



Analyse des traits biologiques au cours de la dynamique post-culturale: cas des jachères de la zone périphérique de la Réserve naturelle forestière de Bururi

Frédéric Bangirinama⁽¹⁾, Tatien Masharabu⁽²⁾ & François Havyarimana^(2,3)

⁽¹⁾ Ecole normale supérieure (ENS), BP 6983, Bujumbura; bangifre2003@yahoo.fr

⁽²⁾ Université du Burundi (UB), BP 2700 Bujumbura;

⁽³⁾ Laboratoire d'Ecologie du Paysage, Université Libre de Bruxelles, École Interfacultaire de Bioingénieurs, CP 169, Av. F. D. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles.

Reçu: le 11 Avril 2013

Accepté: le 29 Octobre 2013

Publié: le 15 Novembre 2013

RESUME

Mots clés: Paramètres floristiques, dynamique post culturale, Burundi

Une étude synchronique a été réalisée dans les jachères réparties en trois classes d'âges (0-2 ans, 3-5 ans et plus de 5 ans) et situées dans la périphérie de la Réserve Naturelle Forestière de Bururi (Burundi). L'objectif poursuivi était de montrer que l'évolution des traits biologiques pendant la dynamique post culturale peut traduire le stade de la succession. Les traits retenus étaient les types biologiques, phytogéographiques, foliaires et des diaspores. Après traitement des données, 4 groupements floristiques ont été individualisés. L'analyse de l'évolution des traits biologiques met en évidence que les stades jeunes sont caractérisés par les thérophytes à diaspores sclérochores souvent anémochores, tandis que les stades âgés sont dominés par des phanérophytes à diaspores sarcochores essentiellement zoochores. La proportion des espèces à large distribution diminue avec l'âge de la jachère contrairement aux espèces à distribution régionale. Une augmentation progressive avec l'âge de la jachère d'espèces mésophylles et une diminution d'espèces leptophylles ont été observées.

ABSTRACT

Key words: Floristic parameters, post cultivation dynamic, Burundi

A synchronic study was led in three age classes of fallows (0-2 years, 3-5 years and more than 5 years) located in the boundary of the Bururi national forest reserve (Burundi). The aim was to show that the evolution of the floristic parameters during the post cultivation dynamic can reveal the succession stage. Those parameters were: biological and phytogeographic types, leaf size and seeds dispersion. The data analysis gave four floristic associations. The young stages are characterized by sclerochorus herbaceous (therophyts) with often anemochorus dispersion, while the old stages are dominated by sarcochorus phanerophyts with essentially autochorus dispersion. The number of large distribution species decreased with the fallow age in contrary to the regional distribution species. The increased of number's species with large leafs in size and the regression of species with small leafs in size were observed during the post cultivation dynamic.

1. INTRODUCTION

La régénération naturelle est la faculté d'un écosystème à se reconstituer spontanément, après destruction de tout ou partie du couvert forestier. Dans le fonctionnement normal, le maintien de la communauté est assuré par le remplacement d'individus morts par d'autres (Serpantié & Devineau, 1991). Les anciennes friches abandonnées et mises en jachères constituent un bon exemple de régénération naturelle connue sous le vocable de dynamique post culturale. Les jachères représentent, d'une part, une voie de reconstitution des potentiels biologiques des milieux naturels et constituent, d'autre part, un champ

expérimental de choix pour une approche naturaliste en vue d'étudier la résilience écologique et la dynamique temporelle des écosystèmes (Serpantié & Devineau, 1991). Ce processus écologique dépend des capacités individuelles de reproduction des espèces et concerne la dynamique de leurs populations. Le suivi dans le temps de cette dynamique nécessite des outils pertinents pouvant révéler les différents stades de cette succession écologique. Dans cette étude, nous partons de l'hypothèse que les traits biologiques subissent le long de l'échelle temporelle de la succession écologique des changements indicateurs des différents stades de l'évolution.



Nous modélisons les différents stades de la recolonisation post culturale à travers l'évolution dans le temps des paramètres floristiques entre autres les types biologiques, les types phytogéographiques, les types foliaires et les types des diaspores.

L'objectif final est d'identifier les chances de reconstitution de la végétation initiale qui occupait les jachères limitrophes de la réserve naturelle récemment mises en défens pour des soucis de restauration écosystémique.

2. MILIEU D'ETUDE

Cette étude a été réalisée dans les jachères situées dans le périmètre de la Réserve Naturelle Forestière de Bururi (Fig.1). Cette forêt afro-montagnarde constitue la partie la plus méridionale de la chaîne de forêts de la crête Congo-Nil. Sa superficie est de 3300 ha dont 2300 ha de forêt naturelle et 1000 ha de plantation artificielle. Ses limites géographiques sont entre 3° 55' et 3° 59' de latitude Sud et entre 29° 35' et 29° 38' de longitude Est. A 1700 m d'altitude, cette réserve jouit d'un climat tropical humide à 3 mois de saison sèche avec une température moyenne annuelle de 17 °C et 1500 mm des précipitations moyennes annuelles. (Statistiques de l'Institut Géographique du Burundi, 1997-2006) (Fig.2). Les sols de cette région occupée par la forêt

ombrophile sont constitués de ferrisols argileux et de ferralsols humifères argileux.

On peut distinguer dans cette forêt quatre horizons en tenant compte de la stratification altitudinale (Lewalle, 1972): l'horizon inférieur compris entre 1600 m et 1900 m d'altitude avec des arbres atteignant environ 25 m de haut notamment *Anthonotha pynaertii*, *Albizia gummifera*, *Parinari excelsa*, *Prunus africana* et *Syzygium guineense*; l'horizon moyen est compris entre 1900 et 2250 m d'altitude avec des arbres géants tels que *Entandrophragma excelsum*, *Prunus africana* et *Parinari excelsa* subsp. *holstii* atteignant 30 et parfois 40 m de haut; l'horizon supérieur compris entre 2250 et 2450 m d'altitude présentant une forêt distincte des deux types précédents avec des cimes s'arrêtant généralement à 15 m, à l'exception de quelques individus de *Podocarpus milanjanus* atteignant 20 m et au-delà de 2450 m, on rencontre des formations végétales du type afro-subalpin constituées des fruticées sclérophylles où la famille des Ericaceae (*Phillipia*, *Erica* et *Vaccinium*) est la plus représentée et des formations graminéennes très étendues sur les sommets et dans les zones très dégradées (*Exothea abyssinica*, *Microchloa kunthii*, *Monocymbium ceresiiforme* et *Loudetia simplex*).

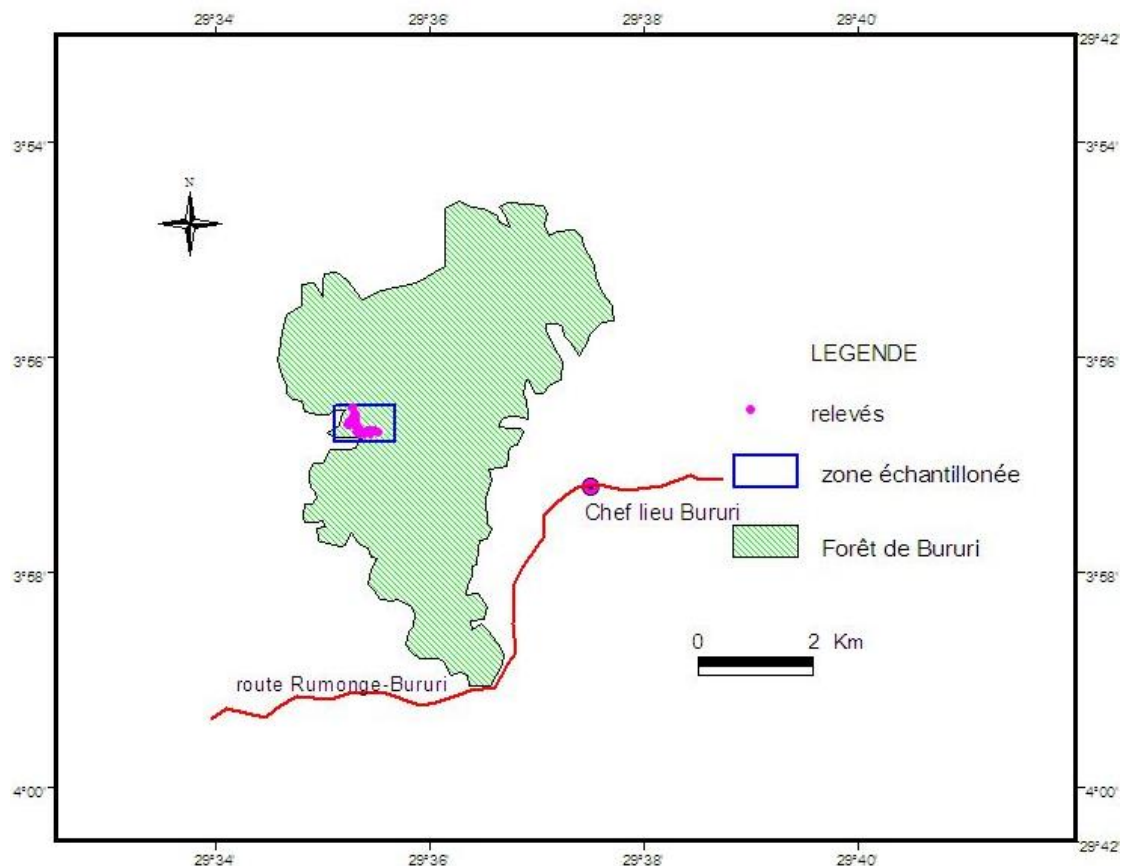


Fig.1: Localisation de la zone échantillonnée dans la réserve naturelle forestière de Bururi

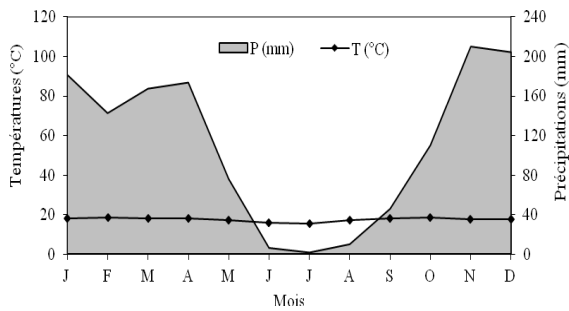


Fig. 2: Diagramme ombrothermique de la région de la réserve naturelle forestière de Bururi (Burundi) (Source: Statistiques de l'Institut Géographique du Burundi, 1997-2006).

3. METHODOLOGIE

Nous exploitons dans cette étude la voie, déjà explorée par d'autres phytosociologues (Gallandat *et al.*, 1995), qui consiste à utiliser comme unités fonctionnelles les homécies (catégories de synusies de physionomie comparable et occupant la même fonction écologique dans différentes phytocénoses). Les homécies sont ainsi, des compartiments homogènes des phytocénoses vis-à-vis des formes biologiques, des types morphologiques végétatifs et des stratégies adaptatives.

Pour la collecte des données phytosociologiques, 30 relevés ont été réalisés dans les jachères d'âges échelonnés (0-2 ans, 3-5 ans et plus de 5 ans) selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932) en tenant compte de l'homogénéité de la station au point de vue floristique. L'individualisation des groupements a été obtenue grâce aux logiciels TWINSpan ((TWO-way INDicator SPECies ANALYSIS) et MVSP (Multi-Variate Statistical Package) proposés respectivement par Hill (1994) et Kovach (1997).

Pour aborder l'aspect consacré des paramètres floristiques comme indicateurs du stade de la succession post culturale, nous avons calculé les différents spectres avant d'analyser leur évolution suivant l'âge de la jachère. Les paramètres analysés sont:

- Les types biologiques liés à l'état phénologique de l'espèce rencontrée. Nous avons utilisé le système

de Raunkiaer (1934) modifié par le Lebrun (1947) : phanérophytes, chaméphytes, hémicryptophytes, thérophytes et géophytes ;

- Les types phytogéographiques admis pour l'Afrique (White, 1979 & 1983) : espèces à large distribution sur le globe terrestre (cosmopolites, pantropicales, paléotropicales, afroaméricaines), espèces à large distribution africaine (afromalgaches, afrotropicales et plurirégionales africaines) et les espèces à distribution régionale (soudano-zambéziennes, guinéo-congolaises et afromontagnardes);
- Les types de diaspores comme définis par la classification de Dansereau et Lems (1957): zoochores (desmochores et sarcochores), anémochores (sclérochores, ptérochores et pogonochores), autochores (barochores, ballochores) et hydrochores (pléochores);
- Les types foliaires issus de la classification de Raunkiaer (1934): aphylls, leptophylls, nanophylls, microphylls, mésophylls, macrophylls et mégaphylls.

4. RESULTATS

4.1. Groupements individualisés

A partir des 30 relevés phytosociologiques réalisés, dans les jachères de la Réserve Naturelle Forestière de Bururi (Burundi), nous avons inventorié 194 espèces végétales réparties en 148 genres, 30 ordres et 66 familles. Quatre groupements ont été individualisés :

- groupement (G₁) à *Cyathea manniana* (R.M : 13,93%) et *Kotschyia africana* (RM : 13,28%) ;
- groupement (G₂) à *Virectaria major* (RM : 21, 13%) et *Pteridium aquilinum* (RM : 18,45%) dans les jachères de plus de 5 ans ;
- groupement (G₃) à *Lobelia gibberoa* (RM : 33,59%) et *Pteridium aquilinum* (R.M : 15,90%) dans les jachères de plus de 3-5 ans avec deux faciès dont le premier (G_{4L}) est dominé par *Lobelia gibberoa* et le deuxième (G_{4P}) par *Pteridium aquilinum* ;
- groupement (G₄) à *Digitaria abyssinica* (RM : 35,49%) et *Bothriocline longipes* (RM : 29,19%) dans les jachères de moins de 2 ans (Fig. 3).

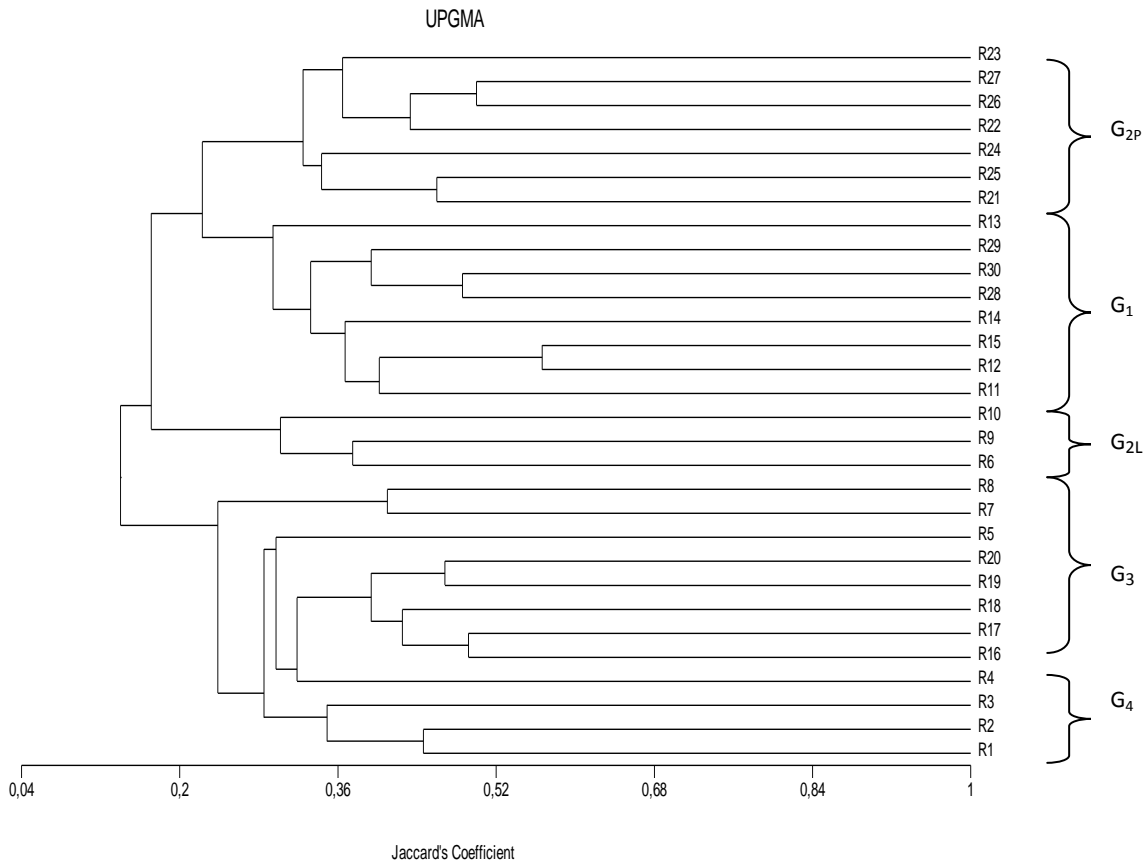


Fig. 3: Disposition des 4 groupements individualisés dans les jachères de Bururi sur un dendrogramme : G₁ : groupement à *Digitaria abyssinica* et *Bothriocline longipes*, G₂ : groupement à *Lobelia gibberoa* et *Pteridium aquilinum* avec deux faciès dont le premier (G_{2L}) est dominé par *Lobelia gibberoa*, G₂ : groupement à *Virectaria major* et *Pteridium aquilinum* et le deuxième (G_{2P}) par *Pteridium aquilinum* et G₄ : groupement *Cyathea manniana* et *Kotschyia africana*

4.2. Types biologiques comme indicateurs du stade de la succession post culturale

Les courbes d'évolution des types biologiques en fonction de l'âge de la jachère (Fig. 4) montrent que le groupement de jeunes jachères (G₁) a un pourcentage

élevé des thérophytes avec 25% par rapport aux autres groupements. Cette proportion des thérophytes diminue considérablement dans les jachères (G₄) de plus de 5 ans et est de 8,9 %. Le pourcentage des phanérophytes suit une évolution contraire; bas dans les jeunes jachères (29,7 %) et élevé (43,5 %) dans le groupement G₄ des jachères plus âgées (plus de 5 ans).

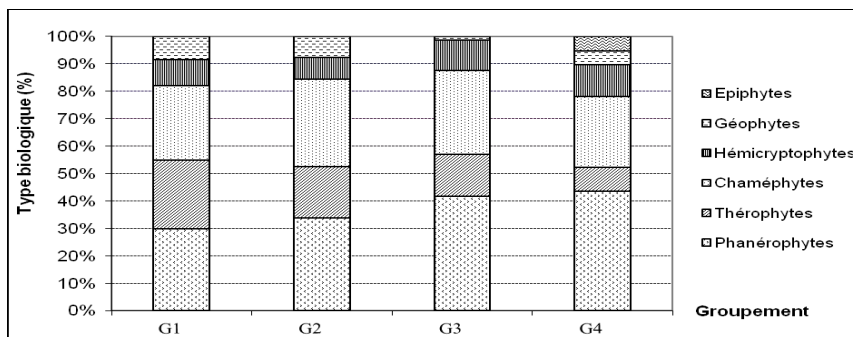


Fig. 4: Evolution des types biologiques en fonction de l'âge des groupements des jachères de Bururi (G₁ : groupement à *Digitaria abyssinica* et *Bothriocline longipes*, G₂ : groupement à *Lobelia gilberroa* et *Pteridium aquilinum* avec deux faciès dont le premier (G_{2L}) est dominé par *Lobelia gibberoa*, G₂ : groupement à *Virectaria major* et *Pteridium aquilinum* et le deuxième (G_{2P}) par *Pteridium aquilinum* et G₄ : groupement à *Cyathea manniana* et *Kotschyia africana*

4.3. Types phytogéographiques comme indicateurs du stade de la succession post culturale

La distribution des types phytogéographiques dans les différentes étapes de régénération forestière dans les jachères de la partie savane de la réserve naturelle forestière de Bururi (Fig. 5) montre une diminution progressive d'espèces à large distribution selon l'âge de la jachère depuis les groupements les plus jeunes jusqu'aux groupements des jachères plus âgées.

En effet, les espèces à large distribution au niveau du globe représentent respectivement 40,3 % dans le groupement de jeunes jachères (G₁) alors que ce pourcentage n'est que 23,9 % dans le groupement des jachères âgées (G₄).

D'autre part, les espèces à distribution régionale augmentent depuis les jeunes jachères jusqu'aux groupements les plus évolués des jachères âgées. Ainsi, ces espèces occupent respectivement 29,3 % dans le groupement de jeunes jachères (G₁) pour augmenter jusqu'à 40,0 % dans le groupement des jachères âgées (G₄).

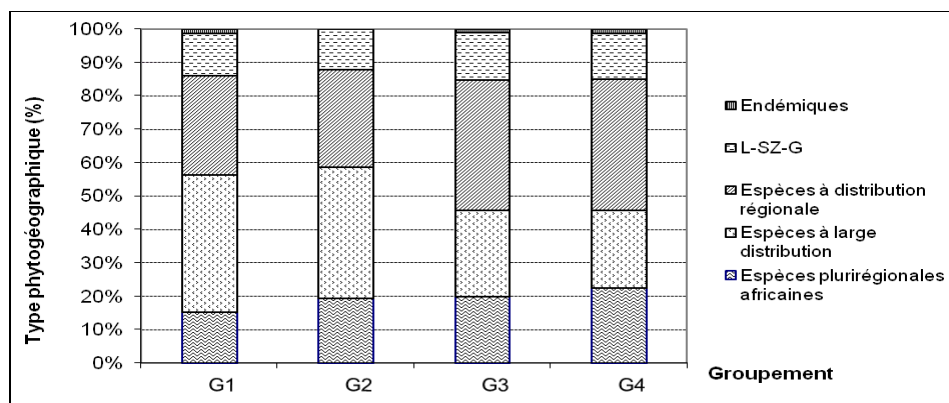


Fig. 5: Evolution des types phytogéographiques en fonction de l'âge des groupements des jachères de Bururi (G₁: groupement à *Digitaria abyssinica* et *Bothriocline longipes*, G₂: groupement à *Lobelia gibberroa* et *Pteridium aquilinum* avec deux faciès dont le premier (G_{2L}) est dominé par *Lobelia gibberroa*, G₂: groupement à *Virectaria major* et *Pteridium aquilinum* et le deuxième (G_{2P}) par *Pteridium aquilinum* et G₄: groupement à *Cyathea manniana* et *Kotschya africana*)

4.4. Types foliaires comme indicateurs du stade de la succession post culturale

Les différents types foliaires se répartissent différemment dans les différents groupements des jachères d'âge différent (Fig. 6). Une augmentation progressive avec l'âge de la jachère des espèces

mésophylles a été observée. Leur pourcentage est de 27,5 % dans les jeunes jachères contre 38,3 % dans les jachères âgées. Il apparaît également que les espèces microphylles et nanophylles régressent avec l'âge de la jachère respectivement 58,6 % et 4,6 dans les jeunes jachères contre 50,5 % et 1,8 dans les jachères plus âgées.

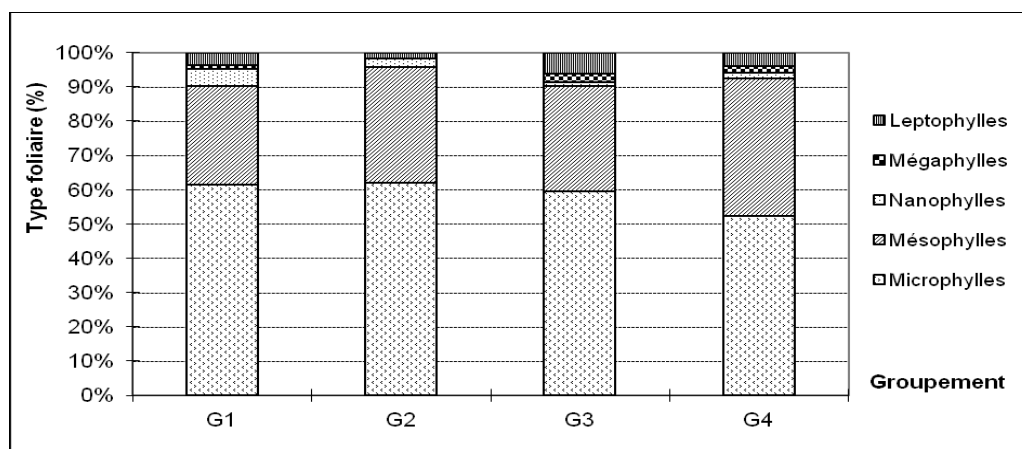


Fig. 6: Evolution des types foliaires en fonction de l'âge des groupements des jachères de Bururi (G₁: groupement à *Digitaria abyssinica* et *Bothriocline longipes*, G₂: groupement à *Lobelia gibberroa* et *Pteridium aquilinum* avec deux faciès dont le premier (G_{2L}) est dominé par *Lobelia gilberroa*, G₂: groupement à *Virectaria major* et *Pteridium aquilinum* et le deuxième (G_{2P}) par *Pteridium aquilinum* et G₄: groupement à *Cyathea manniana* et *Kotschya africana*)

4.5. Types de diaspores comme indicateurs du stade de la succession post culturale

Les courbes d'évolution du pourcentage des espèces possédant les différents types de diaspores dans les jachères de différents âges (Fig. 7) montrent une évolution régressive des espèces à diaspores

sclérochores le long du gradient âge de la jachère. Ce type de diaspores représente 29,1 % dans les jeunes jachères contre 22,6 % dans les vieilles jachères. Une évolution contraire est observée chez les types de diaspores sarcochores ; 29,1 % dans les jeunes jachères contre 34,4 % dans les jachères plus âgées.

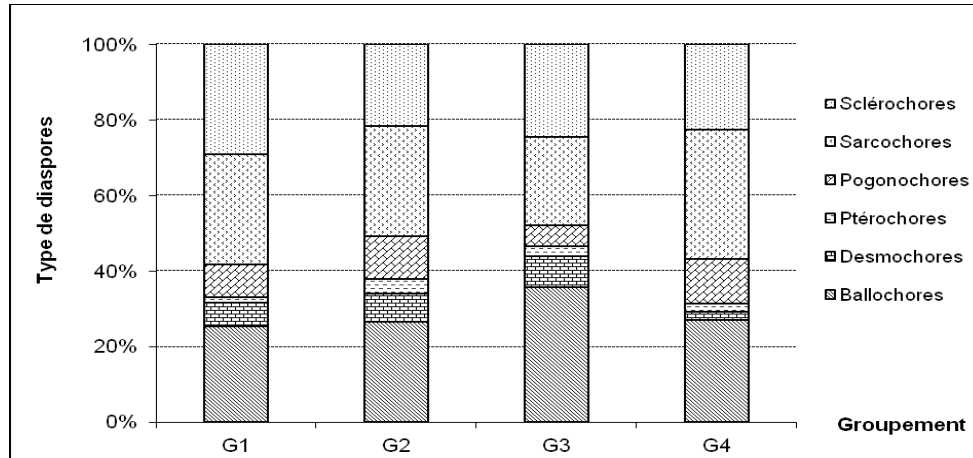


Fig. 7: Evolution des types de diaspores en fonction de l'âge des groupements des jachères de Bururi : G₁: groupement à *Digitaria abyssinica* et *Bothriocline longipes*, G₂: groupement à *Lobelia gibberroa* et *Pteridium aquilinum* avec deux faciès dont le premier (G_{2L}) est dominé par *Lobelia gilberoa*, G₂: groupement à *Virectaria major* et *Pteridium aquilinum* et le deuxième (G_{2P}) par *Pteridium aquilinum* et G₄: groupement à *Cyathea manniana* et *Kotschya africana*

5. DISCUSSIONS

5.1. Evolution des traits biologiques

L'analyse des proportions des types biologiques entre les différents groupements montre une diminution des thérophytes et une augmentation conséquente des phanérophytes au fur et à mesure que l'âge de la jachère augmente. Au cours de la régénération naturelle, la végétation herbacée pionnière est progressivement remplacée par les rejets des souches et la croissance des plantules des arbres qui vont créer une strate arbustive. L'installation de cette strate arbustive explique la diminution des thérophytes qui sont pour la plupart des espèces héliophiles.

Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres auteurs. En étudiant les changements dans la répartition des types biologiques en fonction d'un gradient dynamique de colonisation des anciennes terrasses de culture en Provence calcaire, Taton & Roche (1994) ont conclu que les thérophytes connaissent une diminution rapide alors que les phanérophytes augmentent continuellement avec l'installation d'espèces ligneuses dès que les pratiques agricoles (en particulier le labour) cessent.

Aux Etats-Unis et en Europe, beaucoup d'études (Lavorel *et al.*, 1993 ; Mac Cook, 1994 ; Debussche *et al.*, 1996 ; Smit, 1996), portant sur les successions secondaires post-culturelles, ont mis en évidence la modification de la répartition des espèces en types

biologiques au fur et à mesure de la succession: explosion temporaire de thérophytes, apparition et dominance des hémicryptophytes et montée lente (sur 20 à 50 ans) des phanérophytes.

Quant aux types phytogéographiques, de tous les groupements individualisés dans les jachères de la Réserve Naturelle Forestière de Bururi, il y a une prédominance des espèces à large distribution. En effet, les jachères constituent des milieux largement perturbés et dont les influences externes sont intenses, il n'est donc pas étonnant que les espèces allochtones soient en proportions élevées.

Cependant, il y a une diminution progressive des espèces à large distribution selon l'âge des jachères depuis les groupements les plus jeunes jusqu'au groupement des jachères plus âgées. De plus, les espèces à distribution régionale augmentent depuis les jeunes jachères jusqu'aux groupements les plus évolués des jachères âgées. Ainsi, au cours du temps, les espèces opportunistes diminuent progressivement et s'épanouissent conséquemment les espèces caractéristiques de la région au fur et à mesure que la perturbation du milieu régresse.

L'évolution des types foliaires montre une augmentation progressive avec l'âge de la jachère des espèces mésophylles et une diminution d'espèces microphylles et nanophylles. En effet, les jeunes jachères sont dominées par les espèces héliophiles et sont caractérisées par des formations monostratifiées.

Au fur et à mesure qu'apparaissent les phanérophytes, il se forme une strate arbustive favorisant ainsi l'épanouissement d'espèces sciaphiles généralement à feuille de grande taille (mésophylles).

Tilman (1986) expliquent cette situation par la disponibilité des ressources telle la lumière « ressource ratio hypothesis ». En effet, l'installation d'une strate arbustive crée une sorte de parasolerie, limitant ainsi la quantité de lumière arrivant au niveau de la strate inférieure. L'hypothèse de compétition pour atteindre l'optimum des facteurs écologiques limitants, dont la lumière, devient donc déterminante quant à l'espèce dominante dans un habitat donné.

Les espèces à dissémination anémochore régressent avec l'âge des jachères. Dans les vieilles forêts secondaires, le mode de dissémination le plus fréquent est la zoochorie. Koubouana *et al* (2007) ont abouti aux conclusions similaires lors d'une étude de l'évolution des paramètres floristiques pendant la régénération des forêts de la réserve de la Lefini (Congo brazzaville). Les espèces à diaspores sclérochores connaissent une évolution régressive et finissent par disparaître dans les vieilles jachères. Elles constituent le stock d'espèces pionnières qui préparent les conditions de germination des espèces à diaspores sarcochores avant de disparaître.

Smit (1996) admet que les espèces ligneuses ne sont pas dans la banque du sol et dépendent donc de l'arrivée de leurs graines dans le milieu (par dispersion par le vent ou les animaux) alors que les espèces herbacées des champs cultivés (arable weeds) forment la majorité de la banque du sol et sont donc capables de coloniser rapidement les milieux abandonnés.

Abordant dans le même sens, Jauzein (2001) dit qu'à l'échelle de la parcelle, la persistance du stock semencier des thérophytes (plantes annuelles) et la survie d'organes de multiplication végétative des géophytes permettent le renouvellement endémique de la plupart des espèces: stock endogène. Il faut y ajouter un contingent d'espèces allochtones, le plus souvent anémochores ou quelquefois zoochores, dont les diaspores pénètrent en permanence sur le site par introduction naturelle (apophytes) ou par l'homme. Si elles appartiennent à des espèces préadaptées, elles pourront enrichir la banque déjà présente; sinon, elles donneront naissance à des jeunes plants éliminés par la première perturbation.

5.2. Concept de la dynamique post-culturelle et stratégies adaptatives

Le déroulement de la dynamique post-culturelle repose sur l'instauration d'une hiérarchie des végétaux en fonction de leurs capacités d'exploitation des ressources abiotiques. Les changements de végétation durant la succession secondaire sont dus principalement aux interactions biotiques i.e. les capacités des plantes à modifier leur environnement

pour l'installation d'autres espèces (facilitation), des interactions compétitives et la tolérance d'une espèce à la présence des autres (Huston & Smith, 1987; Pickett *et al.*, 1987; Callaway & Walker, 1997; Wilson, 1999).

Les modèles proposés par MacArthur & Wilson (1967) et Grime (1977) expliquent cette dynamique postculturelle. Les premiers auteurs opposent des organismes soumis à une sélection de type *r* à ceux soumis à une sélection de type *K*, la sélection de type *r* étant rencontrée chez des espèces qui peuvent occuper des milieux perturbés et la sélection de type *K* chez les individus qui persistent dans un milieu donné pour de longues périodes. Dans cette étude, les thérophytes seraient des stratèges de type *R* et les phanérophytes de type *K*. Le second auteur propose une classification des végétaux selon leur adaptation à des niveaux de perturbation et de stress, le stress étant considéré comme un manque de ressources (lumière, eau, nutriments, température).

Nos résultats corroborent aussi les conclusions de Grime (1979). En effet, en début de succession se trouvent des espèces thérophytes dont les traits sont associés à la stratégie « rudérale tolérante au stress », c'est-à-dire des espèces avec une croissance rapide, une dispersion efficace et un fort investissement dans la reproduction. En revanche, les espèces de fin de succession sont de type phanérophytes développant des traits associés à la stratégie « compétitrice tolérante au stress », avec une vitesse de croissance lente, une utilisation des ressources efficace et un faible investissement dans la reproduction.

Un modèle d'allocation des ressources dans les principaux organes de la plante (racines, feuilles, tiges et graines) explique également la forme de croissance et donc l'aptitude compétitive des espèces (Tilman, 1990). Selon ce modèle, les espèces dominantes de début de succession auront une forte allocation aux feuilles et aux racines (observée chez les thérophytes) et seront remplacées par des espèces à forte allocation aux tiges (phanérophytes).

Ainsi, la succession est le résultat d'une dynamique au cours de laquelle les espèces de début de succession, ayant un fort pouvoir colonisateur et/ou une croissance rapide, sont remplacées progressivement par des espèces qui ont une forte biomasse racinaire et/ou une concentration en azote des tissus faible, signe d'une plus grande compétitivité (Gleason & Tilman, 1990).

En définitive, les espèces se placent sur un continuum de gestion des ressources en fonction de leurs traits et de leurs habitats d'origine. Du côté des jeunes jachères, on trouve les espèces qui sont caractéristiques d'habitats où la disponibilité des ressources est élevée ou qui présentent un potentiel élevé pour l'acquisition des ressources et une vitesse de croissance à court terme élevée et donc un renouvellement rapide des tissus.

A l'opposé, chez les vieilles jachères, se trouvent les espèces présentant un renouvellement des tissus moins rapide et des traits qui améliorent la conservation des nutriments (Grime, 1977; Chapin, 1980; Poorter, 1990; Poorter & Garnier, 1999).

BIBLIOGRAPHIE

- Braun-Blanquet, J., (1932) - *Plant sociology. The study of plant communities*. Ed. Mac Gray Hill, New York, London, 439 p.
- Callaway R.M. & L.R. Walker, (1997) - Competition and facilitation: A synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology*, 78, 1958-1965.
- Chapin F.S., (1980) - The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11, 233-260.
- Dansereau P. & K. Lems, (1957) - The grading of dispersal types in plant communities. *Contributions de l'Institut de Botanique de Montreal*, 71, 1-52.
- Debussche M., J. Escre, J. Lepart, C. Houssard & S. Lavorel, (1996) - Changes in mediterranean plant succession : old-fields revisited. *Journal of Vegetation Science*, 7, 519-526.
- Gallandat J.D., F. Gillet, E. Havliceke & A. Perrenoud, (1995) - *Patubois, typologie et systématique phytocologique des pâturages boisés du Jura Suisse*. Lab. Ecol. Vég., Univ. de Neuchâtel, Volume 1. 466 p.
- Gleeson S.K. & D. Tilman, (1990) - Allocation and the transient dynamics of succession on poor soils. *Ecology*, 71, 1144-1155.
- Grime J.P., (1977) - Evidence for existence of 3 primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111, 1169-1194.
- Grime J.P., (1979) - *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, New York, 222 p.
- Hill M.O., (1994) - *DECORA and TWINSpan, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs*. In *FORTSPAN 77. TABLEFIT programs* (ed.), Huntington, England. 58 p.
- Huston M. & T. Smith, (1987) - Plant succession - Life-history and competition. *The American Naturalist*, 130, 168-198.
- Jauzein P., (2001)- *Biodiversité des champs cultivés : l'enrichissement floristique*. In *Agriculture et biodiversité des plantes*. INRA (ed.), Dossier de l'environnement 21, 43-64.
- Koubouana F., A. Ngoliele & G. Nsongola, (2007) - Evolution des paramètres floristiques pendant la régénération des forêts de la réserve de la Lefini (Congo brazzaville). *Annales de l'Université Marien NGOUABI*, 8 (4), 10-21.
- Kovach W.L., (1997)- *MVSP: MultiVariate Statistical Package data analysis*. Kovach Computing Services, 85 Nant-y-Felin, Pentraeth, Anglesey.
- Lavorel S., M. Debussche, J.D. Lebreton & J. Lepart, (1993) - Seasonal patterns in the seed bank of Mediterranean old-fields. *Oikos*, 67, 114-128.
- Lebrun J., (1947) - *La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard*. Inst. Parcs Nat. Congo belge, Exp. Parcs Nat. Albert, Mission Lebrun (1937-1938) 1, 800 p.
- Lewalle J., (1972) - Les étages de végétation du Burundi occidental. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 42(1/2): 1-247.
- Mac Cook L.J., (1994) - Understanding ecological community succession : causal models and theories, a review, *Vegetatio*, 110, 115-147.
- MacArthur R.H. & E.O. Wilson, (1967) - *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Pickett S.T.A., S.L. Collins & J.J. Armesto, (1987) - Models, mechanisms and pathways of succession. *Botanical Review*, 53, 335-371.
- Poorter H. & E. Garnier, (1999) - *The ecological significance of variation in relative growth rate and its components*. In: *Handbook of Functional Plant Ecology*. Marcel Dekker, New York, 81-120.
- Poorter H., (1990)- *Interspecific variation in relative growth rate; on ecological causes and physiological consequences*. In: *Causes and consequences of variation in growth rate and productivity in higher plants*. H. Lambers, M.L. Cambridge, H. Konings & T.L. Pons (eds.), SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, 45-68.
- Raunkiaer C., (1934)- *The life's forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press, London, 632 p.
- Serpantié G. & J. L. Devineau, (1991) - Le programme "interrelations systèmes écologiques-systèmes de culture en zone soudanienne (ouest-burkinabé)" : projet scientifique. In: Floret C. & G. Serpantié (éds.), *La jachère en Afrique de l'Ouest*. Colloques et Séminaires. ORSTOM, 481-490
- Smit R., (1996) - The colonization of woody species in old fields, old field succession in the Netherlands. Agricultural University, Wageningen department of terrestrial ecology and nature, 46 p.

Tatoni T. & P. Roche, (1994) - Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence. *Journal of Vegetation Science*, **5**, 295-302.

Tilman D., (1986) - Nitrogen-limited growth in plants from different successional stages. *Ecology* **67**, 555-563.

Tilman D., (1990) - Constraints and tradeoffs - Toward a predictive theory of competition and succession. *Oikos*, **58**, 3-15.

White F., (1979) - The guineo-congolian region and its relationships to other phytochoria. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, **49**, 11-55.

White F., (1983) - The vegetation map of Africa. A descriptive memoir. UNESCO, *Natural Resources Research*, **20**, 1-356.

Wilson J.B., (1999) - Guilds, functional types and ecological groups. *Oikos*, **86**, 507-522.