



# ATLAS DES RISQUES

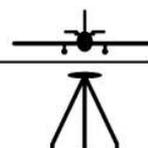
## REGION SOFIA



photogrammétrie - topométrie - géodésie

Villa n°4, Zone Filatex, Ankadimbahoaka, B.P. 3469 Antananarivo 101

Tél: 24 129 23 / Fax: 22 271 37 Email: sarytany@blueline.mg

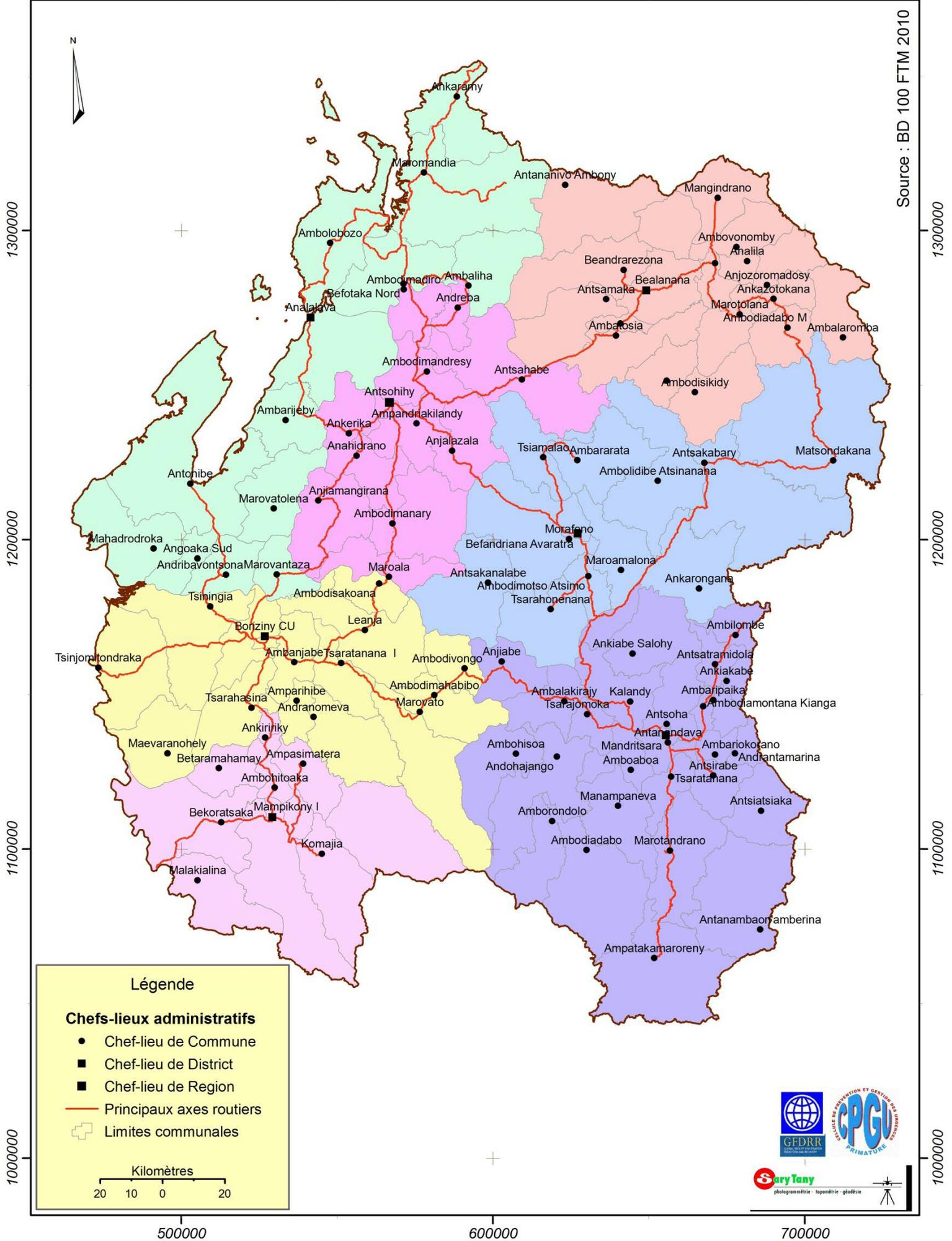


## Sommaire

ADMINISTRATION.....	6
Localisation.....	6
Découpage administratif.....	6
GEOGRAPHIE PHYSIQUE.....	8
RELIEF .....	10
Pente .....	10
Cours d'eau.....	12
Plan d'eau.....	12
Bassins versants.....	12
OCCUPATION DU SOL.....	14
CLIMAT .....	16
La Température .....	16
La Pluviométrie.....	16
SECTEURS .....	17
HABITAT.....	20
La population régionale.....	20
La population et le réseau routier.....	20
La population et l'habitat .....	22
La population et ses activités .....	22
INFRASTRUCTURES ROUTIERES.....	26
SANTE ET NUTRITION .....	28
AGRICULTURE.....	30
ALEAS CLIMATIQUES .....	32
CYCLONE.....	34
Périodes de retour.....	34
Probabilités d'occurrences.....	36
Sévérité des cyclones .....	38
SECHERESSES.....	40
Classification.....	40
Fréquences des années sèches .....	40
Probabilités d'occurrences des sécheresses .....	42
Périodes de retour.....	44
Catégories des sécheresses en fonction périodes de retour .....	46

INONDATION .....	47
VULNERABILITE.....	53
Légende .....	54
Aléas .....	54
Période de retour .....	54
Vulnérabilité .....	54
Exemple : Cas des Maisons d’habitation .....	55
Secteur HABITAT .....	56
SECTEUR INFRASTRUCTURES ROUTIERES .....	75
SECTEUR AGRICULTURE .....	84
SECTEUR SANTE .....	90
SECTEUR NUTRITION .....	97

# REGION SOFIA DECOUPAGE ADMINISTRATIF

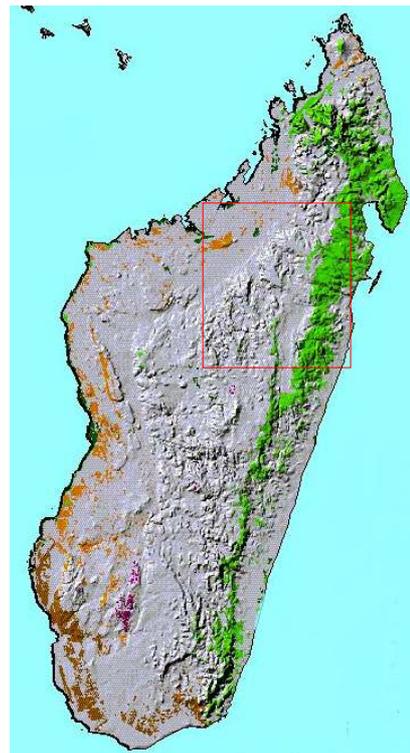


## ADMINISTRATION

### Localisation

La Région Sofia est située sur la côte Nord Nord-Ouest de Madagascar. Elle fait partie d'une des quatre régions constituant la Province de Mahajanga. Localisée entre 47° et 49° de longitude Est, 14° et 17° de latitude Sud, elle constitue un vaste territoire d'une superficie de 52.504<sup>1</sup> km<sup>2</sup>, soit à peu près 8,5% de la Grande Ile et **33,4%** de la Province faisant l'elle la 2<sup>ème</sup> région la plus vaste du pays derrière Atsimo Andrefana.

Elle a pour Chef-lieu la ville d'**Antsohihy** qui se situe à 440 km environ de Mahajanga, sur la RN6 (au PK. 299<sup>2</sup>) reliant la RN4 à Antsiranana. Elle est délimitée par les Régions de SAVA et DIANA au Nord, par ANALANJIROFO et ALAOTRA MANGORO à l'Est, par BETSIBOKA au Sud, par BOENY au Sud-Ouest et par le canal de Mozambique à l'Ouest



### Découpage administratif

La Région SOFIA fait partie des quatre Régions qui composent la Province de Mahajanga. Elle est géographiquement la plus grande et la plus peuplée. Avec une superficie de 52 504 km<sup>2</sup>, elle abrite en 2007, selon une enquête menée par le FID, plus d'un million et demi d'âmes, répartis dans 7 Districts qui sont : Analalava, Antsohihy, Bealanana, Befandriana Nord, Mampikony, Mandritsara et Port-Bergé.

108 communes composent la région dont la plus vaste est la CR de Mantsoandakana dans le district de Befandriana Nord avec 1 740 km<sup>2</sup> tandis que la plus petite est la CU de Mandritsara (25 km<sup>2</sup>).

Le District de Mandritsara, avec ses 28 communes, est le plus grand de la Région détenant une superficie de 10 400 km<sup>2</sup>; le plus petit est celui de Mampikony qui est de 4 840 km<sup>2</sup>, composé 10 Communes.

La Sofia est un regroupement de deux zones de planification de la Province de Mahajanga<sup>3</sup> :

- la partie Est : Bealanana, Befandriana Nord et Mandritsara ;
- la partie Ouest : Analalava, Antsohihy, Mampikony et Port-Bergé.

<sup>1</sup> La surface obtenue au moyen de la BD FTM est de 51 160 km<sup>2</sup>

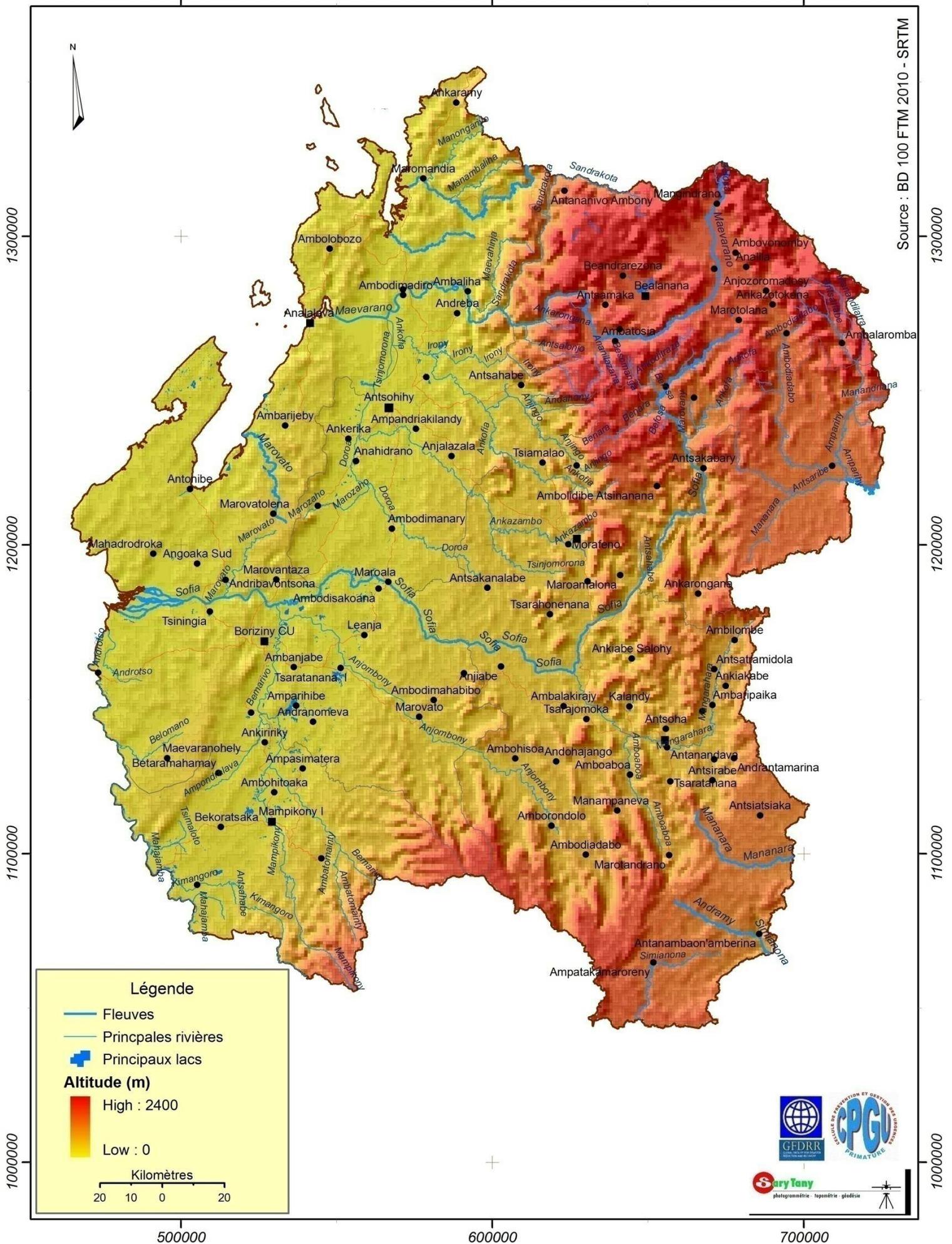
<sup>2</sup> La ville d'Antsohihy se trouve à 724 km d'Antananarivo

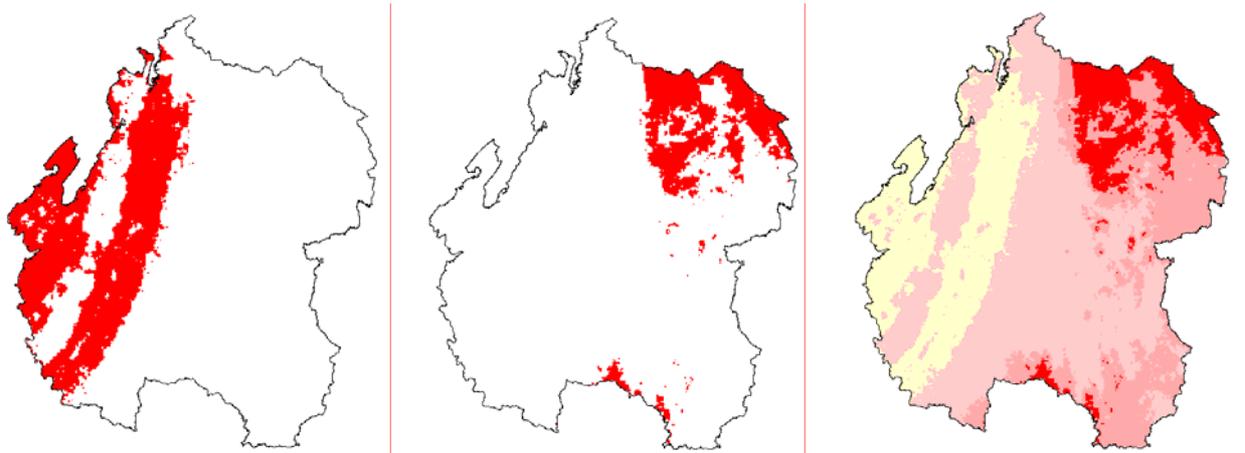
<sup>3</sup> Voir PRD de la Région Sofia

# GEOGRAPHIE PHYSIQUE

---

# REGION SOFIA RELIEF - HYDROGRAPHIE





## RELIEF

Zone à moins de 100 m d'altitude

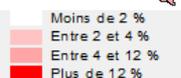
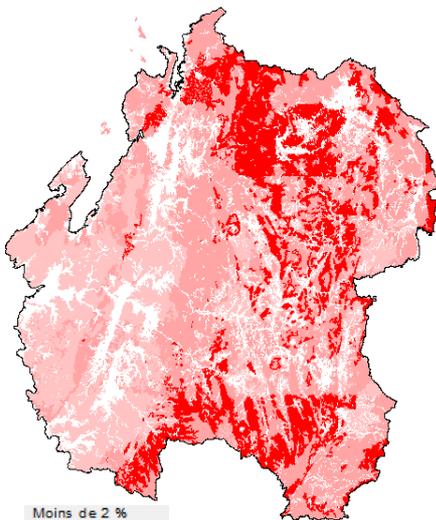
Zone à plus de 1 200 m d'altitude



La partie Ouest de la région est occupée par des reliefs à basse altitude (< 100 m). Ce type de relief représente près de 11 573 km<sup>2</sup>.

Les reliefs à des altitudes de plus de 1200 m se trouvent principalement dans la partie Nord Nord Est (District de Bealanana). Ce type de relief représente 5 082 km<sup>2</sup> soit 1/10 du territoire régional. La totalité du district de Bealanana se trouve à une altitude de plus de 1 000 mètres tandis que 60% de son territoire est à plus de 1 200 mètres d'altitude.

Les pieds du grand massif de Tsaratanana<sup>4</sup> commencent dans cette partie Nord Nord Est de la région et l'un des accès à ce site pittoresque se situe au niveau de la Commune rurale de Mangindrano District de Bealanana.



## Pente

La partie Ouest (Analalava – Antsohihy – Mampikony et Port Bergé), à proximité de la littorale, est dominée par des terrains à pente faible. On rencontre les terrains à pente moyenne et forte généralement à l'Est divisant ainsi la région en deux zones différentes.

1/5 du territoire régional est fait de pente à plus de 12%. Les terrains dont les pentes se trouvent entre 4 et 8% représentent un peu moins de 40% qui sont à peu près équivalents aux terrains à faible pente (Moins de 4%).

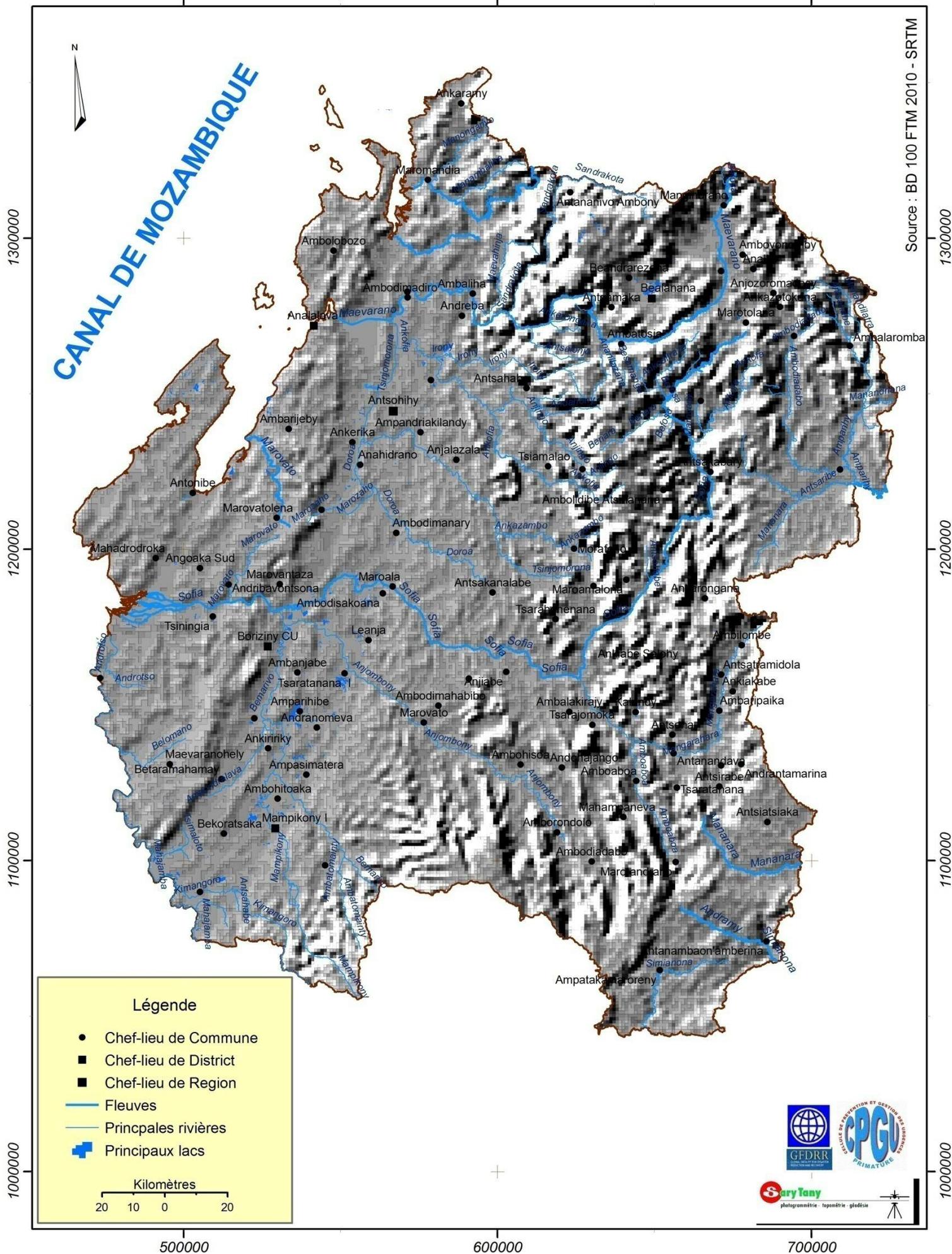
Les districts se trouvant à l'Est du territoire régional sont dominés par des terrains à moyenne et forte pente (Befandriana Nord et Mandritsara 2/3 – Bealanana 4/5).

<sup>4</sup> Ce grand massif présente le sommet le plus haut de Madagascar (Maromokotro 2 880 m)

# REGION SOFIA HYDROGRAPHIE

CANAL DE MOZAMBIQUE

Source : BD 100 FTM 2010 - SRTM



## Légende

- Chef-lieu de Commune
- Chef-lieu de District
- Chef-lieu de Region
- Fleuves
- Principales rivières
- ⊕ Principaux lacs

Kilomètres

20 10 0 20



1000000

1100000

1200000

1300000

1300000

1200000

1100000

1000000

500000

600000

700000

## HYDROGRAPHIE

### Cours d'eau

La région Sofia a un potentiel hydrographique assez élevé. On y rencontre deux principaux types de cours d'eau : Permanent et Intermittent ou périodique selon les données issues de la BD100 FTM.

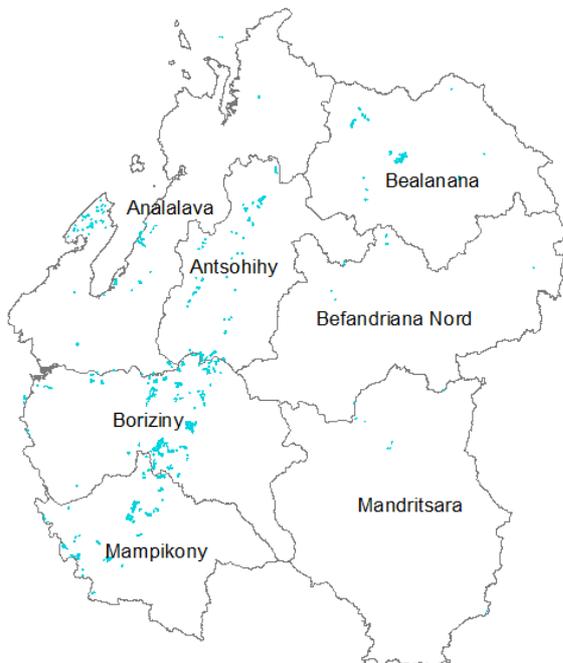
Les cours d'eau de type permanent représentent une longueur de 35 650 km tandis que les périodiques de 126 130 km.

Selon les informations issues des BD du FTM, ceci donne un réseau de plus de 160 000 km soit une longueur de 3 km par unité kilométrique de surface.

La région dispose de grands fleuves répondant au nom de SOFIA ( km) qui traverse la partie centrale de la région, de MAHAJAMBA ( km) délimitant la région au Sud, de MAEVARANO ( km) dans le Nord de la région.

La Sofia et Maevarano prennent respectivement leur source dans la partie Est et Nord Est de la région.

Ces trois grands fleuves se déversent tous dans le Canal de Mozambique.



Outre les fleuves, la région regorge de rivières qui alimentent ces fleuves dont :

- Affluents de la Sofia : le complexe Bemarivo ( km) – Mampikony ( km) ; Anjombony ( km) ; le complexe Mangarahara ( km) – Amboabo ( km).
- Affluents de la Maevarano : Tsinjomorona ( km) et la Loza ; Ankofia ( km)

*Source : Fleuves et rivières de Madagascar*

### Plan d'eau

Les plans d'eau sont composés de lacs, d'étangs et de marais. La région dispose d'une superficie lacustre de 128 km<sup>2</sup> que l'observe surtout dans la partie Ouest (Mampikony – Antsohihy) et Nord Est (au niveau de la plaine d'altitude de Bealanana).

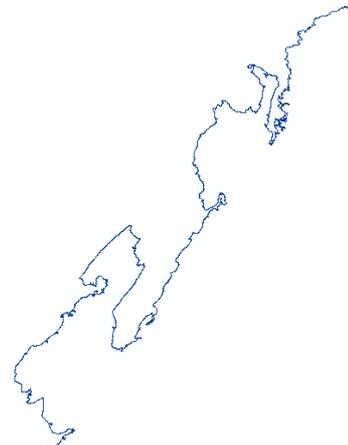
Littoral

La région est bordée par le canal de Mozambique dans sa partie occidentale présentant 823 km linéaires de côte soit 16% des côtes totales de Madagascar.

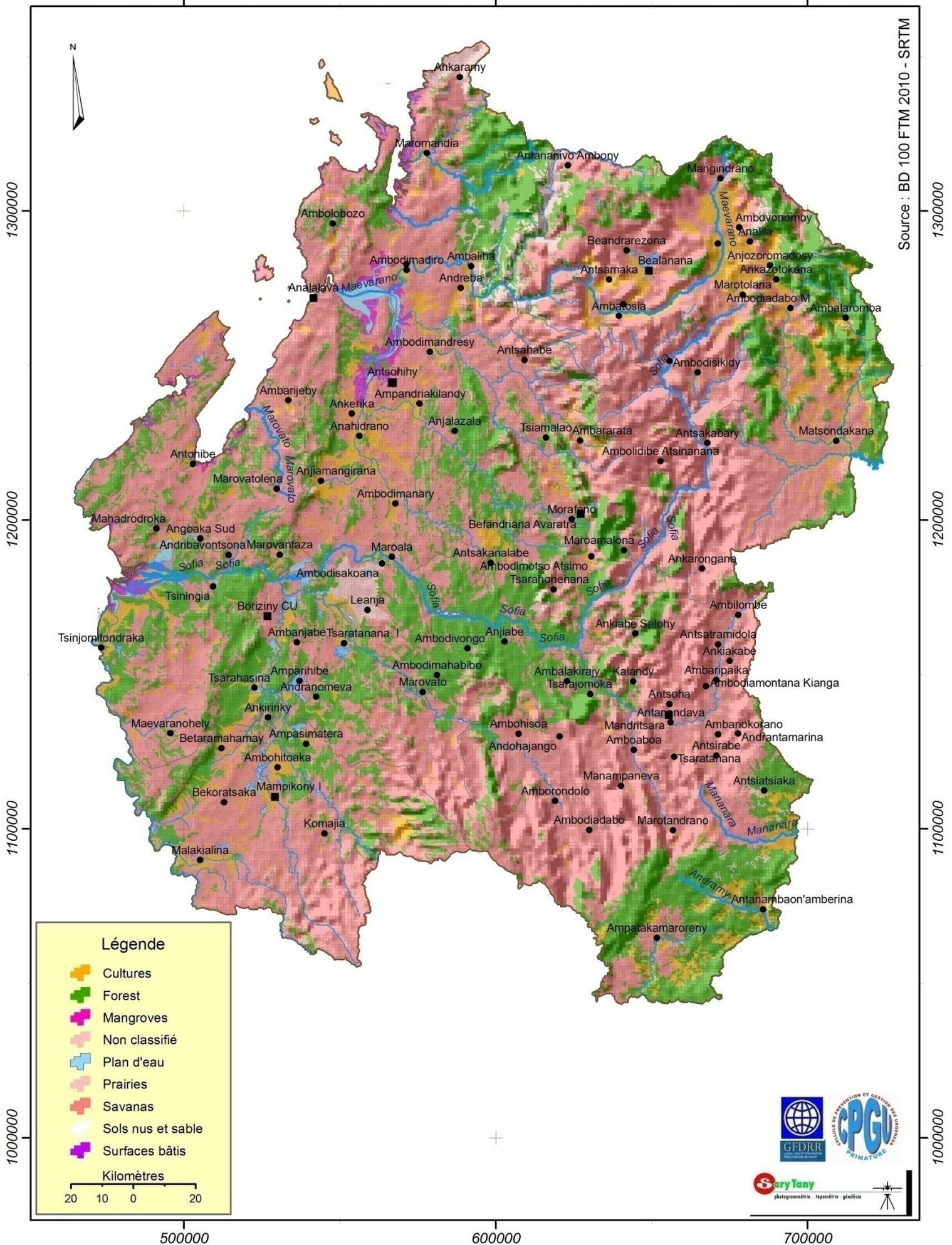
### Bassins versants

La région est dominée par 3 grands bassins fluviaux qui sont le bassin de la Sofia, le bassin de la Maevarano et le bassin de la Mahajamba se trouvant à l'intérieur de la région).

D'une superficie de 4100 km<sup>2</sup>, le bassin de la Sofia est l'un des plus grands bassins de la partie Nord de Madagascar.



# REGION SOFIA OCCUPATION DU SOL - ANNEE 2000



## OCCUPATION DU SOL

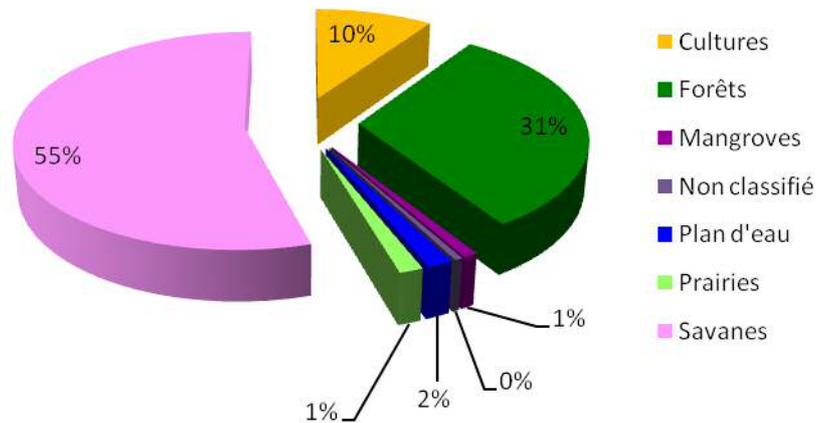
Plus de la moitié du territoire régional est occupée par des savanes (27 927 km<sup>2</sup>). Les couverts végétaux assez présents dans la partie centrale, au Nord et au Sud représentent 16 518 km<sup>2</sup> soit un peu plus du tiers (1/3) de la surface de Sofia.

Les plans d'eau n'occupent que 2% du territoire.

Les espaces artificiels par contre représentent 1/10 du territoire :

- Zone de culture (4 889 km<sup>2</sup>)
- Espace bâti (2 km<sup>2</sup>)

Répartition du sol - Année 1999  
Les classes majeures

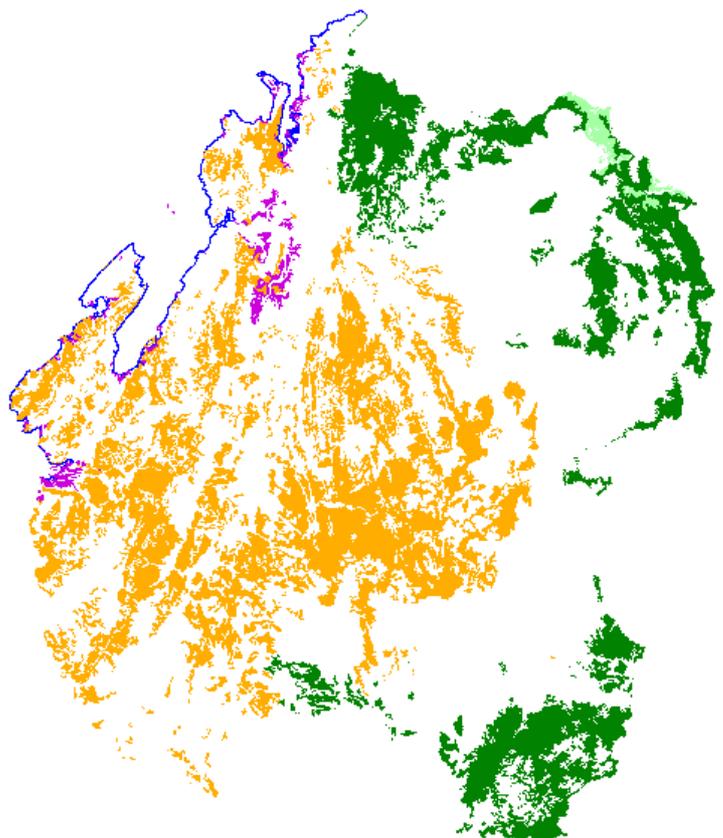


Au niveau des couverts végétaux, on notera la présence de quatre (04) grands types de forêt :

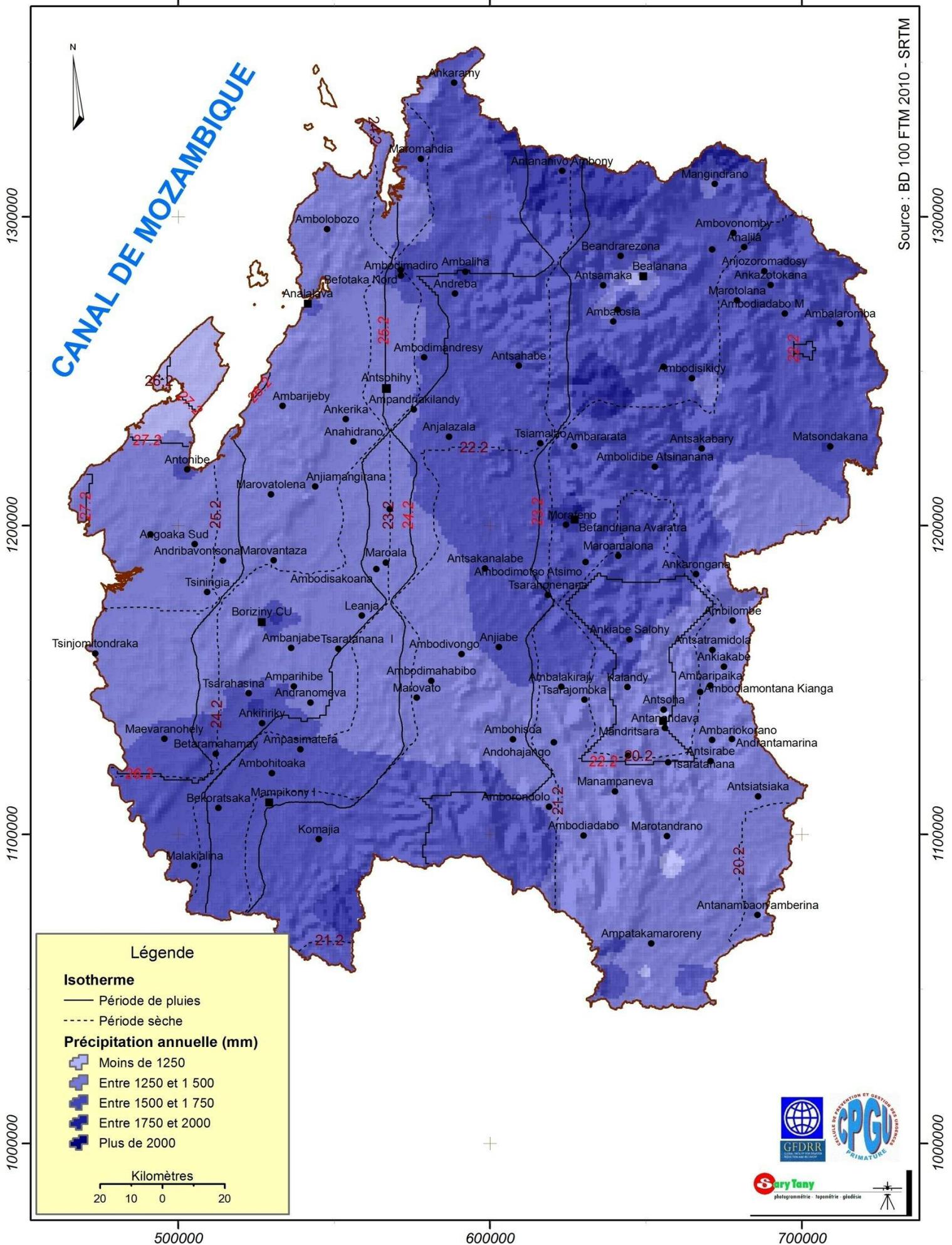
- Les forêts humides que l'on rencontre dans la partie Est de la région ;
- Les forêts sèches que l'on rencontre dans la partie centrale et Ouest de la région ;
- Les forêts stéréophylles de montagne que l'on trouve principalement au pied du massif de Tsaratanana ;
- Les mangroves sur la partie littorale à l'embouchure d'innombrables baies que recèle cette partie.

Les forêts humides sempervirentes représentent 1/3 des couverts végétaux dans la région et que les forêts sèches un peu moins des 2/3 (10 093 km<sup>2</sup>).

A ce titre, les mangroves (462 km<sup>2</sup>) et les forêts stéréophylles (248 km<sup>2</sup>) ne représentent que 5% des couverts végétaux.



# REGION SOFIA TEMPERATURE ET PRECIPITATION



# CLIMAT

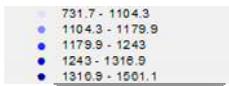
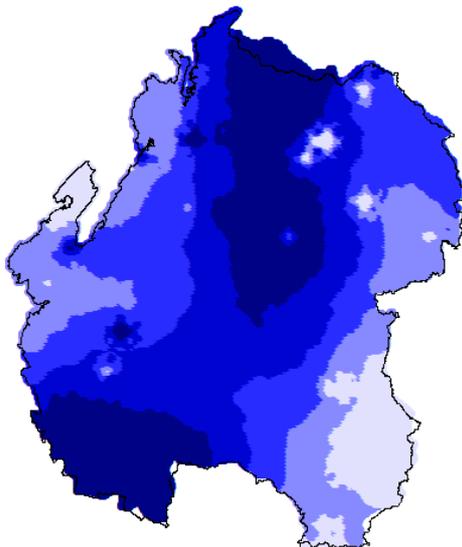
## La Température

La moyenne des températures varie entre 19.9 °C à 26.2 °C en période sèche et de 22.2 °C à 27.2 °C en période pluvieuse.

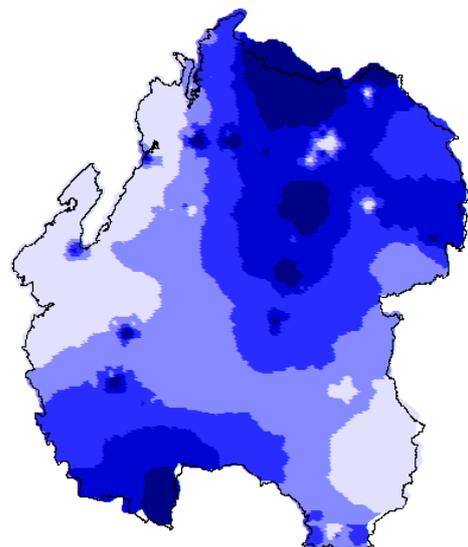
La partie littorale enregistre une température beaucoup plus élevée que la partie des hautes terres de l'Est (Bealanana, Befandriana Nord et Mandritsara). La température est plus fraîche dans la partie des Est tandis qu'elle devienne plus élevée dans la partie Ouest.

La partie Est enregistre une amplitude moyenne entre 11 °C et 17 °C. Par contre, au niveau de la partie Ouest, cette amplitude est entre 9.5 °C (Analalava) et 14.9 °C (Mampikony).

## La Pluviométrie



La région reçoit annuellement 1 098 mm à 2 053 mm de précipitations avec une concentration de pluies entre Décembre – Mars pouvant atteindre jusqu'à 1 560 mm dans certains



endroits.

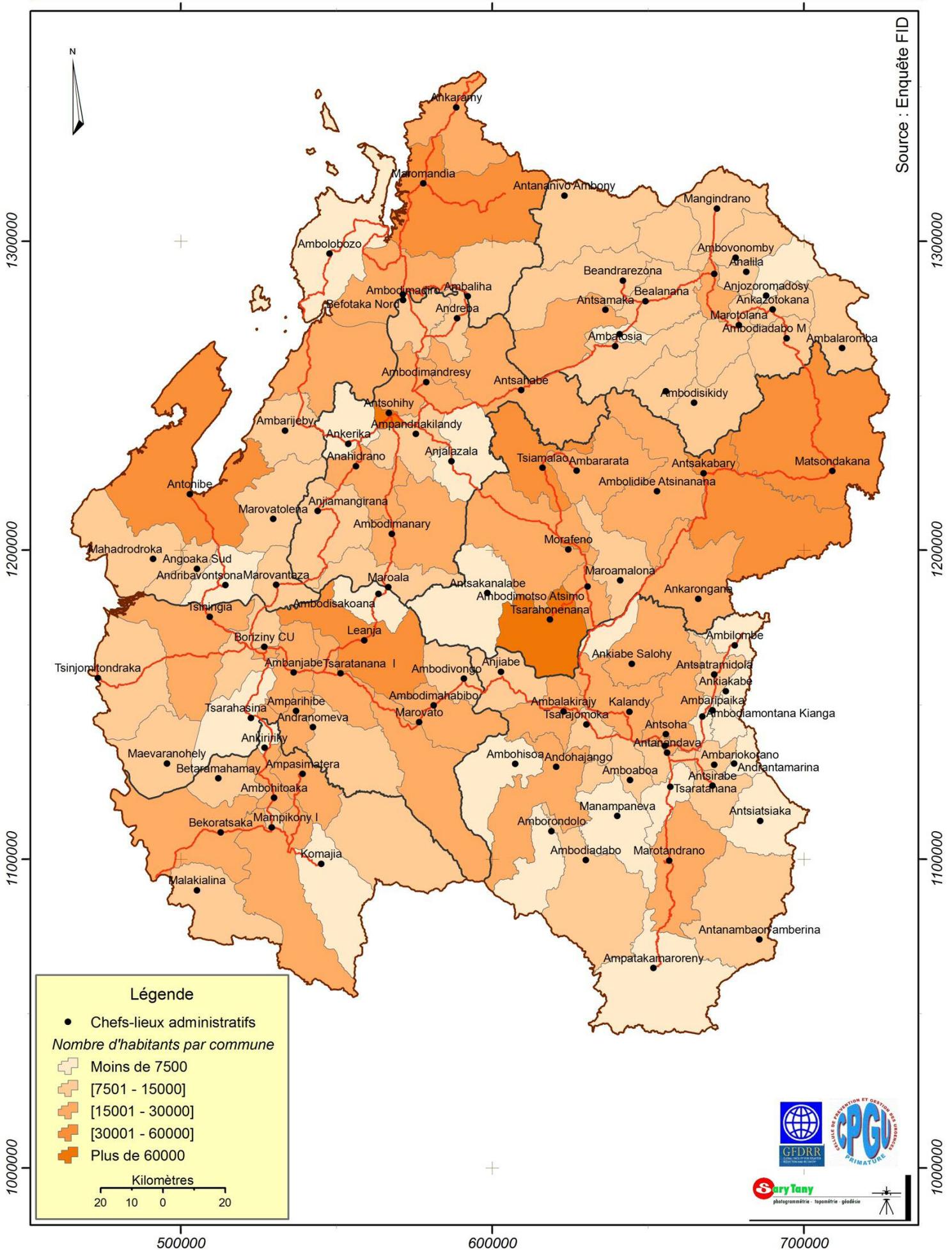
Le nombre de jours biologiquement secs est 214 à 260.

de l'ordre de

# SECTEURS

---

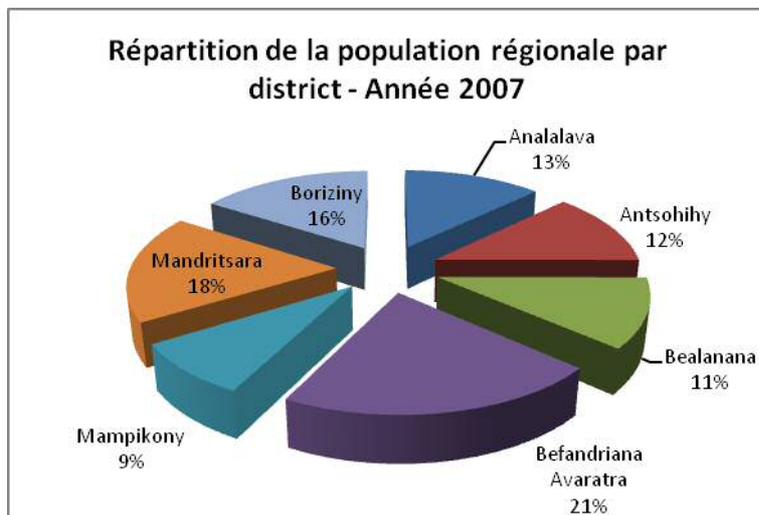
# REGION SOFIA POPULATION - ANNEE 2007



## HABITAT

### La population régionale

En 2007, on a recensé près de 1 601 488<sup>5</sup> habitants dans la région de Sofia faisant d'elle la 8<sup>ème</sup> région la plus peuplée de l'Ile.



La densité de la population est estimée à 31 hab/km<sup>2</sup> avoisinant la densité nationale<sup>6</sup>.

1/2 de sa population est recensée au niveau des districts de l'Est (Bealanana, Befandriana Avaratra et Mandritsara) dont 326 296 habitants à Befandriana Avaratra<sup>7</sup> (Sa population représente le 1/5 de la population régionale).

Les grands centres urbains (Antsohihy, Analalava, Bealanana,

Mampikony, Port-Bergé) de la région représentent 1/10 de la population régionale (182 661 hab) pour une densité moyenne de 131,70 hab/km<sup>2</sup>.

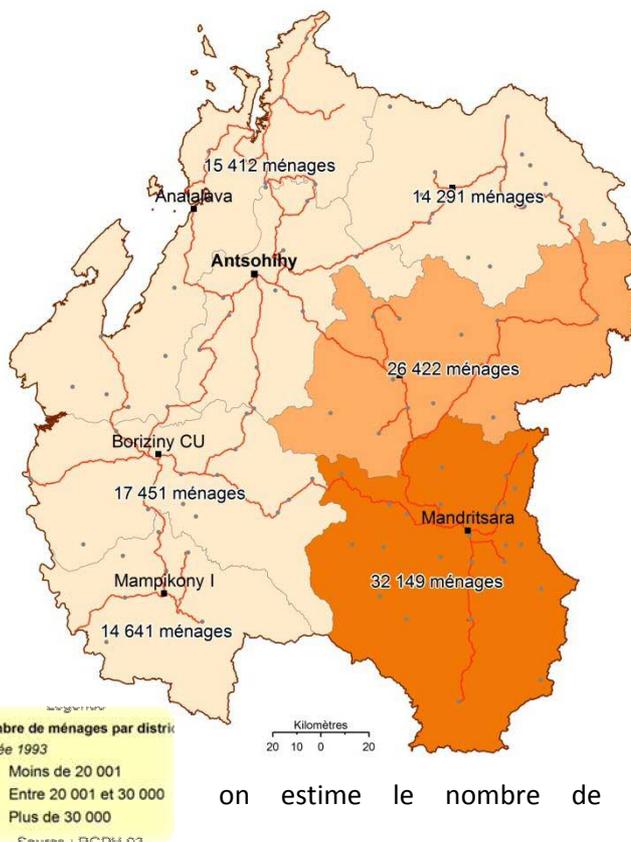
### La population et le réseau routier

38 % de la population régionale (soit 610 786 habitants) sont recensées au niveau des Communes traversées par des routes nationales. Un peu plus de 1/5 de la population régionale (soit 371 200 habitants) se trouve dans des Communes traversées par la route nationale 6 (Ambondromamy [RNP4] – Antsiranana).

En 1993, 137 173 ménages ont été recensés dans la région pour une population de 660 971 habitants (RGPH 93).

Le rapport entre ces deux chiffres donne la taille moyenne de ménage au niveau régional qui est de 4,82. Au niveau des Districts, elle varie de 4,44 (Analalava) à 5,43 (Bealanana).

En supposant que cette taille n'a pas varié, on estime le nombre de ménage pour l'année 2007 à 332 259.



**Répartition des ménages – Année 1993**

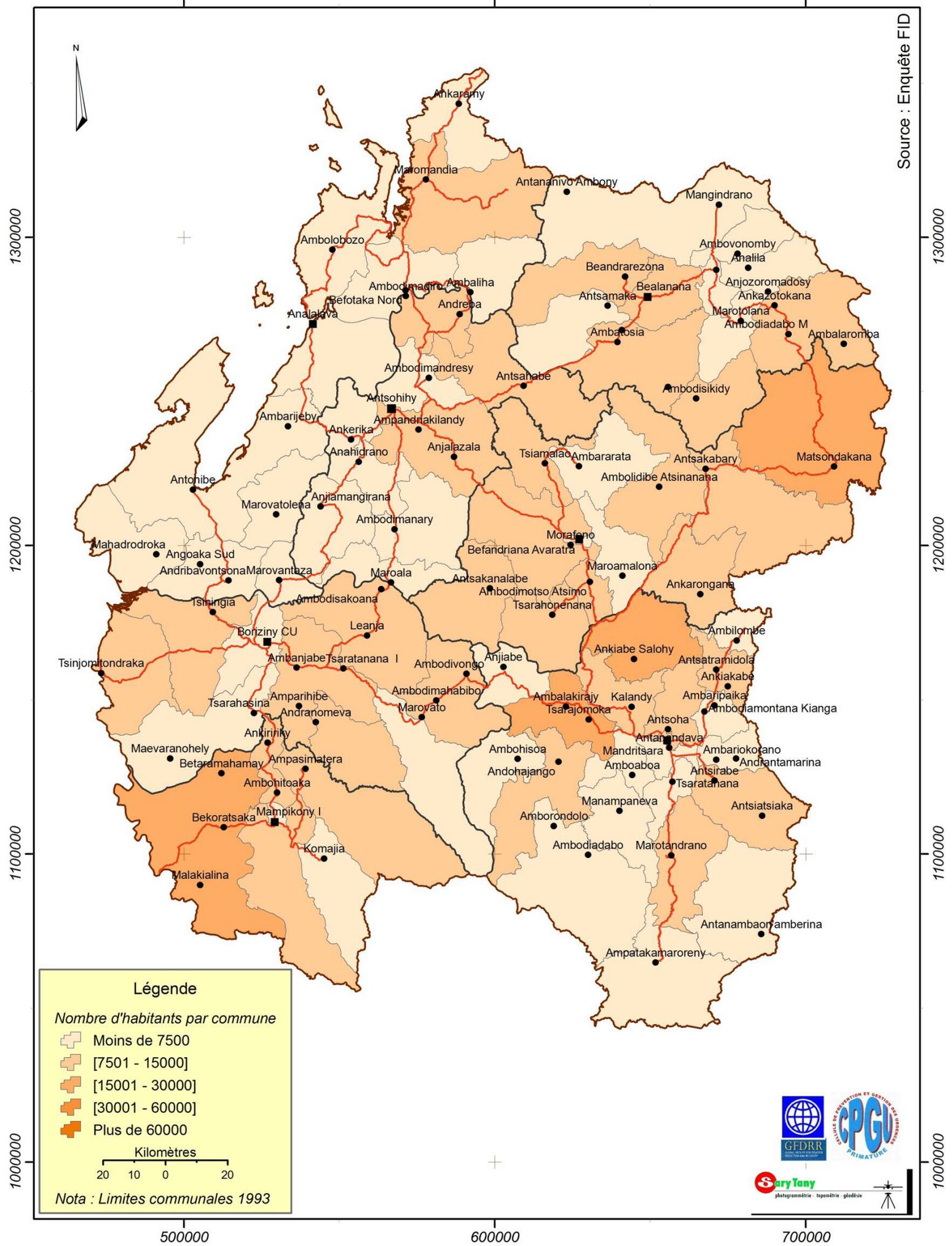
<sup>5</sup> Source : Enquête FID 2007

<sup>6</sup> Densité nationale : ~33 hab/km<sup>2</sup>

<sup>7</sup> District le plus peuplé de la région (Selon FID 2007)

# REGION SOFIA POPULATION - ANNEE 1993

Source : Enquête FID

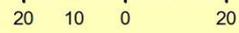


## Légende

Nombre d'habitants par commune

- Moins de 7500
- [7501 - 15000]
- [15001 - 30000]
- [30001 - 60000]
- Plus de 60000

Kilomètres



Nota : Limites communales 1993



## La population et l'habitat

En 1993, 2.14% des ménages<sup>8</sup> de la région Sofia habitent dans une construction en dur (Matériau de construction utilisé pour les murs : Ciment ou Brique cuite).

Le meilleur taux est enregistré au niveau du District de Mampikony avec 0.0269 (soit 2.69%). L'actuel Chef-Lieu régional n'enregistre en ce temps là que 2.48% soit 429 ménages.

En terme de nombre de ménages, le meilleur score est détenu par le district de Mandritsara avec 879 ménages pour un pourcentage de 2.65%.

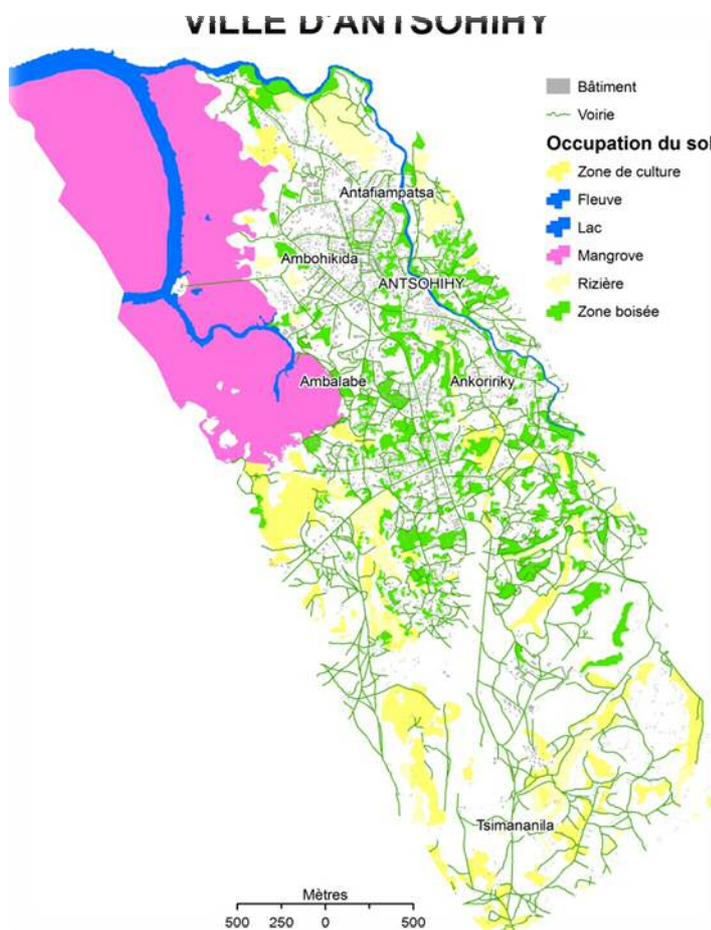
En milieu urbain, le pourcentage de ménages habitant une construction en dur est de 13.22%. Cette proportion est de moins de 1% en milieu rural.

La ville de Mandritsara dispose du meilleur pourcentage en ce qui concerne le nombre de ménage habitant dans des constructions en dur (23.18% pour 450 ménages). Elle est suivie par la ville de Mampikony (21.67%) et de Port-Berger (21.10%).

En terme de nombre de ménages par contre, la seconde place revient à la ville d'Antsohihy, Chef-Lieu de la région Sofia avec 10.94% pour 341 ménages selon toujours la RGPH 93.

## La population et ses activités

La population de la région SOFIA dans leur très grande majorité est agricole. En effet, 97% d'entre eux pratique l'agriculture et les 3 % restantes font des activités non agricoles qui confirment l'aspect rural de la région.

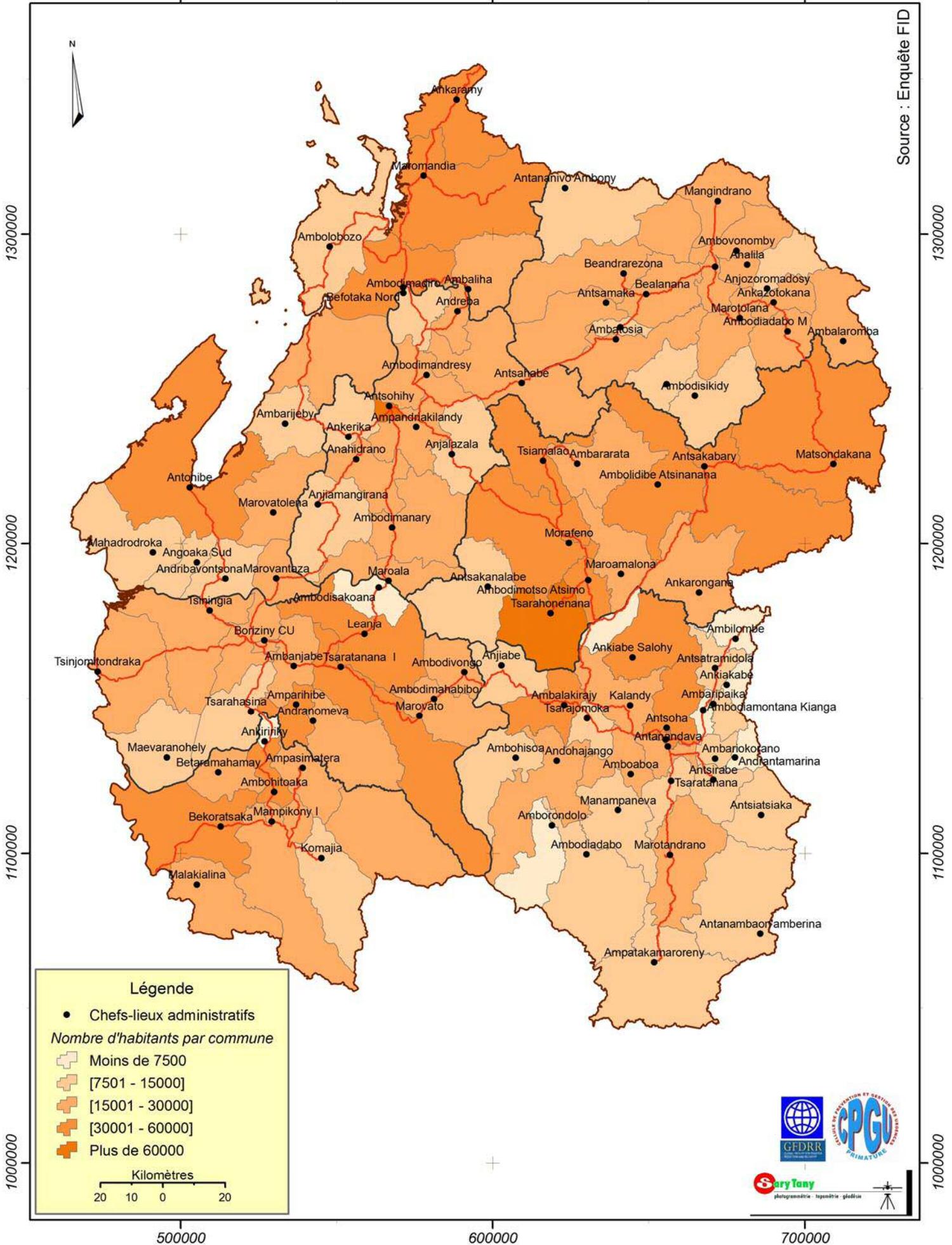


<sup>8</sup> Source : RGPH 93

# REGION SOFIA

## PROJECTION DE LA POPULATION - ANNEE 2020

Source : Enquête FID





## INFRASTRUCTURES ROUTIERES

La région dispose plusieurs classes de route dont :

- Route nationale (691 km soit 33 %)
- Route provinciale (868 km soit 42%)
- Route non classée (513 km soit 25%)

Parmi les routes nationales, la région est sillonnée par une route nationale primaire, le numéro 6 qui relie la Route Nationale 4 (Antananarivo – Mahajanga) au niveau d'Ambondromamy (PK. 425) à la ville d'Antsiranana. 326 km de la RN6<sup>9</sup> soit 43 % traversent la région Sofia. D'une importance capitale pour les régions Sofia, Diana et Sava, son impraticabilité entrainera des pertes considérables sur l'économie de ses régions et même nationale.

D'autres routes nationales sillonnent encore la région mais d'une importance moindre telle la RNS 32 (186 km) reliant la RNP 6 à Mandritsara ; la RNT 31 A et B reliant respectivement Analalava (79 km) et Bealanana (100 km) depuis la RNP 6.

Relatif à l'état du réseau, très peu de routes sont revêtue (16%). Les autres routes sont non revêtues les rendant généralement impraticables en période de pluies.

Le tableau suivant donne un aperçu sommaire du réseau routier régional :

Classe / Etat	Bitumée	Terre	Terre/Bitumee	Total général
<b>Route nationale</b>	<b>580</b>	<b>111</b>	-	<b>691</b>
Bon	326	-	-	326
Mauvais	254	111	-	365
<b>Route non classée</b>	<b>2</b>	<b>494</b>	<b>17</b>	<b>513</b>
Bon	2	-	-	2
Mauvais	-	494	17	511
<b>Route provinciale</b>	-	<b>760</b>	<b>108</b>	<b>868</b>
Mauvais	-	760	108	868
<b>Total général</b>	<b>582</b>	<b>1365</b>	<b>125</b>	<b>2072</b>

Source : DRTP Sofia – Situation 2010

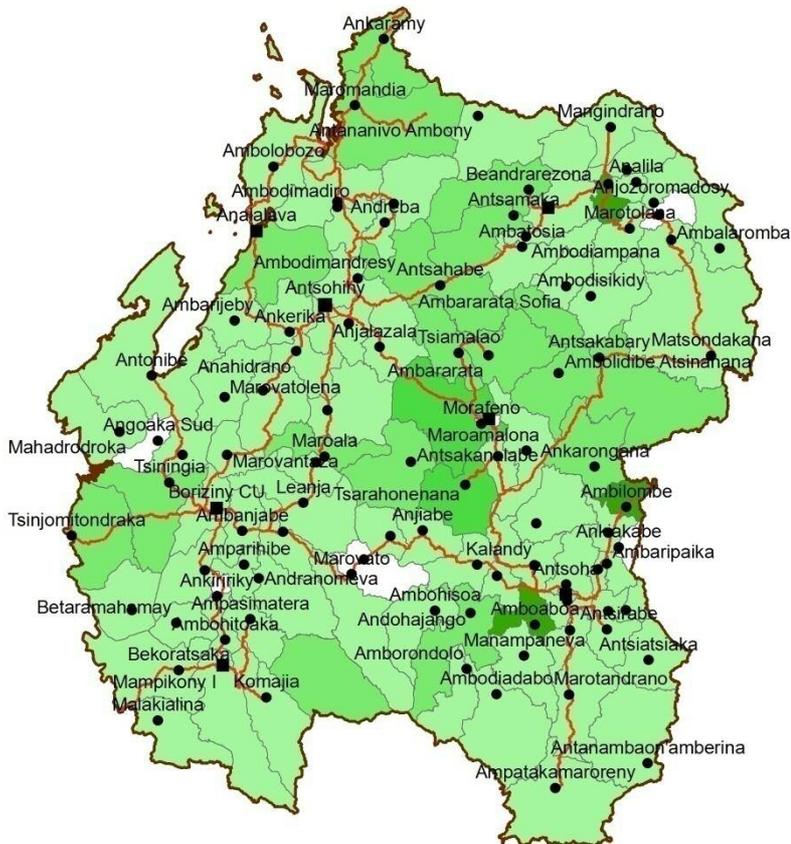
Les ouvrages de franchissement sont légions étant donné le réseau hydrographique que dispose la région mais leur type et état reste diffus. Toute fois, la région dispose du 2<sup>ème</sup> pont le plus de Madagascar en l'occurrence celui surnommé SOFIA (819 mètres) au PK619 sur la RNP 6.

<sup>9</sup> La RNP 6 fait une longueur totale de 749 km (Carte routière FTM 1/2000000)

# REGION SOFIA

## REPARTITION DES MOYENS AU NIVEAU DES COMMUNES

### Répartition des centres de santé publics



### Légende

#### Chefs-lieux administratifs

- Chef-lieu de Commune
- Chef-lieu de District
- Chef-lieu de Region
- Principaux axes routiers

#### Limites communales

#### Répartition des centres de santé

- Aucun
- Entre 1 et 2
- Entre 3 et 4
- Entre 5 et 6
- Plus de 6

#### Répartition personnel qualifié

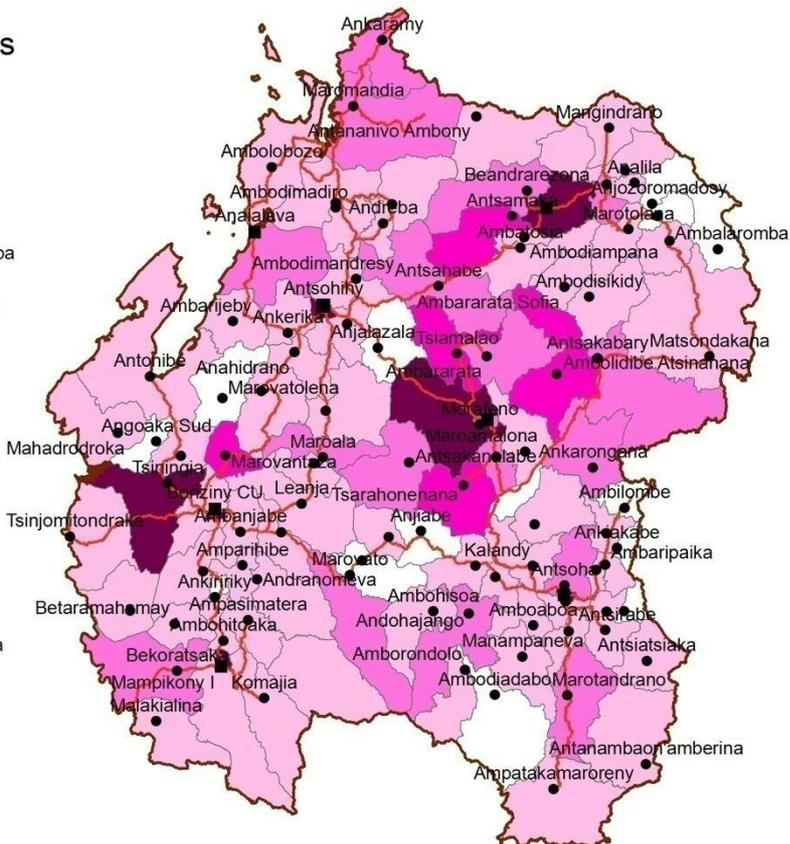
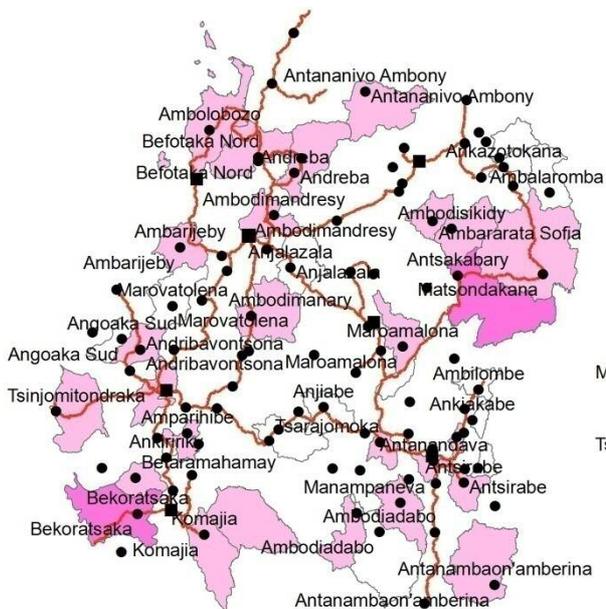
- Aucun
- Entre 1 et 2
- Entre 3 et 4
- Entre 5 et 6
- Plus de 6



Kilometers

50 25 0 50

### Communes ne disposant pas de médecins



## SANTE ET NUTRITION

La région Sofia est équipée de 204 centres de santé de base publics (CSB) dont 93 disposent d'un service « Maternité », de 7 centres hospitaliers publics (CHD), de 14 établissements de soins privés (Dispensaires et cliniques) et de 11 pharmacies.

On recense également 111 pharmacies communautaires et 74 dépôts de médicaments dans la région.

En 2007, la région compte 108 médecins et 242 paramédicaux dont 70 sages-femmes.

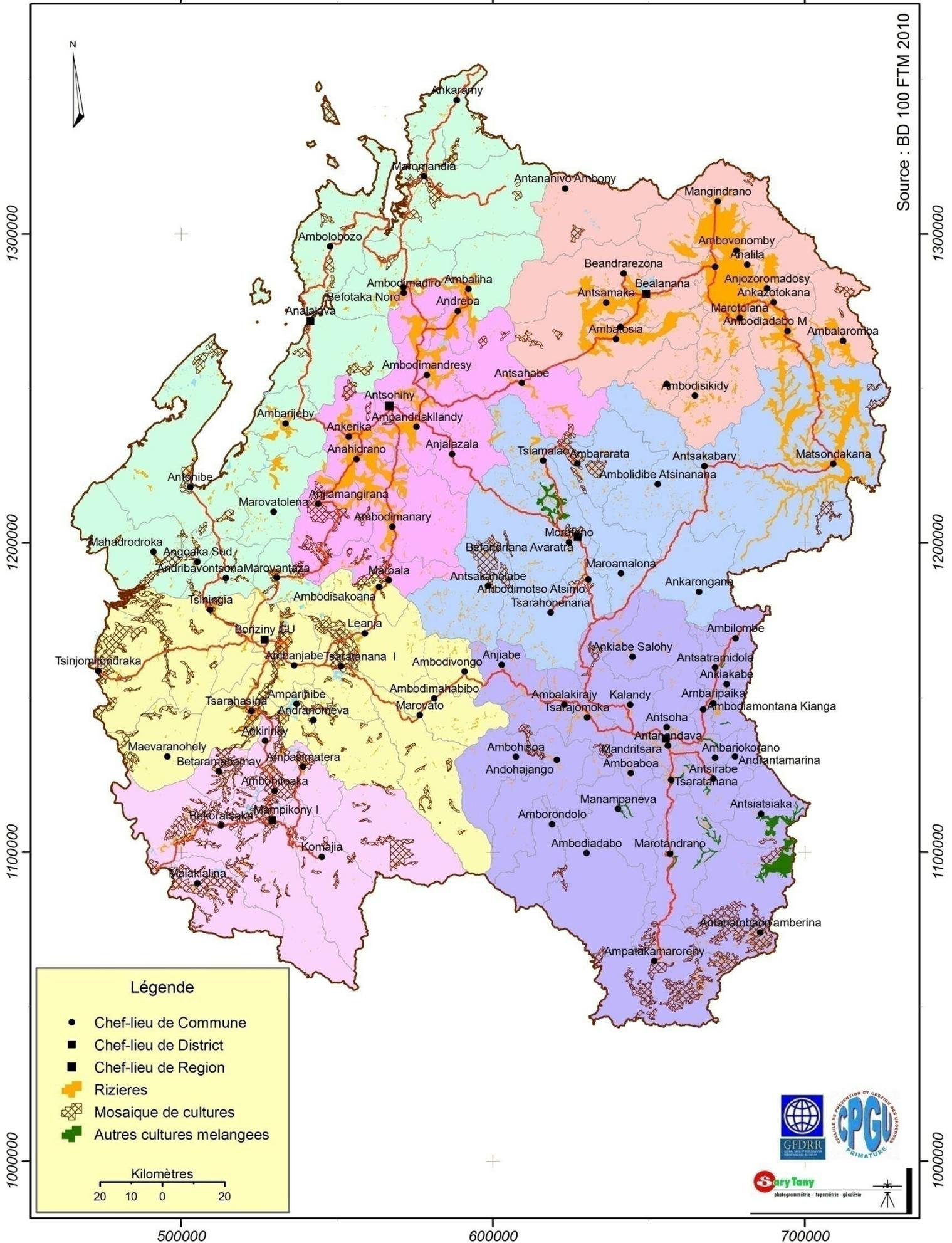
Ces informations font état d'une charge de :

- 7 850 habitants pour un centre public de santé de base
- 228 784 habitants pour un centre hospitalier public
- 145 590 habitants pour une pharmacie
- 14 829 habitants pour un médecin ou 1 médecin pour une commune
- 6 618 habitants pour un paramédical (Infirmier ou Sage-femme)
- 4 576 habitants pour un personnel qualifié (Médecin ou paramédical)

Code	District	Nombre de communes	Population 2007	CSB1		CSB2		Centre de santé	
				Ensemble	Avec maternité	Ensemble	Avec maternité	Ensemble	Avec maternité
4401	Analalava	13	197 934	11	4	11	9	22	13
4402	Antsohihy	12	207 494	7	1	14	12	21	13
4403	Bealanana	18	212 069	14	1	18	6	32	7
4404	Befandriana Nord	12	326 296	21	15	14	12	35	27
4405	Mampikony	10	133 534	6	1	10	7	16	8
4406	Mandritsara	28	278 533	16	3	38	11	54	14
4407	Port-Bergé	15	245 628	8	-	16	11	24	11
TOTAL SOFIA		108	1 601 488	83	25	121	68	204	93

*Source : Enquête FID 2007*

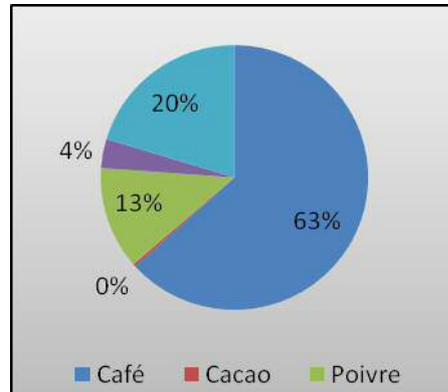
# REGION SOFIA PRINCIPALES ZONES DE CULTURE



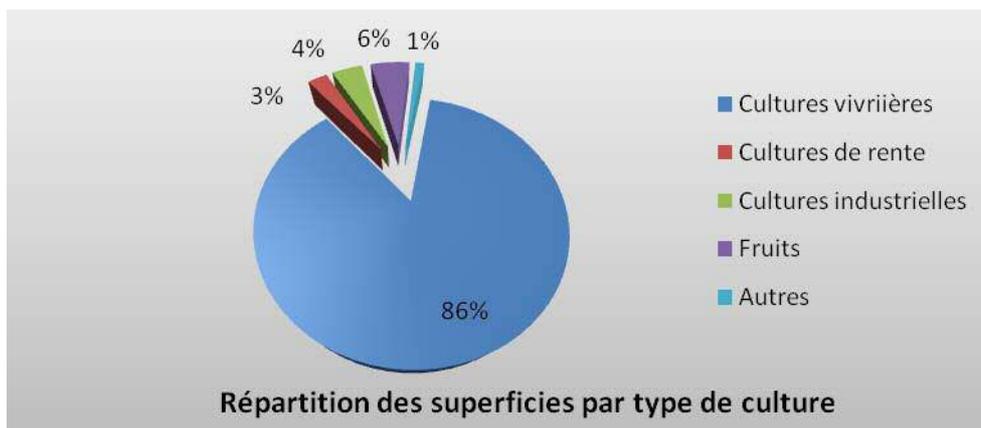
## AGRICULTURE

La grande diversité de ses ressources naturelles confère à la région de la SOFIA de grandes potentialités agronomiques.

On note la prépondérance des cultures vivrières qui dépasse les 85 % des superficies cultivées. Les cultures industrielles (coton, canne à sucre, arachides, tabac) viennent en deuxième position avec environ 4 % des superficies, et enfin les cultures de rente dont le café n'occupant que 3 % des superficies cultivées.



La répartition de la superficie cultivée par type de spéculation montre la prépondérance de la culture du Riz qui occupe près de 79 % des superficies des cultures. Vient en deuxième position mais loin après le riz, le **maïs** puis le **manioc**.



Le district de Bealanana (Nord – Nord Est) dispose d'une superficie importante de riziculture (Près de 40% de la superficie régionale) faisant de lui le district avec la plus grande surface cultivée puis suit Antsohihy et Befandriana Nord. Ce dernier en compagnie de Mandritsara produit la plus grande variété de culture.

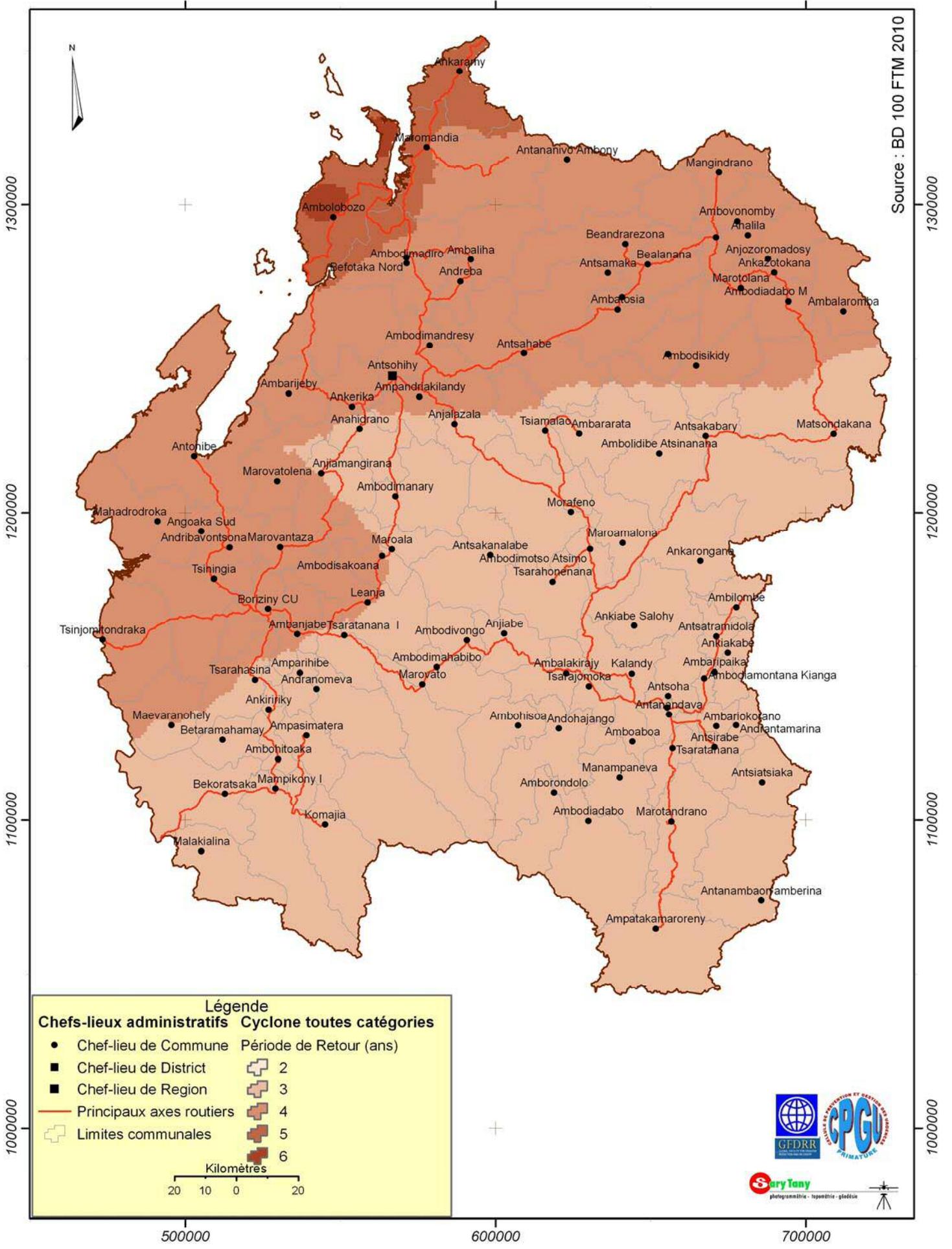
Les cultures permanentes industrielles sont représentées par le café, la vanille, le poivre et le girofle ainsi qu'une infime superficie destinée à la culture de cacao tandis que les cultures temporaires sont représentées par la culture de cannes à sucre et d'arachide ainsi que du coton et du tabac.

Près de 98 % des superficies en légumineuses sont occupées par des haricots.

# ALEAS CLIMATIQUES

# REGION SOFIA

## CARTE DES PERIODES DE RETOUR DES VENTS CYCLONIQUES

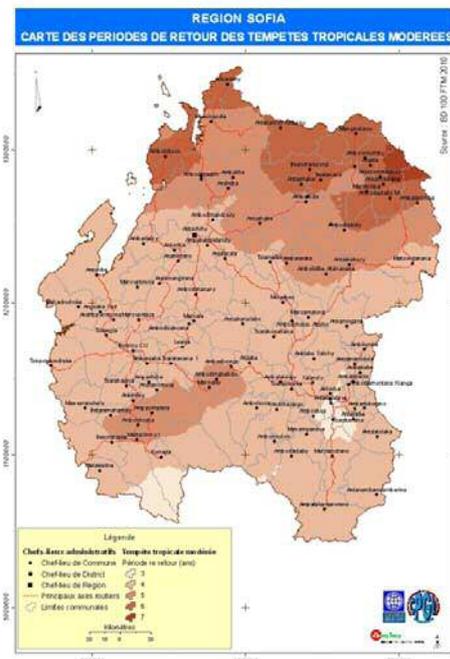
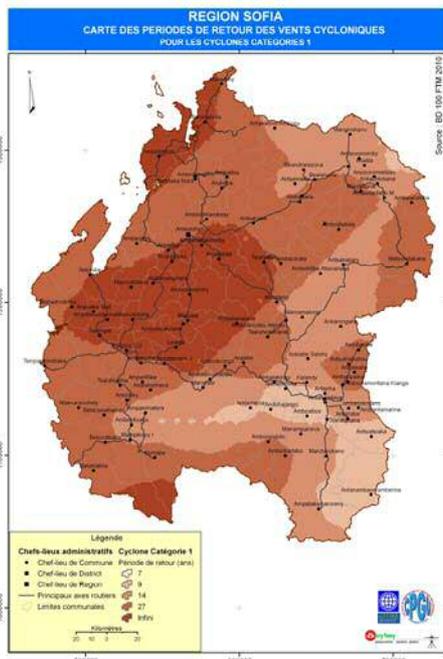
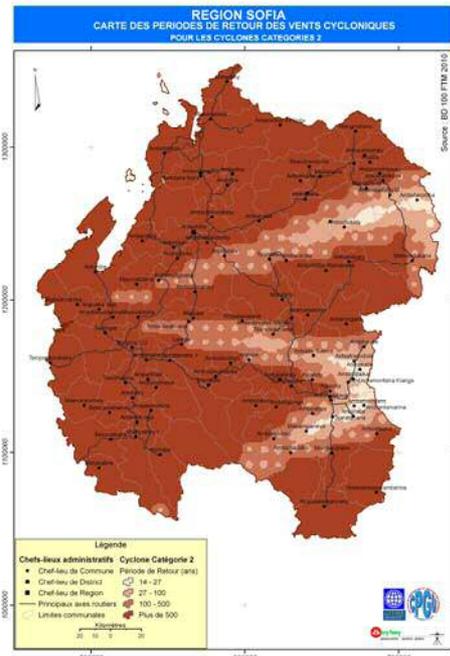
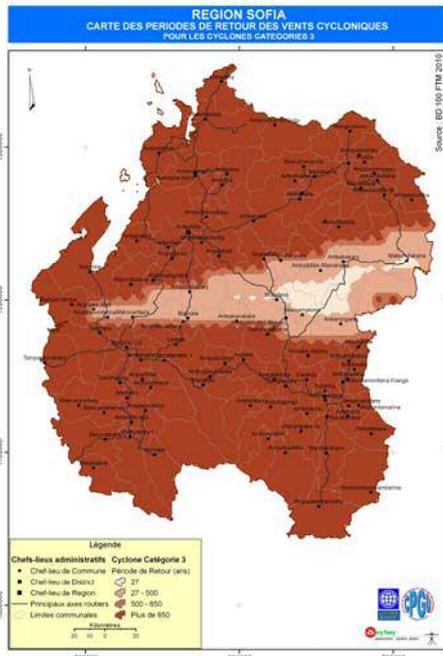


# CYCLONE

## Périodes de retour

Cette carte nous montre la période de retour d'un cyclone dans un lieu donné. Une période retour de 2ans signifie qu'un cyclone peut passer à l'endroit toutes les deux ans.

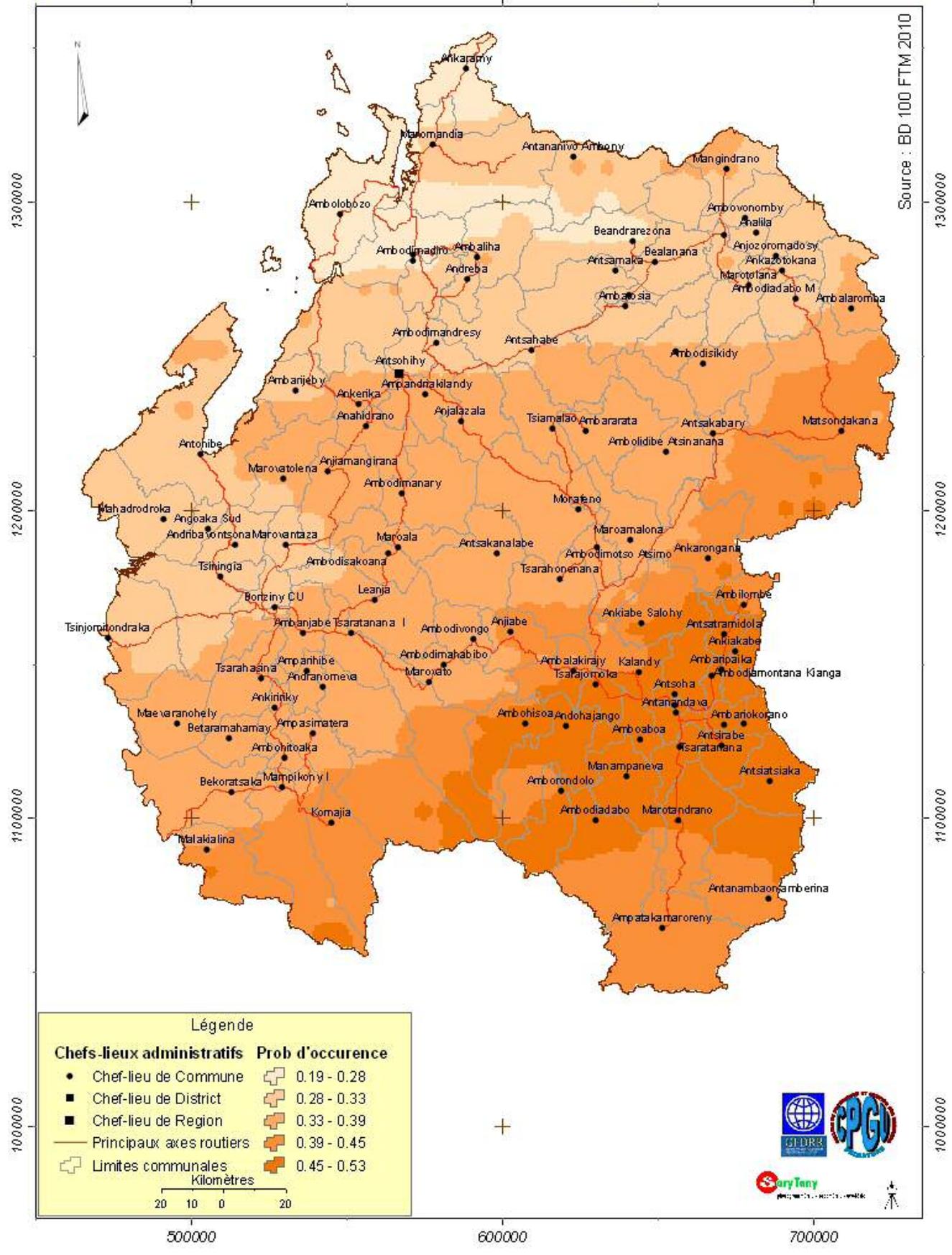
Les cartes suivantes nous montrent les périodes de retour de chaque catégorie de cyclone : les tempêtes tropicales modérées Catégories 1, Catégories 2 et Catégories 3 .



Ce sont les tempêtes tropicales modérées qui risquent de toucher le plus la région Sofia. Les périodes de retour des cyclones catégories 4 et 5 par contre, ne sont pas finis. Il est presque improbable que ces cyclones touchent la région Sofia

# REGION SOFIA

## PROBABILITE D'OCCURENCE CYCLONES (DE 1980 - 2009)

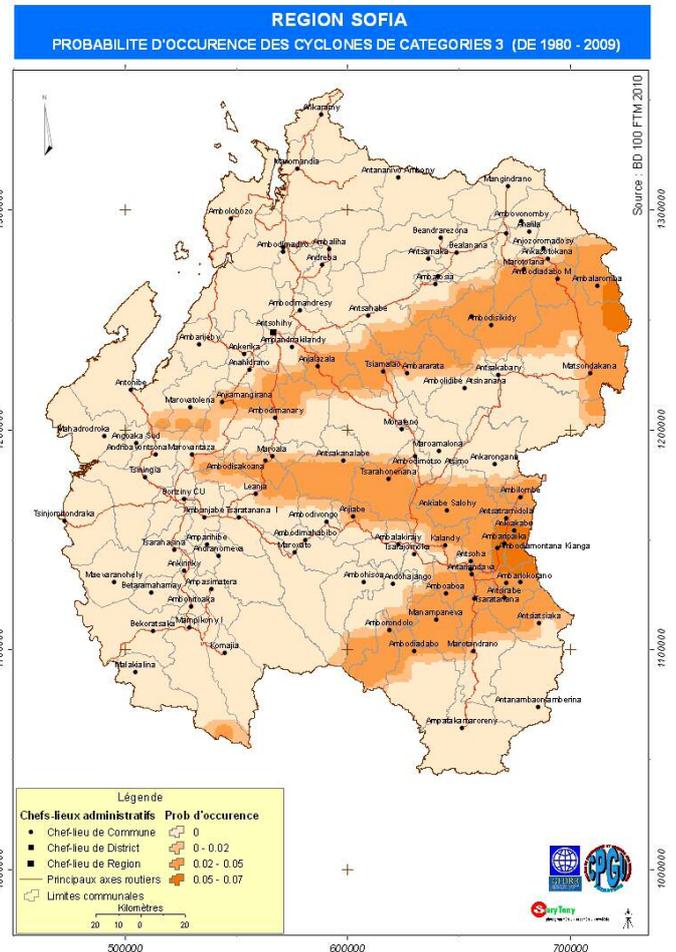
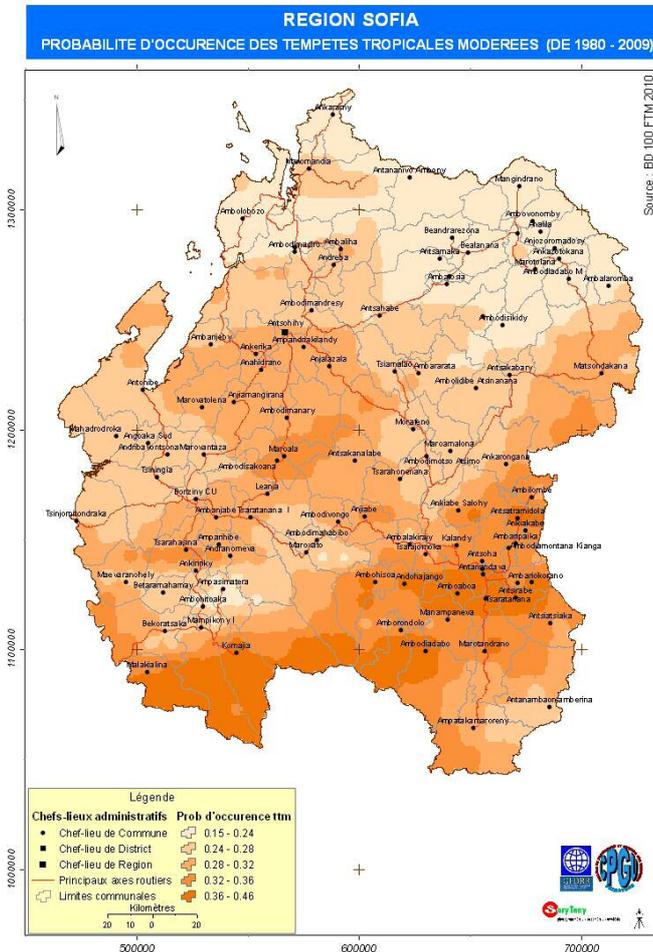


Source : BD 100 FTM 2010



## Probabilités d'occurrences

Cette carte nous montre la probabilité d'occurrence des cyclones toutes catégories confondues. La probabilité d'occurrence de 0.5 par exemple signifie que une année sur deux, la zone est probablement touchée par un cyclone.



Probabilité d'occurrences des Tempêtes tropicales modérées (1980 - 200 9)

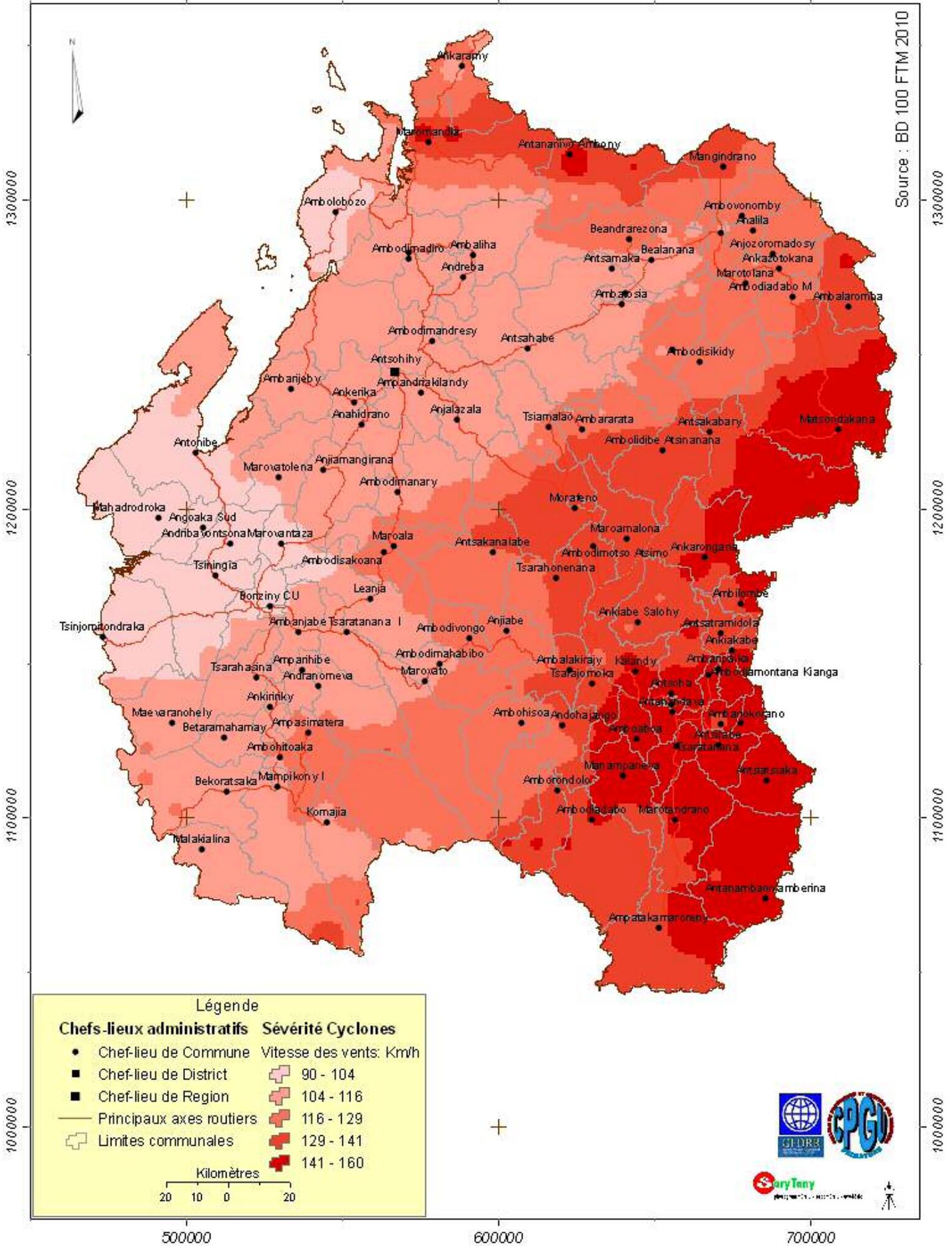
Probabilité d'occurrences des Cyclones de Catégories 3 (1980 - 200 9)

Classifications des cyclones selon l'échelle de Safir Simpson

Catégorie	Pression (hPa)	Vents (km/h)
Dépression tropicale	---	Moins de 61
Tempête tropicale	---	62 – 117
Catégorie 1	Plus de 980	118 – 153
Catégorie 2	965 – 980	154 – 177
Catégorie 3	945 – 965	178 – 210
Catégorie 4	920 – 945	211 – 249
Catégorie 5	Inférieure à 920	Plus de 259

# REGION SOFIA

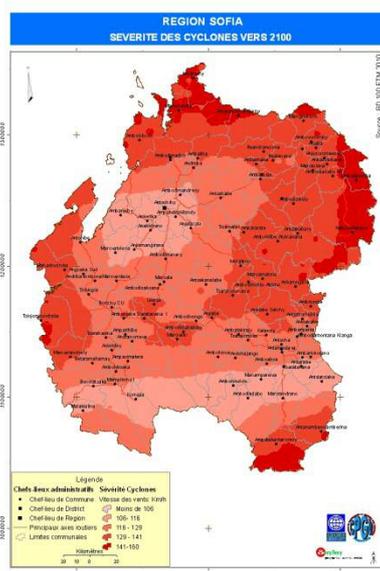
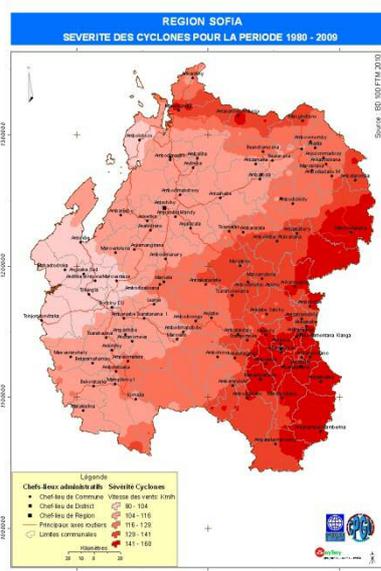
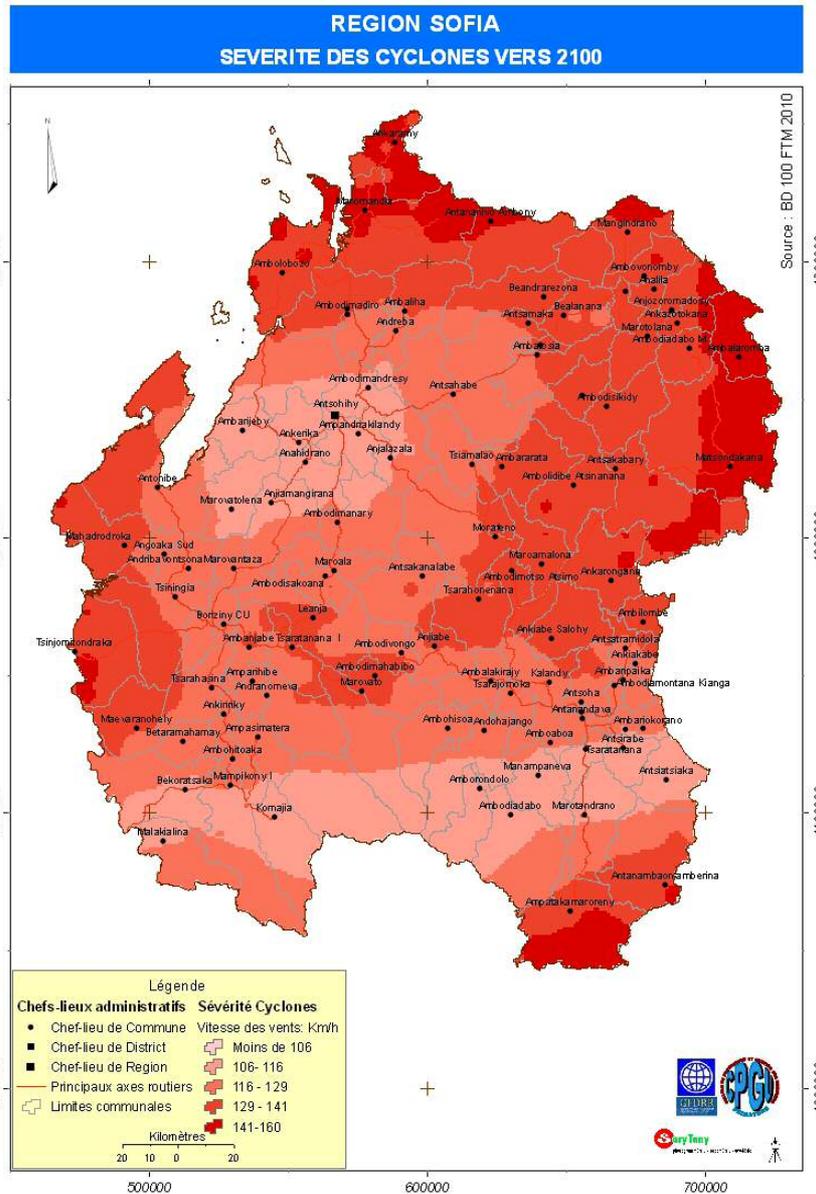
## SEVERITE DES CYCLONES POUR LA PERIODE 1980 - 2009



## Sévérité des cyclones

Cette carte nous montre la sévérité de cyclones pour la période 1980-2009. C'est la moyenne de la vitesse du vent ayant accompagné chaque cyclone pendant 30 ans.

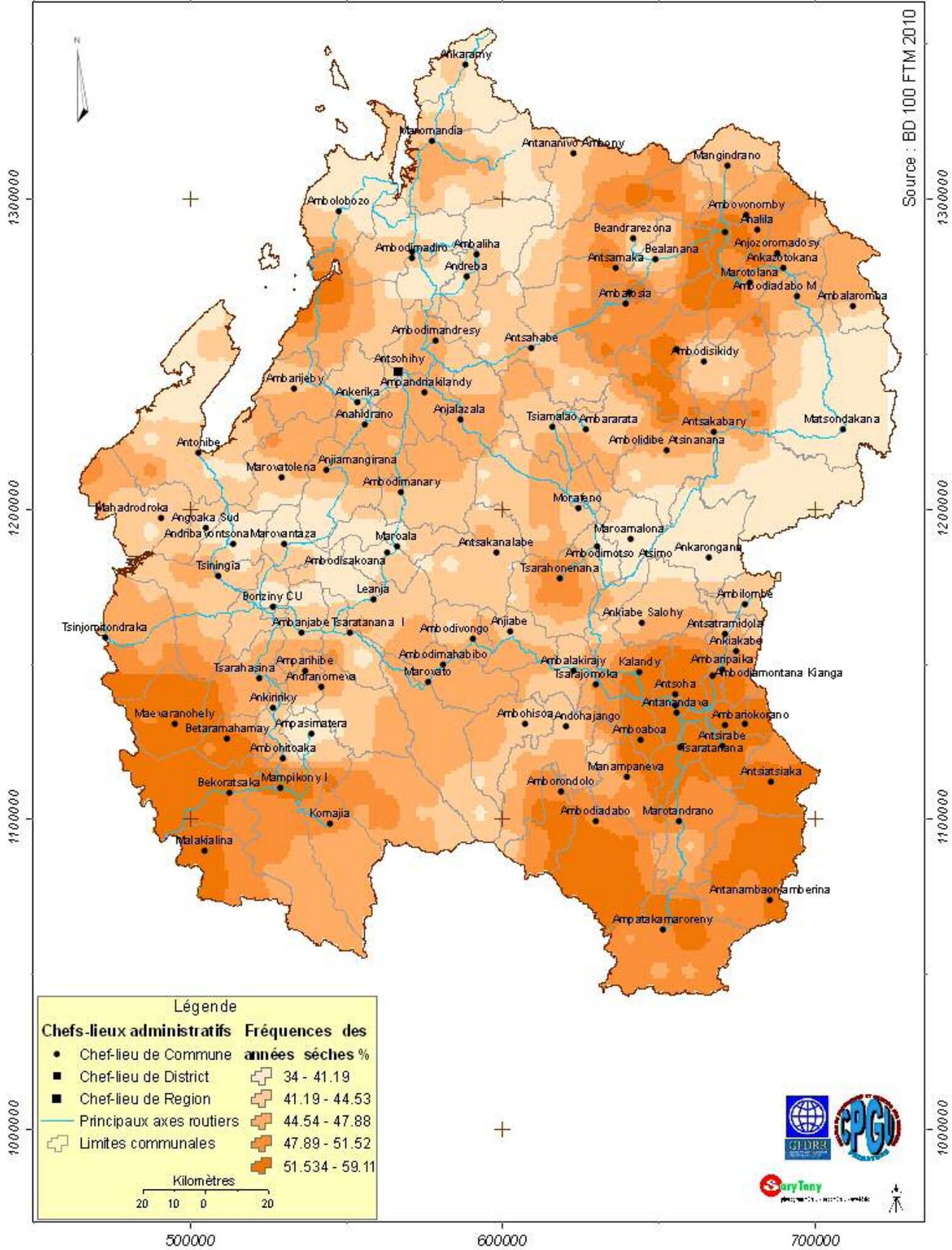
La deuxième carte ci-dessous par contre nous montre la sévérité des cyclones futures, vers 2100.



La comparaison des deux cartes nous montre que la zone ouest de la région sera touchée par des plus puissants cyclones dans le futur. Par contre, la zone sud est, qui est le plus touché par des forts cyclones seront touchés par des moins violents.

# REGION SOFIA

## FREQUENCES DES ANNEES SECHES



# SECHERESSES

## Classification

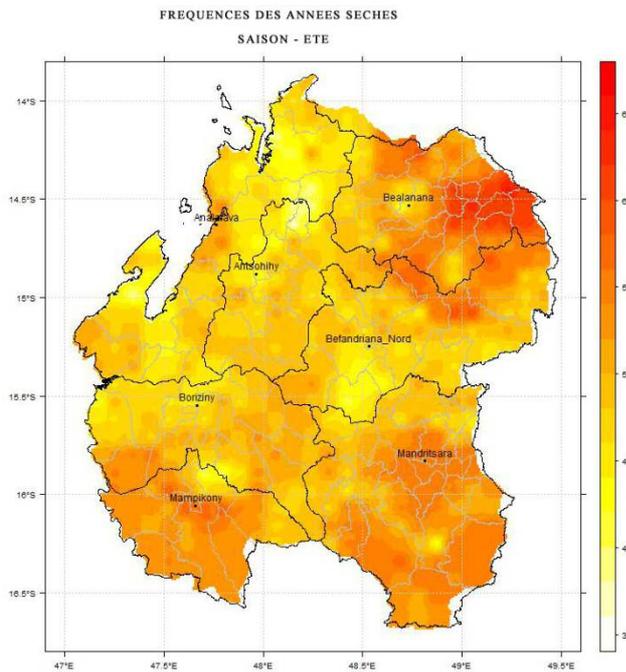
Dans la présente étude, les sécheresses ont été classées en 03 catégories en fonction de l'indice standardisé de précipitations ou SPI.

Classes	SPI
Normale	-0,99 à 0,99
Sécheresse modérée	-1,0 à -1,49
Sécheresse Sévère	-1,5 à -1,99
Sécheresse Extrêmement	Moins de -2,0

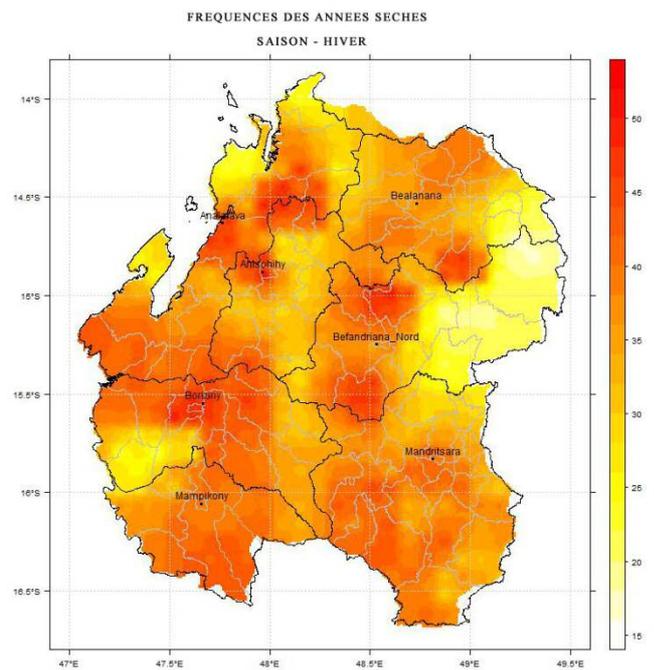
## Fréquences des années sèches

La fréquence des années sèches nous montrent la quantité de précipitation annuelle.

50% veut dire une année sur deux, la quantité de précipitation annuelle est en dessous de la normale



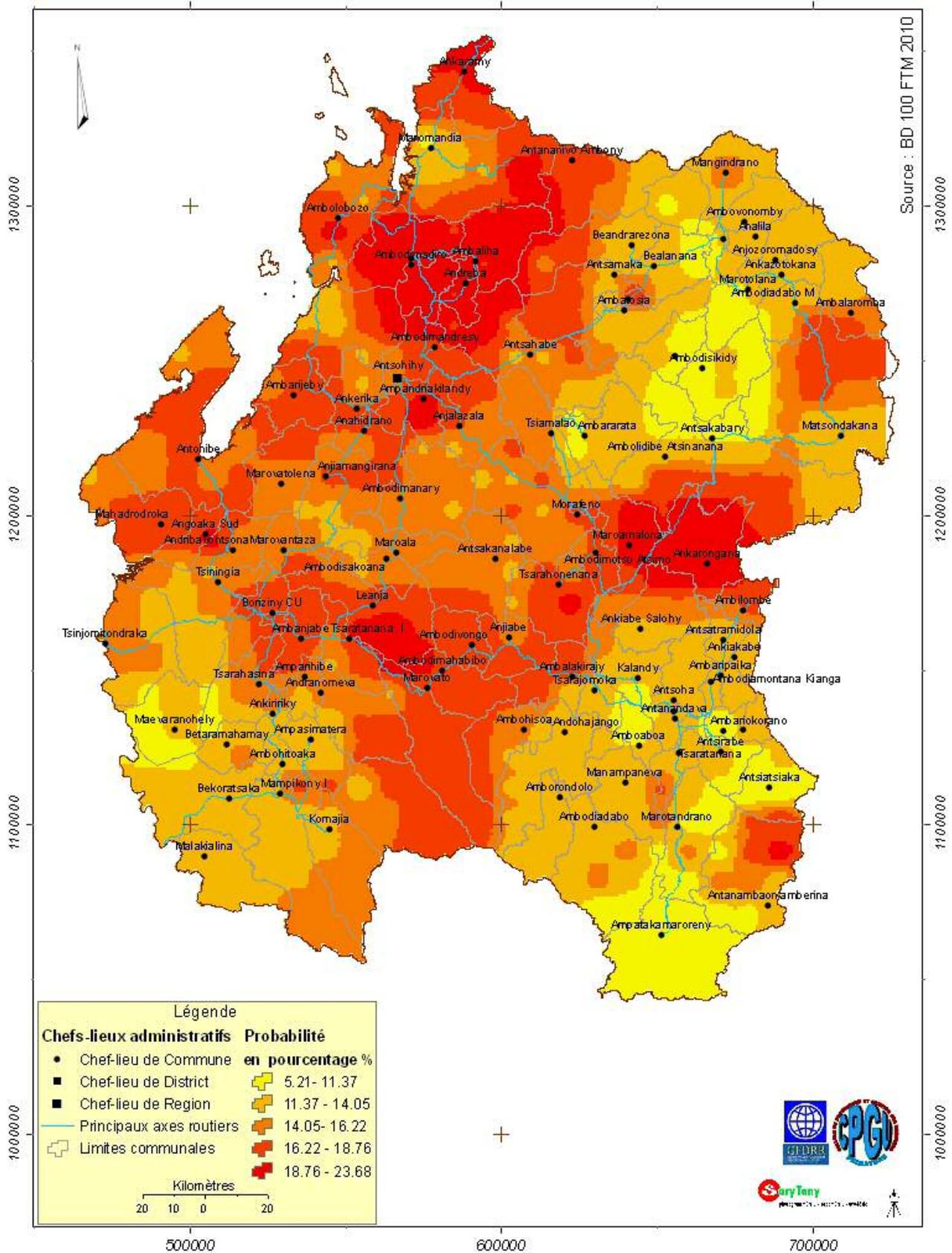
Fréquences des années sèches Saison Eté



Fréquences des années sèches Saison Hiver

# REGION SOFIA

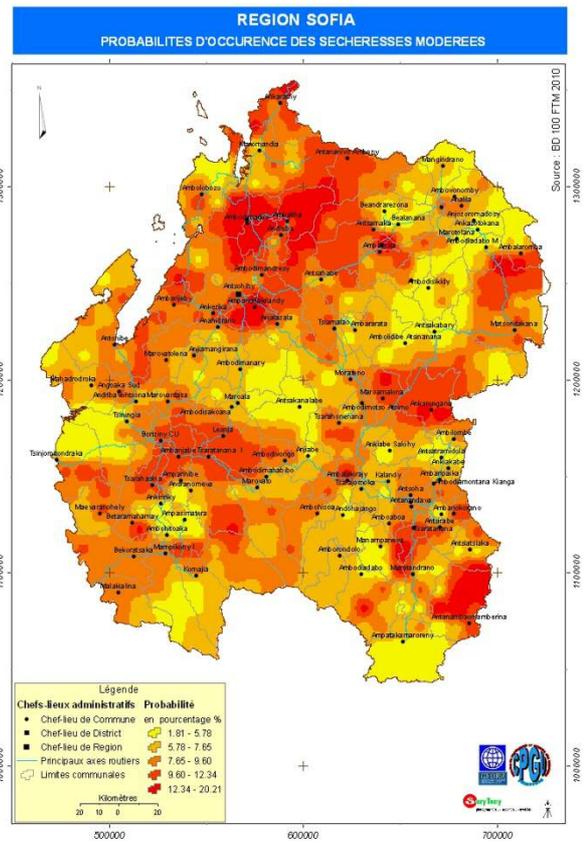
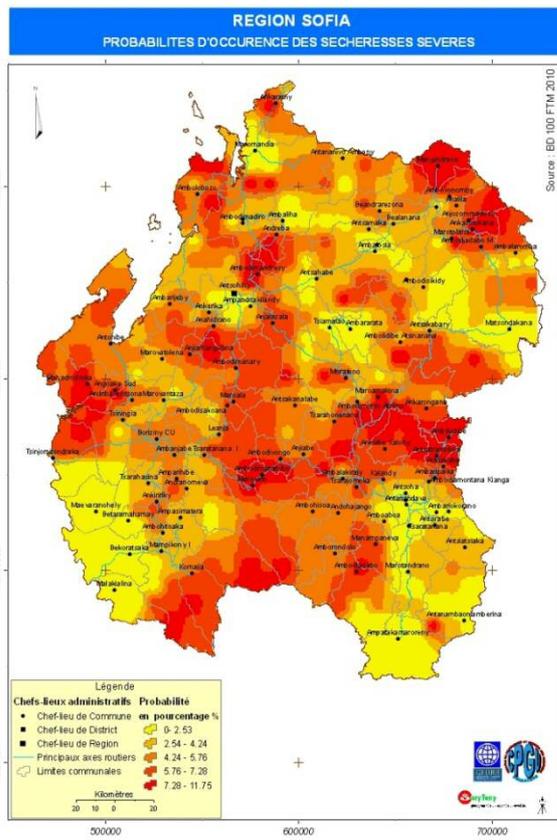
PROBABILITES D'OCCURENCE DES SECHERESSES 'EXTREMES- SEVERES-MODEREES'



## Probabilités d'occurrences des sécheresses

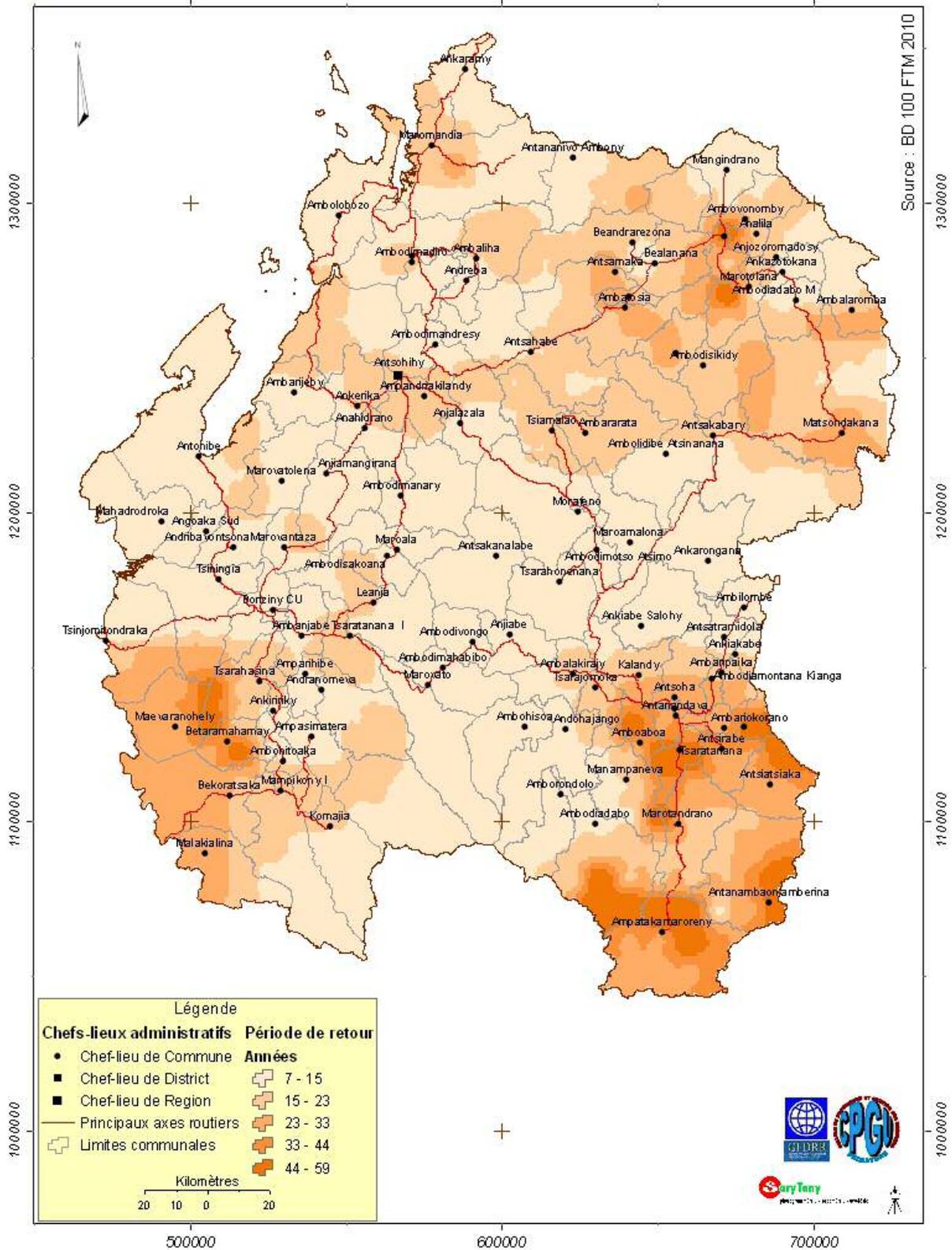
Cette carte nous montre les probabilités d'occurrences des sécheresses extrêmes, sévères et modérées, c'est-à-dire toute catégories confondues.

Les cartes ci après nous donne les probabilités d'occurrences des sécheresses sévères et des sécheresses modérées.



# REGION SOFIA

## CARTE DES PERIODES DE RETOUR DES SECHERESSES SEVERES



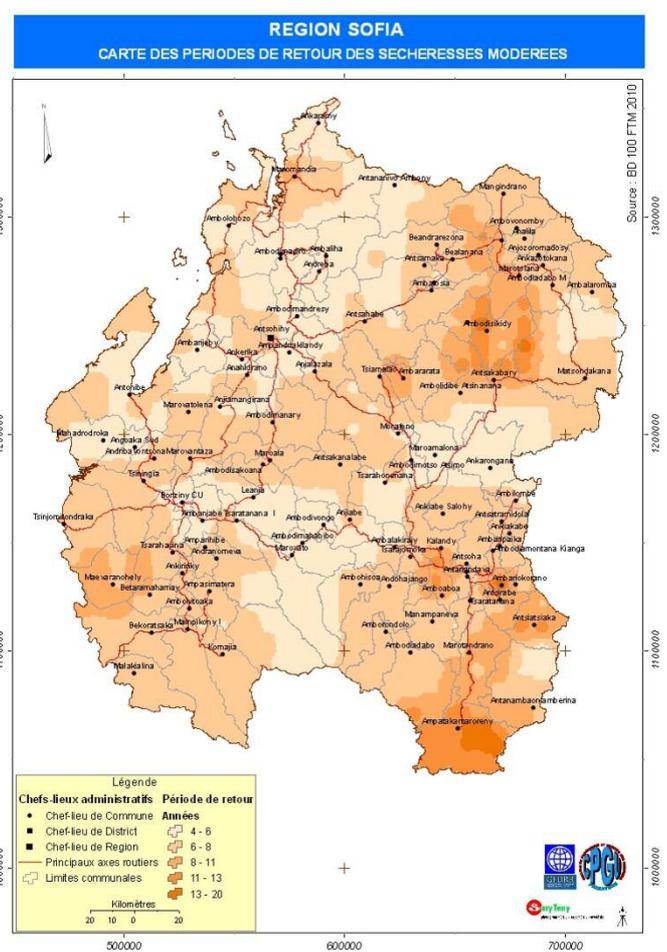
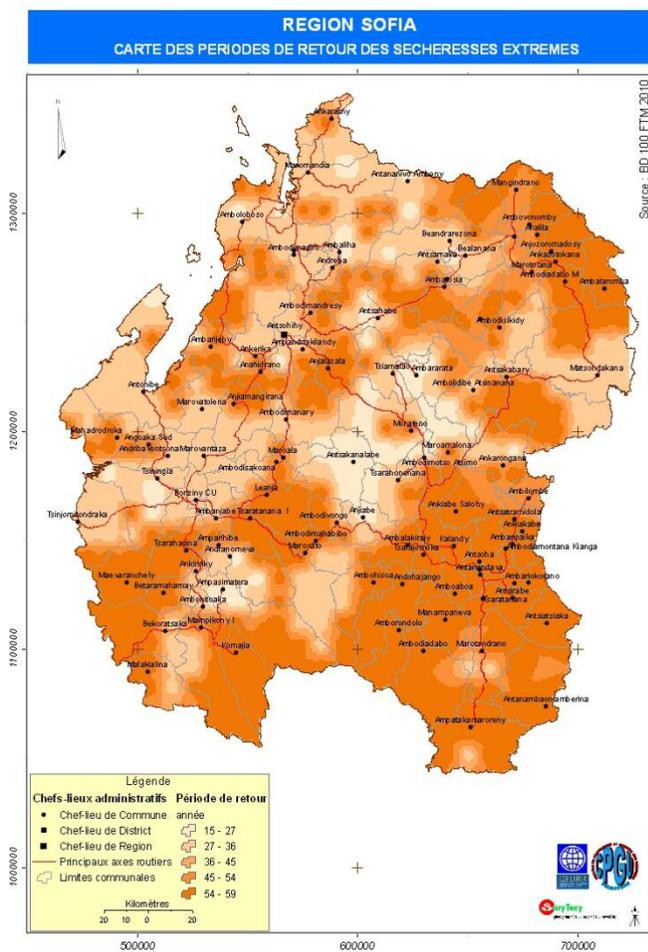
## Périodes de retour

Ces cartes nous montrent les cartes des périodes de retour des sécheresses. Un période de retour de 07 ans dans un lieu donné signifie que tous les 7 ans, il est fort probable qu'il y apparait un sécheresse dans ce lieu.

Les cartes nous montrent que les périodes de retour d'une sécheresse sévère varient de 07 à 59 ans dans la région de Sofia.

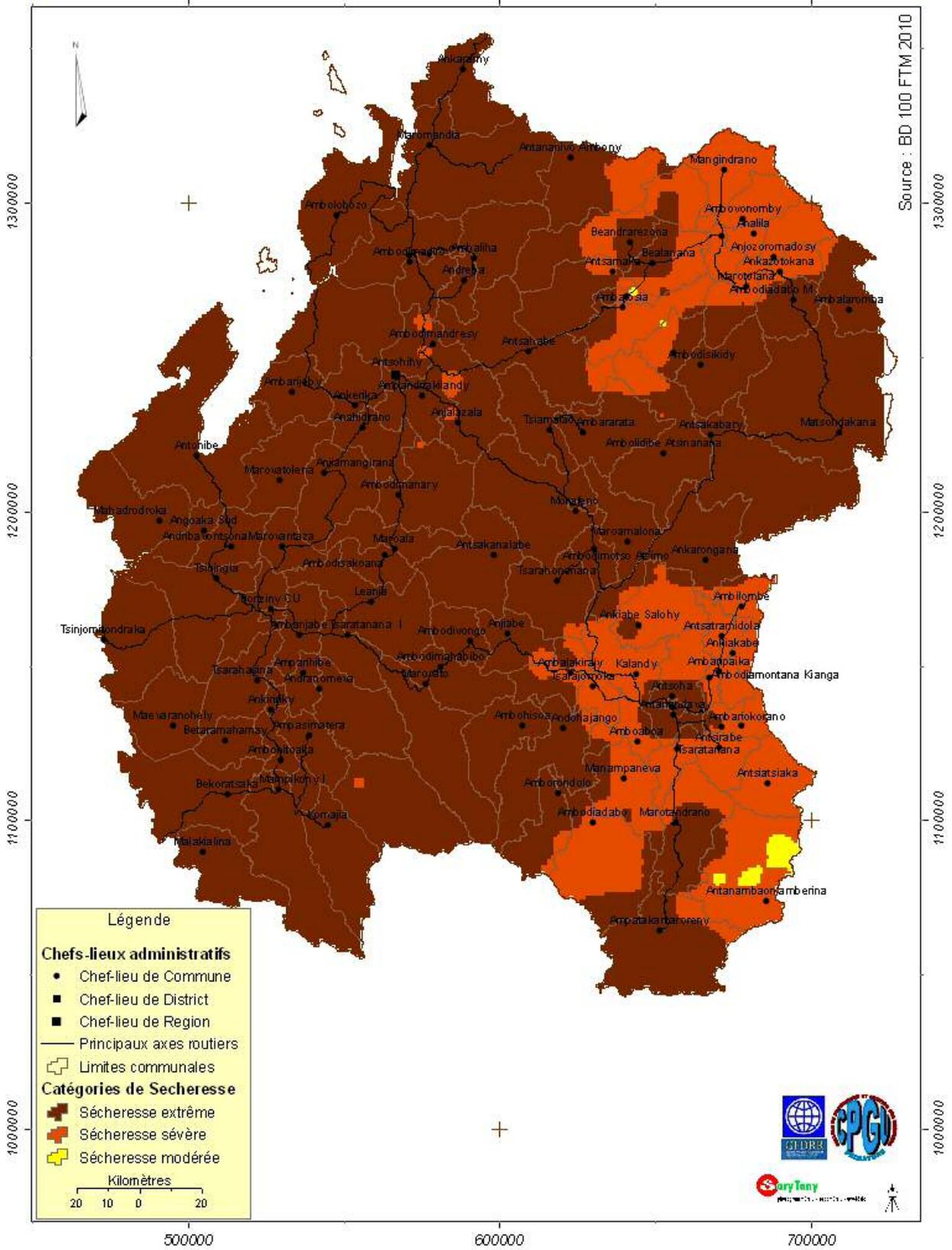
Pour les sécheresses extrêmes, la valeur des périodes de retour est entre 15 et 59 ans. Ceci montre qu'il y a moins de chance d'apparition d'une sécheresse extrême que d'une sécheresse sévère.

Ce sont les sécheresses modérées qui risquent d'apparaître le plus dans la région (période de retour comprise entre 4 et 20 ans)



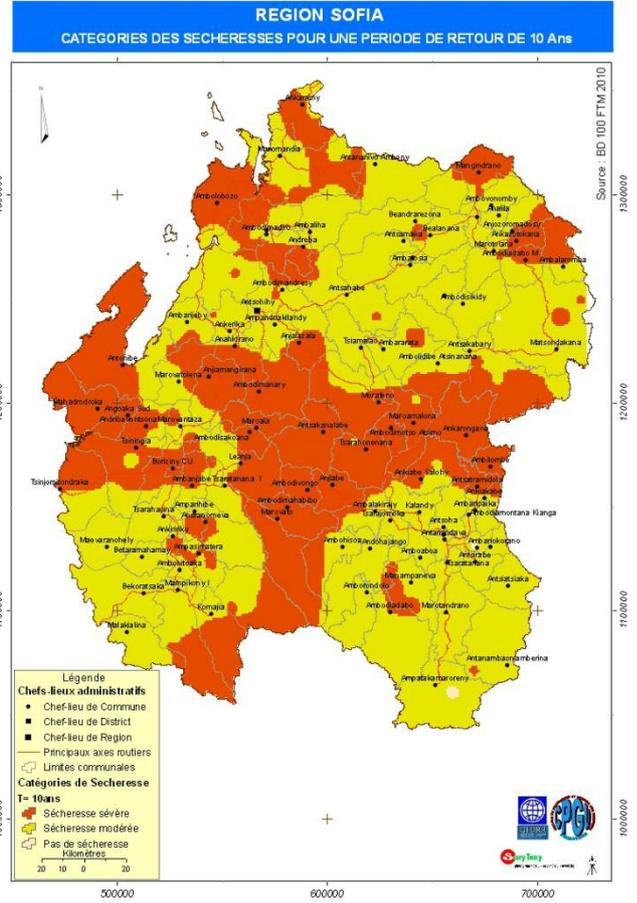
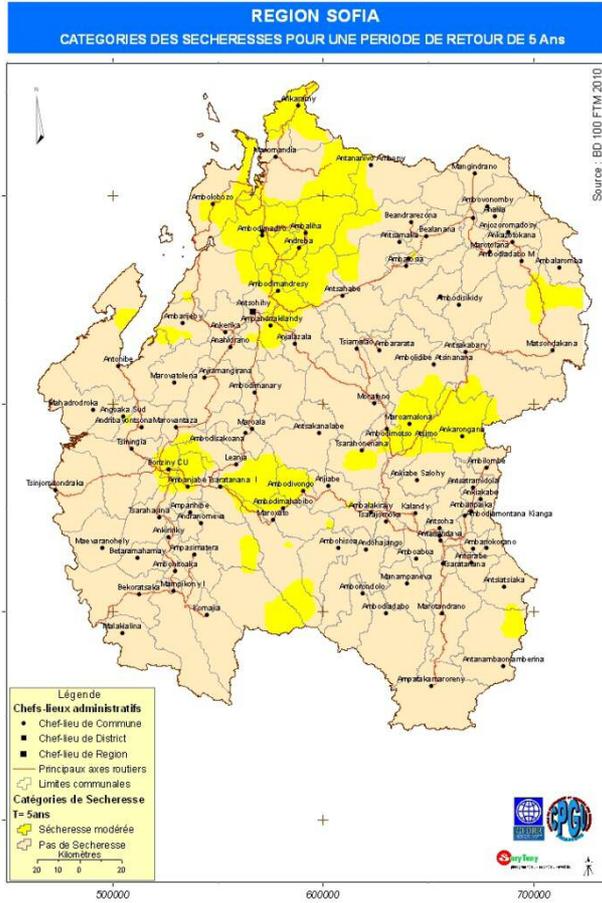
# REGION SOFIA

## CATEGORIES DES SECHERESSES POUR UNE PERIODE DE RETOUR DE 50 Ans



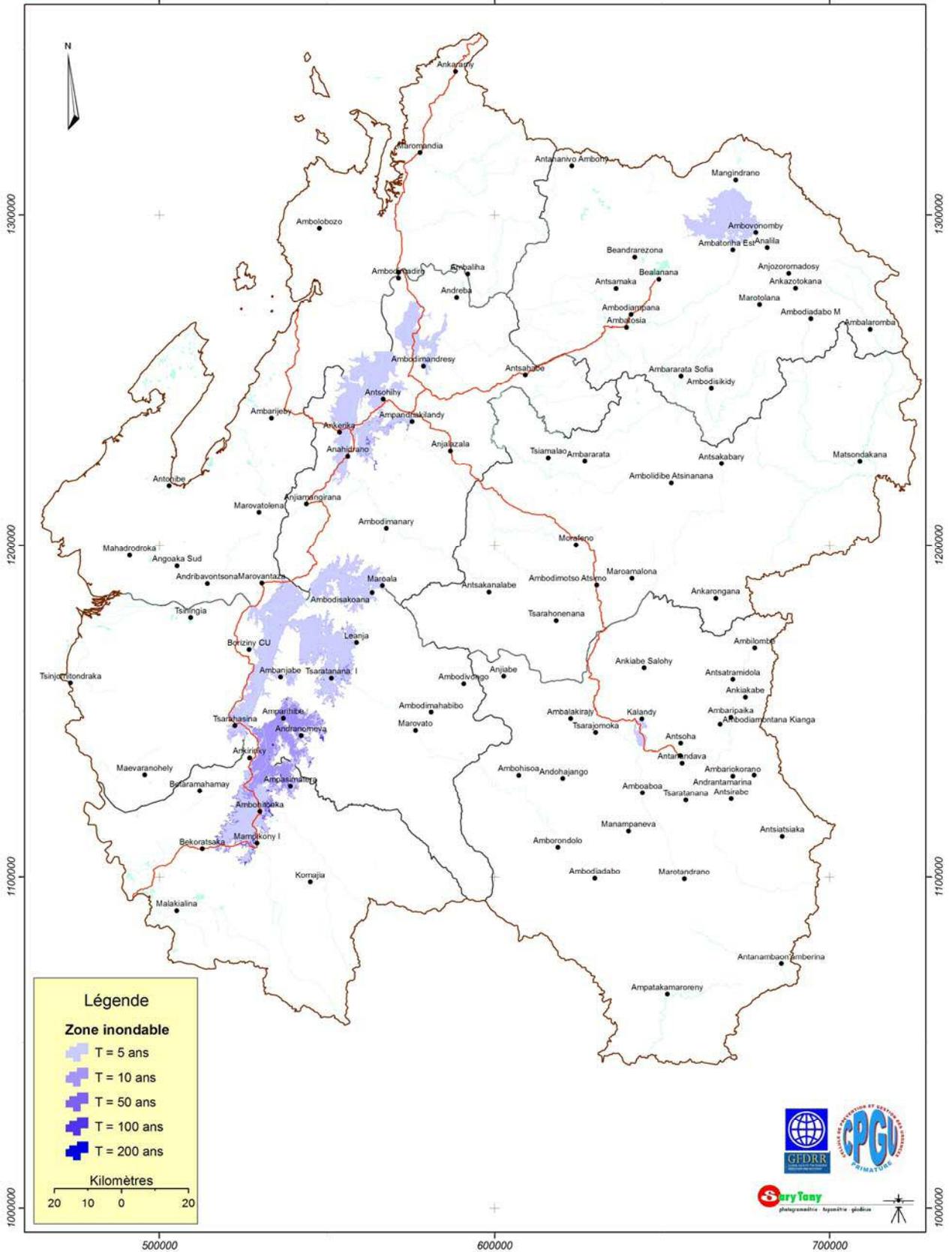
## Catégories des sécheresses en fonction périodes de retour

Ces cartes représentent les catégories des sécheresses en fonction des périodes de retour.



# INONDATION

## REGION SOFIA CARTE DES ZONES INONDABLES PAR PERIODE DE RETOUR



Pour pouvoir tracer la limite de zones inondées suivant le débit par période de retour, deux étapes importantes doivent être terminées en amont :

**Etape 1** : Calcul des débits suivant la période de retour des précipitations

- Identification des principaux cours d'eau
- Délimitation des principaux BV et Sous BV

**Etape2** : Localisation des principales zones à risque d'inondation :

Après des analyses spatiales que nous avons fait avec les données en notre disposition, (MNT, classes de pentes, tracés bassins versants, localisation des exutoires et les cours d'eau), nous avons pu

localiser les zones à risque d'inondation suivantes :

- Zone au niveau Bemarivo Riv. Et Mampikony Riv.
- Zone au niveau de l'estuaire de la Loza
- Zone au niveau des plaines de Bealanana
- Zone au niveau de Mangarahara Riv. Et Amboabo

**Etape3** : Tracé de la limite des zones inondées suivant le débit par période de retour

Le principe général qu'on a appliqué dans cette étude est la soustraction entre le volume à drainer par jour au niveau de chaque exutoire et le volume que peut contenir la limite du lit majeur.

**Hypothèse de base** :

- *Les phénomènes d'évaporation et d'infiltration ne sont pas pris en compte*
- *On considérera que le volume d'eau reste constant pendant 24h dans le bassin en aval de l'exutoire concerné*

**Hypothèse de calcul** :

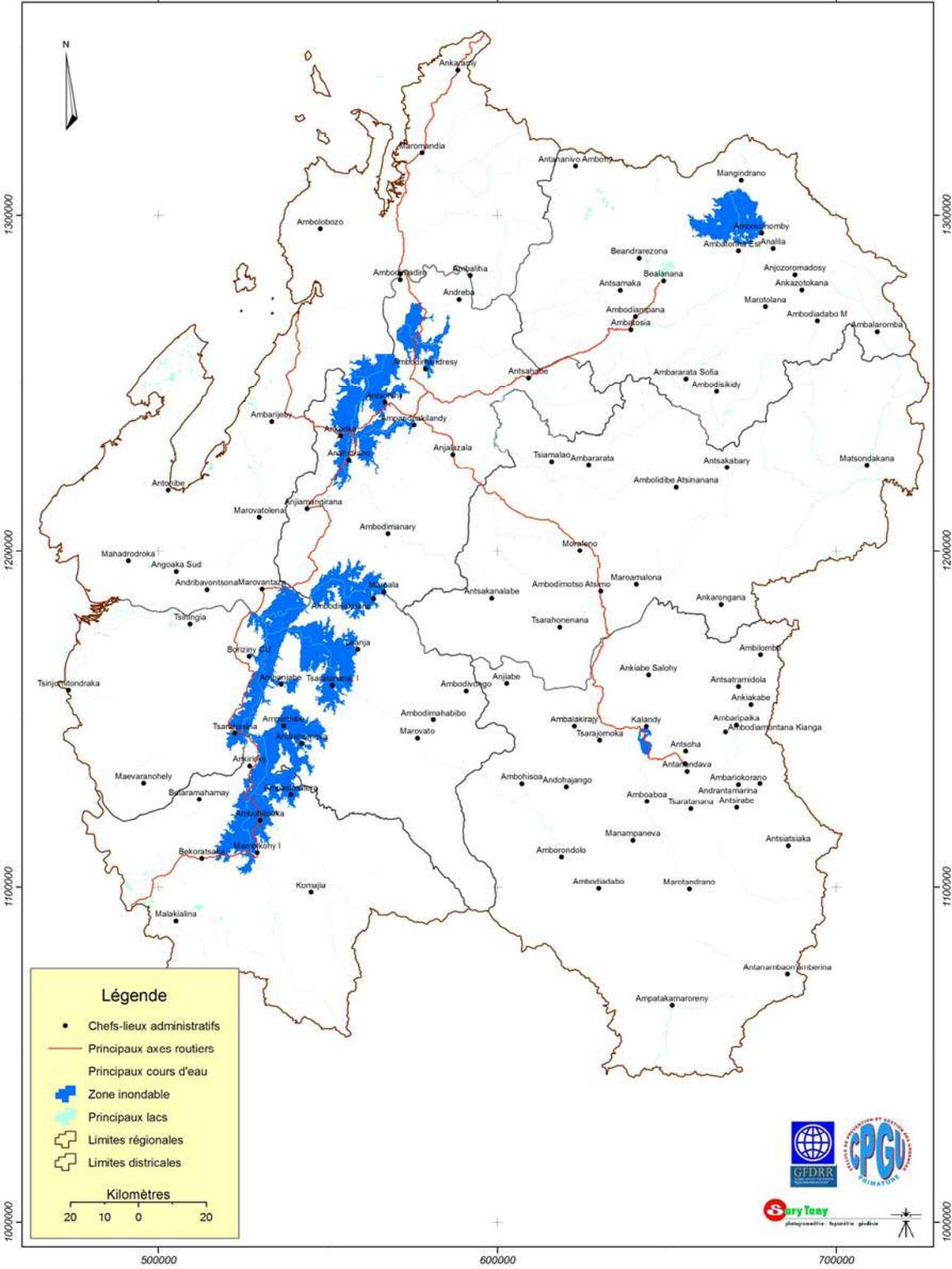
- Largeur moyenne du lit majeur = 100 m (Précision à 1mm des cartes topo au 1/100 000 ou BD100)
- Profondeur moyenne = 6 m

Le présent rendu de l'étude du phénomène d'inondation et de la détermination des zones inondables par période de retour dans la région de Sofia a été effectué dans un contexte où l'on n'a pas disposé d'informations et données à des échelles adéquates alors que le résultat était nécessaire à l'analyse de vulnérabilité et à l'élaboration de l'Atlas des risques. D'où l'utilisation de données dont la précision n'était même pas contrôlée et leur échelle beaucoup trop petite pour la conduite d'une telle étude.

Cela dit, nous recommandons l'utilisation des informations issues de la présente étude sur le phénomène d'inondation avec beaucoup de précaution vu la précision des données utilisées et le non disponibilité des données utiles.

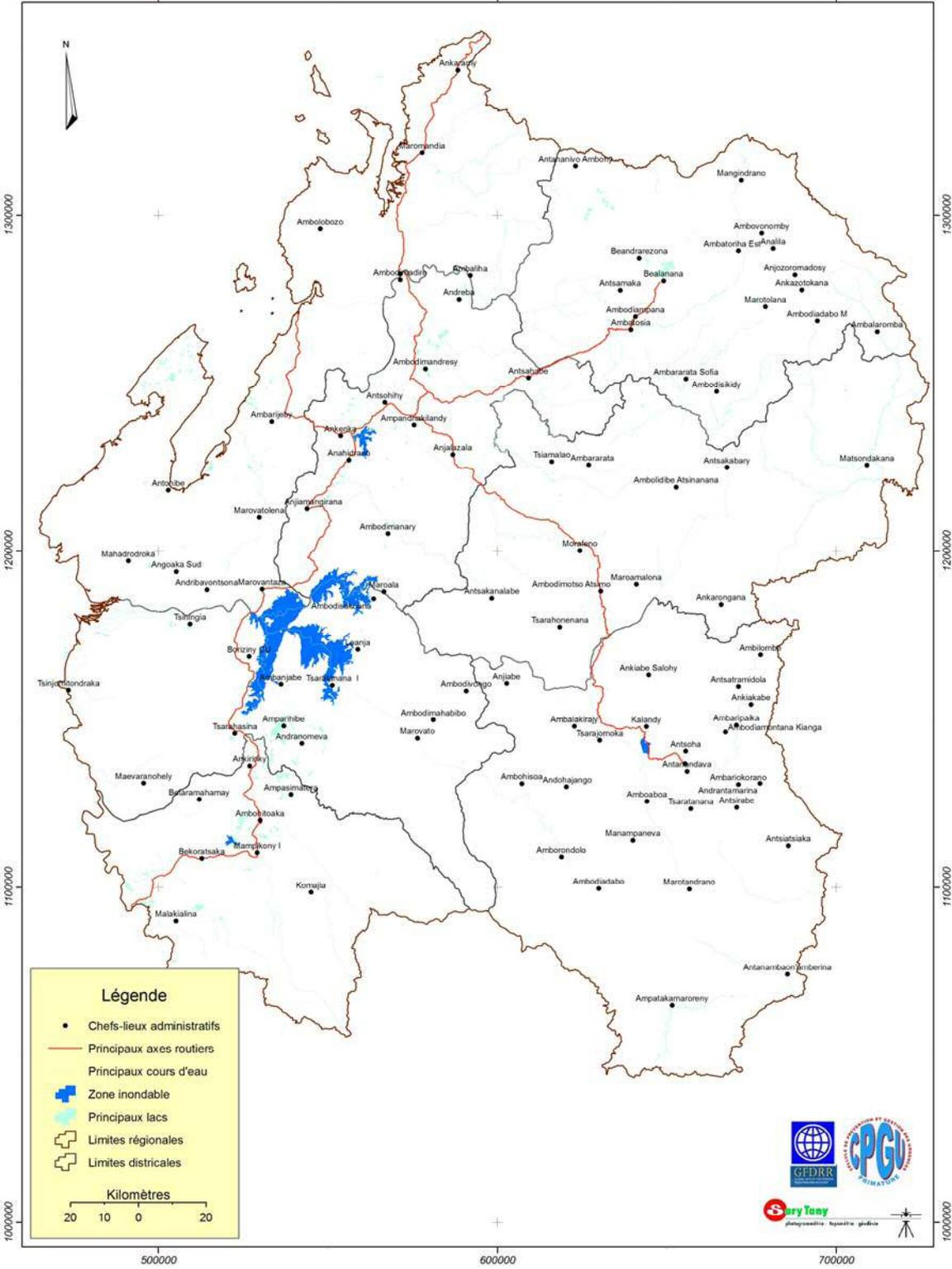
# REGION SOFIA

## CARTE DES ZONES INONDABLES POUR UNE PERIODE DE RETOUR DE 100 ANS ET PLUS



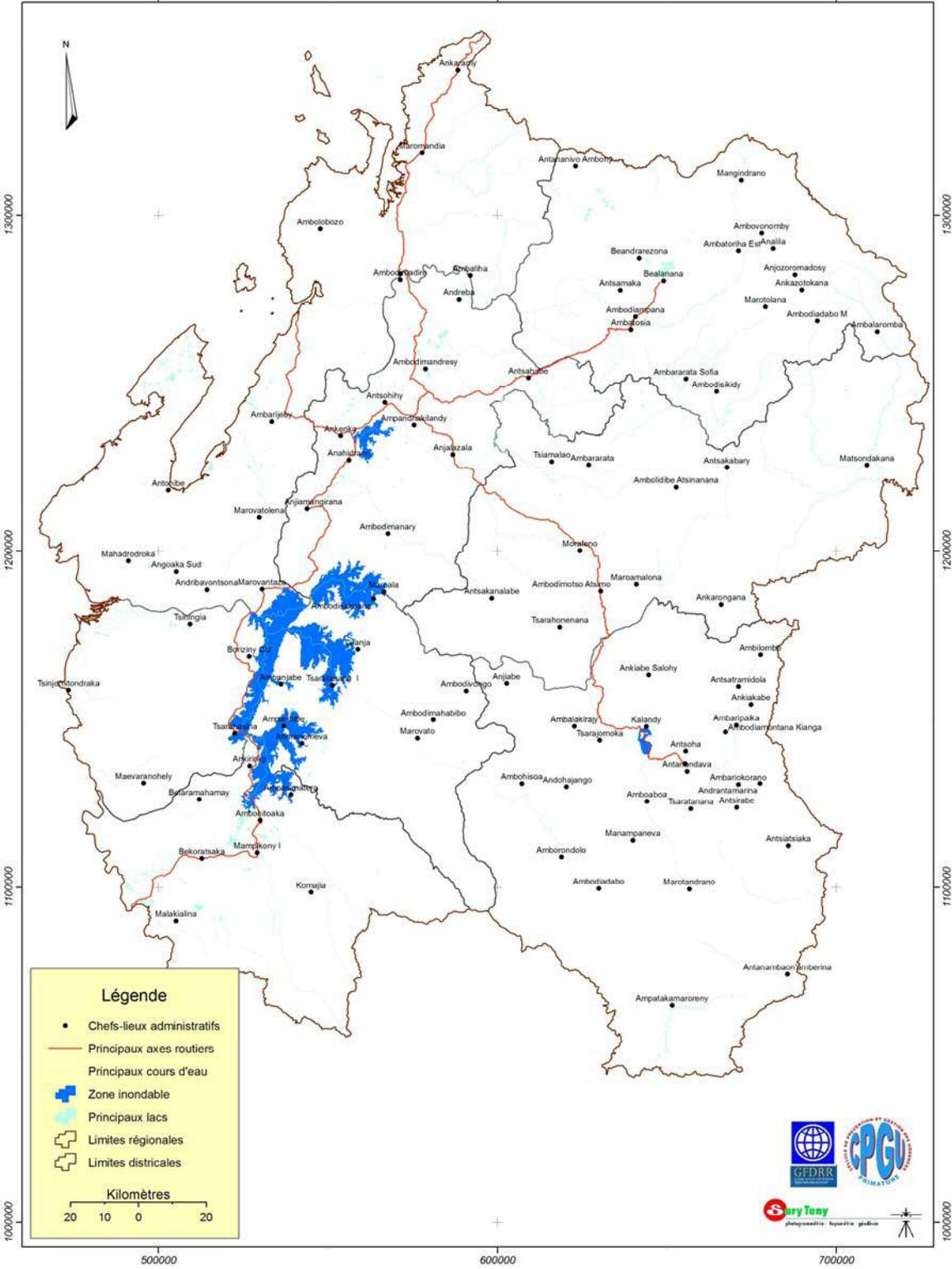
# REGION SOFIA

## CARTE DES ZONES INONDABLES POUR UNE PERIODE DE RETOUR DE 5 ANS



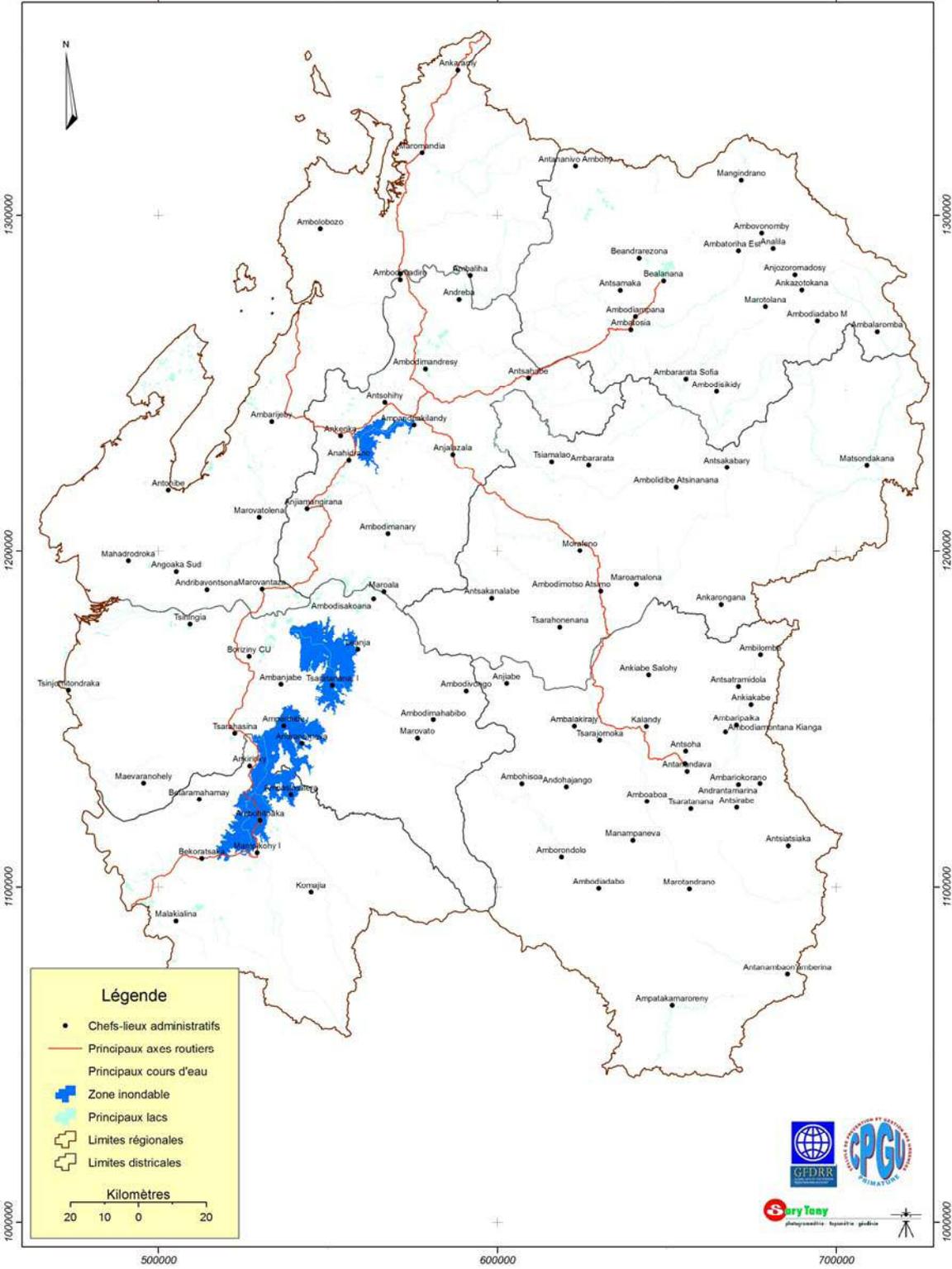
# REGION SOFIA

## CARTE DES ZONES INONDABLES POUR UNE PERIODE DE RETOUR DE 10 ANS



# REGION SOFIA

## CARTE DES ZONES INONDABLES POUR UNE PERIODE DE RETOUR DE 50 ANS



**VULNERABILITE**

## Légende

La légende des cartes a été allégée afin de n'en sortir que les principales thématiques véhiculées par chaque carte. En effet, des thématiques utilisées comme fond repère se répètent que nous avons jugé utile de ne les faire apparaître.

Cependant, pour mieux comprendre et apprécier la présente série de cartes, veuillez trouver ci-contre la légende des cartes dans le présent Atlas.

## Aléas

Trois aléas ont été pris afin d'illustrer cet atlas dont :

- Cyclone où l'on a pris une **Tempête tropicale modérée**<sup>10</sup> accompagnée de **précipitation moyenne**,
- Sécheresse de type **modérée**<sup>11</sup>,
- Inondation de type **modérée**<sup>12</sup>.

On a choisit ces types d'aléa du fait de leur forte probabilité par à d'autres types au niveau de la région.

## Période de retour

La période de retour montre la possibilité de passage d'au moins un aléa pour une durée donnée. Exemple, si la période de retour d'une sécheresse modérée est de 10 ans dans une zone donnée, cela veut dire qu'au moins une sécheresse de type modérée y sévit tous les 10 ans.

A noter, pour l'aléa cyclone, les périodes de retour sont relatives au vent cyclonique et non aux précipitations qui l'accompagnent.

## Vulnérabilité

La vulnérabilité par secteur est fonction de l'aléa. Elle est estimée à partir de la sensibilité et de la résilience par secteur par rapport à un type d'aléa donné. Elle a été classée en quatre<sup>13</sup> degrés de vulnérabilité que sont **Faible, Moyen, Fort et Très fort**.

Cette classification est faite à partir de modèle statistique qu'est la méthode de seuil naturel qui détermine un lot de classe homogène.

<b>Chefs-lieux administratifs</b>	<b>Période de retour</b>
<b>Classe administrative</b>	<b>Vent des cyclones TTM</b>
▪ Chef-lieu de Région	▨ Egal à 3 ans
• Chef-lieu de District	▧ Egal à 5 ans
• Chef-lieu de Commune	▩ Egal à 10 ans
<b>Principaux axes routiers</b>	<b>Période de retour</b>
<b>Type de route</b>	<b>Aléa : Sécheresse modérée</b>
— Route nationale primaire	▨ 5 ans
— Route nationale secondaire	▧ 10 ans
— Route nationale temporaire	▩ 25 ans
- - - Route provinciale / régionale	<b>Degré de Vulnérabilité</b>
⋯ Route non classée	■ Faible
— Principaux cours d'eau	■ Moyen
■ Principaux lacs	■ Fort
□ Limites régionales	■ Très fort
□ Limites Districales	
□ Limites communales	

<sup>10</sup> Vitesse de vent entre 17 m/s à 32,5 m/s (62 km/h à 117 km/h)

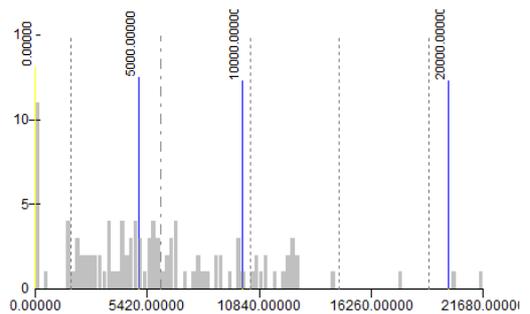
<sup>11</sup> Indice SPI (indice Standardisée de Précipitation) entre -1,0 à -1,49

<sup>12</sup> Moins de 24 heures

<sup>13</sup> Seul le secteur routier est classé en trois degré à leur demande

## Exemple : Cas des Maisons d'habitation

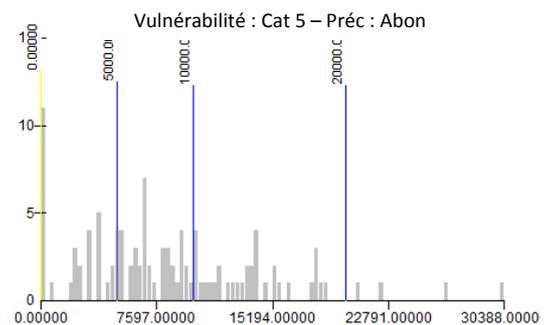
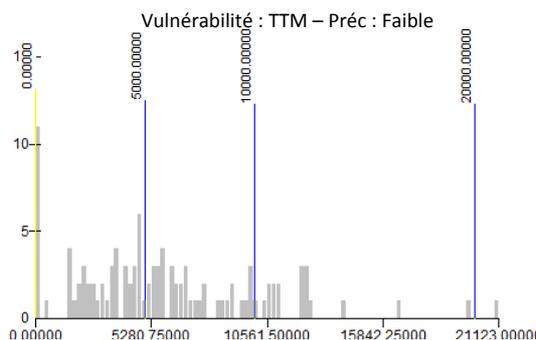
Le graphe ci-contre montre la répartition des valeurs de vulnérabilité par rapport à l'aléa Tempête Tropicale Modérée accompagnée de précipitation moyenne pour le secteur **Habitation**.



Dans la mesure où des informations pouvant influencer cette valeur de vulnérabilité par commune restent toujours manquantes, il est difficile d'interpréter rationnellement la signification exacte de chaque classe de valeur.

Cependant, associé à d'autres valeurs (TTM – Précipitation faible et Cyclone de catégorie V – Précipitation abondante), les graphes montrent où se situe une certaine homogénéité au niveau des communes d'où la classification :

- Faible : Moins de 5000
- Moyen : Entre 5000 et 10000
- Fort : Entre 10000 et 20000
- Très fort : Plus de 20000



**Secteur HABITAT**

---

# Vulnérabilités des Maisons d'Habitation

Les cartes qui se suivent montrent le degré de vulnérabilité des maisons d'habitation agrégé au niveau des Communes par rapport à trois (03) aléas dont :

- Le cyclone
- La sécheresse
- L'inondation.

Le cyclone est catégorisé par rapport aux vitesses des vents et à l'abondance des précipitations qui l'accompagnent.

La sécheresse et l'inondation par contre est catégorisée par rapport à leur sévérité et durée.

Dans la mesure où ce sont les tempêtes tropicales modérées qui passent les plus fréquemment dans la région (Données relatives à la probabilité d'occurrence de vents cycloniques), la vulnérabilité des maisons d'habitation a été calculée par rapport à ce type d'aléa.

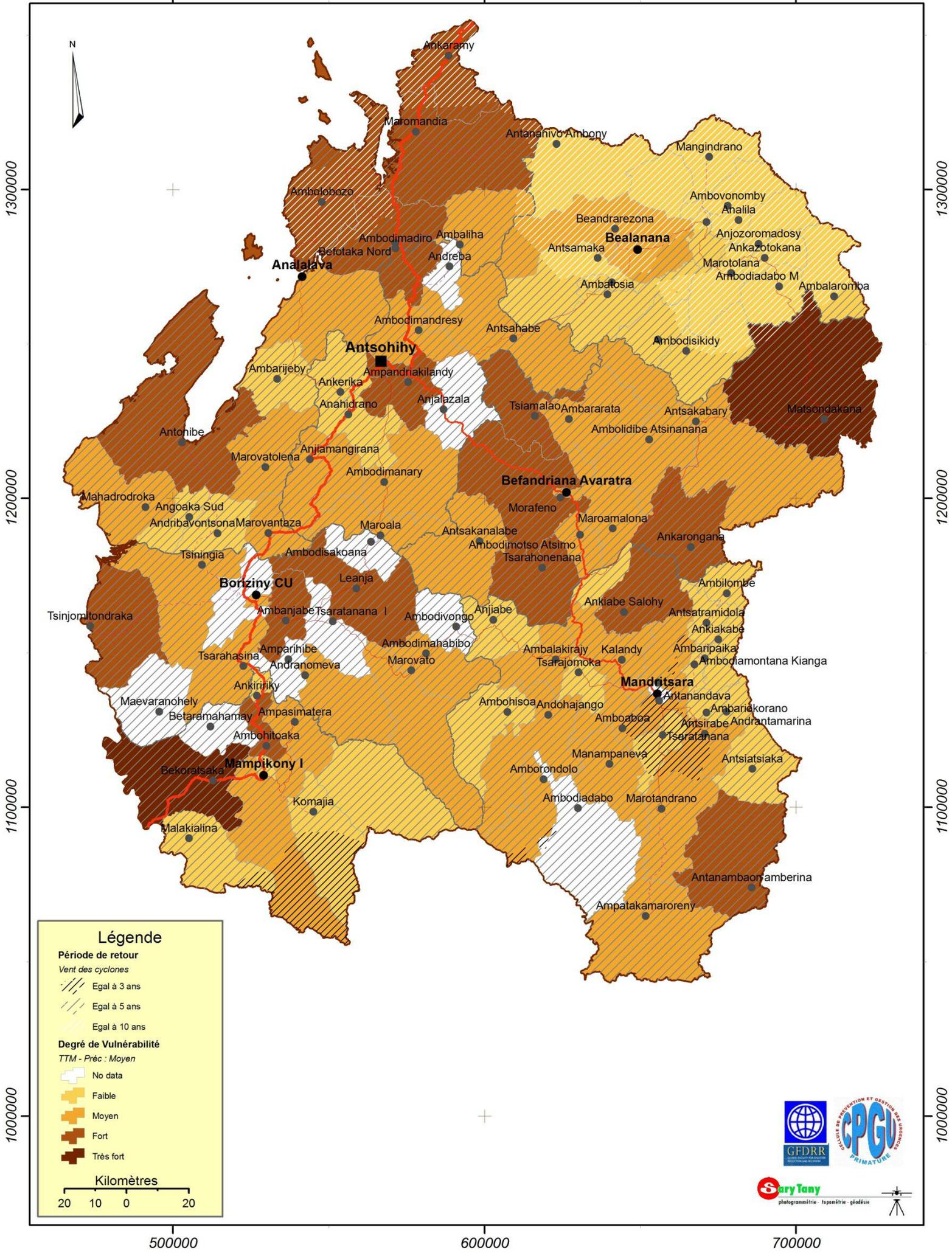
De même, pour la sécheresse et l'inondation, on a estimé la vulnérabilité par rapport respectivement à des manifestations de sécheresse modérée et d'inondation modérée.

Les valeurs correspondantes au degré de vulnérabilité pour les maisons d'habitation sont les suivantes :

Degré	Valeurs de vulnérabilité		
	Aléa Cyclone	Aléa Sécheresse	Aléa Inondation
Faible	]0 – 5 000[		
Moyen	[5 000 – 10 000[		
Fort	[10 000 – 20 000[		
Très fort	[20 000 – ∞[		

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DES MAISONS D'HABITATION POUR L' ALEA CYCLONE



# Aléa Cyclone

La carte ci-contre montre la **vulnérabilité** des **maisons d'habitation** calculée par rapport à passage d'aléa de type **Tempête Tropicale Modérée** accompagnée d'une **précipitation moyenne** dans la région Sofia.

Cette valeur de vulnérabilité se calcule au niveau des communes à partir des valeurs de sensibilité et de résilience dont dispose chaque commune par rapport aux maisons d'habitation.

La nature des matériaux de construction est l'un des critères de sensibilité à partir duquel on a déterminé ce degré de vulnérabilité.

On a également pris en compte les facteurs résiliant pouvant atténuer cette valeur de vulnérabilité dont :

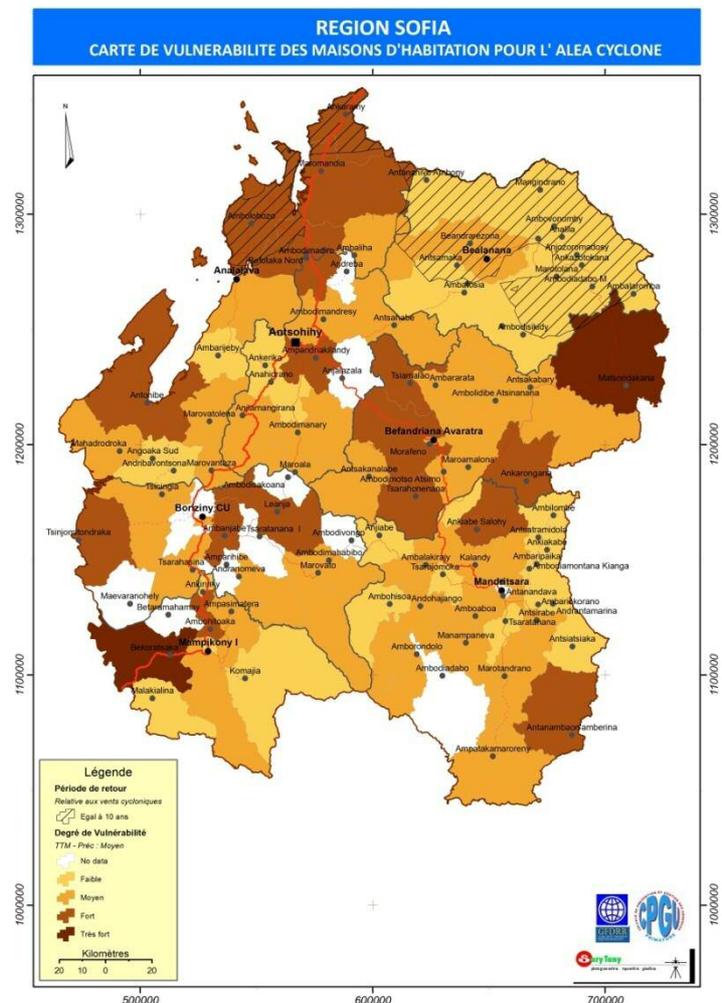
- Disponibilité des matériaux de reconstruction
- Disponibilité de fond d'urgence
- Etc.

Face à une **tempête tropicale modérée** dont la **précipitation est jugée moyenne**, deux (02)

communes sur 108 ont un degré de vulnérabilité très élevé par rapport aux autres. Il s'agit des communes de **Matsoandakana** – District de Befandriana Nord et de **Bekoratsaka** - District de Mampikony. Ces deux communes disposent près de 3% de la population régionale.

Vingt (20) communes ont un degré de vulnérabilité élevé par rapport aux autres, représentant près de 33% de la population régionale.

Par ailleurs, on estime que la période de retour d'une tempête tropicale modérée (si on se réfère à la vitesse des vents) est de 5 ans au niveau de la partie centrale de la région.



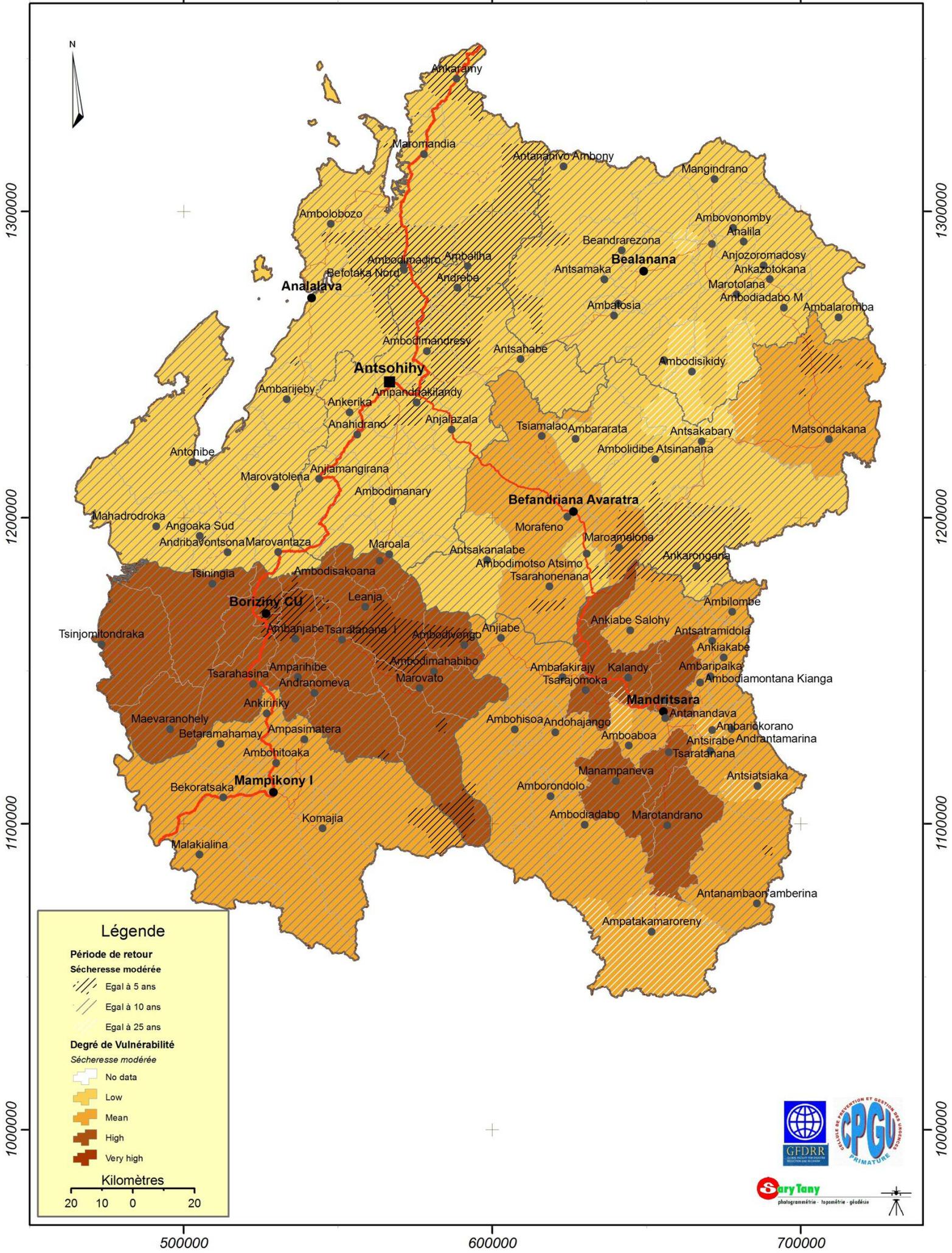
Pour les communes de Matsoandakana et de Bekoratsaka, cette période de retour est estimée à 5 ans. Par contre, au niveau des communes à proximité de la CU de Mandritsara (Antanandava, Amboabo, Antsirabe Centre et Tsaratanana), elle est estimée à 3 ans.

La partie nord de la région (Bealanana, Antsohihy et Analalava), cette période de retour d'un aléa de type **Tempête Tropicale Modérée par rapport aux vents cycloniques** est estimée à 10 ans.

*Au niveau de la carte ci-contre, la partie hachurée représente les zones dont la période de retour est de 10 ans. La partie non hachurée représente par conséquent les zones dont la période de retour est à moins de 10 ans.*

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DES MAISONS D'HABITATION POUR L' ALEA SECHERESSE



# Aléa Sécheresse

La carte ci-contre montre la **vulnérabilité** des **maisons d'habitation** calculée par rapport à passage d'aléa de type **Sécheresse modérée** dans la région Sofia.

Cette valeur de vulnérabilité se calcule au niveau des communes à partir des valeurs de sensibilité et de résilience dont dispose chaque commune par rapport aux maisons d'habitation.

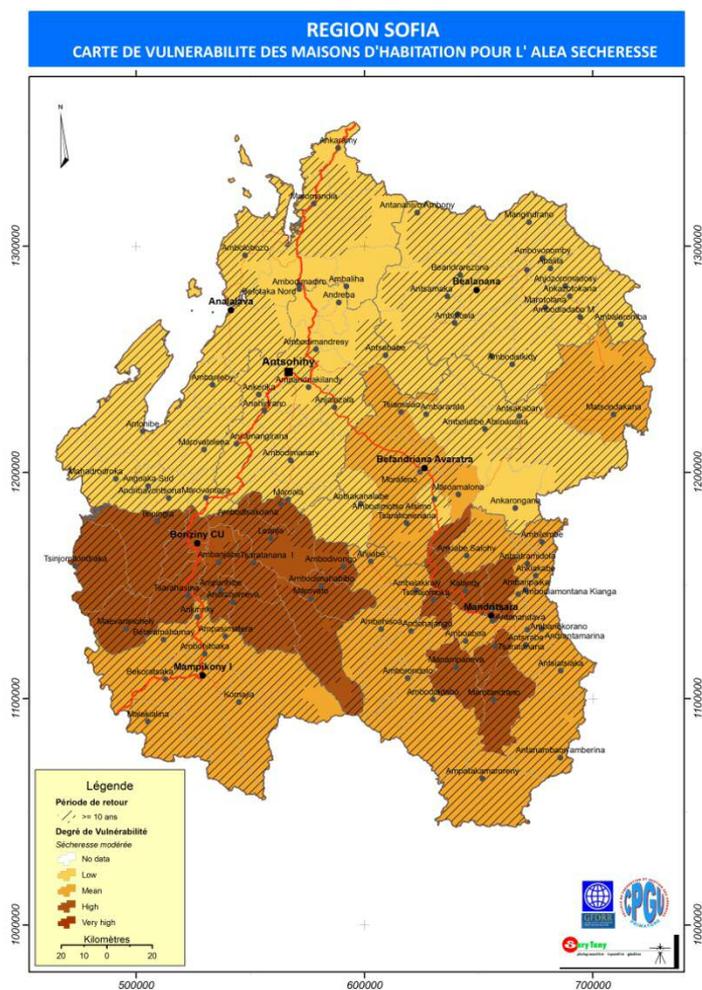
La nature des matériaux de construction est l'un des critères de sensibilité à partir duquel on a déterminé ce degré de vulnérabilité.

On a également pris en compte les facteurs résiliant pouvant atténuer cette valeur de vulnérabilité dont :

- Disponibilité des matériaux de reconstruction
- Disponibilité de fond d'urgence
- Etc.

Face à une **Sécheresse de type modérée**, vingt-trois (23) communes sur 108 ont un degré de vulnérabilité élevé par rapport aux autres. Ces 23 communes disposent près de 21% de la population régionale.

Par ailleurs, on estime que la période de retour d'une sécheresse modérée est de 10 ans de point de vue général par rapport à la région.

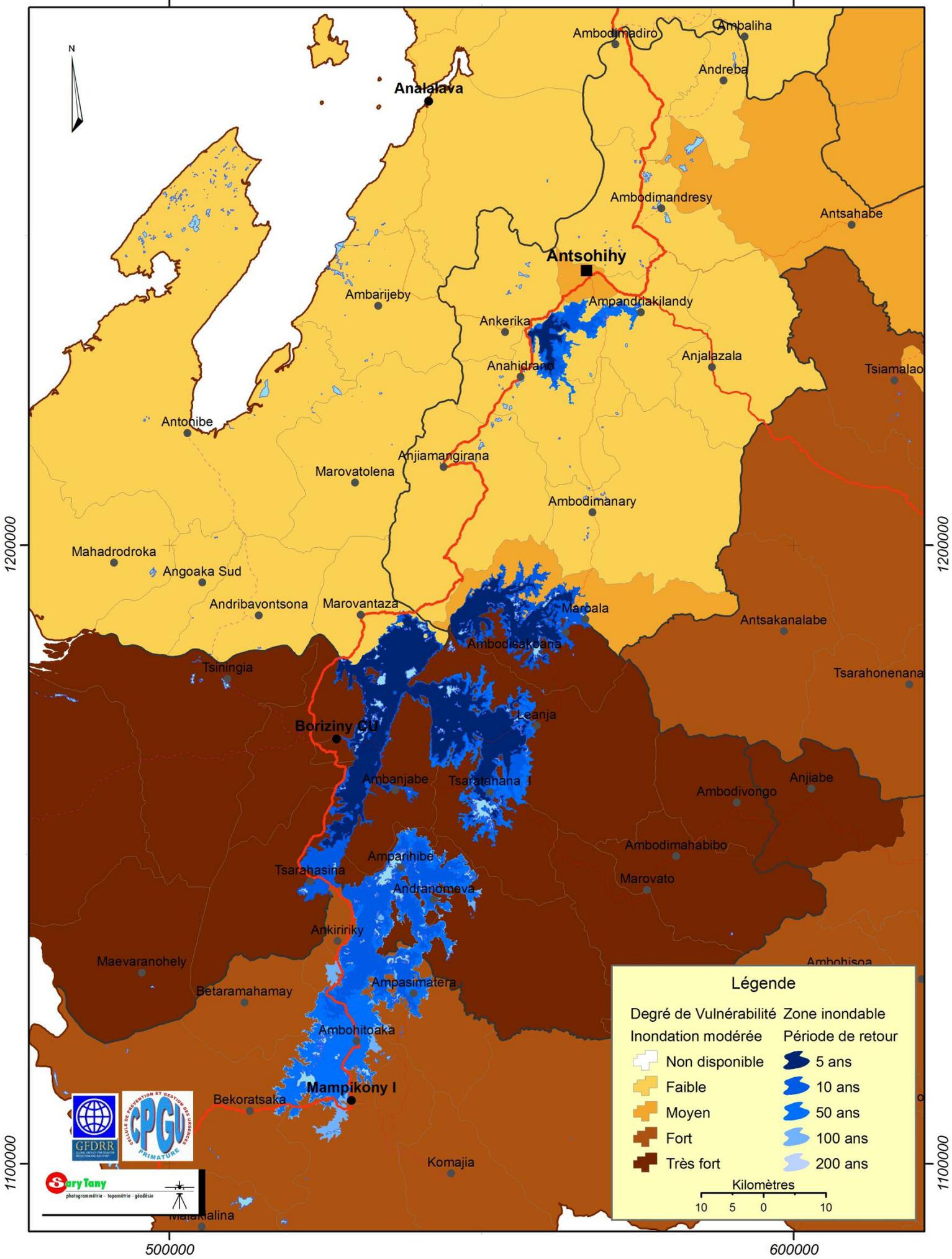


Pour les communes de Boriziny et des environs, cette période de retour est estimée à 5 ans.

*Au niveau de la carte ci-contre, la partie hachurée représente les zones dont la période de retour est de 10 ans. La partie non hachurée représente par conséquent les zones dont la période de retour est à moins de 10 ans*

# REGION SOFIA : MAMPIKONY ET PORT BERGE

## CARTE DE VULNERABILITE DES MAISONS D'HABITATION POUR L' ALEA INONDATION



50000

60000

1200000

1200000

1100000

1100000

# Aléa Inondation

---

COMMUNE	DISTRICT
Tsaratana I	Boriziny
Tsarahasina	Boriziny
Ampasimatera	Mampikony
Ambohitoka	Mampikony
Ambodisakoana	Boriziny
Ambanjabe	Boriziny
Amparihibe	Boriziny
Andranomeva	Boriziny
Maroala	Antsohihy
Ankerika	Antsohihy
Anahidrano	Antsohihy

Chefs-lieux de commune à l'intérieur des Zones inondables

# Vulnérabilités des Bâtiments Administratifs

---

Les cartes qui se suivent montrent le degré de vulnérabilité des bâtiments administratifs agrégé au niveau des Communes par rapport à trois (03) aléas dont :

- Le cyclone
- La sécheresse
- L'inondation.

Le cyclone est catégorisé par rapport aux vitesses des vents et à l'abondance des précipitations qui l'accompagnent.

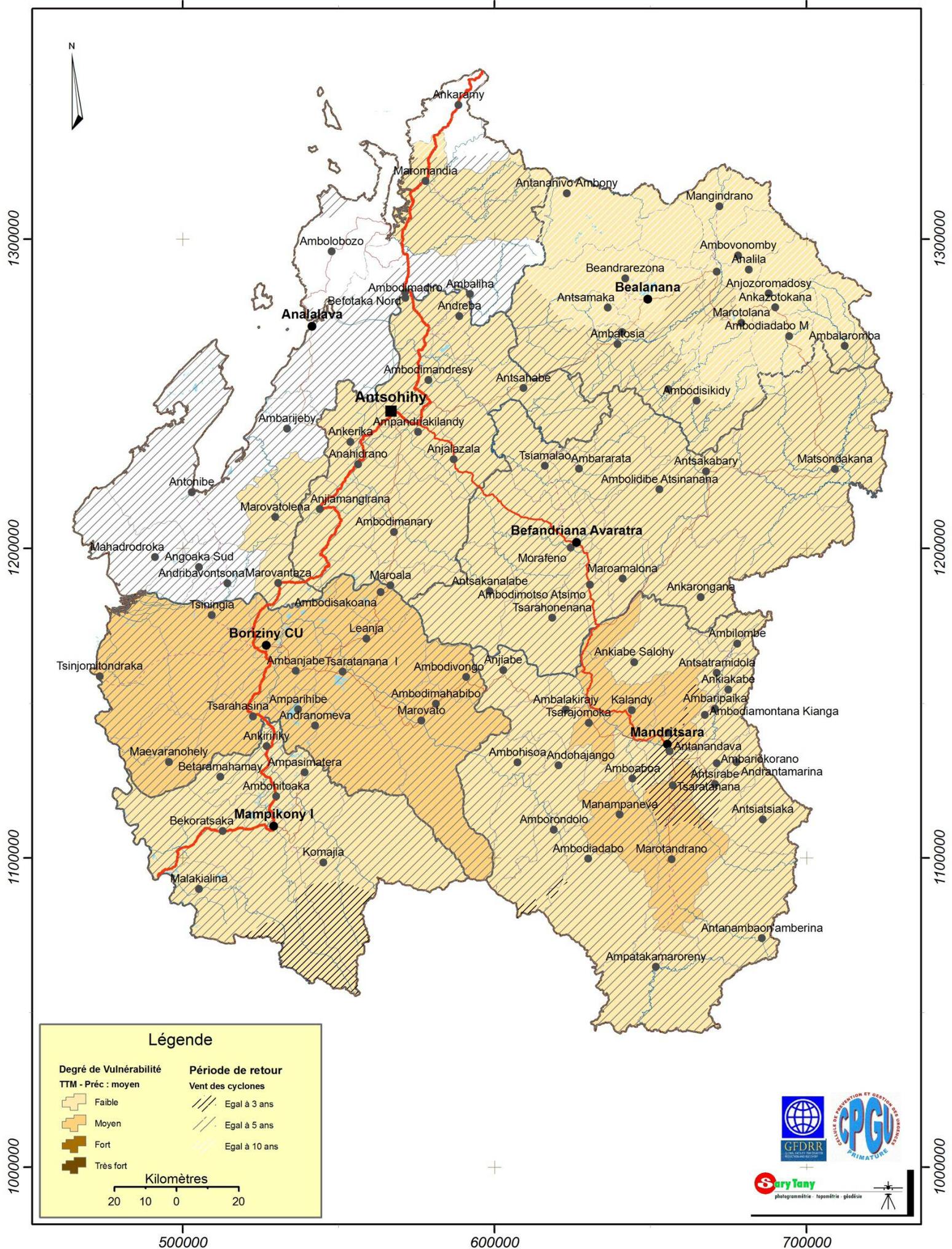
La sécheresse et l'inondation par contre est catégorisée par rapport à leur sévérité et durée.

Dans la mesure où ce sont les tempêtes tropicales modérées qui passent les plus fréquemment dans la région (Données relatives à la probabilité d'occurrence de vents cycloniques), la vulnérabilité des bâtiments administratifs été calculée par rapport à ce type d'aléa.

De même, pour la sécheresse et l'inondation, on a estimé la vulnérabilité par rapport respectivement à des manifestations de sécheresse modérée et d'inondation modérée.

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DES BATIMENTS ADMINISTRATIFS POUR L' ALEA CYCLONE

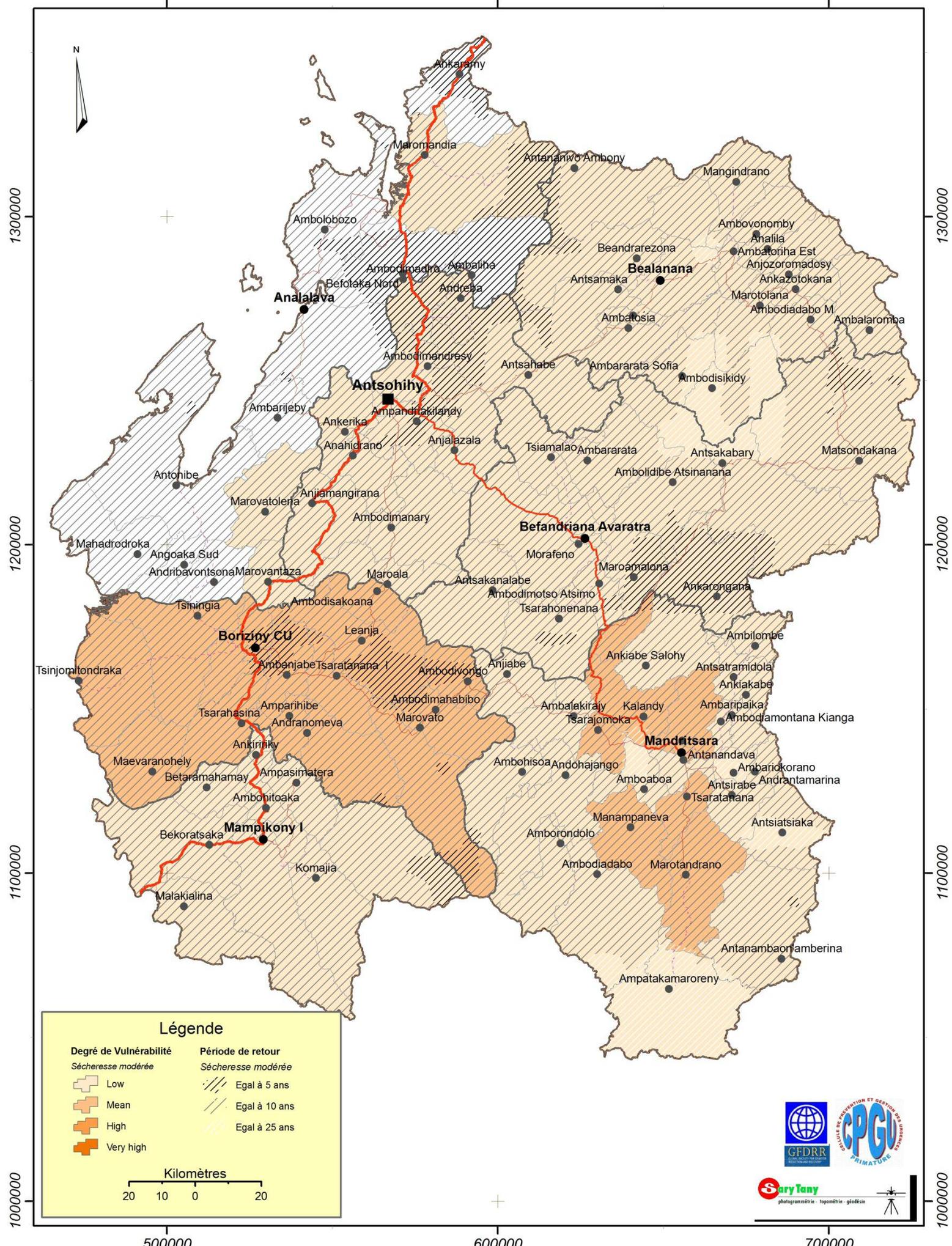


# Aléa cyclone

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DES BATIMENTS ADMINISTRATIFS POUR L' ALEA SECHERESSE



### Légende

- | Degré de Vulnérabilité | Période de retour  |
|------------------------|--------------------|
| Sécheresse modérée     | Sécheresse modérée |
| Low                    | Egal à 5 ans       |
| Mean                   | Egal à 10 ans      |
| High                   | Egal à 25 ans      |
| Very high              |                    |

Kilomètres

20 10 0 20



Sary Tany  
photogrammétrie - topométrie - géodésie

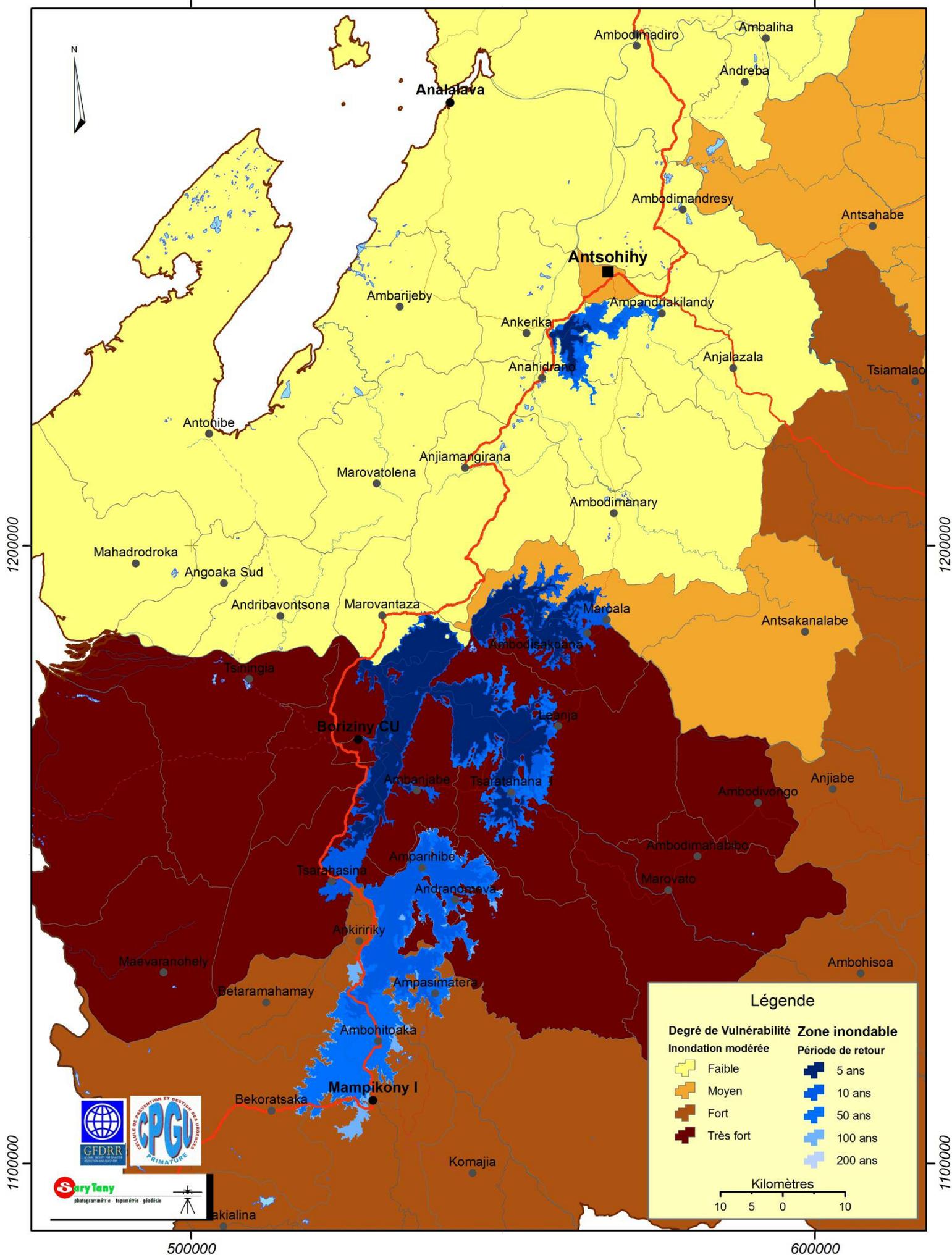


# Aléas Sécheresse

---

# REGION SOFIA : MAMPIKONY ET PORT BERGE

## CARTE DE VULNERABILITE DES BATIMENTS ADMINISTRATIFS POUR L' ALEA INONDATION



50000

60000

# Aléa Inondation

---

**SECTEUR INFRASTRUCTURES ROUTIERES**

**SECTEUR INFRASTRUCTURES  
ROUTIERES**

---

Les cartes qui se suivent montrent le degré de vulnérabilité des routes et ouvrages par rapport à trois (03) aléas dont :

- Le cyclone
- La sécheresse
- L'inondation.

Le cyclone est catégorisé par rapport aux vitesses des vents et à l'abondance des précipitations qui l'accompagnent.

La sécheresse et l'inondation par contre est catégorisée par rapport à leur sévérité et durée.

Dans la mesure où ce sont les tempêtes tropicales modérées qui passent les plus fréquemment dans la région (Données relatives à la probabilité d'occurrence de vents cycloniques), la vulnérabilité des tronçons de route et des ouvrages a été calculée par rapport à ce type d'aléa.

De même, pour la sécheresse et l'inondation, on a estimé la vulnérabilité par rapport respectivement à des manifestations de sécheresse modérée et d'inondation modérée.

Les valeurs correspondantes au degré de vulnérabilité pour les routes et ouvrages de franchissement sont les suivantes :

#### **Routes**

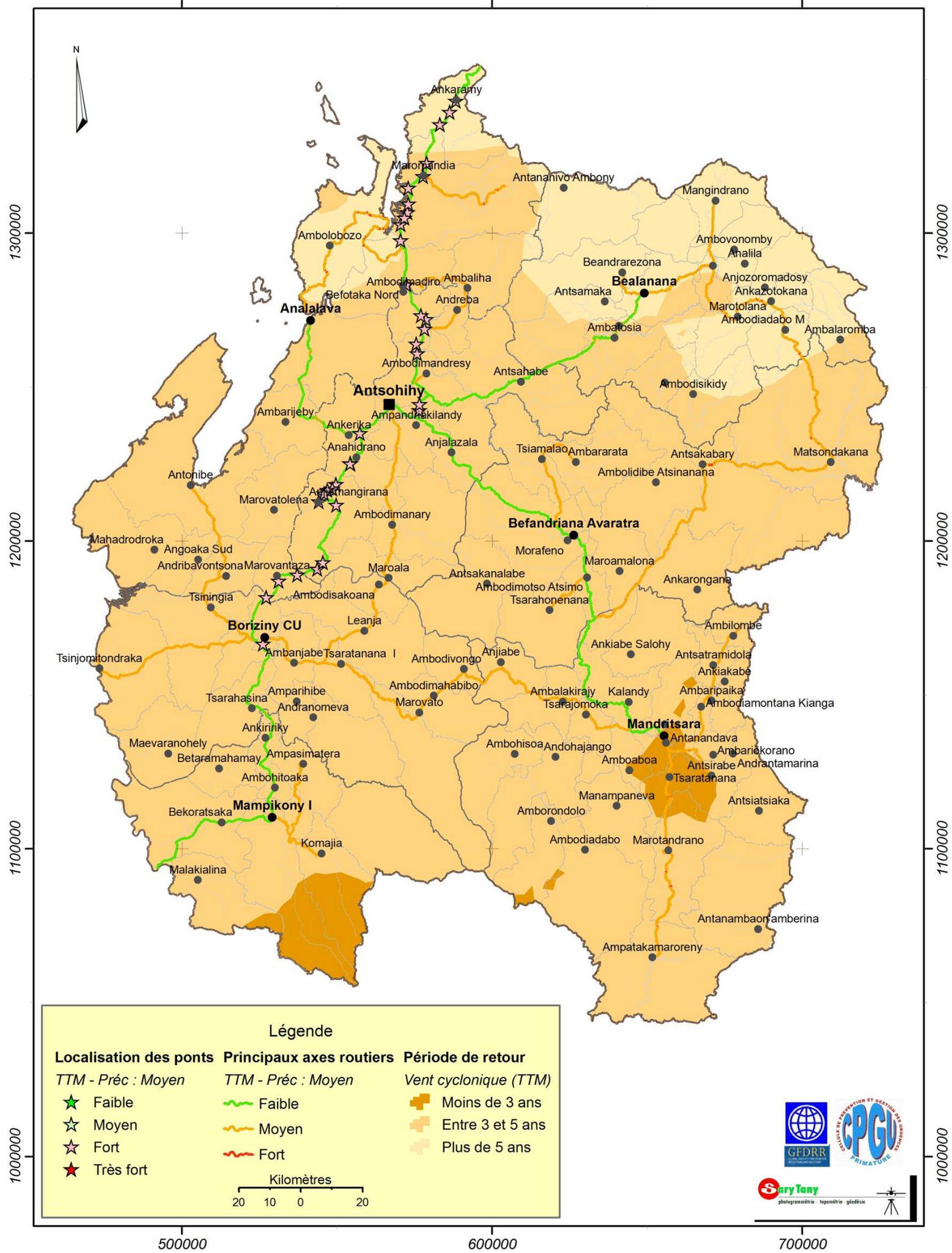
Degré	Valeurs de vulnérabilité		
	Aléa Cyclone	Aléa Sécheresse	Aléa Inondation
Faible	]0 – 5 000[		
Moyen	[5 000 – 10 000[		
Fort	[10 000 – 20 000[		
Très fort	[20 000 – ∞[		

#### **Ouvrages :**

Degré	Valeurs de vulnérabilité		
	Aléa Cyclone	Aléa Sécheresse	Aléa Inondation
Faible	]0 – 5 000[		
Moyen	[5 000 – 10 000[		
Fort	[10 000 – 20 000[		
Très fort	[20 000 – ∞[		

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR INFRASTRUCTURE ROUTIERE POUR L' ALEA CYCLONE

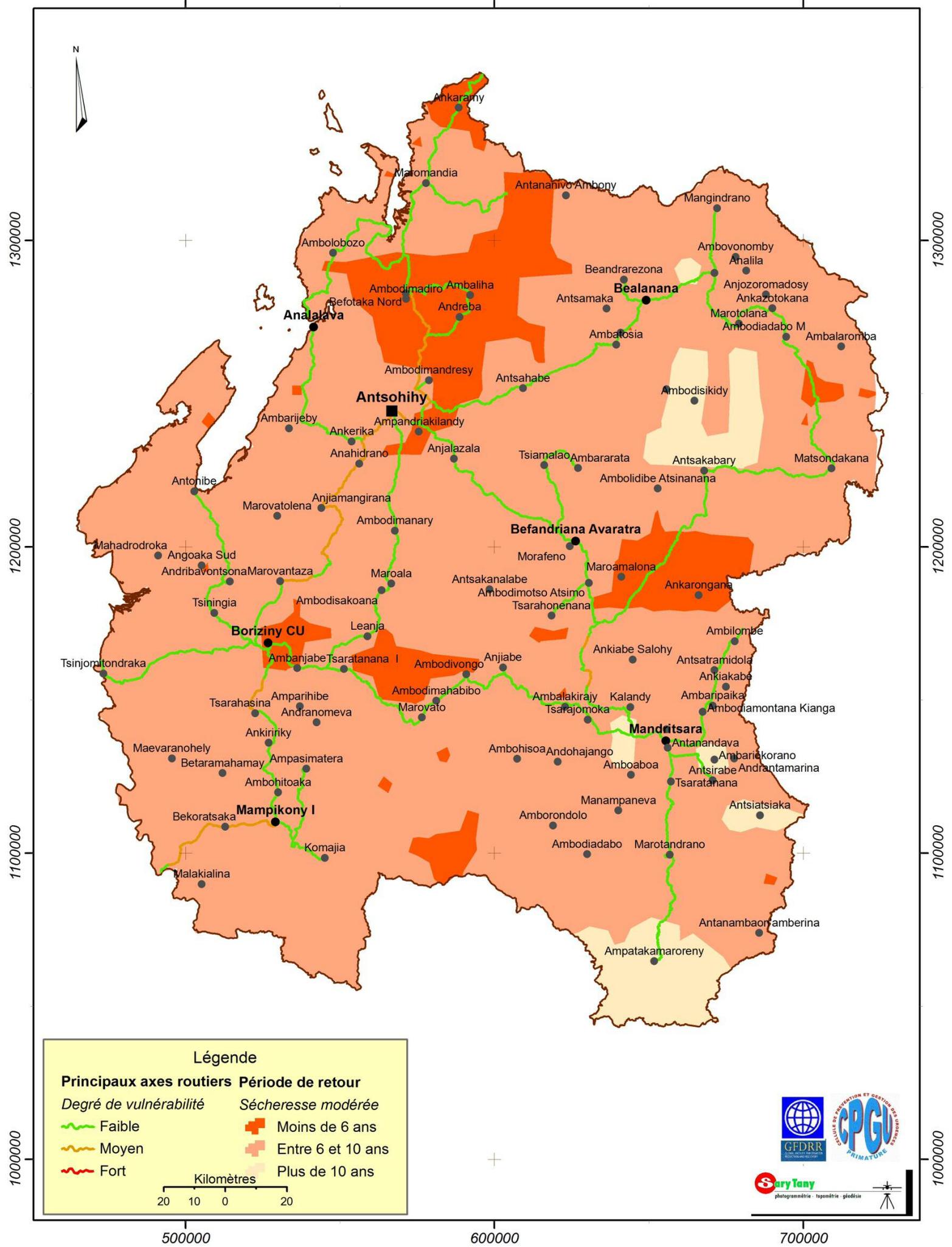


# Aléas Cyclone

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR INFRASTRUCTURE ROUTIERE POUR L' ALEA SECHERESSE



**Légende**

<b>Principaux axes routiers</b>	<b>Période de retour</b>
<i>Degré de vulnérabilité</i>	<i>Sécheresse modérée</i>
Faible	Moins de 6 ans
Moyen	Entre 6 et 10 ans
Fort	Plus de 10 ans

Kilomètres

20 10 0 20

1300000

1200000

1100000

1000000

500000

600000

700000

1000000

1100000

1200000

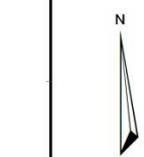
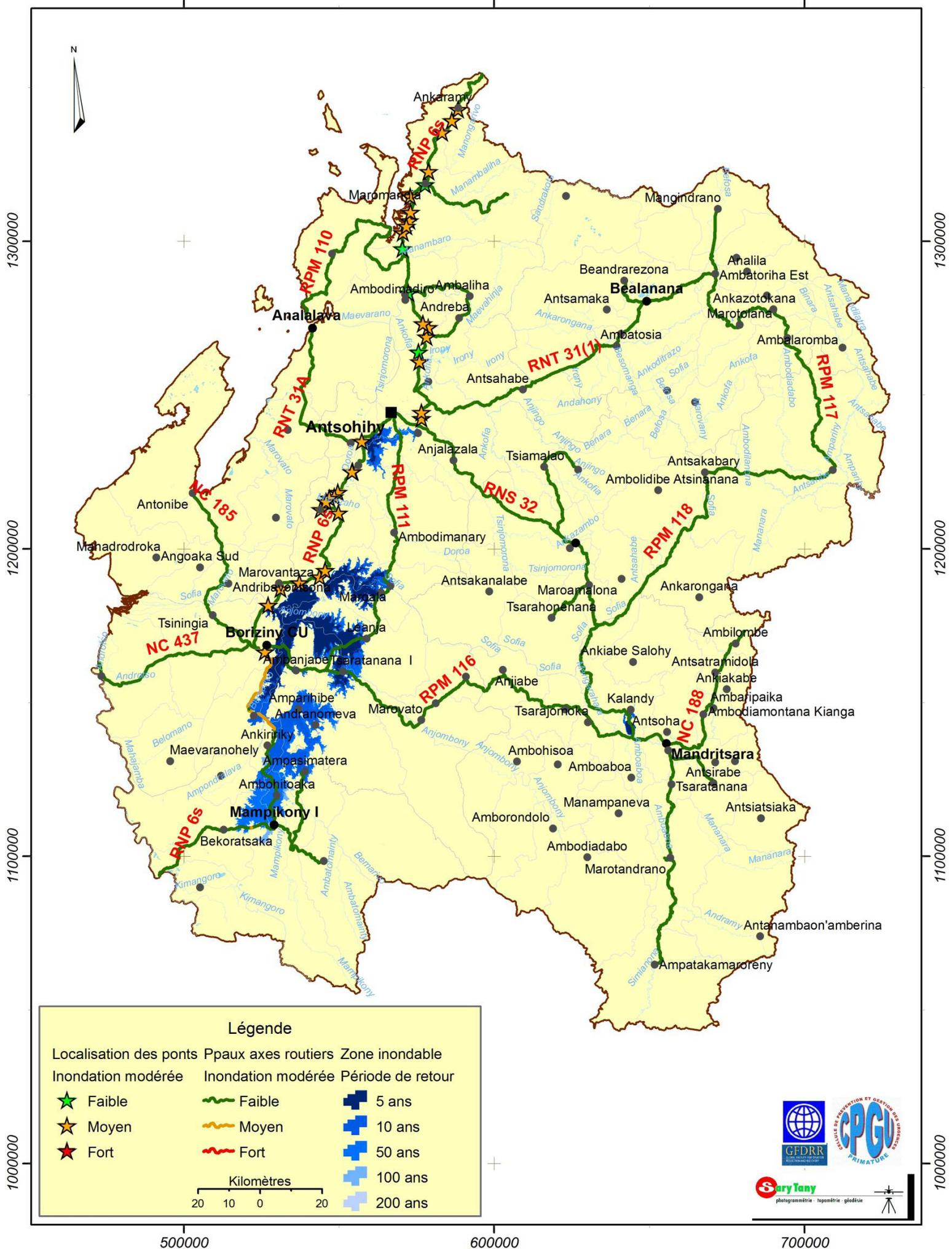
1300000

# Aléa Sécheresse

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR INFRASTRUCTURE ROUTIERE POUR L' ALEA INONDATION



1300000  
1200000  
1100000  
1000000

1300000  
1200000  
1100000  
1000000

50000

60000

70000

# Aléa Inondation

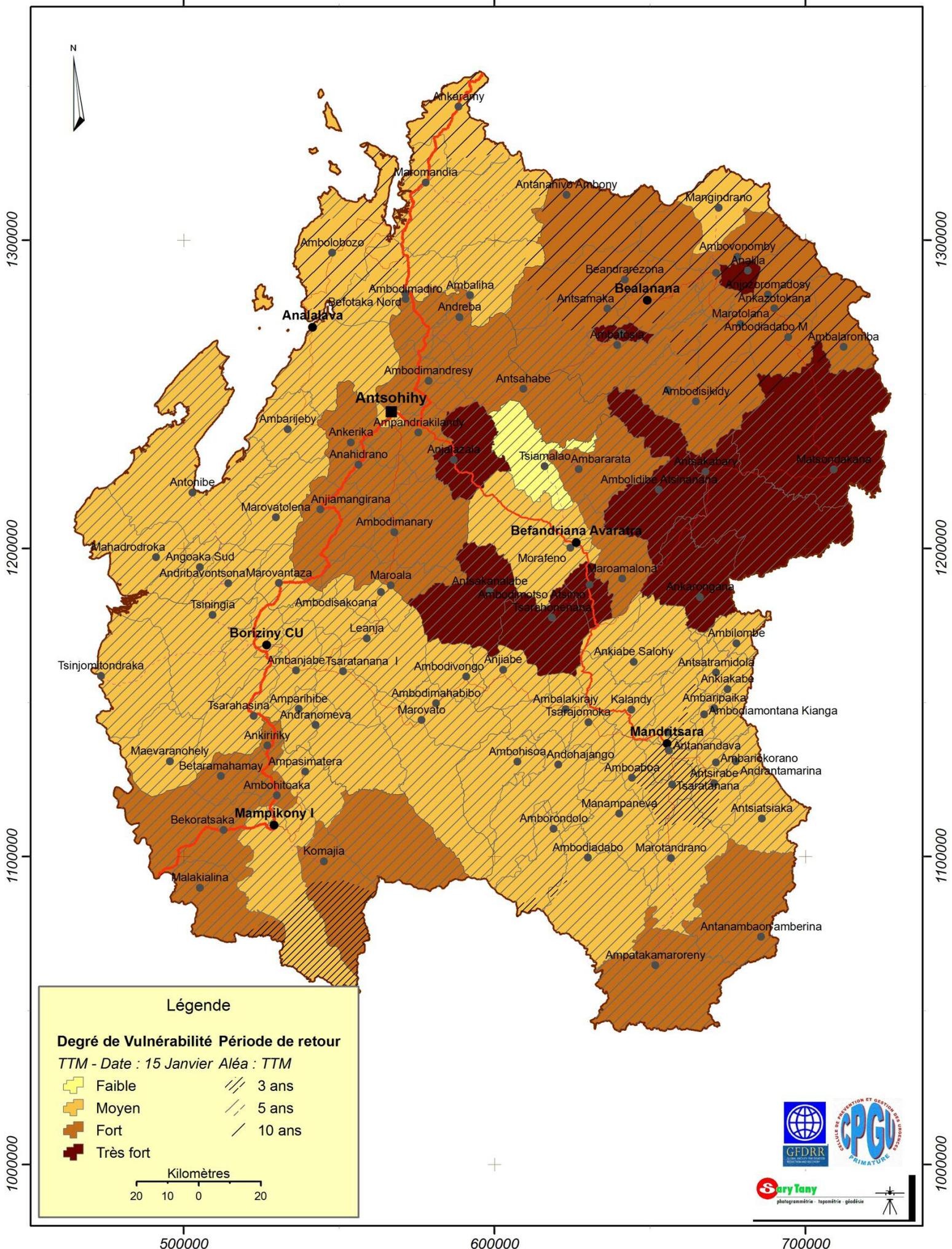
---

**SECTEUR AGRICULTURE**

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR AGRICULTURE POUR L' ALEA CYCLONE

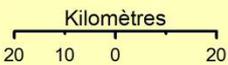


### Légende

#### Degré de Vulnérabilité Période de retour

TTM - Date : 15 Janvier Aléa : TTM

- |  |           |  |        |
|--|-----------|--|--------|
|  | Faible    |  | 3 ans  |
|  | Moyen     |  | 5 ans  |
|  | Fort      |  | 10 ans |
|  | Très fort |  |        |

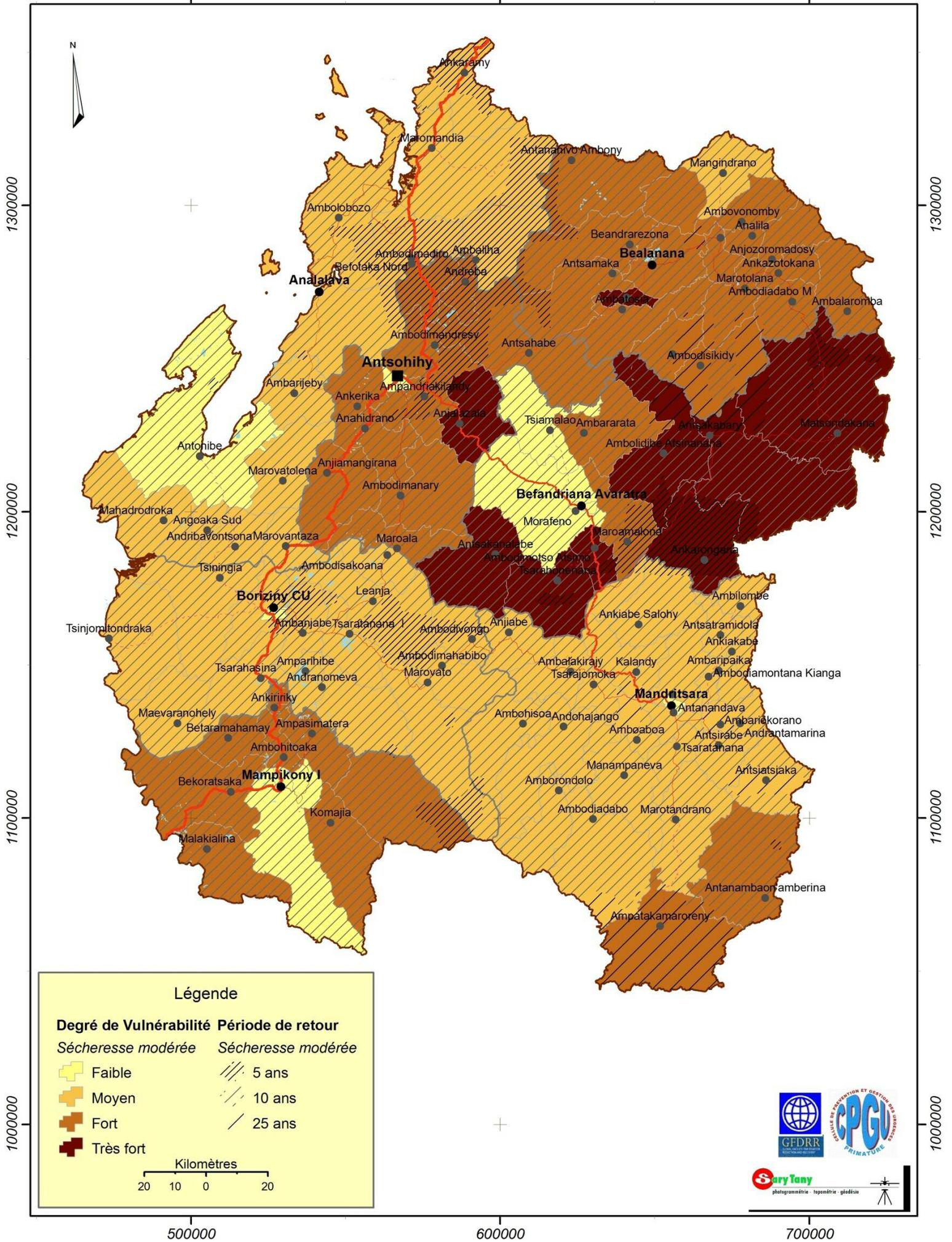


# Aléa Cyclone

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR AGRICULTURE POUR L' ALEA SECHERESSE

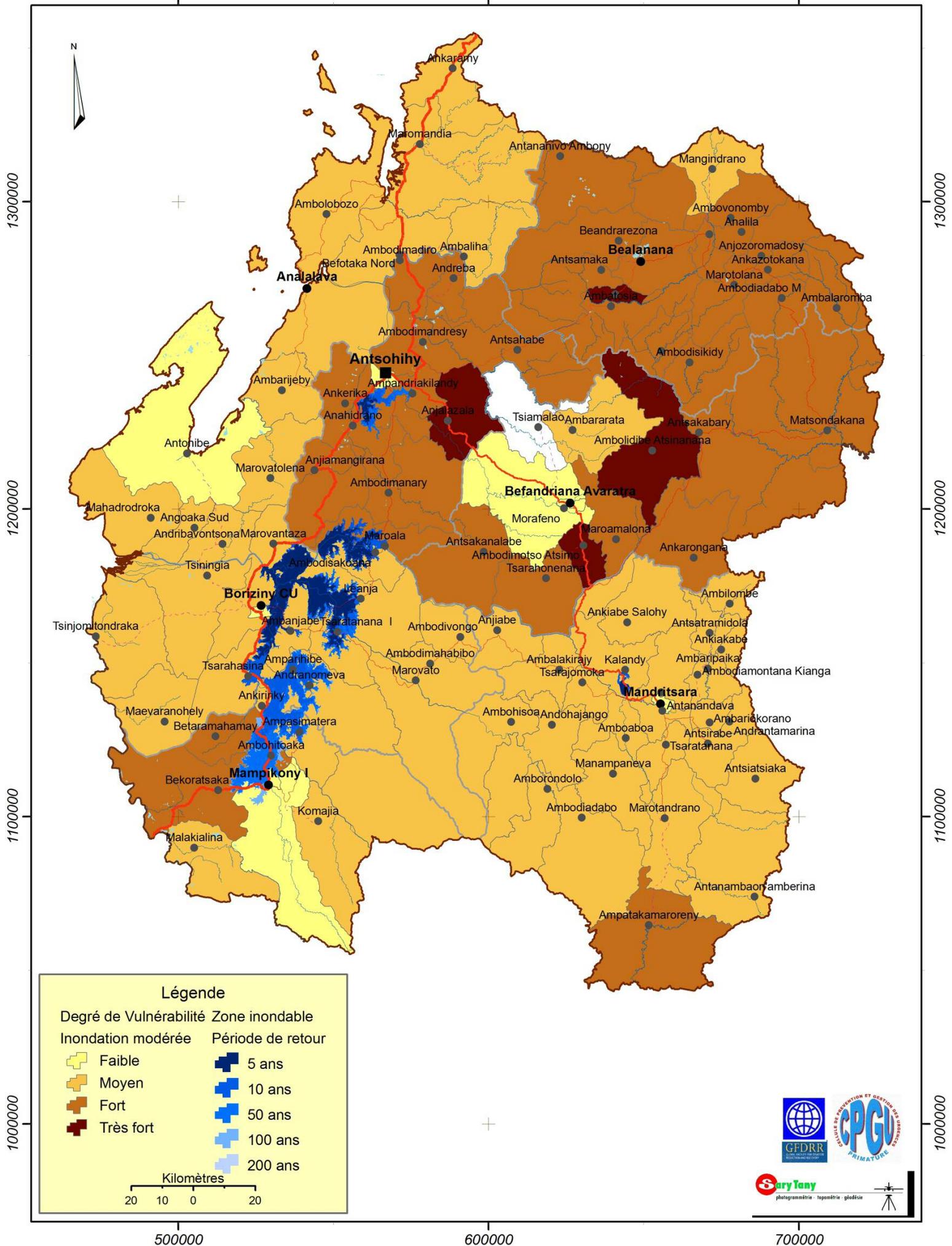


# Aléa Sécheresse

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR AGRICULTURE POUR L' ALEA INONDATION

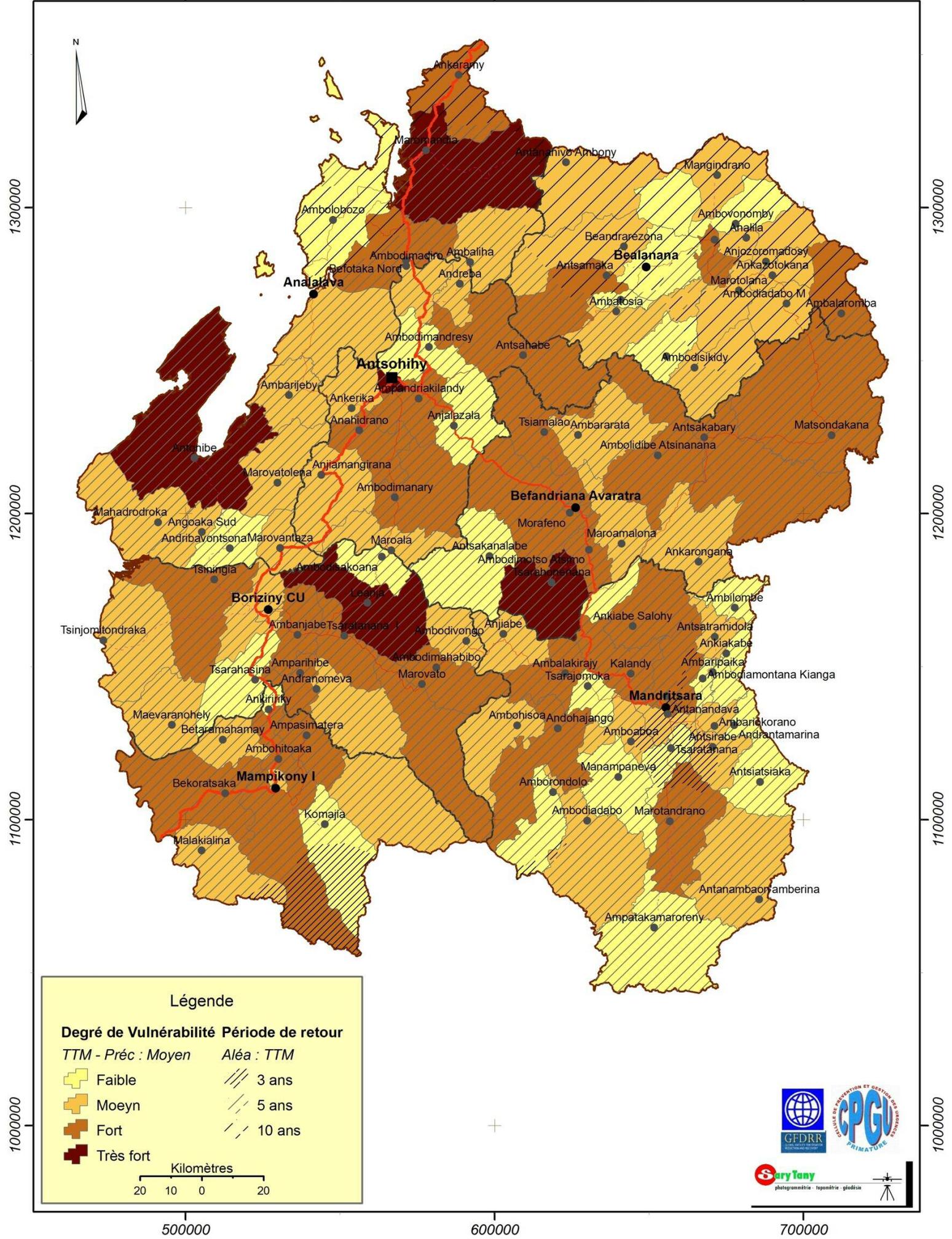


## SECTEUR SANTE

---

# REGION SOFIA

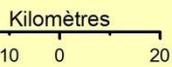
## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR SANTE POUR L' ALEA CYCLONE



### Légende

#### Degré de Vulnérabilité Période de retour

TTM - Préc : Moyen	Aléa : TTM
Faible	3 ans
Moeyn	5 ans
Fort	10 ans
Très fort	

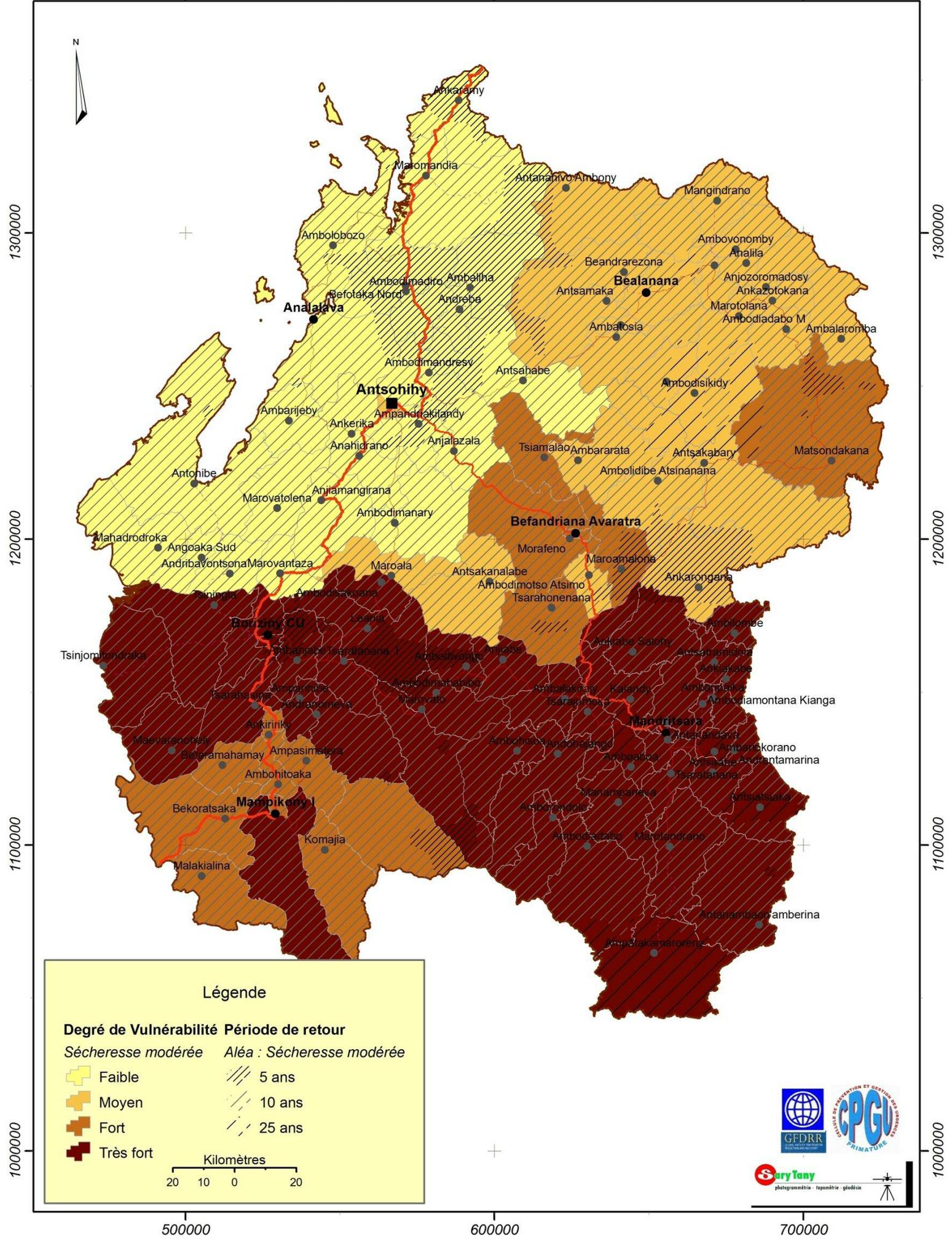


# Aléa Cyclone

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR SANTE POUR L' ALEA SECHERESSE



### Légende

Degré de Vulnérabilité Période de retour	
Sécheresse modérée Aléa : Sécheresse modérée	
	5 ans
	10 ans
	25 ans

Kilomètres  
20 10 0 20

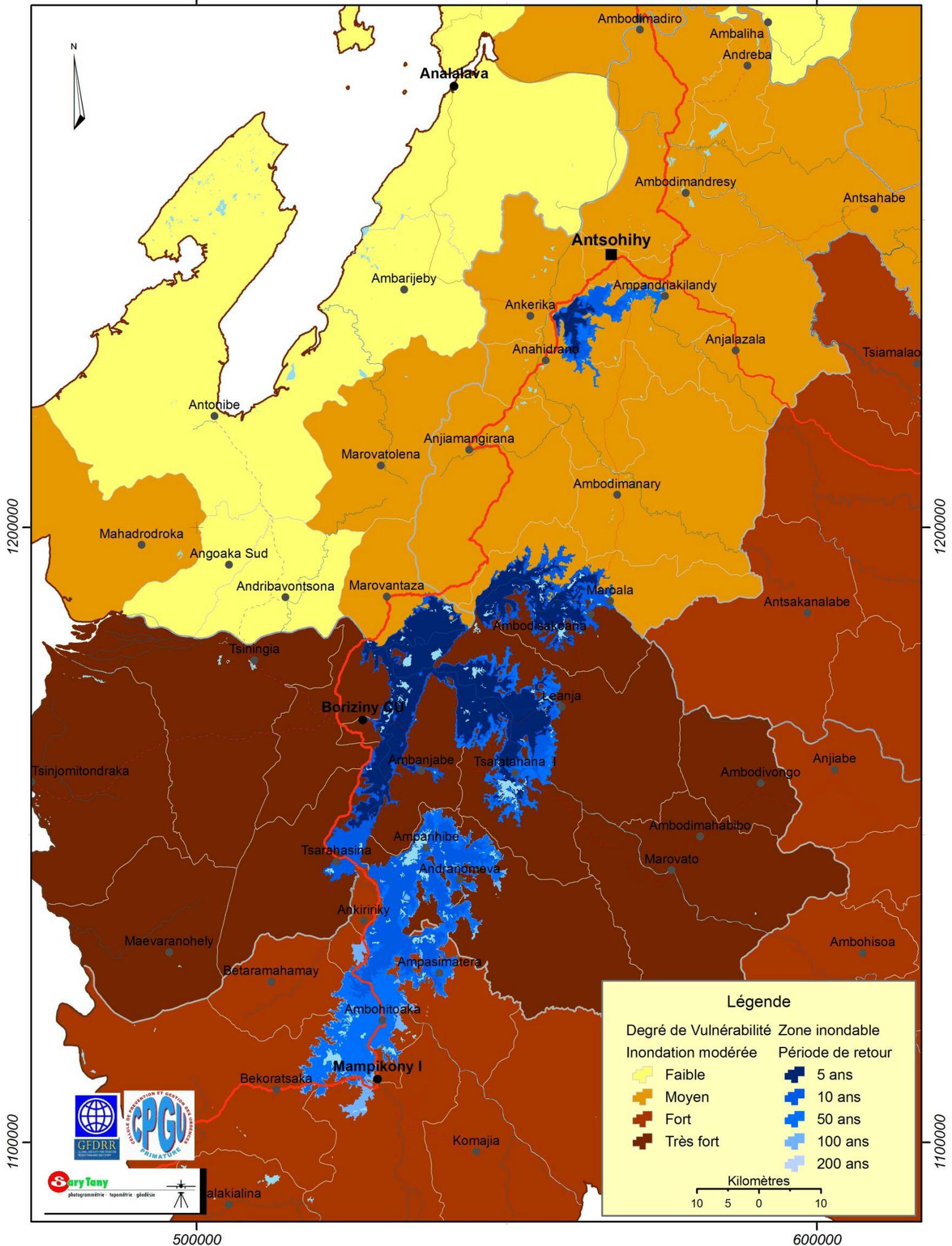


# Aléa Sécheresse

---

# REGION SOFIA : MAMPIKONY ET PORT BERGE

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR SANTE POUR L' ALEA INONDATION

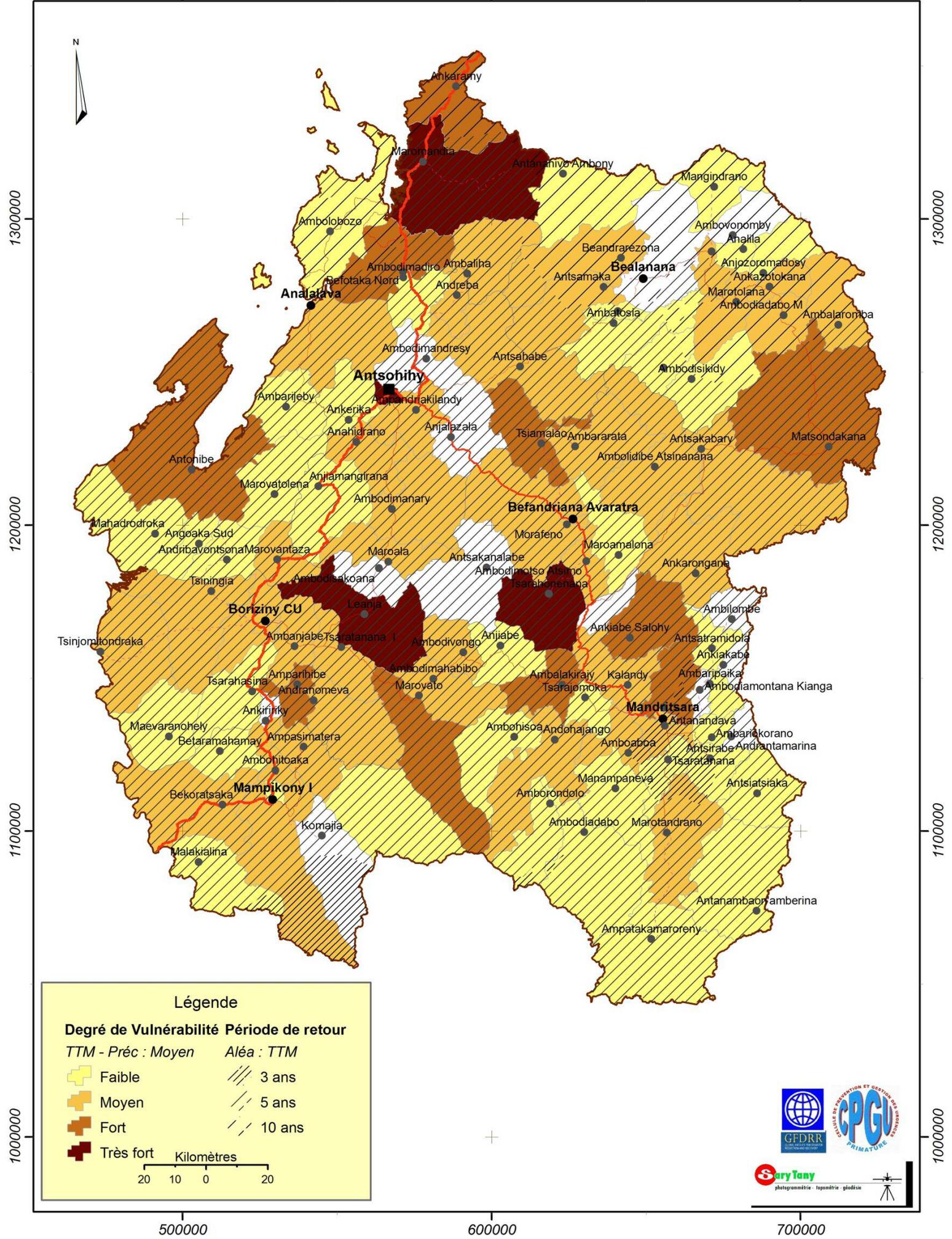


## **SECTEUR NUTRITION**

---

# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR NUTRITION POUR L' ALEA CYCLONE

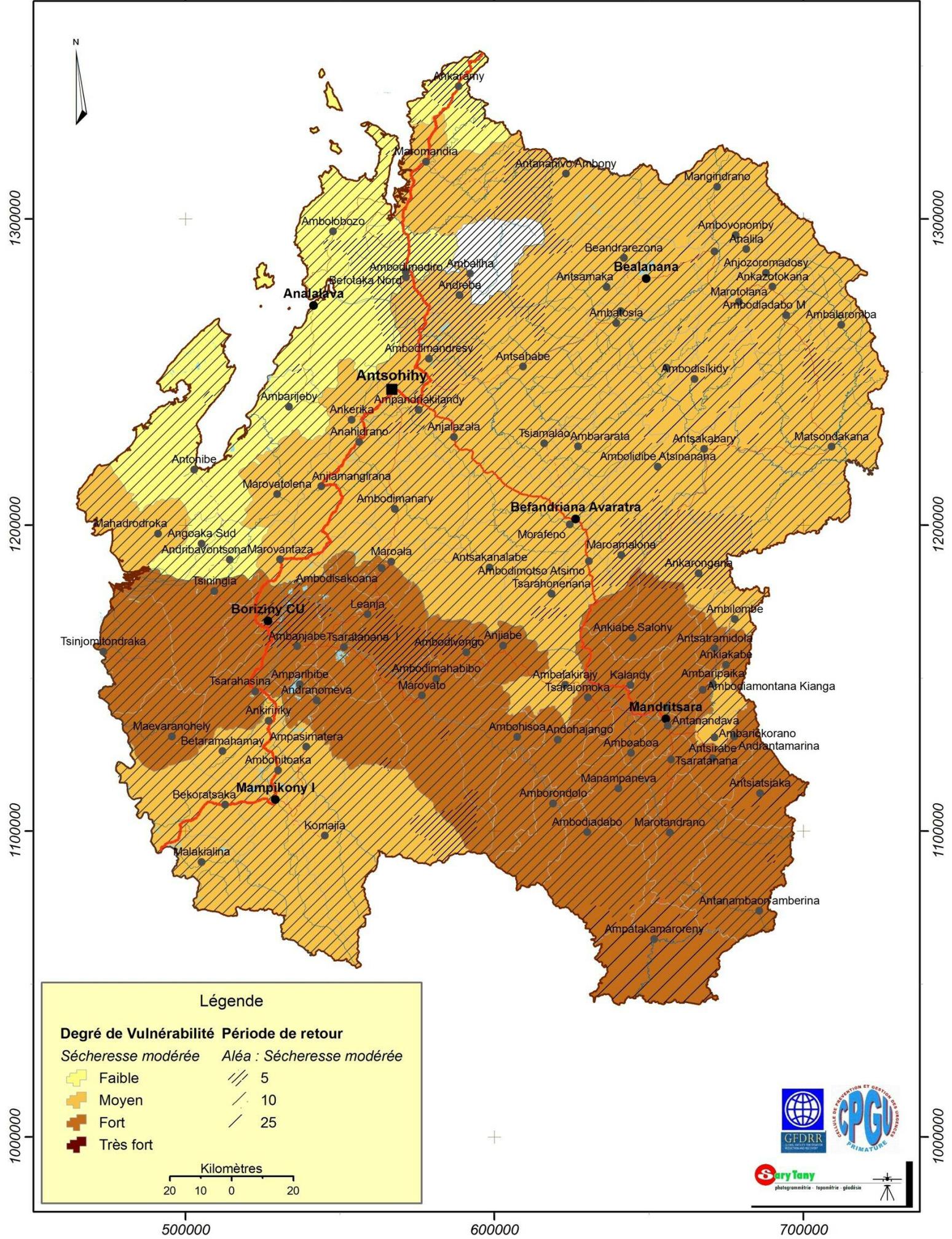


# Aléa Cyclone

---

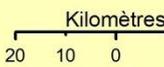
# REGION SOFIA

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR NUTRITION POUR L' ALEA SECHERESSE



### Légende

Degré de Vulnérabilité	Période de retour
Sécheresse modérée	Aléa : Sécheresse modérée
Faible	5
Moyen	10
Fort	25
Très fort	



# Aléa Sécheresse

---

# REGION SOFIA : MAMPIKONY ET PORT BERGE

## CARTE DE VULNERABILITE DU SECTEUR NUTRITION POUR L' ALEA INONDATION

