

Progrès relatifs à l'influence des facteurs écologiques et sociaux sur l'évaluation de la dynamique des écosystèmes humides

Marius Hugues DEGLA¹, Geoffroy KAKE¹, Laurent HOUSSOU¹, Toussaint LOUGBÉGNON²

(Reçu le 24/09/2024; Accepté le 04/11/2024)

Résumé

Les écosystèmes des zones humides, essentiels pour la biodiversité et les services écosystémiques, sont menacés par le changement climatique et les activités humaines. Cette recherche évalue les efforts de recherche sur leur dynamique écologique, en se concentrant sur l'impact des facteurs sociaux et la nécessité d'une approche intégrée. Une analyse bibliométrique de 1637 documents Scopus et une revue systématique de 28 publications ont été réalisées. Les résultats montrent une augmentation de la recherche de 1971 à 2023, avec des contributions majeures de la Chine, des États-Unis et de l'Australie. Les chercheurs H. Zhang, X. Li et Y. Liu se distinguent comme influents. L'analyse révèle que les écosystèmes des sites Ramsar sont influencés par des facteurs biotiques (biodiversité, végétation) et abiotiques (hydrologie, géomorphologie). Cependant, les activités humaines, notamment l'urbanisation et l'industrialisation, menacent ces milieux par la pollution et l'utilisation non durable des ressources. Pour une conservation efficace, il est recommandé d'adopter une approche équilibrée incluant la protection de la biodiversité, une gestion durable des ressources et la participation des communautés locales dans la prise de décisions et la mise en œuvre de mesures de conservation.

Mots clés: Bibliométrie, Facteurs anthropiques, Facteurs environnementaux, Gestion durable, Conservation, Participation communautaire

Advances in understanding the influence of ecological and social factors on wetland ecosystem dynamics assessment

Abstract

Wetland ecosystems, essential for biodiversity and ecosystem services, are threatened by climate change and human activities. This research assesses research efforts on their ecological dynamics, focusing on the impact of social factors and the need for an integrated approach. A bibliometric analysis of 1637 Scopus documents and a systematic review of 28 publications were conducted. Results show an increase in research from 1971 to 2023, with major contributions from China, the United States, and Australia. Researchers H. Zhang, X. Li, and Y. Liu stand out as influential. The analysis reveals that Ramsar site ecosystems are influenced by both biotic (biodiversity, vegetation) and abiotic factors (hydrology, geomorphology). However, human activities, particularly urbanization and industrialization, threaten these environments through pollution and unsustainable resource use. For effective conservation, it is recommended to adopt a balanced approach including biodiversity protection, sustainable resource management, and local community participation in decision-making and implementation of conservation measures. This approach recognizes the complex interplay of factors affecting wetland ecosystems and emphasizes the importance of integrating social and ecological considerations in conservation strategies.

Keywords: Bibliometrics, Anthropogenic factors, Environmental factors, Sustainable management, Conservation, Community participation

INTRODUCTION

Les zones humides sont d'importants réservoirs de biodiversité et fournissent des services écosystémiques vitaux. Cependant, ces écosystèmes sont confrontés à des défis en raison de l'urbanisation, du changement climatique et des activités humaines non durables. Comprendre les interactions complexes entre ces facteurs est crucial pour orienter les stratégies de conservation et de gestion durable des zones humides (Ferreira *et al.*, 2023; Imdad *et al.*, 2023; Raj et Philip, 2023). Les zones humides des zones urbaines et périurbaines sont particulièrement menacées, et leur santé est significativement corrélée à la transformation des terres. Par ailleurs, les zones humides peuvent réguler les flux hydrologiques, moduler les débits de pointe et améliorer la résilience aux inondations et aux sécheresses. Elles ont également le potentiel d'éliminer les polluants et d'améliorer la qualité de l'eau. De plus, les zones humides jouent un rôle crucial dans le bilan mondial du carbone, agissant comme des sources/puits de gaz à effet de serre et soutenant la séquestration du carbone. Cependant, les zones humides ont été dégradées ou perdues en raison de l'utilisation des terres et des changements de la couverture terrestre, ce

qui a affecté leurs concentrations et leur dynamique en éléments nutritifs. La géologie et les processus géologiques sont fondamentaux pour l'évolution et le développement des zones humides, mais ils n'ont pas reçu suffisamment d'attention. Dans l'ensemble, une compréhension globale des écosystèmes des zones humides et de leurs interactions avec l'urbanisation, le changement climatique et les activités humaines est essentielle à leur conservation et à leur gestion durable.

Des études antérieures se sont concentrées sur la compréhension de la dynamique de ces écosystèmes, mais il existe encore des lacunes qui nécessitent une exploration plus approfondie (Selwood *et al.*, 2019). Les zones humides Ramsar, dont l'importance est reconnue internationalement, démontrent la vulnérabilité de ces écosystèmes à diverses pressions (Khelifa *et al.*, 2022). Les impacts des changements anthropiques, y compris la température, les précipitations, la sécheresse et l'empreinte humaine, ont été observés dans les zones humides (Khelifa *et al.*, 2022; Raj et Philip, 2023). Ces changements ont entraîné un déclin de la biodiversité et une augmentation du risque d'extinction pour les espèces menacées (Blais *et al.*, 2023). De plus,

¹ Université Nationale d'Agriculture, Kétou, Bénin

² Université de Parakou, Bénin

l'interdépendance des paramètres physiques, chimiques et biologiques dans les écosystèmes des zones humides affecte leur microclimat et leurs variations saisonnières. Par conséquent, d'autres recherches sont nécessaires pour comprendre et traiter la dynamique complexe des écosystèmes humides afin d'élaborer des stratégies de conservation efficaces.

Les efforts de recherche dans le domaine de la dynamique écologique des écosystèmes humides ont été évalués à travers une analyse complète de la littérature existante. L'étude se concentre sur la compréhension de l'impact des facteurs sociaux sur la dynamique de ces écosystèmes et met l'accent sur la nécessité d'une approche intégrée pour bien comprendre leur complexité. L'analyse révèle que les recherches antérieures ont été principalement publiées dans des revues hydrologiques et ont principalement utilisé des modèles hydrologiques établis (Shi *et al.*, 2022). Les étendues spatiales des études variaient, les villes et les bassins versants étant les limites les plus courantes (Shaikh et Ismail, 2022). Les étendues temporelles allaient d'échelles de temps basées sur des événements à des échelles de temps millénaires, les échelles décennales et annuelles étant les plus courantes (Naeem *et al.*, 2023). L'étude met également en évidence les limites de la recherche actuelle en termes de collaboration interdisciplinaire et suggère des orientations futures pour la recherche en socio-hydrologie (Fischer *et al.*, 2021). Ainsi, cette recherche se positionne au cœur des enjeux contemporains de la conservation de la biodiversité et du développement durable.

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Stratégie et terme de recherche

Une stratégie de recherche a été effectuée comprenant des termes de recherche de la source de données Scopus (<http://www.scopus.com/search/>). Cette source de données a été choisie, car elle comporte un large éventail de revues universitaires internationales à fort impact (Cavaggioli et Ughetto, 2019) et enregistre principalement des articles scientifiques, des revues, et des livres, mais aussi d'autres documents tels que les rapports de conférences, etc. La première étape a consisté à définir une chaîne de recherche en tenant compte des mots-clés et termes liés aux éléments PIO (Population, Interventions, Outcome) (Petrokofsky *et al.*, 2015) (Tableau 1).

Chaîne de recherche

Chaque élément a été comparé par les opérateurs booléens OR (Garcia-Yi *et al.*, 2014; Petrokofsky *et al.*, 2015) et leurs combinaisons par l'opérateur booléen AND. Les termes ont permis d'établir l'équation de recherche (Recherche par titres, résumé mots-clés) que voici: (TITLE-ABS-KEY ("Ramsar site" OR "Wetland ecosystems" OR "Aquatic ecosystems" OR "Marsh ecosystems") AND

TITLE-ABS-KEY ("Ecological dynamics" OR "Ecological evolution" OR "Ecological changes" OR "Ecological observations") AND TITLE-ABS-KEY ("Environmental factors" OR "Environmental pressures OR "Anthropogenic influences" OR perception OR knowledge OR "Future challenges"))).

Méthode d'analyse

Au total 1637 documents ont été retenus de la source de donnée Scopus. Ces documents ont été exportés respectivement aux formats RIS et CSV le 15 novembre 2023, puis soumis au logiciel R pour effectuer les analyses bibliométriques. L'analyse bibliométrique est une approche rigoureuse et objective de l'analyse de la littérature qui permet l'identification, l'évaluation et l'interprétation de toutes les études disponibles pertinentes sur une question de recherche dans un domaine d'étude spécifique ou liée à un problème d'intérêt spécifique (Derviş, 2020). Ainsi, l'analyse de tendance de publication, l'analyse des pays ou régions ayant une forte contribution dans le domaine a été réalisée à l'aide de bibliometrix R-Tool via l'interface biblioshiny (Aria et Cuccurullo, 2017), un package R récent qui facilite une analyse bibliométrique plus complète en employant des outils spécifiques pour la recherche quantitative bibliométrique et centimétrique. Aussi, les analyses des contenus des documents ont été réalisées avec le logiciel VOSviewer.

Une analyse bibliométrique descriptive a été réalisée, impliquant l'examen des publications et des citations au fil du temps, l'évaluation de la qualité des publications et l'impact des auteurs sur le sujet étudié. Une matrice de données a été créée pour réduire les dimensions grâce aux analyses factorielles, permettant ainsi la réalisation d'analyses de réseaux de collaboration entre auteurs et entre pays, comme décrite par Galvagno en 2018.

En utilisant biblioshiny, une analyse thématique a été menée pour mettre en lumière les grands groupes thématiques ainsi que leur évolution au fil du temps. Le niveau d'importance des thèmes a été évalué à l'aide de l'indice de centralité de Callon, tandis que leur degré de développement a été apprécié par la densité de Callon, selon la méthodologie de Callon *et al.* (1991). Ces deux indicateurs ont été employés pour construire le diagramme stratégique illustré dans la Figure 2, permettant ainsi d'apprécier la performance temporelle des thèmes identifiés.

Pour élaborer la synthèse narrative, nous avons pris soin de sélectionner les documents les plus pertinents portant sur le thème de la recherche. Ce processus de sélection s'est déroulé en deux étapes, consistant à vérifier d'abord si le document était lié aux écosystèmes humides des sites Ramsar, puis à examiner si son contenu abordait les facteurs influençant la dynamique de ces écosystèmes. Ainsi, nous avons retenu les 28 articles originaux les plus pertinents afin de répondre à la question centrale de cette revue.

Tableau 1: Éléments de PIO

Élément	Mot-clé	Synonyme
Population	Écosystèmes humides	Écosystèmes humides OU site Ramsar
Intervention	Dynamique d'écosystème	Dynamique d'écosystème OU Évolution de l'écosystème OU Changement de l'écosystème
Outcome	Facteurs d'influence	Facteurs OU Pression OU Facteurs environnementaux OU facteur sociaux

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tendance de publication

Les résultats de l'analyse des tendances d'évolution des études sur les écosystèmes humides, entre 1971 et 2023 (Figure 1), révèlent une dynamique complexe, caractérisée par deux phases distinctes. La première, de 1971 à 1993, se distingue par une production académique modérée, suggérant un intérêt limité pour le sujet à cette époque. Cependant, cette phase initiale peut également être perçue comme une période de découverte précoce, où la communauté scientifique explorait timidement ce domaine spécifique.

La deuxième phase, de 1994 à 2022, témoigne d'un développement progressif, mais stable de la recherche sur les écosystèmes humides. Cette période est marquée par une augmentation significative de l'influence des articles sur le sujet, soulignant un intérêt croissant au fil des ans. L'évolution lente, mais constante de la recherche, suggère un changement positif dans la perception et l'importance attribuées aux écosystèmes humides.

La tendance globale à la hausse entre 1971 et 2023 indique une attention croissante envers les écosystèmes humides au fil du temps. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette évolution, tels que la prise de conscience croissante de leur importance écologique, les préoccupations environnementales grandissantes, et les avancées technologiques facilitant la recherche dans ce domaine.

Distribution des publications entre pays/régions

Le nombre de publications et de citations par pays sur un sujet reflète l'intérêt du pays pour le sujet et l'influence de ses travaux sur les développements scientifiques en cours. Dans l'ensemble des 1637 publications obtenues, la dynamique des écosystèmes humides a suscité plus d'intérêts de recherche en Chine, Amérique, en Australie et en Ukraine (Figure 2A). La Chine vient en tête avec 1156 publications (71 %), suivis des USA (982 publications soit 60%) et de l'Australie (256 publications soit 16%) (Figure 2A). Bien que certains pays africains se soient intéressés au sujet, les efforts de publications sont encore faibles sur l'ensemble

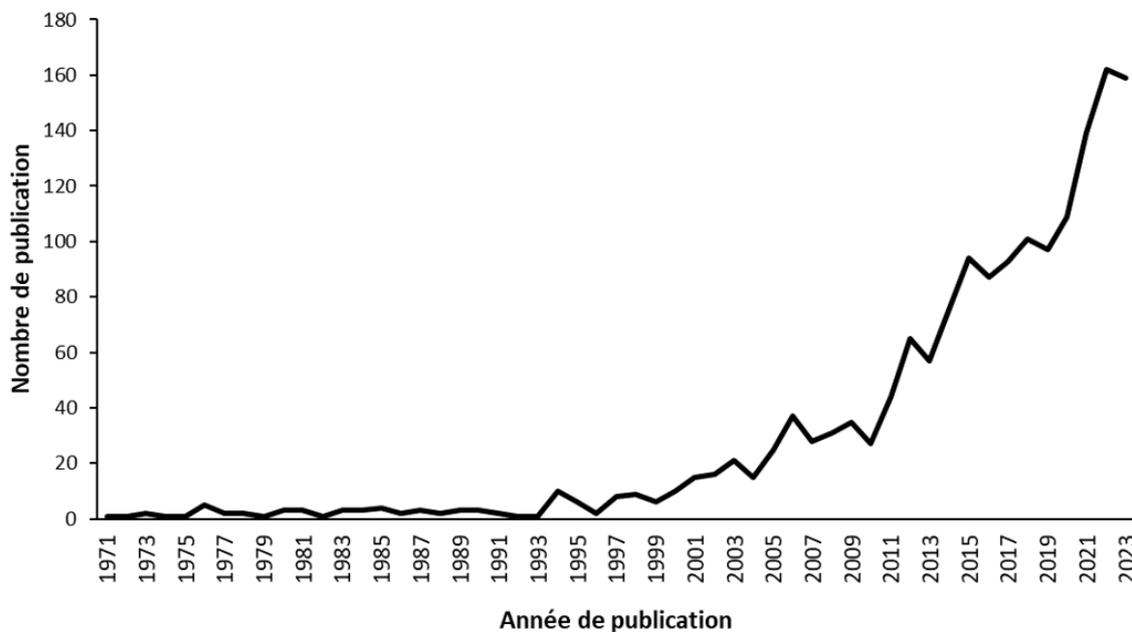


Figure 1: Tendance de publication sur la thématique

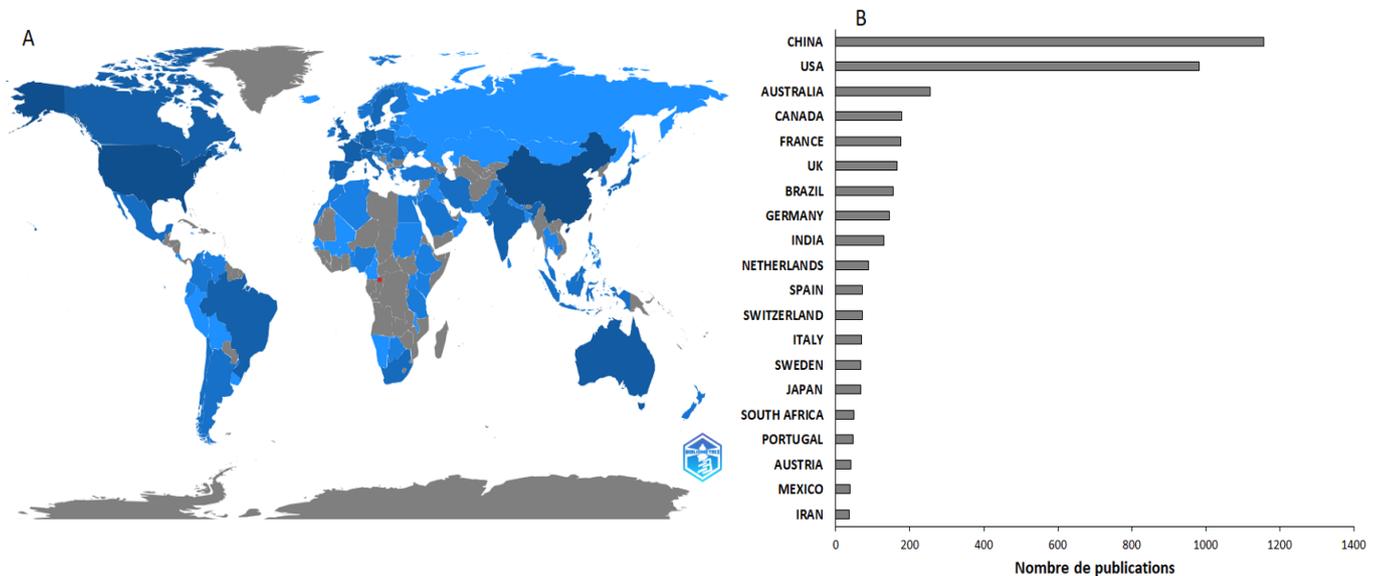


Figure 2: Distribution spatiale des publications sur les écosystèmes des zones humides de la période de 1971 à 2023 (A) et distribution du nombre de publications (B)

du continent. Un seul pays représente l’Afrique avec des efforts de publications relativement importants. Il s’agit de l’Afrique du Sud avec 49 publications, soit 3% (Figure 2B).

Impact scientifique des auteurs

L’analyse du tableau des auteurs influents met en évidence plusieurs chercheurs qui ont eu un impact significatif sur leur domaine de recherche (Tableau 2). Les indices h et g, ainsi que le nombre total de citations (TC), donnent des indications sur l’impact et la portée des travaux de chaque auteur. En analysant conjointement le nombre de publications, de citations, ainsi que les indices H et G, il apparaît que Zhang H., Li X., et Liu Y. se démarquent comme les trois auteurs les plus influents dans le domaine de la recherche sur les écosystèmes humides. Au cours de la période examinée, Zhang H. a été l’auteur prédominant dans cette thématique, présentant 16 publications, 380 citations, et affichant les indices H (10) et G (16) les plus élevés (Tableau 2).

Évolution des thématiques basées sur les mots-clés

La figure 3 présente l’évolution des thématiques les plus utilisées dans la littérature sur les écosystèmes des zones humides. Sur la base de l’évolution des publications, trois années ont été fixées comme seuils. Il s’agit de 2014, 2020 et 2023. La taille des barres indique la fréquence à laquelle les mots-clés sont apparus et la couleur permet de distinguer les mots-clés. De 1971 à 2014, les mots-clés les plus couramment utilisés dans les moteurs de recherche pour les écosystèmes humides étaient: «ecosystems», «aquatic ecosystems» et «wetland». De 2014 à 2020, un mot-clé s’est ajouté aux précédentes qui est «environmental monitoring». Cependant, les thèmes de recherche sur les écosystèmes humides ont commencé à se diversifier à partir de 2018 à 2023, prenant en compte les thématiques liées à la variation saisonnière.

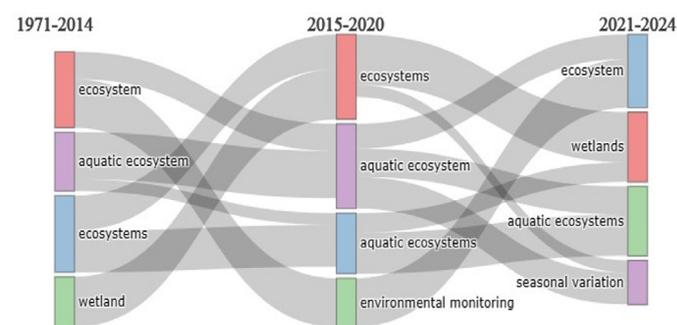


Figure 3: Évolution de la carte thématique des mots-clés plus de 1971 à 2023

Groupes thématiques développés

Sur l’ensemble des 1637 documents analysés, quatre grands groupes thématiques se démarquent (Figure 4). Le premier (quadrant 1) est composé des thèmes dits moteurs définis comme les plus importants et développés (Figure 5). Ce thème moteur est gouverné par une thématique centrale qui est l’écosystème (Tableau 4). Le deuxième groupe (situé entre le quadrant 1, 2, 3 et 4) est composé des thèmes bien développés. Le thème représentant le groupe est écosystèmes aquatiques. Le troisième groupe (quadrant 3) est composé des thèmes dits émergents dont la thématique centrale est eutrophisation.

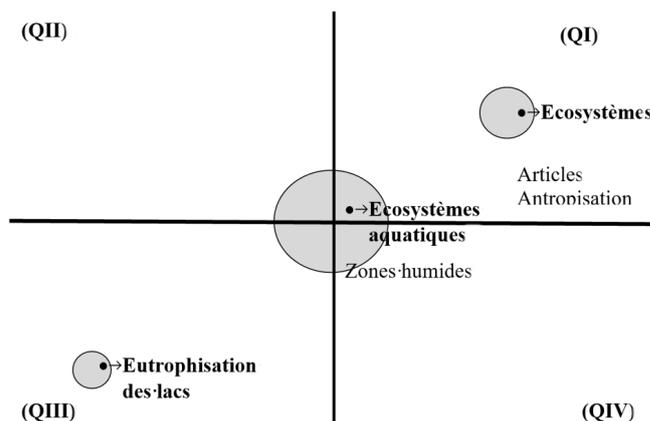


Figure 4: Carte thématique sur l’impact des écosystèmes des zones humides

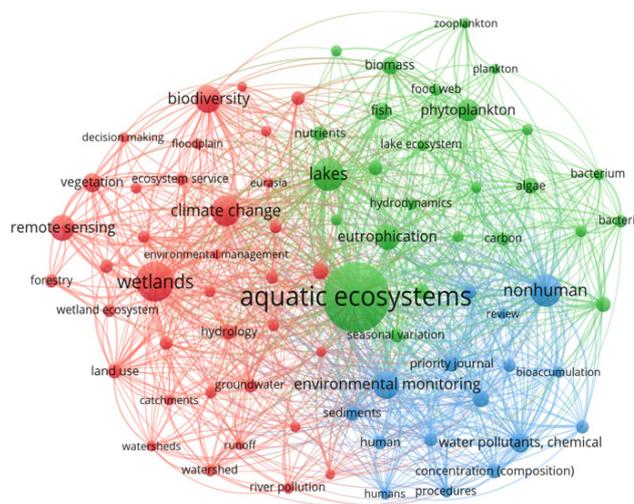


Figure 5: Cluster des facteurs étudiés dans les publications scientifiques

Tableau 2: H index, G index, nombre de citations total et nombre de publications des dix premiers auteurs

Auteurs	H_index	G_index	m_index	TC	NP	Année de début de publication
Zhang H.	10	16	0.769	380	16	2012
Li X.	9	14	0.818	258	14	2014
Liu Y.	9	19	0.450	375	25	2005
Gal G.	8	10	0.421	392	10	2006
Li Y.	8	16	0.444	287	25	2007
Wang L.	8	17	0.400	300	17	2005
Wang X.	8	17	0.533	333	17	2010
Zhang Y.	8	14	0.571	199	15	2011
Liu X.	7	13	0.438	179	14	2009
Paerl H.W.	7	7	0.318	768	7	2003

Analyse du contenu des documents

Cluster des concepts

La figure 5 met en lumière trois clusters principaux liés aux à la dynamique des écosystèmes humides dans les publications scientifiques. Le premier groupe, identifié par la couleur verte, se caractérise par les concepts liés aux écosystèmes humides. Le deuxième cluster, en rouge, est associé aux facteurs influençant les écosystèmes humides. Le troisième groupe, marqué en bleu, est défini par la dynamique des écosystèmes humides (Figure 5).

Évolution des concepts

L'exploration des mots-clés sur la période allant de 1971 à 2023 a permis d'avoir une idée assez claire et large des relations entre ces termes clés. La première phase de cette analyse s'est concentrée sur l'évolution de l'impact des mots-clés au fil du temps, comme illustré dans la figure 6. Les différentes nuances de couleurs dans le graphique représentent les années individuelles, permettant ainsi d'observer les tendances émergentes et les changements de focalisation au cours des décennies.

Entre 2014 et 2015, qui se distinguent par des teintes de bleu foncé, bleu, et bleu clair, certains mots-clés prédominants étaient «fish», «algue», «hydrology», «biomass», et «plankton». Cette période a été marquée par une attention particulière portée à ces éléments, suggérant peut-être des avancées significatives ou des changements de perspectives dans la recherche sur les écosystèmes aquatiques.

Le passage aux années 2016-2017, représentées en vert, reflète un changement dans les priorités de recherche avec l'émergence de mots-clés tels que «lakes», «wetlands», «biodiversity», et «remote sensing». Cette transition peut indiquer un intérêt croissant pour les écosystèmes aqua-

tiques dans leur ensemble, avec une attention particulière portée aux lacs et aux zones humides, ainsi qu'à la biodiversité associée. L'intégration de la télédétection suggère également une adoption croissante de technologies innovantes dans l'étude des écosystèmes aquatiques.

La période 2018-2019, caractérisée par des teintes jaunes, a mis en avant des mots-clés tels que «water pollutant», «aquatic ecosystems», «human», «climate change», et «Ecosystems service». Ces éléments suggèrent une attention croissante portée aux impacts anthropiques sur les écosystèmes aquatiques, y compris les préoccupations liées à la pollution de l'eau, aux écosystèmes aquatiques, aux aspects humains, au changement climatique, et aux services écosystémiques.

Cette analyse chronologique des mots-clés offre ainsi un aperçu détaillé des tendances évolutives dans la recherche sur les écosystèmes aquatiques au fil des décennies, mettant en évidence les thématiques prédominantes et les évolutions de la communauté scientifique dans ce domaine.

Analyses des facteurs influençant la dynamique des écosystèmes humides

Les écosystèmes des sites Ramsar sont façonnés par une variété de facteurs, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique. La biodiversité, en tant que composante biotique essentielle, contribue de manière significative à la stabilité et à la résilience de ces écosystèmes (Fan *et al.*, 2023). Par exemple, la présence d'une grande variété de plantes aquatiques et de faunes associées joue un rôle crucial en stabilisant les berges et en régulant les populations, renforçant ainsi la robustesse de ces habitats (Thapa et Lindner, 2023). Aussi, les roseaux, tels que *Phragmites australis*, se sont avérés agir comme des stabilisateurs naturels du littoral, réduisant le risque d'érosion et maintenant la structure physique de l'écosystème (Möller *et al.*, 2022; Obreja *et*

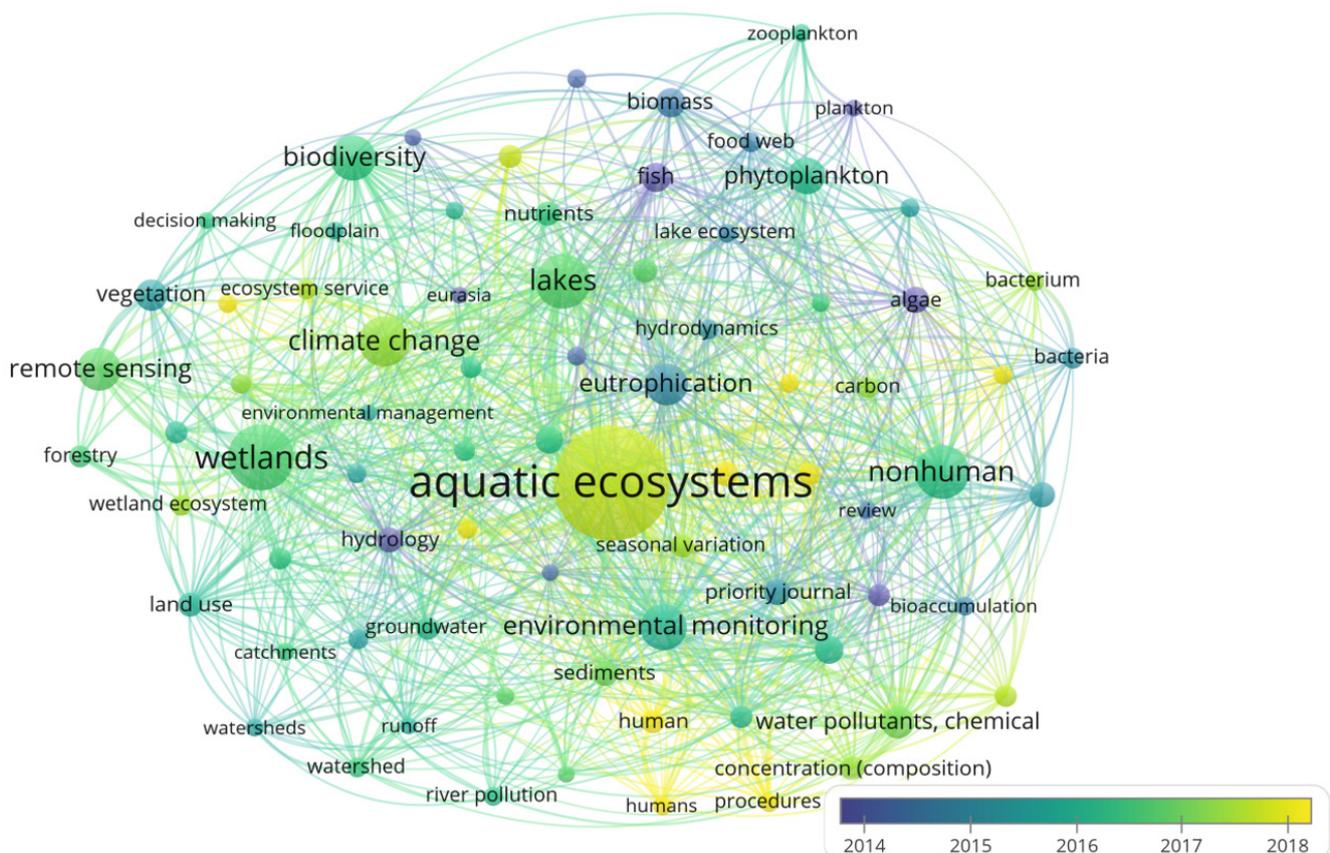


Figure 6: Évolution des mots-clés dans le temps

al., 2023). Il a été observé que les zones humides côtières, y compris les roselières, protègent efficacement contre l'érosion côtière et les inondations, améliorent la qualité de l'eau et contribuent à la santé et au bien-être humains (Ruju *et al.*, 2022). Des études ont montré que la végétation de roseaux peut dissiper l'énergie des vagues, avec une réduction préférentielle des ondes de fréquence plus élevée (Čížková *et al.*, 2023). Les effets bio-géomorphologiques complexes et non linéaires de la végétation de roseaux sur la dissipation des vagues ne sont pas encore entièrement compris ou capturés dans les modèles actuels (Karimi *et al.*, 2022). De plus, on a constaté que les fucus à roseaux augmentent la perméabilité des plages, ce qui pourrait atténuer les inondations côtières induites par les tempêtes. Ces résultats soulignent l'importance des roseaux dans la protection et la gestion des côtes, et la nécessité de poursuivre les recherches pour bien comprendre leur rôle en tant que stabilisateurs naturels des rivages.

En parallèle, des facteurs abiotiques comme l'hydrologie et la géomorphologie exercent une influence importante sur la configuration et l'évolution des écosystèmes des sites Ramsar (Navedo et Piersma, 2023). Cependant, l'activité humaine, notamment à travers l'urbanisation rapide et le développement industriel, peut entraîner une dégradation de la qualité de ces milieux (Fischer *et al.*, 2021). La pollution issue des déchets industriels et des eaux usées constitue une menace sérieuse pour la biodiversité et la qualité de l'eau (Kasaeian *et al.*, 2019).

Malgré ces défis, des efforts de restauration et de conservation, conjugués à un engagement en faveur de l'écotourisme durable, illustrent la volonté de préserver les sites Ramsar. La mise en place de réglementations, la gestion intégrée de l'eau et les programmes d'éducation environnementale se profilent comme des approches efficaces pour atténuer les impacts négatifs et encourager des comportements respectueux de l'environnement.

Ainsi, la préservation des sites Ramsar nécessite une approche équilibrée, impliquant la protection active de la biodiversité, une gestion durable des ressources et la participation significative des communautés locales dans la prise de décisions et la mise en œuvre de mesures de conservation.

Analyses des lacunes pour des perspectives (Revue systématique)

Des analyses des lacunes ont été menées pour évaluer l'efficacité des mesures de conservation existantes dans les sites Ramsar. Ces analyses ont révélé un déclin de la biodiversité, de la biomasse relative et de la production annuelle relative, indiquant un problème de conservation qui doit être résolu (Nikolić *et al.*, 2023).

Dans le bassin méditerranéen, le réseau Ramsar de protection des zones humides ne couvre pas entièrement toutes les zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau hivernants. Il y a 161 sites qui n'ont pas encore été déclarés sites Ramsar, mais qui répondent aux critères d'importance internationale. De plus, 95 sites ne sont protégés par aucun statut de conservation (Popoff *et al.*, 2021). Cependant, malgré la création de cet outil, une lacune significative subsiste quant à la compréhension approfondie de son efficacité réelle. Il est crucial

d'explorer les défis spécifiques rencontrés par les Parties contractantes dans l'utilisation de cet outil, ainsi que les facteurs influençant son utilisation optimale. Dans cette optique, une perspective de recherche pertinente consisterait à entreprendre des études approfondies sur l'adoption et l'efficacité du Rapid R-MEET au sein des différentes Parties contractantes de la Convention de Ramsar. Ces recherches devraient analyser les éléments qui facilitent ou entravent l'utilisation de l'outil, recueillir la perception des parties prenantes sur son utilité réelle et évaluer son impact concret sur l'amélioration des rapports. Ces données permettraient d'orienter d'éventuels ajustements de l'outil, de formuler des recommandations pour son déploiement étendu et de surmonter les obstacles spécifiques liés à la communication et à la déclaration dans le contexte de la Convention de Ramsar.

Les changements écologiques et les caractéristiques des sites Ramsar ont été étudiés, révélant que 55 % des sites Ramsar de Chine ont connu une tendance à la dégradation, tandis que les sites restants ont montré une tendance à la restauration (Fan *et al.*, 2023). Cependant, il subsiste une lacune de recherche importante concernant les mécanismes spécifiques conduisant à cette dégradation, nécessitant une exploration approfondie des facteurs sous-jacents responsables de ce déclin dans ces écosystèmes humides. Une perspective de recherche pertinente serait de mener une analyse détaillée des pressions anthropiques, des changements climatiques et des pratiques de gestion des ressources, afin de comprendre les causes spécifiques de la dégradation écologique observée dans les sites Ramsar.

Il serait également essentiel d'examiner comment les sites qui montrent une tendance à la restauration diffèrent dans leurs caractéristiques écologiques et quelles interventions spécifiques ont contribué à cette amélioration. Cette perspective de recherche pourrait orienter les futurs efforts de conservation en identifiant des stratégies ciblées pour restaurer et préserver les écosystèmes humides Ramsar. Les besoins en bois-énergie dans les zones de mangrove des sites Ramsar au Bénin doivent être évalués, mettant en évidence une lacune qui doit être comblée pour répondre à ces besoins et sauver les écosystèmes de mangrove (Adanguidi *et al.*, 2020).

CONCLUSION

Cette recherche révèle une croissance notable des études sur les zones humides entre 1971 et 2023, avec la Chine, les États-Unis et l'Australie en tête. Les principaux thèmes incluent la santé des écosystèmes, les facteurs influençant, les dynamiques et l'eutrophisation. Les impacts anthropiques, tels que la pollution et l'urbanisation, sont des menaces sérieuses. Malgré les efforts de conservation, de nombreuses lacunes subsistent, notamment dans l'efficacité des mesures et la compréhension des mécanismes de dégradation. Il est crucial de poursuivre les recherches interdisciplinaires et d'élaborer des stratégies de conservation intégrées, impliquant la participation des communautés locales pour assurer la protection durable des zones humides, notamment celles classées Ramsar.

RÉFÉRENCES

- Adanguidi J., Padonou E.A., Zannou A., Houngbo S.B.E., Saliou I.O., Agbahoungba S. (2020). Fuelwood consumption and supply strategies in mangrove forests-Insights from RAMSAR sites in Benin. *Forest Policy and Economics*, 116: 102192.
- Aria M., Cuccurullo C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11: 959-975.
- Blais B.R., Johnson S.L., Koprowski J.L. (2023). Effects of disturbances and environmental changes on an aridland riparian generalist. *PeerJ*, 11: e15563.
- Cavaggioli F., Ughetto E. (2019). A bibliometric analysis of the research dealing with the impact of additive manufacturing on industry, business and society. *International Journal of Production Economics*, 208: 254-268.
- Čížková H., Kučera T., Poulin B., Květ J. (2023). Ecological basis of ecosystem services and management of wetlands dominated by common reed (*Phragmites australis*): European Perspective. *Diversity*, 15: 629.
- Derviş H. (2020). Bibliometric Analysis using Bibliometrix an R Package. *Journal of Scientometric Research*, 8: 156-160.
- Fan H., Hu Y., Tian B., Duan Y., Xue C. (2023). Long-term ecological changes in China's Ramsar sites. *Ecological Indicators*, 149: 110159.
- Ferreira C.S.S., Kašanin-Grubin M., Solomun M.K., Sushkova S., Minkina T., Zhao W., Kalantari Z. (2023). Wetlands as nature-based solutions for water management in different environments. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 33: 100476.
- Fischer A., Miller J.A., Nottingham E., Wiederstein T., Krueger L.J., Perez-Quesada G., Hutchinson S.L., Sanderson M.R. (2021). A Systematic Review of Spatial-Temporal Scale Issues in Sociohydrology. *Frontiers in Water*, 3: 730169.
- Garcia-Yi J., Lapikanonth T., Vionita H., Vu H., Yang S., Zhong Y., Li Y., Nagelschneider V., Schlindwein B., Wesseler J. (2014). What are the socio-economic impacts of genetically modified crops worldwide? A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 3: 24.
- Imdad K., Sahana M., Ravetz J., Areendran G., Gautam O., Dwivedi S., Chaudhary A., Sajjad H. (2023). A sustainable solution to manage ecosystem health of wetlands in urban and peri-urban areas of Lucknow district, India using geospatial techniques and community based pragmatic approach. *Journal of Cleaner Production*, 414: 137646.
- Karimi Z., Abdi E., Deljouei A., Cislighi A., Shirvany A., Schwarz M., Hales T.C. (2022). Vegetation-induced soil stabilization in coastal area: An example from a natural mangrove forest. *Catena*, 216: 106410.
- Kasaecian A., Babaei S., Jahanpanah M., Sarrafha H., Sulaiman Alsagri A., Ghaffarian S., Yan W.-M. (2019). Solar humidification-dehumidification desalination systems: A critical review. *Energy Conversion and Management*, 201: 112129.
- Khelifa R., Mahdjoub H., Samways M.J. (2022). Combined climatic and anthropogenic stress threaten resilience of important wetland sites in an arid region. *Science of the Total Environment*, 806: 150806.
- Möller I., Ionescu M.S., Constantinescu A.M., Evans B.R., Scricciu A., Stanica A., Grosu D. (2022). Bio-physical controls on wave transformation in coastal reed beds: Insights from the razelm-sinoe lagoon system, Romania. *Frontiers in Marine Science*, 9: 813474.
- Munguía S.M., Heinen J.T. (2023). Piloting the rapid R-MEET framework at a coastal Ramsar Site. *Marine and Freshwater Research*, 74: 941-955.
- Nacem K., Zghibi A., Elomri A., Mazzoni A., Triki C. (2023). A literature review on system dynamics modeling for sustainable management of water supply and demand. *Sustainability*, 15: 6826.
- Navedo J.G., Piersma T. (2023). Do 50-year-old Ramsar criteria still do the best possible job? A plea for broadened scientific underpinning of the global protection of wetlands and migratory waterbirds. *Conservation Letters*, 16: e12941.
- Nikolić V., Nedić Z., Škraba Jurlina D., Djikanović V., Kanjuh T., Marić A., Simonović P. (2023). Status and perspectives of the ichthyofauna of the labudovo okno Ramsar site: An Analysis of 14 Years of Data. *Sustainability*, 15: 9303.
- Obreja C.D., Buruiana D.L., Mereuta E., Muresan A., Ceoromila A.M., Ghisman V., Axente R.E. (2023). Detection of reed using cnn method and analysis of the dry reed (*Phragmites australis*) for a sustainable lake area. *Plant Methods*, 19: 61.
- Petrokofsky G., Sist P., Blanc L., Doucet J.-L., Finegan B., Gourlet-Fleury S., Healey J.R., Livoreil B., Nasi R., Peña-Claros M., Putz F.E., Zhou W. (2015). Comparative effectiveness of silvicultural interventions for increasing timber production and sustaining conservation values in natural tropical production forests. A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 4: 1-7.
- Popoff N., Gaget E., Béchet A., Dami L., Du Rau P.D., Geijzen-dorffer I., Guelmami A., Mondain-Monval J.-Y., Perennou C., Suet M., Verniest F., Deschamps C., Taylor N.G., Azafaf H., Bendjedda N., Bino T., Borg J.J., Božič L., Dakki M., Galewski T. (2021). Gap analysis of the Ramsar site network at 50: Over 150 important Mediterranean sites for wintering waterbirds omitted. *Biodiversity and Conservation*, 30: 3067-3085.
- Raj M.P., Philip R.S. (2023). An overview on wetland ecosystem – interplay of factors influencing microclimate and seasonal variation. In A.F. Yousef (Ed.), *Cutting Edge Research in Biology Vol. 6* (p. 56-68). Science domain International.
- Ruju A., Buosi C., Coco G., Porta M., Trogu D., Ibba A., De Muro S. (2022). Ecosystem services of reed and seagrass debris on a urban Mediterranean beach (Poetto, Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 271: 107862.
- Selwood K.E., Cunningham S.C., Mac Nally R. (2019). Beyond refuges: Identifying temporally dynamic havens to support ecological resistance and resilience to climatic disturbances. *Biological Conservation*, 233: 131-138.
- Shaikh J.S., Ismail S. (2022). A review on recent technological advancements in humidification dehumidification (HDH) desalination. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10: 108890.
- Shi X., Zhang X., Lu S., Wang T., Zhang J., Liang Y., Deng J. (2022). Dryland Ecological Restoration Research Dynamics: A Bibliometric Analysis Based on Web of Science Data. *Sustainability*, 14: 9843.
- Thapa K., Lindner A. (2023). Beyond Protected Areas: Assessing Management Effectiveness of a Ramsar Site in Nepal. *Diversity*, 15: 593.