

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ
FES**



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr: MAISSOUR Abdellah

Soutiendra : le 07/02/2020 à 9H

**Lieu : Centre Polyvalent des Etudes doctorales
(Nouveau bâtiment)**

Une thèse intitulée :

Les macrophytes du Bassin Hydraulique du Sebou (Maroc) : Détermination de la diversité botanique et du potentiel bioindicateur de la qualité écologique de l'eau de rivière

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable (RNE2D)

Spécialité : Géosciences et Ressources Naturelles

Devant le jury composé comme suit :

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr. LAHRACH Abderrahim	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées - Fès
Directeur de thèse	Pr. BENAMAR Saad	PES	Ecole Normale Supérieure - Fès
Rapporteurs	Pr. IRAQI Abdelilah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr. IBIJBIJEN Jamal	PES	Faculté des Sciences - Meknès
	Pr. JANATI IDRISSE Rchid	PES	Ecole Normale Supérieure Martil- Tetouan
Membre	Pr. TALEB Mustapha	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

Résumé :

De nombreuses espèces de macrophytes possèdent les traits caractéristiques des bioindicateurs appropriés. Cela a conduit à une prolifération des systèmes basés sur les macrophytes pour l'évaluation de l'état écologique des eaux au cours des trois dernières décennies. C'est notamment le cas dans certains pays européens où des efforts concertés ont été déployés pour élaborer des protocoles de biosurveillance à base de macrophytes. En général, en Afrique et plus particulièrement dans les pays méditerranéens d'Afrique, malgré les avantages de l'utilisation de macrophytes dans le suivi de la qualité de l'eau, les recherches sur l'élaboration d'indices de macrophytes aquatiques sont assez rares. L'objectif de ce travail est de décrire la structure des communautés de macrophytes dans le bassin hydraulique de Sebou (BHS) du Maroc, de mettre en évidence quelques facteurs déterminant leur distribution et d'évaluer les possibilités d'adoption ou d'adaptation des indices macrophytiques euro-méditerranéens à ce contexte (la stabilité de l'amplitude écologique et des espèces optima...) ainsi que la faisabilité du développement d'un nouvel indice biotique basé sur les macrophytes. Cette étude était basée sur un travail de terrain approfondi le long de la rivière de Sebou et de ses affluents. Dans le présent travail, 39 stations hydrologiques représentatives du BHS et bien réparties dans les 5 hydroécorégions (HEs) du bassin ont été étudiées et 208 espèces de macrophytes ont été répertoriées et identifiées.

La richesse totale estimée par les courbes de raréfaction montre que le nombre d'espèces aquatiques est très limité et remarquablement inférieur à celui des ripariennes.

Le test ANOSIM, et sa confirmation par le test PERMANOVA, ont révélé qu'il y a une différence entre les communautés ripariennes selon les HEs du BHS ($R = 0,18853$, p ajusté (Bonferroni) = $0,0022$), alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les espèces aquatiques selon les HEs ($R = 0,05524$, p ajusté (Bonferroni) = $0,1453$).

L'un des résultats marquants obtenus est la mise en évidence de la variation significative de l'amplitude écologique et des optima des espèces entre différentes régions euro-méditerranéennes. En effet, il existe des corrélations faiblement -ou non-significatives entre les amplitudes des espèces des indices de différents pays méditerranéens : France / Portugal ($p = 0,001$, $R^2 = 0,57$), Espagne / Portugal ($p = 0,001$, $R^2 = 0,34$) et France / Espagne ($p = 0,001$, $R^2 = 0,30$).

Au BHS, il y a un nombre limité (23) d'espèces reconnues comme bio-indicatrices dans les indices macrophytiques euro-méditerranéens. Donc, il apparaît que les indices trophiques euro-méditerranéens ne pourraient pas être appliqués, tels qu'ils sont, au BHS et il est plus approprié de développer un indice basé sur l'approche de l'intégrité biotique intégrant les espèces ripariennes.

De plus, afin de surmonter la faible présence de macrophytes aquatiques au BHS et de s'affranchir des effets biotiques et abiotiques affectant leur distribution, nous pouvons suggérer l'usage de la biosurveillance active des macrophytes impliquant l'introduction de certains macrophytes sélectionnés dans les masses d'eau à évaluer et le suivi de leurs biomarqueurs pendant une période donnée.

Mots clés : Qualité écologique des eaux, Macrophytes, liste de référence, hydromorphologie, rivières méditerranéennes, biomarqueurs, télédétection.

MACROPHYTES OF THE HYDRAULIC BASIN OF SEBOU (MOROCCO): DETERMINATION OF THEIR DIVERSITY AND THEIR POTENTIAL USE AS BIOINDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF RIVERS.

Abstract :

Many macrophytes species possess traits characteristic of ideal bioindicators.

That led to a proliferation of the development of macrophyte-based systems for the evaluation of ecological status of rivers, lakes, transitional waters and wetlands in the last three decades. This is especially the case in some European countries where a concerted effort has been made to develop macrophyte-based biomonitoring protocols.

In Africa in general, and more specifically in the African Mediterranean countries, despite the advantages of using macrophytes in water quality monitoring, there is a lack of research in the development of aquatic macrophyte indices.

The key research questions of this study were 1) what is the structure of HBS macrophytes communities and what factors are responsible for their distribution? 2) whether or not we can adopt or adapt Euro-Mediterranean macrophyte indices in HBS (similarities and differences of macrophytes species between HBS and those included in these indices, the stability of the ecological amplitude and species optima...)? 3) the possibilities and limits of developing a new HBS trophic index based on macrophytes. This study was based on an extensive field work along the Sebou River and its tributary. In the present work 39 hydrological station representative of the HBS and well distributed in the 5 hydroecoregions of the basin were studied and 208 species were identified.

The total richness estimated by rarefaction curves, shows that the number of aquatic species is very limited and remarkably lower than riparian species, which are very diversified.

(ANOSIM) revealed that there is a difference between riparian species communities among the different hydro-ecoregions ($R=0.1853$, Bonferroni corrected $\alpha=0.0022$). When only aquatic species were considered, ANOSIM revealed that there is no significant difference ($R=0.05524$, Bonferroni corrected $\alpha=0.1453$). The robustness of these results has been confirmed by the PERMANOVA test.

One of the most significant findings to emerge from this study is the ecological amplitude and species optima vary between Mediterranean ecoregions, and that indicator taxa differ between countries: there are small and/or non-significant correlations between Mediterranean indices: France/Portugal ($p=0.000$, $R^2=0.57$), Spain/Portugal ($p=0.000$, $R^2=0.34$), and France/Spain ($p=0.000$, $R^2=0.30$).

In HBS, there is a limited number of species recognized as bioindicators in Euro-Mediterranean macrophyte indices (23 species). Then, it seems that the trophic indices of the Euro-Mediterranean rivers can't be applied as it is in Morocco (HBS) and it is more appropriate to develop an index based on a biotic-integrity approach integrating riparian species.

Finally, to overcome the low occurrence frequency of aquatic macrophytes and to limit the biotic and abiotic factors affecting their distribution, we can rely on active macrophytes monitoring implying the exposure of some selected macrophytes in waterbodies and the assessment of their biomarkers' responses for a period of time.

Key Words : Ecological water quality, Macrophytes, reference list, bioindication, hydromorphology, Mediterranean rivers, biomarkers, Remote sensing.