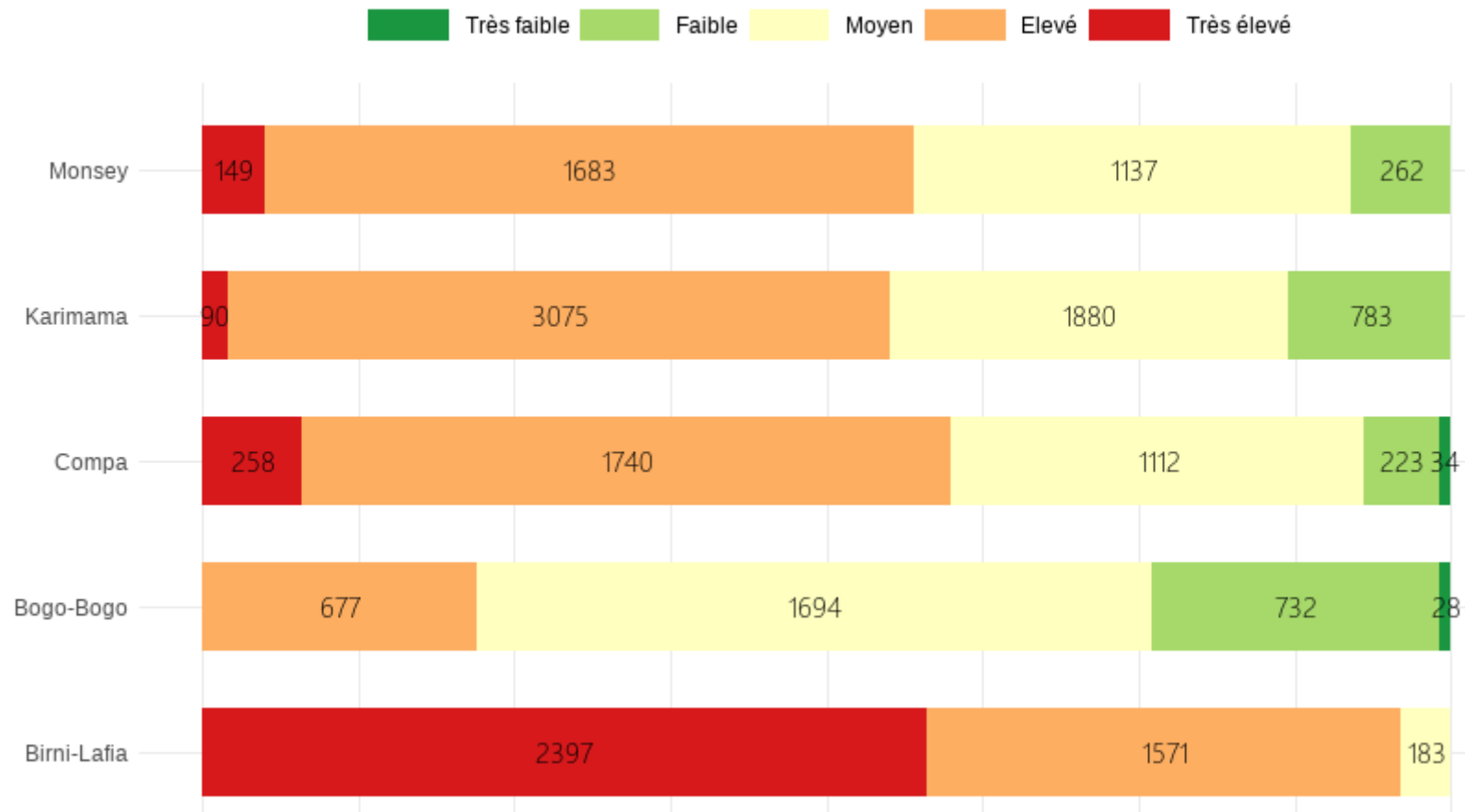
**Malanville-centre** apparaît comme le plus exposé, avec la quasi-totalité des bâtiments classés à risque très élevé.

**Garou** présente également une forte vulnérabilité, dominée par les risques élevé et très élevé. À l'inverse, **Madécali** se distingue par une situation relativement plus favorable, avec une part importante de bâtiments en risque faible ou moyen. **Toumbouctou** et **Guéné** occupent une position intermédiaire, marquée par une prédominance des risques moyen et élevé, mais avec une proportion notable de bâtiments en risque très élevé à **Toumbouctou**.

# EVALUATION DES POTENTIELS DEGATS

Nombre de bâtiments exposés en fonction du niveau de risque d'inondation :

Cas des arrondissements de la commune de Karimama

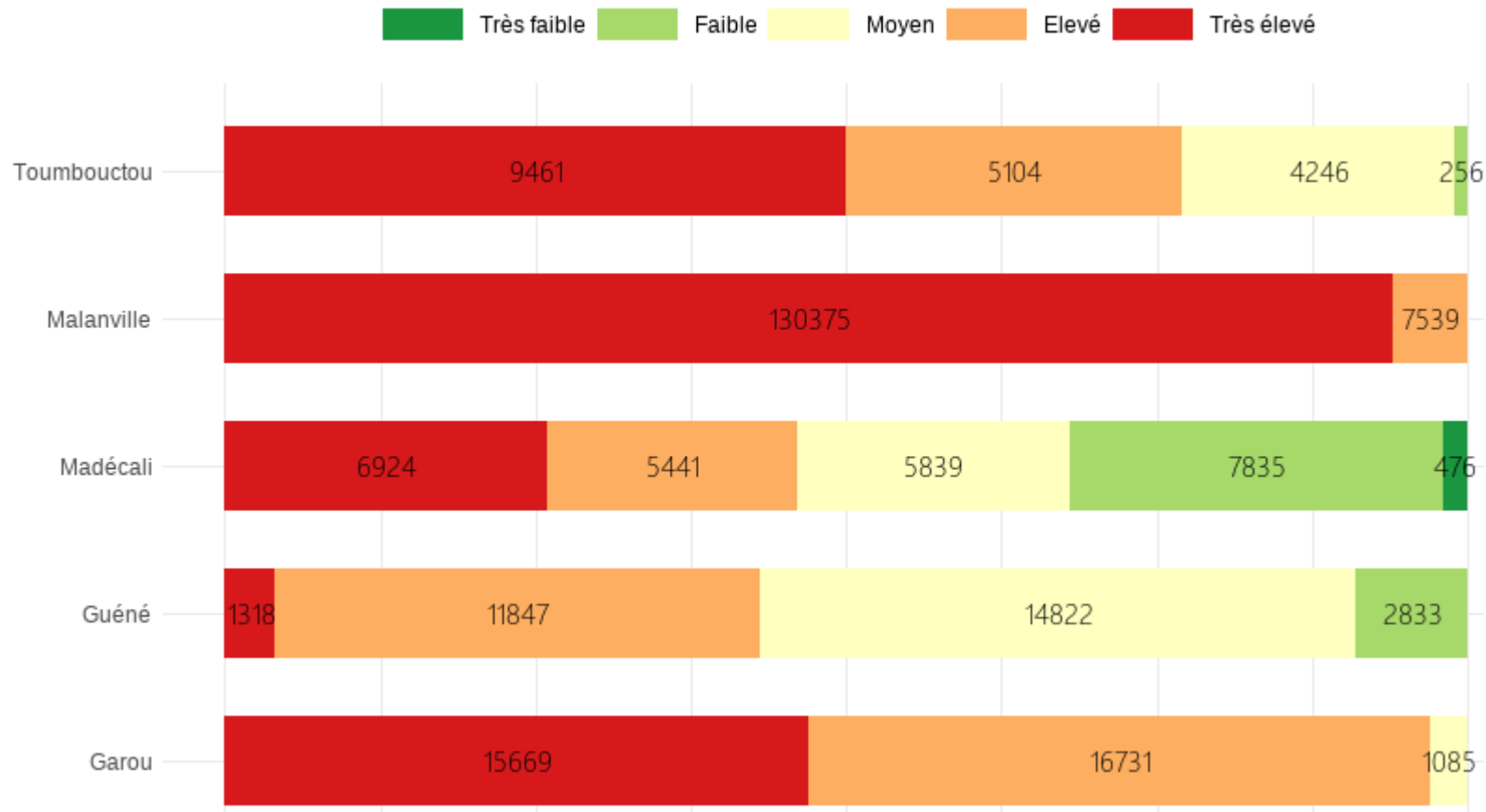


**Birni-Lafia** apparaît comme le plus exposé, avec la grande majorité des bâtiments classés à risque très élevé. **Karimama**, **Compa** et **Monsey** présentent une vulnérabilité marquée, dominée par les risques élevé et moyen, avec toutefois de faibles proportions en très élevé. À l'inverse, **Bogo-Bogo** se distingue par une situation relativement plus favorable, caractérisée par une prédominance de bâtiments en risque moyen et faible, et une quasi-absence de très élevé.

# EVALUATION DES POTENTIELS DEGATS

Nombre d'habitants exposé en fonction du niveau de risque d'inondation :

Cas des arrondissements de la commune de Malanville

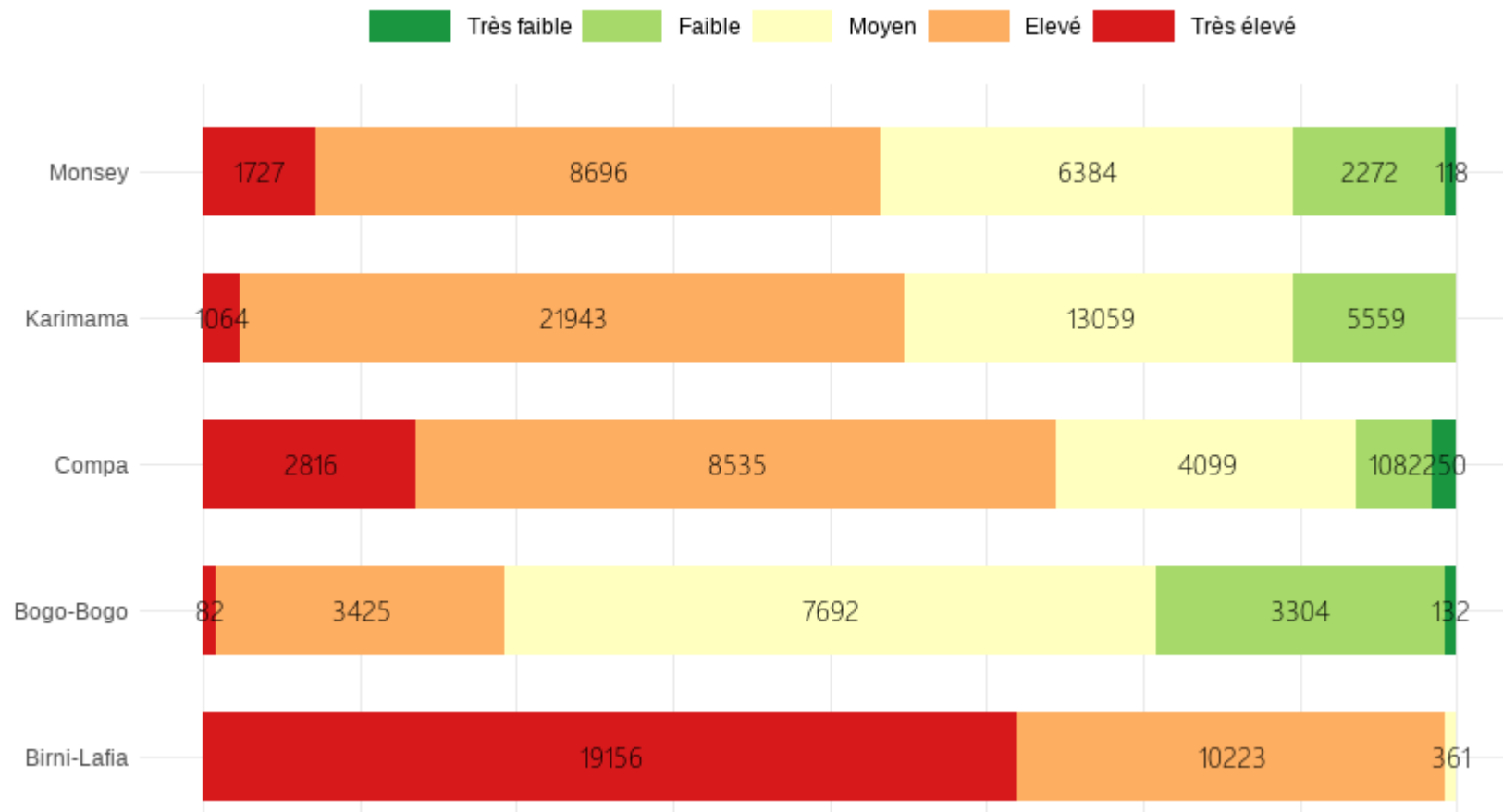


**Garou** et **Malanville-centre** apparaissent comme les plus exposés, avec la grande majorité de la population située dans les catégories de risque élevé et très élevé. **Guéné** et **Madécali** présentent une vulnérabilité modérée, dominée par les niveaux moyen et élevé, avec toutefois une proportion notable en très élevé dans **Madécali**. À l'inverse, **Toumbouctou** se distingue par une situation relativement plus favorable, caractérisée par une répartition plus équilibrée entre les niveaux moyen, élevé et très élevé, et de faibles proportions en très faible et faible.

# EVALUATION DES POTENTIELS DEGATS

Nombre d'habitants exposé en fonction du niveau de risque d'inondation :

Cas des arrondissements de la commune de Karimama



**Birni-Lafia** apparaît comme le plus exposé, avec la grande majorité de la population classée à risque très élevé et une part importante également en risque élevé.

**Karimama** présente également une vulnérabilité marquée, dominée par le risque élevé et moyen, tandis que la proportion en très élevé reste marginale. **Compa** se situe dans une situation intermédiaire, avec plus de la moitié de la population en risque élevé et près d'un quart en risque moyen, mais aussi une part non négligeable en très élevé.

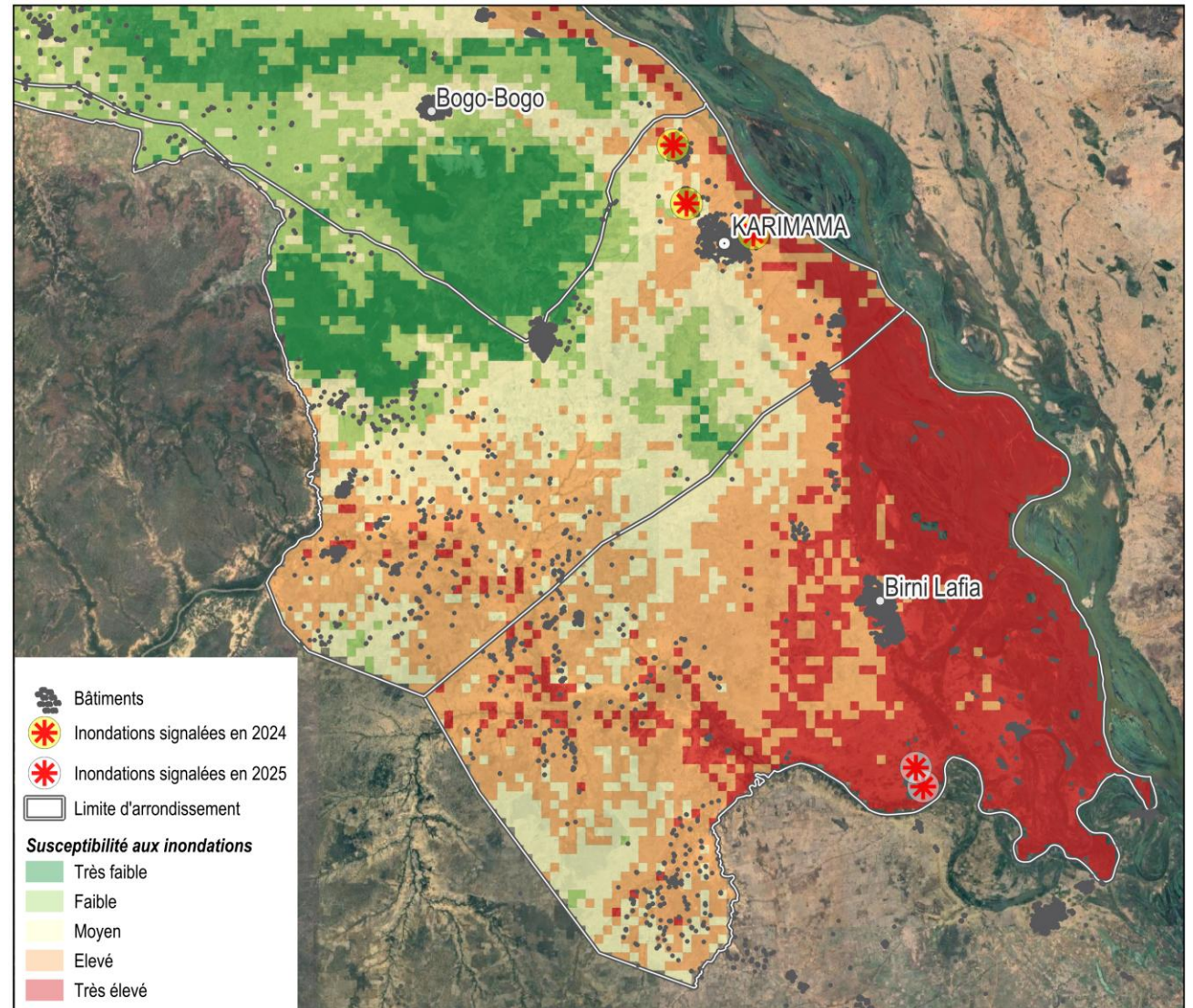
À l'inverse, **Bogu-Bogu** et **Monsey** se distinguent par une exposition relativement plus favorable : la majorité de la population y est répartie entre les niveaux moyen et élevé, avec de faibles proportions en très élevé.

# A RETENIR

- ✓ A Karimama, sur une superficie totale de 838,65 km<sup>2</sup>, 536 km<sup>2</sup> se retrouvent en situation de susceptibilité moyenne à très élevée à l'inondation, ce qui équivaut à plus 63,78 % du territoire. 1319,37 km<sup>2</sup> sur 1804,27 km<sup>2</sup> se retrouvent dans la même situation dans Malanville, soit 73,12 % du territoire.
- ✓ Le nombre de bâtiments se trouvant dans les catégories susceptibilité moyenne à très élevé dans Karimama est de 17650 contre 56091 à Malanville. Ce qui correspond à un total de 73741 bâtiments potentiellement affectées si de fortes inondations survenaient dans les deux communes. Cela laisse penser déjà au nombre de personnes qui pourraient être touchés dans une situation pareille. Les données Global Human Settlement suppose 109262 personnes à Karimama et 236576 à Malanville soit un total de 345838 personnes.

# COMPARAISON DES RESULTATS

- ✓ La documentation indique des inondations de nature grave à Karimama et Malanville presque tous les ans depuis celles dévastatrices de 2010. Un Système d'alerte Précoce lié aux inondations du fleuve Niger a d'ailleurs été mis en place en 2013 [Lire ici](#)
- ✓ 2024 : Le centre-ville de Karimama est fortement touché surtout les localités Logo, Gouroubéri et Monsi Peulh [Lire ici](#)
- ✓ 2025 : Les inondations ont carrément coupé Karimama du reste pays en sévissant fortement à Fadama et Karigui affectant plus de 50% de la population. [Lire ici](#)
- ✓ Météo Bénin a d'ailleurs placé les deux communes en alerte jaune le 11 Août 2025. [Lire ici](#)



# LIMITES DE L'ANALYSE

- ✓ **Subjectivité dans les pondérations** : Les poids attribués aux critères dépendent souvent de l'expertise ou des préférences des décideurs. Cela peut introduire un biais si les jugements ne sont pas bien justifiés ou validés par des données empiriques.
- ✓ **Non-linéarité des relations** : L'AHP suppose souvent des relations linéaires entre les critères, ce qui peut ne pas refléter la réalité des phénomènes hydrologiques. Par exemple : Une pluie très intense peut saturer tous les systèmes de drainage, peu importe les autres critères. L'effet est non proportionnel.
- ✓ **Qualité et résolution des données spatiales** : Les résultats dépendent fortement de la précision des données (topographie, occupation du sol, pluviométrie, etc.). Des données obsolètes ou à faible résolution peuvent fausser l'analyse.
- ✓ **Les SIG sont très efficaces pour les données géographiques, mais l'intégration de données socio-économiques ou historiques peut être plus complexe.**
- ✓ **Risque de surinterprétation** : La carte finale peut sembler très précise, mais elle repose sur des hypothèses et des jugements subjectifs.
- ✓ **Manque de validation terrain** : Sans vérification sur le terrain ou par des données historiques d'inondation, les résultats peuvent être théoriques.

# Merci de votre attention



[marianosossou@reach-initiative.org](mailto:marianosossou@reach-initiative.org) , Spécialiste SIG - Pays Côtiers

[manzid.saliou@reach-initiative.org](mailto:manzid.saliou@reach-initiative.org) , Responsable Base de Données - Pays Côtiers



**REACH** Informing  
more effective  
humanitarian action