

---

# Rapport de stage individuel

4<sup>ème</sup> Année

Plan d'aménagement environnemental de la ville  
d'Analalava.

---

## Association VAHATRA

Fkt fongony-Ambalahonko, 405 Analalava, Madagascar



### Tuteur entreprise :

Anthony BRACKE  
Coordinateur des activités socio-environnementales

**Valentine JOSSELIN**

ADAGE  
2024-2025

### Tuteur académique :

Simon LADOUCE

# TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>REMERCIEMENT</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>CONTEXTE DE LA VILLE D'ANALALAVA</b>                                            | <b>4</b>  |
| CLIMAT                                                                             | 4         |
| RELIEF                                                                             | 4         |
| GEOLOGIE ET PEDOLOGIE                                                              | 5         |
| OCCUPATION DU SOL                                                                  | 5         |
| HYDROLOGIE                                                                         | 6         |
| TRADITIONS ET COUTUMES                                                             | 6         |
| PROBLEMES ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX                                              | 6         |
| <b>PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL</b>                                      | <b>7</b>  |
| L'ASSOCIATION VAHATRA                                                              | 7         |
| ORGANIGRAMME DE L'ASSOCIATION                                                      | 7         |
| <b>PRESENTATION DES MISSIONS</b>                                                   | <b>8</b>  |
| CONTEXTE                                                                           | 8         |
| OBJECTIFS                                                                          | 8         |
| ENJEUX DES MISSIONS                                                                | 8         |
| 1 <i>Bénéfices de la végétalisation de la ville</i>                                | 8         |
| 2 <i>Améliorer la gestion de l'eau par la caractérisation des bassins versants</i> | 9         |
| <b>PRESENTATION DU DEROULE DES MISSIONS</b>                                        | <b>10</b> |
| PLANNING                                                                           | 10        |
| PRESENTATION DES SITES D'ETUDES                                                    | 11        |
| 1 <i>Ville d'Analalava</i>                                                         | 11        |
| 2 <i>Bassins versants</i>                                                          | 11        |
| <b>PHASE DE DIAGNOSTIC</b>                                                         | <b>12</b> |
| VISITES DE TERRAIN                                                                 | 12        |
| 1 <i>Zone urbaine</i>                                                              | 12        |
| 2 <i>Bassin versant</i>                                                            | 13        |
| 3 <i>Retour d'expérience</i>                                                       | 14        |
| ÉTUDE QGIS                                                                         | 14        |
| 1 <i>Ruissellement</i>                                                             | 14        |
| 2 <i>Modélisation des pentes</i>                                                   | 15        |
| 3 <i>Indice de Gravelius</i>                                                       | 16        |
| 4 <i>Retour d'expérience</i>                                                       | 16        |
| CONCEPTION SUR L'ATELIER PARTICIPATIF CARTOGRAPHIQUE                               | 16        |
| 1 <i>Retour d'expérience</i>                                                       | 18        |
| ENTRETIENS INDIVIDUELS                                                             | 18        |
| 1 <i>Retour d'expérience</i>                                                       | 19        |
| <b>PROPOSITION DE PROJET</b>                                                       | <b>19</b> |
| AMENAGEMENT DE LA VILLE                                                            | 19        |
| 1 <i>Carte d'Orientations d'Aménagement et de Programmation</i>                    | 19        |
| 2 <i>Ruissellement et érosion</i>                                                  | 20        |
| 3 <i>Ombrage et végétation comestible</i>                                          | 21        |
| 4 <i>Établissement scolaire public</i>                                             | 23        |
| BASSIN VERSANT                                                                     | 25        |
| <b>PRESENTATION DES LIVRABLES DE LA MISSION</b>                                    | <b>26</b> |
| <b>RETOUR REFLEXIF SUR L'EXPERIENCE</b>                                            | <b>26</b> |

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| RETOUR SUR LA METHODOLOGIE ET LES RESULTATS | 26        |
| RETOUR DU STAGE A ANALALAVA                 | 27        |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b>                        | <b>28</b> |
| <b>ANNEXE</b>                               | <b>29</b> |

## TABLE DES FIGURES

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Carte de localisation de la région de Sofia (Source : CREAM 2013) et de certains districts.                                           | 4  |
| Figure 2: Occupation du sol.                                                                                                                     | 5  |
| Figure 3: Organigramme de l'équipe "terrain".                                                                                                    | 7  |
| Figure 4: Représentation schématique d'un bassin versant hydrologique.                                                                           | 9  |
| Figure 5 : Présentation de la ville d'Analalava.                                                                                                 | 11 |
| Figure 6: Présentation et localisation des bassins versants étudiés.                                                                             | 11 |
| Figure 7: Résultats des visites de terrain.                                                                                                      | 12 |
| Figure 8 : Carte, Modélisation du ruissellement dans la ville d'Analalava.                                                                       | 15 |
| Figure 9: Carte, Modélisation des pentes dans les bassins versants.                                                                              | 15 |
| Figure 10: Carte, Représentation des besoins exprimés lors des ateliers cartographiques.                                                         | 17 |
| Figure 11: Carte, Représentation des solutions imaginées lors des ateliers cartographiques.                                                      | 18 |
| Figure 12: Carte d'Orientations d'Aménagement et de Programmation.                                                                               | 19 |
| Figure 13: Carte, Aménagements proposés dans la ville d'Analalava.                                                                               | 20 |
| Figure 14: Illustrations d'une noue végétalisée (à gauche) et d'une échelle d'eau (à droite), réalisées à partir de photos. (Valentine Josselin) | 21 |
| Figure 15: Illustration de l'infrastructure imaginée, réalisée à partir d'une photo. (Valentine Josselin)                                        | 21 |
| Figure 16: Carte, Aménagement de la haie brise-vent des arbres fruitiers en pallissage.                                                          | 22 |
| Figure 17: Illustrations du mur végétalisé (à gauche) et de la haie brise-vent (à droite), réalisées à partir de photos. (Valentine Josselin)    | 22 |
| Figure 18: Carte, Aménagement de la clôture et des zones d'ombrages, du lycée Général Public.                                                    | 23 |
| Figure 19: Illustrations des zones d'ombrages, réalisées à partir de photos. (Valentine Josselin)                                                | 23 |
| Figure 20: Carte, Aménagement de la clôture, du CEG.                                                                                             | 24 |
| Figure 21: Arbre de décision des différentes gestions de bassins versants, en fonction des pentes. (Valentine Josselin)                          | 25 |

## TABLE DES TABLEAUX

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1: Planning du déroulé de stage.                                                         | 10 |
| Tableau 2: Résultats des analyses de sol et de la végétation présente dans les bassins versants. | 13 |
| Tableau 3: Indice de Gravelius.                                                                  | 16 |

## Remerciement

Je souhaite tout d'abord remercier Anthony Bracke, responsable de stage, pour son encadrement et son accompagnement tout au long du séjour. Je le remercie également pour m'avoir permis de découvrir la vie dans la brousse ainsi que d'Analalava et de sa région.

Je remercie également Amédée pour sa précieuse collaboration lors des réunions de quartier, ainsi que pour son rôle indispensable de traducteur tout au long de ces échanges.

Misoatra (« merci » en malgache) à Elia, pour ses enseignements de Malgache, ses invitations à cuisiner des plats traditionnels, et son accueil chaleureux au sein de sa vie de famille.

Merci aux techniciens Herman et Parfait pour m'avoir guidée à travers la brousse et pour leur expertise précieuse en botanique.

Misoatra à Marcel, Uldo et Salimo, pour leur bonne humeur, qui a su faire vivre le bureau et la pépinière au quotidien.

Misoatra à Liantsoa de m'avoir intégrée à son activité commerciale, et pour l'accueil bienveillant qu'elle nous a réservé.

Misoatra à l'ensemble des stagiaires bénévoles rencontrées durant cette mission, dont leur présence a grandement enrichi cette expérience.

Enfin, je tiens à remercier Victoire, qui nous a accueillies dans sa kaze, nous offrant un petit coin de paradis, avec une vue unique sur le coucher de soleil.

## Contexte de la ville d'Analalava

La région Sofia est située sur la côte nord-ouest de Madagascar et couvre une superficie de 52 503 km<sup>2</sup>. En 2007, elle était la huitième région la plus peuplée de l'île, avec 1 601 488 habitants.

Elle comprend sept districts, dont celui d'Analalava, le plus vaste de la région, avec une superficie de 10 070 km<sup>2</sup>. Ce district inclut également plusieurs îles situées dans le canal du Mozambique, telles que Nosy Lava, Nosy Saba ou encore Morintsa (Nomenjanahary A., 2016).

Le nom Analalava, signifiant « la ville au cœur de la forêt » en malgache, désigne aussi la ville-centre du district. Celle-ci est située à l'exutoire du fleuve Loza, en bordure du canal du Mozambique.

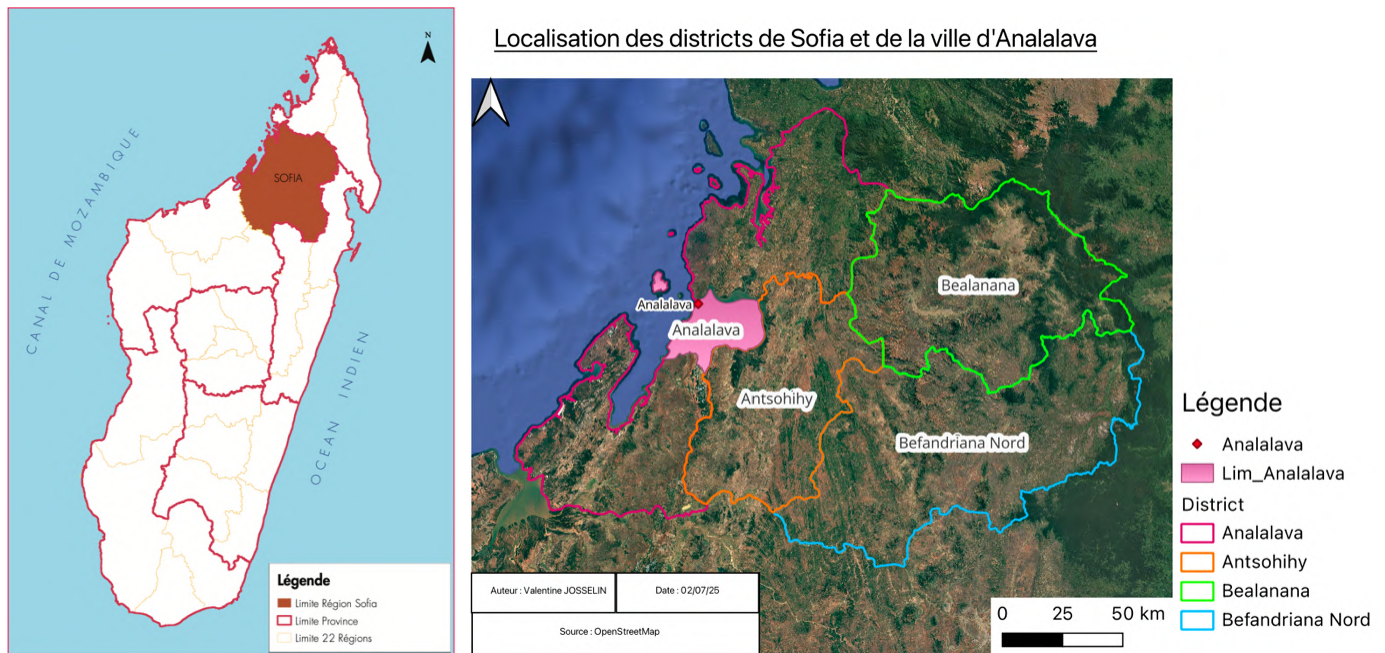


Figure 1 : Carte de localisation de la région de Sofia (Source : CREAM 2013) et de certains districts.

## Climat

La région Sofia se caractérise par un climat tropical sec, avec une saison sèche s'étendant d'avril à octobre, et une saison humide de novembre à mars. La température moyenne varie entre 19,9 °C et 26,2 °C pendant la saison sèche, et entre 22,2 °C et 27,2 °C durant la saison humide. Il est à noter que les températures sont plus élevées à proximité du littoral.

Les précipitations annuelles varient de 1 098 mm à 2 053 mm. Elles proviennent principalement du « talio », un vent saisonnier de secteur nord-ouest, ainsi que des dépressions et cyclones tropicaux (Nomenjanahary A., 2016). Ces précipitations sont concentrées entre décembre et mars, laissant entre 214 et 260 jours secs par an.

Enfin, la saison sèche est marquée par des vents forts, qui contribuent à une érosion éolienne significative.

## Relief

Il est possible de distinguer trois types de reliefs dans la région : des plateaux, une plaine et une côte littorale. À l'est, sur plus de la moitié du territoire, s'étend une plaine dont l'altitude est inférieure à 1 000 mètres, allant jusqu'à la côte. Les grands fleuves, tels que la Loza et la Sofia, alimentent en eau et

en alluvions les nombreuses cuvettes de cette plaine, lesquelles se transforment en lacs ou en baiho (terres cultivées en période de décrue).

La côte littorale, quant à elle, est constituée de plaines côtières remodelées par les marées et les apports fluviaux, donnant lieu à la formation de vasières salées propices au développement de mangroves.

## Géologie et pédologie

La ville d'Analalava est située sur un sol sédimentaire marqué par le volcanisme crétacé et les formations du Crétacé. Le sous-sol est composé de roches volcaniques (basalte et gabbro), de calcaire mésozoïque, de marne ainsi que de grès (Conservation Biology Institute, 2025).

Concernant les types de sol, Analalava présente une diversité relativement importante, allant de sols ferrallitiques à ferrugineux tropicaux, en passant par des sols sableux. Ces derniers, pauvres en nutriments et peu adaptés à l'agriculture, sont particulièrement sensibles à l'érosion lors de fortes pluies. Il sera donc indispensable de prendre en compte cette contrainte pédologique dans les choix d'aménagement de la ville et de ses sous-bassins versants.

## Occupation du sol

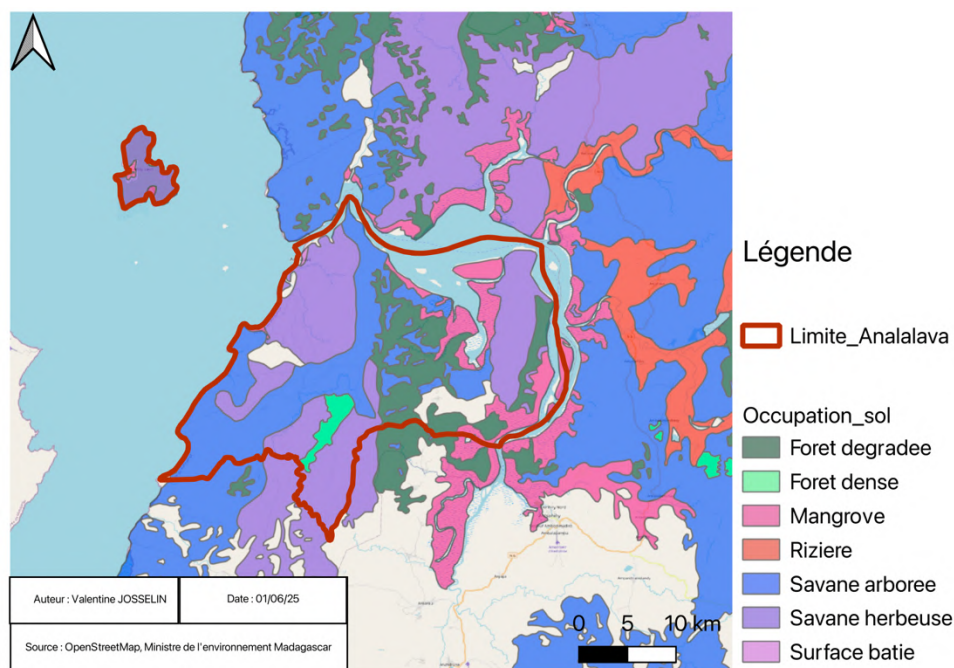


Figure 2: Occupation du sol.

La végétation se caractérise par des forêts denses de type tropical sec, des mangroves situées autour des baies de la Loza et le long des côtes du canal du Mozambique, ainsi que par des savanes arborées dominées par le « satrana » (voir figure 2). L'agriculture y est principalement consacrée à la culture vivrière et à la riziculture. L'élevage de bovins et de chèvres contribue également aux activités agricoles de la région (Nomenjanahary A., 2016).

## Hydrologie

Le district d'Analalava, et plus particulièrement son centre urbain, est situé à l'exutoire du fleuve Loza, considéré comme sacré et utilisé comme axe de communication entre Analalava et Antsohihy. Quelques rivières secondaires traversent également la ville et se déversent dans le canal du Mozambique.

## Traditions et coutumes

À Analalava, la croyance détermine une grande partie de leur façon de penser, de leur mode de vie et de leur éducation. Les anciens, qu'ils soient décédés ou encore vivants, bénéficient d'un grand respect, ce qui permet de faire perdurer le culte des ancêtres.

Il existe des lieux dits « fadis » (« interdit » en malgache), qui sont des espaces ou des arbres isolés auxquels il est interdit de toucher. Ces lieux sont sacrés pour les habitants et ne doivent en aucun cas être endommagés par des activités humaines.

Une autre tradition a perduré jusqu'à aujourd'hui : la pratique du Tananamaro (« travail de la terre à la main » en malgache). Chaque mois, tous les habitants sont appelés à se réunir pour entretenir les espaces publics de la ville. Si certains continuent cette pratique, elle est aujourd'hui menacée par le désintérêt des jeunes générations, qui préfèrent verser une somme d'argent à la mairie en guise de compensation.

## Problèmes et risques environnementaux

Les pratiques agricoles traditionnelles, comme les cultures sur brûlis et les feux de brousse pour renouveler les pâturages, ont des conséquences néfastes sur l'environnement. Ces méthodes entraînent une forte déforestation, aggravée par la technique du tavy, qui consiste à défricher la forêt pour cultiver.

De plus, une gestion des milieux peu adaptée constitue un facteur indirect négatif. Le réseau hydrographique de la région est peu valorisé, et l'utilisation intensive des ressources forestières, principale source d'énergie, contribue également à la dégradation de l'environnement. Enfin, les risques cycloniques et de sécheresse menacent les activités ainsi que le mode de vie actuel de la population (CPGU, 2020).

Pour répondre à ces problèmes, plusieurs pistes d'intervention sont envisageables. Il serait utile de transférer la gestion des ressources naturelles aux communautés locales, de renforcer l'éducation à l'environnement, de promouvoir des sources d'énergie alternatives (comme les énergies renouvelables) et de développer des activités économiques respectueuses de la nature, telles que l'écotourisme.

## Présentation de la structure d'accueil

### L'association Vahatra

Le 2 octobre 2022, l'association Vahatra (« racines » en malgache) a été créée, en étroite collaboration avec l'association française Opti'pousse haie, fondée en 2014, qui apporte des ressources techniques et financières. Vahatra a pour objectif de défendre les intérêts généraux et les biens communs présents et futurs des communautés d'Analalava, avec une forte implication citoyenne. Cette défense passe par la collecte de données socio-environnementales et économiques, permettant à l'association et à ses partenaires de mettre en œuvre des projets répondant aux besoins réels des populations. L'association inscrit son projet dans une démarche d'intérêt général, en s'ouvrant à tous les publics. Ses domaines d'action sont variés : suivi socio-écosystémique et économique, culture et art, éducation, artisanat, recherche scientifique et création d'espaces naturels protégés.

### Organigramme de l'association

L'association peut être divisée en deux pôles : le pôle administratif et le pôle « terrain ». Ce dernier regroupe les techniciens ainsi que le responsable de stage que j'ai côtoyés tout au long de mon séjour et avec qui j'ai pu travailler. Au sein de cette équipe se trouvent différents sous-pôles, chacun ayant une spécialité distincte, présentés ci-dessous. Quant au pôle administratif, nous n'avons pas eu l'occasion de le rencontrer.

### Organigramme

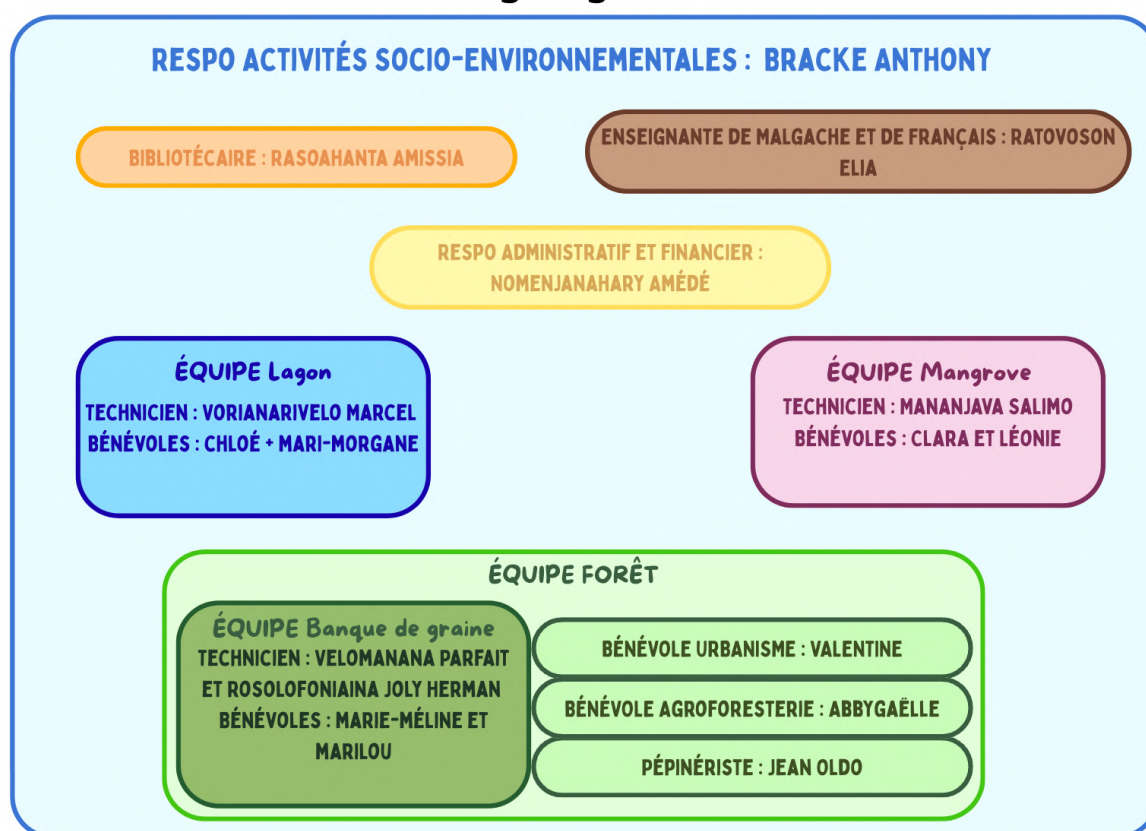


Figure 3: Organigramme de l'équipe "terrain".

## Présentation des missions

### Contexte

L'association Vahatra avait pour finalité de créer une banque de graines autochtones, mais elle a rencontré des difficultés et n'arrivait pas à atteindre ses objectifs. Elle a donc décidé de s'associer avec l'entreprise Bondi et, en 2023, a postulé ensemble au programme FBOI (Fonds Business Biodiversité Océan Indien). Ce programme, porté par le grand projet français Varuna et soutenu par l'Agence Française de Développement ainsi qu'Expertise France, vise à créer un réseau cohérent d'acteurs afin d'encourager des actions concertées en faveur de la préservation de la biodiversité et de la transition écologique.

Après avoir été sélectionné, en 2024, le partenariat s'est lancé dans un programme ambitieux s'étalant sur trois ans, comprenant plusieurs volets : un inventaire forestier, une étude botanique, ainsi que le recensement des usages des ressources naturelles. Dans ce cadre, Vahatra a développé des objectifs visant à préserver la ressource en eau, restaurer les forêts tropicales sèches menacées, mais également à proposer des alternatives telles que l'agroforesterie ou la sylviculture, mieux adaptées aux contextes climatiques et favorisant les services écosystémiques.

Pour cela, des « projets vitrines » doivent être développés, servant de démonstrations concrètes afin de mobiliser les investisseurs et les communautés locales. En raison du manque de moyens financiers, il est nécessaire de trouver des solutions à faible coût tout en proposant des projets à fort impact.

L'ensemble de ces actions converge vers une seule volonté : décentraliser les directives de gestion et déléguer les décisions à des échelles locales, notamment en constituant des comités de bassins versants en partenariat avec l'association des femmes et l'Agence Nationale de l'Eau et de l'Assainissement.

### Objectifs

Les missions de ce stage s'intègrent pleinement dans cette dynamique, visant à introduire de nouvelles approches et méthodes d'entretien de la ville pour améliorer sa résilience et la gestion de son espace. En effet, elles consistent d'une part à proposer un plan d'aménagement végétalisé de la ville, incluant des espèces comestibles autochtones, et d'autre part à caractériser les sous-bassins versants afin d'identifier les leviers d'une gestion plus durable des ressources en eau. Ces actions reposent avant tout sur une démarche de collecte de données.

Concernant le plan d'aménagement de la ville, ma mission sera d'animer des ateliers participatifs et des entretiens pour identifier les besoins des habitants, mais aussi leurs idées sur ce qui pourrait ou devrait être amélioré à Analalava. Je leur proposerai ensuite des solutions qu'ils pourront accepter ou refuser.

Pour les bassins versants, la démarche diffère légèrement. Le but sera de caractériser les bassins grâce à des outils géospatiaux comme QGIS, de proposer un protocole d'analyse, ainsi que de présenter les différents types de gestion existants, adaptés au contexte et aux besoins locaux.

Ainsi, à l'issue de ces objectifs, la finalité est avant tout d'apporter des ressources et de la crédibilité pour les projets futurs, plutôt que de concevoir immédiatement des aménagements prêts à être réalisés.

### Enjeux des missions

#### 1 Bénéfices de la végétalisation de la ville

Apporter de la verdure n'est pas seulement un moyen de créer des zones d'ombre, elle rend également de nombreux services écosystémiques. Ces derniers se définissent comme les bienfaits, gratuits et

essentiels, que les écosystèmes fournissent à l'humanité et à la société, pouvant être rangés dans au moins quatre catégories principales.

Tout d'abord, la végétation, surtout les arbres, aide à réguler la température en filtrant plus de 80 % du rayonnement solaire et en produisant de l'évapotranspiration, ce qui peut abaisser localement la température de 1,5 à 6 °C selon les endroits (Amieur R. et al., 2022 ; Potchter et al., 2010 ; Taleb et Taleb, cités dans Amieur R. et al., 2022). Elle améliore aussi l'infiltration des eaux de pluie, avec une augmentation de 15 à 20 % en présence d'arbres, réduisant ainsi le ruissellement et protégeant les sols grâce à leurs racines (Federal Interagency Stream Restoration Working Group, cité dans Armengol M. et al., 2022 ; Ademe, 2019). De plus, la végétation dense joue le rôle de barrière contre le vent et le bruit, en diminuant localement les nuisances sonores de 6 à 8 décibels (Société de l'Arbre du Québec, cité dans Armengol M. et al., 2022 ; Permaculture Design, 2024).

D'autre part, la végétation est essentielle pour soutenir la biodiversité en offrant refuge et nourriture à de nombreuses espèces, tout en créant des emplois liés à son entretien, ce qui dynamise l'économie locale (Ademe, 2019).

Elle est également une source d'approvisionnement importante, fournissant matériaux, énergie renouvelable et aliments essentiels, notamment via le bois et les fruits.

Enfin, au-delà de ces fonctions écosystémiques, les espaces verts ont un impact positif sur la santé physique et mentale des habitants, favorisent les échanges sociaux et aident à mieux s'approprier les espaces publics souvent perçus comme impersonnel (Laille P. et al., 2015 ; INRAE, 2024).

## 2 Améliorer la gestion de l'eau par la caractérisation des bassins versants

Un bassin versant, schématisé dans la figure 4, correspond à une zone délimitée dans laquelle toutes les eaux de surface s'écoulent naturellement vers un même point exutoire (souvent un cours d'eau, un lac ou un estuaire). Cette zone est définie par des lignes de partage, situées sur les crêtes ou sommets des reliefs, qui séparent les eaux s'écoulant vers des systèmes hydrographiques différents. La délimitation d'un bassin versant repose sur plusieurs éléments : une cartographie, une topographie mais aussi un suivi des eaux de surface et souterraines. Identifier les caractéristiques propres de ces surfaces hydrologiques permettra de comprendre comment l'eau de pluie se déplace et comment l'adapter aux besoins de la ville. De plus, il apportera une meilleure planification au sein des politiques d'aménagements, de surveiller la qualité des ressources et de prévenir les risques environnementaux, à une échelle contrôlable (Ramarokoto, F. N, 2023).

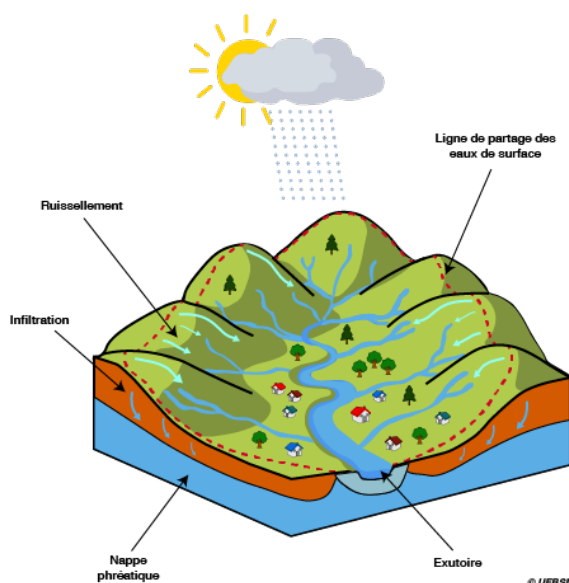


Figure 4: Représentation schématique d'un bassin versant hydrologique.

## Présentation du déroulé des missions

### Planning

Tableau 1: Planning du déroulé de stage.

| Date                                 | Activité                                                                               | Description                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Du 28 avril au 6 mai                 | Recherches bibliographiques en distanciel + Arrivée à Analalava                        | Recherche préliminaire sur le contexte d'Analalava.                                                                                                                                                   |
| Du 6 mai au 26 mai                   | Rapport bibliographique                                                                | Recherches et affinage sur les objectifs des missions.                                                                                                                                                |
| Du 27 mai au 6 juin                  | Visites de terrain à Analalava + Analyses Qgis                                         | Observation des différents quartiers et des bassins versants.<br>Prélèvements d'échantillons de sol.<br>Début des analyses QGIS.                                                                      |
| Du 6 juin au 16 juin                 | Ateliers participatifs + Entretien individuel                                          | Organisation et gestion de différents ateliers participatifs avec les différents quartiers.<br>Entretien avec le directeur du lycée public.<br>Exploitation des résultats et remise en page sur Qgis. |
| Du 17 juin au 22 juin                | Mission terrain dans la Baie de Moramba                                                | Accompagnement de Bondi et d'Expertise France pour découvrir d'autres projets Varuna.                                                                                                                 |
| Du 22 juin au 30 juin                | Semaine de congé                                                                       |                                                                                                                                                                                                       |
| Du 1 juillet au 1 <sup>er</sup> août | Visites de terrain + Entretien individuel + Propositions de projets + Retour en France | Observation des bassins versants + prélèvements d'échantillons de sol.<br>Test du bocal.<br>Entretien avec la directrice du collège public.<br>Illustration des futurs aménagements.                  |

## Présentation des sites d'études

### 1 Ville d'Analalava

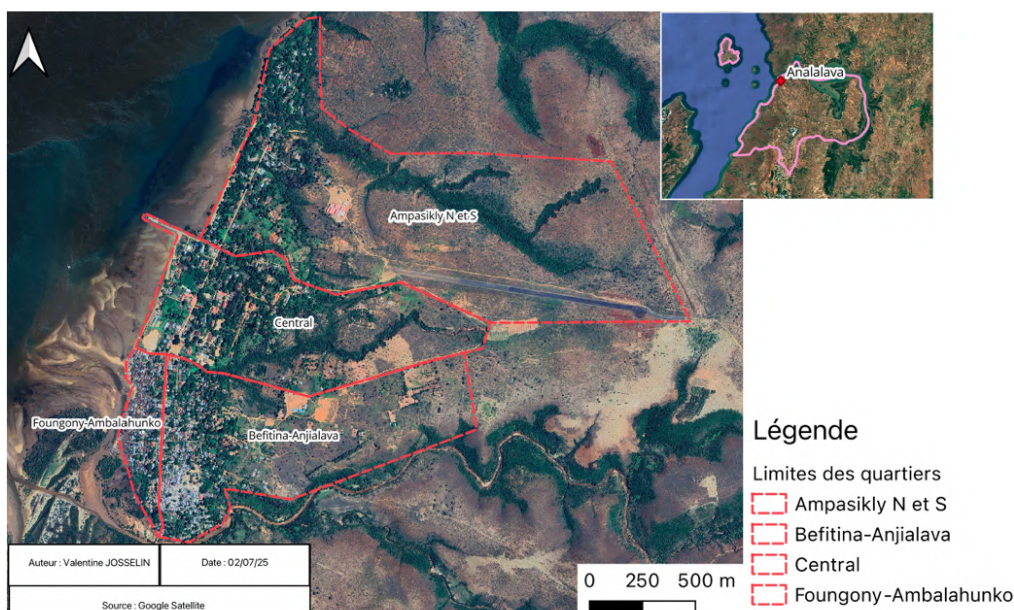


Figure 5 : Présentation de la ville d'Analalava.

La ville d'Analalava s'étend le long du littoral et s'organise autour d'une grande avenue principale, parallèle à la mer. Elle est composée de quatre quartiers principaux : Ampasikly Nord et Sud, Central, Fougony-Ambalahunko et Befitina-Anjialava.

Dans chacun de ces quartiers se trouve un chef Fokontany (« chef de quartier » en malgache), dont la fonction est de servir de porte-parole. Il représente une figure importante dans l'organisation administrative de la ville.

### 2 Bassins versants

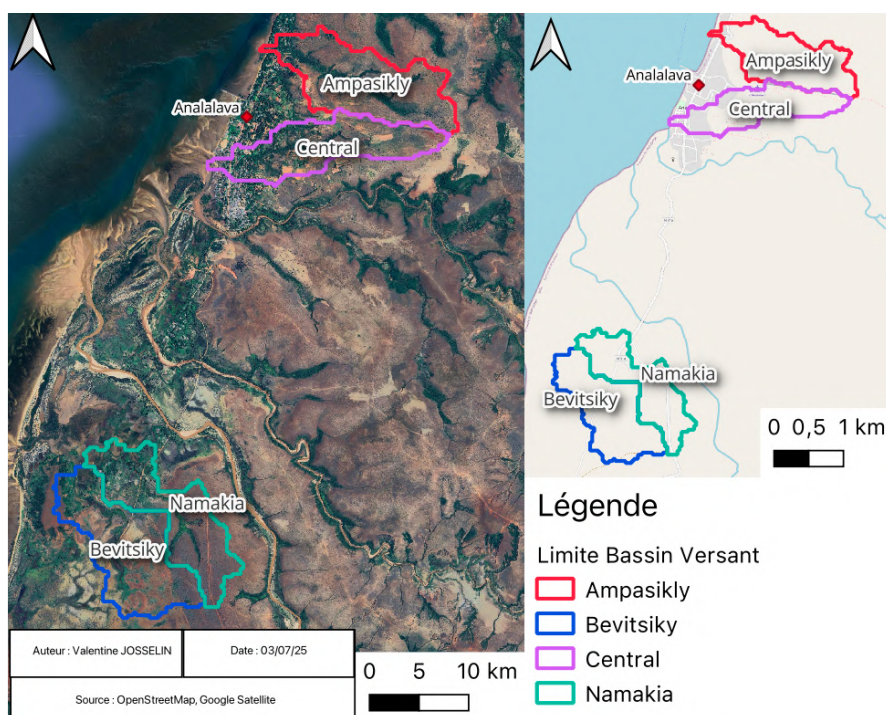


Figure 6 : Présentation et localisation des bassins versants étudiés.

Dans cette étude, quatre bassins versants ont été sélectionnés : Ampasikly, Central (aussi appelé : Ambovo Laminia), Namakia et Bevitsiky. L'objectif est de les caractériser et de proposer des solutions d'aménagement durables afin de limiter les dégâts qu'ils subissent, notamment pendant la saison des pluies. Deux de ces bassins influencent directement le circuit de l'eau de pluie dans la ville d'Analalava, tandis que les deux autres sont situés à l'extérieur de la ville, mais menacent les villages en aval.

## Phase de diagnostic

### Visites de terrain

Afin d'accompagner les ateliers participatifs et d'avoir une meilleure connaissance des lieux mentionnés par les habitants, des visites sur le terrain ont été jugées indispensables. Des sorties en autonomie ont donc été organisées. De plus, dans l'optique d'aménager la ville, comprendre son organisation et son fonctionnement était essentiel.

Lors de ces déplacements spontanés, des caractéristiques propres à chaque quartier ont été observées. La visite de la ville a donc été divisée par quartiers. Équipée d'une carte satellite, d'un carnet et d'un téléphone, l'objectif était de se balader, d'observer, de localiser et de photographier les lieux d'intérêt, mais aussi de mieux comprendre comment chaque quartier vit et s'organise. Chaque information recueillie a été intégrée dans une carte QGIS (figure 7) ainsi que les photos de terrain.

Ces visites ont également été réalisées sur les bassins versants étudiés afin d'évaluer les dommages et le type de végétation présente. L'analyse des différents types de sols a été effectuée, notamment avec le test du bocal, afin de déterminer la végétation la plus adaptée et d'estimer le taux d'infiltration des eaux de pluie sur les bassins versants.

### 1 Zone urbaine

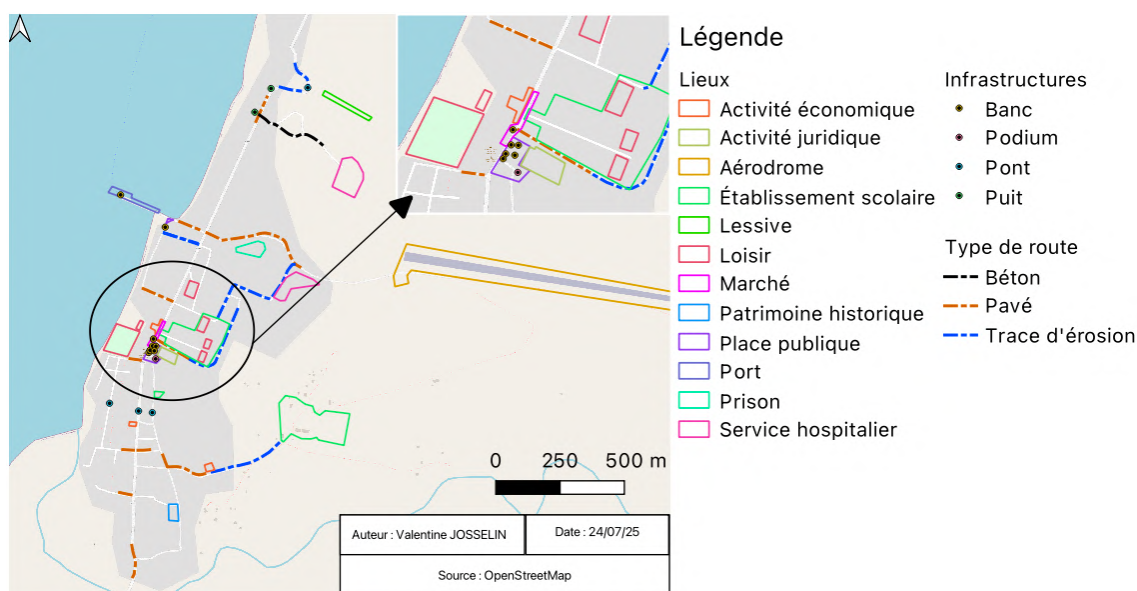


Figure 7: Résultats des visites de terrain.

Ces visites ont permis de mieux comprendre la topologie des quartiers ainsi que les contraintes environnementales qui pourraient être soulevées lors des ateliers. De nombreuses routes, situées en pente, ont été dégradées par le ruissellement des eaux de pluie, compliquant les déplacements notamment vers le service hospitalier, les écoles ou encore entre les quartiers. Par ailleurs, en identifiant les lieux dits importants, il apparaît que le quartier central concentre la majorité des

fonctions. De nombreuses places s'y situent mais semblent fortement exposées au soleil. Ces paramètres devront être croisés et pris en compte lors des ateliers, mais aussi dans les propositions de projets.

Ces visites m'ont également permis d'échanger de manière spontanée avec les habitants, afin de mieux comprendre leur mode de vie et recueillir leur opinion sincère sur leur environnement.

## 2 Bassin versant

Les visites ont permis de mieux comprendre le profil des bassins versants, les dégradations (lavakas), ainsi que le couvert végétal présent sur les crêtes et les talwegs. Cette étape a aussi permis d'identifier l'usage que la population en fait et la manière dont elle intègre ces espaces dans son mode de vie. Les sorties se sont déroulées avec Herman et Parfait, les techniciens forestiers, qui m'ont guidée à travers les différents bassins versants et ont prélevé les échantillons de sol aux endroits que nous avions prédéfinis en amont (annexe 1). C'est également grâce à leur aide que les tests du bocal ont pu être réalisés.

Tableau 2: Résultats des analyses de sol et de la végétation présente dans les bassins versants.

| Bassin versant                 | Échantillon | Type de sol         | Végétation alentour                                                                                                                                                               | Végétation majoritaire         |
|--------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Namakia                        | N1          | Limon               | /                                                                                                                                                                                 | Raphia, Kininina (Eucalyptus), |
|                                | N2          | Limon               | /                                                                                                                                                                                 | Tapiaka, Magnary, Sariheza,    |
|                                | N3          | Loam-Limoneux       | /                                                                                                                                                                                 | Morasira, Soritry,             |
|                                | N4          | Limon               | /                                                                                                                                                                                 | Harongampanihy                 |
| Bevitsiky                      | B15         | Loam-Limoneux       | /                                                                                                                                                                                 | Raphia                         |
| Ampasikly                      | A1          | *                   | /                                                                                                                                                                                 | Bisson, Antrandra (Ravinala),  |
|                                | A2          | *                   | Soritry, Malaintay, Horriky vato, Boroa                                                                                                                                           | Kindro                         |
|                                | A3          | *                   | Tapiaka                                                                                                                                                                           |                                |
|                                | A4          | *                   | Horriky vato, Soritry, Katrafay, Koropoko, Kotiniantobavy                                                                                                                         |                                |
|                                | A5          | *                   | /                                                                                                                                                                                 |                                |
|                                | A6          | *                   | Vahintamboytiky, Boroa, Tsymangamanga                                                                                                                                             |                                |
|                                | A7          | *                   | Rayno, Soritry, Mamoandraviny                                                                                                                                                     |                                |
| Central<br>(Ambovo<br>Laminia) | C1          | Loam sableux        | Manga, Bonara, Finesy, Kininina, Soritry, Acacia, Boroa, Mokotra, Tsindalana, Kisaka, Mamoan-draviny, Hanikivato, Kitsongo, Mandrirofo, Sariheza, Mahabibo, Tapiaka, Magnary boty | /                              |
|                                | C2          | Loam sableux        | Harongampanihy, Kitata, Kitsongo, Boroa, Malazovoavy, Acacia, Kininina, Manga, Mabibo, Mamoan-draviny, Koropoko, Soritry                                                          |                                |
|                                | C3          | Limoneux            | Raphia, Bonara, Acacia, Soritry, Kindro, Finesy, Mabibo, Hanikivato, Manga, Antrandra (Ravinala), Harongambe, Kisaka, Sariheza, Mokotra, Tapiaka, Boroa, Harangampanihy, Magnary  |                                |
|                                | C4          | Loam sablo-argileux | Tapiaka, Acacia, Mokotra, Malaintay, Satramirina, Moramena, Kininina, Mobibo, Morasira, Harongampanihy, Soritry, Koropoko, Sariheza, Malazovoavy, Tsiandalana                     |                                |
|                                | C5          | Loam sableux        | Tsiandalana, Harongampanihy, Morasia, Soritry, Antendoraviny, Antrandra, Acacia, Kindro, Kininina, Sariheza, Kotiniantobovy, Tapiaka                                              |                                |
|                                | C6          | Loam sableux        | Singaratra, Soritry, Malazovoavy, Magnary boty, Acacia, Boroa, Koropoko, Mamoan-draviny, Manga                                                                                    |                                |
|                                | C7          | Loam sablo-argileux | Mabibo, Manga, Acacia, Kininina, Boroa, Tsindalana, Mokotra, Vavongo, Harongampanihy, Soritry, Kotiniantobavy, Hanikivato, Vatrotrokoala, Tapiaka                                 |                                |

\* : Pas réalisé

/ : Absence de données

Tout d'abord, les données récoltées sont hétérogènes, voire incomplètes, en raison de l'espacement des visites et des connaissances variables entre les deux techniciens.

Les sols passent de limoneux à loam sableux, ce qui indique que le taux d'infiltration de l'eau dans le sol semble relativement important. Certains bassins versants, comme ceux de Namakia et d'Ampasikly, présentent d'importants lavakas, tandis que les autres semblent moins affectés par les glissements de terrain. Concernant la végétation, elle est majoritairement présente dans les talwegs mais varie d'un bassin versant à l'autre. Namakia est dominé par des Raphias et des Kinininas, tandis qu'Ampasikly, par des Bissons et des Kindros. Toutefois, en observant la végétation autour des points de prélèvement de sol, on remarque que de nombreuses espèces sont communes à plusieurs bassins versants.

L'analyse préliminaire de ces unités hydrologiques, essentielles aux activités locales (lessive, bain, agriculture), permet d'avoir un aperçu du type de végétation le plus adapté, mais aussi de celles

susceptibles de coexister avec les espèces déjà présentes. Le type de sol permettra par ailleurs d'orienter des tests complémentaires, comme le test d'infiltration de l'eau de pluie.

### 3 Retour d'expérience

Cette étape m'a tout d'abord permis de découvrir la ville et de me familiariser avec son environnement. J'ai ainsi pu me forger ma propre impression et observer concrètement l'atmosphère propre à chaque quartier.

Un seul inconvénient est apparu : la communication avec les habitants. Je comptais créer des échanges spontanés, mais très peu parlent suffisamment bien français ou se sentent à l'aise pour s'adresser à une étrangère.

Les visites des bassins versants se sont déroulées de manière isolée, ce qui a entraîné quelques oublis dans la collecte de nos observations. De plus, elles ont été menées avec des techniciens différents, ce qui a pu générer des résultats parfois hétérogènes.

Ces visites ont néanmoins constitué une étape clé, en mettant en lumière le contraste entre ce que l'on peut percevoir sur une carte satellite et la réalité du terrain. Elles sont précieuses pour toute personne découvrant l'environnement local, mais manquent de précision et de concrétisation pour une étude approfondie.

## Étude Qgis

L'étude QGIS a permis d'approfondir les analyses et d'obtenir des résultats concrets, apportant ainsi de la crédibilité aux observations réalisées lors des visites sur le terrain.

Après avoir récupéré un MNT (Modèle Numérique de Terrain) SRTM issu de la NASA, avec une résolution de 30x30 mètres, et utilisé le logiciel GRASS, il a été possible de délimiter les bassins versants (`r.watershed`), d'identifier les zones potentielles de ruissellement (`r.watershed`) et de calculer les pentes (`r.slope.exact`). Bien que la précision du MNT ne semble pas adaptée à cette zone d'étude, ce travail permettra de créer un protocole à suivre lors de l'acquisition d'une couche plus précise, facilitant ainsi la prise en main pour le technicien qui poursuivra ce travail.

Ces analyses ont permis de caractériser les bassins versants, de mieux comprendre leur dynamique et de prévoir une combinaison d'aménagements adaptés.

### 1 Ruissellement

Ce modèle se base sur le nombre de cellules qui convergent vers une même cellule d'altitude plus faible. Il ne représente pas l'écoulement réel, mais plutôt le potentiel chemin que l'eau de pluie emprunterait.

La modélisation du ruissellement obtenue pour les bassins versants (annexe 2) permet de cibler les aménagements en identifiant les zones les plus à risque d'inondation. D'après la figure 8, à Analalava, en plus des deux bassins versants Central et Ampasikly, l'eau de pluie pourrait emprunter des chemins secondaires susceptibles de causer des dommages aux routes, mais aussi aux habitations. Il est donc judicieux de prendre en compte cette modélisation pour mieux cibler les futurs aménagements.

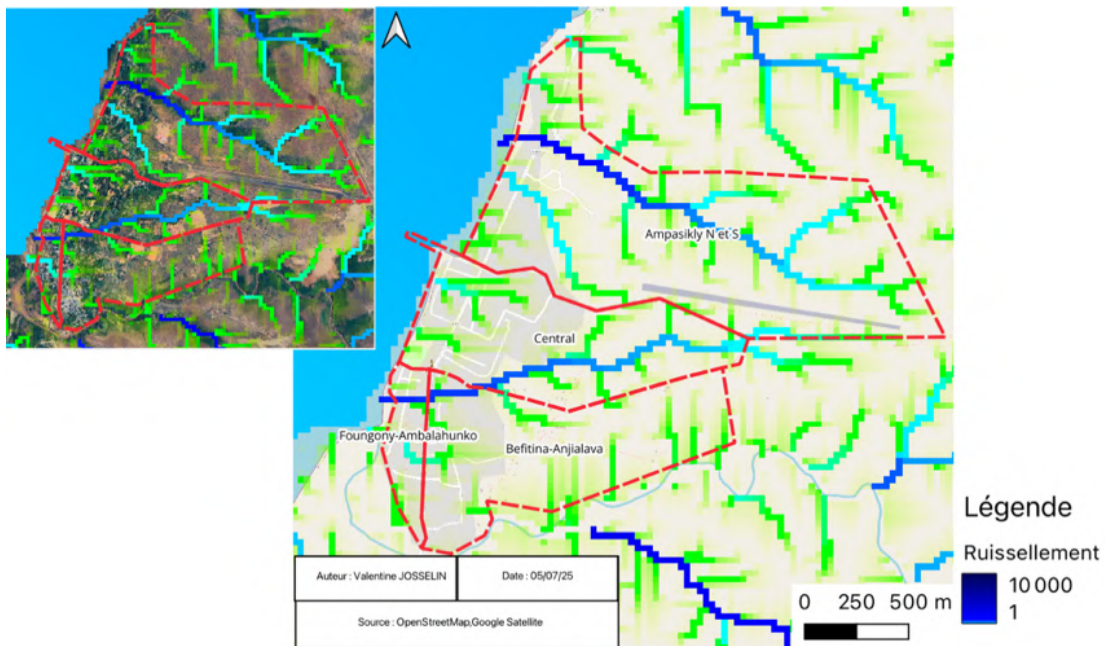


Figure 8 : Carte, Modélisation du ruissellement dans la ville d'Analalava.

## 2 Modélisation des pentes

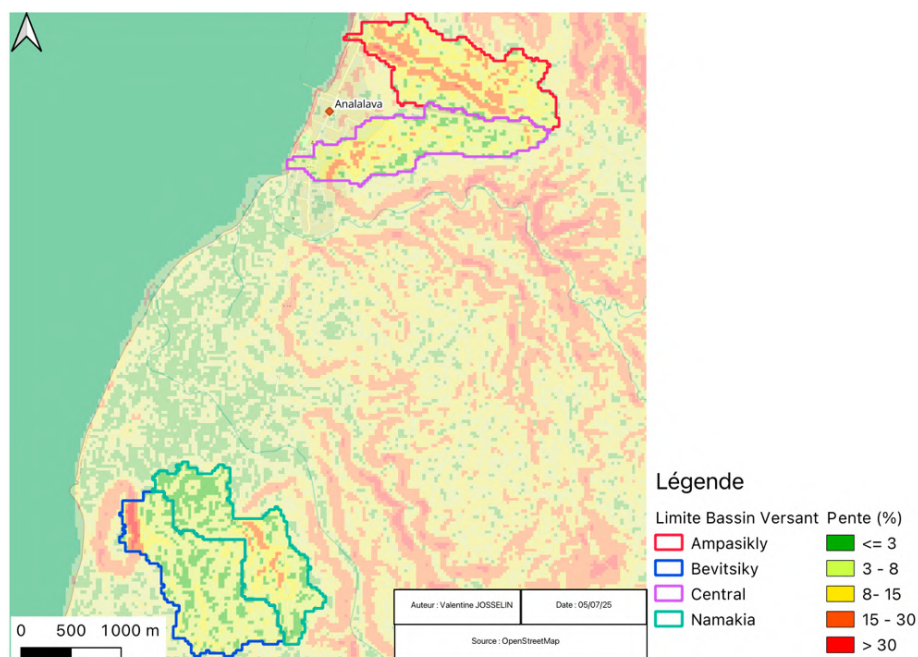


Figure 9: Carte, Modélisation des pentes dans les bassins versants.

La carte des pentes, présentée dans la figure 9, permet d'abord de préciser le profil des bassins versants, d'identifier ceux qui présentent de fortes pentes, et de les zoner en fonction de ces caractéristiques. Les bassins versants situés à Analalava affichent des pentes moyennes à fortes, comprises entre 8 % et 30 %, ce qui favorise un ruissellement rapide et convergent vers un même cours d'eau. En revanche, les deux autres bassins versants semblent moins pentus, avec des pentes faibles à moyennes, comprises entre 3 % et 15 %.

La pente constitue un facteur limitant dans l'aménagement des unités hydrologiques. Il est donc essentiel d'adapter les solutions aux types de pentes et aux profils spécifiques de chaque bassin versant.

### 3 Indice de Gravelius

Certaines mesures ont été réalisées pour affiner l'analyse, notamment l'indice de Gravelius. Cet indice, calculé à partir du périmètre et de la surface des bassins versants, permet d'estimer le débit de l'eau ruisselée en fonction de la forme de ces unités hydrologiques. Plus un bassin versant est allongé, plus le débit est faible, car les chemins d'écoulement sont plus longs, ce qui rallonge le trajet de l'eau jusqu'à l'exutoire.

Si  $1 < KG < 1,15$ , le bassin est de forme ramassée.

Si  $1,5 < KG < 1,8$ , le bassin est de forme allongée.

Si  $KG < 1,8$ , le bassin est de forme allongée et irrégulière

Si  $KG = 1$ , le bassin versant est de forme arrondis.

Tableau 3: Indice de Gravelius.

| Bassin versant | Périmètre (km) | Surface (km <sup>2</sup> ) | Indice de Gravelius |
|----------------|----------------|----------------------------|---------------------|
| Ampasikly      | 7,744          | 1,277                      | 1,932               |
| Central        | 7,357          | 1,063                      | 2,012               |
| Namakia        | 8,252          | 1,104                      | 2,215               |
| Bevitsiky      | 7,397          | 1,326                      | 1,811               |

D'après le tableau 3, les bassins versants étudiés présentent tous une forme allongée, ce qui suggère qu'en cas de fortes pluies, le débit serait moins important que s'ils avaient une forme plus compacte. Cependant, certains présentent un indice supérieur à 1,8, ce qui indique une forme irrégulière. Il sera donc nécessaire d'identifier ces irrégularités afin d'en comprendre l'origine.

### 4 Retour d'expérience

Les modèles de terrain réalisés sur QGIS m'ont permis de me familiariser avec ce logiciel, mais aussi de croiser les données et d'obtenir des précisions sur la topologie du terrain.

Bien que la couche MNT utilisée ne soit pas suffisamment précise pour être directement appliquée aux aménagements, elle constitue un premier résultat permettant à l'association Vahatra de reproduire l'analyse avec une couche plus précise, tout en offrant une première vision des zones d'étude.

Travailler dans un pays peu développé, voire en développement, implique souvent un accès limité aux ressources, ce qui peut se traduire par des résultats moins précis.

## Les ateliers participatifs cartographiques

L'un des objectifs de l'association est de répondre aux besoins des habitants et de créer un lien de confiance entre les futurs usagers et elle-même. Ce lien permettra, tout au long de sa mise en place, de répondre aux enjeux réels de la ville et de consolider l'implication des habitants sur le long terme. Avec l'aide de Marie-Méline, une stagiaire bénévole formée à ces démarches, il a été possible de définir le type d'ateliers les plus pertinents à mettre en place. Ainsi, des ateliers cartographiques ont été réalisés, centrés uniquement sur les besoins liés à l'aménagement et à la gestion environnementale de la ville. Amédée, un des techniciens, assurait la communication en malgache avec les participants,

avant et pendant les réunions. Pour lui permettre de bien cerner les enjeux attendus lors de ces ateliers, un cahier des charges a été réalisé.

Les ateliers participatifs ont été organisés selon les quartiers car les habitants se déplacent très peu en dehors de leur quartier et de ceux où ils y trouvent un intérêt direct. Des groupes de 4 à 6 personnes, hommes et femmes, ont été constitués avec le chef Fokontany et le technicien, afin de rassembler des opinions diverses. Seul le quartier Central n'a pas pu être effectué, pour des raisons de disponibilité.

Lors de ces ateliers, les participants étaient invités à schématiser sur une carte, les problèmes rencontrés ainsi que les solutions auxquelles ils avaient réfléchi ou non. Chaque atelier se déroulait en deux phases : une première avec des questions larges, suivie d'une seconde avec des questions plus guidées lorsque les échanges commençaient à stagner. Étant donné que la majorité des habitants ne savent pas se repérer sur une carte satellite, une carte schématique a été réalisée, indiquant les lieux importants de chaque quartier (annexe 3).

Ces échanges ont mis en évidence une priorité commune à tous les quartiers : la question de l'eau. L'accès à l'eau potable, les inondations dues au ruissellement et l'érosion ont été beaucoup évoqués lors de la première phase. D'autres problèmes, comme la gestion des déchets, l'absence d'éclairage dans les rues secondaires et le désintérêt pour le Tananamaro, ont également été soulignés. Si la végétation autochtone reste valorisée, le manque d'espace complice son développement. Cependant, les habitants se sont montrés motivés à s'impliquer dans l'entretien, l'apprentissage de techniques de culture fruitière et l'adoption de solutions simples, comme le paillage ou la plantation de raphias.

Ces échanges ont permis non seulement d'identifier les besoins prioritaires, mais aussi de faire émerger des propositions concrètes d'aménagement, conçues par les habitants eux-mêmes en réponse directe à leur quotidien, donnant lieu à deux cartes distinctes présentées dans la figure 10 et 11.

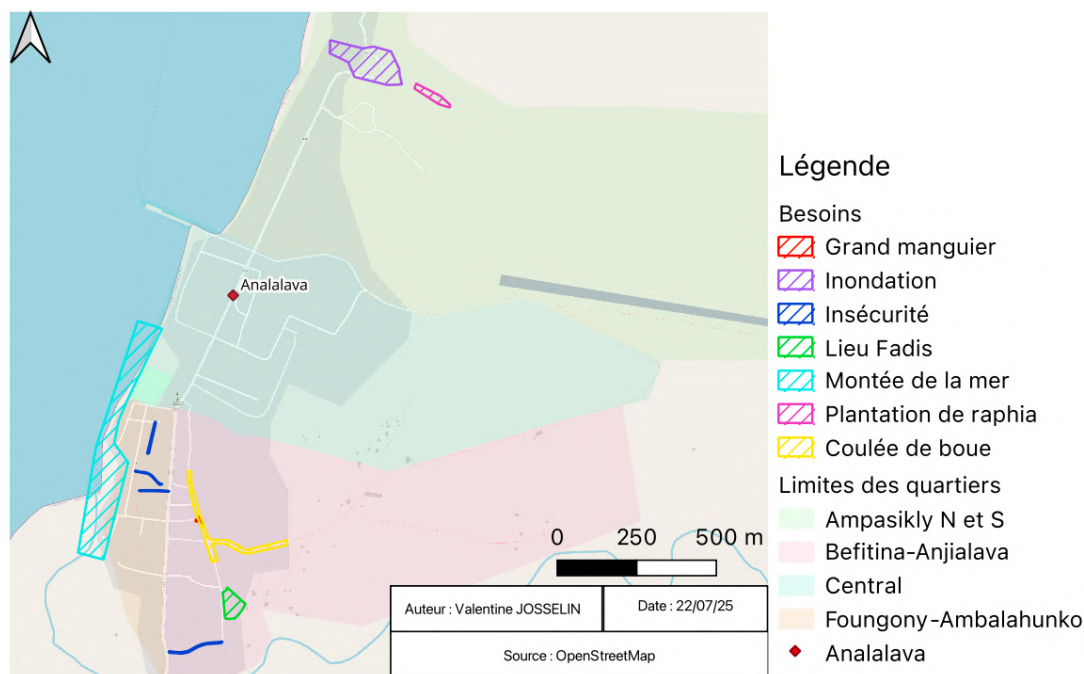


Figure 10: Carte, Représentation des besoins exprimés lors des ateliers cartographiques.

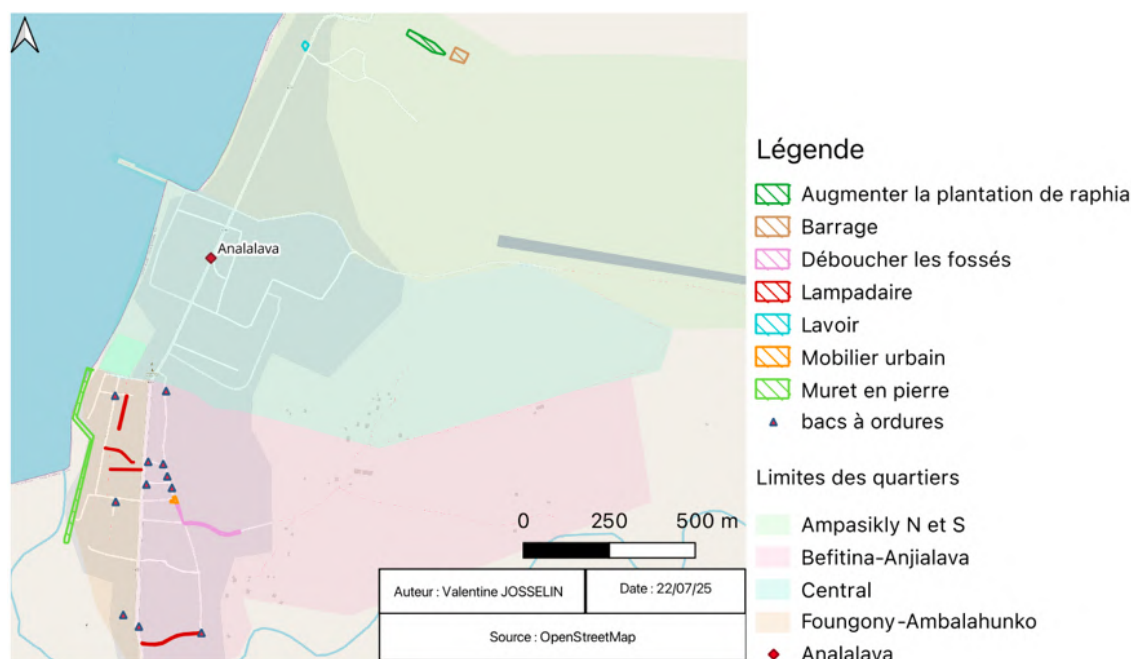


Figure 11: Carte, Représentation des solutions imaginées lors des ateliers cartographiques.

## 1 Retour d'expérience

Tout d'abord, cette autonomie dans la gestion et la prise de décision m'a beaucoup apporté, tant sur la compréhension de l'organisation que sur mes compétences d'encadrement technique, que ce soit avec les techniciens ou les participants. Collaborer avec une autre stagiaire a aussi été une expérience enrichissante, où l'échange de connaissances a su faire évoluer mon apprentissage.

Cette initiative participative mixte a permis de faire émerger de nombreuses notions qui n'auraient pas pu être observées sans cette diversité. Les habitants se sont révélés être de véritables acteurs des projets et, ont su exprimer des avis pertinents sur l'amélioration de leur cadre de vie. Les données récoltées à travers ces cartes offrent une diversité d'axes et de perceptions sur les projets envisagés. De plus, j'ai pu constater qu'avec des cartes schématiques, il est possible de faire ressortir une multitude d'informations tout en conservant un minimum de précision.

Cependant, la barrière linguistique représente un frein important lors de ces activités. Par exemple, certains échanges de plusieurs minutes m'ont été résumés en seulement deux phrases, ce qui a parfois donné la sensation de passer à côté d'informations importantes.

Lors de ce type d'exercice, j'ai appris que tout ne se déroule pas toujours comme on le souhaiterait, notamment en ce qui concerne la participation égale des hommes et des femmes pour discuter ou dessiner ensemble. Il est donc nécessaire de s'adapter et de réfléchir à des alternatives pour améliorer les ateliers futurs.

## Entretiens individuels

Ces entretiens ont été nécessaires avec certains acteurs clés, comme les directeurs des écoles publiques. Leur objectif était de comprendre leurs projets à long terme, leur degré d'implication, ainsi que les moyens qu'ils sont prêts à mobiliser pour assurer la pérennité du projet. Pour cela, un premier contact téléphonique a permis de planifier les rendez-vous. Une liste de questions-guides, ainsi que

des cartes décalquées à partir de Google Maps, avaient été préparées en amont pour faciliter la planification et la délimitation des espaces avec eux.

## 1 Retour d'expérience

Quoique les finalités soient similaires des ateliers participatifs, les échanges ne sont pas les mêmes. En effet, lors des entretiens individuels, il est plus compliqué de cerner la demande et les besoins en faveur des directeurs. Il est davantage question de vendre un projet attractif et utile pour eux.

Ce sont des échanges qui ont été très formateur dans le sens où ils m'ont permis de mieux organiser et penser mon dialogue afin de comprendre leurs attentes.

## Proposition de projet

### Aménagement de la ville

Même si la ville d'Analalava est composée de quatre quartiers bien distincts, l'objectif des aménagements n'est pas de les diviser mais de créer une cohérence, une harmonie entre ces espaces et de créer un lien entre tous. Des illustrations ont été réalisées à partir de photos prises de la ville pour permettre aux acteurs (maire et habitants) de visualiser les aménagements et donc de se projeter, contrairement aux simples mots, pouvant être vides de sens pour eux.

## 1 Carte d'Orientations d'Aménagement et de Programmation

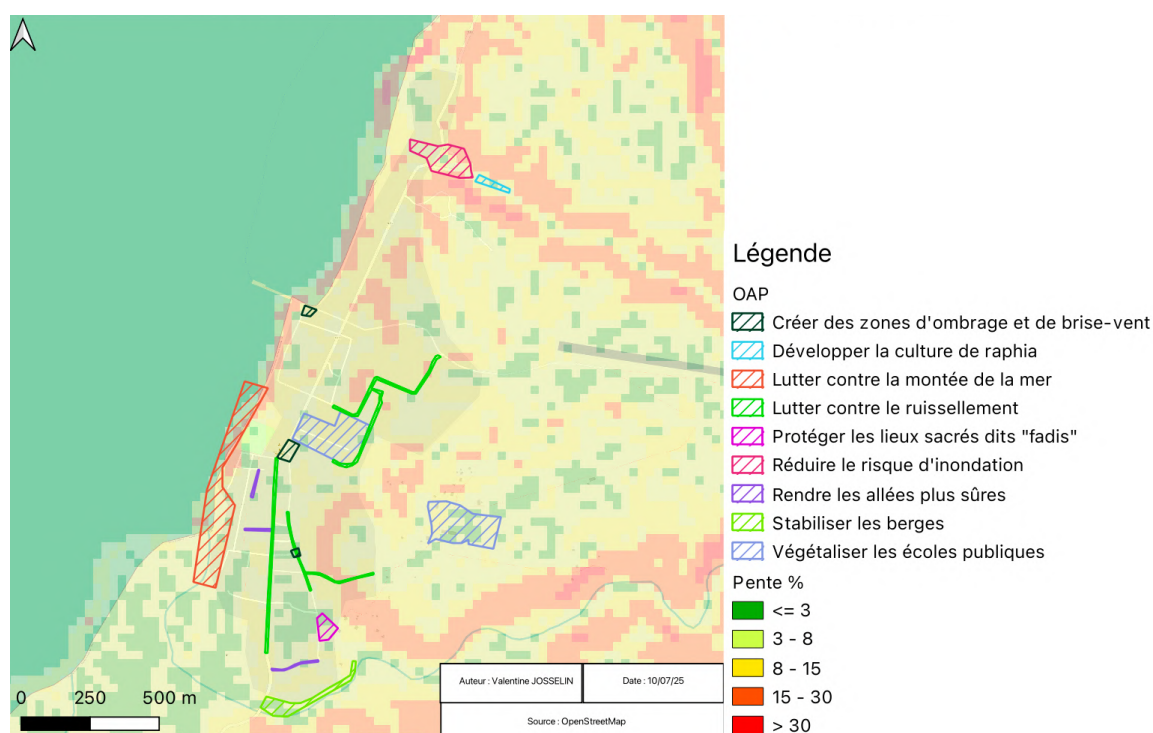


Figure 12: Carte d'Orientations d'Aménagement et de Programmation.

Avec l'ensemble des résultats recueillis lors des visites, des ateliers et des analyses QGIS, plusieurs axes se sont dégagés et ont été hiérarchisés en fonction de leur fréquence d'apparition et de l'importance accordée par les habitants, sous forme d'une carte d'Orientations d'Aménagement et de Programmation (figure 12). Seuls les axes jugés prioritaires seront développés dans ce rapport.

Le premier concerne la gestion de l'eau, notamment les débordements de rivières et le ruissellement des eaux pluviales. Il est suivi par l'aménagement d'espaces végétalisés comestibles, dans le but de lutter contre la précarité alimentaire, de réduire l'érosion éolienne et de favoriser les zones d'ombre.

Ainsi, à l'issue de l'OAP, différents aménagements ont été imaginés et sont représentés sur la carte ci-dessous (figure 13). Chacun d'eux est décrit dans la suite du rapport.

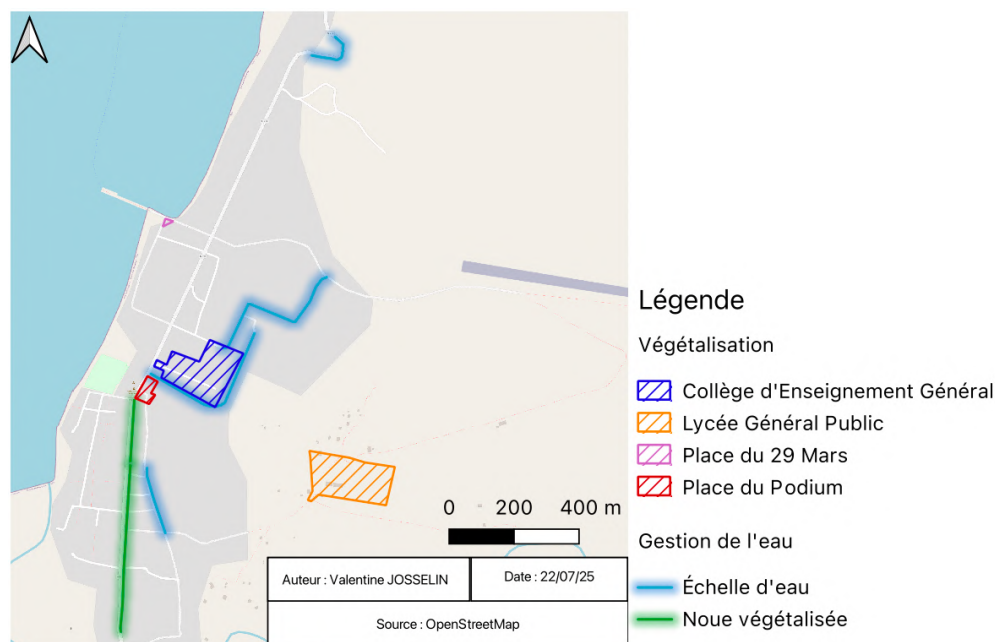


Figure 13: Carte, Aménagements proposés dans la ville d'Analalava.

## 2 Ruissellement et érosion

D'après les témoignages recueillis, Analalava se trouve à l'exutoire de plusieurs bassins versants, ce qui, lors de fortes pluies, provoque un important ruissellement et peut entraîner le débordement des rivières. Pour y remédier, certains aménagements ont été envisagés afin de ralentir la vitesse du ruissellement et favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol, notamment par la mise en place de noues végétalisées et d'échelles à eau.

Dans le contexte d'Analalava, où le sol est facilement érodable, les pluies sont fortes et les pentes assez prononcées, il serait pertinent d'adopter une végétation adaptée, comme le vétiver ou d'autres plantes à enracinement profond. Par ailleurs, pour les échelles à eau, afin de prévenir l'érosion des bordures des mini-bassins sur toute leur longueur, il sera nécessaire d'installer une barrière imperméable ou consolidée.

Ces aménagements demanderont un entretien régulier pour éviter l'ensablement et l'accumulation de débris dans les fosses, mais pourront être réalisés lors du Tananamaro.

Enfin, sur les terrains privés présentant de fortes pentes, il serait important de sensibiliser les propriétaires et de leur proposer des aménagements esthétiques permettant de réduire les pentes tout en renforçant la stabilité du sol. Des solutions comme les terrasses, les murets de soutènement, la création de paliers végétalisés ou de talus pourraient ainsi être envisagées.



Figure 14: Illustrations d'une noue végétalisée (à gauche) et d'une échelle d'eau (à droite), réalisées à partir de photos. (Valentine Josselin)

### 3 Ombrage et végétation comestible

N'ayant aucune connaissance sur les espèces autochtones de la région, les techniciens Parfait et Herman ont été de réels conseillers stratégiques. Grâce à leur base de données de plus de 200 espèces (annexe 4), enrichie régulièrement, ainsi qu'à leur connaissance en botanique, il a été possible de sélectionner des espèces adaptées aux conditions et aux objectifs fixés.

#### 3.1 Place du 29 Mars

Afin de faire bénéficier au maximum l'ensemble des habitants, une attention particulière a été portée au quartier central. Au niveau du port, un aménagement est envisagé sur la place du 29 Mars : la mise en place d'une structure en bois permettant de créer une zone d'attente ombragée et protégée du vent, tout en gardant une vue sur la zone d'embarquement. Des jujubiers ayant déjà été plantés, il serait pertinent de les compléter par des plantes ornementales. La structure en bois pourrait également être remplacée par des arbres à bois souple.



Figure 15: Illustration de l'infrastructure imaginée, réalisée à partir d'une photo. (Valentine Josselin)

### 3.2 Place du podium

Deux types d'aménagements ont été imaginés pour la place du Podium, représentés dans la figure 16 et 17, afin d'y apporter de la fraîcheur et de protéger la rue principale des vents d'Est, qui provoquent un réel inconfort. Une haie brise-vent permettrait de réduire la vitesse du vent. Elle serait composée de Tefrosia et de Botaka, plantés en alternance tous les 2 m, accompagnés de Lambohenjana placés 60 cm en arrière, tous les 4 m. Ces espèces ont été sélectionnées pour leur forme arbustive, leur croissance rapide, leur floraison ornementale et, pour certaines, leur feuillage persistant, comme le Lambohenjana. Les fleurs de ce dernier pourraient également être utilisées pour préparer des tisanes. Par ailleurs, une culture d'arbres fruitiers en palissage a été envisagée le long du mur ouest du tribunal. Cet aménagement offrirait de la fraîcheur, une petite source de nourriture, et ajouterait une touche esthétique à l'espace. Grâce à cette exposition, il serait possible de cultiver des arbres comme le Jingoma, l'Ambatry (jujubier), ou d'autres espèces à petits fruits, tout en optimisant l'espace. Pour commencer, certaines formes de palissage simples sont recommandées : axe vertical, cordon horizontal unilatéral, solaxe, trident ou cordon vertical. Ces techniques sont faciles à mettre en œuvre, demandent peu d'entretien et favorisent une fructification rapide. La distance idéale entre chaque plant est de 1 à 2 m.



Figure 16: Carte, Aménagement de la haie brise-vent des arbres fruitiers en palissage.



Figure 17: Illustrations du mur végétalisé (à gauche) et de la haie brise-vent (à droite), réalisées à partir de photos. (Valentine Josselin)

## 4 Établissement scolaire public

### 4.1 Lycée Général Public

Le directeur de l'école, Monsieur Cocolas, souhaitait créer un environnement organisé, en aménageant une clôture ainsi que des zones d'ombre pour les étudiants.

Les zones d'ombre envisagées se situeront au nord, là où l'ombre est rare. Des ombrelles en bois (figure 19) pourraient être installées pour créer des espaces de convivialité entre les étudiants, avec une ombre et une fraîcheur apportées notamment par un Jambarao. Cet arbre fruitier, sempervirent et de taille moyenne, conserve ses feuilles toute l'année, offrant ainsi une couverture ombragée constante. Il produit également des fruits comestibles appréciés par les locaux. D'autres arbres à feuillage étalé ou tabulaire, tels que le Badamier et le Morongo, pourraient également être envisagés.

Concernant la clôture, des Jingoma seront installés tous les 1 m, alternés tous les 8 m avec des Ambatry, aussi appelés jujubiers. Ces deux arbres fruitiers, épineux et de forme arbustive, formeront une barrière naturelle contre les intrusions. Ils appartiennent à la famille des fabacées et possèdent la capacité d'enrichir le sol. Des Gavots pourraient également être ajoutés afin de densifier la haie et de renforcer la diversité de ce micro-écosystème. Toutes ces espèces sont adaptées à des sols secs, limoneux, sableux ou argileux. Toutefois, pour éviter un effet d'enfermement trop marqué, non souhaité par Monsieur Cocolas, la clôture sera plantée sur une seule ligne comme représenté dans la figure 18.

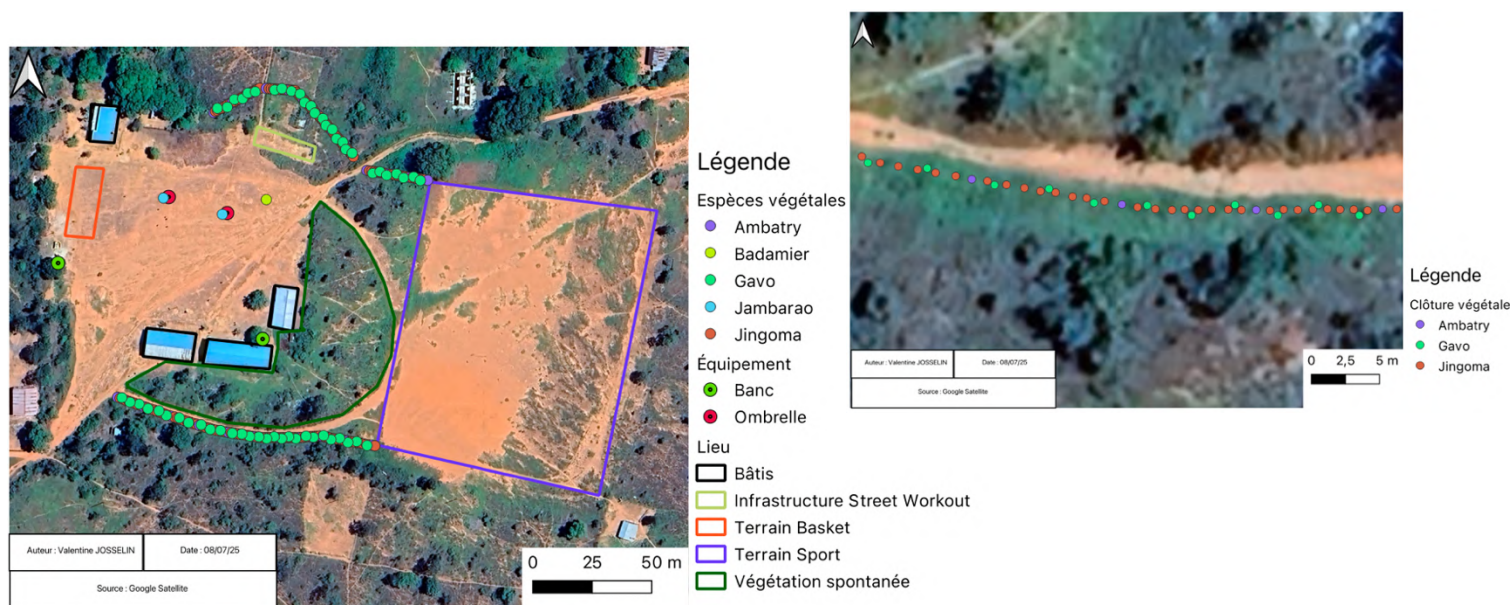


Figure 18: Carte, Aménagement de la clôture et des zones d'ombrages, du lycée Général Public.



Figure 19: Illustrations des zones d'ombrages, réalisées à partir de photos. (Valentine Josselin)

#### 4.2 Collège d'Enseignement Général

La directrice, Madame Chibelle, souhaitait mettre en place une clôture sur la façade sud afin de limiter les sorties des élèves pendant les pauses. Il convient de noter que le site dispose déjà d'une couverture végétale importante.



Figure 20: Carte, Aménagement de la clôture, du CEG.

La clôture représentée sur la figure 20, serait végétalisée et longerait la façade sud. Des manguiers déjà présents seront complétés par des Konykony Marokoroko, plantés tous les 2 m. Cet arbre fruitier, de taille et de circonférence moyenne, permettra de former une haie sans créer un ombrage trop dense. De plus, il ne présente pas d'épines, limitant ainsi les risques de blessures. Les élèves ayant déjà participé à des activités de plantation, il serait également envisageable d'installer des maisons à insectes, afin de leur offrir l'opportunité d'observer la biodiversité.

## Bassin versant

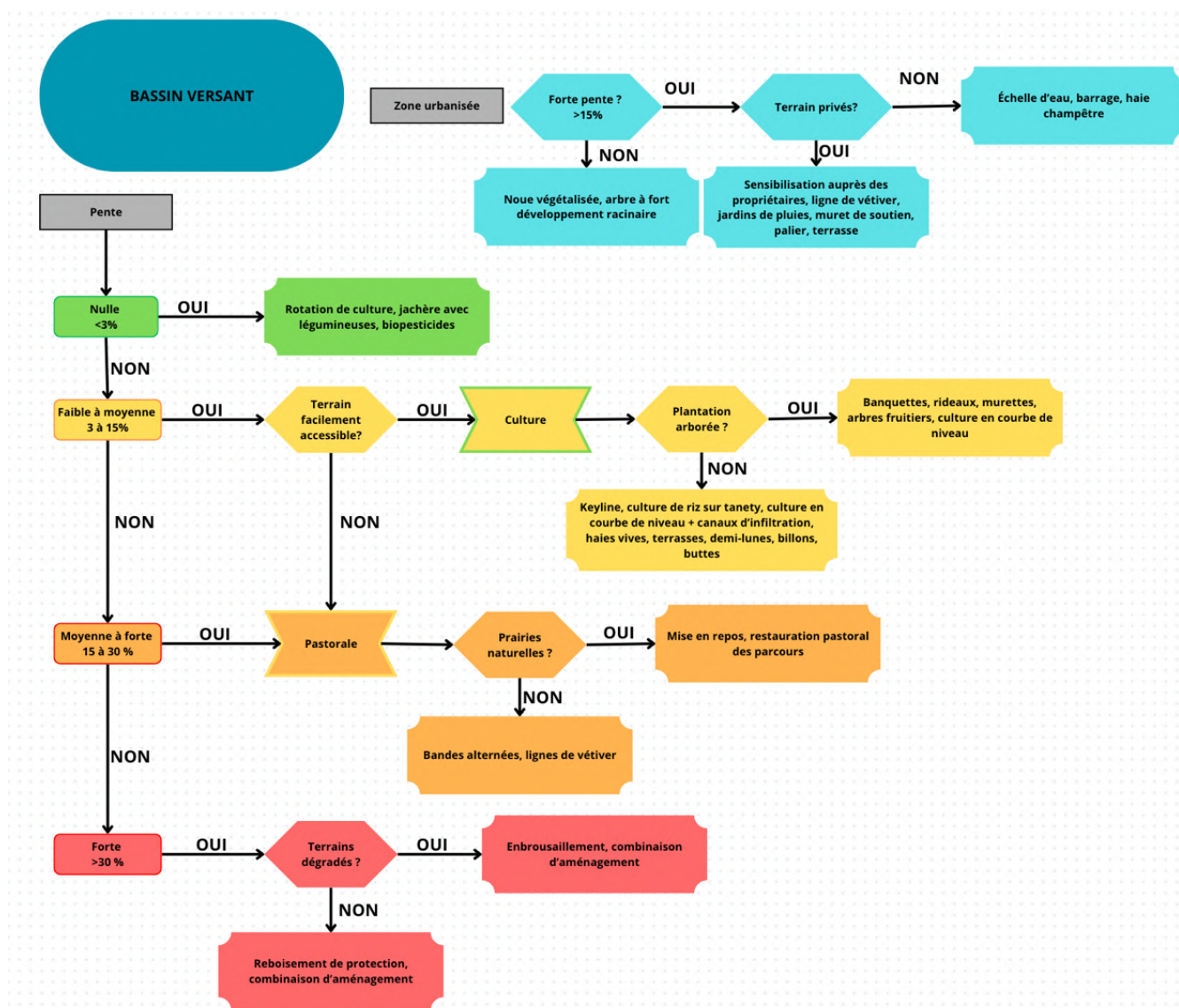


Figure 21: Arbre de décision des différentes gestions de bassins versants, en fonction des pentes. (Valentine Josselin)

Au vu de la précision insuffisante du MNT, la gestion des différents bassins versants ne semble pas optimale. Ainsi, un arbre de décision a été élaboré, basé sur les pentes et les aménagements les plus adaptés. Il conviendrait d'envisager par la suite une analyse plus précise des bassins versants, afin de mieux organiser la gestion de ces unités hydrologiques.

Néanmoins, il est indéniable qu'une bonne gestion de ces unités ne passe pas par un seul type d'aménagement, mais plutôt par une combinaison d'approches, allant de la reforestation à la rotation des cultures par exemple.

## Présentation des livrables de la mission

Le premier livrable de ce stage a été un rapport bibliographique, réalisé en début de mission. Ce document, d'une soixantaine de pages, vise à regrouper un large éventail d'informations en lien avec les missions confiées : fonctions des aménagements, techniques de plantation, tests existants, etc. Une remise en contexte et une adaptation aux enjeux spécifiques de la ville ont toutefois été nécessaires afin d'éviter les hors sujets.

Ce rapport a vocation à servir de base pour les techniciens, en leur offrant une vision globale des différentes composantes d'un aménagement urbain et des moyens disponibles pour leur entretien. Il recense également un grand nombre de bénéfices et de paramètres à considérer dans la gestion des aménagements et des bassins versants.

Le second livrable prend la forme d'un rapport plus concis, recensant les méthodes employées, les résultats obtenus ainsi que les propositions de projets. Il permettra à l'association de valoriser son engagement et sa volonté d'impliquer activement les habitants dans l'aménagement de leur cadre de vie. Ce document sera en partie traduit afin d'être accessible aux chefs Fokontany et donnera lieu à un échange, permettant de valider ou d'ajuster les propositions formulées.

## Retour réflexif sur l'expérience

### Retour sur la méthodologie et les résultats

La démarche que nous avons choisie de mettre en place m'a semblé être une suite logique dans ma formation ADAGE. Ayant déjà mené un projet similaire lors des ateliers de spécialité, nous avons donc appliqué une méthodologie similaire, mais en l'adaptant au mieux au contexte et aux ressources disponibles. Avec tout d'abord une visite terrain pour se familiariser avec l'environnement, puis des modélisations QGIS pour exploiter des résultats concrets et avoir une idée de la dynamique de l'espace et enfin, des entretiens pour recenser les besoins des futurs usagers.

Toutefois, comme soulevé plus haut, le contexte et les moyens mis à notre disposition étaient différents, ce qui a demandé des ajustements, parfois accompagnés d'erreurs dues au manque de récurrence. En effet, les démarches scientifiques avec les indices physico-chimiques n'étaient pas réalisables ici, ce qui a pu limiter la précision du diagnostic. Toutefois, comme l'accès aux techniques est limité, nous nous sommes dirigés naturellement vers des approches plus humaines, qui, finalement, répondent de façon tout aussi pertinente.

La méthode mise en place semble correspondre au contexte, mais pourrait gagner en efficacité grâce à des techniques et des outils davantage orientés vers l'urbanisme et l'étude de terrain.

Concernant les propositions d'aménagement, j'ai parfois ressenti un manque de connaissances techniques ou de ressources pour proposer des solutions réellement adaptées. Travailler seule sur les projets a pu limiter la réflexion des idées et la capacité d'innovation. Par ailleurs, même si les missions d'aménagement et de bassin versant sont complémentaires, tenter de répondre à chacun de manière égale a sans doute empêché d'aller plus loin dans les analyses et les résultats. Une plus forte priorisation aurait peut-être permis d'obtenir des propositions de projets plus aboutis.

Tout au long de ce stage, j'ai néanmoins apprécié la liberté qui m'a été donnée pour suivre ma propre méthodologie et proposer des pistes d'aménagement conçues selon les demandes. Enfin, j'ai découvert l'importance cruciale de la phase de diagnostic participatif. Aller à la rencontre des habitants permet d'approfondir et de remettre en question les premières analyses établies lors des autres démarches.

## Retour du stage à Analalava

L'immersion dans la ville a été fluide et ressentie naturellement, avec beaucoup de bienveillance. Pour ma part, je me suis sentie à l'aise dès les premières semaines, que ce soit au bureau ou dans la ville. Les habitants et les collègues portent en eux une grande générosité et une curiosité agréable qui donnent naturellement envie de créer des liens avec eux. De plus, l'hébergement et l'accueil de l'association étaient chaleureux et m'ont permis de m'épanouir tout au long du séjour. Lors de mon stage, j'ai pu découvrir et m'adapter à de nouvelles façons de travailler, à travers des pratiques différentes mais aussi des contraintes étonnantes.

Tout d'abord, une contrainte qu'il a fallu prendre en compte tout au long du stage, et même parfois prendre sur soi : l'horaire malgache. En effet, celui-ci s'oppose à celui européen car pour eux, un rendez-vous à une certaine heure implique toutes les minutes contenues dans l'heure, ce qui génère une incertitude conséquente sur les rendez-vous. Tous les horaires ne sont que des indications, tout peut se reporter à plus tard. C'est donc quelque chose que j'ai dû intégrer lors des entretiens et des ateliers participatifs, que ce soit pour les participants ou avec le technicien.

De plus, l'accès au réseau internet et à l'électricité s'est parfois montré être une épreuve périlleuse. Tout au long du stage, l'accès à internet était limité, parfois indisponible pendant plusieurs jours, voire des semaines. Lors de ces coupures générales, les tâches ne pouvaient pas être réalisées, ce qui nous faisait prendre du retard, mais aussi ressentir une certaine frustration de ne pas pouvoir avancer comme on le souhaiterait.

Mais finalement, effectuer mon stage à Madagascar, au sein de l'association Vahatra, a été un choix que je ne regrette absolument pas. Il m'a permis de m'immerger dans une culture simple, riche en histoire et en traditions. Cette expérience a donné un réel sens à mon travail, et a été très gratifiante dans le cadre de ma formation. Elle m'incite par ailleurs à retenter cette aventure, à découvrir de nouvelles cultures et à apporter mes connaissances pour aider les pays moins développés à mieux s'adapter aux changements climatiques.

## Bibliographie

Adaptaville. *Créer des bandes végétalisées ou des noues urbaines*. <https://www.adaptaville.fr/creer-des-bandes-vegetalisees-ou-des-noues-urbaines>

Amieur, R., Rouag Saffidine, D., & Weber, C. (2022, décembre). *Variations microclimatiques et effet de la végétation dans la ville aride de Gharda ia, Algérie*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.36719>

ADEME, Atelier Colin & Poli Paysage, Climate Adaptation Consulting, E6 & Symbios'in. (2019). *L'ARBRE EN MILIEU URBAIN, ACTEUR DU CLIMAT EN REGION HAUTS-DE-France*.

Cellule de Prévention et d'appui à la Gestion des Urgences (CPGU). (2020). *Atlas des risques de la région de Sofia*. SADC. [https://drmims.sadc.int/sites/default/files/document/2020-03/Atlas\\_Des\\_Risques\\_SOFIA.pdf](https://drmims.sadc.int/sites/default/files/document/2020-03/Atlas_Des_Risques_SOFIA.pdf)

Centre de Recherches, d'études et d'Appui à l'Analyse économique à Madagascar (CREAM). (2014). *Monographie : région Sofia*. [https://www.pseau.org/outils/ouvrages/mg\\_mef\\_monographie-region-sofia\\_2014.pdf](https://www.pseau.org/outils/ouvrages/mg_mef_monographie-region-sofia_2014.pdf)

Conservation Biology Institute. (2025). *Madagascar Geology*. Data Basin. <https://databasin.org/maps/100382a48d68454fa8de9583b7fbae79/active/>

La ille, P., Provendier, D., Colson, F. (2015). *Effets du végétal sur le cadre de vie et la santé humaine*. Innovations Agronomiques, 45, pp.47-60. 10.15454/1.4622652017060854E12. <https://hal.inrae.fr/hal-04503221v1>

Nomenjanahary, A. (2016). *L'amélioration du recouvrement des recettes fiscales d'une collectivité territoriale décentralisée*. Mémoire, Université de Toamasina.

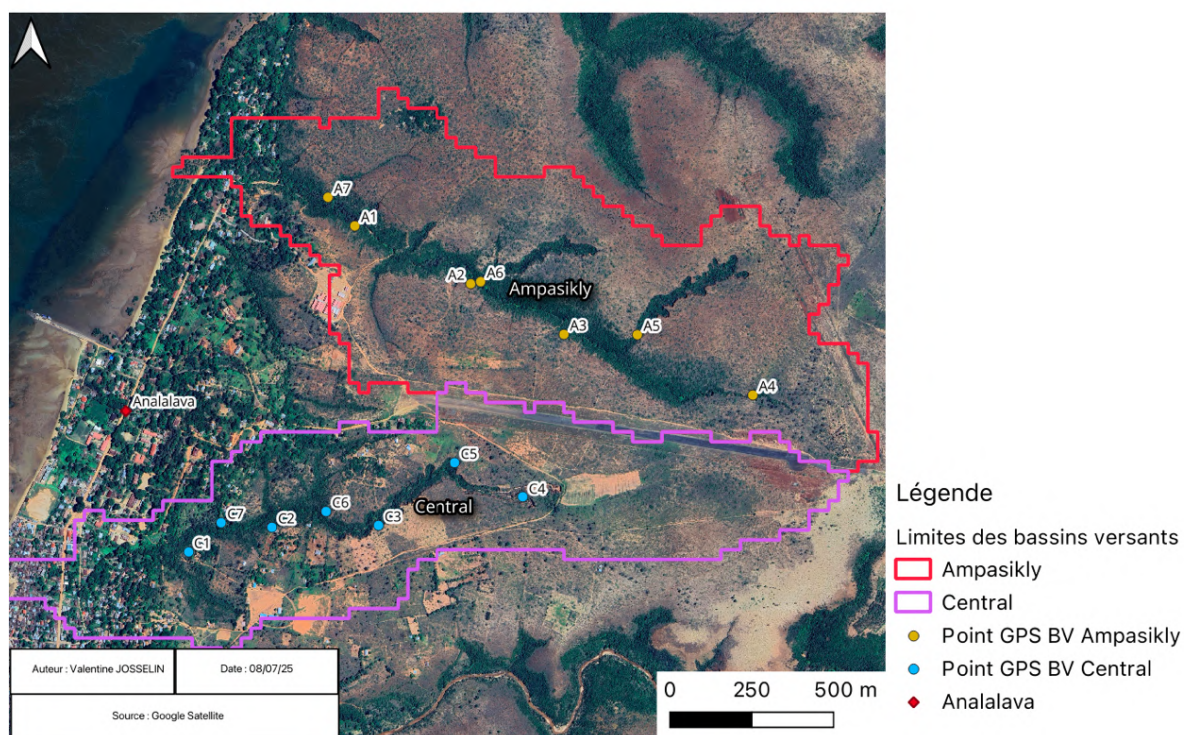
Permaculture Design. (2024, juin). *La haie brise-vent*. <https://www.permaculturedesign.fr/la-haie-brise-vent/>

Ramarokoto, F. N. (2023). *Contribution à l'étude d'aménagement du bassin versant d'Andilandalina, commune de Bealanana, région de Sofia*. Mémoire, Université d'Antananarivo.

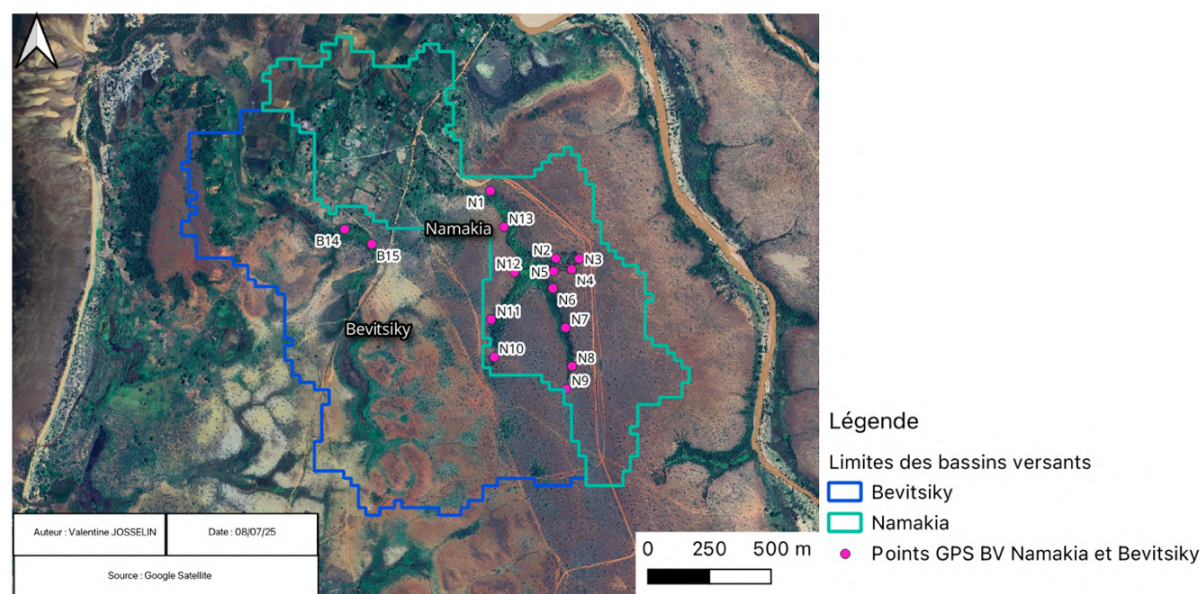
## ANNEXE

### Annexe 1

Localisation des points de prélèvement de sol effectués sur les bassins versants Ampasikly et Central.

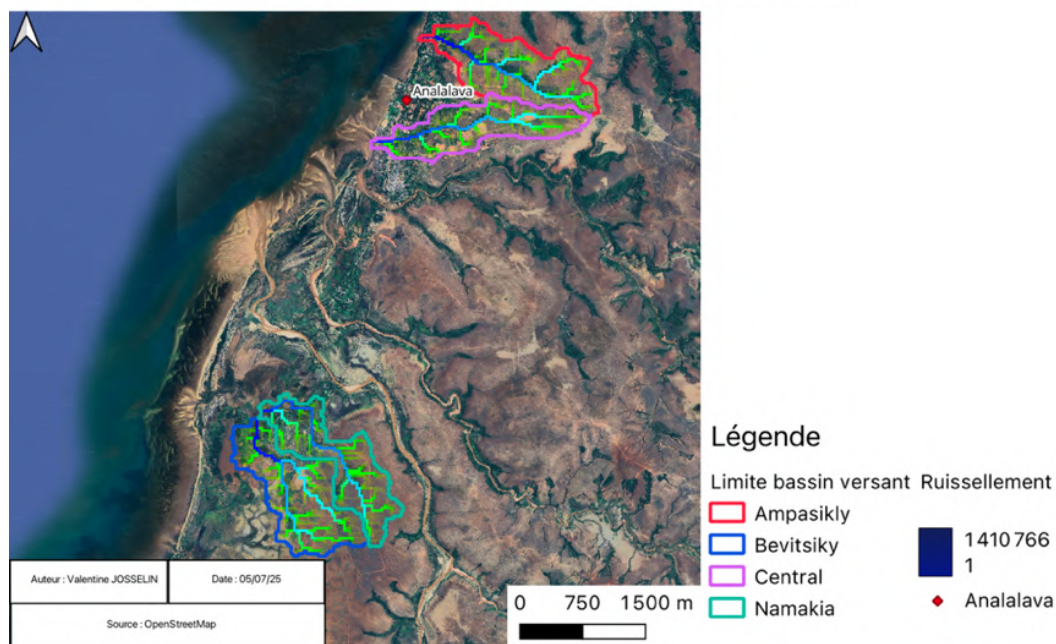


Localisation des points de prélèvement de sol effectués sur les bassins versants Namakia et Bevitsiky.



## Annexe 2

### Modélisation du ruissellement, dans les quatre bassins versants.

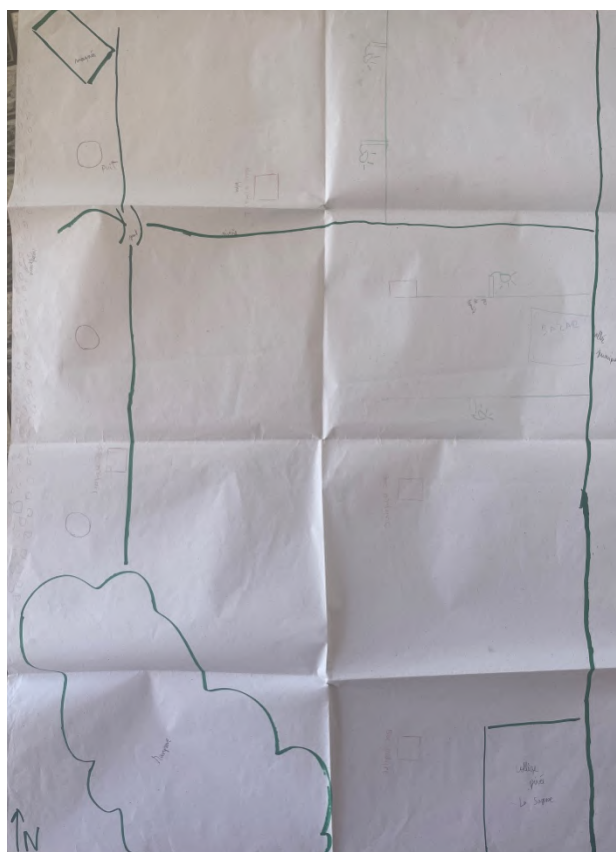


## Annexe 3

### Photo prise lors de l'atelier cartographique avec le quartier Ampasikly Nord et Sud.



### Carte participative et fiche de présence du Quartier Fougony-Ambalahonko



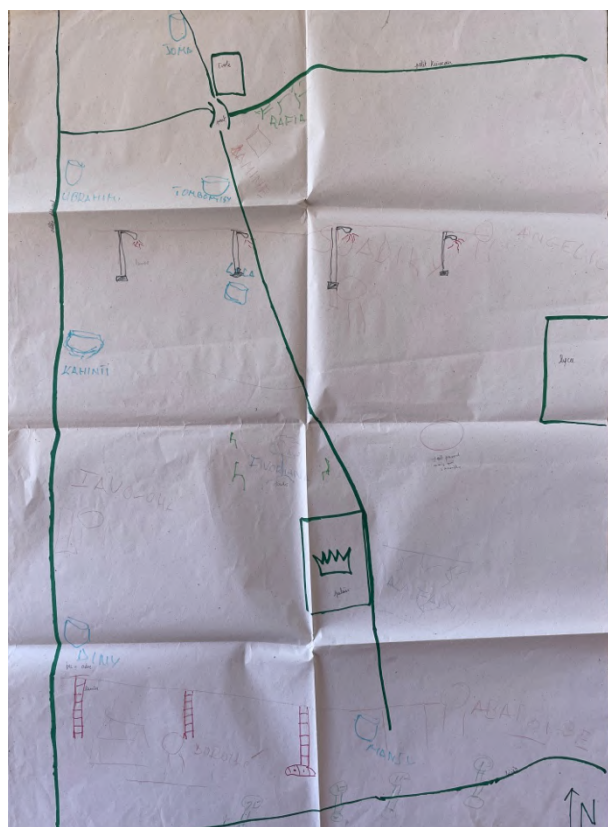
Fiche de présence  
Atelier participatif  
Vahatra

Date: 10/09/2025  
Quartier: Fougony-Ambalahonko

|                     |                  |               |                    |
|---------------------|------------------|---------------|--------------------|
| Fitoraha            | chef FRT         | 032 46 681 83 | <i>[Signature]</i> |
| Jusete Juliana      | Mpanjy an'ny     | 032 73 237 24 | <i>[Signature]</i> |
| Lakz Marc Hathendao | Mpanjy an'ny     | 032 99 281 73 | <i>[Signature]</i> |
| Manahida            | Menagere         | 032 59 603 00 | <i>[Signature]</i> |
| BEZARAMARY          | Grand (Electeur) | 034 85 930 42 | <i>[Signature]</i> |
| JAD                 | Mpanjy an'ny     | 032 77 222 98 | <i>[Signature]</i> |

Signature  
Chef de quartier:  
*[Signature]*

### Carte participative et fiche de présence du Quartier Befitina-Anjialava



Fiche de présence  
Atelier participatif

Date: 10/09/25  
Quartier: Befitina-Anjialava

|                          |                    |               |                    |
|--------------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| Hansy                    | chef FRT Anjialava | 032 81 313 63 | <i>[Signature]</i> |
| William                  |                    | 032 87 368 92 | <i>[Signature]</i> |
| Jeanine npanyatry        |                    | 032 53 439 56 | <i>[Signature]</i> |
| Latasha                  |                    | 037.53.143.36 | <i>[Signature]</i> |
| ANGIRAZA Martine Ibrahim |                    | 038 55 911 45 | <i>[Signature]</i> |

Signature  
Chef de quartier:  
*[Signature]*

## Annexe 4

Extrait de la base de données réalisée par les techniciens forestiers, comprenant plus de 200 espèces, accompagnées de descriptions physiologiques, environnementales et des usages associés.

| N° BD | Anaran'ny kakazo    |                 | Karazana aty ala 1 | Karazana aty al | Karazana aty al N°Sary farany |                  | Anaran'ny kakazo   |                                                       |                     |            |
|-------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|------------|
| N° BD | Nom de l'arbre Reca | Type            | Caract forest 1    | Caract fore     | Caract fore                   | N°Photo dernière | Nom de l'arbre MG1 | Nom Arbre MG2                                         | Nom Arbre FR        |            |
| 164   | Acacia mangium      | Savane Arborée  | Non                | Non             | Non                           | 140225           | Acacia mangium     |                                                       |                     |            |
| 1     | Adabo               | Foret           | Secondaire         | Décidue         | Galerie                       | 104802           | Adabo              |                                                       |                     | Moracee    |
| 150   | Afotrantimoro       |                 |                    |                 |                               |                  | Afotrantimoro      |                                                       |                     |            |
| 221   | Albizia             | Verger          | Non                |                 |                               |                  | Albizia            |                                                       |                     | Fabacee    |
| 27    | Amanin'omby         | Foret           | Secondaire         | Sempervirente   | Galerie                       | 111235           | Amanin'omby        | Anjananjana, Amaninombil Tsilaïtra à petites feuilles |                     | SARCOL     |
| 68    | Amanin'omby vavy    | Foret           | Secondaire         | Sempervirente   | Terrestre                     | 165443           | Amanin'omby vavy   |                                                       |                     |            |
| 204   | Ambarasaha          | Fourré Arbustif | Non                | Sempervirente   | Non                           | 101333           | Ambarasaha         | alakamisy, ambarabe,                                  |                     | Menispe    |
| 243   | Ambatry             | Savane Arborée  |                    |                 | Terrestre                     |                  | Ambatry            | ambarivaty, amberivaty, a pois cajan, pois congo, poi |                     | Fabacee    |
| 15    | Ampoly              | Foret           | Secondaire         | Sempervirente   | Terrestre                     | 110713           | Ampoly             |                                                       |                     |            |
| 144   | Ampongaben-danitra  |                 |                    |                 |                               | 072457           | Ampongaben-danitra | Apomgabrandanitra                                     | Grenade             | Punicac    |
| 191   | Anaboringa          | Foret           | Secondaire         | Décidue         | Terrestre                     | 153105           | Anaboringa         |                                                       |                     |            |
| 174   | Andrarezona         | Foret           | Secondaire         | Semi Décidue    | Galerie                       |                  | Andrarezona        |                                                       |                     |            |
| 26    | Andritohity         | Foret           | Secondaire         | Sempervirente   | Terrestre                     | 111222           | Andritohity        |                                                       |                     |            |
| 181   | Antafa              |                 |                    | Sempervirente   | Terrestre                     |                  | Antafa             |                                                       |                     |            |
| 151   | Antendoravy         |                 |                    |                 |                               |                  | Antendoravy        |                                                       |                     |            |
| 152   | Antendry ala        |                 |                    |                 |                               |                  | Antendry ala       |                                                       |                     |            |
| 177   | Antrandra           | Savane Arborée  | Non                |                 | Non                           |                  | Antrandra          | Ravinala                                              | Arbres de voyageurs | Strelitzia |
| 117   | Aviavy              | Verger          | Non                | Non             | Terrestre                     | 132710           | Aviavy             |                                                       |                     |            |
| 88    | Baobab mena         |                 | Secondaire         | Décidue         | Terrestre                     | 134402           | Baobab mena        |                                                       |                     |            |
| 205   | Baokadahy           | Savane Arborée  |                    | Non             | Littorale                     | 093127           | Baokadahy          | fanombo, faritsaty, hazondahy, lakamisihaço,          |                     |            |
| 93    | Be aty              | Savane Arborée  | Non                | Sempervirente   | Terrestre                     | 164402           | Be aty             |                                                       |                     |            |
| 153   | Bemaimbo            |                 |                    |                 |                               |                  | Bemaimbo           |                                                       |                     |            |
| 104   | Bevara              |                 |                    |                 |                               |                  | Bevara             |                                                       |                     |            |
| 52    | Bisson              | Foret           | Secondaire         | Sempervirente   | Terrestre                     | 082248           | Bisson             |                                                       |                     |            |
| 23    | Bivoha              | Foret           | Secondaire         | Sempervirente   | Terrestre                     | 164109           | Bivoha             |                                                       |                     |            |
| 154   | Bizavo              |                 |                    |                 |                               |                  | Bizavo             |                                                       |                     |            |
| 125   | Bonara gasy         | Savane Arborée  | Non                | Non             | Terrestre                     | 091801           | Bonara gasy        |                                                       |                     |            |



**POLYTECH**  
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS  
37200 TOURS

**Valentine JOSSELIN**  
2024-2025

## **Plan d'aménagement environnemental de la ville d'Analalava.**

### **Résumé :**

Mes missions portaient sur l'aménagement de la ville et la restauration des bassins versants alentours. Deux sujets visant à améliorer le confort de vie des habitants, tout en promouvant la biodiversité locale auprès des grandes institutions environnementales. Grâce à des diagnostics de terrain, des modélisations QGIS et des ateliers participatifs menés avec les habitants, j'ai pu proposer des plans d'aménagement adaptés au contexte local.

### **Abstract :**

My work focused on urban planning and watershed restoration. Both areas aimed to improve residents' quality of life while promoting local biodiversity in collaboration with major environmental institutions. Through field assessments, QGIS modeling, and participatory workshops with local communities, I was able to propose development plans tailored to the local context.

**Mots Clés :** environnement, aménagement, bassin versant, végétalisation, ateliers participatifs, gestion de l'eau.

### **Association Vahatra :**

Fkt fongony-Ambalahonko, 405 Analalava,

### **Tuteur entreprise :**

Anthony BRACKE

Coordinateur des activités socio-environnementales

### **Tuteur académique :**

Simon LADOUCE