

## Résumé

Ce travail a pour objectifs de mettre en évidence la qualité biologique et l'état de santé des cours d'eau du Parc National de Belezma (Réserve de biosphère) à travers des approches multiparamétriques. Nous avons étudié la biodiversité et les traits de vie des macroinvertébrés benthiques dans 36 stations échantillonnées dans 5 oueds, au cours des années 2015, 2017 et 2018 (Oued Hamla, O. Chaaba, O. Bouilef, O. El Ma et O. Rhawet). L'écologie et les patrons de répartition de ces communautés ont été analysés en relation avec les facteurs environnementaux (géolocalisation, qualité des habitats et pression humaine) et la qualité physicochimique de l'eau par le biais de l'analyse de 14 paramètres. L'occupation de l'espace juxtaposant les cours d'eau étudiés est dominée par le type forestier avec des sources de pollution très limitées, dues aux intrants chimiques utilisés dans quelques parcelles cultivées et des rejets urbains de quelques habitants du voisinage. La vitesse de l'écoulement de l'eau est généralement très faible à moyenne. Les habitats recensés sont dominés par les galets. L'eau est de pH moyen (7,46 à 8,05). Les nitrates et les nitrites ne figurent que par des teneurs infimes. L'eau est douce avec un très faible degré de salinité (0,14 % et 0,29 %) et généralement claire (turbidité : 5,2 à 17,66 NTU). Le calcul de l'IBGN montre que la qualité hydrobiologique de l'eau des 5 oueds étudiés est qualifiée de moyenne (IBGN entre 9 et 11). Nous avons recensé un total 102 genres/espèces de macro-invertébrés benthiques répartis sur 4 embranchements, 9 classes, 23 ordres et 66 familles différentes. Parmi les insectes, les groupes les plus dominants en nombre d'espèces sont les diptères (22) suivis des coléoptères (21). C'est à O. Chaaba que les valeurs des indices de diversité sont les plus élevées ( $S = 62$  ;  $H' = 4,72$  ; indice de Pielou  $E = 0,79$ ). Le gradient altitudinal varie entre 1045 m et 1500 m. Le nombre d'individus moyen dans les plus basses altitudes (1045 à 1200) est le plus important (nombre d'individus moyen = 102,75). La richesse totale ( $S$ ) la plus élevée (52 taxons) est notée à plus de 1400 m et la plus importante valeur de l'indice de Shannon ( $H' = 3,16$ ) est enregistrée pour les altitudes allant de 1300 à 1400 m. Des analyses statistiques modernes faisant appel aux réseaux de neurones (SOM : Self Organisation Maps) et RLQ (Analyse simultanée des traits biologiques, des variables environnementales et de la composition taxonomique) ont été réalisés afin de décrire les modalités de répartition des populations de macroinvertébrés benthiques avec plusieurs niveaux de perception : gradient altitudinal, paramètres environnementaux (qualité de l'eau et de l'habitat), pression humaine et traits de vie. Ceci a notamment permis de décrire les taxons bioindicateurs (polluosensibles et polluo-résistants) mettant particulièrement en évidence l'importance capitale du facteur aridité sur l'écologie des peuplements de macroinvertébrés et sur l'état de santé des cours d'eau étudiés. Globalement, la diversité est inférieure par rapport aux régions humides et les variations des facteurs de l'environnement ont des impacts plus évidents (altitude, pollution, variation de l'habitat). Les résultats de ce travail représenteraient un outil judicieux pour orienter des actions de conservation et de gestion de l'aire protégée.

**Mots clés** : Macroinvertébrés benthiques, Biodiversité, Qualité de l'eau, Analyse multiparamétrique, Oued, Parc National de Belezma, Région aride, Partons de répartition, Conservation.

## ملخص

يهدف هذا العمل إلى تسليط الضوء على الجودة البيولوجية والحالة الصحية للمياه الجارية في الحديقة الوطنية بلزما (محمية المحيط الحيوي) من خلال نهج متعدد القياسات. درسنا التنوع البيولوجي وسمات الحياة من اللافقاريات القاعية في 36 محطة تم أخذ عينات منها في 5 وديان (وادي حملة، و. الشعبة، و. بويلف، و. الماء، و. الرحاوات)، خلال الأعوام 2015 و2017 و2018 تم تحليل أنماط البيئة والتوزيع في هذه المجتمعات فيما يتعلق بالعوامل البيئية (تحديد الموقع الجغرافي ونوعية المسكن والضغط البشري) والجودة الفيزيو الكيمائية للمياه من خلال 14 قياس. يهيمن النوع الغابي على باقي الأراضي الفلاحية والسكنية. سرعة تدفق المياه عادة ما تكون منخفضة للغاية إلى متوسطة. يسود الحصى على باقي المساكن المدرجة. درجة حموضة الماء متوسطة (7,46 إلى 8,05). النترات والنترات تظهران بكميات دقيقة فقط. الماء ناعم مع درجة منخفضة للغاية من الملوحة (0.14 % و 0,29 %) وبشكل عام واضح (درجة التعكر 5,2 إلى 17,66). يُظهر حساب المؤشر البيولوجي العالمي الموحد أن الجودة الهيدرولوجية للمياه في الوديان الخمسة المدروسة مؤهلة كمتوسطة الجودة (بين 9 و11). يتراوح التدرج الارتفاعي بين 1045 م و1500 م. متوسط عدد الأفراد في الأماكن الأقل ارتفاعا (1045 إلى 1200) هو الأعلى منه في جميع الارتفاعات الأخرى (متوسط عدد الأفراد = 102,75). تم تسجيل أعلى ثروة إجمالية (52 نوع) بأكثر من 1400 متر وسجلت أعلى قيمة لمؤشر شانون (3,16) على ارتفاعات تتراوح من 1300 إلى 1400 م. لقد ص 102 مجموعة من أجناس / أنواع موزعة على 4 مملكات، 9 شعبات، 23 طائفة و66 عائلة مختلفة. من بين الحشرات، أكثر المجموعات السائدة في العدد هي ذوات الجناحين (22) تليها الخنافس أو غمديات الاجنحة (21). يمثل وادي الشعبة أعلى قيم مؤشرات التنوع البيولوجي شانون (4,72) مجموع الثروة (62). تحاليل إحصائية حديثة باستخدام الشبكات العصبية (نماذج التنظيم الذاتي) أجريت لوصف أنماط توزيع اللافقاريات القاعية على مستويات عدة من الإدراك: التدرج الارتفاعي، الموسومات البيئية، الضغط البشري وخصلات الحياة. وشمل ذلك وصف الأصناف الحيوية (حساسية الملوثات ومقاومة الملوثات)، مع التركيز بشكل خاص على الأهمية الحاسمة لعامل الجفاف في بيئة مواقف اللافقاريات الكبيرة وعلى الحالة الصحية للأودية التي تمت دراستها في هذا العمل.

**الكلمات المفتاحية:** اللافقاريات الكبيرة، التنوع البيولوجي، جودة المياه، التحليل متعدد الموسومات، الحضيرة الوطنية لبلزما، المناطق القاحلة، محافظة.

## Abstract

This work aims to highlight the biological quality and health status of the running waters of the Belezma National Park (Biosphere Reserve) through multiparameter approaches. We studied the biodiversity and life traits of benthic macroinvertebrates in 36 stations sampled in 5 wadis during the years 2015, 2017 and 2018 (Wadi Hamla, W. Chaaba, W. Bouilef, W. El Ma and W. Rhawet). The ecology and distribution patterns of these communities were analyzed in relation to environmental factors (geolocation, habitat quality and human pressure) and the physicochemical quality of water through 14 parameters. The occupation of the space contrasting the studied wadis is dominated by the forest type with very limited sources of pollution, due to the inputs of some cultivated parcels and the urban discharges of some inhabitants of the neighborhood. Water flow is usually very low to medium. The listed habitat types are dominated by pebbles. Water is of average pH (7.46 to 8.05). Nitrates and nitrites appear only by traces. Water is soft with a very low degree of salinity (0.14% and 0.29%) and generally clear (turbidity: 5.2 to 17.66 NTU). The calculation of the IBGN shows that the hydrobiological quality of the water of the 5 studied wadis is qualified as average (IBGN between 9 and 11). We counted a total of 102 genera / species of benthic macroinvertebrates spread over 4 phyla, 9 classes, 23 orders and 66 different families. Among the insects, the most dominant species groups in number are the Diptera (22) followed by Coleoptera (21). It is at W. Chaaba that the values of the diversity indices are the highest ( $S = 62$ ,  $H' = 4.72$ , Pielou index  $E = 0.79$ ). The altitudinal gradient varies between 1045 m and 1500 m. The average number of individuals in the lowest altitudes (1045 to 1200) is the most important (average number of individuals = 102.75). The highest total richness ( $S$ ) (52 taxa) is recorded at more than 1400 m and the highest value of the Shannon index ( $H' = 3.16$ ) is recorded for altitudes ranging from 1300 to 1400 m. Modern statistical analyzes using SOM (Self Organization Model) and RLQ (Simultaneous analysis of biological traits, environmental variables and taxonomic composition) were conducted to describe the distribution patterns of benthic macroinvertebrate populations at several levels of perception: altitudinal gradient, environmental parameters (water quality and habitat types), human pressure and life traits. This included the description of bioindicator taxa (polluoresistant and pollusentitive), highlighting in particular the crucial importance of aridity factor on ecology of macroinvertebrate stands and on the state of health of the studied wadis. Overall, diversity is poor compared to wetlands and changes in environmental variables have more obvious impacts (altitude, pollution, habitat variation). The results of this work would be a useful tool to guide conservation and management actions of the protected area.

**Key words:** Benthic macroinvertebrates, Biodiversity, Water quality, Multiparametric analysis, Wadi, Belezma National Park, Arid region, Distribution patterns, Conservation.