

PARTIE I : CONTEXTE ET ZONE D'ÉTUDE

Chapitre I. Généralités sur l'indice foliaire et le réseau de neurones artificiels

I.1. L'indice foliaire ou LAI (Leaf Area Index)

La structure de la canopée est caractérisée par la position, l'orientation, la taille et la forme des éléments végétaux. L'architecture de la canopée change avec le temps et peut varier d'une saison à une autre (croissance de la végétation) [2].

On caractérise en général la structure de la végétation par des variables comme la densité surfacique des feuilles et la fonction de distribution de l'inclinaison des feuilles. Mais on peut aussi caractériser une végétation par l'indice foliaire [3].

L'indice foliaire ou Leaf Area Index (LAI) est défini comme étant l'aire totale des faces supérieures des feuilles par unité de surface du sol [3]. De nombreuses études définissent aussi le LAI comme la projection au sol de la surface foliaire ou la moitié de la surface interceptrice développée par unité de surface au sol [4].

Les feuilles sont considérées comme les principales interfaces avec l'atmosphère pour les transferts de masse et d'énergie [5], le LAI décrit à la fois :

- une quantification directe de la végétation verte et une quantification indirecte de la biomasse sur la surface observée ;
- la potentialité de la photosynthèse disponible pour la production primaire ;
- la quantification de la respiration des plantes ;
- une caractérisation de l'évapotranspiration et des flux de carbone entre la biosphère et l'atmosphère ;
- les zones gravement affectées (incendies, attaques par des parasites. . .).

Les valeurs du LAI varient typiquement de 0 pour un sol nu à une valeur de 8 à 10 pour une culture annuelle et peuvent dépasser 15 pour une forêt tropicale [6].

I.2. Intérêts du LAI

Le LAI est un paramètre biophysique important pour la caractérisation de la végétation. Son application est très vaste. Nous pouvons citer entre autres les domaines suivants :

- la prédiction de rendement des cultures [7] ;
- les modèles de transfert Sol-Végétation-Atmosphère [8] ;
- les modèles de fonctionnement du couvert végétal [9];
- les modèles de transfert radiatif pour le calcul de la réflectance [10].

On trouve également son application dans la riziculture, la culture du blé, du tabac, du café, de soja et de maïs,... [11, 12]. Le LAI peut aider à analyser la structure et les caractéristiques de la forêt en dessous de la canopée qui ne sont pas forcément visibles à l'aide des images.

I.3. Relations entre LAI et image

De nombreuses méthodes de mesures directes et indirectes de LAI in situ ont été développées [2; 13].

Les méthodes directes sont basées sur des mesures destructives et sont coûteuses en temps et en argent. Par contre, les méthodes indirectes qui utilisent des capteurs optiques sont non destructives et plus rapides ; elles permettent un échantillonnage spatial et temporel plus important. Mais ces méthodes indirectes sont difficiles à mettre en œuvre et prenante en temps surtout quand il s'agit d'une grande zone.

Les images satellitaires permettent d'observer les surfaces à différentes échelles de temps et d'espace. Les relations utilisées pour estimer les valeurs du LAI à partir des données de télédétection sont souvent établies empiriquement à partir de calculs d'indices de végétation [14]. Ces relations varient d'un type de végétation à l'autre et sont sensibles à des facteurs perturbateurs comme le sol, l'état de l'atmosphère, et saturent généralement pour des valeurs fortes du LAI [15].

Lors de cette étude, nous allons estimer les valeurs du LAI à partir des paramètres spectraux d'une image SPOT 5 du complexe d'aires protégées de Zahamena.

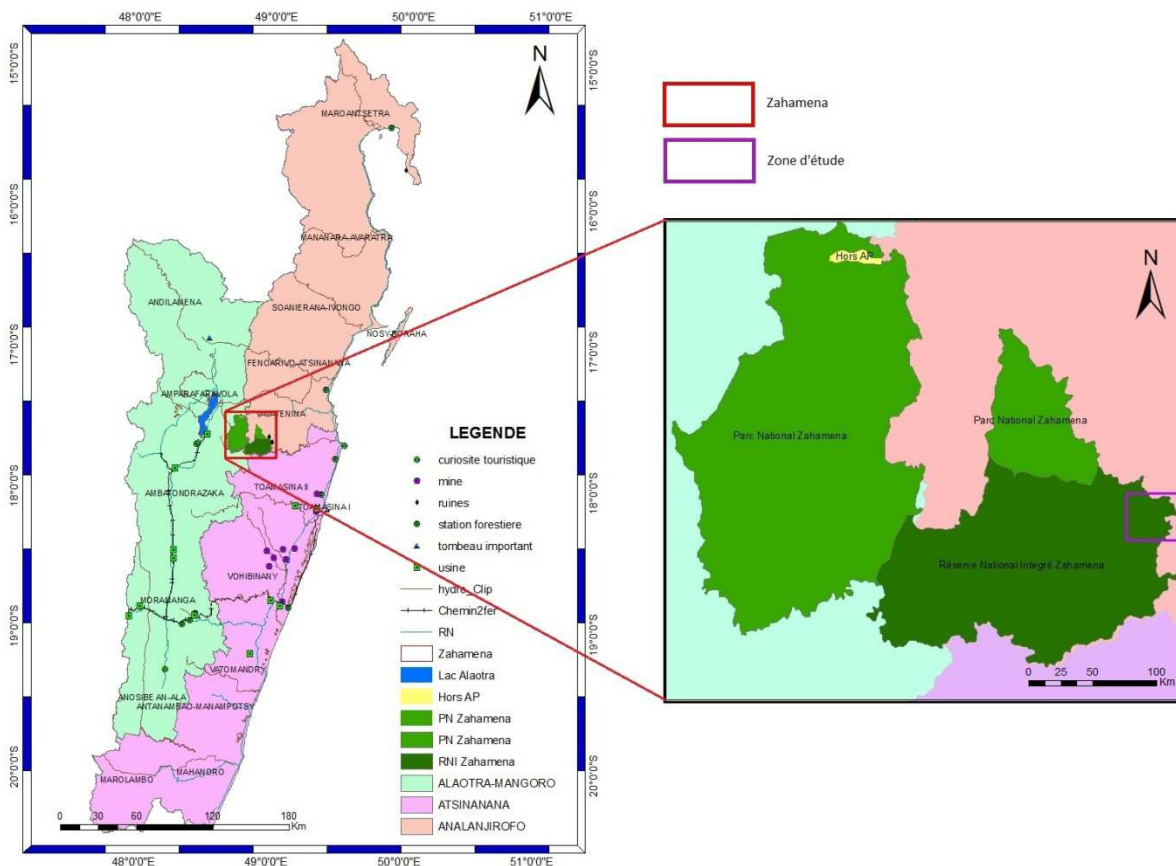
Chapitre II. **Caractérisation de la zone d'étude**

La Réserve Naturelle Intégrale n°III dite Zahamena a été officiellement créée par le décret du 31 décembre 1927, amendé par le décret n°66/1044 du juin 1966 pour être conforme au système de gouvernance des Réserves à Madagascar. Initialement, la réserve avait une superficie de 73 160 hectares et a été créée en vue de la conservation de la flore et de la faune représentative de la forêt tropicale humide de la partie Est de Madagascar. En août 1997, par le décret n°97/1044 du 2 avril 1997, les limites de la réserve ont été modifiées : 42 300 hectares ont été ainsi déclassés pour devenir Parc National, et 22 100 hectares sont maintenus comme Réserve Naturelle Intégrale, tandis que 8760 hectares ont été réhabilités pour la population riveraine [16].

II.1. Localisation géographique

Le complexe d'aires protégées de Zahamena est localisé dans la partie Est de Madagascar (Toamasina). Il se trouve entre trois Districts de trois Régions différentes : le District d'Ambatondrazaka (région Alaotra-Mangoro), le District de Vavatenina (Région Analanjirofo) et le District de Toamasina II (Région Atsinanana) (Figure 1). Situé à 20 km (à vol d'oiseau) du Lac Alaotra, et à 50 km (à vol d'oiseau) de l'Océan Indien, le complexe d'aires protégées de Zahamena est compris entre les coordonnées géographiques suivantes : 17°30' - 17°43' de latitude Sud, 48°41' - 49°03' de longitude Est.

Notre zone d'étude est localisée sur la partie orientale du complexe d'aires protégées (du côté de Vavatenina), à proximité du village d'Andratanantsohitry, Fokontany d'Anamborano, Commune rurale de Miarinarivo et District de Vavatenina (Figure 1).



Carte 1: Localisation de la zone d'étude (Source BD 100 FTM)

II.2. Milieu physique

II.2.1. Climat

Le complexe d'aires protégées de Zahamena est caractérisé par des forêts tropicales humides et semi-humides. La pluviométrie annuelle peut varier de 1.500 à 2.000 mm avec des exceptions pouvant aller jusqu'à 4.000 mm pour certaines années cycloniques Elle est surtout élevée dans la partie orientale ainsi que sur les élévations du complexe.

Les températures mensuelles moyennes y varient entre 14°C (en Août) et 24°C (en Janvier). En hiver, elles peuvent atteindre des minima de 10 – 15°C [17].

II.2.2. Géologie et pédologie [18]

L'aire protégée de Zahamena appartient au socle cristallin dominé par des gneiss à pyroxénite, à lepnéniste, des gneiss à grenat, des quartzites, des amphibolites et des migmatites [19]. Les sols sont constitués successivement d'humus, d'argile humifère et d'argile ferrallitique. Ceci est dû à une forte altération de la roche mère, formée de roches

métamorphiques (gneiss, micaschistes...) et de roches cristallines (granite, migmatite). En général, les sols sont souvent ferrallitiques jaunes et rouges. La ferralisation est provoquée par la montée de l'alumine et fer provenant de la décomposition de la roche-mère et le lessivage des couches argilo-humifères. Dans le bas-fond, les sols sont hydromorphes argileux avec des dépôts d'alluvions. [18]

II.3. Biodiversité

L'aire protégée Zahamena comprend principalement deux écosystèmes majeurs :

- un écosystème terrestre dominé par la forêt tropicale humide avec la présence de forêt sclérophylle de montagne, de brousses éricoïdes, et d'une formation de savane herbacée avec des arbustes, constituant la transition avec la zone périphérique à l'Ouest.
- un écosystème aquatique constitué d'un réseau très dense de cours d'eau et de formations marécageuses dominé par des CYPERACEAE et des oiseaux aquatiques comme *Anas mellerii*, *Tachybaptus pelzelii*, ...

Le complexe de Zahamena abrite une biodiversité exceptionnelle composée de poissons, d'amphibiens, d'insecte, d'oiseaux, de lemuriens, de pteridophytes, d'orchidees, de palmiers, de pandanus, de plantes ligneuses.

On y rencontre des espèces endémiques menacées et à valeurs universelles exceptionnelles comme les Lémuriens *Propithecus diadema diadema*, *Indri Indri*, ... [18]

La végétation de l'aire protégée de Zahamena est constituée de forêts tropicales denses humides sempervirentes. En 1995, l'inventaire des plantes ligneuses indiquent une moyenne de 1450 arbres par hectare avec une canopée à 20 m de hauteur [19]. On trouve à Zahamena presque toutes les familles des plantes ligneuses endémiques de Madagascar : SARCOLAENACEAE (*Rhodolaena* sp et *Sarcolaena multiflora*), SPHAEROSEPALACEAE (*Rhopalocarpus louvelii* (danguy) Capuron et *Rhopalocarpus macrochammifolius*), ASTEROPEIACEAE (*asteropeia* sp), Physenaceae (*physena madagascariensis*).

Dans la zone de basse altitude (400 à 800m) qui se trouve dans la partie Est, la formation végétale est constituée de forêts denses humides, hautes de 18 à 20 m, avec des émergents de 25 mètres et à canopée continue plus ou moins fermée et des sous-bois très lâches. Dans la forêt dense humide de basse altitude, on rencontre des fougères, des pandanus, des orchidées, et des plantes de formation marécageuse telle que *cyperus madagascariensis*.

Dans la forêt dense humide de moyenne altitude qui se trouve dans la partie Ouest, la taille et la hauteur des arbres diminuent au fur et à mesure que l'altitude augmente, tandis que les épiphytes sont de plus en plus développées [20].

II.4. Contexte socio- économique et culturel

La zone périphérique du Parc Zahamena est peuplée majoritairement de personnes appartenant à l'ethnie Betsimisaraka à l'Est et à l'ethnie Sihanaka à l'Ouest. La zone connaît une forte déficience des infrastructures socio-économiques de telle sorte que le dénuement matériel et la nécessité de subvenir au besoin vital engendrent des comportements qui deviennent des pressions sur les ressources naturelles de l'Aire Protégée [16].

L'économie de la zone périphérique de Zahamena est fondamentalement orientée vers une agriculture extensive de subsistance. L'économie du marché est encore loin d'être développée même si quelques paysans pratiquent une agriculture de rente dans la partie orientale de l'Aire Protégée. Les sources de revenu des paysans sont l'agriculture et l'élevage. A l'Est les principaux objets de commerce sont le café et le girofle, tandis qu'à l'Ouest les paysans tirent leurs revenus de la vente du tabac, de l'arachide, du riz, de l'oignon, de légumes et des produits de l'élevage.

Les Betsimisaraka sont des gens de la forêt qui pratiquent l'agriculture itinérante sur brûlis (tavy) ou le riz pluvial souvent associé à d'autres cultures vivrières telles que les maïs et/ou les céréales. Les Sihanaka quant à eux, pratiquent la polyculture de produits vivriers tels le maïs, le manioc et les légumes.