

PARTIE III. RÉSULTATS, INTERPRÉTATIONS
ET DISCUSSIONS

Chapitre I. Caractéristiques physiques du BV

I. Délimitation

Le bassin versant choisi est celui de Bevomanga. Il a une superficie de 4171 km² et un périmètre de 515,24 km. Son exutoire se trouve sur une altitude de 1247m et a pour coordonnées géographiques : Latitude -18,815170 et Longitude 47,318365 (voir figure 15 ci-dessous)

Ces caractéristiques géométriques ont été délimitées à l'aide des courbes de niveau.

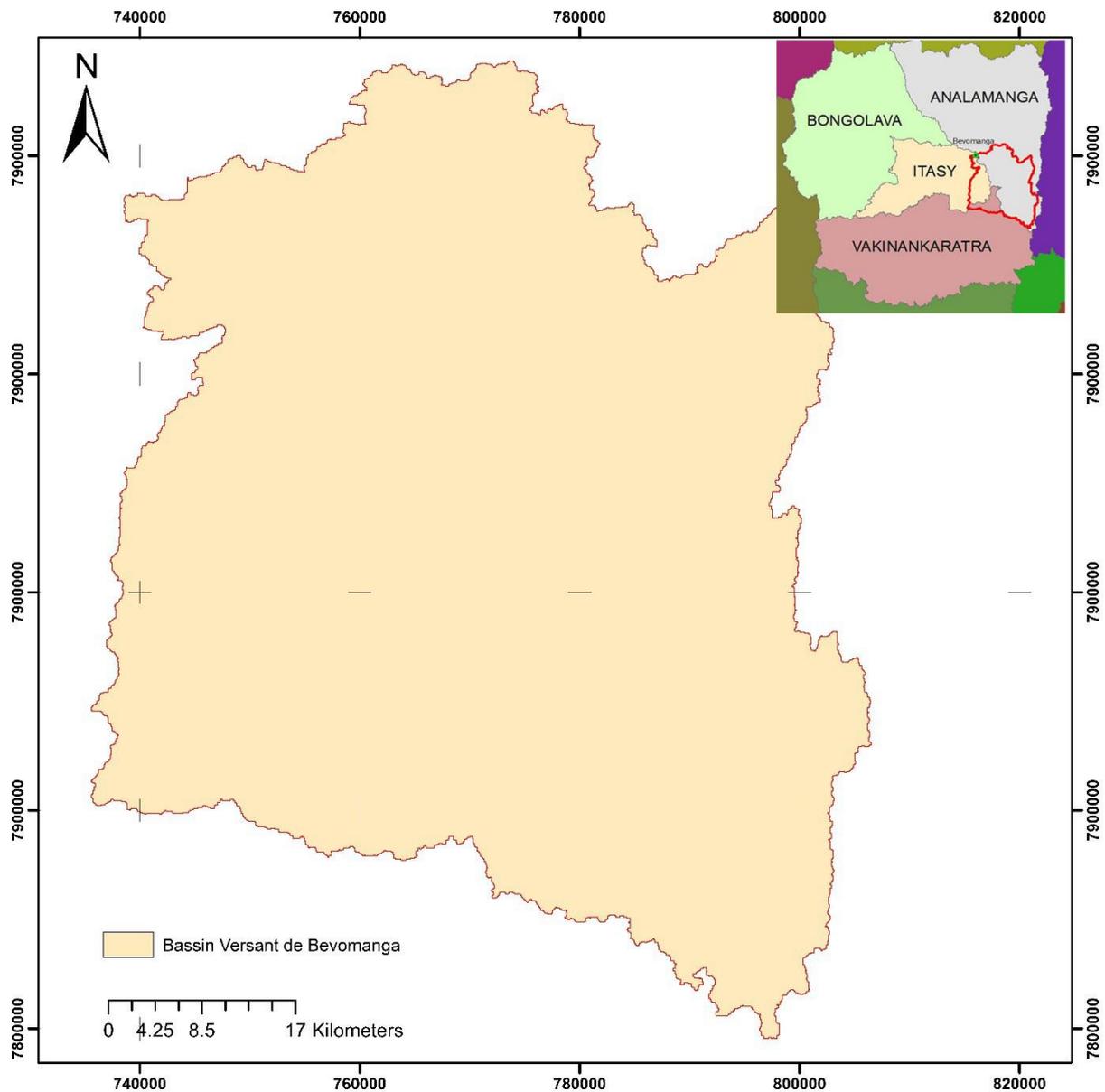


Figure 15: Présentation Bassin versant

SOURCE : BD 500

II. Paramètres de forme

L'indice de compacité de Gravélius a ainsi été évalué à $K_G = 2,23$. Le bassin versant a donc une forme allongée, ce qui implique que l'hydrogramme de crue est de forme amortie.

Ainsi, la longueur équivalente L est égale à 224,74 km et la largeur équivalente a été déduite : $l = 18,56$ km.

III. Réseau hydrographique et ordre des cours d'eau

Le réseau hydrographique, dite bassin versant, présente un cours d'eau principal ayant une longueur de 150 km avec une pente moyenne de $P_{\text{moy}} = 0,05$ %.

- D_{max} représente la différence d'altitude entre les points extrêmes du cours d'eau principal du bassin versant et vaut 63 m.
- La longueur totale des cours d'eau est de $L_t = 2780,07$ km. Le réseau hydrographique est composé de 2910 cours d'eau dont la densité de drainage est $D_d = 0,667 \text{ km/km}^2$
- La Constante de stabilité de cours d'eau $C = 1,5 \text{ km}^2$ représente la surface du bassin nécessaire pour maintenir des conditions hydrologiques stables dans un vecteur hydrographique unitaire.
- La densité hydrographique est de $F = 0,697 \text{ km}^{-2}$. La valeur de la densité hydrographique est faible à cause de l'abondance des couvertures végétales (savane herbeuse, rizière, ...) et le relief est peu accentué.
- Rapport de confluence :

Tableau 1: Calcul des rapports de confluence

Ordre	Nombre de Talwegs	R_c
1	61	3,81
2	16	4
3	4	4
4	1	-

A partir du tableau 01, nous avons obtenu plusieurs valeurs de rapport de confluence. Afin d'avoir une valeur unique nous avons fait une étude de tendance générale des rapports de confluences par la méthode de régression linéaire. Ainsi, nous avons $R_c=3,94$ (cf. figure 16).

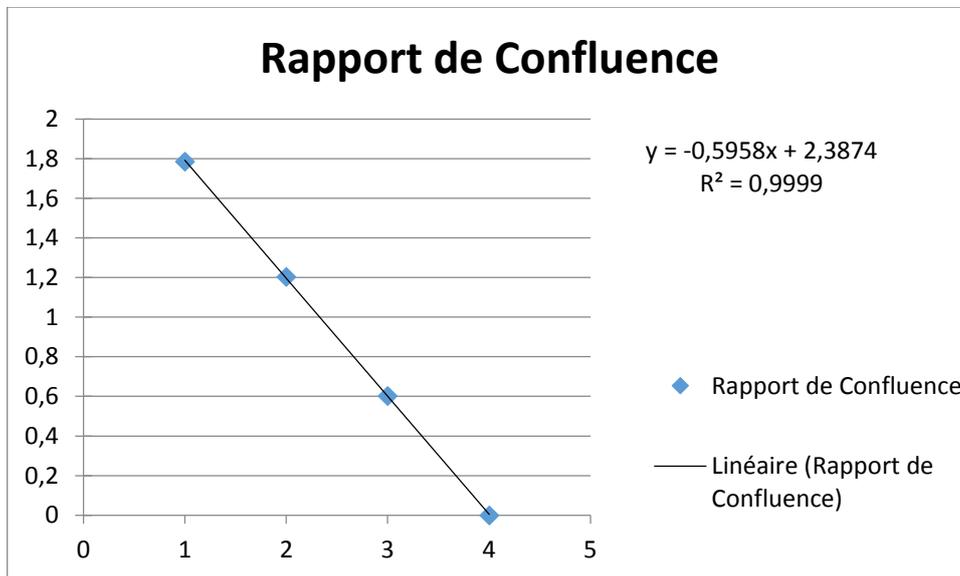


Figure 16: Estimation du rapport de confluence

D'après la classification de Strahler, le réseau hydrographique est d'ordre 4. On peut en déduire que le réseau est développé.

Il est du type dendritique, typique pour les formations cristallines.

Classement des cours d'eau par la méthode de Strhaler :

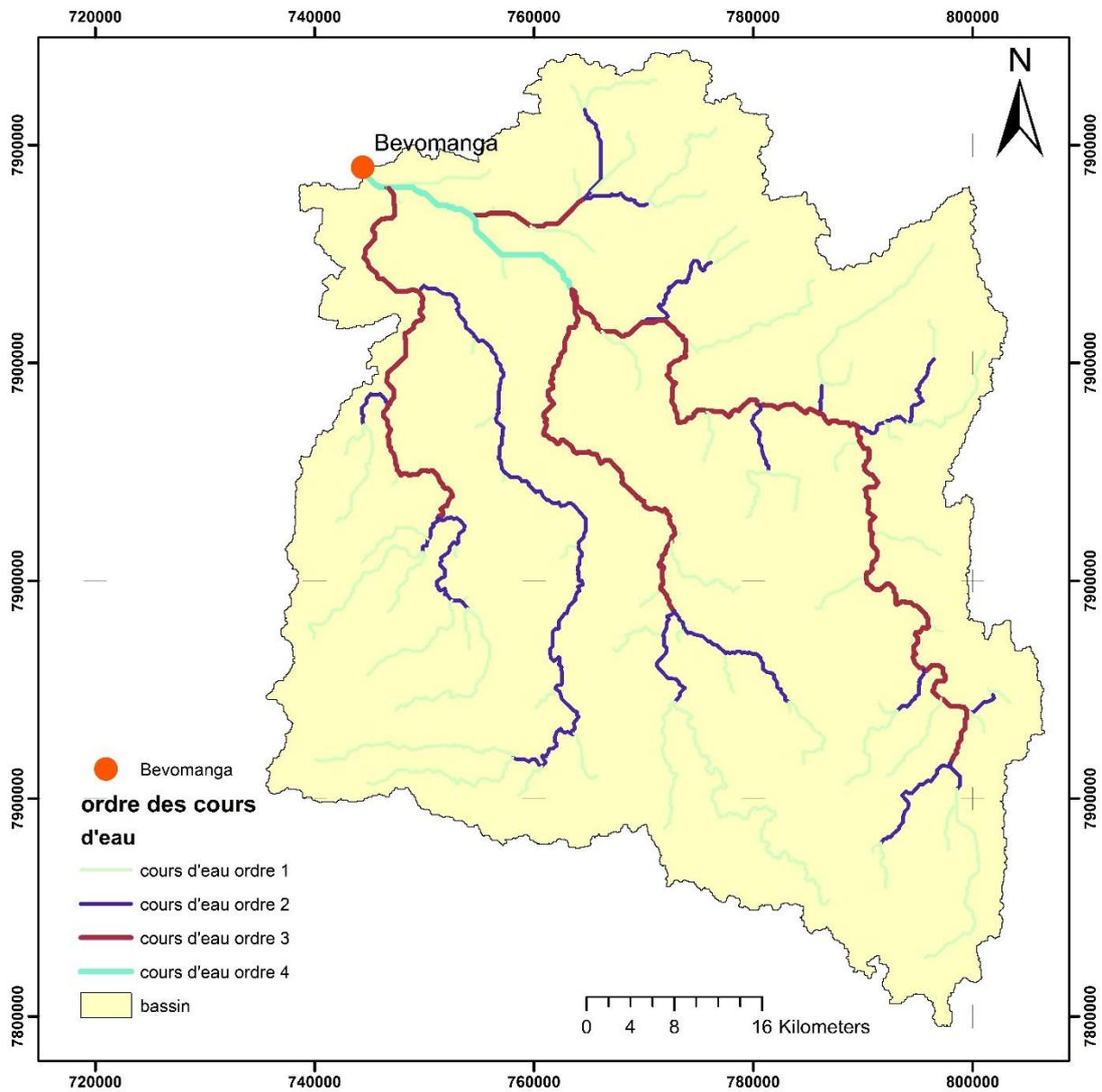


Figure 17: Classement des cours d'eau

SOURCE : Auteur

IV. Courbe hypsométrique

Elle caractérise la répartition de l'altitude en fonction de la surface du bassin versant exprimée en pourcentage.

Tableau 2: Pourcentage de la répartition d'altitude

Altitude en m	Surface	en %
1247 - 1300	1249,28	29,96 %
1300 - 1400	1512,65	36,27 %
1400 - 1500	794,05	19,04 %
1500 - 1600	363,5	8,72 %
1600 - 1700	70,61	1,69 %
1700 - 1800	53,75	1,29 %
1800 - 1900	33,48	0,80 %
1900 - 2000	29,19	0,70 %
2000 - 2100	27,27	0,65 %
2100 - 2200	22,22	0,53 %
2200 - 2300	8,95	0,21 %
2300 - 2572	5,57	0,13 %

D'après la courbe, nous pouvons déterminer :

- ❖ L'altitude maximum est 2572 m correspondant au sommet du bassin versant.
- ❖ L'altitude minimale (exutoire) est 1248 m
- ❖ L'altitude médiane correspondant à une surface cumulée de 50% est égale à 1355m.
- ❖ L'altitude moyenne : $H_{\text{moy}} = 1425\text{m}$.
- ❖ La dénivelée du bassin $D = H_{5\%} - H_{95\%} = 392\text{ m}$
- ❖ La pente moyenne du bassin : $I_m = 4,74\text{ m/km}$.

La courbe hypsométrique du bassin versant de Bevomanga est présentée sur la figure 18 ci-dessous.

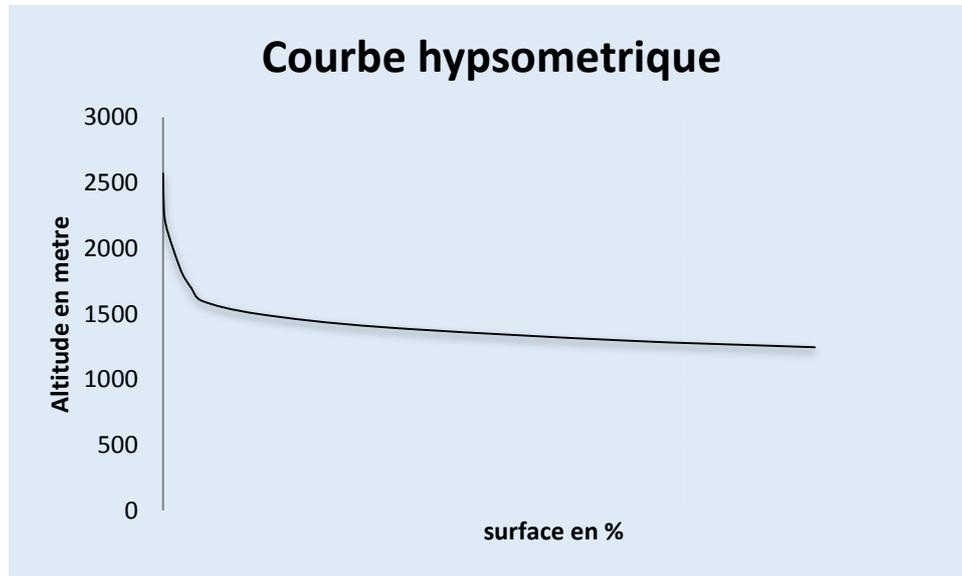


Figure 18: Courbe hypsométrique

SOURCE : Auteur

D'après la figure 18, nous voyons sur seulement 6% de la surface que la vitesse de ruissellement est forte car la pente est forte. Mais sur les 94%, nous avons une dénivellation de 353 m c'est-à-dire avec une pente faible. La pente du bassin favorise alors l'infiltration par rapport à l'écoulement ce qui implique que l'écoulement de surface dépend surtout de la pédologie et de l'occupation du sol. Ainsi, l'étude de la pédologie et de l'occupation du sol nous donneront une idée sur la capacité d'infiltration du bassin versant.

V. Pédologie et occupation du sol

Pédologie

Voici la répartition de la nature du sol constituant notre bassin d'étude :

Tableau 3 : Nature du sol

Nature du sol	Surface partielle	Surface en %
Association sols ferrallitiques rouge + jaune / rouge	2462,35	59,1
Sols ferrallitiques jaunes / rouges - Roches volcaniques	489,57	11,8
Sols ferrallitiques rouges	74,67	1,8
Sols ferrallitiques jaunes/rouges	365,02	8,8
Sols hydromorphes (organiques et minéraux)	772,42	18,5

Notre bassin est constitué généralement de sols ferrallitiques. Ce sont des sols rouges très riches en oxydes de fer et en oxydes d'alumine, se formant sous couvert forestier et en climat tropical ou équatorial. Ce sont des sols très riches, mais extrêmement fragiles. En supprimant le couvert forestier qui les protège de l'érosion, mais surtout le lessivage, ils se transforment rapidement en cuirasses par suite d'une latéritisation. Les oxydes de fer et d'alumine colloïdale se précipitent pour former des nodules (alios) qui forment des cuirasses définitivement stériles en se soudant.

Pédologie

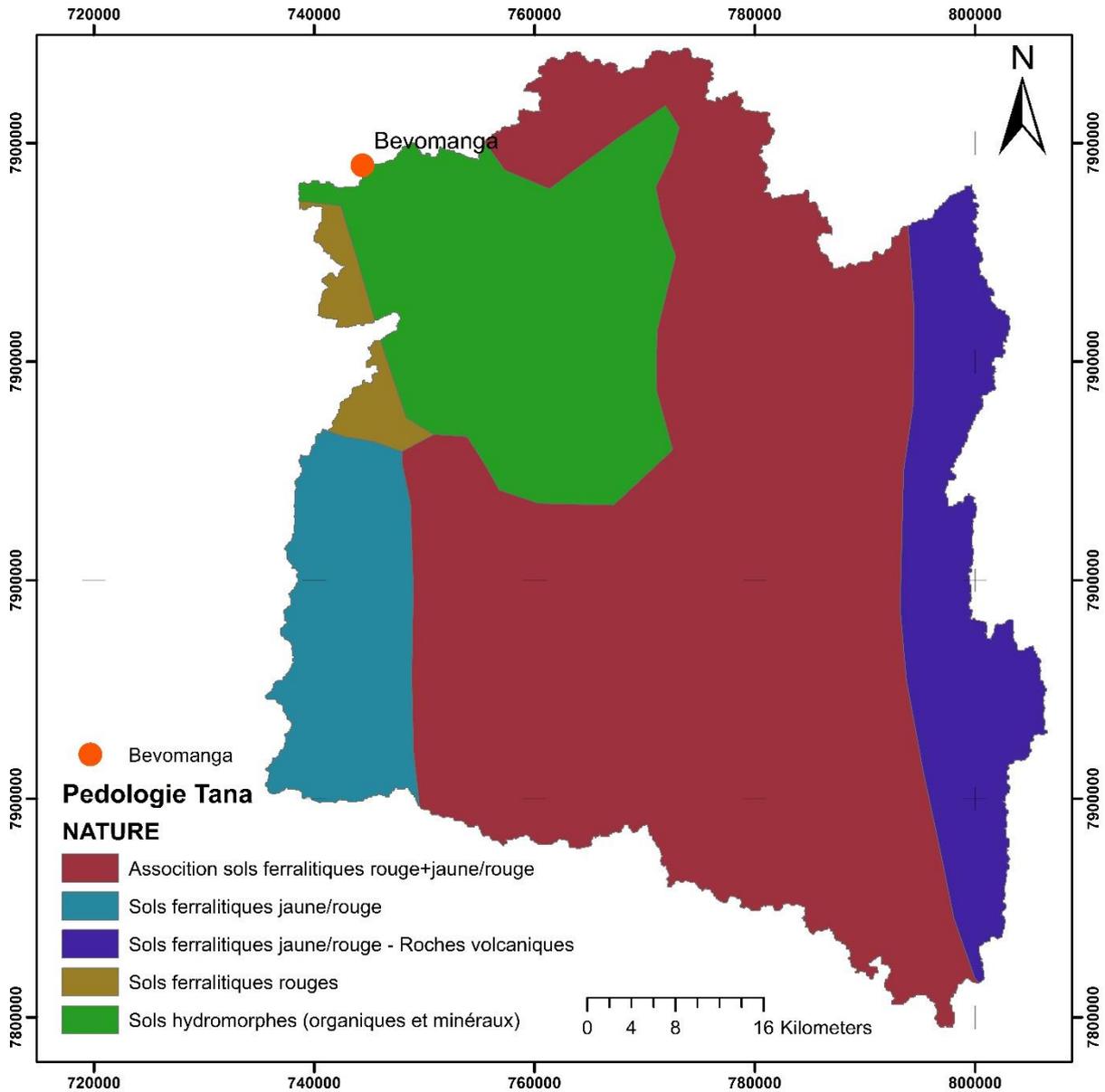


Figure 19: Pédologie BV

SOURCE : BD 500

Occupation du sol

Tableau 4: Pourcentage de la répartition de l'occupation du sol

Occupation du sol	surface partielle	en %
Foret dégradé	26,2	0,63
Forêt dense	40,1	0,97
Mosaïque de culture	1040,9	24,95
Plan d'eau	56,4	1,36
Rizière	312,8	7,49
Savane arborée	592,6	14,21
Savane herbeuse	1609,5	38,58
Zone reboisée	417,3	10,01
Zone urbaine	75,1	1,80

A la surface, nous constatons une prédominance des savanes et une grande partie constituée de rizière. La zone urbaine ne constitue que 1,8 % de la surface totale du BV. Nous avons donc un bassin de faible indice d'imperméabilité ce qui entrainera un faible coefficient de ruissellement.

Occupation du sol

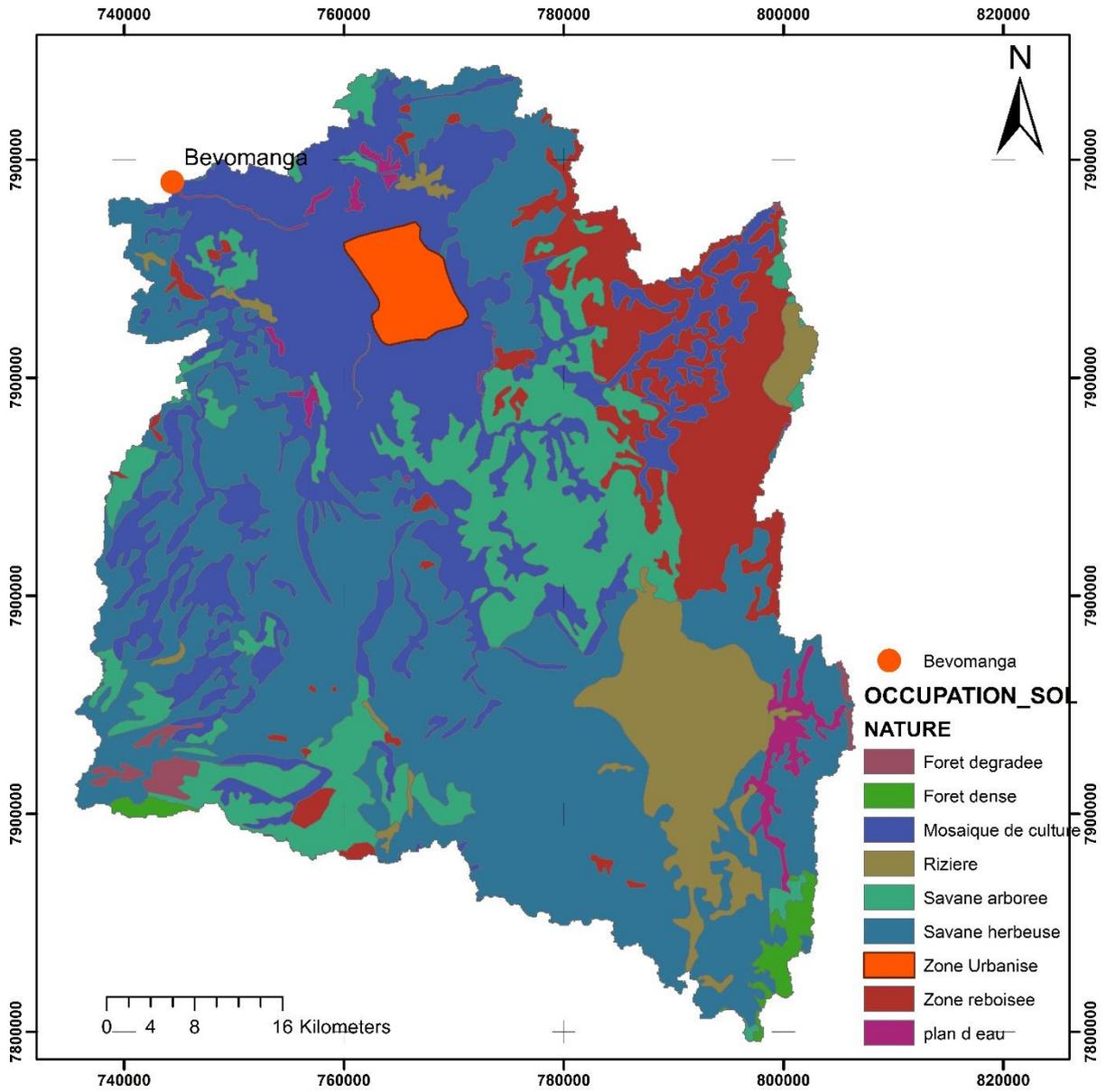


Figure 20: Occupation du sol

SOURCE : BD 500

VI. Le coefficient de ruissellement

La carte d'occupation du sol nous a permis de calculer le coefficient de ruissellement, et nous avons obtenu $C_r=0,19$.

Pour vérifier la fiabilité du C_r calculé, nous avons fait un nouveau calcul de C_r à partir des paramètres météorologiques mesurés. Les différentes valeurs du C_r dans le tableau 05 sont obtenues à partir du volume d'eau ruisselée et du volume d'eau précipitée.

Tableau 5: Valeurs des C_r

Année	C_r
2001	0,097
2002	0,14025
2003	0,1648
2004	0,1702
2005	0,181
2006	0,1885
2007	0,1936
2008	0,1987
2009	0,2221
2010	0,2325
Moyenne	0,179

Le calcul du C_r (0,19) précédente est basé sur des BD FTM 2005. Et d'après le tableau 05 ci-dessus, en 2005, le C_r vaut 0,18.

Donc $C_{r1 \text{ calculé}} \approx C_{r2 \text{ calculé}}$ avec une précision de 0,01.

Où $C_{r1 \text{ calculé}}$: coefficient de ruissellement obtenu à partir du carte d'occupation du sol ;

$C_{r2 \text{ calculé}}$: Coefficient de ruissellement obtenu par le rapport de volume ruisselé et le volume précipité.

VII. Temps de concentration – Temps de réponse – Temps de montée :

Vu le fait que le BV étudié est de grande taille, nous avons retenu la méthode de Giandotti et Turazza pour les calculs des différents temps caractéristiques de l'hydrogramme.

Les séries de tableaux suivantes (Tableau 6 – 7 – 8) nous montrent les résultats des obtenus par les deux (2) méthodes de calculs.

VII.1 . Temps de concentration

Tableau 6: Tableau des temps de concentration

Giandotti (heures)	Turazza (heures)
76	49

VII.2 . Temps de réponse

Tableau 7: Tableau des temps de réponse

Giandotti (heures)	Turazza (heures)
61	39

VII.3 . Temps de montée

Tableau 8: Tableau des temps de montée

Giandotti (heures)	Turazza (heures)
51	33

Nous observons une différence considérable sur le résultat obtenu à partir des deux méthodes, cette différence s'explique par les paramètres utilisés.

La méthode de Giandotti se base principalement sur l'altitude moyenne du bassin tandis que celle de Turazza se base sur l'aspect du cours d'eau principal. Remarquons que ces paramètres ont une importante influence sur la durée des écoulements.

VIII. Les stations pluviométriques – Polygones de Thiessen

Notre bassin comporte quatorze (14) stations pluviométriques, qui sont : Alarobia, Ambatofotsy, Ambohimanambola, Andramasina, Anjeva, Anosibe, Anosizato, Antelomita, Antelomita, Behenjy, Fihasinana, Mantasoa, Tsiazompaniry, Volotsangana. Ainsi, tous les calculs sur la précipitation seront faits à partir des données des 14 stations.

La figure 21 suivante montre les polygones séparant les stations pluviométriques du bassin. Elle a été établie à partir du MNT du bassin sous Arcmap.

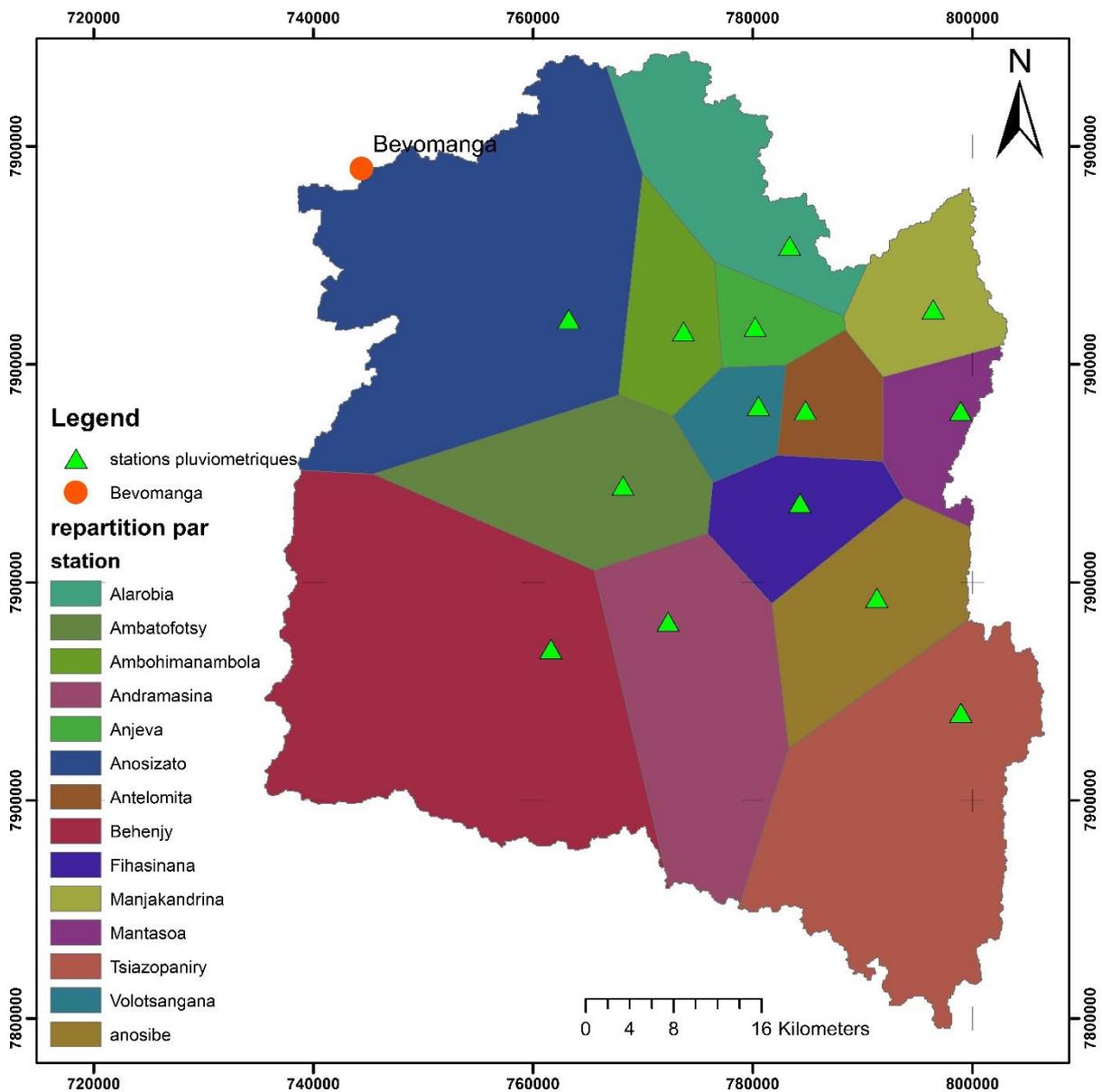


Figure 21: Polygones de Thiessen

SOURCE : APIPA

Le tableau 09 suivant nous montre les surfaces partielles de chaque polygone en km² suivi du pourcentage de surface pour chaque station pluviométrique :

Tableau 9: Valeurs des surfaces du polygone de Thiessen

Noms des stations	Surface [km2]	Coefficient [%]
Anjeva	71,390298	1,71
Volotsangana	75,581539	1,81
Antelomita	91,237328	2,19
Mantasoa	102,418103	2,46
Ambohimanambola	137,403013	3,29
Fihasinana	149,515061	3,58
Manjakandrina	151,557926	3,63
Alarobia	235,740221	5,65
Anosibe	239,213108	5,74
Ambatofotsy	284,423747	6,82
Andramasina	397,041883	9,52
Tsiazopaniry	594,089898	14,24
Behenjy	871,446133	20,89
Anosizato	769,893523	18,45