

## Variabilité climatique au Niger : Impacts potentiels sur la distribution de la végétation

Ali MAHAMANE<sup>1\*</sup>, Mahamane SAADOU<sup>1</sup>, Karim SALEY<sup>1</sup>, Bakasso YACOUBOU<sup>1</sup>, Boubé MOROU<sup>1</sup>,  
Issoufou WATA<sup>2</sup>, Abdoulaye DIOUF<sup>1</sup>, Inoussa MAMANE MAAROUHI<sup>1</sup>, Abassa ISSAKA<sup>3</sup>,  
Arzika TANIMOUNE<sup>1</sup>, Idrissa Soumana MAÏGA<sup>1</sup> et Sandrine JAUFFRET<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université A. Moumouni (UAM) BP 10662 Niamey,  
Tél. : (00227) 96 96 77 24 / Fax: (00227) 20 31 50 72 ;

<sup>2</sup> Réseau d'Observatoire et de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) Ministère de  
l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification, BP 578 Niamey Niger ;

<sup>3</sup> Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification ;

<sup>4</sup> NARGES (Nature, Resources and Global Environmental Surveillance), Le Coulet Pré d'Engauri 04200  
Les Omergues France, Tel / Fax : + 33 4 92 37 22 78 ; sandrine.jauffret@gmail.com.

### Ali MAHAMANE :

M. MAHAMANE est né à Kendadji (Niger) en 1964. Il suit des études agronomiques à l'Université Abdou Moumouni où il obtint la maîtrise en 1991, ce qui lui a permis de suivre une spécialisation en Eaux et Forêts à l'École Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts (ENGREF) de Montpellier (France) en 1992. À l'issue de sa formation il se décide d'embrasser des études approfondies à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso) en 1994 où il défend une thèse de 3<sup>ème</sup> Cycle en Biologie et Ecologie Végétales en 1997. Après avoir exercé en tant qu'enseignant chercheur à l'Université Abdou Moumouni, il effectue une thèse de Doctorat en cotutelle entre l'Université Abdou Moumouni et l'Université Libre de Bruxelles en 2005. Actuellement Ali Mahamane est titulaire d'une thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique et enseigne au Département de Biologie avec le grade de Maître de Conférences. Site Web : <http://sunproject.dk/sidevisning.asp?ID=652>

### Résumé :

Depuis 2003, les sites du dispositif national de surveillance environnementale (DNSE) du Niger mis en place par le Réseau d'Observatoire et de Surveillance Écologique à Long Terme (ROSELT) avec l'appui de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) ont permis de collecter et de traiter les données écologiques selon des méthodologies harmonisées favorisant ainsi les comparaisons spatio-temporelles. Les données floristiques et phytoécologiques ont été relevées suivant la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet. Les attributs vitaux analysés se rapportent à la diversité spécifique, la diversité alpha, l'équirépartition, les types biologiques et phytogéographiques et la phytomasse herbacée. À l'échelle du dispositif, l'analyse a montré que la diversité spécifique, la diversité alpha et la phytomasse sont plus importantes dans les biotopes peu perturbés des bioclimats nord soudanien et sud sahélien marqués par une pluviométrie relativement favorable. Dans les bioclimats nord sahélien et saharien, la topographie peut jouer localement un rôle prépondérant dans la redistribution de cette phytodiversité. Sur l'ensemble du dispositif, la distribution des types biologiques montre une dominance des thérophytes dans tous les bioclimats (56,8±11%). Les espèces pérennes viennent en seconde position et déterminent 26,5±7,3%, avec des valeurs supérieures pour les biotopes du bioclimat nord soudanien.

Mots-clés : ROSELT Niger, suivi écologique, biotopes, attributs vitaux des écosystèmes, diversité alpha, gradient environnemental.

### Abstract :

#### Climate variability in Niger: potential impacts on vegetation distribution and productivity

Since 2003, the sites of the national environmental monitoring system (DNSE) of Niger, set up by the long term ecological monitoring observatories network (ROSELT) with the support of the Sahel and Sahara Observatory (OSS), were used to collect ecological data with harmonized methods for spatio-temporal comparisons purpose. Floristic and phytoecological data were collected using the

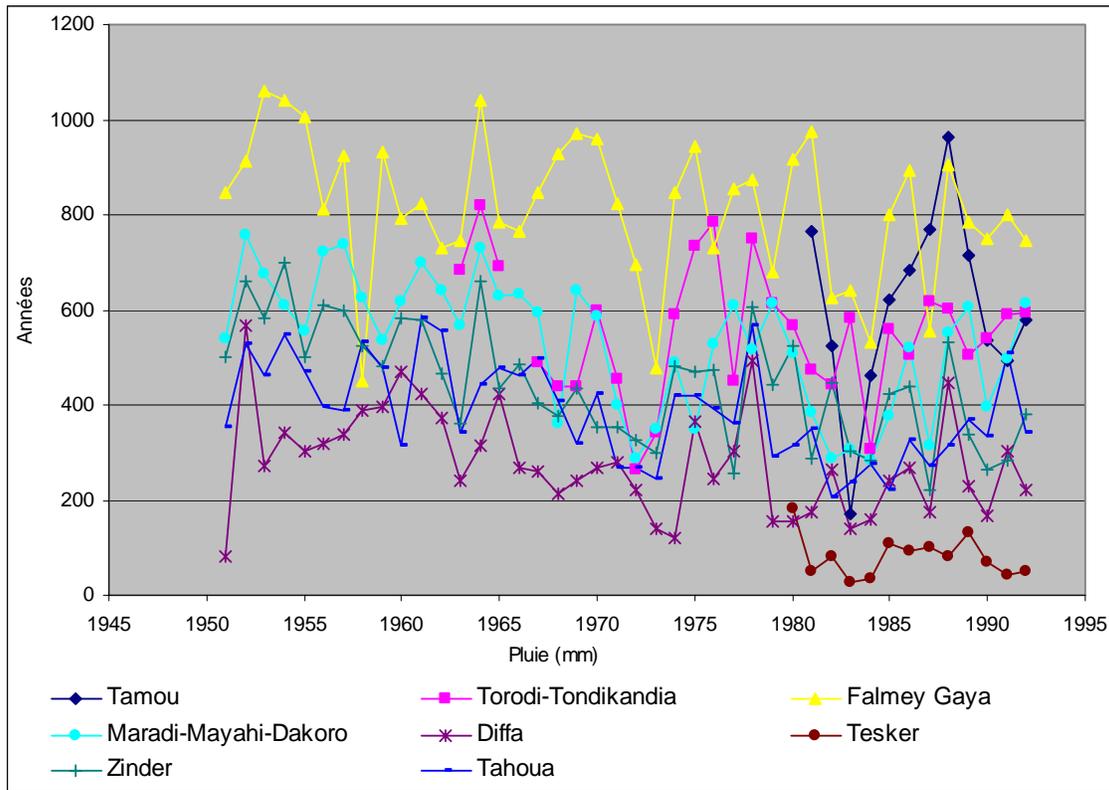
phytosociological methodology of Braun-Blanquet (1932). Ecosystem vital attributes used included the specific diversity, alpha diversity, equidistribution, biological types, herbaceous phytomass. At the whole system scale, the analysis revealed that the specific diversity, the alpha diversity and the phytomass values were higher in less disturbed biotopes of the north soudanian and south sahelian bioclimates where the rainfall rate is relatively high. Regarding the north sahelian and saharian bioclimates, the topography may play a critical role in the redistribution of this phytodiversity. Besides, the distribution of the biological types showed the prevalence of therophytes ( $56,8\pm 11\%$ ) regardless of the bioclimate and, to a lesser extent, the perennial species ( $26,5\pm 7,3\%$ ), the later group showing higher values for the north soudanian bioclimate.

Keywords : ROSELT-Niger, ecological monitoring, biotopes, ecosystem vital attributes, alpha diversity, environmental gradient.

**Contexte de l'étude :**

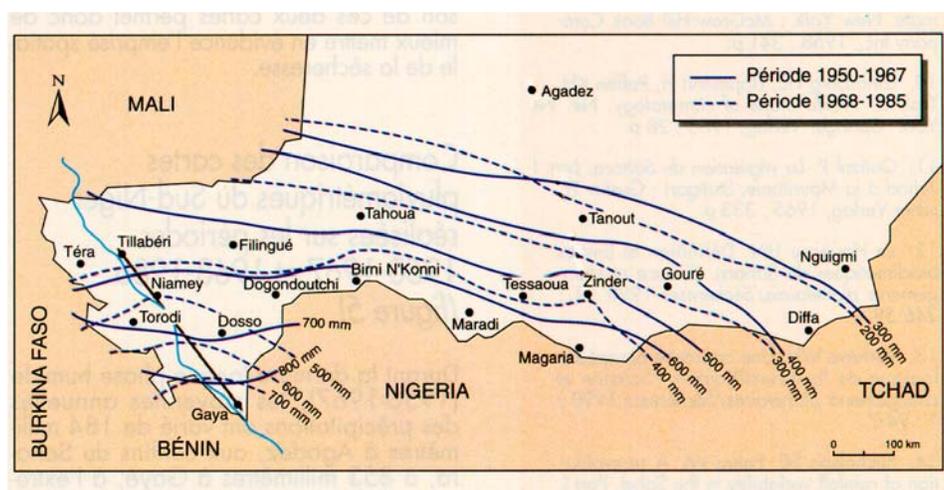
Le territoire du Niger se caractérise par la diversité des bioclimats qui détermine la distribution de la végétation (Saadou, 1990). Les principales zones climatiques sont : les zones saharienne, sahélienne et soudanienne marquées par des bandes de transition. À cette variation latitudinale se surimpose la géomorphologie qui concoure à engendrer des variations stationnelles d'ampleur variable.

La désertification croissante est devenue, depuis quelques décennies, le principal problème environnemental. La figure 1 donne l'évolution de la pluviométrie pour certaines stations au Niger. Il ressort de l'analyse globale de cette figure une diminution des quantités de pluies enregistrées par les stations dans le temps.



**Figure 1 :** Variation de la pluviométrie

Une synthèse faite par Ozer *et al.* (1995) a mis en évidence un glissement des isohyètes vers le Sud (figure 2). Les 2/3 de la superficie du territoire sont considérés comme étant très affectés par ce fléau (Saadou, 1990). Couverte pour l'essentiel par des formations végétales steppiques très clairsemées, cette zone est plus ou moins marquée par l'ampleur de l'impact des diverses activités humaines. Il s'agit surtout du surpâturage et de l'extension des cultures pluviales qui dénudent le sol pendant les périodes sèches et accélèrent ainsi son érosion (Mahamane *et al.*, 2007a). La sécheresse climatique, qui a marqué ces dernières années, a fortement perturbé l'équilibre des écosystèmes de cette région (Mahamane *et al.*, 2007b).



**Figure 2** : Carte pluviométrique du sud Niger. Les isohyètes sont calculées sur la période dite « humide » (1950-1967) et la période de sécheresse (1968-1985) (Ozer et Erpicum, 1995)

Les impacts d'une sécheresse climatique sont d'autant plus néfastes que les écosystèmes sont plus fragilisés par les perturbations anthropiques (Teague *et al.*, 2004). Compte tenu de l'état de dégradation atteint par certains écosystèmes et de la sécheresse qui a sévi au Niger au cours des années 1973-74 à 1984-85, l'identification d'indicateurs écologiques et socioéconomiques fiables s'avère indispensable pour le suivi de la dynamique des écosystèmes et garantir une meilleure gestion.

L'objectif du travail est d'analyser la flore et la végétation à travers plusieurs attributs vitaux pour caractériser les observatoires et suivre leur dégradation / restauration selon un gradient climatique et d'usage.

## Matériel et méthode

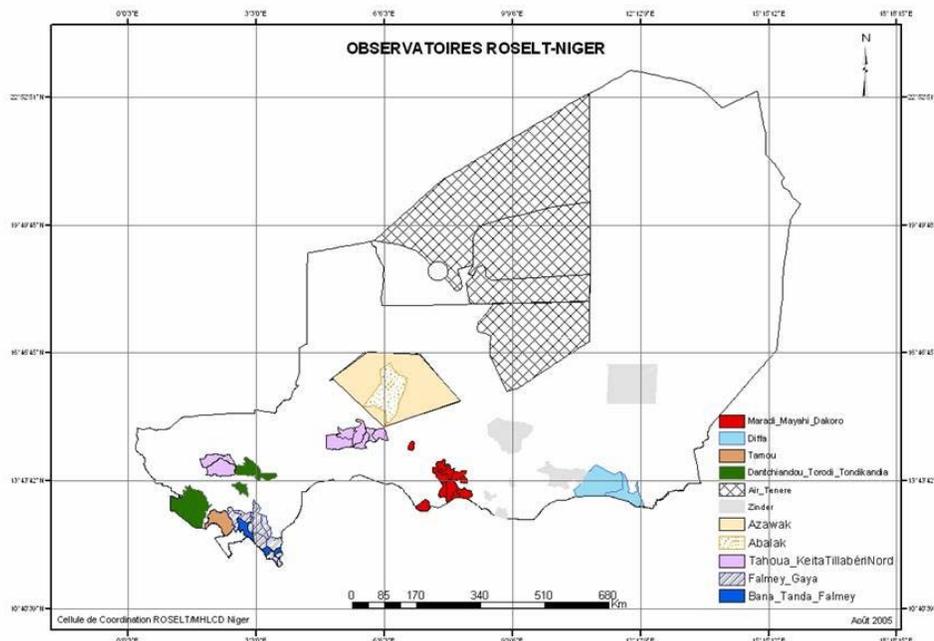
### Les observatoires :

Le Niger comporte neuf (9) observatoires localisés dans les zones bioclimatiques caractéristiques des principaux agro-écosystèmes que compte le pays. Ces observatoires forment le dispositif national de surveillance environnementale (figure 3). Parmi ces 9 observatoires, 8 sont retenus dans le cadre de cette étude, observatoires de : Diffa, Zinder, Maradi, Falmey – Gaya, Tahoua – Tillabéri Nord, Azawak, Tamou et Torodi – Tindikadia.

Les principales caractéristiques de ces observatoires sont décrites ci-dessous :

- **Observatoires de Diffa** : système dunaire du bassin du Lac Tchad caractérisé par l'alternance de dunes plus ou moins fixées ponctué d'oasis. La végétation est constituée par des steppes arborées à *Acacia raddiana* et arbustives à *Leptadenia pyrotechnica*.

- **Observatoires de Zinder** : système du Damagram Mounio dont la végétation est caractérisée principalement par des steppes plus ou moins arborées à *Acacia raddiana* dans le Nord et du Parc à *Acacia albida* dans les champs cultivés.
- **Observatoires de Maradi** : système du goulbi N’kaba où *Hyphaene thebaica* constitue des fourrés denses dans les vallées. Les terrasses sableuses sont caractérisées par un peuplement ligneux arbustif dont les éléments dominants sont : *Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum*, *Guiera senegalensis*. Dans la partie septentrionale de la région se répartissent les steppes à *Acacia raddiana*.
- **Observatoires de Falmey – Gaya** : La végétation est caractérisée par plusieurs faciès dont les principaux sont les savanes arbustives sur plateau, les parcs à *Vitellaria paradoxa*, à *Parkia biglobosa* et la rôneraie des Dallols Bosso et Maouri dont l’élément clé est *Borassus aethiopum*.
- **Observatoires de Tahoua – Tillabéri Nord** : La végétation est constituée principalement par des steppes *Acacia raddiana* dans la zone de Tahoua et des parcs arborés mixtes dans la zone de Tillabéri. Cet observatoire se singularise par l’importance des activités de restaurations des terres qu’ont nécessité leur état de dégradation
- **Observatoires de Azawak** : La végétation est constituée principalement par des steppes *Acacia raddiana*. La zone est reconnue pour la mare de Tabalak structurant une zone humide d’importance internationale.
- **Observatoires de Tamou** : Il recouvre la réserve totale de faune de Tamou qui est contiguë au Parc National du W. La végétation est une savane arbustive sur les plateaux et des parcs à *Vitellaria paradoxa* dans les champs cultivés.
- **Observatoires de Torodi – Tindikadia** : C’est la zone de répartition des brousses tigrées au Niger. Les espèces principales sont *Combretum micranthum*, *C. nigricans*, *Guiera senegalensis* sur les plateaux. Dans les vallées se répartissent les parcs à *Acacia albida* et à *Parinari macrophylla*.



**Figure 3** : Localisation géographique des observatoires du Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE) du Niger

Caractériser les observatoires au point de vue diversité est un paramètre essentiel et nécessaire, pour la simple raison que la diversité floristique compte parmi les attributs vitaux d'un écosystème (Le Floch et Aronson, 1995). Pour analyser les attributs vitaux de la végétation, 8 à 15 stations permanentes sont décrites par observatoire. Par station, la liste floristique est établie, la méthode des points quadrats est appliquée pour relever la strate herbacée et la phytomasse est évaluée par la méthode de récolte intégrale.

### **Les indicateurs phytoécologiques :**

Par définition, un indicateur est un paramètre ou une valeur calculée à partir d'un ensemble de paramètres qui fournit des informations sur un phénomène ou sur son état (OCDE, 1994). Ces indicateurs permettent aussi de quantifier l'ampleur et le degré de divers stress biotiques et abiotiques. Ils se subdivisent en deux groupes : ceux relatifs à la structure et ceux relatifs au fonctionnement des écosystèmes. Dans le cadre de ce travail, les attributs vitaux retenus pour décrire les caractéristiques des différents écosystèmes sont la richesse spécifique, la diversité alpha, la phytomasse, les types biologiques et phytogéographiques.

La méthodologie adoptée pour la caractérisation de l'état du couvert végétal est celle des points quadrats telle que définie par Daget et Poissonnet (Daget P. et Poissonnet J., 1971) et Floret (Floret C., 1988).

### **La richesse spécifique :**

La richesse spécifique représente la liste de toutes les espèces qui peuplent un écosystème (Long, 1974). Les données récoltées concernent la liste des espèces végétales établie à travers des relevés floristiques. Elle peut être globale (à l'échelle de l'observatoire) ou définie par faciès ou formation végétale. Pour apprécier les variations de la richesse floristique à l'échelle de l'observatoire et mettre en évidence son évolution, il faut procéder à l'analyse de la composition floristique, en se basant sur le critère quantitatif (nombre des espèces).

### **La diversité alpha :**

La diversité alpha est la diversité des espèces dans une communauté – un habitat (Huston, 1994). Elle est calculée à partir des fréquences des espèces relevées le long des lignes de points quadrats (Legendre et Legendre, 1998).

La diversité alpha (intra-stations) est évaluée par les indices de diversité biologique ( $H'$ ) et d'équitabilité (régularité) selon la méthode Shannon-Weaver (Frontier S, Pichod-Viale D., 1993). L'indice de diversité  $H'$  est défini par la formule :

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Avec S = nombre total d'espèces

$p_i = (n_i/N)$ , fréquence relative des espèces ( $\sum p_i=1$ ).

$n_i$  = fréquence relative de l'espèce i dans l'unité d'échantillonnage

N = somme des fréquences relatives spécifiques

### **L'indice d'équitabilité :**

L'indice d'équitabilité de Pielou (1966) permet quant à lui d'évaluer le poids de chaque espèce dans l'occupation de l'espace. Il permet donc d'apprécier la régularité de la distribution des espèces dans la communauté. Il est d'autant plus élevé qu'un grand nombre d'espèces participe au recouvrement. Son expression générale est la suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Où  $H'$  correspond à l'indice de Shannon,  $H_{max}$ , à la diversité théorique maximale et  $S$  à la richesse spécifique.

L'étude des indices de diversité permet l'estimation des modifications de la diversité végétale dans l'espace.

### La phytomasse :

La phytomasse aérienne correspond au poids du matériel végétal, vivant ou non, présent au-dessus de la surface du sol, par unité de surface et à un instant donné. Elle est exprimée en KgMS/ha. La mesure de la phytomasse est essentielle pour évaluer la quantité de ressources disponibles sur l'observatoire; le suivi périodique de la phytomasse est indispensable pour évaluer la production primaire en fonction de différents paramètres de production (temps, pluviosité) et de la productivité si on a pu installer les protocoles de mesures requis pour cet indicateur important. Les données requises doivent être récoltées par station pour le calcul des productivités primaires des différentes stations.

### Résultats

#### Les indices de diversité et productivité :

Le tableau 1 résume l'ensemble des indices calculés pour les observatoires.

**Tableau 1 : Indices de diversité des Observatoires**

Paramètres de diversité	Observatoires							
	Tamou	Falmey-Gaya	Torodi-Tondikandia	Maradi-Mayahi-Dakoro	Tahoua-Tillabéri-Nord	Azawak	Zinder	Diffa
S	168	145	154	163	64	132	120	63
$H'$	3,7	3	3,6	2,8	3,8	2,9	2,7	1,9
E	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,5

Si nous considérons uniquement la composition floristique, nous remarquons que les observatoires de la zone nord soudanienne (Tamou, Falmey-Gaya, Torodi-Tondikandia, Maradi-Mayahi-Dakoro) sont plus riches en taxons que ceux des bioclimats sahéliens (Tahoua-Tillabéri-Nord, Azawak, Zinder et Diffa). En plus, les observatoires de Tamou et de Maradi-Mayahi-Dakoro comportent le nombre de taxons les plus élevés à cause des réserves de forêt qui les caractérisent. En effet, l'observatoire de Tamou correspond à une réserve de faune contiguë au Parc National du W du Niger. Pour cet observatoire, les activités anthropiques sont contrôlées. En zone strictement sahélienne l'importance des taxons dans l'Azawak est déterminée par la présence de la zone humide que constitue la mare de Tabalak.

Aussi, la diversité alpha est plus élevée dans les observatoires soudaniens par rapport aux observatoires septentrionaux. Elle est plus faible pour l'observatoire de Diffa qui correspond à un système dunaire. Cette diversité alpha est meilleure dans l'Observatoire de Tahoua-Tillabéri-Nord dont la problématique est centrée sur la restauration des terres dégradées à partir de plusieurs ouvrages de conservation des eaux et des sols (CES). Ces activités de restauration multiplient les écotones qui déterminent la diversité des microclimats à la base de la richesse floristique.

En revanche, nous remarquons que les Observatoires de Torodi-Tondikandia correspondant au système de brousse tigrée et celui de Tahoua Tillabéri-Nord présentent des valeurs relativement supérieures à celles des Observatoires à fortes activités agricoles, ceci signifie que les stations réhabilitées présentent une diversité relativement plus importante que celle des observatoires marqués par un pâturage et des cultures

intensives. Ceci s'explique par le fait que le pâturage et la mise en culture diminuent la richesse floristique notamment le nombre d'espèces. En effet, selon Legendre P. & Legendre L. (1998), l'indice de Shannon a des valeurs fortes pour des espèces avec des recouvrements de même importance et il prend des valeurs faibles lorsque quelques espèces ont de forts recouvrements, alors que l'équitabilité tend vers 0 quand une espèce a un très fort recouvrement et tend vers 1 lorsque toutes les espèces présentent la même importance.

### **Les types biologiques :**

Exception faite, nous notons une prédominance des thérophytes, sauf pour l'observatoire de Tamou où la dominance est marquée par les chamaéphytes. Ceci s'explique non seulement par le statut de réserve de faune qui atténue l'ampleur des activités humaines par rapport aux autres observatoires, mais aussi par la quantité moyenne de pluie que reçoit la zone (750mm). Cette pluviosité permet un bon développement des microphanérophytes qui constituent les brousses tigrées et tachetées.

Les chamaéphytes présentent une densité notable sur les observatoires de Tamou et Dantiandou. Les nanophanéphytes se répartissent dans tous les observatoires.

Les géophytes occupent la dernière position. Le tableau 4 résume les spectres biologiques bruts des différentes stations. Les géophytes sont quasiment présentes partout, mais avec des densités très faibles. Le tableau 2 résume les spectres biologiques bruts des différentes stations.

Les thérophytes dominent sur l'ensemble des observatoires sauf pour l'observatoire de Tamou qui correspond à une réserve de faune. Ce statut de réserve contribue à réguler les pressions sur les ressources végétales.

Cette thérophytisation est une caractéristique des zones arides (Daget, 1980 ; Barbero *et al*, 1990). Selon Negre (1966) et Daget, (1980), la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Ce phénomène a été observé dans de nombreuses zones arides au Nord du Sahara (Quézel 2000, Jauffret 2001).

**Tableau 2 : Types biologiques**

Types biologiques	Observatoires							
	Tamou (%)	Torodi-Tondikandia (%)	Falmey-Gaya	Tahoua_ - Tillabéri-Nord	Maradi-Mayahi-Dakoro	Azawak	Zinder	Diffa
mésophanérophyte (Msph)	2,4	0,6	5,6	3,1	1,8	2,3	4,2	3,2
microphanérophyte (McpH)	13,7	11,0	11,1	32,8	13,5	13,6	8,3	9,5
nanophanérophyte (Nnph)	2,4	3,2	2,8	3,1	4,9	6,8	5,8	6,3
phanérophyte grim pant (Phgr)	0,6	1,9	0,0	1,6	3,1	2,3	1,7	4,8
chaméphyte (Ch)	31,0	28,6	4,2	1,6	6,7	8,3	4,2	6,3
géophyte (G)	4,2	1,3	1,4	3,1	4,3	2,3	3,3	0,0
Hélophytes (H)	1,2	1,9	5,6	1,6	3,7	4,5	2,5	3,2
hydrophyte (Hy)	0,6	3,2	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	1,6
thérophyte (Th)	39,3	42,9	58,3	48,4	55,2	36,4	63,3	55,6
thérophyte grim pant (Thgr)	4,8	5,2	11,1	4,7	6,7	6,8	6,7	9,5

Formes biologiques (FB) : Msph : mésophanérophytes, Mcph : microphanérophytes, Nnph : nanophanérophytes, Ch : chaméphyte, G : géophyte, H : Hélophytes, Hy: hydrophyte, Thgr : thérophyte grim pant, Th : thérophyte.

**Les types phytogéographiques :**

Les espèces à distribution Soudano-Zambéziennes (SZ) et Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambéziennes (GC-SZ) sont dominantes dans l'Ouest du pays. En revanche dans les observatoires de l'Est du pays comme du Nord du pays, on note une fréquence élevée pour les espèces à distribution à distribution SZ-Sah.S et SZ-Sah.S-Med. Les espèces introduites (i) sont plus fréquentes dans les sites caractérisés par une forte activité humaine (plantation pour le reboisement, cultures maraichères) (tableau 3).

**Tableau 3: Types biologiques**

Types phytogéographiques	Observatoires							
	Tamou	Torodi-Tondikandia (%)	Falmey-Gaya	Tahoua-Tillabéri Nord	Maradi-Mayahi-Dakoro	Azawak	Zinder	Diffa
GC-SZ	36,4	35,0	33,3	26,2	33,0	27,4	31,9	25,8
GC-SZ-Sah.S	12,4	13,7	8,3	21,3	10,8	19,5	12,6	19,4
i	0,8	0,9	0,0	3,3	4,0	13,3	1,7	3,2
Sah.S-Med	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	1,7	4,8
SZ	38,0	31,6	40,3	16,4	28,4	15,9	32,8	16,1
SZ-Sah.S	12,4	17,9	18,1	32,8	21,6	22,1	18,5	29,0
SZ-Sah.S-Med	0,0	0,9	0,0	0,0	0,6	1,8	0,8	1,6

Avec : GC-SZ-Sah.S : espèces à distribution Guinéo Congolaise – Soudano Zambézienne et Saharo Sindienne, I : espèces introduites, i GC-SZ : espèces à distribution Guinéo Congolaise – Soudano Zambézienne, Sah.S : espèces à distribution Saharo Sindienne, SZ : espèces à distribution Soudano Zambézienne, SZ-Sah.S : espèces à distribution Soudano Zambézienne et Saharo Sindienne, SZ-Sah.S-Med : espèces à distribution Soudano Zambézienne, Saharo Sindienne et Méditerranéenne.

Les espèces introduites sont plus importantes pour l’observatoire de l’Azawak qui intègre la grande mare de Tabalak dont les versants et la vallée font l’objet de plusieurs activités de restauration des terres dégradées et de cultures irriguées. Ces activités sont basées sur l’utilisation d’espèces exotiques performantes.

### La phytomasse :

La phytomasse herbacée est donnée dans le tableau 4. La productivité est plus importante pour les stations des observatoires de la zone nord soudanienne (Tamou, Torodi-Tondikandia et Falmey-Gaya), avec valeurs supérieures pour les zones humides comme les bourgoutières de l’observatoire de Falmey-Gaya. En zone plus septentrionale, cette productivité est moindre à cause d’une pluviométrie moindre (Figure 4).

**Tableau 4 : Quelques valeurs de la phytomasse herbacée (avec n le nombre d’échantillons)**

Observatoires	Communes	Phytomasse (g/m <sup>2</sup> )
Tamou	Savane arbustive	284,646 ± 92
Torodi-Tondikandia	Jachères protégées	287,55±93,5 (n=4)
	Jachères non protégées	191,7 ±32 (n=11)
Falmey Gaya	Jachères	264,36±116,6 (n=5)
	Bourgoutière	340±95,94 (n=5)
Maradi-Mayahi-Dakoro	Jachères	160± 75,8 (n=10)
Zinder	Tesker : Steppes à <i>Acacia raddiana</i>	70,5±16,14 (n=4)
	Matamèye : Jachères	113,3± 79(n=3)
Diffa	Steppes arbustive à <i>Acacia raddiana</i> et <i>Leptadenia pyrotechnica</i>	214,3± 131,4(n=4)

Pour une même situation bioclimatique, la productivité est plus importante en condition de mise en défens. C’est l’exemple type de l’observatoire de Torodi-Tondikandia où existent des jachères protégées et non (tableau 4).

### Conclusion

Cette étude fait ressortir une variabilité spatiale des attributs vitaux de la végétation en fonction des caractéristiques pluviométriques des stations. Aussi d’importantes différences existent sur le plan floristique, de leur diversité et de la productivité des stations. Ces différences sont principalement déterminées par le gradient pluviométrique très marqué du Sud vers le Nord. Ainsi, les valeurs des indices de diversité et la productivité sont meilleures pour les observatoires du bioclimat nord soudanien qui sévit essentiellement dans la partie sud du pays. Mais localement, les zones humides créent des conditions propices à l’expression d’une diversité et d’une productivité relativement meilleures, c’est le cas de la mare de Tabalak dans l’observatoire de l’Azawak.

Sur l'ensemble du dispositif, la distribution des types biologiques montre une dominance des thérophytes dans tous les bioclimats ( $56,8 \pm 11\%$ ), signe d'une thérophytisation des milieux c'est-à-dire d'une dégradation déjà avancée, liée principalement à l'impact des pratiques agro-sylvo-pastorales. Les espèces pérennes viennent en seconde position et déterminent  $26,5 \pm 7,3\%$ , avec des valeurs supérieures pour les biotopes du bioclimat nord soudanien (en relation avec la pluviométrie).

L'impact des activités humaines peut être apprécié non seulement à travers la mise en défens qui détermine un niveau de productivité plus élevé, mais aussi à travers l'entretien des mésophanérophyles présentant plusieurs utilités pour les exploitants et l'introduction d'espèces exotiques dans les systèmes de production agricole.

### **Bibliographie :**

Amghar F. & Kadi Hanifi H., 2008 . - Diagnostic de la diversité floristique de cinq stations steppiques du sud Algérois. *Les Cahiers d'Orphée* –2008 : 385 - 395.

Barbero, M., Quezel, P., Loisel, R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12, 194-215.

Daget P, Poissonnet J. 1971. - Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies. Critères d'application. *Ann Agron* 1971 ; 22 : 5-41.

Daget, Ph., 1980. - Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes). in: Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. Paris, 89-114.

Floret C., 1988. - Méthodes de mesure de la végétation pastorale : pastoralisme et développement. Montpellier (France) : CIHEAM, 1988.

FRONTIER S. & PICHOD-VIALE D. 1993. - Écosystèmes; Structure, fonctionnement, évolution. Collection d'Écologie, 21. 2ème ed., *Masson*, Paris.

Huston M.A. 1994. - Biological diversity – The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press, Cambridge.

Jauffret S. 2001 - Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides : Application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien. PhD thesis, Univ. of Aix-Marseille III, France.

Le Flocc, H., Aronson, J., 1995. - Écologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Natures Sciences Sociétés*, 1995, Hors série, 29 - 34.

Legendre P. & Legendre L., 1998. - Numerical ecology : Developments in *Environmental Modelling* 20. Elsevier : 235 - 245.

Long G. 1974. - Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. I : Principes généraux et méthodes. *Masson*, Paris ; 1 vol. 252p.

Mahamane A., Ichaou A., Ambouta K. J.M., Saadou M., Morou B., Amani I., Mahamadou H., d'Herbès J.

- M., Gineste P., Wata I. et Abassa I., 2007. -Indicateurs écologiques de la période optimale de remise en culture de jachères au Niger. *Sécheresse* 2007; 18 (4) : 289-95.
- Mahamane A., Saadou Mahamane, Yacoubou Bakasso, Issaka Abassa, Ichaou Aboubacar & Saley Karim, 2007. - Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristiques de la végétation dans la Commune de Gabi (Région de Maradi / Niger). *Sécheresse* 2007, 18, no4 : 296-304.
- OCDE, 1994. - Indicateurs d'environnement. Paris : OCDE (organisation de coopération et développement économiques).
- Ozer P. & Erpicum M. ; 1995. - Méthodologie pour une meilleure représentation spatio-temporelle des fluctuations pluviométriques observées au Niger depuis 1905. *Sécheresse n°1*, 6 : 103-108.
- Quézel P. 2000 – Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris. 117
- Saadou M., 1990.- La végétation des milieux drainés nigériens à l'est du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université Niamey, Niger, 393p.
- Teague WR, Dowhower SL, Waggoner JA. Drought and grazing patch dynamics under different grazing management. *J Arid Environ* 2004; 58 : 97-117.