

Flore et communautés végétales des mares des carrières de phosphates abandonnées du sud-est du Togo

Flora and plant communities of abandoned phosphate quarry ponds in southeastern Togo

DJANGBEDJA Minkilabe*

Résumé

Faute de données scientifiques de base, les mares des carrières abandonnées de phosphates du sud du Togo ne sont pas dotées de plans d'aménagement conséquents. Elles subissent par ailleurs de fortes pressions anthropiques. La présente étude est une contribution à la connaissance de ces mares à travers des investigations botaniques et écologiques. Des inventaires floristiques et écologiques sur 54 placettes de 10 m x 10 m réalisés le long d'un transect joignant le centre de chaque mare aux extrémités ont permis de recenser au total 134 espèces appartenant à 117 genres et 44 familles dont les plus représentées sont les Fabaceae (19 espèces), les Cyperaceae (10 espèces) et les Poaceae (7 espèces), Rubiceae (5 espèces). Les microphanérophytes (27,6%) et les thérophytes (25,7 %) sont les types biologiques les plus

Mots clés : Sud-est du Togo, communautés végétales, mares, phosphates.

Abstract

In the absence of basic scientific data, there is no adequate management plans for pools in abandoned phosphate quarries in southern Togo. They are also influenced by strong anthropogenic pressures. This study is a contribution to the knowledge of these pools through botanical and ecological investigations. Floristic and ecological surveys on 54 plots of 10 m x 10 m along a transect connecting the centre of each pool at the ends have made it possible to identify a total of 134 species belonging to 117 genera and 44 families, the most represented of which are the Fabaceae (19 species), Cyperaceae (10 species) and Poaceae (7 species), Rubiceae (5 species). Microphanérophytes (27.6%) and therapophytes (25.7%) are the most abundant biological types.

Key words: South-East of Togo, plant communities, pool, phosphates

abondants. Les espèces pantropicales (28 %) et les espèces afrotropicales (17 %) sont les types phytogéographiques prépondérants. Deux (2) groupements de relevés ont été discriminés sur la base de l'humidité du sol, le substrat édaphique et la topographie: le groupement de relevés à *Cyperus crassipes* et à *Pentodon pentandrus* et le groupe de relevé à *Securinega virosa*. et à *Bridelia ferruginea*. La répartition de ces groupes de relevés est essentiellement liée aux facteurs physiques tels que : le substrat géologique, nature du sol, degré de submersion et anthropiques.) et aux facteurs anthropiques que sont : le passage du feu, les coupes d'arbres, les prélèvements d'organes et le pâturage. Les résultats de cette étude devraient aider à dégager des axes de conservation et de réhabilitation de ces zones humides afin de rendre durable cette importante biodiversité qu'elles abritent.

Pantropical species (28%) and afro-tropical species (17%) are the predominant plant types. Two (2) survey groups were discriminated on the basis of soil moisture, soil substrate and topography: *Cyperus crassipes* and *Pentodon pentandrus* survey group and *Securinega virosa* and *Bridelia ferruginea* survey group. The distribution of these survey groups is mainly related to physical factors such as geological substrate, soil type, degree of submersion and anthropogenic) and anthropogenic factors such as fire passage, tree cutting, organ harvesting and grazing. The results of this study should help to identify areas for conservation and rehabilitation of these wetlands in order to make sustainable this important biodiversity they shelter

* Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Études Environnementales (LaRBE), Université de Lomé, Togo.

1. Introduction

Depuis 1960 jusqu'à ce jour, l'exploitation de phosphates s'est considérablement développée dans sud-est du Togo. Cette exploitation se fait à ciel ouvert. L'excavation a entraîné la création des étangs d'eau dans la carrière. Ces mares constituent indiscutablement un élément paysager du sud Togo fournissant des biens et services précieux. Ce sont des zones de recharges et de protection des nappes d'eaux souterraines, de maintien des stocks et de la qualité des eaux domestiques, agricoles et industrielles, de piégeage des sédiments et des polluants et des producteurs biologiques. Malgré tout, ces mares héritages de l'exploitation minière sont menacées de disparition, car elles ne reçoivent ni l'intérêt, ni la protection qu'elles méritent et sont soumises à de rudes épreuves anthropiques. Or, les zones humides sont les écosystèmes plus productifs des écosystèmes terrestres (Baaziz *et al.* 2011). L'équilibre écologique de ces écosystèmes particuliers est si fragile que l'atteinte à l'intégrité d'un seul facteur écologique déterminant leur existence peut entraîner la disparition de plusieurs espèces, au rang desquelles on note souvent beaucoup d'espèces endémiques (Baaziz *et al.*, 2011; Gautam *et al.*, 2015; Ranarijaona, 2007).

Les écosystèmes des zones humides des carrières post exploitation de phosphates au sud-est Togo n'ont pas fait, jusqu'à ce jour, l'objet de nombreuses investigations. On note cependant quelques études rares et obsolètes concernant les zones humides en général, notamment leur richesse floristique et leur caractérisation, Guyot *et al.* (1994), Afidégnon (1999), Fousseni *et al.* (2017), et Adjonou *et al.* (2019) essentiellement dans la zone côtière, et les travaux de Dimobe *et al.* (2012), Polo-Akpisso *et al.* (2018), Polo-Akpisso *et al.* (2019), et (Folega *et al.* 2012) qui ont abordé indirectement les zones humides dans la plaine de l'Oti. Les zones humides des carrières post exploitation sont donc males connues alors qu'elles sont caractérisées par une hétérogénéité des sols, associée aux plans d'eau qui constituent des éléments favorables à recolonisation végétales et hébergeant une diversité floristique non négligeable variant au gré des divers facteurs écologiques qui sous-tendent leur répartition spatiale (Mabafei *et al.*, 2021).

Cette étude vise à faire connaître la flore et la végétation de ces zones humides des carrières post exploitation du Togo, afin de contribuer à leur gestion durable. Elle a pour objectifs spécifiques d'établir la phytosociologie des groupements végétaux de ces écosystèmes et de caractériser les activités anthropiques qui pourraient affecter l'intégrité de ces écosystèmes spécifiques. Cet objectif est poursuivi à travers la question de recherche suivante : quelle est la diversité des zones humides des carrières post exploitation de phosphates ? Quelles sont les groupements phytosociologiques qui s'individualisent dans ces zones humides? Quelles sont les facteurs écologiques à même d'expliquer la répartition de cette végétation ? Les hypothèses de recherche sont : les formations végétales des mares des carrières de phosphates au Togo sont riches et diversifiées; plusieurs groupements caractérisent dans ces zones humides; cette répartition végétale est liée aux facteurs pédologiques et anthropiques.

La suite de cet article présente le matériel et méthodes, les résultats de la recherche. Ces résultats feront pour finir l'objet d'une discussion.

2. Matériel et méthodes

Milieu d'étude

La zone d'étude couvre une superficie d'environ 4000 ha, et se situe entre 6°16'et 6°36 de latitude nord et entre 1°06' et 1°16°de longitude Est (Figure 1). Les sols sont sableux, ferrugineux et hydromorphes. Le climat est de type subéquatorial humide, avec deux (2) saisons sèches (mi-novembre à mi-mars et mi-juillet à août) et deux (2) saisons pluvieuses (mi-mars à mi-juillet et septembre à mi-novembre). La moyenne pluviométrique annuelle est de 1200 mm, dont 700 à 800 mm pour la grande saison pluvieuse et 400 à 500 mm pour la petite saison (Adjoussi,). Au plan humain, le secteur d'étude cumule un effectif de sa population total estimé à 14110 habitants en 2010 (RGPH4, 2010), elle est estimée aujourd'hui à 18755 habitants.

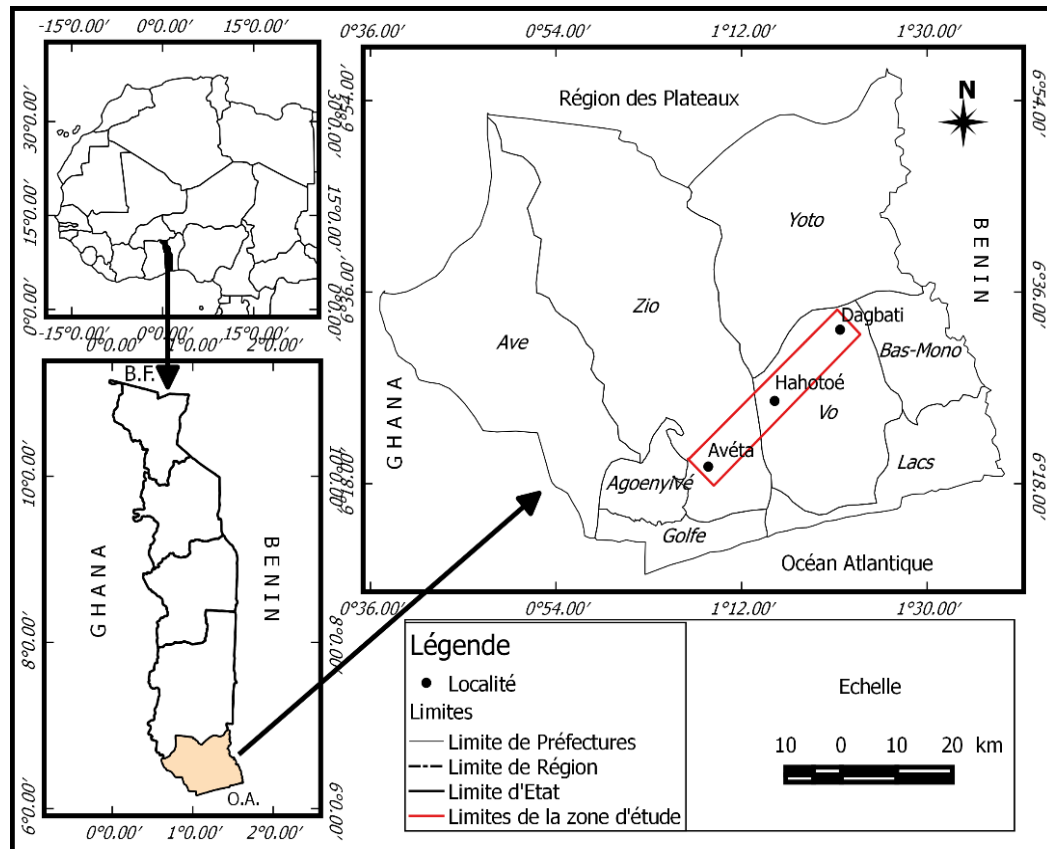


Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude

Méthodes de collecte et traitement des données

Collecte des données

Parmi toutes les mares du secteur d'étude, 45 ont fait l'objet des prospections initiales. En tenant compte de différents facteurs, notamment de leur superficie dont la superficie minimale est 2 ha et superficie maximale est 10 ha, mais aussi de leur accessibilité 10 ont été retenus pour mener cette étude (Figure 2).

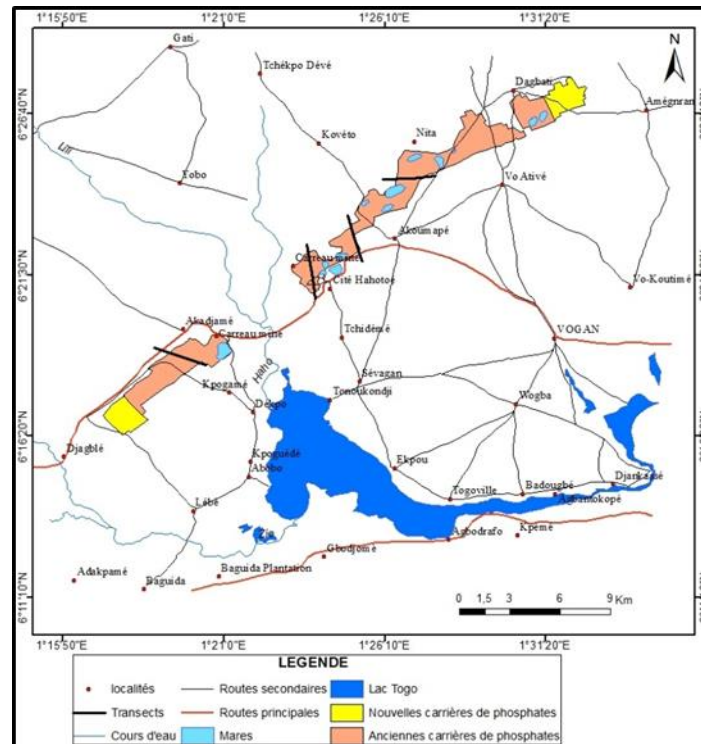


Figure 2 : Sites de mares

Les inventaires floristiques et écologiques des mares se sont déroulés du 26 au 30 septembre 2021 au sein des placettes disposées le long des transects. Les transects sont tracés de façon linéaire traversant ainsi toutes les formations végétales à partir du centre de la zone humide vers l'extrémité avec la moindre variation possible de microtopographie. Sur chaque transect allant des zones à submersion permanente vers les zones à submersion temporaire, les inventaires ont été menés au sein des placettes contigües de 10 m x 10 m ont été placés (Mabafei *et al.*, 2021). Dans chaque placette, toutes les espèces ont été inventoriées et chacune d'entre elle a été affectée d'un coefficient d'abondance-dominance (+, 1, 2, 3, 4 et 5) suivant la méthode sigmatiste de Braun-blanquet (Braun-Blanquet, 1932)

Au total, 54 relevés ont été réalisés dans 10 grandes mares sur 45 que compte actuellement la carrière, dont 27 dans la zone inondée et 27 dans la zone exondée.

Les inventaires ont consisté à recenser toutes les espèces végétales des milieux humides des mares. Les espèces sont affectées d'un coefficient d'abondance dominance de Braun-Blanquet (1932). Ces coefficients sont définis comme suit 5 = 75 à 100 % de recouvrement ; 4 = 50 à 75 % de recouvrement ; 3 = 25 à 50 % de recouvrement ; 2 = 5 à 25 % de recouvrement ; 1 = 1 à 5 % de recouvrement ; + = moins de 1 % de recouvrement. Concomitamment à ces inventaires, un relevé écologique a été fait en prenant en compte des paramètres stationnels jugés pertinents pour la présente étude : la texture du sol, le degré de submersion) et des facteurs anthropiques notamment le passage du feu, les coupes d'arbres, la pêche et le pâturage.

Traitement des données

La nomenclature botanique des espèces est celle de La nomenclature suivie est celle de Brunel *et al.*(1984) et de Hutchinson and Dalziel (1958). Les données floristiques et mésologiques ont été soumises à l'Analyse Canonique de Correspondance avec le logiciel R. Cette analyse a permis de caractériser les groupes de relevés floristiques en relation avec les paramètres mésologiques. À partir des données recueillies, l'analyse de la diversité floristique qualitative a porté sur les listes floristiques avec des informations sur le genre, la famille, les types biologiques (TB) et les types phytogéographiques (TP) pour chacune des espèces. La richesse spécifique R_s est le nombre d'espèces végétales présentes.

Concernant la corrélation entre les relevés et facteurs écologiques, les différents paramètres (Relevés et les variables écologiques) ont été codifiés en absence (0) et présence (1) et saisis dans un tableau à double entrée « Relevés x variables ». Ce tableau a été soumis à un traitement statistique à la CCA «Canonic Correspondance Analysis®» grâce au logiciel CANOCO version 4 (Ter Braak & Similauer, 1998). Cette analyse contraint les axes de la « Canonic Analysis (CA) » à être une combinaison linéaire des variables relevées et permet la détermination directe des gradients majeurs. Le choix de ces analyses multivariées est guidé par leur interprétabilité (Hill, 1979 ; Hill & Gauch, 1980).

Concernant la discrimination des groupements une classification ascendante hiérarchique (CAH) suivant la méthode de Ward (Ward Jr, 1963) a été réalisée à l'aide du logiciel CAP en vue de discriminer et de caractériser les différents groupements floristiques. La méthode IndVal de Dufrene and Legendre (1997) a permis de déterminer les espèces indicatrices de chaque groupement végétal. La valeur indicatrice de toutes les espèces a été calculée, et chaque groupement végétal a été nommé par les deux espèces présentant les plus fortes valeurs indicatrices.

Diversité des groupes

La détermination de la diversité alpha a été faite par le calcul de la richesse spécifique (Rs), de l'indice de diversité de Shannon (I_{sh}) et de l'équitabilité de Pielou (Eq) (Magurran, 1988). Ces indices sont les plus utilisés pour l'étude de la diversité de la végétation tropicale (Dourma *et al.*, 2012). Les formules des indices de diversités ont été utilisées (Tableau 1).

Tableau 1 : Indices de diversité floristique

Indice	Relation	Paramètres
Richesse spécifique (Rs)	$R_s = S$	S= nombre d'espèces
Indice de diversité de Shannon (I_{sh})	$I_{sh} = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{n} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right)$	n _i : l'effectif de l'espèce i n : l'effectif total s = nombre d'espèces
Indice d'équitabilité de Piélou (Eq)	$Eq = \frac{I_{sh}}{H_{max}}$	H _{max} = log ₂ S
Indice de Simpson (L)	$L = \frac{\sum_{i=1}^s n_i \cdot (n_i - 1)}{N \cdot (N - 1)}$	n _i = nombre d'individus de l'espèce i N = nombre total d'individus.

Types biologiques ou formes de vie (TB)

Les types biologiques des espèces végétales inventoriées ont été établis selon les définitions de Raunkiaer (1934), qui prennent en compte essentiellement la position des bourgeons et la taille de l'individu. Seules les principales catégories ont été utilisées : Les thérophytes (Th), les hémicryptophytes (He), les géophytes (Ge), les chaméphytes (Ch) et les phanérophytes (Ph). Les phanérophytes sont subdivisées en : mégaphanérophytes (MPh) : arbres de plus de 30 m de haut ; mésophanérophytes (Mph) : arbres de 10 à 30 m de haut ; microphanérophytes (mph) : arbustes de 2 à 10 m de haut ; nanophanérophytes (nph) : sous-arbustes de moins de 2 m de haut. Les types phytogéographiques (TP) utilisés sont basés sur les grandes subdivisions chorologiques établies pour l'Afrique (White, 1986).

Types phytogéographiques

Les types phytogéographiques sont ceux définis par White (1986). Ce sont les espèces à très large distribution en région tropicale (cosmopolites/Cos, pantropicales/Pan, paléotropicales/Pal, afro-américaines/AA), les espèces à large distribution en Afrique (pluri-régionales africaines/PA, afrotropicales/AT, afro-malgaches/Am) et les espèces à répartition régionale en Afrique (soudano-

zambézienne/SZ, soudano-guinéenne/SG, guinéo-congolaise/GC, soudanienne/S, guinéenne/G) et les espèces introduites/I.

3. Résultats

Typologie des groupements végétaux rencontrés

Ces relevés ont été soumis à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a permis à un seuil 4,09 % de distinguer deux groupes de relevés suivant le degré d'humidité et d'inondation : le groupe I (GI) à *securinaga virosa* et à *Bridelia ferruginea* qui regroupent les relevés des terres exondées, le groupe II (GII) à *Pentodon pentandrus* et à *Cyperus crassipes* qui regroupent les relevés des milieux inondés (Figure 3).

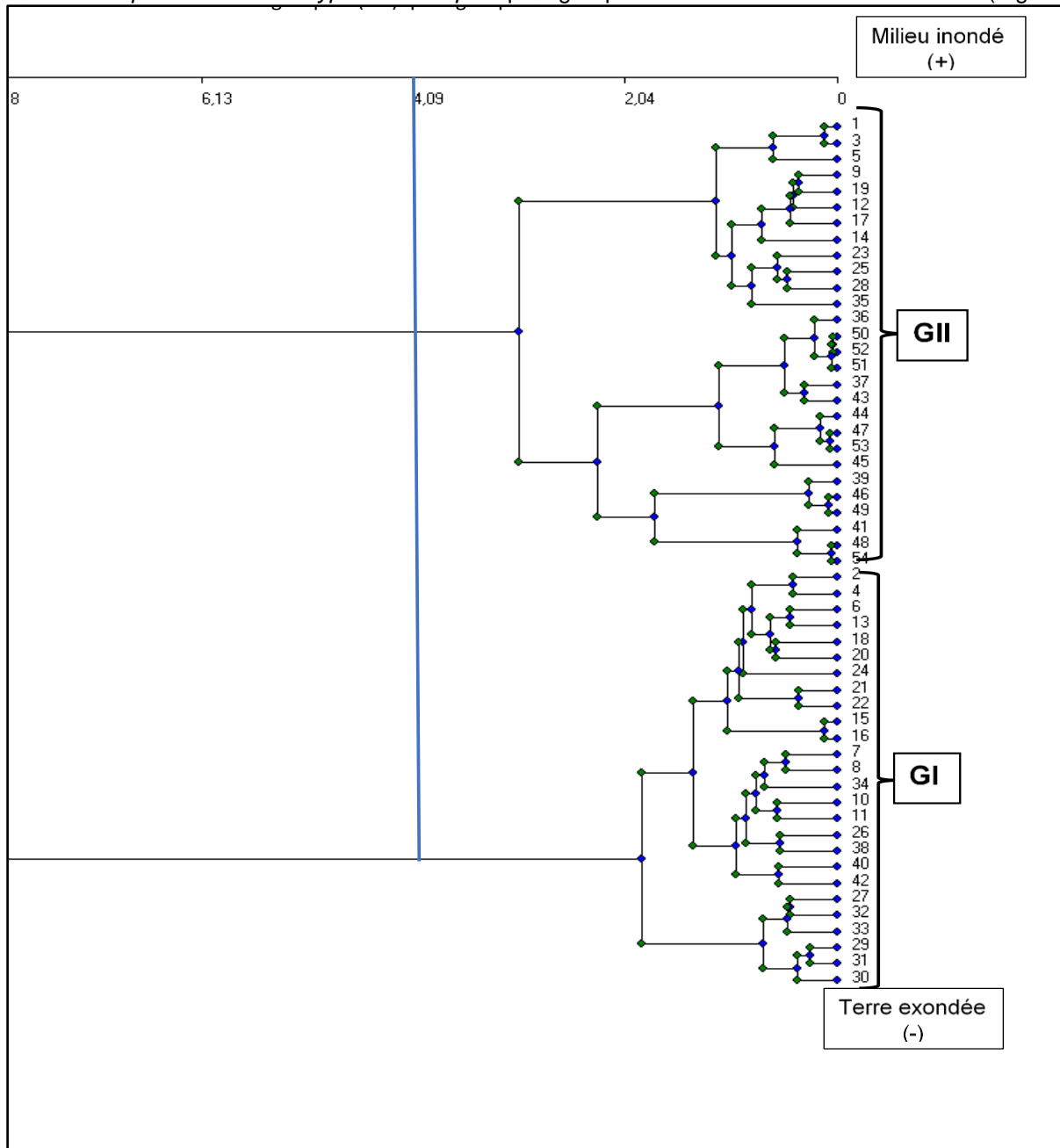


Figure 3 : Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique des relevés

La classification obtenue par Twinspan (Figure 4) est similaire à l'ordination à la Classification Ascendante hiérarchique. À chaque niveau de division sont précisées les espèces indicatrices, dont la présence ou l'absence permet la séparation des groupes.

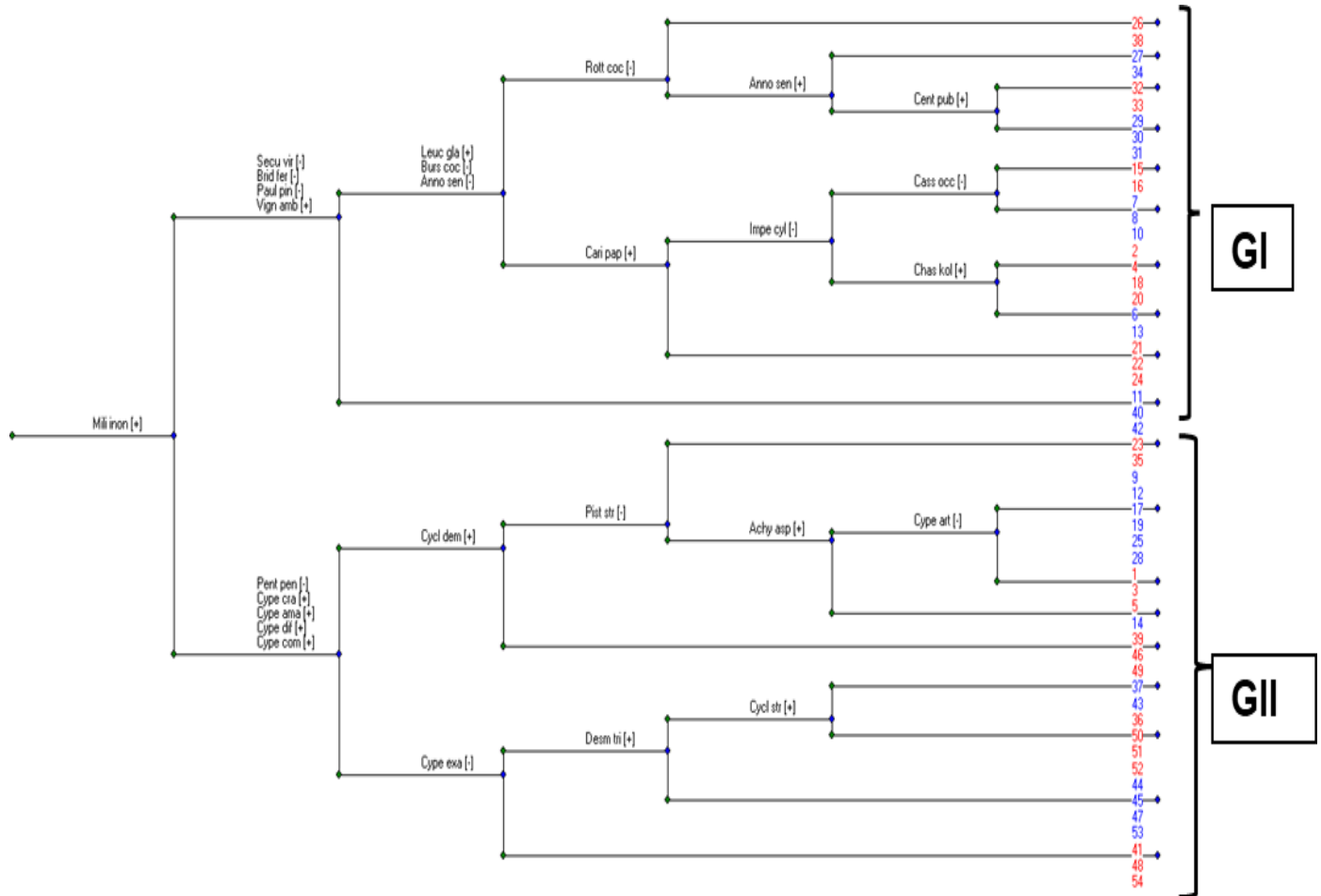


Figure 4 : Dendrogramme du Twinspan des relevés.

Caractérisation des groupements végétaux

Le groupement GI est constitué de groupes de 27 relevés colonisant les parties exondées des mares. Ce groupe est dominé par des plantes de terre ferme qui sont susceptibles de survivre tant bien que mal à une submersion temporaire. La richesse spécifique de groupe est 99, le nombre de genre 85 et le nombre de famille 39. Ce sont des plantes dites plantes aquatiques accidentelles ou occasionnelles. Il s'agit de plantes comme *Paulinia pinnata* L., *Grewia carpinifolia* juss, *Bredelia ferruginea* Wild, *Rourea coccineus* (Thonn. ex. Schumach.) Benth et des espèces introduites comme *Elaeis guineensis* Jacq, *Azadirachta indica* Juss, *Senna siamea* (Lam), *Eucalyptus* sp.

Les communautés végétales du groupement GII se développent au niveau de mares permanemment inondées. Il est caractérisé par la fréquence des genres cyperus. Le sol est permanemment inondé et a une texture limono argileuse, ce sont des sols hydromorphes qui ne se sèches jamais. Pour les 27 relevés de ce groupe, la richesse spécifique est de 51 le nombre de genre 43 et le nombre de famille 20. Les espèces caractéristiques sont : *Cyperus australis* Schrad, *Cyperus distans* L.f, *Cyperus difusus* Vahl, *Cyperus*

halpan L., Cyperus exaltatus Retz, Cyperus dilatatus Schum & Thonn, Cyperus tenuiculmis Boeck, Ludwigia adscendens (L.) Hara, Ludwigia abyssinica A.Rich, Ludwigia octovalvis. (Jacq.) Raven

L'examen du tableau 2 indique que la richesse spécifique totale est respectivement de 99 et 51 espèces pour le groupe GI et GII. Quant à l'indice de diversité de Shannon, il est de 1,89 bit pour le groupe GI et de 1,27 bit pour le groupe GII. Enfin l'indice de Simpson est 0,014 pour le groupe GI et 0,030 pour le groupe GII traduisant ainsi une diversité globalement élevée pour le groupe GII due aux conditions écologiques stationnelles.

Tableau 2 : Indice de diversité

Formations végétales	Rs	Ish	Eq	L
GI	99	1,89	0,21	0,014
GII	51	1,27	0,15	0,0030

Légende : Rs; Richesse spécifique, Ish; indice de Shannon, Eq équitabilité de Piélou., L : indice de Simpson

Spectres des types biologiques

La figure 4 présente les spectres pondérés des types biologiques des différents groupes de relevés étudiés. L'examen de la cette figure montre pour le groupe GI une nette prédominance les thérophytes (31,54 %), mésophanérophytes (27,11%) et les nanophanérophytes (19,26%) sur les autres types biologiques. Par contre pour le groupe II le spectre pondéré montre une dominance des hydrophytes (33,29 %), des nanophanérophytes (23,02 %) et des microphanérophytes (20 %).

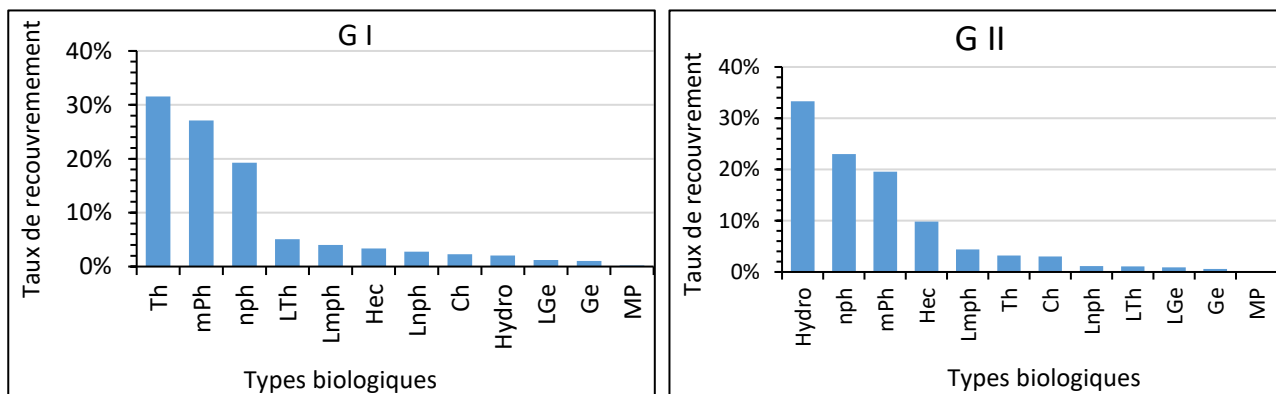


Figure 4 : Spectre pondéré des types biologiques

Ch : Chaméphytes, Ge : Géophytes, Hec : Hémicryptophytes, Hydro : Hydrophytes, LGe : géophytes lianescents, Lmph : mésophanérophytes lianescents, Lnph : nanophanérophytes lianescents, LTh : thérophytes lianescents, MP : Mégaphanérophytes, mPh : mésophanérophytes, nph : nanophanérophytes, Th : Thérophytes.

Spectres des types phytogéographiques

La figure 5 présente les spectres pondérés des types biologiques des différents groupes de relevés étudiés. L'analyse du spectre phytogéographique de cette figure permet de constater que les espèces guinéo-congolaises (23,29%), soudano-zambéziennes (19,18%), pantropicales (17,81%) et Afro-tropicales (13,70%) présentent une dominance abondance plus élevée pour le groupe GI. Pour le groupe GII, ce sont

les espèces guinéo-congolaises (24,14%), les espèces pantropicales (20,69%), les espèces soudano-zambéziennes (17,24%) et afrotropicales (12,07%) qui dominent avec respectivement. Les autres types phytogéographiques sont moins représentés

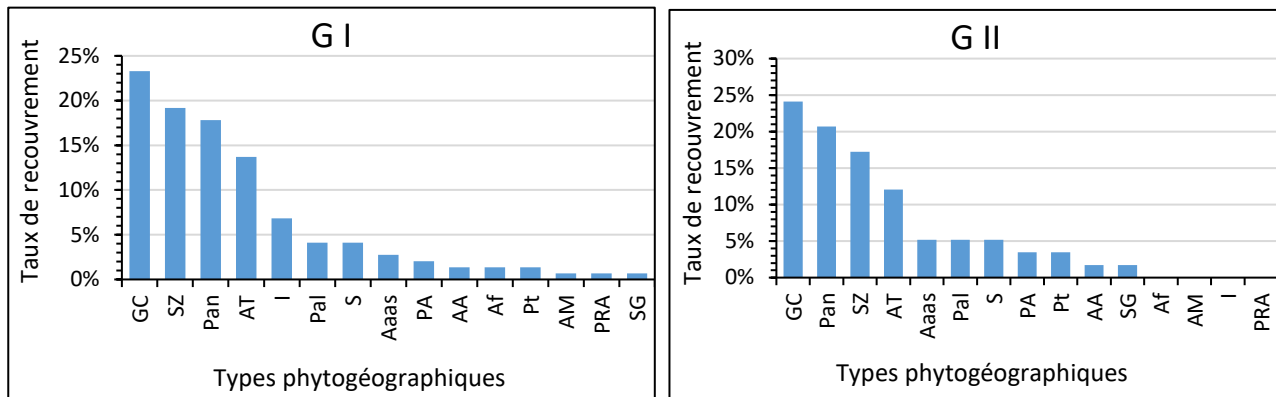


Figure 5 : spectre de types phytogéographiques

AA : afro-américaines, Aaas : afro-américaine-asiatique Af : Asie tropicale, AM : espèces Afro-Malgaches, AT : Afro-tropicales, GC : Guinéo-congolaises, I : Introduites, PA : Panafricain, Pal : Paléo-tropicales, Pan : Pantropicales, PRA : Plurirégionales africaines, S : élément-base Soudanien, SG : Soudano-Guinéen, SZ : Soudano-Zambézien

Spectre brut des familles

La figure 6 et 7 montre le spectre pondéré des types de familles. L'examen de ces figures montre que le groupe GI est dominé par les familles des Fabaceae (15%), des Poaceae (12%) et Euphorbiaceae (6%). Pour le groupe GII les familles des Fabaceae (23%), des Cyperaceae (18 %) des Poaceae (12 %), et Onagraceae (11%) sont plus représentées.

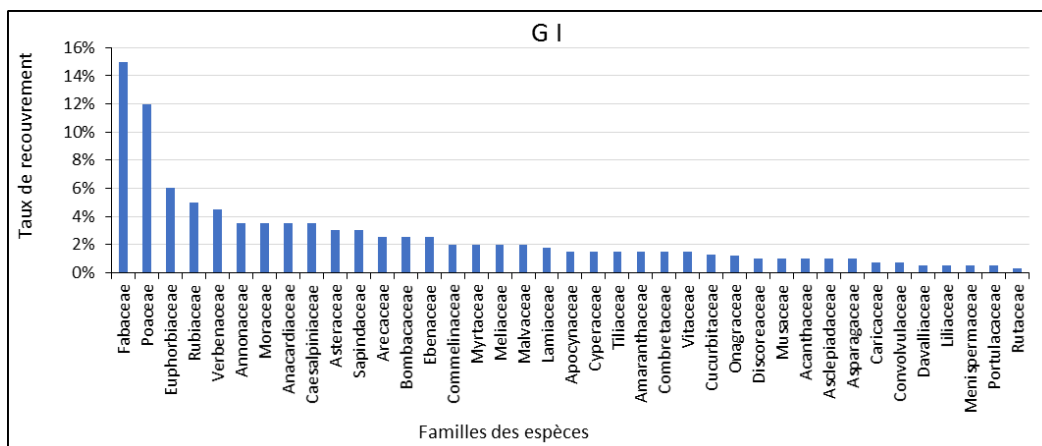


Figure 6 : Spectre pondéré des types de familles botaniques GI

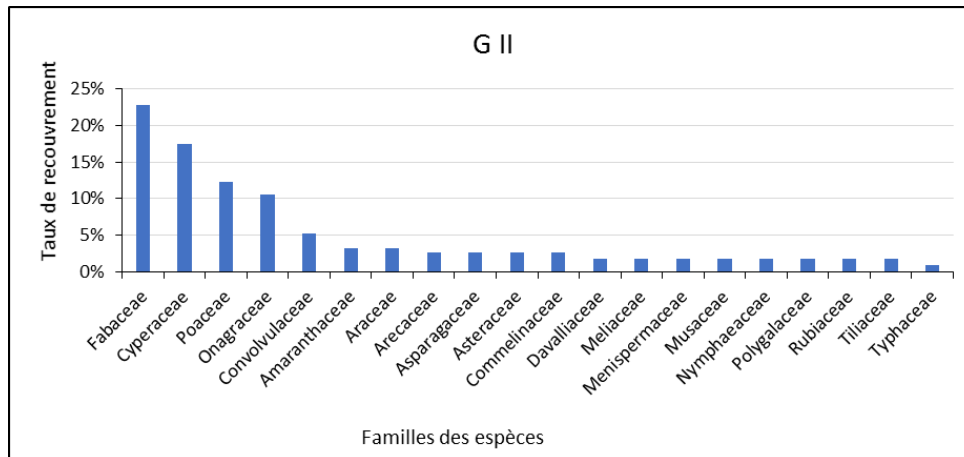


Figure7: Spectre pondéré des types de familles botaniques GII

Rapport entre les groupes de relevés et les facteurs écologiques

Le diagramme d'ordination (Figure 8) met en évidence les relations qui existent entre ces différentes variables écologiques. Les différents groupes de relevés sont répartis en fonction des facteurs physiques (substrat géologique, nature du sol, degré de submersion) et des facteurs anthropiques qui sont le passage du feu, les coupes d'arbres, les prélèvements d'organes et le pâturage. Le degré d'expression des facteurs se traduit par la longueur des flèches tandis que la relation entre les différentes variables est traduite par leur direction.

On distingue deux (02) principaux groupes de relevés suivant l'hydromorphie : le groupement I (GI) qui regroupe les relevés de la terre exondée et le groupement II (GII) qui regroupe les relevés du milieu inondé. GI regroupe les relevés de la terre exondée caractérisé par le passage de feu de végétation, du pâturage et des activités agricoles, caractérisé par des sols sablo-limoneux. GII assemble les relevés du milieu inondé caractérisé par les activités de pêche, des sols sablo-argileux, limoneux-sableux, sols cuirassés, argilo-sableux.

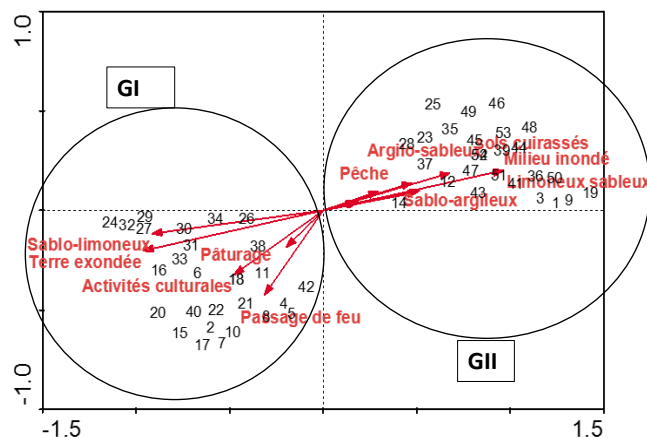


Figure 8 : Diagramme d'ordination des variables écologiques

4. Discussion

Les résultats de cette étude ont permis de recenser 134 espèces. Une telle richesse spécifique reste faible et est largement inférieure à celle obtenue Djangbédja (2011), 213 pour toute la carrière de phosphates. Par contre, elle est supérieure à celle de Sidi-Issah (2018), 98 espèces. Cette différence ressort la proportionnalité de la diversité suivant la taille des zones étudiées. L'analyse de la richesse spécifique, rend compte, non seulement, d'une inégale répartition du nombre d'espèces par groupement, mais aussi de l'existence d'une originalité floristique au niveau des différents groupements. En effet, le groupe GI se révèle plus riche en termes de richesse spécifique que le Groupe GII. Cette richesse spécifique peut s'expliquer par une plus grande diversité des niches écologiques qu'offre ce genre d'habitat aux formations végétales. La faible richesse spécifique de groupe GII des parties constamment inondées peut s'expliquer par une plus grande diversité des niches écologiques qu'offre ce genre d'habitat aux formations végétales. Ceci est lié à la diversité topographique de ce milieu et à l'hétérogénéité des substrats qui induit à quelques mètres près des conditions écologiques très différentes. Ce point de vue est resté largement partagé par d'autres auteurs (Mabafei *et al.* 2021).

Par ailleurs, les familles des, Fabaceae, Poaceae Asteraceae qui sont les plus diversifiées en espèces dans le Groupe I, et les familles Fabaceae, Poaceae, Cyperaceae sont les plus diversifiées pour groupe II. Ces résultats sont en accord avec ceux de Djangbédja (2011), Sidi Issah (2011), Sidi Issah (2018) dans les carrières de phosphate et de calcaire du Togo et Aitondji *et al.* (2015) dans les carrières de calcaire de la République du Bénin.

L'abondance des thérophytes (31,5%) pour le groupe GI indique la forte perturbation de ces écosystèmes. Ces mêmes observations ont été faites par Adjossou (2009) dont les travaux révèlent 43,75 % de Thérophytes. La prédominance des thérophytes serait due au fait que ces types biologiques sont particulièrement adaptés aux forts régimes de perturbation écologiques (Grime, 1977, 1985 ; Shackleton, 2000 ; Bzdon, 2009). Ces perturbations seraient liées aux conditions pédologiques sévères dues à l'excavation du sol. Pour les types phytogéographiques, la prédominance des géo-éléments guinéo congolais GC (23,29 %) pour le groupe GI et (24,14%) pour le groupe GII suggère une dynamique forestière malgré les perturbations qu'elles subissent. La forte présence des espèces guinéo-congolaises a été déjà signalée par des études réalisées au Togo (Kokou, 2000) dans des îlots forestiers de la plaine côtière togolaise. Cependant la proportion de (19,18%) et de (17,24%) des éléments soudano-zambéziens respectivement pour le groupe GI et le groupe GII dévoile la savanisation du secteur d'étude. Le faible pourcentage des espèces soudaniennes est dû au milieu très humide favorisant la flore guinéenne (Akoègninou, 2004)

Les valeurs de l'indice de Shannon et du coefficient d'équitabilité de Pielou, obtenues pour les différents groupes de relevés montrent que ces formations sont assez diversifiées. Les conditions stationnelles sont donc favorables à l'installation de plusieurs espèces.

La répartition spatiale des groupes de relevés est régie par les facteurs naturels (topographie, texture du sol, submersion) et les facteurs anthropiques (pêche, pâturage, feux de végétation). Ces activités sont analogues à celles des travaux de Sidi Issah (2019) réalisés dans les carrières de calcaire au sud du Togo.

5. Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence une composition floristique de 134 espèces, appartenant à 22 genres et 14 familles dans les mares des carrières abandonnées de phosphates au Togo. Les familles dominantes sont : les Fabaceae, les Cyperaceae et les Poaceae. L'analyse de la flore a montré en termes de types biologiques et phytogéographiques marqués par l'importance des thérophytes (31,54%) suivi mésophanérophites (27,11 %) pour le groupe GI et des hydrophytes (33,29%) et des nanophanérophites (23,02%) pour le groupe GII. La caractérisation phytogéographique indique une prédominance des espèces du type guinéo-congolais témoigne un climat favorable au développement de biomes forestiers. Les indices de diversité et d'équitabilité traduisent une diversité spécifique moyenne du peuplement et des espèces bien répartis dans la zone d'investigation. Les relevés sont répartis en fonction des facteurs physiques (substrat géologique, nature du sol, degré de submersion) et des facteurs anthropiques qui sont le passage du feu, les coupes d'arbres, les prélèvements d'organes et le pâturage. Une sensibilisation de la population

locale sur l'importance de la gestion durable de cette végétation autour des mares de ces carrières permettrait une meilleure conservation de ces écosystèmes.

Références bibliographiques

- Adjonou, K., Bindaoudou, I. A.-K., Idohou, R., Salako, V., Glele-Kakaï, R., & Kokou, K. (2019). *Suivi satellitaire de la dynamique spatiotemporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015*.
- Adjossou K., (2009) : Diversité, structure et dynamique de la végétation dans les fragments de forêts humides du Togo : les enjeux pour la conservation de la biodiversité. Thèse de doctorat, Université de Lomé, 190 p.
- Afidégnon, D. (1999). Les mangroves et les formations associées du Sud-Est du Togo: Analyse éco-floristique et cartographie par télédétection spatiale. *Th. doct., Univ. Bénin (Togo)*.
- Aïtonji A. L., Toyi M. S. S., Kassa B., Sinsin B. (2015). Caractéristiques floristiques, phytosociologiques et écologiques de la végétation des carrières en République du Bénin, *Revue Cames*, Vol. 03(02), pp.13-24
- Akoègninou A, 2004. Recherches botaniques et écologiques sur les forêts naturelles du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse d'Etat Université de Cocody-Abidjan 314p
- Akoègninou A., W.J. van der Burg, L.J.G. van der Maesen (eds), (2006). - Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Wageningen, 1034 p
- Berhaut J. (1967). *Flore du Sénégal*. 2è éd. Ed. Clairafrique, Dakar, 485 p.
- Boulet L. 1996. Approche phytoécologique de la dynamique des végétaux primaires dans les carrières de roche massive. Thèse, Université de Rennes 1. p.567
- Braun-Blanquet J., (1932). *Plants sociology*. My Graw Hill, New York and London, 30 p.
- Brunel J.F., P. Hiekpo & H. Scholz (eds), 1984. Flore analytique du Togo : Phanérogames. GTZ, Eschborn, Berlin, 751 p
- Bzdon G., 2009. Floristic diversity of gravel-pits of the Siedlce Plateau: an analysis of the flora. *Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska Lublin-Polonia LXIV (1)* : 35-66
- Djangbedja M. (2011). Dynamiques végétales et stratégies de restauration dans les carrières abandonnées de phosphates et de calcaire au Sud du Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, 189 p.
- Dourma M., Batawila K., Guelly K. A., Bellefontaine R., Foucault B. d., Akpagana K. (2012). La flore des forêts claires à *Isoberlinia* spp. en zone soudanienne au Togo Titre courant: Flore des forêts claires à *Isoberlinia*. *Acta botanica gallica*, 159(4): 395-409.
- Fousseni, F., Andrianamenoso, R., Kperkouma, W., Agbelessessi, W., Madjouma, K., Hodabalo, P., Koffi, A. (2017). Écologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo. *[Vertigo] La revue électronique en sciences de l'environnement*, 17(3).
- Frain M. (1991). Approche phytosociologique de la dynamique des végétations primaires sur roches artificiellement dénudées en Auvergne, Velay et Limousin, Clermont Ferrand II, 157 p*
- Frankard P., (2000). Aperçu de la flore et de la végétation des terrils de la région Liégeoise, CRNFB, Stations scientifique des Hautes – Fagnes, in *Bulletin de la société Royal des Sciences de Liège*, Vol 69, 5, pp.265-287
- Guyot, M., Roussel, B., & Akpagana, K. (1994). La végétation des zones inondées de sud du Togo et son état actuel sous l'emprise humaine, *Biogeographica*, 70 (4) : 161-182
- Grime J.P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111: 1169-1194.
- Grime J.P., 1985. The C-S-R model of primary plant strategies - origins, implications and tests. pp 371-393 In: *Plant Evolutionary Biology*, Gottlieb, L.D. & Jain, S.K. eds. Chapman and Hall, London & New-York.
- Hill M. O. (1979). DECORANA a FORTRAN program for detrended correspondance analysis an reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*. Cornell University, Ithaca, New York, USA., 180 p.
- Hill M. O., Gauch H., G. (1980). Detrended correspondance analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42. 47-58.
- Khater C. (2004). *Dynamiques végétales post-perturbations sur les carrières calcaires au Liban. Stratégies pour l'écologie de la restauration en régions Méditerranéennes*. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France, 183 p.

- Kokou K., (2000.) Les îlots forestiers de la plaine côtière togolaise, *Bois et forêts des tropiques*, N° 263 (1), pp19-51
- Lebrun J.P, Stork, & L.A (1991-1997). Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. I (249 p.), II (257 p.), III (341 p.), IV (712 p.), Conservatoire et Jardin botaniques de Genève.
- Mabafei A., Diwediga B., Folega F., Wala K., Akpagana K. (2021). Caractérisation phytosociologique des zones humides de la plaine de l'Ogou, *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 2021, e-ISSN (Online): 2790-3230, 01, vol 01 ; pp 43-57
- Magurran A. E., (1988). Why diversity, Ecological diversity and its measurement: Springer, 1-5.
- PNAE, (2003), Stratégie de conservation et d'utilisation durables de la biodiversité biologique. Edit. Ministère de l'Environnement et des Ressources forestières, Plan National d'Action pour l'Environnement, République du Togo, 132 p
- Polo-Akpisso, A., Folega, F., Soulemame, O., Atakpama, W., Coulibaly, M., Wala, K., Yao, T. (2018). Habitat biophysical and spatial patterns assessment within Oti-Keran Mandouri protected area network in Togo.
- Polo-Akpisso, A., Wala, K., Soulemame, O., Foléga, F., Akpagana, K., & Tano, Y. (2019). Assessment of Habitat Change Processes within the Oti-Keran-Mandouri Network of Protected Areas in Togo (West Africa) from 1987 to 2013 Using Decision Tree Analysis. *Sci*, 1(1), 9.
- Raunkiaer C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, London, 632 p
- Seou E., Akame L., Boukpassi T. (2022) Diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo), *Physio-Géo*, <https://doi.org/10.4000/physio-geo.13984>, p. 83-98
- Shackleton C., (2000). Comparison of plant diversity in protected and communal lands in the Bushbuckridge Lowveld savana, South Africa. *Biological Conservation* 94: 273-85
- Sidi Issah A. (2019). Exploitation de gisement de calcaire de Tabligbo au sud-est du Togo : enjeux environnementaux, humains et économiques ,334 p.
- Team R.C. (2019). A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2012.
- Ter Braak C. J. F., Similauer P., (1998). CANOCO reference manuel and user's guide to Canoco for Windows. Software for canonical community ordination. Center of Biometry Wageningen, CPRO-DLO. Wageningen (the Netherlands), 352 p..
- White F., (1986). - La végétation de l'Afrique. *Rech. Ress.Naturelles*, 20, 1-384

Annexe 1 : Liste des espèces GI

Genre	Espèce	Famille	TB	TP
Abrus	precatorius L.	Fabaceae	Lnph	SG
Acacia	auriculiformis	Mimosaceae	mPh	Pan
Achyranthes	aspera L.	Amaranthaceae	Th	Pan
Ageratum	conyzoides L.	Asteraceae	Th	Pan
Allophylus	africanus P. Beauv.	Sapindaceae	mph	AT
Aneilema	beninense (Vahl) Kunth	Commelinaceae	Hec	GC
Annona	senegalensis Pers.	Annonaceae	Ge	Pan
Antiaris	africana Lesch.	Moraceae	mph	AT
Asparagus	africanus Lam.	Liliaceae	Ch	Pal
Asystasia	gangetica L.	Acanthaceae	np	Pt
Azadirachta	indica A. Juss.	Meliaceae	Mph	Pal
Bambusa	vulgaris Schrad.	Poaceae	Th	Pan
Borassus	aethiopum Mart.	Arecaceae	Mph	SZ
Bridelia	ferruginea Benth.	Euphorbiaceae	Mph	PA
Carica	papaya L.	Caricaceae	mph	Pan
Carissa	edulis Forssk.	Apocynaceae	nph	Aaas
Cassia	occidentalis L.	Caesalpiniaceae .	nph	SZ
Cassia	tora L.	Fabaceae	np	SZ
Cassytha	filiformis L.	Lauraceae	mph	Pan
Ceiba	pentandra (L.) Gaertn.	Bombacaceae	MP	Pan
Centrosema	pubescens Benth.	Fabaceae	Lmph	GC
Ceratophyllum	demersum L.	Ceratophyllaceae	Hidro	GC-SZ
Chassalia	kolly Schmach. Hepper	Rubiaceae	nph	GC
Chromolaena	Odorata (L.) R. King & H. Robinson	Asteraceae	Hec	I
Cissus	petiolata Hook. F.	Vitaceae	mph	AT
Clerodendrum	capitthatum (Wild.) & Shumach.	Lamiaceae	nph	AT
Cocos	nucifera L.	Arecaceae	mph	Pan
Commelina	benghalensis L.	Commelinaceae	Th	AA
Commelina	erecta L.	Commelinaceae	Th	AT
Croton	Lobatus L.	Euphorbiaceae	Th	Pan
Cyperus	difformis L.	Cyperaceae	Ge	Pan
Desmodium	adscendens Swartz.	Fabaceae	Th	Aaas
Desmodium	gangeticum (L.) DC.	Fabaceae	Ch	Pal
Dialium	guineense Wild.	Fabaceae	mP	GC
Dioscorea	dumetorum (Kunth) Pax	Discoreaceae	LGe	SZ
Dioscorea	togoensis Kunth.	Discoreaceae	LGe	S
Elaeis	guineensis Jacq.	Arecaceae	mph	GC
Eucalyptus	sp. L'Hér.	Myrtaceae	MP	I

Euphorbia	heterophylla L.	Euphorbiaceae	Th	I
Fagara	zanthoxyloides Lam.	Rutaceae	Ch	SZ
Ficus	sur Forssk.	Moraceae	mph	AT
Gmelina	arborea Roxb.	Verbenaceae	mP	I
Grewia	carpinifolia Juss.	Tiliaceae	nph	S
Hoslundia	opposita Vahl.	Lamiaceae	nph	AM
Imperata	cylindrica L. Raeuschel	Poaceae	Hec	Pan
Indigofera	hirsuta L.	Fabaceae	MP	SZ
Indigofera	pilosa Poir.	Fabaceae	Th	PRA
Indigofera	tinctoria L.	Fabaceae.	nph	GC
Ipomoea	involucrata P. Beauv.	Convolvulaceae	LTh	Pan
Launaea	taraxacifolia Wild.	Asteraceae	mph	SZ
Leucaena	glauca Benth.	Fabaceae	mph	Pan
Leucaena	leucocephala Lam.	Fabaceae	mph	Pan
Leucaena	sp Benth.	Fabaceae	mph	Pan
Lonchocarpus	sericeus (Poir) H. B. & K.	Fabaceae	Mph	AA
Ludwigia	adscendens L.	Onagraceae	Th	PA
Mallotus	oppositifolius Geiseler.	Euphorbiaceae	mp	AT
Malvastrum	coromandelianum L.	Malvaceae	nph	GC
Mangifera	indica L.	Anacardiaceae	Mph	Pan
Melanthera	scandes (Sch. Bip.) Oliv. & Hiern	Asteraceae	Th	S
Milletia	thonningii Shumach.	Fabaceae	mph	GC
Morinda	lucida Benth.	Rubiaceae	mp	AT
Mucuna	mucuna L.	Fabaceae	LTh	Pan
Musa	sapientum L.	Musaceae	Ge	SZ
Musa	spp. L.	Musaceae	Ge	SZ
Newbouldia	laevis P. Beauv.	Bignoniaceae	mph	GC
Ocimum	canum L.	Lamiaceae	Th	Pal
Panicum	maximun Jacq.	Poaceae	Hec	GC
Parquetina	nigrescens Afzel.	Apocynaceae	Th	GC
Paspalum	distichum L.	Poaceae	Hec	Pal
Passiflora	edulis Sims.	Passifloraceae	Lnph	Pan
Paullinia	pinnata L.	Sapindaceae	Lnph	Aaas
Pavetta	corymbosa William.	Rubiaceae	nph	AT
Pentodon	pentandrus Shum.&Thonn.	Rubiaceae	Th	AT
Phaulopsis	cilata Wild.	Acanthaceae	Ch	AT
Phyllanthus	amarus Schum. & Thonn	Euphorbiaceae	Th	Pan
Phyllanthus	margaritaria Shumach.	Euphorbiaceae	Lmph	AT
Rauvolfia	vomitaria Afzel.	Apocynaceae	mph	AT
Rottboellia	cochinchinensis (Lour.) W.D. Clayton	Poaceae	Hec	SZ

Sarcocephalus	latifolius (Smith) Bruce Syn. Nauclea	Poaceae	mph	SZ
Setaria	barbata (Lam) Kunth	Poaceae	Th	Pan
Sida	acuta Burn. f.	Malvaceae	Th	Pan
Spermacece	stachydea DC.	Rubiaceae	Th	Af
Spondias	mombin L.	Anacardiaceae	mph	Pan
Sporobolus	pyramidalis P. Beauv.	Poaceae	Hec	AT
Synedrella	nodiflora L.	Asteraceae	Th	Pan
Talinum	triangulare Jacq.	Tilinaceae	mP	AT
Tephrosia	elegan Schumach.	Fabaceae	Th	SZ
Tephrosia	pedicellata Bak.	Fabaceae	Th	S
Tephrosia	villosa L.	Fabaceae	Ch	AT
Terminalia	catappa Badamier.	Combretaceae	mph	S
Triumfetta	cordifolia A. Rich.	Combretaceae	nph	SZ
Uraria	picta (Jacq) DC.	Fabaceae	Th	Pal
Uvaria	chamae P. Beauv.	Annonaceae	Lnph	GC
Vernonia	colorata (Wild.) Drake	Asteraceae	nph	SZ
Vernonia	cinerea L.	Asteraceae	Th	SZ
Vigna	Ambacensis Welw ex Bak	Fabaceae	Th	SZ
Vigna	argentea Wild.	Fabaceae	Th	GC
Vitex	doniana Sweet.	Verbenaceae	mph	AT
Zea	mays L.	Poaceae	Th	Pan

Annexe 2 : Liste des espèces GII

Genre	Espèce	Famille	TB	TP
Achyranthes	aspera L.	Amaranthaceae	Th	Pan
Andropogon	gayanus Kunth.	Poaceae	Hec	S
Aneilema	umbrosum (Vahl) Kunth	Commelinaceae	Ch	SG
Aspilia	helianthoides Shumach&Thonn	Asteraceae	Th	PA
Corchorus	olitorius Wild.	Tiliaceae	Th	Pan
Crotalaria	retusa L.	Fabaceae	Ch	SZ
Cyperus	haspan L.	Cyperaceae	Ger	Pan
Cyperus	articulatus L.	Cyperaceae	Hy	GC
Cyperus	difformis L.	Cyperaceae	Ger	Pan
Cyperus	distans L. f.	Cyperaceae	Hec	GC
Cyperus	esculentus L.	Cyperaceae	Ger	SZ
Cyperus	tenuiculmis Boeckeler.	Cyperaceae	Ger	AT
Desmodium	Triflorum L.	Fabaceae	Ch	PRA
Digitaria	horizontalis Wild.	Poaceae	Th	AT
Elaeis	guineensis Jacq.	Arecaceae	Mph	GC

Imperata	cylindrica L.	Poaceae	Hec	Pan
Indigofera	tinctoria L.	Fabaceae	Th	S
Ipomoea	aquatica Forssk.	Convolvulaceae	Th	AT
Ipomoea	asarifolia Desr.	Convolvulaceae	LTh	Pan
Ludwigia	abyssinica A. Rich.	Onagraceae	Th	PA
Ludwigia	acicularis L.	Onagraceae	Th	GC
Ludwigia	adscendens L.	Onagraceae	Th	GC
Ludwigia	octovalvis Jacq.	Onagraceae	nph	SZ
Ludwigia	olitorius L.	Onagraceae	Th	AM
Mariscus	flabelliformis	Cyperaceae	Ger	AA
Nephrolepis	biserrata (Afz. Ex Sw.) J. Sm.	Davalliaceae	Ger	GC
Nymphaea	lotus L.	Nymphaeaceae	Hy	AT
Oplismenus	hirtellus P. Beauv.	Poaceae	Th	PRA
Paspalum	distichum L.	Poaceae	Th	AT
Pentodon	pentandrus Shum&Thonn	Rubiaceae	Th	AT
Polygala	acicularis Oliv.	Polygalaceae	Th	S
Rottboellia	cochinchinensis Lour.	Poaceae	Th	Pan
Saccharum	officinarum L.	Poaceae	nph	I
Schrankia	leptocarpa DC.	Fabaceae	nph	GC
Sesbania	occidentalis Wild.	Fabaceae	Th	AT
Spermacoce	radiata Hutchin&Dalziel.	Rubiaceae	Th	SZ
Synedrella	nodiflora L.	Asteraceae	mPh	GC
Tephrosia	virosa L.	Fabaceae	Th	S
Typha	australis L.	Typhaceae	Hy	AT
Uria	picta Jacq	Fabaceae	Th	Pal
Vigna	ambacensis Welw. ex Baker	Fabaceae	Th	SZ
Vernonia	cinerea L.	Asteraceae	Th	SZ
Vigna	Ambacensis Welw ex Bak	Fabaceae	Th	SZ
Vigna	argentea Wild.	Fabaceae	Th	SZ