

Évolution des populations de Sonneur à ventre jaune dans le Grand Est

Observatoire Régional de la Biodiversité du Grand Est

FICHE INDICATEUR

Année 2022

Porteurs de projet :

ODONAT Grand Est

Administrateurs responsables : Yves Muller (Président d'ODONAT)

Responsable de projet : Hélène Rohmer (helene.rohmer@odonat-grandest.fr)

Association BUFO

Animateur/rédacteur de la fiche : Vincent Clément

Coordonnées :

ODONAT Grand Est

Siège : 8 rue Adèle Riton – 67 000 Strasbourg

Tel : 03 88 22 26 68

<https://www.odonat-grandest.fr/>

Date de mise à jour : 02/03/2023

Avertissement

Un indicateur ne doit être mobilisé et interprété qu'avec précaution. Il a été développé dans un contexte particulier pour un usage particulier. Il convient de lire soigneusement ses caractéristiques et de prendre en considération les limites d'usage précisées dans cette fiche.

1| Sommaire

1	SOMMAIRE.....	3
2	NOM DE L'INDICATEUR.....	4
3	QUESTIONS AUXQUELLES L'INDICATEUR DOIT REpondRE	4
4	ANIMATEUR/REDACTEUR DE LA FICHE	4
5	REFERENTS EN CHARGE DE LA CENTRALISATION DES DONNEES	4
6	REFERENT(S) EN CHARGE DE LA DYNAMISATION DU RESEAU D'OBSERVATEURS (POUR LA RECOLTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN)	4
7	PARTENAIRES EN CHARGE DE LA RECOLTE DE DONNEES SUR LE TERRAIN.....	5
8	CONTEXTE ET CHOIX DE L'ESPECE	5
9	PRESENTATION ET INTERPRETATION DE L'INDICATEUR.....	6
9.1.	REPARTITION NATIONALE	6
9.2.	REPARTITION REGIONALE	6
9.3.	POPULATION STATISTIQUE	7
9.4.	INDIVIDU STATISTIQUE	7
9.5.	ÉCHANTILLON	7
9.6.	HABITATS CONNUS DANS LA REGION	7
9.7.	STRATIFICATION	7
9.8.	DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES UNITES	7
9.9.	VARIABLES MESUREES	7
9.10.	ÉCHELLE TERRITORIALE DE RESTITUTION	8
9.11.	DESCRIPTIF DES PROTOCOLES DE TERRAIN POUR LA RECOLTE DES DONNEES	8
9.12.	PAS DE TEMPS DE RECOLTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN.....	8
9.13.	PAS DE TEMPS DE RESTITUTION (= ANALYSE DES DONNEES)	8
9.14.	ANNEE DE DEMARRAGE	9
9.15.	POSSIBILITE DE RETRO CALCUL (GRAND EST).....	9
9.16.	COUT DE LA MOBILISATION	9
10	ANALYSE DE L'INDICATEUR.....	9
11	CALENDRIER OPERATIONNEL	12
12	PISTE DE TRAVAIL ET D'AMELIORATION	12
13	BIBLIOGRAPHIE.....	12

2| Nom de l'indicateur

Évolution des populations de Sonneur à ventre jaune dans le Grand Est.

3| Questions auxquelles l'indicateur doit répondre

- Comment évoluent les populations d'espèces sensibles à la pollution de l'eau et au réchauffement sur le territoire régional ?
- Comment évoluent les populations d'espèces inféodées aux milieux forestiers pour lesquelles la région a une forte responsabilité ?
- Comment évoluent les populations d'espèces visées par des Plans Nationaux et Régionaux d'Actions ?

4| Animateur/rédacteur de la fiche

Nom prénom : VACHER Jean-Pierre et CLÉMENT Vincent
Structure : BUFO
Mail : vincent.clement@bufo-alsace.org
Téléphone : 03 88 22 11 76

5| Référents en charge de la centralisation des données

Nom prénom : CLÉMENT Vincent
Structure : BUFO
Mail : vincent.clement@bufo-alsace.org
Téléphone : 03 88 22 11 76

6| Référent(s) en charge de la dynamisation du réseau d'observateurs (pour la récolte des données sur le terrain)

Nom prénom : CLÉMENT Vincent
Structure : BUFO
Mail : vincent.clement@bufo-alsace.org
Téléphone : 03 88 22 11 76

Nom prénom : AUMAÎTRE Damien
Structure : CEN-Lorraine
Mail : d.aumaitre@cren-lorraine.fr
Téléphone : 03 83 42 37 57

Nom prénom : BELLENOUE Stéphane et AUBRY Mathieu
Structure : CPIE du Sud Champagne
Mail : stephane.bellenoue@cpiesudchampagne.fr et mathieu.aubry@cpiesudchampagne.fr
Téléphone : 03 25 92 56 03

7| Partenaires en charge de la récolte de données sur le terrain

Alsace : BUFO

Lorraine : CEN-Lorraine Commission Reptiles et Amphibiens

Champagne-Ardenne : CPIE du Sud Champagne, LPO Champagne-Ardenne, Regroupement des naturalistes ardennais

8| Contexte et choix de l'espèce

Le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) est une espèce d'intérêt communautaire, qui bénéficie de surcroît d'un Plan national d'actions et de Plans régionaux d'actions. C'est une espèce qui fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre des aménagements forestiers dans les secteurs où il est présent. Plusieurs études menées dans le Grand Est ont montré que l'espèce répond rapidement aux travaux qui sont menés en forêts et qui induisent des remaniements de microhabitats qui lui sont favorables, aussi bien en termes de déclin que de colonisation selon la nature des travaux (e.g. création d'ornières vs. remblaiement de chemins forestiers).

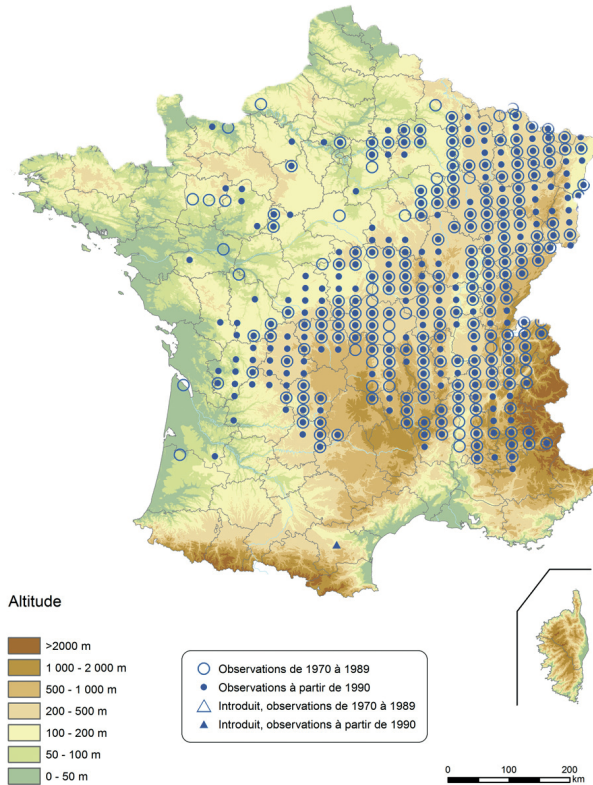
L'espèce est concernée par un Plan Régional d'Actions Grand Est depuis 2021¹, incluant 18 actions à décliner dont l'action 2.1 : « Évaluer l'état de conservation du Sonneur à ventre jaune en région Grand Est et l'évolution de la population ». Connaître la tendance globale de l'espèce est une donnée nécessaire pour mettre en regard les tendances qui sont observées localement. De plus, une telle information est requise pour le rapportage de l'article 17 de la Directive "Habitats-Faune-Flore". Un suivi protocolé a été mis en place à l'échelle de l'Alsace en 2013, et s'est poursuivi jusqu'en 2017. Continuer un suivi à l'échelle du Grand Est sur le modèle de celui qui a été mis en place en Alsace apparaissait pertinent dans la mesure où le choix de l'espèce reste justifié à cette échelle car elle est principalement présente dans les forêts de plaine, et que le cadre méthodologique était déjà défini.

Méthode envisagée : suivi de parcelles échantillon par occupation de sites.

Nous comptons mettre en place un réseau de 300 parcelles échantillons sur la zone de présence actuelle au sein des dix départements du Grand Est. Un descriptif complet de la stratégie d'échantillonnage est donné en annexe I à cette fiche, ainsi qu'une description à jour du protocole de terrain en annexe II.

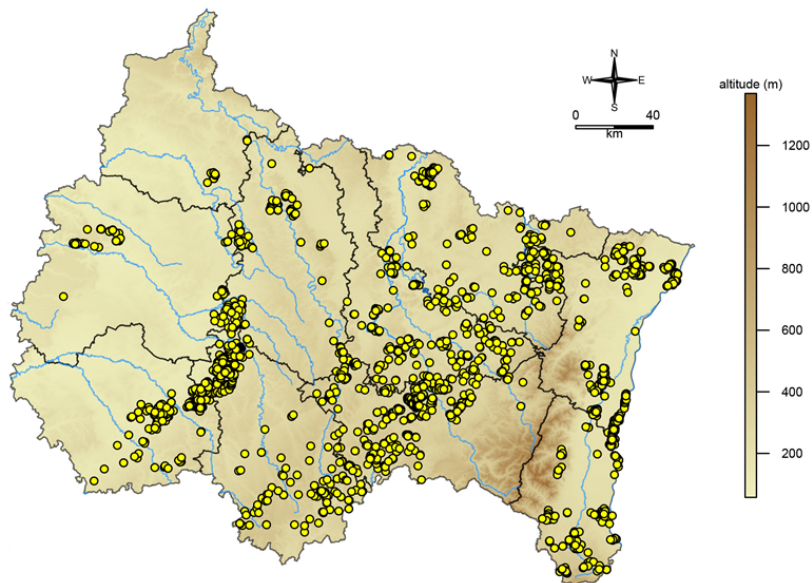
9| Présentation et interprétation de l'indicateur

9.1. Répartition nationale



Source : Lescure & de Massary, *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*, SHF/MNHN, 2012

9.2. Répartition régionale



Sources fonds cartographiques : BD Alti IGN 75 / BD CARTHAGE / OpenStreetMap
Source des données : BUFO/Collectif Faune-Champagne-Ardenne/CEN-Lorraine, Commission Reptiles Amphibiens (2019)

9.3. Population statistique

Région Grand Est.

9.4. Individu statistique

Une parcelle échantillon de 300m x 300m.

9.5. Échantillon

Ensemble des parcelles échantillons sélectionnées aléatoirement dans la région Grand Est.

9.6. Habitats connus dans la région

Massifs forestiers de plaine principalement, secondairement des carrières et des ensembles prairiaux jouxtant des forêts.

9.7. Stratification

Oui, par régions naturelles telles que définies par l'ODONAT Grand Est (cf annexe I).

9.8. Dynamique spatio-temporelle des unités

Le sonneur peut coloniser de nouvelles parcelles et disparaître d'autres avec l'apparition et disparition de zones humides forestières dans lesquelles il se reproduit, le plus souvent au gré des travaux forestiers, mais aussi plus sporadiquement après des épisodes de tempête (dessouchage d'arbres favorables à l'espèce). Cette dynamique est observée durant tout le suivi.

9.9. Variables mesurées

Nous analyserons la tendance du taux d'occupation mesurée à l'aide d'un modèle d'occupation de sites. Nous mesurerons les paramètres complémentaires suivants : probabilité de détection, taux d'extinction et taux de colonisation interannuels, associés à des covariables environnementales.

Covariables liées au sous-modèle de détection :

- température de l'air en °C ;
- nombre de pièces d'eau favorables au sein d'une sous-parcelle (codé de manière binaire dans le modèle statistique : 1 pour « présence de pièces d'eau favorables », 0

pour « absence de pièces d'eau favorable »).

Covariabiles liées au sous-modèle d'occupation :

- longueur cumulée de chemins forestiers au sein d'une parcelle (couche confidentielle régionale (2019) amendée de compléments suite au premier passage sur place ou via openstreemap) en mètres ;
- surface de prairie dans une zone tampon de 1500 mètres (libellé niveau 3 de l'OCS du Grand Est 2019 : « prairies, friches et délaissés agricoles ») en mètres carrés ;
- surface de sol artificialisée dans une zone tampon de 1500 mètres (libellés niveau 2 de l'OCS Grand Est, 2019 : « Activités économiques » [avec retrait des libellés niveau 3 « Terrain militaire » et « Zone d'extraction »], « Équipements et infrastructures collectives », « Habitat », « Infrastructures et superstructures des réseaux de transport ») en mètres carrés ;
- « Emprise du réseau routier », en mètres carrés, une sous-catégorie de niveau 4 du libellé de niveau 2 « Infrastructures et superstructures des réseaux de transport », testée à part.

9.10. Échelle territoriale de restitution

Région Grand Est.

9.11. Descriptif des protocoles de terrain pour la récolte des données

Le Sonneur à ventre jaune sera recherché à vue en parcourant de manière la plus exhaustive possible les mailles définies au préalable. Une description détaillée du protocole d'échantillonnage est donnée en annexe II.

9.12. Pas de temps de récolte des données sur le terrain

Tous les trois ans (un seul passage) dans quatre sous-unités tirées au hasard.

9.13. Pas de temps de restitution (= analyse des données)

Tous les trois ans. L'application d'un modèle dynamique, incorporant chaque nouvelle année l'entièreté du jeu de données depuis le démarrage du suivi, peut faire varier les paramètres estimés entre les analyses ; le résultat le plus récent est toujours celui à privilégier.

9.14. Année de démarrage

Le démarrage du suivi a eu lieu en 2019.

9.15. Possibilité de rétro calcul (Grand Est)

Aucune possibilité de rétro calcul de l'indicateur.

9.16. Coût de la mobilisation

2019

Alsace : 20 jours

Lorraine : 29 jours

Champagne-Ardenne : 27 jours

2022

Alsace : 13 jours terrain + 1 jour de numérisation des données + 2,5 jours d'analyse des données + 3 jours de synthèse + 4 jours animation/réunion = 23,5 jours

Lorraine : 30 jours terrain + 1 jour de numérisation des données + 2 jours animation/réunion = 33 jours

Champagne-Ardenne : 23,5 jours terrain + 2,5 jours de numérisation des données + 3 jours animation/réunion = 29 jours

Note : environ la moitié du temps nécessaire pour réaliser les inventaires de terrain est financée sur fond propre par les associations. Le coût de la mobilisation tel que rapporté ci-dessus ne prend en compte que les jours subventionnés.

10| Analyse de l'indicateur

Foreword

Every three years, this chapter will be amended with the most recent analysis encompassing all data collected since the beginning of the monitoring. Methodological details can be found here, while further discussion and management suggestions are reported in another document aimed at the general public.

Simulations have been run beforehand in order to determine how many sampling units were necessary to obtain a satisfactory robust trend. These simulations as well as the strategy of stratified random placement of the sampling units within the study area are available as a methodological appendix (appendix I, by Jean-Pierre VACHER).

2022: implementation of the dynamic site-occupancy model

The data used in this analysis was specifically collected for this study. It consists of 305 plots, scattered around the Grand Est region, France, according to a stratified random sampling strategy (see appendix I). Each plot is divided into nine subplots, of which four are randomly selected at each triennial session. These four subplots are visited once per triennial session (see appendix II), and constitute spatial replicates (substitute for temporal replicates, a choice made for budgetary reasons).

The basis of the modelling approach was the multi-season occupancy model described by Mackenzie *et al.* (2003)², using the R package unmarked (Fiske & Chandler, 2011)³. As of 2022, only two monitoring years are available. This limited data should prevent us from making strong assertions about dynamic parameters (colonisation and extinction rate). The model should refine every three years, when we add more data from the triennial monitoring. Variables used for initial occupancy and detection submodels are described in chapter 9.9 of this document.

Our main goal is to obtain a reliable indicator, allowing us to detect long term trends in occupancy rate for our target species (*Bombina variegata*) within our study area (Grand Est region). Following a basic guideline provided by Tredennick *et al.* (2021)⁴, we must first state that the main goal of our analysis is prediction: we are primarily interested in an accurate global occupancy rate (our metric), and only secondarily in the interpretation of the coefficients of the variables used in the model.

Prior to model fitting, in order to get closer to a normal distribution, numerical detection variables were log transformed then scaled. Numerical initial occupancy variables were transformed with their square-root, then scaled. As could be expected, a strong correlation ($r = 0.84$) was found between the density of road and the density of artificialized land. These two variables were never included in the same model.

We used Akaike Information Criterion (AIC) for model selection, a procedure optimized for prediction (Akaike, 1973 in Tredennick *et al.*, 2021³), along with the dredge() function from the R package MuMin (Bartón, 2020⁵), and considered models within $\Delta < 2$ from the best AIC score. We ranked separately models with "road area" variable and "urban area" variable (comprising roads). The two variables were similarly selected in both model selection procedures, although the broader "urban area" was generally associated with a stronger magnitude, and tended to pass significance threshold ($p < 0.05$), which was not the case for "road area". As funder is interested, among other things, in effects of land artificialisation on biodiversity in Grand Est, we chose to go along with "urban area" for the final model.

The final model, in R syntax (see figure 1 below for its summary) :

```

colext(  psiformula      = ~
urban_area,
        gammaformula = ~1,
        epsilonformula = ~1,
        pformula = ~ waterbody
+ air_temperature)

```

In order to compare the observed and the expected data under this model, we ran a Goodness of Fit (GoF) test⁶ using the R package AICcmodavg (Mazerolle, 2015⁷). The relevant results from this test are reported in the table 1 below. While overdispersion is generally treated with an adjusted dispersion parameter (thereby widening confidence intervals), underdispersion is usually simply treated with $\check{c}=1$ (although there is no consensus as to what to do when $\check{c}<1$ (Cooch & White, 2014)⁸, it is not expected to indicate lack of fit unless $\check{c}\ll 1$).

We also looked at the pairwise correlations among the estimators of the parameters. If there are correlations very close to -1 or +1, then the model exhibits severe collinearity and is likely to run into overfitting problems (Jim Baldwin, pers. comm., August 8, 2022). This doesn't necessary indicates any trouble with predictions, but caution must be taken when interpreting coefficients. A strong correlation between the presence of waterbody within the subplot and the detection intercept was found ($r = -0.82$), probably coming from the first level of this factorial covariate being incorporated within the intercept. The same model with this covariate encoded as numerical (count of waterbodies rather than their presence or absence) does not show the same correlation ($r = -0.47$), but GoF test reveals slight overdispersion and weaker type I error probability ($\check{c} = 1.31$, p -value = 0.079). We chose to stick with our final model, considering the detected correlation doesn't seem to impede occupancy estimate, and knowing that we don't expect observers to have taken an exhaustive account of the number of waterbodies within a given subplot (field protocol stipulates that they can stop searching for target species as soon as one individual has been found).

Initial (logit-scale):				
	Estimate	SE	z	P(> z)
(Intercept)	-0.222	0.191	-1.17	0.2438
urban_area	-0.385	0.178	-2.16	0.0309
Colonization (logit-scale):				
	Estimate	SE	z	P(> z)
	-1.61	0.449	-3.59	0.000333
Extinction (logit-scale):				
	Estimate	SE	z	P(> z)
	-1.41	0.452	-3.12	0.00179
Detection (logit-scale):				
	Estimate	SE	z	P(> z)
(Intercept)	-3.478	0.225	-15.4	7.74e-54
orn_f1	3.984	0.254	15.7	2.06e-55
Tempobs	0.312	0.116	2.7	6.94e-03

Figure 1 : R summary of our final model

Table 1 : results recap for the final model used in 2022 to estimate global occupancy.

SITE OCCUPANCY	2019	2022
Occupancy	0.45 [0.36 – 0.55]	0.45 [0.37 – 0.54]
Detection	0.63 [0.56 – 0.69] if ruts are present 0.03 [0.02 – 0.05] if there are no ruts	
GoF	p-value = 0.44 $\check{c} = 0.8$	
Occupancy (null model, for comparison)	0.28 [0.21 – 0.34]	0.34 [0.26 – 0.41]

Let's also bear in mind that the use of spatial replicates instead of temporal replicates may restrict the extent of our interpretation for detection results. Indeed, the assumption that detection probability would be the same anywhere in the plot (hence in any subplot within a plot) is often wrong. Nonetheless, adding the presence of favourable waterbodies as a detection covariate seems to greatly improve this shortcoming.

11| Calendrier opérationnel pour l'année de réalisation de l'indicateur

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année n+1
Collecte des données sur le terrain													
Centralisation des informations pour établissement de la cartographie													
Transmission des données à l'animateur/rédacteur de la fiche													
Traitement statistique													
Écriture de la fiche indicateur													
Relecture et validation de la fiche													
Transmission à ODONAT													
Diffusion													

12| Piste de travail et d'amélioration

- Intégration d'une variable décrivant l'hydropériode des pièces d'eau (lourd et chronophage sur le terrain).
- Intégration d'une variable climatique pour les paramètres dynamiques prenant en compte la pluviométrie moyenne de l'hiver précédent et du printemps (pour expliquer d'éventuelles évolutions du taux de colonisation/extinction dues aux conditions hydriques au moment des prospections), n'induisant pas de surcharge de travail lors de la phase de terrain.

13| Bibliographie

¹ Aubry M., Aumaître D., Bellenoue S., Féminier C., Fizesan A., Gosselin F., Vacher J.-P. (2021). *Déclinaison Régionale Grand Est du Plan national d'actions 2021-2030 en faveur du Sonneur à ventre jaune, Bombina variegata. Agir pour la préservation des amphibiens*. Centre permanent

d'initiatives pour l'environnement du Sud Champagne, BUFO, Conservatoire des Espaces Naturels de Lorraine, DREAL Grand Est. 111 pages.

[https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/drpna_svj__grand_est_vf_03_11_2021.pdf]

² MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, J.E. Hines, M.G. Knutson, and A.B. Franklin. 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*, 84, p. 2200–2207.

³ Ian Fiske, Richard Chandler (2011). unmarked: An R Package for Fitting Hierarchical Models of Wildlife Occurrence and Abundance. *Journal of Statistical Software*, 43(10), 1-23. URL <https://www.jstatsoft.org/v43/i10/>.

⁴ Tredennick, A. T., Hooker, G., Ellner, S. P., & Adler, P. B. (2021). A practical guide to selecting models for exploration, inference, and prediction in ecology. *Ecology*, 102(6).

⁵ Kamil Bartoń (2020). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>

⁶ Marc Kéry & J. Andrew Royle (2016). Chapter 10 - Modeling Static Occurrence and Species Distributions Using Site-occupancy Models. In *Applied Hierarchical Modeling in Ecology*, Academic Press, p. 551-629, ISBN 9780128013786.

⁷ Marc J. Mazerolle (2020). AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based on (Q)AIC(c). R package version 2.3-1. <https://cran.r-project.org/package=AICcmodavg>.

⁸ Evan Cooch & Gary White (2014). Chapter 5 – Goodness of Fit. In *Program MARK – A gentle introduction*.