

II.3. Description des groupements végétaux

II.3.1. Fourré à *Euphorbia stenoclada* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable blanc (G3_Photo 1)

Le fourré à *Euphorbia stenoclada* s'étend sur le sable blanc de la plaine littorale, environ de 50 m à 2 km de la mer vers la terre ferme avec 17 parcelles. Il occupe 7% du milieu d'étude soit 12 783ha.

II.3.1.1. Caractéristiques floristiques

Ce groupement comprend 79 espèces réparties dans 60 genres et 34 familles. Les familles les plus représentées sont les Fabaceae, les Poaceae et les Apocynaceae avec chacune 15, 7 et 6 espèces. Le tapis herbacé est constitué principalement par la famille des Poaceae et des Cyperaceae dont l'espèce la plus fréquente et dominante est *Panicum pseudovoeltzkowii*. Le tapis herbacé est semi-ouvert avec un taux de recouvrement moyen de 69% et une hauteur moyenne de 12,5 cm.

II.3.1.2. Caractéristiques physiologiques

➤ Structure verticale

La stratification n'est pas nette, et le taux de recouvrement des arbres ne dépasse pas 10%. La majorité (2/3) des arbres se trouve entre 0 – 2 m avec un diamètre compris entre 0 – 5 cm (Annexe 6).

➤ Structure horizontale

La densité moyenne des arbres par hectare est de 313. *Euphorbia stenoclada* et *Solanum hippophaeoides* sont les espèces ligneuses les plus abondantes avec les densités relatives respectives de 80 et 11%.

Les résultats montrent que *Euphorbia stenoclada* et *Solanum hippophaeoides* sont les espèces caractéristiques, avec des valeurs d'importance de 61 et 22,5% chacun (Tableau 1).

Tableau 1: Espèces ligneuses caractéristiques du fourré à *Euphorbia stenoclada* sur sol sable blanc

Noms scientifiques	D (%)	Fr (%)	Dri (%)	IVI (%)
<i>Euphorbia stenoclada</i>	80,90	49,79	52,33	61
<i>Solanum hippophaeoides</i>	11,03	38,03	18,36	22,47
<i>Opuntia stricta</i>	1,01	3,99	3,01	2,67
<i>Albizia atakataka</i>	1,01	0,42	1,63	1,02
<i>Zygophyllum depauperatum</i>	1,01	0,42	0,47	0,63

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance.

II.3.2. Prairie à *Paspalum vaginatum* et *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe (G5_Photo 2)

La Prairie à *Paspalum vaginatum* et *Sporobolus virginicus* est située à basse altitude (1 à 2m) le long des rives du lac salé Tsimanampesotse. Mais elle s'intercale à la fois au milieu du fourré ou de la forêt dégradée dans la partie littorale et occupe 1% (1 866 ha) de la surface totale de la zone d'étude.

Ce groupement non stratifié a une hauteur moyenne de 9 à 12 cm. Il est surtout représenté par deux familles, les Poaceae (*Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*) et les Chenopodiaceae (*Salicornia pachystachya* et *Salsola littoralis*) avec deux genres et deux espèces chacune. *Paspalum vaginatum* et *Sporobolus virginicus* sont les plus fréquentes avec les fréquences relatives suivantes, 33,6 et 31% (Tableau 2).

Tableau 2: Fréquence relative (Fr) et hauteur moyenne des espèces herbacées dans la prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe

Noms scientifiques	Fr (%)	Hauteur (cm)
<i>Paspalum vaginatum</i>	33,6	12,2
<i>Sporobolus virginicus</i>	31,9	9,5
<i>Salicornia pachystachya</i>	9,0	9,8
<i>Salsola littoralis</i>	6,1	8,9

Fr : fréquence relative

II.3.3. Forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable de couleur beige (G4_Photo 3)

Ce groupement se trouve entre 6 et 15 m d'altitude avant la limite Ouest du Parc National Tsimanampesotse. Il forme une transition entre le fourré à *Euphorbia stenoclada* de la plaine côtière et la forêt sèche du Parc National Tsimanampesotse. Ce groupement regroupe 5 parcelles et il représente 3% (4773ha) de la superficie de la zone d'étude.

II.3.3.1. Caractéristiques floristiques

Cinquante-trois espèces regroupées dans 43 genres et 27 familles ont été recensées. Les familles des Fabaceae et des Poaceae sont les plus représentées avec 10 et 6 espèces respectivement. La famille des Poaceae est la plus représentée pour les herbacées avec 6 espèces dont les plus fréquentes sont, *Panicum pseudovoeltzkowii* et *Lepturus humberianus* (Tableau 3).

II.3.3.2. Caractéristiques physiologiques

➤ Structure verticale

Les espèces herbacées et les semis des espèces ligneuses forment la strate herbacée de ce groupement. La hauteur moyenne de la strate herbacée est de 12 cm avec un recouvrement semi-ouvert de 58% (Annexe 7).

Les espèces ligneuses forment trois strates :

- strate arbustive (0 à 2 m) très ouverte (6% de recouvrement) composée de jeunes plantes de *Solanum hippophaeoides*, *Euphorbia stenoclada*, *Alantsilodendron mahafalense* et *Acacia bellula* ;
- strate arborescente inférieure (2 à 4 m), composée de la même espèce de la strate arbustive mais avec un taux de recouvrement peu élevé de 8% ;
- strate arborescente supérieure (4 à 6 m) avec *Acacia bellula* (taux de recouvrement de 12%).

➤ **Structure horizontale**

La densité moyenne des arbres est de 262ind/ha (Annexe 7). *Acacia bellula* et *Solanum hippophaeoides* sont les espèces les plus abondantes et les plus fréquentes. Leur dominance relative peut atteindre 26 et 39%. (Tableau 3).

L'allure de l'histogramme (Annexe 7) des individus suivant la classe de diamètre est régulière et la classe inférieure (0 à 5 cm) est la plus dense avec 372 ind/ha. Les individus de plus de 10 cm de diamètre y sont très rares car la forêt est dégradée.

Acacia bellula et *Solanum hippophaeoides* ont des valeurs d'importance respectivement à 36,8 et 37,4% et elles sont les espèces caractéristiques de cette formation.

Tableau 3: Espèces ligneuses caractéristiques de la forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* sur sable beige

Noms scientifiques	D (%)	Fr (%)	Dri (%)	IVI (%)
<i>Acacia bellula</i>	42,67	41,80	25,85	36,8
<i>Solanum hippophaeoides</i>	36,00	37,70	38,58	37,4
<i>Euphorbia stenoclada</i>	9,33	5,74	16,26	10,4
<i>Alantsilodendron mahafalense</i>	4,00	2,46	4,19	3,5
<i>Albizia mahalao</i>	2,67	1,64	3,03	2,4

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance.

II.3.4. Forêt sèche à *Capurionanthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable roux (G8_Photo 4)

Elle se trouve à l'intérieur du Parc National Tsimanampesotse entre 6 et 20 m d'altitude dans les dépressions des plateaux calcaires avec un substrat sableux. Cette forêt regroupe 6 parcelles et représente 16% (29 783 ha) de la superficie totale de la zone d'étude.

II.3.4.1. Caractéristiques floristiques

Les relevés ont permis de recenser 69 espèces appartenant à 54 genres et 30 familles. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae (9 espèces), les Euphorbiaceae (6 espèces) et les Malvaceae (5 espèces) ; les genres les plus diversifiés dans cette forêt sont *Commiphora* et *Grewia* avec 5 et 3 espèces respectivement.

II.3.4.2. Caractéristiques physionomiques

➤ Structure verticale

Ce groupement est stratifié :

- le tapis herbacé est formé par des espèces annuelles appartenant généralement à la famille des Poaceae comme *Dactyloctenium aegyptium*, *Lepturus humberianus*, *Chloris boivinii*, *Bracharia* sp. et *Enneapogon cenchroides*. Ces espèces herbacées et les plantules des ligneuses forment la strate herbacée avec un taux de recouvrement très ouvert de 7%.

Trois strates bien distinctes sont identifiées pour les espèces ligneuses :

- une strate arbustive de 0 à 2 m formée principalement par *Capuronianthus mahafaliensis*, *Karomia microphylla* et *Croton* sp. Elle est assez dense avec un taux de recouvrement moyen de 19% ;
- une strate arborescente inférieure de 2 à 4 m dense, constituée par *Croton* sp., *Alantsilodendron mahafalense* et *Karomia microphylla* avec un taux de recouvrement de 27% ;
- une strate arborescente moyenne de 4 à 6 m formée par *Gyrocarpus americanus*, *Erythrophysa aesculina* et *Delonix floribunda*. Le taux de recouvrement de cette strate est le plus élevé parmi les différentes strates, atteignant jusqu'à 34%.

Les arbres ayant une hauteur de plus de 6 m sont considérés comme émergents dans cette formation. Ils sont très rares avec un taux de recouvrement de 3% et ils sont constitués par *Delonix floribunda* et *Boscia longifolia*.

➤ Structure horizontale

Les individus ligneux se répartissent de façon régulière suivant la classe de diamètre, c'est-à-dire que plus le diamètre des arbres augmente, plus la densité diminue (Annexe 8). Les individus de diamètre compris entre 0-10 cm constituent 91%, soit 1297 ind/ha de la population ligneuse contre 9% soit 122 ind/ha chez les arbres ayant un diamètre supérieur à 10 cm.

Les espèces caractéristiques de cette formation sont *Capuronianthus mahafaliensis* et à *Croton* sp. (Tableau 4).

Tableau 4: Espèces ligneuses caractéristiques de la forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable roux

Noms scientifiques	D(%)	Fr (%)	Dri%	IVI (%)
<i>Capuronianthus mahafaliensis</i>	33,33	2,22	2,08	12,54
<i>Croton sp.</i>	16,67	11,75	3,08	10,50
<i>Grewia humblotii</i>	16,67	2,44	3,31	7,47
<i>Cedrelopsis spp.</i>	16,67	1,77	2,19	6,88
<i>Acacia bellula</i>	16,67	2	1,38	6,68

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance

II.3.5. Forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire (G6_Photo 5)

Elle est localisée à l'intérieur du Parc National Tsimanampesotse entre 32 et 77 m d'altitude, sur le plateau calcaire, représentée par 15 parcelles et occupe un vaste espace de 35 529 ha soit 19% de la superficie de la zone d'étude.

II.3.5.1. Caractéristiques floristiques

Au point de vue floristique, vingt-six familles avec 44 genres et 70 espèces ont été inventoriées. La famille des Fabaceae et celle des Euphorbiaceae sont les plus représentées, respectivement avec 11 et 8 espèces. Au niveau générique, *Commiphora* est la plus diversifiée avec 8 espèces.

Les espèces herbacées dans cette forêt sont représentées principalement par deux familles, les Poaceae (*Chrysopogon serralutus* et *Lepturus humbertianus*) et les Velloziaceae (*Xerophyta* spp). La hauteur moyenne de cette strate est de 30 cm avec un recouvrement ouvert de 21% (Annexe 9).

II.3.5.2. Caractéristiques physiologiques

➤ Structure verticale

Trois strates bien distinctes ont été identifiées, la répartition des individus en fonction de la classe de hauteur est irrégulière. Les individus entre la strate arborescente moyenne sont abondants (824 ind/ha) par rapport aux strates arbustives inférieures (685 ind/ha) et arborescentes supérieures (278 ind/ha). Les émergents (plus de 6 m) sont absents :

- la strate arbustive inférieure est constituée par *Commiphora humbertii*, *Croton geayi*, *Diospyros manampetsae* et *Terminalia disjuncta* ;
- la strate arborescente moyenne est composée d'*Erythrophysa aesculina*, *Diospyros manampetsae*, *Commiphora humbertii* et *Cedrelopsis spp.* *Erythrophysa aesculina* est l'espèce la plus abondante ;

- la strate arborescente supérieure est formée par *Erythrophysa aesculina*, *Poupartia minor*, *Euphorbia* spp. et *Commiphora aprevallii*.

Le taux de recouvrement maximal est de 19% pour la strate arborescente moyenne ; il diminue à 14% dans la strate arbustive inférieure et à 8% seulement pour la strate arborescente supérieure.

➤ Structure horizontale

La densité moyenne des arbres est de 648 individus par hectare qui se répartissent de façon régulière dans trois classes de diamètre. Cette densité est importante entre la classe de diamètre inférieur à 0 - 5 cm (1500 ind/ha), puis diminue de moitié (778 ind/ha) pour les diamètres entre 5-10 cm avant de chuter jusqu'à la minimale (211 ind/ha) pour la classe de diamètre supérieur à 10 cm (Annexe 9).

Dans cette forêt, *Commiphora humbertii*, *Diospyros manampetsae* et *Cedrelopsis* spp. sont les espèces les plus abondantes et fréquentes. *Commiphora humbertii* et *Diospyros manampetsae* sont les espèces caractéristiques qui ont des indices de valeur d'importance élevée de 43,97% et 39,32% chacune (Tableau 5).

Tableau 5: Espèces ligneuses caractéristiques de la forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire

Noms scientifiques	D(%)	Fr (%)	Dri%	IVI (%)
<i>Commiphora humbertii</i>	21,56	17,65	14,29	43,97
<i>Diospyros manampetsae</i>	15,22	14,58	28,57	39,32
<i>Croton geayi</i>	5,28	6,13	21,43	18,55
<i>Cedrelopsis</i> spp.	6,77	8,33	0,00	15,10
<i>Erythrophysa aesculina</i>	5,27	6,37	0,00	11,64

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance

II.3.6. Forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge (G7_Photo 6)

Elle se trouve également à l'intérieur du Parc National Tsimanampesotse à altitude peu élevée (35 et 57 m d'altitude) par rapport à la forêt sèche à *Commiphora humbertii* sur sol calcaire. La nature du substrat est un sol rouge avec une profondeur moyenne de 19 cm qui recouvre le sol calcaire. Ce groupement est le plus étendu avec 73 127 ha soit 39% de la zone d'étude.

II.3.6.1. Caractéristiques floristiques

Au point de vue floristique, dans les sept parcelles étudiées, 75 espèces, appartenant à 51 genres, regroupées dans 27 familles ont été répertoriées. Les familles des Fabaceae, des Euphorbiaceae et des Burseraceae sont les plus représentées correspondant à 11, 8 et 8 espèces. Le genre le plus diversifié est *Commiphora* représenté par 6 espèces.

II.3.6.2. Caractéristiques physiologiques

➤ Structure verticale

Ce groupement végétal est pluristratifié avec une strate herbacée et trois strates ligneuses :

- la strate herbacée est formée par les espèces des Poaceae (*Lepturus humbertianus*, *Eragrostis* sp., *Aristida* spp.) et des Velloziaceae (*Xerophyta* spp.). Le taux de recouvrement de cette strate est de 26% et sa hauteur moyenne est de 29 cm.

Les espèces ligneuses dans la forêt à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* présentent trois strates :

- la strate arbustive inférieure (0 – 2 m) est dominée par *Croton geayi*, *Euphorbia laro*, *Cedrelopsis* spp. et *Diospyros manampetsae*. Elle est très ouverte avec un taux de recouvrement de 6%.

- la strate arborescente moyenne (2 – 4 m) est caractérisée par l'abondance des *Cedrelopsis* spp., *Alantsilodendron mahafalense*, *Erythrophysa aesculina* et *Croton geayi* avec un taux de recouvrement de 9%.

- la strate arborescente supérieure (4 – 6 m) est constituée principalement par, *Poupartia minor*, *Cedrelopsis* spp., *Euphorbia* spp. et *Commiphora aprevalii*. Le taux de recouvrement atteint son maximum dans la strate supérieure mais il est encore très faible (12%).

Structure horizontale

La densité moyenne des troncs est de l'ordre de 486 individus par hectare. Cette forêt est constituée principalement par de jeunes individus de diamètre entre 0 et 5 cm avec une densité élevée de 994 ind/ha (Annexe 10).

Les trois espèces qui caractérisent cette forêt sont *Cedrelopsis* spp., *Croton geayi* et *Erythrophysa aesculina* (Tableau 6).

Tableau 6: Espèces ligneuses caractéristiques de la forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge

Noms scientifiques	D(%)	Fr (%)	Dri%	IVI (%)
<i>Cedrelopsis</i> spp.	6,31	13,07	28,57	28,90
<i>Croton geayi</i>	10,12	9,80	0,00	19,93
<i>Erythrophysa aesculina</i>	8,21	6,21	14,29	19,18
<i>Poupartia minor</i>	5,37	5,23	14,29	15,36
<i>Alantsilodendron mahafalense</i>	6,25	8,50	0,00	14,75

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance.

II.3.7. Savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou sol calcaire (G1_Photo 7)

La savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire se rencontre dans la partie Est du Parc National Tsimanampesotse entre 195m et 298m d'altitude. Elle occupe une très vaste surface dont le substrat varie du sol calcaire au sol rouge. La surface de cette savane est de 24 839ha soit 13% de la surface totale.

II.3.7.1. Caractéristiques floristiques

Cette savane regroupe 20 parcelles. L'inventaire floristique a permis de recenser 96 espèces réparties dans 71 genres et 34 familles. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae et les Poaceae comportant 17 et 13 espèces respectivement. Viennent ensuite, les Euphorbiaceae et les Apocynaceae, représentées respectivement par 9 et 6 espèces.

II.3.7.2. Caractéristiques physiologiques

➤ Structure verticale

La strate herbacée est formée par deux strates :

- une strate graminéenne haute dépassant 60 cm. Elle est très ouverte avec un taux de recouvrement 12%. La principale espèce qui compose cette strate est *Heteropogon contortus* suivi d'*Aristida spp.* Les autres espèces ligneuses présentes dans cette strate sont rares avec de jeunes pieds d'*Acacia viguieri*, *A. farnesiana*, *Cedrolopsis grevei*, *Stereospermum nematocarpon*, *Alantsilodendron mahafalense*, *Indigofera diversifolia* et *Grewia spp.* ;
- une strate graminéenne basse de moins de 60 cm est caractérisée par un recouvrement peu-ouverte de 75%. Elle est représentée principalement par la famille de Poaceae avec *Heteropogon contortus*, *Panicum voeltzkowii*, *Lepturus humbertianus*, *Cynodon dactylon*, *Desmodium sp.*, *Aristida spp.* Les lianes sont aussi présentes dans cette strate comme *Paederia grandidieri*, *Commelina sp.* et *Leptadenia madagascariensis*.

➤ Structure horizontale

La densité des ligneux est faible avec une moyenne de 221 et 48 ind/ha seulement pour les arbres plus de 2 m (Annexe 11). Les espèces ligneuses sont représentées principalement par *Poupartia caffra*, *Fernandoa madagascariensis*, *Euphorbia antso* et *Acacia viguieri*.

C'est une savane arborée avec des arbres et arbustes très dispersés de 2 à 6m de hauteur.

Les espèces ligneuses caractéristiques de cette savane les plus fréquentes sont, *Acacia viguieri* et *Poupartia caffra* (Tableau 7).

Tableau 7: Espèces ligneuses caractéristiques de la savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou sol calcaire

Noms scientifiques	D(%)	Fr (%)	Dri%	IVI (%)
<i>Acacia viguieri</i>	7,78	29,50	22,22	19,84
<i>Poupartia caffra</i>	39,38	0,75	5,56	15,23
<i>Acacia farnesiana</i>	11,18	14,75	16,67	14,20
<i>Cnestis polyphylla</i>	0,56	9,25	22,22	10,68
<i>Fernandoa madagascariensis</i>	5,22	14,75	5,56	8,51

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance.

II.3.8. Savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge (G2_Photo 8)

Elle se trouve dans la partie Est du Parc National Tsimanampesotse à une altitude comprise entre 197 et 236 m (12 parcelles d'études). La surface du sol est généralement plane, et le substrat est formé de sol rouge avec une profondeur moyenne de 30 cm. Elle occupe 4 237ha de la surface totale.

II.3.8.1. Caractéristiques floristiques

Quarante-sept espèces réparties dans 41 genres et 19 familles ont été recensées. La famille de Poaceae est la plus représentée avec 11 espèces, suivie des Fabaceae, des Malvaceae et des Apocynaceae respectivement de 6 espèces chacune. *Indigofera* est le genre le plus diversifié avec 3 espèces.

II.3.8.2. Caractéristiques physiologiques

➤ Structure verticale

Cette formation est formée de deux strates herbacées :

- une strate graminéenne haute d'une hauteur de plus de 60 cm. Elle est généralement ouverte avec un taux de recouvrement de 10% et dominée par *Aristida spp.* et *Heteropogon contortus* et des arbustes comme *Indigofera ssp.*
- une strate graminéenne basse de moins de 60 cm de hauteur. Elle est plus ou moins fermée avec un taux de recouvrement de 90%. Les principales espèces présentes sont, *Panicum voeltzkowii*, *Aristida spp.* et *Heteropogon contortus* et les semis des espèces ligneuses.

➤ Structure horizontale

La densité se traduit par l'abondance des individus à gros diamètre. La densité moyenne par hectare est très faible (38 ind/ha) et elle est maximale (53 ind/ha) pour la classe de diamètre plus de 10 cm. *Poupartia caffra* est l'espèce qui a un diamètre de plus de 10 cm et cette savane est généralement formée par des individus âgés (Annexe 12).

C'est également une savane arborée et *Poupartia caffra* est l'espèce ligneuse caractéristique à une hauteur de plus de 6 m. Les espèces ligneuses de 2 à 6 m de hauteur sont, *Grewia humblotii*, *Azima tetracantha*, *Dicoma incana* et *Solanum hippophaeoides* (Tableau 8). Ces espèces ligneuses sont très dispersées.

Poupartia caffra et *Grewia humblotii* sont les deux premières espèces caractéristiques de cette formation (le Tableau 8).

Tableau 8: Espèces ligneuses caractéristiques de la savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge

Noms scientifiques	D(%)	Fr (%)	Dri%	IVI (%)
<i>Poupartia caffra</i>	94,52	73,91	84,62	84,35
<i>Grewia humblotii</i>	0,00	8,70	15,38	8,03
<i>Azima tetracantha</i>	2,02	8,70	0,00	3,57
<i>Poupartia caffra</i>	2,00	4,35	0,00	2,12
<i>Solanum hippophaeoides</i>	0,00	4,35	0,00	1,45

D : densité relative ; Fr : fréquence relative ; Dri : dominance relative ; IVI : Indice de Valeur d'Importance

II.4. Analyse comparative des différents groupements végétaux

Plusieurs paramètres ont été comparés

II.4.1. Paramètres environnementaux

Les groupements végétaux sont bien différenciés suivant la variation altitudinale et le type de substrat (Tableau 9).

✓ A basse altitude, de 1 à 2 m, se trouve la prairie à *Sporobolus virginicus*, caractérisée par un sol halomorphe, de profondeur de plus de 30 cm ;

✓ Entre 2 à 9 m, se rencontre le Fourré à *Euphorbia stenoclada* et *Solanum hippophaeoides* sur sable blanc très profond (+ 30 cm).

✓ Entre 10 à 60 m d'altitude quatre groupements de forêt sur divers substrats ont été identifiés :

- la forêt dégradée à *Acacia bellula* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable beige très profond (+ de 30 cm) ;
- la forêt à *Capuronianthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable roux avec une profondeur de 26,8 cm ;
- la forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire à profondeur moyenne de 12,6 cm ;

- la forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge peu profond de 18, 4 cm.
- ✓ A haute altitude, de plus de 200 m, se trouvent deux groupements de savane :
 - la savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge de profondeur de 29, 3 cm ;
 - la savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire peu profond (14,3 cm).

Tableau 9: Répartition des groupements végétaux en fonction des paramètres environnementaux

Groupements végétaux	N	Type de sol	Altitude (m)		Profondeur sol (cm)	
			Moyenne	SD	Moyenne	SD
Fr_E.s._S.h.	21	Sable blanc	8,6	3,76	+30	0
Pr_P.v._S.v.	4	Halomorphe	1,5	0,58	+30	0
Fd_A.b._S.h.	5	Sable beige	11,2	4,76	+30	0
Fs_C.m._C.sp	6	Sable roux	10,7	5,13	26,8	7,94
Fs_C.h._D.m.	15	Calcaire	60,7	12,60	17,5	9,43
Fs_C.g._C.g.	7	Sol rouge	44,1	6,67	18,4	10,95
Sv_A.spp._P.v.	12	Sol rouge	201,6	15,07	29,3	2,39
Sv_H.c._P.v.	20	Calcaire/sol rouge	253,9	34,59	14,3	10

N : répétition (nombre de parcelles) ; SD : standard déviation ; Fr_E.s._S.h.: fourré à *Euphorbia stenoclada* et *Solanum hippophaeoides* sur sable blanc ; Pr_P.v._S.v. : prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe ; Fd_A.b._S.h. : forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable beige ; Fs_C.m._C.sp : forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable roux ; Fs_C.g._C.g. : forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge ; Fs_C.h._D.m. : forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire ; Sv_A.spp._P.v. : Savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ; Sv_H.c._P.v. : savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire.

II.4.2. Indice de diversité floristique

Les indices de diversité varient suivant les formations végétales. Les forêts sèches à l'intérieur du Parc National Tsimanampesotse présentent des valeurs moyennes élevées de diversité floristique avec 4,17, 3,76 et 3,70 respectivement pour la forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* sur sable roux, la forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge et la forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire. Par contre, cette valeur varie entre 1,16 et 1,94 pour les savanes, la prairie et la forêt sèche dégradée.

D'après ces résultats, les forêts à l'intérieur du Parc National Tsimanampesotse présentent une richesse spécifique élevée par rapport aux autres formations à l'extérieur du Parc.

L'indice d'équitabilité (J) est maximale (0,93) pour le fourré à *Euphorbia stenoclada*, la savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* (0,90) et pour la savane à *Heteropogon contortus* et à

Panicum voeltzkowii (0,60). Ces résultats indiquent que les répartitions des espèces sont plus ou moins homogènes dans le fourré et les groupements savanicoles, contrairement aux quatre groupements forestiers où leurs répartitions sont irrégulières (Tableau 10).

Tableau 10: Indice de diversité floristique des espèces ligneuses présentes dans chaque groupement végétal du Plateau Mahafaly

Groupements végétaux	H_max	H'	R
Fr_E.s._S.h.	1,16	1,08	0,93
Fd_A.b._S.h.	1,31	0,71	0,55
Fs_C.m._C.sp	4,17	0,75	0,18
Fs_C.h.	3,70	1,08	0,29
Fs_C.g.	3,76	0,82	0,22
Sv_A.spp._P.v.	1,19	1,09	0,91
Sv_H.c._P.v.	1,94	1,17	0,60

H_max : Diversité maximale ; H' : Indice de Shannon Weaver ; R : Indice de régularité ; Fr_E.s._S.h.: fourré à *Euphorbia stenoclada* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable blanc ; Pr_P.v._S.v. : à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe ; Fd_A.b._S.h. : forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable beige ; Fs_C.m._C.sp: forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable roux ; Fs_C.g : forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge ; Fs_C.h._D.m. : forêt sèche à *Commiphora humberitii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire ; Sv_A.spp._P.v. : Savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ; Sv_H.c._P.v. : savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire.

II.4.3. Richesse spécifique suivant les types biologiques

La richesse spécifique moyenne pour le groupement végétal varie de 4 à 30 espèces. La plus riche en espèces est la forêt sèche à *Commiphora humberitii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire, tandis que la plus pauvre est la prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe (Tableau 11).

Les espèces herbacées sont significativement élevées dans les deux groupements savanicoles (savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* et savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii*) et la forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* par rapport aux autres groupements. La savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* est la plus riche en espèces (13 espèces).

Les espèces arbustives sont présentes dans tous les groupements végétaux à l'exception de la prairie ; le nombre moyen maximal est enregistré dans la forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge avec 18 espèces, contrairement à la savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* avec 5 espèces.

Les espèces arborescentes sont significativement élevées dans la forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* et celle à *Cedrelopsis gracilis* avec 7 et 4 espèces respectivement.

Les espèces lianescentes sont toujours présentes sauf dans la prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* et elle est maximale (5 espèces) dans la savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire.

Tableau 11: Comparaison de la richesse spécifique moyenne en fonction des formes biologiques dans les différents groupements végétaux

Groupements végétaux	Arbre	Arbuste	Herbacée	Liane	Total
Fr_E.s	2±2,6 ^{bc}	12±4,0 ^b	7±1,9 ^b	2±1,0 ^{bc}	23±1,2 ^{abc}
Pr_P.v._S.v.	0±0^c	0±0^d	4±0 ^{bc}	0±0^c	4±2,8^d
Fd_A.b._S.h.	2±1,1 ^{bc}	13±4,4 ^{ab}	11±1,8^a	3±1,1 ^b	29±2,5 ^{ab}
Fs_C.m._C.sp	7±2,0^a	13±2,6 ^{ab}	7±2,3 ^b	1±1,7 ^{bc}	28±2,3 ^{abc}
Fs_C.h.	3±1,0 ^{bc}	14±5,4 ^{ab}	3±1,3^c	1±1,0 ^{bc}	21±1,4 ^{bc}
Fs_C.g._C.g.	4±3,3 ^{ab}	18±3,0^a	6±1,8 ^{bc}	2±0,9 ^b	30±2,1 ^a
Sv_A.spp._P.v.	1±0,9 ^c	5±2,3 ^{cd}	11±2,3 ^a	2±1,0 ^{bc}	19±1,6 ^c
Sv_H.c._P.v.	4±1,2 ^b	8±4,1 ^c	13±3,0^a	5±1,0^a	30±1,2^{ab}
Significativité	***	***	***	***	***
Probabilité	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001

Fr_E.s._S.h.: fourré à *Euphorbia stenoclada* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable blanc ; Pr_P.v._S.v. : prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe ; Fd_A.b._S.h. : forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable beige ; Fs_C.m._C.sp : forêt sèche à *Capurionanthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable rouge ; Fs_C.h. : forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge ; Fs_C.g._C.g.: forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire ; Sv_A.spp._P.v. : savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ; Sv_H.c._P.v. : savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire ; ns : non significative ; * p ≤ 0,05 : significative ; ** p ≤ 0,01 : moyennement significative ; ***p ≤ 0,001 : très significative. Les moyennes surmontées de la même lettre suivant chaque colonne ne sont pas significativement différentes du seuil de probabilité α=0,05.

II.4.4. Relation entre le taux de recouvrement et la biomasse des espèces

Le tableau 12 montre les résultats obtenus sur les taux de recouvrement des espèces, la production de biomasse herbacée et le biovolume des espèces ligneuses dans chaque groupement.

En général, chez les espèces herbacées, l'augmentation du taux de recouvrement est proportionnelle à la production de biomasse herbacée. Leur valeur varie significativement dans les différents groupements végétaux. La prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* (80%) et la savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* (77%) présentent les taux les plus élevés correspondant respectivement à 1,2 et 1,6t/ha de biomasse sèche. Par contre, la forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* montre le taux le plus faible (21%) avec 0,2t/ha de biomasse sèche.

Pour les espèces ligneuses, le taux de recouvrement est compris entre 0 et 28% et présente des différences significatives suivant les différents groupements végétaux mais n'a aucune corrélation avec le biovolume. La valeur la plus élevée a été mesurée dans la forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* (28%) et est nulle dans la prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* à cause de l'absence des espèces ligneuses.

Les biovolumes des espèces ligneuses dans les trois groupements forestiers à l'intérieur du Parc National Tsimanampesotse sont significativement élevés par rapport à ceux du fourré et de la savane. La forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* enregistre la valeur maximale de biovolume, avec 33 m³/ha, contre 1 m³/ha dans les deux groupements de savane. Ces différences sont expliquées par les diversités physiologiques et démographiques de l'espèce ligneuse, comme la faible densité des espèces ligneuses dans les deux groupements savanicoles et le fourré.

Tableau 12: Relation entre le taux de recouvrement, la production de biomasse herbacée et le biovolume ligneux dans différents les groupements végétaux du Plateau Mahafaly

Groupements végétaux	Recouvrement herbacé (%)	Recouvrement ligneux (%)	Biomasse herbacée (t/ha)	Biovolume (m ³ /ha)
Fr_E.s	69±2,1 ^{ab}	7±7,3 ^{ab}	0,5±0,07 ^{cd}	7±3,4 ^b
P_S.v.	80±4,8^a	0±0^b	1,2±0,17^{ab}	0±0^b
Fd_A.b._S.h.	58±4,3 ^{bc}	11±6,7 ^{ab}	0,4±0,15 ^{cd}	2±7,8 ^b
Fs_C.h._D.m.	21±2,5^d	16±3,8 ^{ab}	0,2±0,09^d	23±7,3^a
Fs_C.m._C.sp	32±3,9 ^d	16±6,0 ^{ab}	0,3±0,14 ^{cd}	33±4,6^a
Fs_C.g._C.g.	26±3,6 ^d	28±3,2^a	0,2±0,13 ^d	21±6,7^a
S_A.spp.	58±2,8 ^c	9±4,2 ^{ab}	0,7±0,10 ^{bc}	1±5,1 ^b
Sv_H.c._P.v.	77±2,2^a	9±3,4 ^{ab*}	1,6±0,08^a	1±4 ^b
Significativité	***	ns	***	***
Probabilité	p<0,0001	p<0,036	p<0,0001	p<0,000

Fr_E.s._S.h.: fourré à *Euphorbia stenoclada* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable blanc ; Pr_P.v._S.v. : prairie à *Paspalum vaginatum* et à *Sporobolus virginicus* sur sol halomorphe ; Fd_A.b._S.h. : forêt sèche dégradée à *Acacia bellula* et à *Solanum hippophaeoides* sur sable beige ; Fs_C.m._C.sp : forêt sèche à *Capuronianthus mahafaliensis* et à *Croton sp* sur sable roux ; Fs_C.g._C.g. : forêt sèche à *Cedrelopsis gracilis* et *Croton geayi* sur sol rouge ; Fs_C.h._D.m. : forêt sèche à *Commiphora humbertii* et à *Diospyros manampetsae* sur sol calcaire ; Sv_A.spp._P.v. : savane à *Aristida spp.* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ; Sv_H.c._P.v. : savane à *Heteropogon contortus* et à *Panicum voeltzkowii* sur sol rouge ou calcaire. ns : non significative ; * p ≤ 0,05 : significative ; ** p ≤ 0,01 : moyennement significative ; ***p ≤ 0,001 : très significative. Les moyennes surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes du seuil de probabilité α=0,05.