

BARNAGAUD Jean-Yves<sup>a\*</sup>, PAPAÏX Julien<sup>b</sup>, AUDEVARD Aurélien<sup>c</sup>, LASCEVE Matthieu<sup>d</sup>, WROZA Stanislas<sup>a</sup>, GEOFFROY David<sup>e</sup>, 2019 - **Interspecific variations in shorebird responses to management practices on protected Mediterranean salt pans.** *Biological Conservation*, 237: 470-479.

<sup>a</sup>Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive–Behavioural Ecology Group UMR 5175 CEFE, CNRS, PSL Research University, EPHE, UM, SupAgro, IND, INRA, 1919 route de Mende, Montpellier, France.

<sup>b</sup>Biostatistiques et Processus Spatiaux, INRA, Avignon, France.

<sup>c</sup>Ligue pour la Protection des Oiseaux PACA, 6 Avenue Jean Jaurès, 83400 Hyères, France.

<sup>d</sup>Métropole Toulon Provence Méditerranée, site des Salins d'Hyères, 1746 Route de Giens, Hyères, France.

<sup>e</sup>Parc national de Port-Cros, 181 allée du Castel Sainte-Claire, BP 70220, 83406 Hyères CEDEX, France.

\*Contact : jean-yves.barnagaud@cefe.cnrs.fr

**Abstract.** Tidal habitats sustain fragile ecosystems, undergoing pressures from coastal artificialization and rising sea levels. Salt pans are a substitution habitat for birds that breed, winter or stop-over along coastlands where most pristine tidal habitats have been removed. Balancing the economical, patrimonial and biodiversity values of former salt pans is thus needed to mitigate the threats posed by global changes on waterbirds. In this study, we scrutinized the influence of management practices on waterbirds on two isolated salt pans located on the French Mediterranean shore, several tens of kilometres apart from other suitable habitats. We analysed three years of bird counts for nine protected species that breed, forage and roost on these salt pans. We used a multi species hierarchical model to relate variations in bird counts to water levels, oxygenation and salinity, the three parameters targeted by the salt pans management plan to promote bird settlement. We showed that the hypersaline conditions that dominate in these salt pans are suboptimum to most species, suggesting that water bird concentrations are dictated by the lack of alternatives in the surrounding landscape rather than by habitat suitability. Intraspecific variations in species' responses to these variables should orient towards the creation of a habitat mosaic within the salt pans. Eventually, between-site differences in bird responses to water conditions pointed the effects of disturbance, predation and other landscape-level features. Our results reveal that high water bird numbers on isolated salt pans may be a misleading measure of their ecological suitability, and that management on these sites needs to incorporate conflicts and complementarity in species' habitat use.

**Keywords:** bayesian hierarchical model, gulls, population dynamics, Ramsar convention, salinity, water levels, waterbirds, wetlands.

**Résumé<sup>1</sup>.** Variabilité interspécifique des réponses des limicoles aux pratiques de gestion d'un salin protégé de Méditerranée. Les habitats côtiers abritent des écosystèmes sensibles sur lesquels pèsent des pressions liées à l'urbanisation du trait de côte et la montée du niveau des mers. Les marais salants forment un habitat de substitution pour les oiseaux qui se reproduisent, hivernent ou s'arrêtent en migration sur la côte, où l'essentiel des habitats naturels ont disparu. Il est par conséquent essentiel de trouver un équilibre économique, patrimonial et écologique afin de tenir compte de l'enjeu que représentent les marais salants pour les oiseaux d'eau. Dans cette étude, nous avons étudié l'influence sur les oiseaux d'eau des pratiques de gestion de deux marais salants isolés situés sur la côte méditerranéenne française (Salins d'Hyères et Vieux Pesquiers, Hyères), éloignés de plusieurs dizaines de kilomètres des habitats favorables les plus proches. Nous avons analysé trois années de comptages portant sur neuf espèces protégées qui nichent, s'alimentent et forment des dortoirs sur ces marais. À cette fin, nous avons construit un modèle hiérarchique multi-espèces qui relie les variations des comptages d'oiseaux d'eau à l'oxygénation, à la salinité et aux

---

<sup>1</sup> Ce résumé, absent de la publication, a été traduit et complété par les auteurs de l'article.

niveaux d'eau, qui sont les trois principaux paramètres ciblés par le gestionnaire pour favoriser l'établissement des espèces visées. Nous avons montré que les conditions hyperhalines qui dominent sur ces salins sont suboptimales pour la majorité des espèces, indiquant que les fortes concentrations d'oiseaux qui y sont observées sont dictées par un déficit d'habitats alternatifs dans le voisinage plutôt que par des conditions environnementales favorables. La forte variation intraspécifique des réponses des neuf espèces aux paramètres de gestion devrait promouvoir la création d'une mosaïque environnementale à l'intérieur des marais salants. De plus, des différences inter-sites dans les réponses des oiseaux aux conditions environnementales suggèrent un effet des perturbations directes, de la prédation et du contexte paysager. Nos résultats montrent que de gros effectifs d'oiseaux sur des habitats artificiels isolés ne représentent pas une bonne mesure de leur favorabilité écologique, et que la gestion de ces sites nécessite d'incorporer les conflits et les complémentarités entre espèces.

**Mots-clés : modèles hiérarchiques bayésiens, laridés, dynamique de populations, convention Ramsar, salinité, salins d'Hyères, Port-Cros.**