

Hiérarchisation de la valeur de préservation des oiseaux nicheurs à enjeux: application d'un indice intégrateur pour le département d'Ille-et-Vilaine

Frédéric YSNEL, Loïs MOREL, Pierre DEVOGEL, Thomas ALTHERR, Sébastien DUGRAVOT, Régis MOREL & Jean-François LEBAS

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION / *PUBLICATION DIRECTOR*: Bruno David,
Président du Muséum national d'Histoire naturelle

RÉDACTEUR EN CHEF / *EDITOR-IN-CHIEF*: Jean-Philippe Siblet

ASSISTANTE DE RÉDACTION / *ASSISTANT EDITOR*: Sarah Figuet (naturae@mnhn.fr)

MISE EN PAGE / *PAGE LAYOUT*: Sarah Figuet

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC BOARD*:

Luc Abbadie (UPMC, Paris)
Luc Barbier (Parc naturel régional des caps et marais d'Opale, Colémbert)
Aurélien Besnard (CEFE, Montpellier)
Vincent Boulet (Expert indépendant flore/végétation, Frugières-le-Pin)
Hervé Brustel (École d'ingénieurs de Purpan, Toulouse)
Patrick De Wever (MNHN, Paris)
Thierry Dutoit (UMR CNRS IMBE, Avignon)
Éric Feunteun (MNHN, Dinard)
Romain Garrouste (MNHN, Paris)
Grégoire Gautier (DRAAF Occitanie, Toulouse)
Olivier Gilg (Réserves naturelles de France, Dijon)
Frédéric Gosselin (Irstea, Nogent-sur-Vernisson)
Patrick Haffner (UMS PatriNat, Paris)
Frédéric Hendoux (MNHN, Paris)
Xavier Houard (OPIE, Guyancourt)
Isabelle Le Viol (MNHN, Concarneau)
Francis Meunier (Conservatoire d'espaces naturels – Hauts-de-France, Amiens)
Serge Muller (MNHN, Paris)
Francis Olivereau (DREAL Centre, Orléans)
Laurent Poncet (UMS PatriNat, Paris)
Nicolas Poulet (OFB, Vincennes)
Jean-Philippe Siblet (UMS PatriNat, Paris)
Laurent Tillon (ONF, Paris)
Julien Touroult (UMS PatriNat, Paris)

COUVERTURE / *COVER*:

Pingouin torda, *Alca torda* Linnaeus, 1758, un des trois enjeux majeurs pour le département. Crédit photo: Gaëlle Richard, Université de Rennes 1.

Naturae est une revue en flux continu publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris
Naturae is a fast track journal published by the Museum Science Press, Paris

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi / *The Museum Science Press* also publishes:
Adansonia, *Zoosystema*, *Anthropozoologica*, *European Journal of Taxonomy*, *Geodiversitas*, *Cryptogamie* sous-sections *Algologie*, *Bryologie*, *Mycologie*,
Comptes Rendus Palevol.

Diffusion – Publications scientifiques Muséum national d'Histoire naturelle
CP 41 – 57 rue Cuvier F-75231 Paris cedex 05 (France)
Tél. : 33 (0)1 40 79 48 05 / Fax : 33 (0)1 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr / <http://sciencepress.mnhn.fr>

© Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2020
ISSN (électronique / *electronic*): 1638-9387

Hiérarchisation de la valeur de préservation des oiseaux nicheurs à enjeux : application d'un indice intégrateur pour le département d'Ille-et-Vilaine

Frédéric YSNEL

Université de Rennes 1 – Unité BOREA (MNHN)
Campus de Beaulieu, F-35042 Rennes cedex (France)
frederic.ysnel@univ-rennes1.fr

Loïs MOREL

Université de Rennes 1 – Unité BOREA (MNHN)
Campus de Beaulieu, F-35042 Rennes cedex (France)
et Bretagne Vivante, 19 rue de Gouesnou, F-29221 Brest cedex (France)
morellois@hotmail.com

Pierre DEVOGEL

Géoarchitecture, Territoire Urbanisme Biodiversité Environnement,
Université de Bretagne Occidentale, F-29238 Brest cedex 3 (France)
pierre.devogel@outlook.fr

Thomas ALTHERR

Sébastien DUGRAVOT

Université de Rennes 1 – Unité BOREA (MNHN)
Campus de Beaulieu, F-35042 Rennes cedex (France)
thomas.altherr@orange.fr
sebastien.dugravot@univ-rennes1.fr

Régis MOREL

Bretagne Vivante, 19 rue de Gouesnou, F-29221 Brest cedex (France)
regis.morel.bv@gmail.com

Jean-François LEBAS

Département d'Ille-et-Vilaine, Service du Patrimoine naturel,
1 Avenue de la Préfecture, F-35040 Rennes cedex (France)
jean-francois.lebas@ille-et-vilaine.fr

Soumis le 6 décembre 2019 | Accepté le 30 juin 2020 | Publié le 18 novembre 2020

Ysnel F., Morel L., Devogel P., Altherr T., Dugravot S., Morel R. & Lebas J.-F. 2020. — Hiérarchisation de la valeur de préservation des oiseaux nicheurs à enjeux : application d'un indice intégrateur pour le département d'Ille-et-Vilaine. *Naturae* 2020 (13): 189-211. <https://doi.org/10.5852/naturae2020a13>

RÉSUMÉ

Une méthode standardisée et flexible permettant de hiérarchiser et de synthétiser la valeur de préservation des espèces est développée et appliquée pour les oiseaux nicheurs (131 espèces) à l'échelle du département d'Ille-et-Vilaine (35). La méthodologie se base sur trois critères couramment utilisés pour l'évaluation de la valeur de préservation : la vulnérabilité des espèces, la rareté et l'originalité biologique (distinctivité phylogénétique et fonctionnelle). Ces critères sont décrits par neuf indicateurs complémentaires (renseignés en variables continues ou discrètes). Le principe calculatoire de

MOTS CLÉS
 Priorités de conservation,
 entités administratives,
 vulnérabilité,
 rareté multi-échelle,
 distinctivité fonctionnelle
 et évolutive,
 Listes rouges,
 indices multicritères.

KEY WORDS
 Conservation priorities,
 administrative units,
 vulnerability,
 multi-scale rarity,
 repartition,
 functional and
 evolutionary
 distinctiveness,
 red list,
 multicriteria index.

L'indice est basé sur la méthode de score qui répartit les valeurs des indicateurs de chaque critère en cinq catégories croissantes de scores. La moyenne pondérée des valeurs de chaque indicateur permet d'attribuer un score global pour chaque espèce, évaluant la valeur de préservation de manière continue. Des spécificités départementales sont mises en évidence par rapport aux espèces à enjeux évaluées au niveau régional. L'Indice de Valeur de Préservation (IVP) constitue un indice d'intégration multicritère borné et flexible, qui peut être applicable pour d'autres taxons quelle que soit la méthode d'évaluation développée pour les indicateurs et quels que soient les indicateurs choisis. Il peut être utilisé en routine pour des mises à jour rapides et pour standardiser des comparaisons sur différents territoires administratifs à plusieurs échelles dont des niveaux infranationaux et infrarégionaux.

ABSTRACT

Multi-criteria assessment of the species conservation priorities at a sub-regional scale: application of an integrative index for the breeding bird species of the administrative unit of Ille-et-Vilaine (France).

A standardized and flexible method for prioritizing and integrating several dimensions of the conservation value of species was developed and applied to breeding birds (131 species) throughout a French administrative unit: the “département” of Ille-et-Vilaine (35). The methodology is based on three criteria commonly used to assess the value of preservation: species vulnerability, rarity and biological (phylogenetic and functional) originality. These criteria are described by nine complementary indicators provided as continuous or discrete variables. The computational principle of the index is based on scoring, which distributes the values of the indicators of each criterion into five increasing categories of scores. Using the weighted average of the values of each indicator, we assigned an overall score to each species, which evaluated the preservation value in a continuous manner – preservation values of bird species at the “departmental” level – and compared it with conservation values of species at the regional level. The preservation value index (PVI) is a limited and flexible multi-criteria integration index applicable to other taxa regardless of the evaluation method developed for the indicators and whatever the indicators selected. It can be used routinely for quick updates and to standardize comparisons across different administrative territories at multiple scales including sub-national levels.

INTRODUCTION

L'évaluation de la valeur de préservation des espèces (aussi appelée valeur de non-usage, valeur patrimoniale, d'existence ou de legs qui s'oppose aux valeurs d'usages telles que celles identifiées par les services rendus par la biodiversité) est considérée comme un enjeu majeur des politiques de préservation du patrimoine naturel (Cormier-Salem & Roussel 2000 ; Savouré-Soubelet 2013, 2015 ; Capmourteres & Anand 2016 ; Le Berre *et al.* 2019). En effet, du fait de l'intensification des forçages anthropiques, de plus en plus de taxons deviennent potentiellement impactés et, par conséquent, devraient être pris en compte dans le développement des stratégies de conservation (Brooks 2010 ; Arponen 2012). Il y a ainsi un risque accru de perdre, au-delà de la fonctionnalité des écosystèmes, l'intégrité biologique des communautés écologiques et d'assister par conséquent à un appauvrissement de la diversité biologique dont nos sociétés ont hérité des générations passées (Soulié 1985). Dans ce contexte, et du fait que les ressources pouvant être allouées pour la conservation sont limitées, la hiérarchisation de la valeur de préservation des espèces et la mise à disposition d'indices intégrateurs à l'usage des décideurs et des gestionnaires des espaces naturels sont considérées comme indispensables pour la mise en œuvre des plans de conservation, de l'échelle locale à l'échelle internationale (Couvét *et al.* 2008). Cette mise au point d'indices d'évalua-

tion reste d'autant plus d'actualité sur le territoire français qu'elle est sollicitée, une nouvelle fois, par la récente loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

L'estimation de la valeur de préservation des espèces est classiquement basée sur deux grands types de critères : la vulnérabilité et la rareté des espèces (voir Capmourteres & Anand 2016 et Le Berre *et al.* 2019 pour des revues récentes sur, respectivement, le concept de valeur de conservation et les démarches de hiérarchisation). Ces critères sont qualifiés à partir de paramètres – ou d'indicateurs – variés. La vulnérabilité se mesure ainsi à partir de données telles que la réduction de la population, sa taille, la diminution de l'aire de répartition et peut être synthétisée au sein de listes évaluant le risque d'extinction sur un territoire donné. La vulnérabilité prend parfois une définition un peu différente et intègre la sensibilité des habitats et/ou le degré de menaces qui les concerne (e.g. artificialisation) (Gauthier *et al.* 2010 ; Schatz *et al.* 2014 ; Le Berre *et al.* 2018). La rareté, elle, peut être estimée à partir de données spatiales (distributions, occurrences), ou d'abondances. À ces deux principaux critères, d'autres sont parfois intégrés en fonction des objectifs et des enjeux de conservation et de hiérarchisation à réaliser. Les critères de rareté peuvent être complétés par le critère de « responsabilité patrimoniale » qui correspond à la proportion des effectifs hébergés sur le territoire considéré vis-à-vis d'un territoire plus grand (la responsabilité est alors jugée importante lorsque la

majorité des effectifs d'une population est concentrée sur un territoire restreint [Gauthier *et al.* 2010 ; Schatz *et al.* 2014 ; Savouré-Soubelet 2015 ; Le Berre *et al.* 2018]). D'autres critères comme l'importance écologique des espèces (« espèces-clés-de-voûte », « espèces parapluies », « espèces ingénieurs »), leurs degrés de spécialisation, leurs statuts réglementaires ou bien encore leurs valeurs culturelles ou pédagogiques (Le Berre *et al.* 2019 ; Habel *et al.* 2020) peuvent aussi être utilisés. Plus récemment de nouvelles métriques évaluant le degré de d'originalité (ou de distinctivité) évolutive ou fonctionnelle (« phylogenetic originality » ; « evolutionary distinctiveness » ; « fonctionnal distinctiveness ») ont été proposées pour tenir compte des enjeux de conservation des fonctions écologiques et du potentiel évolutif portés par les groupes d'espèces (Savouré-Soubelet 2015 ; Thuiller *et al.* 2015 ; Isaac *et al.* 2007). Ces critères s'appuient sur l'idée que l'extinction d'une espèce appartenant à un clade ancien et restreint en espèces ferait perdre une quantité plus grande de diversité génétique que celle d'une espèce faisant partie d'un clade récent et riche en espèces (Nee & May 1997) ou encore que la disparition d'une espèce présentant des traits fonctionnels originaux et peu communs dans l'ensemble du taxa ferait perdre une part importante de la capacité de résilience du taxa face aux perturbations (Cadotte *et al.* 2011). Ainsi, compte tenu du fait que ce critère permet de se focaliser sur les dimensions de la biodiversité véritablement reliées aux processus écologiques (filtres biotiques et abiotiques, fonctionnement des écosystèmes), un nombre croissant d'auteurs considèrent ce critère comme central pour évaluer la valeur de préservation (voir Cadotte & Tucker 2018 et références).

C'est donc le choix des critères et des indicateurs qui détermine – en tout premier lieu – la spécificité et l'objectif des indices de hiérarchisation patrimoniale. Ainsi, en se focalisant sur la vulnérabilité des taxons, les Listes rouges de l'Union internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) constituent les indices de référence pour l'évaluation des risques d'extinction. Dans le cas des indices visant l'évaluation de la valeur de préservation (i.e., incluant d'autres critères que la vulnérabilité), la diversité des méthodologies proposées (voir Le Berre *et al.* 2019 pour une récente revue) – qui répondent à des contextes et des objectifs variables – rend plus délicate l'identification précise de métriques homogènes entre les territoires, les taxons et les utilisateurs. À titre d'exemple, parmi les principales méthodologies développées ces dix dernières années en France, on peut citer les indices développés par Gauthier *et al.* (2010), Schatz *et al.* (2014), Savouré-Soubelet (2015), Siorat *et al.* (2017) et Le Berre *et al.* (2018) qui sélectionnent deux à quatre critères parmi ceux de responsabilité régionale, de rareté locale, de sensibilité des habitats, de vulnérabilité des espèces et d'originalité biologique.

Au-delà des difficultés de définition liées à la variété des critères intégrés dans les métriques de hiérarchisation, les modalités de calcul des indices intégrateurs induisent une source supplémentaire d'hétérogénéité méthodologique. En effet, les principes d'évaluation multicritères de la valeur de préservation d'une espèce reposent classiquement sur deux modes calculatoires distincts (Le Berre *et al.* 2019).

Un premier mode de calcul, basé sur un système de règles de décisions (« rules-based »), permet de classer les espèces au sein de catégories hiérarchiques pré-établies, emboîtées ou non, à partir de données discrètes (qualitatives ou quantitatives). Les Listes rouges, par exemple, sont basées sur cette méthode. De la même manière, les listes de responsabilité biologique en Bretagne ont été produites à partir de ces modes calculatoires où, ici, des grilles à double entrée ont été utilisées pour tenir compte des enjeux de conservation aux échelles nationales et régionales (Siorat *et al.* 2017). Un second mode de calcul est basé sur le principe d'attribution de scores (préalablement définis par indicateurs) et qui sont ensuite synthétisés espèce par espèce (« point-scoring methods » ; « sum of score summarization methods » ; Millsap *et al.* 1990 ; Gauthier *et al.* 2010 ; Reece & Noss 2014). Ce mode opératoire présente l'avantage de produire des valeurs de hiérarchisation continues, pouvant ensuite être agrégées à l'échelle des assemblages (e.g. Biodiversity Conservation Concern ; Fattorini 2006), mais exigent plus de données en entrée que l'approche par règles de décisions, car le calcul d'un score global nécessite des valeurs d'entrée pour chaque critère (Le Berre *et al.* 2019). Par ailleurs, ces méthodes de score produisent généralement des résultats très contrastés, du fait que l'amplitude des scores varie en fonction du nombre de critères et d'indicateurs intégrés (si le nombre d'indicateurs varie d'un taxon ou d'un territoire à l'autre, les valeurs de sorties ne peuvent être présentées de la même manière).

Une troisième source de variabilité méthodologique réside dans l'adaptation des indices aux différentes échelles spatiales. Les enjeux étant généralement différents – bien qu'étroitement liés – et les données disparates d'un territoire à l'autre, les modalités d'évaluation peuvent considérablement varier. Même, dans certains cas, lorsque les enjeux des échelles spatiales supérieures ne sont pas pris en compte, ces démarches peuvent produire des résultats contradictoires d'une échelle à l'autre (Dolman *et al.* 2012).

Compte tenu de cette importante diversité sémantique (qu'est-ce que la valeur de préservation ? Quels critères retenir ?), méthodologique et contextuelle (quelles métriques et pour quelles échelles ?), des efforts de standardisation des principes d'évaluation et des modes calculatoires de la valeur de préservation des espèces sont fortement souhaités et recommandés par les décideurs, les scientifiques et les gestionnaires (Schmeller *et al.* 2008). C'est l'objectif de la méthodologie développée ici : elle vise à proposer un outil de hiérarchisation standardisé de la valeur de préservation des espèces à une échelle infra-régionale en réponse à la demande des gestionnaires des espaces naturels d'un département et propose ainsi une application sur l'avifaune nicheuse d'Ille-et-Vilaine. Pour ce faire, en s'appuyant sur les recommandations de Schmeller *et al.* (2008) qui précise que les méthodes de hiérarchisation de la valeur de préservation des espèces doivent être fondées sur un nombre restreint de critères et facilement mesurables, adaptables à différentes échelles spatiales et applicables à la plupart des taxons, nous avons basé l'élaboration de notre indice sur les principes/propositions suivants :

TABLEAU 1. — Critères et indicateurs associés utilisés pour l'évaluation de la valeur de préservation 792 des oiseaux nicheurs à plusieurs échelles infra-nationales.

Critères	Indicateurs
1. Vulnérabilité	1.1. Liste rouge européenne (LR EUR) 1.2. Liste rouge nationale (LR FR) 1.3. Liste rouge régionale (LR BZH)
2. Rareté	2.1. Biogéographie mondiale (Biogéo) 2.2. Rareté régionale (RR) 2.3. Rareté départementale (RD) 2.4. Responsabilité (rapport rareté départementale / rareté régionale (RD/RR))
3. Originalité biologique	3.1. Degré de distinctivité phylogénétique (ED) 3.2. Degré de distinctivité fonctionnelle (FD)

– circonscrire le concept de valeur de préservation aux seules données biologiques et biogéographiques (donc en évitant l'intégration d'autres critères pouvant faire l'objet d'investigations spécifiques, tels les statuts réglementaires);

– intégrer systématiquement les trois critères majeurs permettant de définir la valeur de préservation des espèces, à savoir : la vulnérabilité des espèces, leur rareté – mesurée à différentes échelles et intégrant la notion de responsabilité – et l'originalité biologique;

– la prise en considération systématique de plusieurs échelles d'analyse (notamment pour éviter des évaluations contradictoires) et non-emboîtée (i.e., ne nécessitant pas de calcul préalable) pour en faciliter la lecture;

– une modalité de calcul standardisée (bornée), basée sur la méthode de score, permettant de proposer un indice flexible quant à son utilisation (e.g. données manquantes), son évolution (intégration de nouveaux indicateurs) et ses applications (agrégation possible à l'échelle des communautés).

Cet indice vise ainsi à être utilisé en complément des autres méthodes citées précédemment, et en particulier lorsque les évaluations disponibles (aux échelles nationales et régionales) ne traduisent pas pleinement les spécificités des espèces à une échelle inférieure et/ou lorsqu'il sera souhaité d'analyser la valeur de préservation des espèces globalement et non uniquement à travers un nombre plus réduit de critères. En ce qui concerne les oiseaux nicheurs de Bretagne, depuis 2017, une liste de Responsabilité biologique régionale (RBR) est désormais disponible (Siorat *et al.* 2017) en complément des Listes rouges (UICN France *et al.* 2016). Ce document, qui permet de souligner les enjeux de conservation d'espèces vulnérables mais localement et proportionnellement bien représentées, pourra constituer une référence pour confronter nos résultats et analyser dans quelles mesures ils se complètent (variation des catégories selon des questions d'échelles et/ou de critères). Ainsi, le présent article propose l'élaboration d'un indice de valeur de préservation des espèces, son application dans un contexte et pour un taxon donné et une phase de test de sa sensibilité aux variables d'entrées (valeurs, nombres et poids attribués aux critères, redondance des indicateurs) sur les variables de sortie, afin de valider sa pertinence pour hiérarchiser les valeurs de préservation des oiseaux nicheurs du département d'Ille-et-Vilaine.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CONCEPTION DE L'INDICE

Pour chaque indicateur retenu, cinq scores α correspondant à des catégories d'enjeux croissantes ($\alpha = 1 < \alpha = 2 < \alpha = 3 < \alpha = 4 < \alpha = 5$) sont définis. Le mode d'attribution de la catégorie α pour un indicateur donné dépend de la nature de l'information : les variables discrètes sont catégorisées de manière hiérarchique en cinq classes cohérentes et équilibrées ; les variables continues sont scindées en classe selon la méthode des quintiles. La valeur de préservation est ensuite calculée en faisant la somme des scores de chaque indicateur. Un ratio est appliqué pour obtenir une note bornée. Une pondération permet de moduler le poids (β) des indicateurs dans l'attribution finale de la note.

Le calcul suit la formule suivante :

$$\text{Indice de Valeur de Préservation (IVP)} = \left(\frac{(\alpha_1 \times \beta_1) + (\alpha_2 \times \beta_2) + \dots + (\alpha_n \times \beta_n)}{\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n} - 1 \right) \times 10$$

Avec : α , valeur (score) pour chacun des n indicateurs ; β , valeur de pondération de chacun des n indicateurs ; α_{max} , valeur maximale attribuée aux scores (ici, avec cinq niveaux, $\alpha_{max} = 5$).

Le principe de calcul développé permet ainsi de hiérarchiser la valeur multicritère obtenue pour une espèce sur une échelle bornée entre une valeur minimale (0) et une valeur maximale (10) quels que soient les indicateurs sélectionnés et les poids attribués.

CRITÈRES ET INDICATEURS UTILISÉS

L'analyse se base sur trois grands types de critères : les critères de vulnérabilité et de rareté, qui représentent les deux paramètres-clés de la valeur de préservation des espèces, et des critères d'originalité fonctionnelle et évolutive, considérés ici comme une dimension supplémentaire importante à prendre en considération du fait des enjeux de conservation des fonctions et du potentiel évolutif des groupes d'espèces. Par ailleurs, dans l'objectif d'obtenir des valeurs tenant compte de la situation des espèces à différentes échelles spatiales, le choix a été fait d'intégrer plusieurs indicateurs par critères (trois dans le cas de la vulnérabilité et quatre dans le cas de la rareté). Ainsi, neuf indicateurs différents sont utilisés pour évaluer la valeur de préservation de l'avifaune nicheuse d'Ille-et-Vilaine (Tableau 1).

INDICATEURS DE VULNÉRABILITÉ MULTI-ÉCHELLE

Indicateur 1 : Liste rouge européenne (LR EUR) (BirdLife International 2015)

*Indicateur 2 : Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (LR FR) (UICN France *et al.* 2016)*

Indicateur 3 : Liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne (LR BZH) (Observatoire de l'environnement en Bretagne 2015)

Les scores de ces trois indicateurs ont été attribués en fonction des statuts de la manière suivante : LC (préoccupation

TABLEAU 2. — Rapports entre les valeurs de rareté départementale (RD) de rareté régionale (RR).

	Valeurs de rareté régionale					
	1 (Très commun)	2 (Commun)	3 (Moyennement rare)	4 (Rare)	5 (Très rare)	
Valeurs de rareté départementale	1 (Très commun)	1	0,5	0,3	0,25	0,2
	2 (Commun)	2	1	0,7	0,5	0,4
	3 (Moyennement rare)	3	1,5	1	0,75	0,6
	4 (Rare)	4	2	1,3	1	0,8
	5 (Très rare)	5	2,5	1,7	1,25	1

TABLEAU 3. — Attribution des scores pour l'indicateur 2.4 rareté départementale / rareté régionale. Les scores sont maximaux lorsque l'espèce est très commune dans le département mais rare à l'échelle de la région.

	Scores de rareté régionale					
	1 (Très commun)	2 (Commun)	3 (Moyennement rare)	4 (Rare)	5 (Très rare)	
Scores de rareté départementale	1 (Très commun)	1	3	5	5	5
	2 (Commun)	1	1	3	4	4
	3 (Moyennement rare)	1	1	1	2	3
	4 (Rare)	1	1	1	1	2
	5 (Très rare)	1	1	1	1	1

mineure) : $\alpha = 1$, NT (quasi menacée) : $\alpha = 2$, VU (vulnérable) : $\alpha = 3$, EN (en danger) : $\alpha = 4$, CR (en danger critique) : $\alpha = 5$.

À noter que ces indicateurs tiennent compte de plusieurs données, dont la variation temporelle des abondances et, en ce sens, constituent des variables intégratrices.

INDICATEURS DE RARETÉ MULTI-ÉCHELLE

Indicateur 4 : biogéographie mondiale (Biogéo)

Elle est définie par la présence-absence, référencée par l'IUCN monde, des espèces dans sept entités géographiques (Amérique du Nord, Amérique du Sud, Europe, Afrique, Asie du Nord, Asie centrale, Australie). Répartition géographique restreinte à une entité ou moins : $\alpha = 5$, deux entités : $\alpha = 4$, trois entités : $\alpha = 3$, quatre entités : $\alpha = 2$, cinq entités ou plus : $\alpha = 1$.

Indicateur 5 : rareté régionale (RR)

Indicateur 6 : rareté départementale (RD)

Les niveaux de rareté régionaux et départementaux ont été calculés via le package « Rarity » (logiciel R) (Leroy *et al.* 2013). Un poids de rareté (W) est attribué aux espèces selon leur degré de rareté. Plus l'espèce est rare, plus son poids W est élevé. La rareté est évaluée grâce à l'occurrence de l'espèce (Q = nombre de communes) pondérée par la plus forte (Qmax) et la plus faible (Qmin), occurrence présente dans la base de données utilisée. Un seuil de rareté r est défini ici à 25 % de l'occurrence maximale comme conseillé par Gaston (1994). Les valeurs de poids de rareté obtenues sont réparties en cinq scores : $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\alpha 3$, $\alpha 4$, $\alpha 5$ (où $\alpha 5$ comprend les espèces les plus rares) par quintiles (défini entre la valeur du score maximal et celle du score minimal). À noter que l'utilisation de cet indicateur constitue une innovation par rapport aux métriques ordinairement utilisées pour mesurer la rareté et l'intégrer dans les indices de valeur de préservation : il repose sur le principe

d'une relation exponentielle entre la rareté et les enjeux de conservation (et donc la valeur du poids de rareté attribué) et non sur une relation linéaire. Ici, de fait, une espèce véritablement rare aura un poids de rareté proportionnellement beaucoup plus important qu'une espèce moyennement rare (voir Leroy *et al.* 2013 pour plus de détails).

Indicateur 7 : rapport rareté départementale/rareté régionale (RD/RR).

Cet indicateur – également appelé responsabilité (Le Berre *et al.* 2019) – se base sur le principe suivant : plus une espèce est commune dans le département (score de rareté départementale faible) mais rare dans la région (score de rareté régionale fort), plus le département a une responsabilité envers cette espèce (à l'échelle de la région). Les catégories α obtenues précédemment pour les critères RD et RR sont utilisées, en considérant cinq classes de rapport $\alpha RD/\alpha RR$. Pour ce faire, une grille à double entrée est utilisée comme cela a été utilisé pour évaluer les niveaux de responsabilité régionale (Siorat *et al.* 2017 ; Tableaux 2, 3).

Les informations nécessaires au calcul des indicateurs de rareté sont extraites de l'Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne (Groupe ornithologique Breton 2012 ; mailles UTM 10 × 10 kms) couvrant la période 2004-2008. Cette base de données comprend près de 150 000 observations réparties sur l'ensemble du territoire breton (1154 communes échantillonnées, dont 314 communes en Ille-et-Vilaine).

INDICATEURS D'ORIGINALITÉ BIOLOGIQUE :

Indicateur 8 : degré de distinctivité phylogénétique (Evolutionary Distinctiveness : ED).

Les valeurs de distinctivité phylogénétique (ED) ont été mesurées entre toutes les espèces d'oiseaux d'Europe via l'analyse de 100 arbres phylogénétiques résolus (voir Thuiller *et al.* 2015 et

références). Pour chaque arbre, la valeur ED d'une espèce est donnée par la somme des longueurs de branches entre tous les nœuds, divisée par le nombre d'espèces sous-tendant chaque branche. Les valeurs ED finales sont calculées en définissant la médiane des valeurs pour les 100 arbres phylogénétiques (Thuiller *et al.* 2015). Pour chaque espèce, six traits communs sont sélectionnés donnant une information représentative de leur niche écologique (rapport masse sur taille du corps, régime alimentaire, comportement alimentaire, nidification, reproduction et activité).

Indicateur 9: degré de distinctivité fonctionnelle (Functional Distinctiveness: FD)

Les valeurs de distinctivité fonctionnelle (FD) ont été mesurées via la construction et l'analyse de dendrogrammes fonctionnels (Thuiller *et al.* 2015) et les valeurs de FD standardisées par les auteurs. Les scores ont été attribués par quintiles en considérant la valeur maximale (ED_{max} = 1, FD_{max} = 102,42) à l'échelle européenne. L'ensemble des valeurs ED et FD compilées pour les tétrapodes européens ont été mises à disposition par les auteurs (voir aussi matériel électronique supplémentaire de Thuiller *et al.* 2015).

PONDÉRATION DES INDICATEURS, LECTURE ET ANALYSES DE L'INDICE

Une fois les indicateurs sélectionnés, il est possible de pondérer leurs poids relatifs dans l'analyse en attribuant des coefficients de pondération. Cette étape se fait à dire d'expert en fonction des objectifs de l'analyse. Ici, le souhait étant de produire une liste qui permette d'accompagner les questionnaires et les décideurs dans le développement de stratégie de conservation à une échelle infranationale (départementale notamment), les poids des deux principaux critères (vulnérabilité et rareté) aux échelles ayant une forte influence sur les enjeux de conservation locaux ont été doublés ($\beta=2$) dans le calcul de la valeur de préservation (Listes rouges régionale et nationale, niveaux de rareté départementale et régionale).

La construction de l'indice et la sélection des critères et des indicateurs permettent ainsi de hiérarchiser les espèces le long d'un continuum avec pour bornes :

- des espèces à très fortes valeurs de préservation qui combinent de forts niveaux de vulnérabilité cumulés (i.e., un risque d'extinction élevé aux échelles européenne, nationale et régionale), une rareté importante mais dont le ratio des échelles régionales et départementales illustre une forte représentativité au niveau du département, et une originalité biologique élevée ;
- des espèces à valeurs de préservation évaluées comme mineures du fait de faibles niveaux de vulnérabilité cumulés (i.e., un faible risque d'extinction aux échelles européenne, nationale et régionale), d'une rareté globalement faible et d'une appartenance à des clades phylogénétiques et des groupes fonctionnels bien représentés à l'échelle européenne.

Enfin, afin d'analyser le comportement de l'indice, deux analyses ont été réalisées :

- une analyse de la sensibilité globale théorique de l'indice lorsque le nombre d'indicateurs et leurs pondérations sont modulés. Dans ce but, la distribution théorique des valeurs

de l'indice obtenues est analysée en fonction du nombre théorique d'indicateurs utilisés et du poids théorique attribué à chaque indicateur ;

- une recherche des relations entre les indicateurs, notamment pour identifier les potentielles redondances et identifier les variables les plus discriminantes. Ce travail est réalisé via une analyse en composante principale.

Sur les 141 espèces inscrites dans les bases de données utilisées (Groupe ornithologique Breton 2012), dix espèces n'ont pas pu faire l'objet d'une hiérarchisation du fait de données manquantes (e.g. Cygne tuberculé *Cygnus olor* (Gmelin, 1803), Cigogne blanche *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758), Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* (Linnaeus, 1758), Tarier des prés *Saxicola rubetra* (Linnaeus, 1758), Faisan de Colchide *Phasianus colchicus* Linnaeus, 1758, Faisan vénéré *Syrnaticus reevesii* (J. E. Gray, 1829), Perdrix grise *Perdix perdix* (Linnaeus, 1758), Perdrix rouge *Alectoris rufa* (Linnaeus, 1758), Pic cendré *Picus canus* Gmelin, 1788 et Hibou des marais *Asio flammeus* (Pontoppidan, 1763)) ; elles ne sont ainsi pas présentées ici. L'analyse porte donc sur 131 espèces. Par ailleurs, quatre autres espèces (Chouette hulotte *Strix aluco* Linnaeus, 1758, Effraie des clochers *Tyto alba* (Scopoli, 1769), Gorgebleue à miroir *Luscinia svecica* (Linnaeus, 1758) et Marouette ponctuée *Porzana porzana* (Linnaeus, 1766)) n'ont pas pu être évaluées avec autant d'indicateurs que les autres (pas d'évaluation des statuts de vulnérabilité européen et/ou régionaux). Leur positionnement dans la liste est donc transitoire et sera sujet à modification lorsque l'indicateur manquant sera disponible.

RÉSULTATS

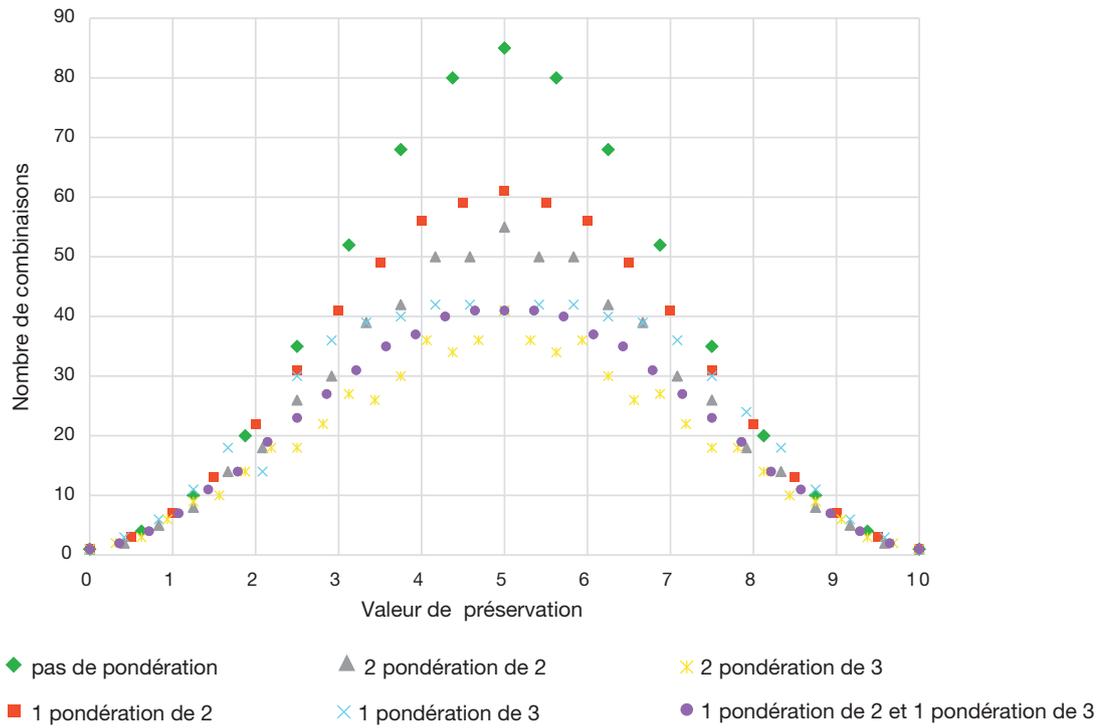
SENSIBILITÉ DE L'INDICE ET INFLUENCE DES INDICATEURS SUR LES VALEURS DE PRÉSERVATION

La distribution théorique des valeurs de l'indice obtenues pour toutes les combinaisons possibles des valeurs α met en évidence une répartition de type Gaussienne de ces valeurs (Fig. 1). Ainsi 50 % des valeurs sont distribuées de part et d'autre de la valeur moyenne de l'indice, ce qui permet d'identifier théoriquement deux contingents d'espèces de plus en plus restreints, pour de très fortes ou très faibles valeurs de l'indice, lorsque l'indice s'éloigne de la valeur moyenne. Les changements de valeurs de l'indice induits par une augmentation des scores sont plus faibles lorsque le nombre d'indicateurs utilisés augmente. Ceci implique que le nombre d'indicateurs utilisés influence directement la « finesse » de l'analyse des valeurs de préservation associées aux espèces.

L'utilisation d'une ou de plusieurs pondérations augmente de manière mathématique le nombre théorique d'indicateurs appliqués dans la formule. Ceci a pour effet de diminuer l'incrément des valeurs de l'indice lorsque les valeurs des scores augmentent permettant de répartir graduellement les espèces évaluées entre les valeurs minimales et maximales de l'indice.

Le cercle des corrélations (Fig. 2) illustre deux principales tendances : les critères de vulnérabilité et de rareté sont – de

A



B

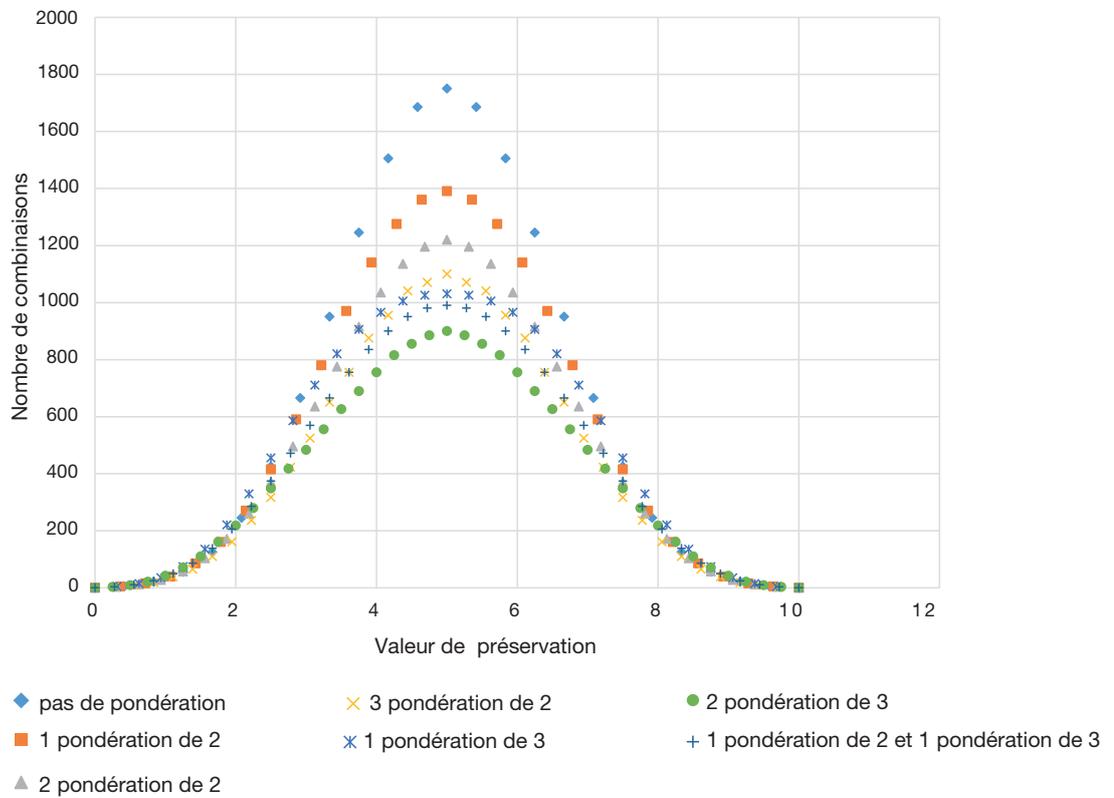


FIG. 1. — Évolution des valeurs de l'indice pour toutes les combinaisons théoriques de quatre (A) et six (B) indicateurs, avec ou sans pondération.

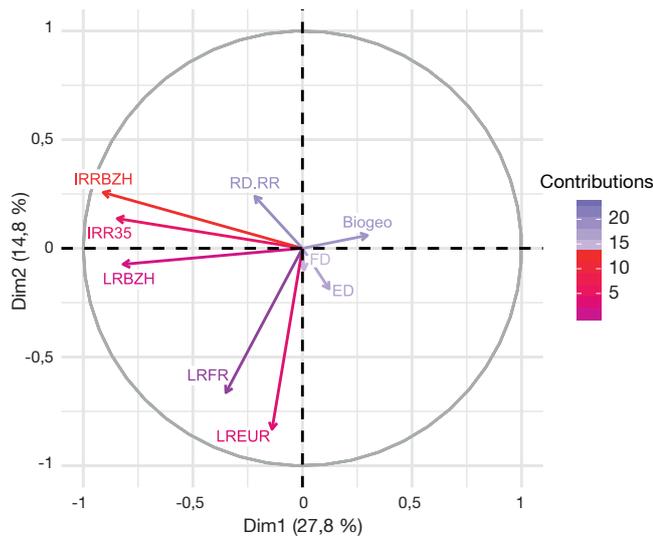


Fig. 2. — Cercle des corrélations des variables d'entrée (indicateurs) : analyse en composante principale (ACP). Abréviations : **Biogéo**, biogéographie mondiale ; **DIM**, dimension : **ED**, caractères distinctifs évolutifs ; **FD**, caractères distinctifs fonctionnels ; **IRR35**, indice de rareté relative pour l'Ille-et-Vilaine ; **IRRBZH**, indice de rareté relative pour la Bretagne ; **LRBZH**, Liste rouge pour les oiseaux nicheurs de Bretagne ; **LREUR**, Liste rouge européenne ; **LRFR**, Liste rouge des oiseaux de France métropolitaine ; **RD/RR**, Rapport rareté départementale sur rareté régionale .

loin – les plus discriminants et la faible corrélation des scores de rareté départementale et régionale avec les scores des Listes rouges nationales et européennes. Ce premier constat souligne la complémentarité (et la non-redondance) des trois critères sélectionnés. Ainsi, même s'ils contribuent moins à l'analyse, les scores des indicateurs de distinctivité phylogénétiques et fonctionnelles permettent d'affiner la hiérarchisation en tenant compte d'une dimension véritablement différente. L'indicateur « Liste rouge régionale » est faiblement corrélé avec les indicateurs « Listes rouges européennes et nationales » ce qui souligne que l'information apportée par cet indicateur n'est pas redondante avec celle apportée par les Listes rouges de niveau suprarégional. Cependant les scores de l'indicateur « Liste rouge régionale » sont assez fortement corrélés avec les indicateurs de rareté départementale et régionale.

L'analyse de la répartition des espèces entre les différentes valeurs de scores des indicateurs (Fig. 3) confirme que la majorité des espèces présentent des valeurs globalement faibles pour chacun des indicateurs : e.g. plus de 80 % des espèces sont inscrites dans la catégorie de vulnérabilité « mineure » de la Liste rouge UICN européenne (Fig. 3A), présentent une valeur faible (i.e., « 1 ») du ratio RD/RR (Fig. 3B), ainsi qu'une originalité phylogénétique assez faible (Fig. 3C). Toutefois, les valeurs de certains indicateurs sont réparties de manière plus régulière au sein du groupe d'espèces considéré. C'est le cas par exemple du critère de « biogéographie mondiale » où l'on voit que près de 70 % des taxons présentent une répartition restreinte à une à trois entités géographiques ($\alpha = 3, 4$ ou 5) (Fig. 3B). C'est également le cas avec certains indicateurs définis à des échelles infranationales : des valeurs fortes de vulnérabilité régionale ($\alpha = 3, 4$ ou 5) sont attribuées à près de 30 % des taxons (Fig. 3A). De la même manière, des scores de rareté départementale élevés ($\alpha = 4$ ou 5) sont attribués à 42 % des espèces (Fig. 3B).

HIÉRARCHISATION DE LA VALEUR DE PRÉSERVATION DE L'AVIFAUNE NICHEUSE DU DÉPARTEMENT D'ILLE-ET-VILAINE
 Les espèces évaluées présentent des valeurs de préservation s'échelonnant graduellement entre 6,54 (Pingouin torda *Alca torda* Linnaeus, 1758) et 0,19 (Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea* Tunstall, 1771, Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758, Pipit des arbres *Anthus trivialis* (Linnaeus, 1758) et Canard colvert *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758) (Tableau 4 ; Fig. 4). Les espèces du département sont donc échelonnées sur plus de 65 % de l'étendue potentielle de l'indice (borné entre 0 et 10). L'incrément de l'indice pour une augmentation d'une unité d'un score d'un seul indicateur est ainsi de 0,19 (qui correspond donc à une valeur minimale où les neuf indicateurs affichent un score $\alpha = 1$).

La subdivision selon les quintiles permet de classer les valeurs de préservation obtenues en cinq catégories d'enjeux à l'échelle considérée : mineur [0,19-1,46], modéré [1,47-2,73], élevé [2,74-4], très élevé [4,01-5,27] et majeur [5,28-6,54]. On distingue alors une répartition irrégulière des taxons au sein des différentes catégories : seules trois espèces sont associées à des enjeux majeurs de préservation alors que 61 sont associées à des enjeux mineurs (Fig. 4A).

19 espèces (15 %) sont classées dans les catégories d'enjeux de préservation « majeur » ou « très élevé » pour le département (Fig. 4A). À la différence des autres catégories, les espèces inscrites ici présentent des valeurs fortes (ou moyennement fortes) pour la plupart des indicateurs (Fig. 5A où l'on distingue des diagrammes-radar avec d'importantes surfaces du fait d'un étalement sur plusieurs branches).

51 espèces (39 %) sont classées dans les catégories d'enjeux de préservation « élevé » ou « modéré » pour le département (Fig. 4A). Cet ensemble de catégories intermédiaires regroupe des espèces généralement rares et/ou vulnérables mais dont trop peu d'indicateurs, à l'échelle considérée, conjuguent de forts scores pour être inscrites dans la catégorie supérieure (e.g. Autour des palombes *Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758), Fauvette pitchou *Sylvia undata* (Boddaert, 1783), Pipit maritime *Anthus petrosus* (Montagu, 1798), Vanneau huppé *Vanellus vanellus* (Linnaeus, 1758)) (Fig. 5B-C) et des espèces dont seul un nombre restreint d'indicateurs (2 à 4) influencent la hiérarchisation. Il ne s'agit pas donc pas nécessairement d'espèces vulnérables, rares et originales mais vulnérables et/ou rares et/ou originales pour l'avifaune européenne (e.g. Bruant jaune *Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758, Lorient d'Europe *Oriolus oriolus* (Linnaeus, 1758), Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758)) (Fig. 5B-C).

Enfin, 61 espèces (46 %) recensées dans le département sont classées dans la catégorie d'enjeux de préservation « mineurs ».

La comparaison des catégories d'Indice de Valeur de Préservation (IVP) et de la liste de RBR (Fig. 4B) fait apparaître que 54 % des espèces (70 espèces) sont classées au sein de catégories identiques (Fig. 4C). Concernant les différences, l'IVP tend plutôt à augmenter les enjeux des espèces puisque 29 % d'entre elles (37 espèces) se voient classées dans une catégorie supérieure. À l'inverse, 17 % des espèces (22 espèces) sont situées dans des catégories de valeur de préservation inférieures à celles proposées dans la liste RBR (Fig. 4C).

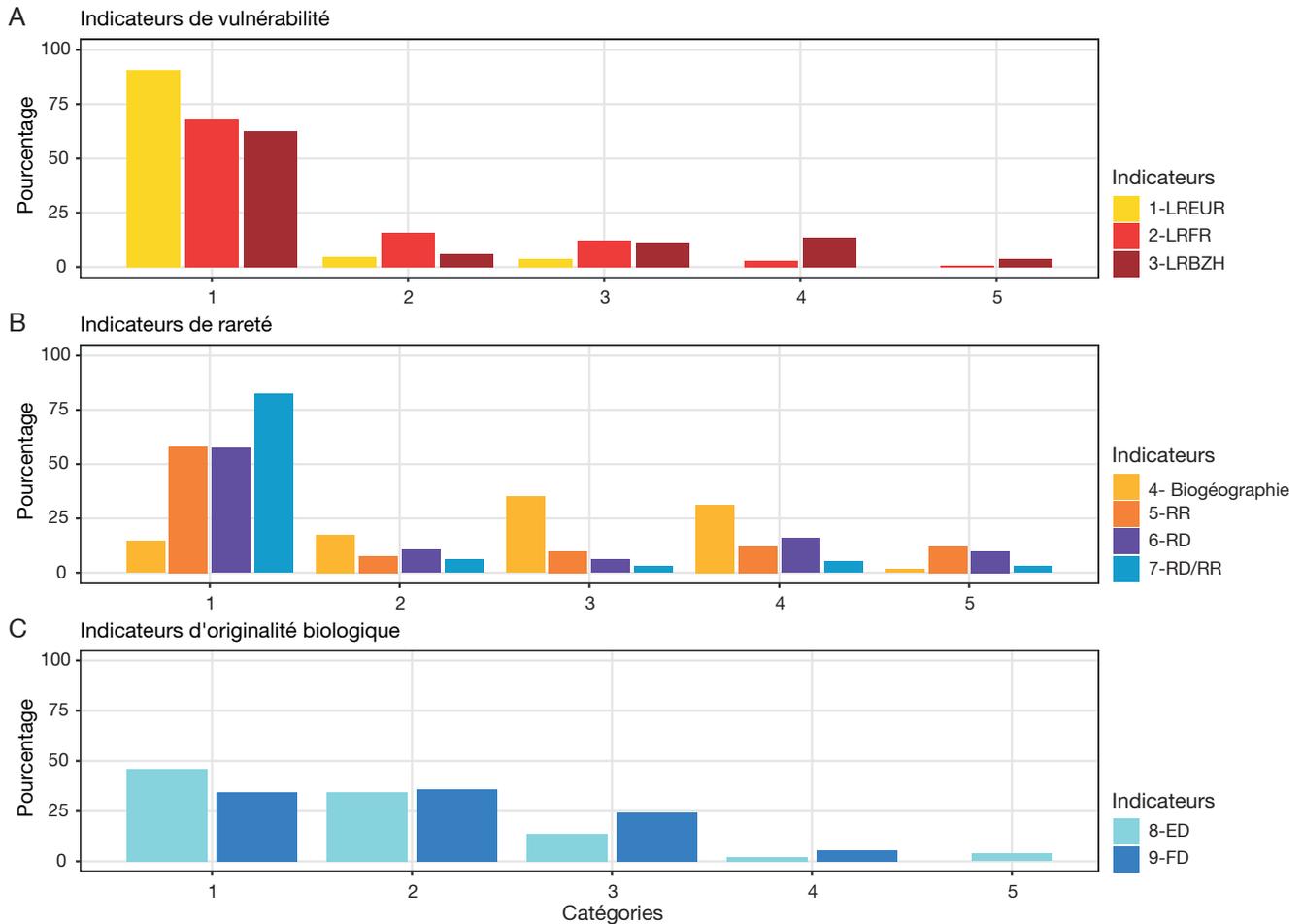


FIG. 3. — Répartition des espèces (en pourcentage) dans les cinq scores α pour chacun des indicateurs. Abréviations : **ED**, caractères distinctifs évolutifs; **FD**, caractères distinctifs fonctionnels; **LRBZH**, Liste rouge pour les oiseaux nicheurs de Bretagne; **LREUR**, Liste rouge européenne; **LRFR**, Liste rouge des oiseaux de France métropolitaine; **RD**, rareté départementale; **RD/RR**, rapport rareté départementale sur rareté régionale; **RR**, rareté régionale.

DISCUSSION

CONVERGENCES D'ENJEUX DE PRÉSERVATION RÉGIONAUX ET SPÉCIFICITÉS LOCALES

Globalement, l'évaluation de la valeur de préservation de l'avifaune nicheuse du département est cohérente avec les enjeux identifiés à l'échelle de la région par la liste de RBR, en particulier pour les catégories extrêmes (enjeux majeurs et mineurs). Ainsi, les espèces associées aux catégories régionales de responsabilité majeure ou très élevée présentent, pour la plupart, les plus fortes valeurs d'IVP (Fig. 4). Ces taxons sont généralement des espèces sensibles, spécialistes de milieux à forte naturalité (e.g. oiseaux marins, forestiers ou de vastes zones humides) dont les populations et les habitats ont été considérablement réduits au cours de la période historique (Groupe ornithologique Breton 2012). Ainsi, même si leurs populations en Ille-et-Vilaine sont parfois réduites, leur importante vulnérabilité à l'échelle de la région, renseignée dans les indicateurs sélectionnés, induit une nécessaire prise en compte sur le territoire départemental. La question des stratégies de réponses à ces enjeux reste cependant entière :

il n'est pas question ici d'argumenter sur la nécessité de concentrer les ressources pour développer des plans de conservation visant ces espèces. Les populations bretonnes de Locustelle luscinoïde *Locustella luscinioides* (Savi, 1824) ou de Marouette ponctuée par exemple, très localisées, ne justifient pas nécessairement la mise en œuvre de telles stratégies (Groupe ornithologique Breton 2012). Mais, leurs valeurs de préservation calculées ici permettent de souligner que leurs présences ne sont pas uniquement anecdotiques. Elles ont une valeur patrimoniale au sens étymologique du concept, i.e., en termes de valeur de legs et d'héritage.

De la même manière, parmi les espèces dont les enjeux sont classés dans les mêmes catégories d'une échelle territoriale à l'autre, plus de 70 % (50/71) sont associées à des enjeux de préservation jugés mineurs (Fig. 4). Ces espèces sont généralement communes aux deux échelles considérées et moins vulnérables que les autres taxons. Toutefois, il est intéressant de noter que certaines de ces espèces peuvent présenter des valeurs assez fortes pour quelques indicateurs (e.g. Bourscarle de Cetti *Cettia cetti* (Temminck, 1820), Linotte mélodieuse *Linaria cannabina* (Linnaeus, 1758) ; Fig. 5D).

TABLEAU 4. — Liste des espèces évaluées avec l'Indice de Valeur de Préservation (IVP), le rang et la catégorie d'enjeux correspondant et les valeurs (scores) pour les différents indicateurs par critères. Les pondérations (x 2) sont indiquées pour les indicateurs: Liste rouge des oiseaux de France métropolitaine (LR FR), Liste rouge des oiseaux nicheurs de Bretagne (LR BZH), rareté régionale (RR) et rareté départementale (RD). Pour les espèces entre parenthèses, les valeurs de l'IVP sont données à titre indicateur car l'un des critères (noté *) n'est pas disponible. Les noms scientifiques des espèces sont consultables dans l'Annexe 1.

Espèces	IVP	Rang	Vulnérabilité			Rareté			Originalité		Catégorie d'enjeux	
			LR EUR	LR FR	LR BZH	Biogéo	RR	RD	RD/RR	ED		FD
Pingouin torda	6,54	1	2	5 x 2	4 x 2	3	5 x 2	5 x 2	1	2	3	Majeur
Fuligule milouin	5,77	2	3	3 x 2	5 x 2	3	5 x 2	4 x 2	2	1	2	Majeur
Locustelle luscinoïde	5,38	3	1	4 x 2	4 x 2	3	5 x 2	5 x 2	1	2	1	Majeur
Sarcelle d'été	5,00	4	1	3 x 2	5 x 2	2	5 x 2	4 x 2	2	1	3	Très élevé
Sarcelle d'hiver	5,00	4	1	3 x 2	5 x 2	2	5 x 2	5 x 2	1	1	2	Très élevé
(Marouette ponctuée)	5,00	4	1	3 x 2	* x 2	3	5 x 2	5 x 2	1	2	2	Très élevé
Busard cendré	5,00	4	1	2 x 2	5 x 2	3	4 x 2	5 x 2	1	1	2	Très élevé
Râle d'eau	4,62	5	1	2 x 2	4 x 2	4	4 x 2	4 x 2	1	3	3	Très élevé
Huîtrier pie	4,42	6	3	1 x 2	3 x 2	3	3 x 2	4 x 2	1	3	4	Très élevé
Grimpereau des bois	4,42	6	1	1 x 2	4 x 2	4	5 x 2	5 x 2	1	2	1	Très élevé
Faucon pèlerin	4,42	6	1	1 x 2	4 x 2	1	5 x 2	5 x 2	1	1	2	Très élevé
Avocette élégante	4,23	7	1	1 x 2	3 x 2	3	5 x 2	5 x 2	1	3	1	Très élevé
Moineau friquet	4,23	7	1	4 x 2	4 x 2	3	3 x 2	1 x 2	5	2	3	Très élevé
Rousserolle verderolle	4,23	7	1	1 x 2	4 x 2	3	5 x 2	4 x 2	2	1	3	Très élevé
Busard des roseaux	4,23	7	1	2 x 2	4 x 2	3	3 x 2	4 x 2	1	2	3	Très élevé
Milan noir	4,23	7	1	1 x 2	4 x 2	1	4 x 2	5 x 2	1	2	2	Très élevé
Grèbe à cou noir	4,04	8	1	1 x 2	1 x 2	2	5 x 2	5 x 2	1	2	4	Très élevé
Grand cormoran	4,04	8	1	1 x 2	3 x 2	1	4 x 2	4 x 2	1	5	4	Très élevé
Bruant proyer	4,04	8	1	1 x 2	4 x 2	4	4 x 2	5 x 2	1	1	2	Très élevé
(Gorgebleue à miroir)	3,86	9	*	1 x 2	3 x 2	2	4 x 2	4 x 2	1	1	3	Elevé
Héron garde-boeufs	3,85	10	1	1 x 2	4 x 2	1	5 x 2	4 x 2	2	3	1	Elevé
Bec-croisé des sapins	3,85	10	1	1 x 2	3 x 2	3	5 x 2	4 x 2	2	1	2	Elevé
Rossignol philomèle	3,85	10	1	1 x 2	3 x 2	3	5 x 2	3 x 2	3	1	3	Elevé
Échasse blanche	3,85	10	1	1 x 2	4 x 2	1	4 x 2	5 x 2	1	3	1	Elevé
Chevêche d'Athéna	3,85	10	1	1 x 2	3 x 2	3	3 x 2	1 x 2	5	4	4	Elevé
Autour des palombes	3,85	10	1	1 x 2	4 x 2	3	4 x 2	2 x 2	4	1	2	Elevé
Vanneau huppé	3,65	11	3	2 x 2	3 x 2	4	3 x 2	3 x 2	1	2	1	Elevé
Fuligule morillon	3,65	11	1	1 x 2	5 x 2	1	5 x 2	4 x 2	2	1	1	Elevé
Gravelot à collier interrompu	3,65	11	1	3 x 2	3 x 2	2	4 x 2	4 x 2	1	1	1	Elevé
Grosbec casse-noyaux	3,65	11	1	1 x 2	3 x 2	4	4 x 2	4 x 2	1	2	2	Elevé
Pie-grièche écorcheur	3,65	11	1	2 x 2	4 x 2	3	4 x 2	2 x 2	4	1	2	Elevé
Canard souchet	3,46	12	1	1 x 2	4 x 2	2	5 x 2	4 x 2	1	1	1	Elevé
Loriot d'Europe	3,27	13	1	1 x 2	2 x 2	3	4 x 2	1 x 2	5	4	2	Elevé
Locustelle tachetée	3,08	14	1	2 x 2	1 x 2	3	3 x 2	4 x 2	1	2	2	Elevé
Mésange noire	3,08	14	1	1 x 2	2 x 2	4	4 x 2	4 x 2	1	1	1	Elevé
Pouillot fitis	3,08	14	1	2 x 2	4 x 2	3	2 x 2	4 x 2	1	2	1	Elevé
Cailles des blés	3,08	14	1	1 x 2	1 x 2	3	4 x 2	3 x 2	2	3	2	Elevé
Busard Saint-Martin	3,08	14	2	1 x 2	4 x 2	4	2 x 2	2 x 2	1	1	2	Elevé
Aigrette garzette	2,88	15	1	1 x 2	2 x 2	1	3 x 2	4 x 2	1	3	3	Elevé
Petit gravelot	2,88	15	1	1 x 2	4 x 2	2	4 x 2	3 x 2	2	1	1	Elevé
Cormoran huppé	2,88	15	1	1 x 2	1 x 2	4	3 x 2	4 x 2	1	2	2	Elevé
Pipit farlouse	2,88	15	2	3 x 2	3 x 2	4	1 x 2	3 x 2	1	1	1	Elevé
Rougequeue à front blanc	2,88	15	1	1 x 2	3 x 2	3	4 x 2	2 x 2	4	1	1	Elevé
Martin-pêcheur d'Europe	2,69	16	3	3 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	5	3	Modéré
Fauvette pitchou	2,69	16	2	4 x 2	1 x 2	5	1 x 2	2 x 2	1	1	1	Modéré
Pic mar	2,69	16	1	1 x 2	1 x 2	4	3 x 2	1 x 2	5	2	2	Modéré
Pic épeichette	2,50	17	1	3 x 2	1 x 2	4	2 x 2	1 x 2	4	2	2	Modéré
Pipit maritime	2,50	17	1	2 x 2	1 x 2	4	1 x 2	4 x 2	1	1	3	Modéré
Pouillot siffleur	2,50	17	1	2 x 2	2 x 2	2	3 x 2	2 x 2	3	1	2	Modéré
Tourterelle des bois	2,31	18	3	3 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	3	2	Modéré
Héron cendré	2,31	18	1	1 x 2	1 x 2	2	3 x 2	2 x 2	3	2	3	Modéré
Goéland argenté	2,31	18	2	2 x 2	3 x 2	2	1 x 2	3 x 2	1	1	2	Modéré
Goéland marin	2,31	18	1	1 x 2	1 x 2	3	2 x 2	4 x 2	1	1	3	Modéré
Sterne pierregarin	2,31	18	1	1 x 2	1 x 2	1	3 x 2	5 x 2	1	1	1	Modéré
Bruant des roseaux	2,12	19	1	4 x 2	3 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Modéré
Huppe fasciée	1,92	20	1	1 x 2	1 x 2	3	2 x 2	2 x 2	1	5	1	Modéré
Bouvreuil pivoine	1,92	20	1	3 x 2	3 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Modéré
Corbeau freux	1,92	20	1	1 x 2	1 x 2	4	2 x 2	1 x 2	4	1	3	Modéré
Roitelet à triple bandeau	1,92	20	1	1 x 2	1 x 2	4	2 x 2	1 x 2	4	3	1	Modéré
Bergeronnette printanière	1,73	21	1	1 x 2	2 x 2	1	3 x 2	2 x 2	3	1	1	Modéré
Chardonneret élégant	1,73	21	1	3 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Modéré
Bondrée apivore	1,73	21	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	2 x 2	1	3	4	Modéré
Pigeon colombin	1,54	22	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	2 x 2	1	2	3	Modéré
Engoulevent d'Europe	1,54	22	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	2 x 2	1	3	3	Modéré

TABLEAU 4. — Suite.

Espèces	IVP	Rang	Vulnérabilité			Rareté			Originalité		Catégorie d'enjeux	
			LR EUR	LR FR	LR BZH	Biogéo	RR	RD	RD/RR	ED		FD
Hirondelle de rivage	1,54	22	1	2 x 2	1 x 2	1	1 x 2	3 x 2	1	2	2	Modéré
Alouette des champs	1,54	22	1	2 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Modéré
Bruant jaune	1,54	22	1	3 x 2	2 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Modéré
Cisticole des joncs	1,54	22	1	3 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	3	2	Modéré
Phragmite des joncs	1,54	22	1	1 x 2	1 x 2	2	2 x 2	2 x 2	1	1	4	Modéré
Verdier d'europe	1,54	22	1	3 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Modéré
(Chouette hulotte)	1,36	24	1	1 x 2	* x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Mineur
(Effraie des clochers)	1,36	24	1	1 x 2	* x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	5	3	Mineur
Pigeon ramier	1,35	23	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	3	3	Mineur
Coucou gris	1,35	23	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	5	2	Mineur
Goéland brun	1,35	23	1	1 x 2	1 x 2	1	2 x 2	3 x 2	1	1	2	Mineur
Bouscarle de Cetti	1,35	23	1	2 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	3	1	Mineur
Gobemouche gris	1,35	23	1	2 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Mineur
Linotte mélodieuse	1,35	23	1	3 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Rousserolle effarvatte	1,35	23	1	1 x 2	1 x 2	3	2 x 2	1 x 2	4	1	1	Mineur
Tadorne de belon	1,15	24	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	2 x 2	1	2	2	Mineur
Tourterelle turque	1,15	24	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	3	2	Mineur
Martinet noir	1,15	24	1	2 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Choucas des tours	1,15	24	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	4	Mineur
Geai des chênes	1,15	24	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Mineur
Mésange à longue queue	1,15	24	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	3	2	Mineur
Roitelet huppé	1,15	24	1	2 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Rougegorge familier	1,15	24	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Mineur
Serin cini	1,15	24	1	3 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Faucon crécerelle	0,96	25	1	2 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Mineur
Hirondelle de fenêtre	0,96	25	1	2 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Accenteur mouchet	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Corneille noire	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Mineur
Grive draine	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Hypolaïs polyglotte	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Pie bavarde	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Mineur
Sittelle torchepot	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Pic épeiche	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Hibou moyen-duc	0,96	25	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	2	3	Mineur
Faucon hobereau	0,96	25	1	1 x 2	2 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Grèbe castagneux	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	4	1	Mineur
Hirondelle rustique	0,77	26	1	2 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Alouette lulu	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Bruant zizi	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	5	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Fauvette des jardins	0,77	26	1	2 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Grimpereau des jardins	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Mésange nonnette	0,77	26	1	1 x 2	2 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Rougequeue noir	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Mineur
Troglodyte mignon	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	3	1	Mineur
Pic noir	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Pic vert	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Gallinule poule-d'eau	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	3	2	Mineur
Épervier d'europe	0,77	26	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Mineur
Merle noir	0,58	27	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Mésange bleue	0,58	27	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Mésange huppée	0,58	27	1	1 x 2	1 x 2	4	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Pinson des arbres	0,58	27	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	2	2	Mineur
Pouillot véloce	0,58	27	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Tarier pâtre	0,58	27	1	2 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Foulque macroule	0,58	27	2	1 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Grèbe huppé	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Bergeronnette grise	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Fauvette à tête noire	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Fauvette grisette	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Grive musicienne	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	2	1	Mineur
Mésange charbonnière	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	3	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur
Moineau domestique	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Buse variable	0,38	28	1	1 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	1	3	Mineur
Canard colvert	0,19	29	1	1 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Bergeronnette des ruisseaux	0,19	29	1	1 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Étourneau sansonnet	0,19	29	1	1 x 2	1 x 2	1	1 x 2	1 x 2	1	1	2	Mineur
Pipit des arbres	0,19	29	1	1 x 2	1 x 2	2	1 x 2	1 x 2	1	1	1	Mineur

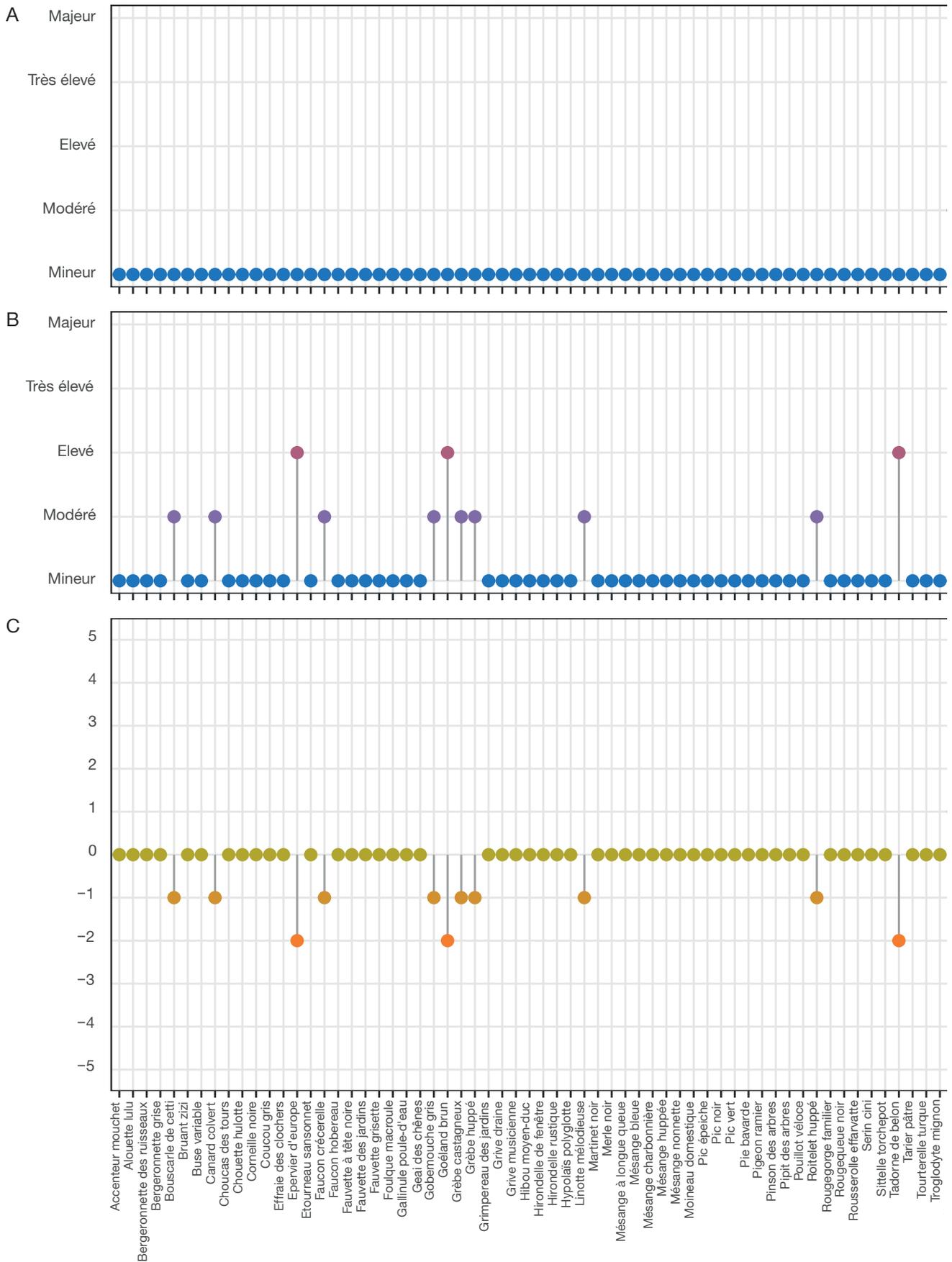


FIG. 4. — **A**, Valeurs de l'Indice de Valeur de Préservation (IVP) pour l'avifaune nicheuse d'Ille-et-Vilaine réparties en catégories d'enjeux selon les quintiles : mineur [0,19 – 1,46], modéré [1,47 – 2,73], élevé [2,74 – 4], très élevé [4,01 – 5,27] et majeur [5,28 – 6,54] pour le département ; **B**, catégories de la liste de Responsabilité biologique régionale (**RBR**) ; **C**, comparaison entre les catégories obtenues par l'IVP et celles proposées par la RBR. **Marouette ponctuée**, espèce non évaluée, absente des catégories de la liste de responsabilité régionale Les noms scientifiques des espèces sont consultables dans l'Annexe 1.

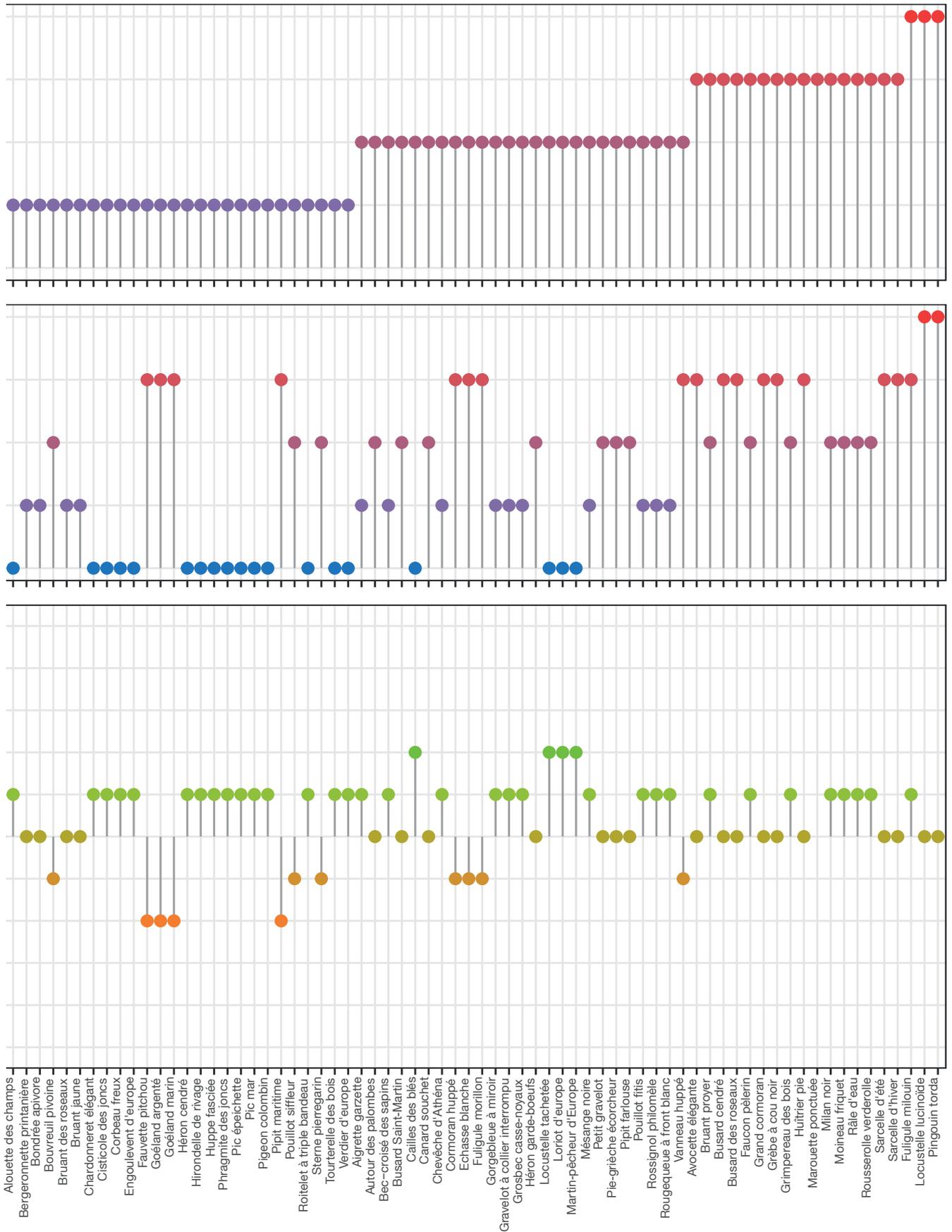
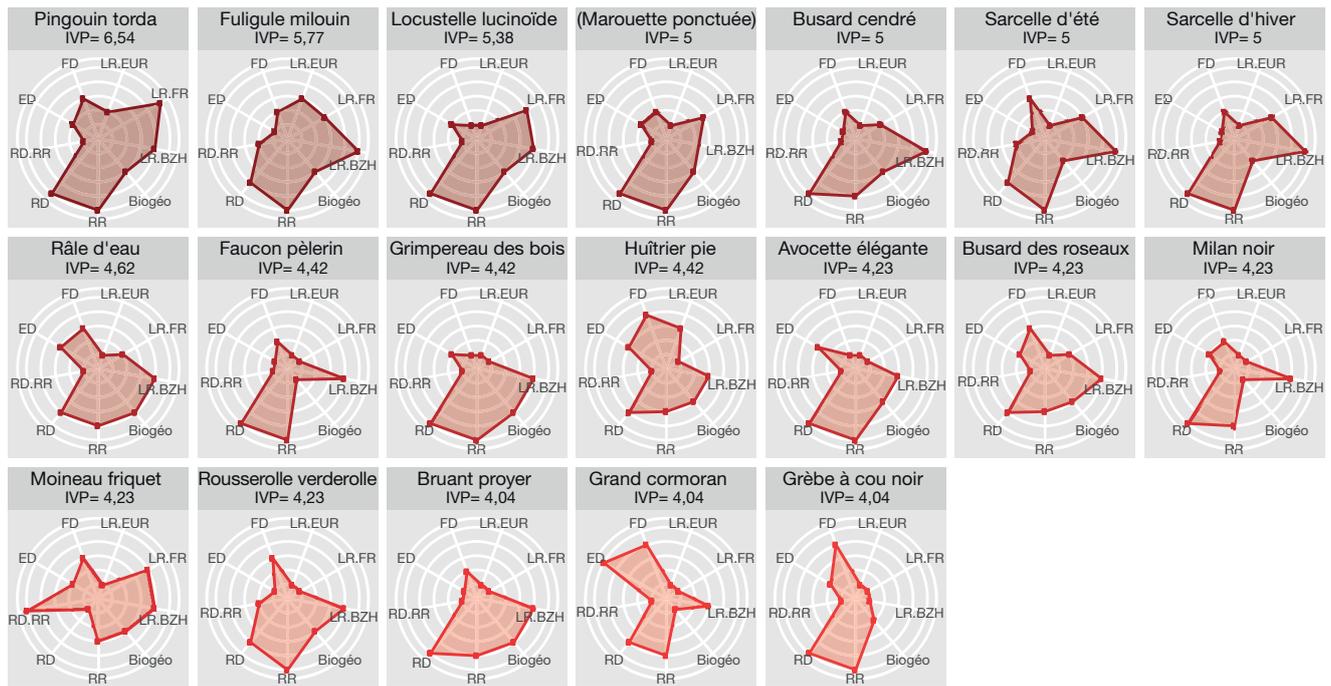


Fig. 4. — Suite.

A



B

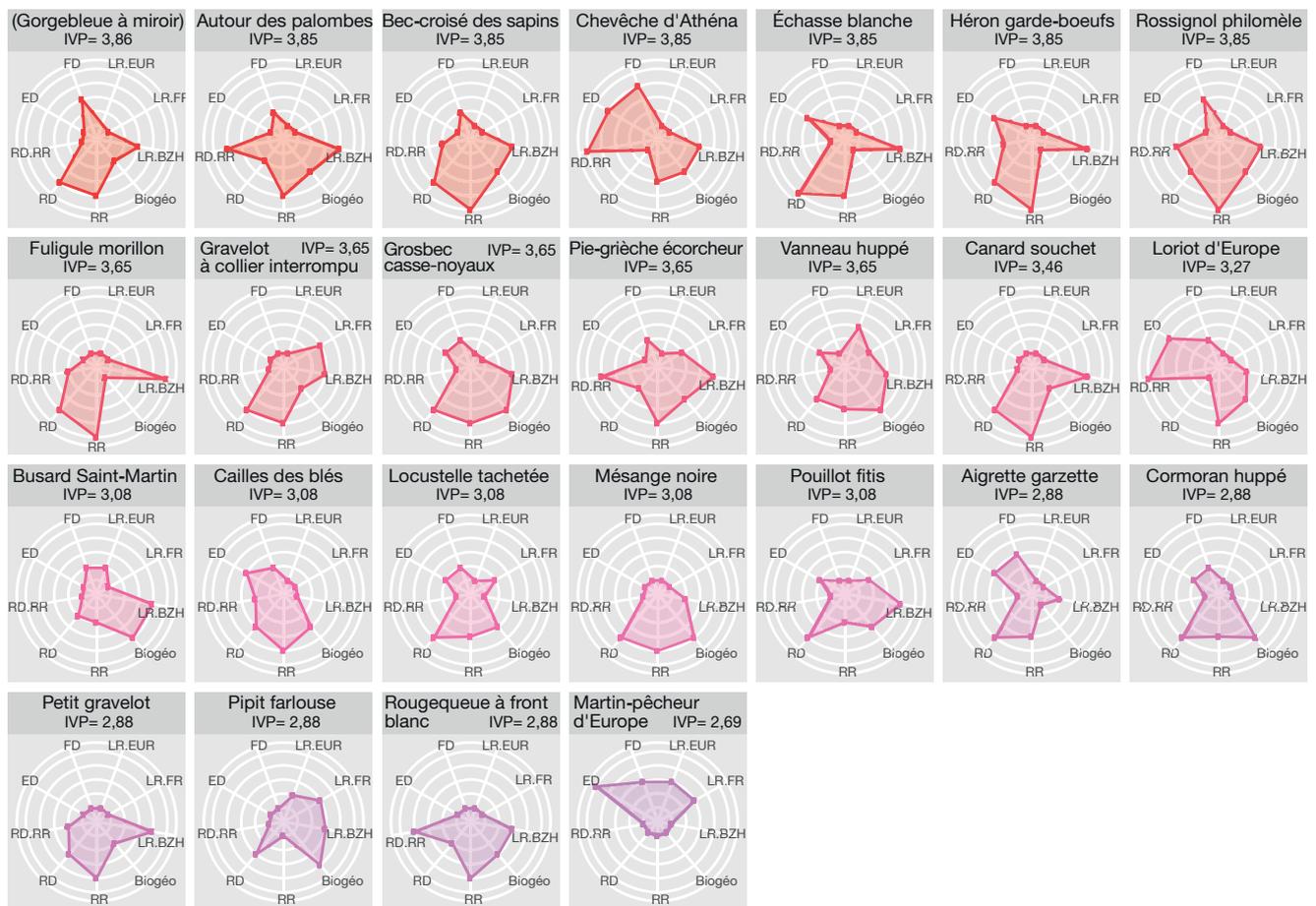
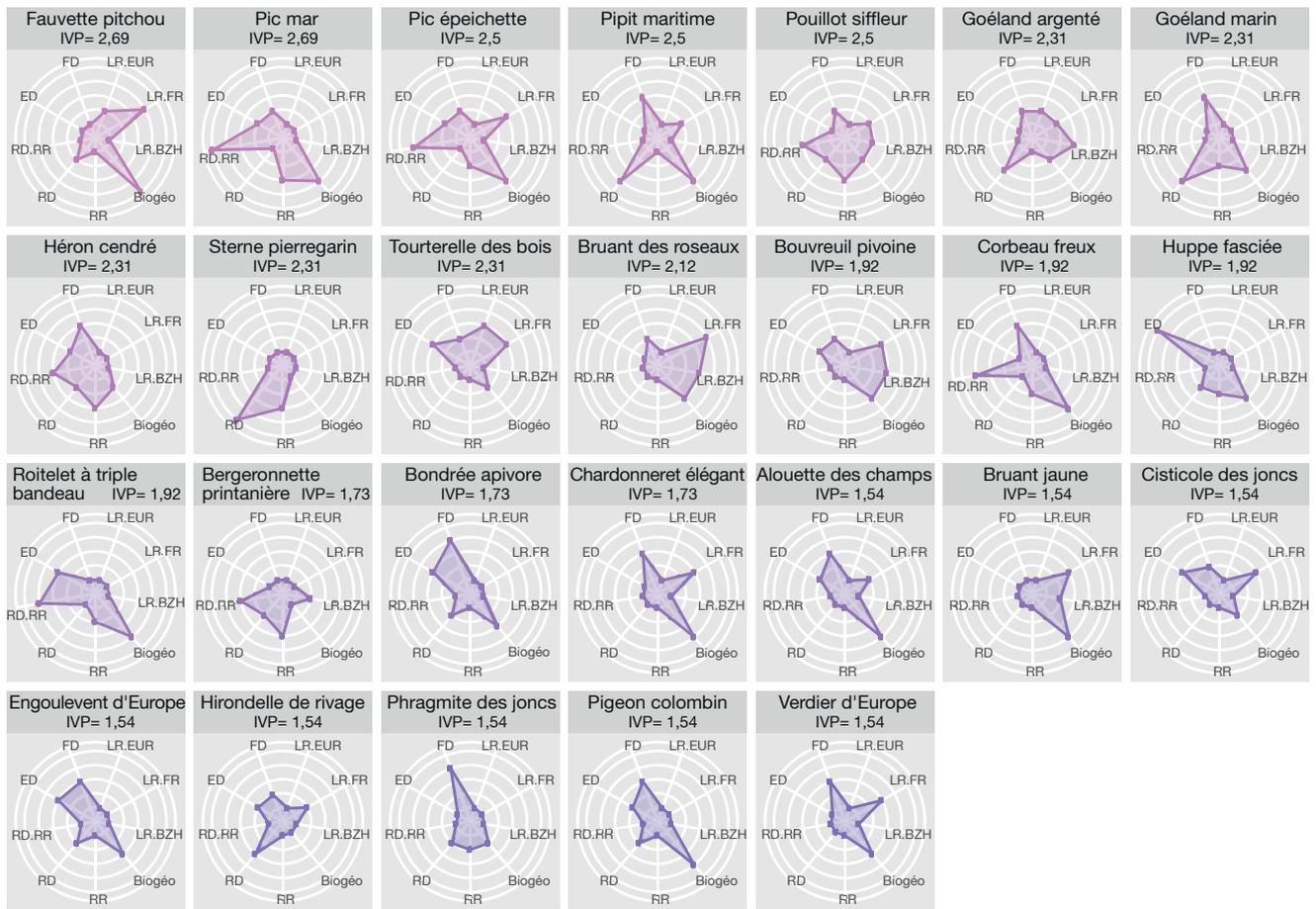


Fig. 5. — Représentation en diagramme-radar des valeurs de préservation pour les 131 espèces évaluées. À noter qu'ici les données ne sont pas pondérées par les poids associés aux indicateurs. Les espèces entre parenthèses correspondent aux taxons pour lesquels certains indicateurs sont manquants. **A**, enjeux majeurs et très élevés; **B**, enjeux élevés; **C**, enjeux modérés; **D**, enjeux mineurs. Les noms scientifiques des espèces sont consultables dans l'Annexe 1. Abréviations: **Biogéo**, Biogéographie mondiale; **ED**, caractères distinctifs évolutifs; **FD**, caractères distinctifs fonctionnels; **IVP**, indice de valeur de préservation; **LRBZH**, Liste rouge pour les oiseaux nicheurs de Bretagne; **LREUR**, Liste rouge européenne; **LRFR**, Liste rouge des oiseaux de France métropolitaine; **RD**, rareté départementale; **RD/RR**, rapport rareté départementale sur rareté régionale; **RR**, rareté régionale.

C



D

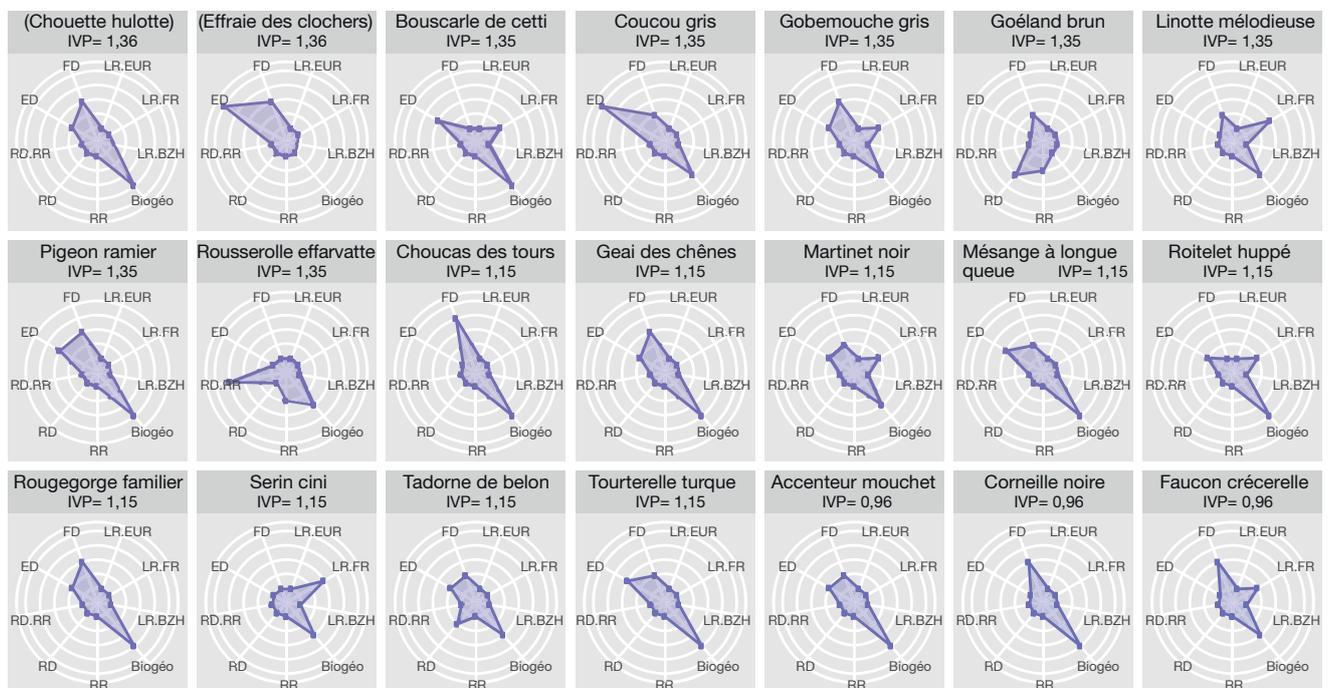


Fig. 5. — Suite.



FIG. 5. — Suite.

Cela illustre l'intérêt d'évaluer la valeur de préservation de manière synthétique et multicritère car on perçoit ici (et non dans une approche purement catégorielle) que, si les enjeux peuvent être jugés comme globalement mineur, la valeur patrimoniale, elle, n'est pas nulle (en témoigne la répartition des espèces au sein des différents scores de chaque indicateur : à l'exception de la LR européenne, une proportion non-nulle des espèces est systématiquement associée aux plus forts scores de IVP, Fig. 4).

Par ailleurs, l'analyse réalisée ici a mis également en évidence des spécificités à l'échelle du département. Par rapport à la liste de RBR, l'IVP tend plutôt à augmenter les enjeux des espèces puisque 28 % (37/131) d'entre elles se voient classées dans une catégorie supérieure. C'est un résultat attendu : le fait de considérer un critère (l'originalité biologique) et des indicateurs supplémentaires ainsi que différentes échelles, permet de préciser et d'affiner la valeur de certaines espèces. C'est le cas, par

exemple, du Martin-pêcheur dont les valeurs de préservation à l'échelle départementale sont deux fois plus importantes que la responsabilité régionale (IVPD élevée, RBR mineure) : du fait de son originalité phylogénétique (son unicité) et des statuts liste rouge européen et nationaux, l'indice lui attribue une valeur assez importante (Fig. 5B) (ce qui est cohérent avec les préconisations des experts (Groupe ornithologique Breton 2012). Le Fuligule milouin *Aythya ferina* (Linnaeus, 1758), le Grimpeur des bois *Certhia familiaris* Linnaeus, 1758, le Grosbec casse-noyaux *Coccothraustes coccothraustes* (Linnaeus, 1758), le Loriot d'Europe, le Rougequeue à front blanc *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758), la Mésange noire *Periparus ater* (Linnaeus, 1758) ou l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* (Linnaeus, 1766) (Figs 4, 5) constituent d'autres exemples similaires (i.e., dont la valeur augmente), illustrant la complémentarité des approches et notamment la variation des enjeux d'une échelle à l'autre. En effet, ces espèces ayant des populations bretonnes essentiellement concentrées en Ille-et-Vilaine, cela semble assez cohérent.

Ainsi, ce travail permet de souligner et de renforcer la vision des enjeux de conservation de l'avifaune en Ille-et-Vilaine. Et cela peut se comprendre du fait de la situation particulière de ce département : étant situé aux portes de la péninsule armoricaine, l'Ille-et-Vilaine représente un territoire en marge de répartition pour beaucoup d'espèces (notamment pour les espèces sylvatiques et de zones humides pour lesquelles le territoire offre plus d'habitats que dans les départements voisins). Or, l'importance des marges et des limites de répartition pour la conservation des espèces est désormais reconnue : ces marges, par rapport aux zones centrales, semblent souvent concentrer une diversité génétique accrue et permettre aux populations de se maintenir plus durablement (Channell 2004). De fait, la valeur de préservation de plusieurs espèces apparaît comme importante là où – à l'échelle de la région – le caractère marginal de leur répartition tend à minimiser l'évaluation des niveaux de responsabilité. Le Fuligule milouin – par exemple – devient ainsi une espèce prioritaire à l'échelle du département car il présente de forts statuts de vulnérabilité régionaux, nationaux et internationaux et n'est nicheur en Bretagne qu'en Ille-et-Vilaine (Fig. 5 ; Groupe ornithologique Breton 2012).

À l'inverse, pour plusieurs espèces (22), les enjeux de préservation évalués à l'échelle départementale sont inférieurs à ceux mesurés par la LRR. Là encore, le fait d'inclure l'échelle départementale est déterminante dans ces tendances : l'essentiel des populations régionales de, par exemple, Fauvette pitchou, Pipit maritime, Goéland argenté *Larus argentatus* Pontoppidan, 1763 ou d'Échasse blanche *Himantopus himantopus* (Linnaeus, 1758) se concentre dans les départements voisins (et sont donc peu représentées en Ille-et-Vilaine). Ainsi ces espèces présentent des valeurs de préservation modérées à élevées à l'échelle du département alors que leurs responsabilités régionales sont jugées élevées à très élevées.

APPLICATIONS DE L'IVP DANS LE CADRE DE LA DÉFINITION DES PRIORITÉS DE CONSERVATION

Les résultats obtenus par l'IVP et l'analyse du comportement de l'indice tendent à confirmer sa capacité à hiérarchiser la valeur patrimoniale de taxons de manière cohérente, standar-



FIG. 6. — L'Huîtrier pie, *Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758 présente des traits fonctionnels originaux, enjeu très élevé pour le département. Crédit photo : Jean-Pierre Richard, Université de Rennes 1.

disée et adaptée aux échelles-cibles. En outre, il est adaptable à différentes entités géographiques, larges comme un pays ou une région, ou plus restreintes (départements, communes, espaces naturels, etc.). De plus, il présente l'avantage d'attribuer un statut patrimonial à toutes les espèces, même de très faible niveau (i.e., > 0), et non de concentrer uniquement l'attention sur un nombre restreint d'espèces à forts enjeux de préservation (toutefois, il permet bien de discriminer les espèces à très forts enjeux – moins nombreuses – de celles pour lesquelles les enjeux sont moins préoccupants). Cette particularité de l'indice tient au mode calculatoire sélectionné (basé sur l'attribution de scores standardisés) et à l'utilisation d'indicateurs globalement non redondants (qui permet de maîtriser explicitement le poids des indicateurs via l'attribution de pondération et non de manière implicite et non-souhaité lorsque les indicateurs sont corrélés ; Fig. 3). Enfin, et c'est probablement la principale qualité de cet outil, il présente une souplesse d'utilisation qui permet de le faire évoluer en fonction des objectifs visés (dont la variation des échelles territoriales) et des données disponibles. Ainsi, il peut être aisément programmé (via un tableur de base de données), ce qui permet des analyses en routine des fluctuations des valeurs de préservation au fur et à mesure que la complétude des données augmente ou que de nouveaux indicateurs soient intégrés.

Cette souplesse d'utilisation apparaît d'autant plus importante que – malgré les efforts de normalisation et de standardisation – l'IVP, comme tout indice, reste en partie subjectif, très dépendant des informations utilisées et de fait peut aboutir à des résultats qui ne feront pas toujours consensus. Ici, le choix a été fait d'utiliser les principaux critères reconnus comme déterminants de la valeur de préservation (i.e., la vulnérabilité, la rareté et l'originalité biologique) pour procéder à la hiérarchisation. De plus, une pondération a été effectuée pour renforcer l'influence des niveaux de vulnérabilité nationaux et régionaux (qui doivent nécessairement être pris en compte même à des échelles infrarégionales) ainsi que les niveaux de rareté régionale et départementale. Cela conduit à une liste pertinente dans sa globalité (i.e., dans la définition des grandes classes d'enjeu à l'échelle visée), mais dont le positionnement précis de cer-

taines espèces pourrait être discutées. C'est le cas par exemple de taxons rares mais dont les patrons de répartition sont naturellement dispersés et les populations relativement stables et faiblement menacées (e.g. Grèbe à cou noir *Podiceps nigricollis* Brehm, 1831, Huîtrier pie *Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758 [Fig. 6]; Fig. 5A) ou d'autres espèces dont la présence sur le territoire peut être considérée comme anecdotique (e.g. Bec-croisé des sapins *Loxia curvirostra curvirostra* Linnaeus, 1758, Rousserolle verderolle *Acrocephalus palustris* (Bechstein, 1798), deux espèces en expansion qui ont colonisé récemment la Bretagne; Groupe ornithologique Breton 2012). De la même manière, certaines espèces présentant une valeur d'IVP faible à très faible pourraient aussi faire l'objet d'une révision de leurs statuts. Le cas du Pipit des arbres, positionné au même niveau que l'Étourneau sansonnet est ici un bon exemple : cette espèce présente une large répartition à l'échelle des mailles de l'atlas utilisé ici pour mesurer la rareté, mais est en réalité bien moins abondant que les espèces qualifiées de communes (e.g. Mésanges, Merles, Pie bavarde *Pica pica* (Linnaeus, 1758), Rougegorge familier *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758), etc.). De plus, c'est une espèce qui tend à régresser du fait de la disparition de ses habitats de prédilection (landes boisées; Groupe ornithologique Breton 2012), ce qui pourrait justifier de l'inscrire à un niveau d'enjeux plus important.

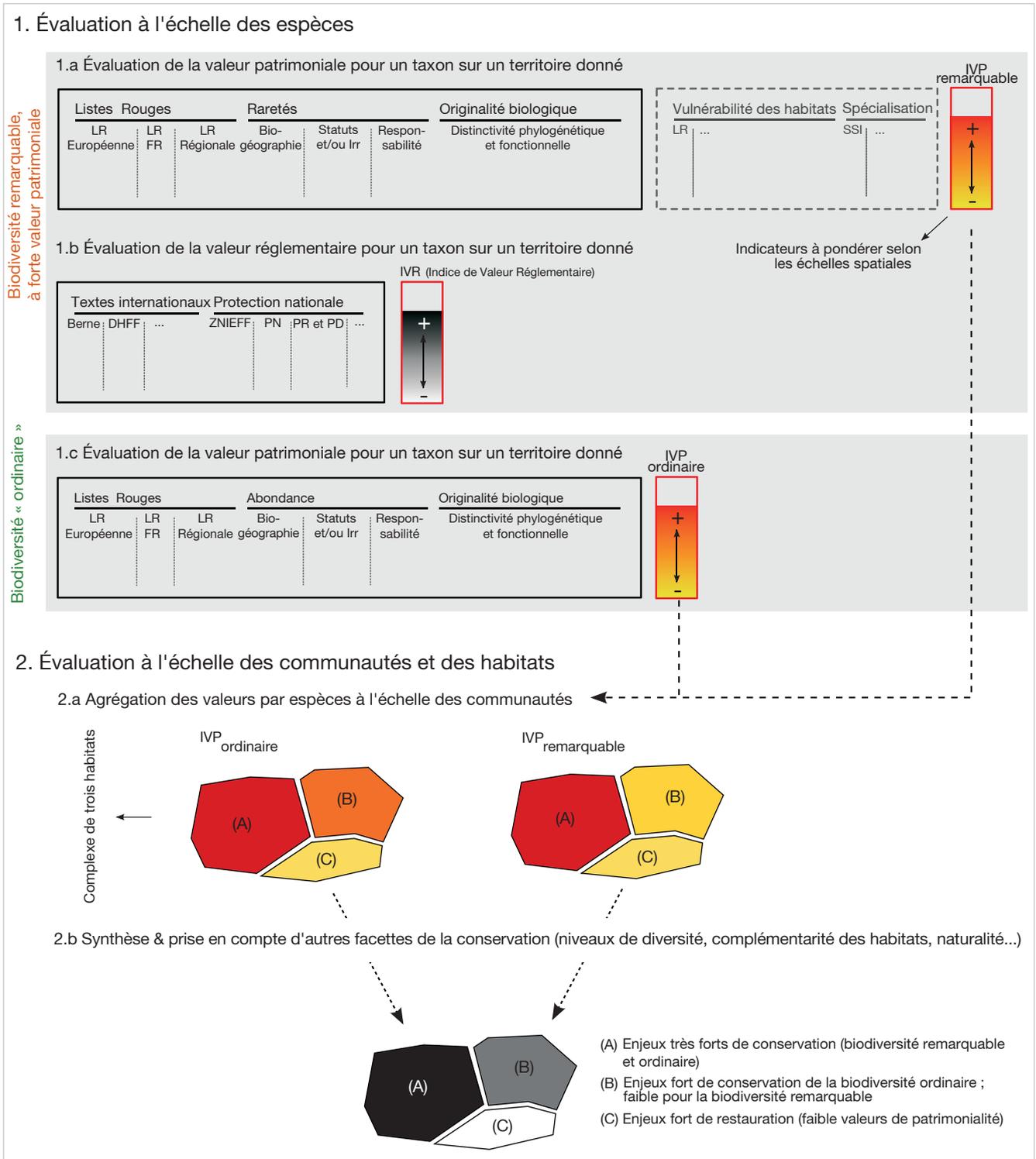
C'est pour ces raisons qu'il est essentiel de rappeler le rôle des experts et l'importance d'analyser les résultats obtenus par ces indices avec recul et en pleine considération des objectifs et des indicateurs mobilisés. En d'autres termes, il s'agit de procédures permettant d'accompagner la prise de décision et non d'outils se substituant à la réflexion des stratégies de conservation. C'est d'ailleurs pourquoi cet outil sera d'autant plus pertinent en affinant le choix des critères et la nature des variables à intégrer et en poursuivant le développement des connaissances sur la biologie, l'écologie et la biogéographie des taxons que l'on souhaite évaluer (Fig. 7[1a]). Ainsi, l'intégration de nouveaux indicateurs, non encore disponibles à l'échelle du département, tels les degrés de spécialisation des espèces (e.g. via des indices tels le Species Specialisation Index (SSI); Julliard *et al.* 2006; Le Viol *et al.* 2012), la spécificité et/ou la vulnérabilité des habitats sont à développer. Par ailleurs, une typologie plus fine des chorotypes (e.g. holarctique, eu-atlantique) ou encore les modalités de répartition (contiguë, dispersée, agrégative, etc.) pourraient probablement permettre d'affiner les valeurs de préservation. Dans cette perspective, il faudra toutefois être vigilant pour ne pas intégrer trop d'indicateurs, surtout s'ils sont redondants (e.g. tendances démographiques, une information-clé mais déjà prise en compte dans les Listes rouges). Par ailleurs, certains critères sollicités ici ne sont pas disponibles pour tous les groupes pouvant faire l'objet d'une évaluation patrimoniale (l'originalité phylogénétique et fonctionnelle notamment qui n'est actuellement pas disponible aisément pour plusieurs groupes tels les Arthropodes). Cela constitue donc un argumentaire pour le développement de la connaissance sur ces groupes. À noter qu'il est toutefois possible d'utiliser un indicateur d'originalité taxonomique, basé sur l'évaluation de la diversité des espèces au sein de différents niveaux taxonomiques (e.g. famille, genre) pour estimer

l'originalité biologique des espèces (Savouré-Soubelet 2013, 2015). En ce qui concerne plus spécifiquement le critère ED, il peut être envisagé de faire référence, non plus à l'échelle européenne, mais à l'échelle mondiale ce qui aurait pour effet, soit de diminuer les valeurs ED de certaines espèces uniques à l'échelle européenne (Martin pêcheur, Lorient d'Europe), soit d'augmenter la valeur ED d'autres espèces comme par exemple pour le Pingouin torda, seul de son genre au niveau mondial. De la même manière, avec l'acquisition de données plus fines sur la répartition, il pourrait être envisagé d'évaluer les patrons de rareté via de réelles données d'abondances et non simplement d'occurrences par mailles. Ainsi, les biais soulignés ci-dessus concernant la sous-représentativité de certains habitats dans les données d'échantillonnages, pourraient être contournés en introduisant un facteur correctif lié à la proportion relative des habitats sur le territoire de référence. Là encore, le choix du seuil de rareté défini influence les scores obtenus et l'application de seuils différents pourrait aussi être envisagée pour faire varier les intensités de rareté (Leroy *et al.* 2013) et par conséquent affiner les valeurs de préservation.

PERSPECTIVES : VERS UN TABLEAU DE BORD STANDARDISÉ DES OUTILS DE HIÉRARCHISATION PATRIMONIALE ?

Pour conclure sur les applications de l'IVP, il nous semble utile de rappeler qu'un indice de hiérarchisation de la valeur de préservation ne peut, dans tous les cas, capturer toutes les facettes de patrimonialité importante à considérer pour accompagner le développement des stratégies de conservation. En effet, par nature, la valeur patrimoniale, i.e., la valeur d'existence des espèces, inclue toutes les espèces d'un territoire, y compris celles pour lesquels les enjeux sont (encore) peu préoccupants. De fait, l'application de tels outils, qui hiérarchisent la biodiversité à travers le prisme – exclusif – de la rareté et de l'originalité, présente le risque de mésestimer d'autres façon de penser la conservation, comme, par exemple, (i) la préservation des espèces communes (qui devient un enjeu de plus en plus fort dans le contexte actuel de changements globaux; Baker *et al.* 2018), (ii) la prise en compte de la naturalité des habitats, qui est souvent corrélée à une forte valeur esthétique (donc ayant une valeur sociale importante) et une grande richesse biologique (mais pas nécessairement en espèces rares et protégées) (Blondel 2012), ou encore (iii) la protection des complexes d'habitats où la richesse peut apparaître faible à l'échelle locale mais très importante à l'échelle globale du fait de la complémentarité des biotopes (évaluée via des mesures de diversité beta) (Socolar *et al.* 2016).

Compte tenu de ces limites inhérentes aux outils de hiérarchisation, il semble important de standardiser, en parallèle des modalités de calcul des valeurs de préservation, les procédures d'évaluation de la patrimonialité. En effet, l'IVP, correspond finalement surtout à un indice de synthèse de la valeur de préservation et non à un nouvel indice mesurant une facette originale et différente des autres éléments traditionnellement évalués (degrés de vulnérabilité, statuts de rareté, etc.). Il n'a donc pas vocation à se substituer aux autres outils disponibles; il permet d'offrir aux décideurs et aux gestionnaires d'espaces naturels une vision de synthèse de la valeur patrimoniale d'un territoire. Du fait de ce caractère synthétique, cet outil nous



Complexe de trois habitats

(A) Enjeux très forts de conservation (biodiversité remarquable et ordinaire)

(B) Enjeux fort de conservation de la biodiversité ordinaire ; faible pour la biodiversité remarquable

(C) Enjeux fort de restauration (faible valeurs de patrimonialité)

FIG. 7. — Proposition de trame pour standardiser l'évaluation de la valeur patrimoniale. L'évaluation se fait d'abord à l'échelle des espèces via les critères « classiques » pour estimer la valeur patrimoniale des taxons remarquables (1a-b). Elle peut aussi intégrer de nouveaux critères (en gris, pointillés). L'indice de préservation (IVP) permet de faire la synthèse de ces paramètres; l'application des pondérations se fait en fonction des échelles. Sur le même modèle, il est possible de synthétiser la valeur réglementaire (1-b). En intégrant des critères nouveaux ou en les renseignant différemment (e.g. rareté), il est possible de statuer sur les espèces plus ordinaires (1c). Enfin, une fois ces valeurs mesurées pour chaque espèce via l'IVP, il est possible d'agréger ces données à l'échelle des communautés pour tenir compte de la configuration spatiale et de la dynamique des habitats (2). Abréviations : DHFF, Directive Habitat-Faune-Flore; IRR, indice de rareté relative; LRFRR, Liste rouge des oiseaux de France métropolitaine; PD, protection départementale; PN, protection nationale; PR, protection régionale; SSI, spécialisation; ZNIEFF, zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

semble particulièrement utile pour souligner les enjeux patrimoniaux d'un territoire (ici par exemple, la grande valeur des milieux littoraux et des zones humides mais aussi – dans le cas particulier de l'Ille-et-Vilaine – des milieux forestiers) et donc pour accompagner les décideurs et les gestionnaires du département d'Ille-et-Vilaine dans leurs politiques d'acquisition de sites à préserver. En revanche, dans le cas des choix de gestion à mettre en œuvre, cet outil est probablement encore trop dépendant de la sélection des critères pour permettre d'optimiser la gestion des sites. Une perspective pourrait être de travailler sur un tableau de bord standardisé des différentes composantes de la valeur patrimoniale à prendre en considération (Fig. 7). Dans ce contexte, il serait possible d'utiliser l'IVP comme un indicateur synthétique de chacune de ces composantes (e.g. valeurs de préservation basées sur la vulnérabilité, la rareté et l'originalité; valeurs réglementaires) et de faire varier le sens de ces indicateurs en fonction des échelles et des conceptions de la patrimonialité. Il est en effet tout à fait envisageable d'utiliser l'IVP de manière très différente, comme par exemple en inversant le sens donné aux indicateurs de rareté. Cela permettrait d'estimer la valeur patrimoniale des espèces encore abondantes sur les territoires (moyennant éventuellement une pondération pour limiter le poids des espèces très anthropophiles et souligner les enjeux des espèces « ordinaires » des paysages typiques d'un territoire (e.g. Linotte mélodieuse, Alouette lulu *Lullula arborea* (Linnaeus, 1758), Hypolaïs polyglotte *Hippolais polyglotta* (Vieillot, 1817) dans les plaines bocagères). Une fois ces informations renseignées espèces par espèces, il serait ensuite possible, grâce au caractère numérique de l'IVP, d'agrèger ces informations à l'échelle des communautés, en tenant compte ou non des abondances (pondération relative) (Fig. 7[2]). Cette dernière étape permettrait ainsi d'identifier les territoires où les enjeux (et les non-enjeux) convergent entre les différentes facettes de patrimonialité et là où ils divergent (lorsqu'il n'y a pas de congruences spatiales). Dans ce dernier cas, l'approche proposée ici permettrait de faire des choix en toute connaissance de causes et non de manière indésirée. Elle constituerait une base pour les démarches de concertation entre les différents acteurs en charge de la conservation sur les territoires-cibles.

CONCLUSION

L'augmentation récente de la capacité de bancarisation et de diffusion des connaissances à de multiples échelles géographiques a permis l'essor, hautement souhaitable pour améliorer les stratégies de conservation, de nombreux outils et d'indices d'évaluation patrimoniale. En revanche, l'effet « bancarisation » et la diversité des concepteurs a inévitablement entraîné une émergence foisonnante de principes calculatoires différents, rendant nécessaires les efforts de standardisation et de normalisation.

Le principe calculatoire proposé ici, résolument flexible et évolutif, peut être appliqué à de nombreux taxons (incluant des groupes pour lesquels les connaissances sont lacunaires tels les Arthropodes terrestres) et à différentes échelles spatiales de référence. Il a pour vocation d'être utilisé en routine pour des

mises à jour rapides et de permettre de standardiser les comparaisons sur différents territoires administratifs infra-nationaux, quelles que soient les méthodes spécifiques utilisées pour évaluer les indicateurs. La flexibilité de l'indice proposé peut donc permettre de respecter la diversité des choix des critères et des méthodologies de conceptions des indicateurs spécifiques à chaque territoire ou à chaque taxon tout en proposant un outil de standardisation lisible et généralisable. L'indice intègre, outre des critères d'évaluations d'ordre biologiques novateurs (FD, ED) qui peuvent être maintenant disponibles pour la communauté des gestionnaires, des critères d'occurrences relatives comparatifs à deux échelles de référence basées sur une approche novatrice et des critères sur les risques d'extinction à des niveaux supra-départementaux (statuts de menaces régionaux, nationaux et européens). En ce sens, cet indice multicritères peut alors être considéré comme un indice de Responsabilité biologique départementale. L'intérêt de l'indice repose aussi sur la visibilité de l'importance de chaque critère dans la valeur finale de l'IVP, ce qui informe le gestionnaire sur le poids réel de chaque critère dans la hiérarchisation des espèces. Un tel outil peut permettre d'effectuer plusieurs approches hiérarchiques comparatives pour une liste d'espèce d'un territoire en faisant par exemple varier le poids que l'on souhaite attribuer à chaque critère, ou encore en rajoutant ou en ajustant un critère sur des nouvelles bases de calcul. Ainsi, ce travail permet au Département d'Ille-et-Vilaine, gestionnaire des Espaces naturels sensibles (ENS), de disposer d'un outil évolutif pour mieux cerner les enjeux de conservation de la biodiversité sur son territoire.

Remerciements

Cette étude a été financée par le Conseil départemental d'Ille-et-Vilaine. Les auteurs remercient l'ensemble des personnes ayant été impliquées dans le projet initial et qui, de par leurs avis et leur expertise naturaliste, ont beaucoup apporté à la construction de l'indice et notamment Thomas Le Campion du Groupe mammalogique Breton. Un remerciement spécial à Wilfried Thuiller (LECA, Grenoble) pour la mise à disposition spontanée de sa base ED et FD « tétrapodes ». Nous remercions toutes les personnes ayant pu participer à la création de la base de données « Oiseaux nicheurs département 35 » et qui ont indirectement participé à la réalisation de cette publication. Nous remercions aussi les membres du Service du Patrimoine naturel du Conseil départemental d'Ille-et-Vilaine pour leur investissement dans la réflexion sur la phase d'élaboration de l'indice. Enfin nous remercions les rapporteurs pour leurs apports respectifs constructifs lors de l'analyse de cet article.

RÉFÉRENCES

- ARPONEN A. 2012. — Prioritizing species for conservation planning. *Biodiversity and Conservation* 21: 875-893. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0242-1>
- BAKER D., GARNETT S., O'CONNOR J., EHMKEN G., CLARKE R., WOJNARSKI J. & MCGOECH M. 2018. — The conservation of abundance in nonthreatened species. *Conservation Biology* 33

- (2): 319-328. <https://doi.org/10.1111/cobi.13197>
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2015. — *European Red List of birds*. Birdlife.org, dernière consultation le 5 novembre 2019.
- BLONDEL J. 2012. — Biodiversité et naturalité: histoire et évolution des concepts. *Forêt méditerranéenne* 2: 101-108.
- BROOKS T. 2010. — Conservation planning and priorities, in SODHI N. S. & EHRlich P. R. (éds), *Conservation Biology for All*. Oxford University Press, Oxford: 199-217. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199554232.003.0012>
- CADOTTE M. W. & TUCKER C. M. 2018. — Difficult decisions: Strategies for conservation prioritization when taxonomic, phylogenetic and functional diversity are not spatially congruent. *Biological Conservation* 225: 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.06.014>
- CADOTTE M. W., CARSCADDEN K. & MIROTCHEV N. 2011. — Beyond species: functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of Applied Ecology* 48 (5): 1079-1087. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02048.x>
- CAPMOURTERES V. & ANAND M. 2016. — « Conservation value »: a review of the concept and its qualification. *Ecosphere* 7 (10). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1476>
- CHANNELL R. 2004. — The conservation value of peripheral populations: the supporting science, in HOOPER T. D. (éd.). *Proceedings of the Species at Risk 2004*. Pathways to Recovery Conference, Victoria: 1-17
- CORMIER-SALEM M. C. & ROUSSEL B. 2000. — Patrimoines naturels: la surenchère. *La Recherche* 333: 106-110.
- COUVET D., JIGUET F., JULLIARD R. & LEVREL H. 2008. — Indicateurs et observatoires de biodiversité. *Biosystème 25 – Linnaeus. Systématique et Biodiversité*: 83-90.
- DOLMAN P., PANTER C. & MOSSMAN H. 2012. — The biodiversity audit approach challenges regional priorities and identifies a mismatch in conservation. *Journal of Applied Ecology* 49 (5): 986-997. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02174.x>
- FATTORINI S. 2006. — A new method to identify important conservation areas applied to the butterflies of the Aegean Islands (Greece). *Animal Conservation* 9 (1): 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2005.00009.x>
- GASTON K. J. 1994. — What is rarity? *Rarity* 13: 1-21. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0701-3_1
- GAUTHIER P., DEBUSSCHE M. & THOMPSON J. D. 2010. — Regional priority setting for rare species based on a method combining three criteria. *Biological Conservation* 143 (6): 1501-1509. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.032>
- GROUPE ORNITHOLOGIQUE BRETON (coord.) 2012. — *Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne*. Groupe ornithologique breton, Bretagne Vivante-SEPNB, LPO44, Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor. Delachaux et Niestlé, Brest, 512 p.
- HABEL J. C., GOSSNER M. M. & SCHMITT T. 2020. — What makes a species a priority for nature conservation? *Animal Conservation* 23: 28-35. <https://doi.org/10.1111/acv.12512>
- ISAAC N. J., TURVEY S. T., COLLEN B., WATERMAN C. & BAILLIE J. E. 2007. — Mammals on the EDGE: conservation priorities based on threat and phylogeny. *PLoS ONE* 2 (3): e296. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000296>
- JULLIARD R., CLAVE J., DEVOCTOR V., JIGUET F. & COUVET D. 2006. — Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters* 9 (11): 1237-1244. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00977.x>
- LE BERRE M., NOBLE V., PIERES M., MEDAIL F. & DIADEMA K. 2019. — How to hierarchise species to determine priorities for conservation action? A critical analysis. *Biodiversity and Conservation* 28 (12): 3051-3071. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01820-w>
- LE BERRE M., NOBLE V., PIERES M., CASAZZA G., MINUTO L., MARIOTTI M., ABDULHAK S., FORT N., MEDAIL F. & DIADEMA K. 2018. — Applying a hierarchisation method to a biodiversity hotspot: challenges and perspectives in the South-Western Alps fora. *Journal of Nature Conservation* 42: 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.01.007>
- LE VIOL I., JIGUET F., BROTONS L., HERRANDO S., LINDSTRÖM A., PEARCE-HIGGINS J. W., REIF J., VAN TURNHOUT C. & DEVICATOR V. 2012. — More and more generalists: two decades of changes in the European avifauna. *Biology Letters* 8 (5): 780-802. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.0496>
- LEROY B., CANARD A. & YSNEL F. 2013. — Integrating multiple scales in rarity assessments of invertebrate taxa. *Diversity and Distributions* 19 (7): 794-803. <https://doi.org/10.1111/ddi.12040>
- MILLSAP B. A., GORE J. A., RUNDE D. E. & CERULEAN S. I. 1990. — Setting priorities for the conservation of fish and wildlife species in Florida. *Wildlife Monography* 111: 1-57.
- NEE S. & MAY R. M. 1997. — Extinction and the loss of evolutionary history. *Science* 278 (5338): 692-694. <https://doi.org/10.1126/science.278.5338.692>
- OBSERVATOIRE DE L'ENVIRONNEMENT EN BRETAGNE (OEB) 2015. — *Risque régional disparition liste oiseaux nicheurs Bretagne 2015*. www.bretagne-environnement.fr, dernière consultation le 5 novembre 2020.
- REECE J. & NOSS R. 2014. — Prioritizing species by conservation value and vulnerability: a new index applied to species threatened by sea-level rise and other risks in Florida. *Natural Areas Journal* 34: 31-45. <https://doi.org/10.3375/043.034.0105>
- SAVOURÉ-SOUBELET A. 2013. — *Évolution des PNA: éléments méthodologiques. Proposition d'un protocole d'établissement d'une liste d'espèces prioritaires*. Muséum national d'Histoire naturelle – Service du Patrimoine naturel, Paris, 79 p.
- SAVOURÉ-SOUBELET A. 2015. — *Liste hiérarchisée d'espèces pour la conservation en France. Espèces prioritaires pour l'action publique. VI.1*. Muséum national d'Histoire naturelle – Service du Patrimoine naturel, Paris, 22p.
- SCHATZ B., GAUTHIER P., DEBUSSCHE M. & THOMPSON J. D. 2014. — A decision tool for listing species for protection on different geographic scales and administrative levels. *Journal for Nature Conservation* 22: 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2013.09.003>
- SCHMELLER D. S., GRUBER B., BUDRYS E., FRAMSTED E., LENGYEL S. & HENLE K. 2008. — National responsibilities in European species conservation: a methodological review. *Conservation Biology* 22 (3): 593-601. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00961.x>
- SIORAT F., LE MAO P. & YESOU P. (COORDS) 2017. — Conservation de la faune et de la flore: listes rouges et responsabilité de la Bretagne. *Penn Ar Bed* 227, 104 p.
- SOCOLAR J. B., GILROY J. J., KUNIN W. E. & EDWARDS D. P. 2016. — How should beta-diversity inform biodiversity conservation? *Trends in Ecology and Evolution* 31 (1): 67-80. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.11.005>
- SOULÉ M. E. 1985. — What is conservation biology? A new synthetic discipline addresses the dynamics and problems of perturbed species, communities, and ecosystems. *BioScience* 35 (11): 727-734. <https://doi.org/10.2307/1310054>
- THUILLER W., MAIORANO L., MAZEL F., GUILHAUMON F., FICETOLA G. F., LAVERGNE S., RENAUD J., ROQUET C. & MOUILLOT D. 2015. — Conserving the functional and phylogenetic trees of life of European tetrapods. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370: 20140005. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0005>
- UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS 2016. — *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. UICN France/MNHN, Paris, 32 p.

Soumis le 6 décembre 2019;
 accepté le 30 juin 2020;
 publié le 18 novembre 2020.

ANNEXE

ANNEXE 1. — Correspondance entre noms vernaculaires et noms scientifiques pour les 131 espèces évaluées.

Noms vernaculaires	Noms scientifiques
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i> Linnaeus, 1758
Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i> Linnaeus, 1758
Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra curvirostra</i> Linnaeus, 1758
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall, 1771
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba alba</i> Linnaeus, 1758
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i> (Temminck, 1820)
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i> (Linnaeus, 1758)
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i> Linnaeus, 1758
Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i> Linnaeus, 1758
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)
Buse variable	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758
Canard souchet	<i>Spatula clypeata</i> (Linnaeus, 1758)
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i> Linnaeus, 1758
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i> Linnaeus, 1758
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i> (Rafinesque, 1810)
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i> Linnaeus, 1758
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i> (Linnaeus, 1760)
Corneille noire	<i>Corvus corone</i> Linnaeus, 1758
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i> Linnaeus, 1758
Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i> Linnaeus, 1758
Épervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i> Linnaeus, 1758
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i> (Boddaert, 1783)
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i> Linnaeus, 1758
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i> (Linnaeus, 1758)
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i> (Linnaeus, 1758)
Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus pyrrhorhoa</i> Newton, 1861
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)
Gobe mouche gris	<i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i> Pontoppidan, 1763
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i> Linnaeus, 1758
Goéland marin	<i>Larus marinus</i> Linnaeus, 1758
Gorge bleue à miroir	<i>Luscinia svecica</i> (Linnaeus, 1758)
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus, 1758
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i> Brehm, 1831
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i> (Pallas, 1764)
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)
Grimpereau des bois	<i>Certhia familiaris</i> Linnaeus, 1758
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i> C.L. Brehm, 1820
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i> Linnaeus, 1758
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i> C. L. Brehm, 1831
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus, 1758)
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758
Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis ibis</i> (Linnaeus, 1758)

ANNEXE 1. — Suite.

Noms vernaculaires	Noms scientifiques
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i> (Linnaeus, 1758)
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus 1758
Hûtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758
Hyppolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i> (Vieillot, 1817)
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i> (Linnaeus, 1758)
Locustelle luscinoïde	<i>Locustella luscinioides</i> (Savi, 1824)
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i> (Boddaert, 1783)
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)
Marouette ponctuée	<i>Porzana porzana</i> (Linnaeus, 1766)
Martinet noir	<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)
Merle noir	<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i> Linnaeus, 1758
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i> (Linnaeus, 1758)
Mésange noire	<i>Periparus ater</i> (Linnaeus, 1758)
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i> (Linnaeus, 1758)
Milan noir	<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)
Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786
Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linnaeus, 1758)
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i> (Linnaeus, 1758)
Pic mar	<i>Dendrocopos medius</i> (Linnaeus, 1758)
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)
Pic vert	<i>Picus viridis</i> Linnaeus, 1758
Pie bavarde	<i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i> Linnaeus, 1758
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758
Pingouin torda	<i>Alca torda</i> Linnaeus, 1758
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)
Pipit maritime	<i>Anthus petrosus</i> (Montagu, 1798)
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1887)
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i> Linnaeus, 1758
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i> (Temminck, 1820)
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i> (Linnaeus, 1758)
Roussin philomène	<i>Luscinia megarhynchos</i> C. L. Brehm, 1831
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (Hermann, 1804)
Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i> (Bechstein, 1798)
Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i> Linnaeus, 1758
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758
Serín cini	<i>Serinus serinus</i> (Linnaeus, 1766)
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758
Tadorne de belon	<i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i> (Linnaeus, 1766)
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758)