

## Rapport de stage de fin d'études

### Master BEE - Parcours Dynamique et Conservation de la Biodiversité

# Etude de faisabilité de la production d'un indicateur « Indice Région Vivante » pour la Bourgogne-Franche-Comté

Corentin GARON



Maitre de stage : David Michelin

## Remerciements

Tout d'abord, je remercie mon maître de stage, David MICHELIN, chargé de mission biodiversité, au sein d'Alterre Bourgogne-Franche-Comté, pour sa bienveillance, sa disponibilité et ses précieux conseils.

Je remercie également toute l'équipe Alterre pour leur accueil, la bonne humeur et la bonne ambiance de travail. Je remercie en particulier Mélanie DUGAS, pour la relecture de mon rapport et ses conseils pour la rédaction et Aline GINDA pour m'avoir supporté durant toute la durée de son stage.

Je remercie Thomas GALEWSKI, Chef de projet « Suivi et évaluation de la biodiversité », à la tour du Valat et Samuel MAAS « Chargé de mission Ornithologue » à la LPO Franche-Comté, pour les nombreux entretiens qu'ils m'ont accordé.

Enfin, je tiens à remercier les différents acteurs du territoire qui ont donné de leur temps, afin de permettre la réalisation de cette étude.

## Présentation d'Alterre Bourgogne-Franche-Comté

Alterre, agence régionale pour l'environnement et le développement soutenable en Bourgogne-Franche-Comté, est une association loi 1901 créée en janvier 2006 dans le prolongement de l'OREB (Observatoire régional de l'environnement en Bourgogne). Existant seulement en Bourgogne avant la réforme territoriale (LOI n° 2015-29 du 16 janvier 2015), son périmètre d'action couvre aujourd'hui tout le territoire de Bourgogne-Franche-Comté. Alterre est majoritairement financé par l'Etat, la Région, l'ADEME BFC et l'Europe à travers le fonds FEDER, mais également par les quatre conseils départementaux de l'ex-Bourgogne (Nièvre, Côte-d'Or, Saône-et-Loire et Yonne) et par d'autres partenaires publics dans le cadre de projets spécifiques (agences de l'eau, agence régionale de santé...).

Alterre Bourgogne-Franche-Comté a pour ambition de contribuer, à l'échelle de la grande région, à une transformation qualitative des relations entre les hommes, et entre les hommes et leur environnement, vers un développement soutenable.

L'agence se donne pour mission de :

- Renforcer l'amélioration des connaissances
- Construire une culture commune
- Favoriser la mise en pratique du développement durable
- Repérer les enjeux de demain

Ses domaines de compétences sont :

- L'observation
- L'animation de réseaux et la coordination d'acteurs
- L'appui méthodologique à l'élaboration de politiques régionales et locales
- L'information-sensibilisation

## Liste des abréviations

**AFB** : Agence Française pour la Biodiversité  
**ARPE** : Agence Régionale pour l'Environnement  
**BFC** : Bourgogne-Franche-Comté  
**BIP** : *Biodiversity Indicators Partnership*  
**CEREMA** : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement  
**CDB** : Convention sur la diversité Biologique  
**CNRS** : Centre National de la Recherche Scientifique  
**DPSIR** : *Driving Forces, Pressures, States, Impacts, Responses*  
**DREAL** : Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
**ETP** : Equivalent temps plein  
**IAV** : Indice Avifaune Vivante  
**IPA** : Indice Ponctuel d'Abondance  
**IPV** : Indice Planète Vivante  
**IRSTEA** : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture  
**IRV** : Indice Région Vivante  
**LPO** : Ligue pour la Protection des Oiseaux  
**ORB** : Observatoire Régional de la Biodiversité  
**PACA** : Provence-Alpes-Côte d'Azur  
**PIB** : Produit Intérieur Brut  
**PSR** : Pressions-Etat-Réponse  
**SEBI** : *Streamlining European Biodiversity Indicators*  
**SINP** : Systèmes d'informations sur la nature et les paysages  
**SNB** : Stratégie Nationale pour la Biodiversité  
**SRB** : Stratégie Régionale pour la Biodiversité  
**STOC** : Suivi Temporel des Oiseaux Communs  
**UE** : Union Européenne  
**WWF** : *World Wildlife Fund*  
**ZSL** : *Zoological Society of London*

## Table des matières

<b>I) INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1) L'érosion de la biodiversité... ..	1
2) ... un phénomène, aux conséquences lourdes pour l'Homme .....	2
3) La protection et la restauration de la biodiversité.....	3
4) L'Observatoire Régional de la biodiversité.....	4
a) Son ambition .....	4
b) Ses objectifs .....	4
c) Ses missions, ses périmètres et son fonctionnement .....	5
5) Indice Planète Vivante et Indice Région Vivante .....	6
6) Objectifs de l'étude .....	7
<b>II) METHODE.....</b>	<b>7</b>
1) Recherche et documentation.....	7
2) Réalisation d'un état des lieux des suivis de vertébrés en BFC.....	7
a) Le tableau de métadonnées .....	7
b) Identification et sollicitation des détenteurs de données.....	8
c) Complétion du tableau .....	8
3) Etude de faisabilité : Analyse du tableau de métadonnées .....	9
a) Espèces suivies.....	10
b) Couverture géographique .....	10
c) Période couverte .....	10
4) Etude de faisabilité : coût et calcul de l'indice .....	11
a) Le coût en temps .....	11
b) Calcul de l'indice .....	12
<b>III) RESULTATS.....</b>	<b>12</b>
1) Etat des lieux .....	12
a) Espèces suivies.....	12
b) Couverture géographique .....	13
c) Période couverte .....	14

2) Coût et calcul de l'indice .....	15
a) Coût temporel de l'état des lieux.....	15
b) Estimation du coût de participation pour les détenteurs de données .....	16
c) Coût en temps pour le calcul de l'IRV .....	17
d) Calcul de l'indice .....	17
<b>IV)DISCUSSION .....</b>	<b>18</b>
1) Etude de faisabilité : Etat des lieux .....	18
a) Les données .....	18
b) Espèces représentées.....	19
c) Surface et période couverte .....	20
d) Limites de l'état des lieux.....	21
2) Etude de faisabilité : coût et calcul de l'IRV .....	21
a) Coût pour les détenteurs de données .....	22
b) Temps pour le calcul.....	22
c) Intérêt pour les détenteurs de données .....	23
3) Perspectives .....	24
a) Perspectives directes.....	24
b) Perspectives à long terme.....	24
4) Conclusion .....	25
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>26</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>30</b>

## D) INTRODUCTION

### 1) L'érosion de la biodiversité...

« La biodiversité fait référence à la variété et à la variabilité naturelle parmi les organismes vivants, les complexes écologiques dans lesquels ils se trouvent naturellement, et à la manière dont ils interagissent les uns avec les autres et avec l'environnement physique[1] » On peut décomposer la biodiversité en trois niveaux d'organisation :

- **La diversité génétique** : variabilité génétique au sein d'une même espèce, que ce soit une variation au sein de l'espèce, d'une sous-espèce ou d'une population ;
- **La diversité spécifique** et/ou populationnelle : variété des espèces vivantes et des populations qui les composent ;
- **La diversité écosystémique** : diversité des écosystèmes ; c'est à ce niveau que se déroulent les interactions entre les espèces d'une part, et entre les espèces et le milieu abiotique d'autre part.

Il est aujourd'hui majoritairement admis que le monde pourrait entrer dans une 6<sup>ème</sup> crise d'extinction de masse. Le taux actuels d'extinction d'espèces est extrêmement rapide, dépassant de loin le taux d'extinction avant l'arrivée de l'Homme[2]. Selon Ceballos et al., en condition normale, il faudrait entre 1 000 et 10 000 ans pour atteindre le nombre d'espèces qui ont disparu ces 100 dernières années[3]. L'abondance des espèces de vertébrés aurait baissé de 60 % depuis 1970 d'après un rapport publié en 2018 du World Wildlife Fund (WWF) [4]. La diversité à l'échelle des écosystèmes est en baisse également ; d'après une étude de Davidson (2014)[5], la planète aurait perdu jusqu'à 71 % de ses milieux humides depuis 1900. A l'échelle locale, ce sont 50 % des milieux humides de Bourgogne-Franche-Comté qui ont disparu, entre 1960 et 1990[6]. Les raisons de cette chute de la biodiversité sont largement documentées. ; il y a 5 principales causes, toutes dues à une croissance sans précédent des activités humaines[7]:

- **La dégradation et la destruction des habitats** dues au changement d'affectation des sols par l'Homme (ex : remplacement de forêt par des cultures, urbanisation, exploitation minière...).
- **La pollution**, de l'air, l'eau et des sols, principalement engendrée par les activités humaines (industrie, agriculture, commerce...).
- **La surexploitation des ressources naturelles**. L'exploitation de ressources naturelles par l'Homme, à un rythme supérieur à la capacité de renouvellement des stocks, augmente le risque d'extinction de nombreuses espèces, à l'image de la morue commune (*Gadus morhua*)[8] .
- **Les espèces invasives**, selon le règlement européen n°1143/2014 sont des espèces dont l'introduction ou la propagation constitue une menace pour la biodiversité et les services écosystémiques associés.

- **Le changement climatique**, dû aux gaz à effet de serre rejetés par les activités humaines, augmente considérablement le risque d'extinction de nombreuses espèces limitées dans leur possibilité de dispersion et d'adaptation à un nouvel environnement[9].

Depuis la conférence de Rio en 1992, il y a une prise de conscience de la chute de la biodiversité. Toutefois, le récent rapport de l'IPBES montre que malgré les efforts entrepris, la situation est toujours aussi alarmante : un million d'espèces sur les huit millions que compterait notre planète sont menacées d'une extinction à court terme.

## 2) ... un phénomène, aux conséquences lourdes pour l'Homme

L'érosion de la biodiversité entraîne des questionnements sur les répercussions que peut avoir ce phénomène sur les sociétés humaines. Le Millenium Ecosystem Assessment (2005) a mis en évidence la dépendance des sociétés humaines aux nombreux services que leur offre la nature (au sens large) : dépendance pour le maintien de la survie de l'espèce humaine, de son bien-être et de ses activités économiques. Ces liens de dépendances ont été conceptualisés et popularisés via le concept de services écosystémiques, c'est-à-dire, les bénéfices que tirent les humains des écosystèmes. Ces services sont regroupés en 4 catégories :

- Services d'auto-entretien : formation des sols, cycle nutritif. . .
- Services d'approvisionnement: eau, matériaux de construction, nourriture. . .
- Services de régulation : climat, eau, maladies infectieuses, déchets. . .
- Services culturels : valeurs récréatives, esthétiques, spirituelles. . .

Chaque écosystème fournit des services, mais à des intensités différentes selon le service et l'écosystème. En comparant deux écosystèmes, un écosystème forestier et un écosystème agricole, on observe que l'écosystème forestier offre un service de régulation du climat plus important[10], l'écosystème agricole lui, procure des services d'approvisionnement en nourritures avec un meilleur rendement[11]. Ainsi, l'érosion de la biodiversité au niveau des écosystèmes peut avoir des conséquences dramatiques, comme la réduction de la capacité de ces derniers à fournir des services indispensables à l'économie et au bien-être humain. La dégradation des océans met par exemple, en danger notre approvisionnement en oxygène[12]. La biodiversité spécifique doit aussi être prise en compte dans le bon fonctionnement des écosystèmes et la fourniture de services. Un écosystème en bon état est un écosystème stable dans le temps, capable d'être résistant et résilient aux perturbations. La résilience et la résistance d'un écosystème dépendent de la diversité spécifique qui le compose ; une chute de celle dernière entraînera une détérioration de l'écosystème entier et des services qu'il fournit[13]. Les services écosystémiques ont souvent pour origine les processus naturels actionnés par les êtres vivants composant les écosystèmes. C'est le cas, par exemple, de la pollinisation : 70 % des cultures nourricières dépendent directement des pollinisateurs.



Or, la disparition des espèces pollinisatrices porte atteinte à notre sécurité alimentaire et à une certaine prospérité économique[14]. De manière globale une érosion de la biodiversité entraîne un déséquilibre dans les relations entre espèces et par conséquent, des processus écologiques à l'origine des services écosystémiques comme : la pollinisation, le contrôle des espèces nuisibles (ravageurs des cultures, espèces invasives...), le contrôle des maladies, l'apport en nourriture, la formation des sols, la décomposition des aliments[15]. Ainsi, l'érosion de la biodiversité est un problème majeur qui a déjà et aura des effets globaux et concrets sur notre qualité de vie.

### **3) La protection et la restauration de la biodiversité**

L'érosion de la biodiversité et ses conséquences ont été reconnues à l'échelle mondiale, entraînant des appels de la communauté internationale à l'action. Le Sommet de la Terre à Rio en 1992 et la Convention sur la diversité biologique sont un point de départ de cette prise de conscience et de la mise en place de politiques de protection et de restauration de la biodiversité. Puis à l'occasion du second sommet de la Terre à Johannesburg (2002), un plan d'action visant à diminuer l'érosion de la biodiversité à l'horizon 2010 a été adopté. Un nouveau plan d'action a été adopté en 2010 à la Conférence mondiale sur la biodiversité de Nagoya avec pour but de stopper l'érosion de la biodiversité d'ici 2020. Il comprend 20 objectifs (objectifs d'Aichi[16]), comme la restauration de 15 % des milieux dégradés et l'arrêt des subventions aux activités néfastes pour la biodiversité.

Au niveau européen, des politiques sont aussi mises en œuvre notamment avec la directive « oiseaux » en 1979 (Directive 79/409/CEE), et la directive « habitats » en 1992 (Directive 92/43/CEE) qui instaurent la mise en place des sites Natura 2000. La France s'est également engagée à réduire l'érosion de la biodiversité sur son territoire en ratifiant les accords de Rio en 1994, et en adoptant en 2004 une première stratégie nationale pour la biodiversité (SNB), renouvelée en 2011 pour prendre en compte les stratégies de l'UE[17] et les objectifs d'Aichi. Les lois Grenelle (loi n° 2009-967 et loi n° 2010-788) et biodiversité (Loi n° 2016-1087) invitent les territoires à décliner de telles stratégies à l'échelle régionale avec les SRB (stratégie régionale pour la biodiversité). En 2014[18], le Conseil régional et la DREAL de Bourgogne ont élaboré leur SRB en articulation avec le schéma régional de cohérence écologique. Une nouvelle SRB élargie au territoire de la récente Région BFC est actuellement en cours d'élaboration. Cependant toutes stratégies, actions ou mesures visant à la protection, la restauration ou l'amélioration de la biodiversité doivent s'appuyer sur un dispositif de suivi pour évaluer leur efficacité. Ces différents dispositifs ont pour but de fournir des informations sur la composition de la biodiversité, les pressions qui s'exercent sur elle, le fonctionnement de ses écosystèmes...

Afin de pouvoir évaluer l'état de la biodiversité, une approche par indicateur est le plus souvent utilisée. Un indicateur va donner des informations au-delà de ce qui est simplement observé ou calculé. L'intérêt des indicateurs est de fournir des informations qui se veulent fiables tout en limitant leurs coûts de production (humains, matériels, temporels)[19,20]. Cependant, les valeurs d'un indicateur ne peuvent se suffire à elles-

mêmes, elles doivent être contextualisées pour pouvoir être interprétées correctement[21]. La plupart des indicateurs environnementaux sont issus et interprétés dans des cadres analytiques schématisant les interactions entre l'environnement et la société à travers des relations de cause à effet. Les cadres analytiques les plus utilisés sont le modèle Pressions-Etat-Réponse (PSR) et le modèle Forces motrices-Pressions-Etat-Impacts-Réponses (DPSIR<sup>a</sup>)[22], c'est ces cadre qui permette leur contextualisation. Pour répondre aux besoins d'informations l'état et l'évolution de la biodiversité, des structures ce spécialise dans la construction d'indicateur environnementaux. Au niveau mondial, le *Biodiversity Indicators Partnership* (BIP), composé de plus de soixante organisations, développe des indicateurs pour évaluer la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique (CDB). L'Union Européenne a créé en 2004 le processus paneuropéen SEBI (*Streamlining European Biodiversity Indicators*) avec comme objectif de développer une liste d'indicateurs permettant de suivre l'évolution de la biodiversité à l'échelle du continent. En France, l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB) produit des indicateurs de suivi-évaluation de la biodiversité à l'échelle nationale selon le modèle DPSIR. En Bourgogne-Franche-Comté, l'Observatoire Régional de la Biodiversité (ORB), initié en 2017 par les pouvoirs publics (Etat, Région, AFB BFC, agences de l'eau et le département de la Nièvre), doit produire des indicateurs renseignant sur l'état de la biodiversité au niveau régional.

#### 4) L'Observatoire Régional de la biodiversité

##### a) Son ambition

L'observatoire régional de la biodiversité de Bourgogne-Franche-Comté a pour ambition de faciliter l'appréhension et le traitement des enjeux de biodiversité en région. Piloté par la Région, la DREAL, l'AFB et les agences de l'eau, et animé par Alterre, il a pour objectif de suivre et évaluer l'état de la biodiversité, les effets des politiques mises en œuvre et de porter ces informations à la connaissance du citoyen et des décideurs. Ses travaux s'appuient sur les systèmes d'informations existants ainsi que sur l'expertise croisée des parties prenantes.

##### b) Ses objectifs

Les objectifs de l'observatoire sont de :

- **suivre et évaluer** l'état et les tendances de l'évolution de la biodiversité, de ses interactions avec la société (à travers la notion de services écosystémiques par exemple), et les effets des politiques publiques (stratégie régionale pour la biodiversité) et des stratégies des acteurs privés (entreprises, filières...) au niveau

---

a: Dans le modèle DPSIR, des Forces motrices (D) induisent des Pressions (P) sur l'environnement, dégradant ainsi son Etat (E) et ayant des Impacts (I) sur la société (notamment sur les services rendus par les écosystèmes), la conduisant à formuler et mettre en œuvre des Réponses (R) pour préserver ou restaurer le capital naturel et pouvant s'adresser aux différentes parties prenantes du système socio-économique[24]

régional. Ces suivis et évaluations se font par le biais de la production d'indicateurs selon le modèle DPSIR.

- **porter à la connaissance** du citoyen les informations observées, en vue de sensibiliser et alimenter un débat démocratique en continu sur les enjeux de la biodiversité, et d'aider à la décision les acteurs du territoire (collectivités, entreprises...) à définir et mettre en place des politiques, stratégies et actions contribuant à préserver et restaurer la biodiversité.

### c) Ses missions, ses périmètres et son fonctionnement

Pour atteindre ces objectifs, les missions de l'ORB consistent à exploiter les données biologiques, physiographiques et socio-économiques issues des différents systèmes d'informations existants pour en produire des informations claires et intelligibles au niveau régional (indicateurs). Pour cela, l'ORB doit créer des espaces d'échanges entre les parties prenantes, dans le but de croiser les regards et partager des interprétations plurielles. L'ORB est circonscrit à trois types de périmètres d'intervention. Le premier **le public cible** : l'ORB doit à travers les informations produites, bénéficier aux pouvoirs publics, aux représentants des acteurs privés et au grand public, les informations produites. Le second périmètre est **la thématique** : l'ORB traite de la biodiversité dans tous ses niveaux d'organisations et ses interactions avec les activités humaines. Enfin, **l'échelle géographique** : la région est l'échelle prioritaire d'observation de l'ORB, mais selon les besoins, des observations peuvent être réalisées à des niveaux infrarégionaux.

Le fonctionnement de l'ORB repose sur plusieurs instances aux missions complémentaires. Deux comités assurent le pilotage de celui-ci, le comité de pilotage (COPIL Biodiversité) est l'instance décisionnelle qui associe les pilotes des travaux stratégiques en région, et le comité technique (COTEC Biodiversité) est l'instance technique qui prépare les COPIL et suit les travaux de l'observatoire. Le comité régional biodiversité (CRB) et le conseil scientifique régional pour le patrimoine naturel (CSRPN) sont deux instances consultatives qui peuvent émettre des avis sur la dimension stratégique (CRB) ou scientifique (CSRPN) des travaux de l'ORB. Les différents partenaires pourront être associés aux travaux de l'ORB au travers des groupes d'expertise (GE), ces groupes pourront être créés en réponse aux besoins identifiés par les co-pilotes en appui avec la structure animatrice de l'ORB. Enfin, Alterre est l'organisme en charge de l'animation et de la coordination de l'Observatoire. L'agence doit veiller à l'avancée des productions (indicateurs...). Elle est en outre, garante de la fiabilité de l'analyse des données et de l'objectivité des productions de l'ORB (Annexe 1).

L'ORB dans sa nouvelle configuration « Bourgogne-Franche-Comté » est actuellement en cours de mise en route. C'est dans ce contexte qu'Alterre a souhaité initier le projet d'IRV. Ce projet vise à la fois à mobiliser les parties prenantes de l'observatoire et produire une information sur la biodiversité qui soit pertinente, fiable, partagée, intelligible et percutante.

## 5) Indice Planète Vivante et Indice Région Vivante

L'indice planète vivante est le résultat de la collaboration du WWF et de la Société Zoologique de Londres (ZSL) calculé pour la première fois en 1998[23]. L'indice est un indicateur du changement et de l'état de la biodiversité à un niveau mondial. L'IPV repose sur la mesure des variations d'abondance des populations d'espèces vertébrées au cours du temps. Il est calculé à partir des différents suivis réalisés dans le monde qui informent sur l'effectif des populations au cours du temps. L'IPV se focalise sur les vertébrés, car c'est le groupe taxonomique le plus documenté et le plus suivi dans le monde. Les informations sur les autres groupes sont considérées trop lacunaires au niveau mondial pour être utilisées[24]. Cet indice est reconnu et utilisé par l'ONU, il fait partie des indicateurs BIP servant à la CDB et autres rapports sur les objectifs de développements durables. Le choix de l'ORB de se porter sur l'« IRV » est dû aux avantages de l'Indice planète vivante dont il est une déclinaison à l'échelle régionale :

- Selon Galewski, les indicateurs de biodiversité construits, comme l'IPV, sur l'agrégation de tendances multi-sites et multi-espèces font partie des meilleurs indicateurs indirectes des variations de biodiversités [25].
- L'indicateur est souple, sa méthode de calcul permet de traiter des données d'origines diverses, collectées de différentes manières, à des échelles de temps et d'espace différentes[26]. L'utilisation d'un grand nombre de données implique de solliciter de nombreux producteurs de données, autour de la construction d'un tel indice.
- L'IPV est un indice communicant : les résultats sont présentables sous forme de graphiques, leur lecture simple est équivalente aux indices économiques comme le PIB. L'indice donne une information globale sur l'évolution de la biodiversité[27]; l'indicateur peut, en plus, être accompagné de sous-indices, calculés avec la même méthode, ils abordent des questionnements plus précis (calcul de l'indice pour un milieu ou un taxon particulier,...) et ainsi permettent de nuancer les résultats de l'indice principale.
- Enfin, la méthode de calcul de l'IPV peut être utilisée pour des ensembles géographiques plus petits. La création d'IPV nationaux ou régionaux est même encouragée par les créateurs de l'indicateur[28]. Il existe déjà plusieurs adaptations de l'IPV à des échelles inférieures : Galewski (2011) a créé un indice à l'échelle de la Méditerranée[25], le WWF Canada a réalisé un IPV national[28]. En France, la région PACA a construit un « indice région vivante » en 2017[29].

L'IRV répond à la volonté de l'ORB de mobiliser et rassembler les parties prenantes autour d'un projet fédérateur et pertinent pour l'évaluation de la biodiversité régionale. L'enjeu est donc aujourd'hui de déterminer sa faisabilité à l'échelle de la région BFC. La réalisation d'un IRV dans une autre région est encourageante mais ne garantit pas pour autant sa mise en place sans réflexion préalable en BFC. C'est pourquoi une étude de faisabilité de la production de l'IRV en Bourgogne-Franche-Comté est nécessaire.

## 6) Objectifs de l'étude

L'étude de faisabilité a pour objectifs d'apporter des éléments, qui permettent d'évaluer la faisabilité du calcul de l'IRV, faisabilité technique (prise en charge du calcul, délai, coût ...) et matérielle (abondance et disponibilité des données). L'étude doit aussi permettre d'informer sur la fiabilité de l'indice une fois calculé. Enfin le dernier objectif est d'amorcer la mobilisation d'une diversité de parties prenantes (associations naturalistes, chasseurs, pêcheurs, forestiers) autour d'un projet de l'ORB.

## II) METHODE

### 1) Recherche et documentation

Une étude de faisabilité doit permettre de renseigner sur la possibilité qu'a un projet d'aboutir et à quelle(s) condition(s). Pour pouvoir réaliser ce diagnostic concernant le projet d'indicateur IRV, il y a eu, en premier lieu, une phase de renseignement pour :

- connaître et comprendre le fonctionnement de l'IRV
- identifier les informations indispensables à recueillir pour l'évaluation de la faisabilité du calcul
- identifier une méthode pour recueillir ces informations

Cette phase de renseignement s'est découpée en deux parties :

- des recherches bibliographiques sur l'IRV et l'IPV qui ont donné lieu à une synthèse.
- des entretiens avec différentes structures ayant travaillé sur des projets similaires (l'ARPE PACA[29], la Tour du Valat[25] et LPO Franche-Comté[30]).

### 2) Réalisation d'un état des lieux des suivis de vertébrés en BFC.

Les informations nécessaires à la détermination de la faisabilité matérielle et de la fiabilité du calcul de l'indice ont été obtenues au moyen d'un état des lieux. Cet état des lieux vise à recenser le maximum de suivis de vertébrés réalisés en BFC, dont les données sont utilisables pour calculer l'IRV. Il doit renseigner sur la couverture géographique et temporelle des suivis ainsi que sur les espèces ciblées. L'état des lieux s'est déroulé en trois temps : l'identification des détenteurs de données, l'acquisition des métadonnées et l'analyse du tableau.

#### a) Le tableau de métadonnées

L'état des lieux a été mené en utilisant un outil permettant la synthèse et l'analyse des informations (métadonnées) sur les suivis réalisés en région. Cet outil est un tableau dans lequel sont regroupées et homogénéisées les métadonnées sur les suivis permettant l'état des lieux.

Le tableau utilisé est une adaptation du tableau construit et utilisé par l'ARPE PACA dans son étude de faisabilité réalisée en 2014 [31]. Ce tableau a été modifié afin de le rendre compatible à la région BFC et de corriger quelques lacunes identifiées par Thomas Galewski (chercheur de la Tour du Valat ayant calculé l'IRV de PACA). Le tableau est constitué de 32 champs (dont 15 sont considérés indispensables) regroupés en 5 grands ensembles d'informations recherchés : « Détails du suivi » : informations sur le protocole et la durée du suivi ; « Espèce » : informations sur l'espèce visée par le suivi ; « Localisation » : détails sur la zone géographique couverte par le suivi ; « Données » : informations sur le stockage et la diffusion des données issues du suivi ; et « Informations pratiques » : détails facilitant la récupération des données. Le tableau est disponible en annexe (Annexe 2).

### **b) Identification et sollicitation des détenteurs de données**

L'identification des détenteurs (personnes ou structures) de données s'est d'abord appuyée sur les connaissances des personnels d'Alterre et sur son annuaire renseignant les différents acteurs en région. Il en est ressorti une première liste de détenteurs potentiels de données. Cette liste a été complétée lors d'une réunion d'informations sur l'IRV et au cours d'entretiens avec différents acteurs. La liste compte un maximum de 55 structures potentielles.

Les détenteurs de données ont été sollicités une première fois, par le biais d'une réunion d'informations sur le projet. Ensuite ces sollicitations se sont faites par des entretiens avec les différents détenteurs identifiés. Lors de ces sollicitations, les attentes des détenteurs de données ont été prises en compte, et les modalités de leurs participations ont été établies.

### **c) Complétion du tableau**

Pour ne sélectionner que des suivis dont les données permettent le calcul de l'IRV, des critères de sélections sont appliqués aux suivis. Ces critères découlent de la méthode de calcul de l'IRV [28,32] et conditionnent les règles complétion du tableau de métadonnées. L'IRV calcule les variations d'abondance des espèces de vertébrés à partir de séries temporelles des populations<sup>b</sup> de vertébrés [27]. Les séries temporelles proviennent des différents suivis collectés. Une série temporelle correspond aux données quantitatives d'une population, d'une espèce. Les tendances calculées au niveau des populations sont moyennées pour construire des tendances au niveau spécifique, enfin les tendances spécifiques sont moyennées pour former la tendance globale qui correspond à l'IRV (Fig 1).

---

b: Une population désigne un ensemble d'individus d'une même espèce vivante se perpétuant dans un territoire donné, dans le cas de l'IRV, la population est l'ensemble des individus visés et mesurés par le suivi de manière directe ou indirecte.

Dans le tableau de métadonnées chaque ligne correspond donc aux informations décrivant une série temporelle potentiellement utilisable pour le calcul de l'indice.

Pour qu'un suivi soit intégré au tableau de métadonnées il faut que le suivi:

- renseigne l'espèce des individus ciblés
- soit réalisé sur deux années minimum (consécutives ou non)
- soit protocolé, et que ce protocole soit identique durant toute la période d'activité du suivi
- informe sur la taille des populations ciblées, les mesures peuvent être de nature diverse, mais doivent être identiques durant toute la période d'activité du suivi

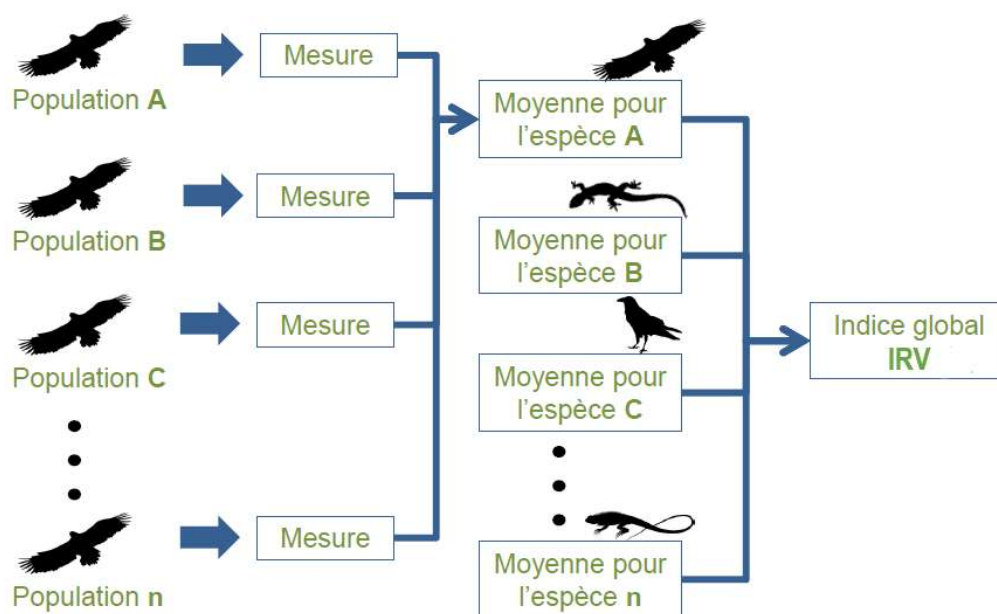


Figure 1 Etapes de calcul de l'IRV

Pour certains suivis visant plusieurs espèces à la fois (STOC, stations AFB...), il faut faire la différence entre les populations suffisamment représentées par le suivi (dont les mesures peuvent être utilisées), et les populations mesurées dans le suivi de manière plus anecdotique (dont les variations d'effectif ne peuvent être représentées par le suivi). Le programme STOC supprime, lors du calcul des indices, les populations considérées comme non représentées par le suivi[33]. Pour les données provenant des stations de l'AFB ou des fédérations de pêche, il n'y a pas de méthode permettant un tel tri. Pour éviter d'intégrer dans le tableau des séries temporelles peu fiables, seules les informations provenant de populations apparaissant au moins durant 50 % de la période d'activité de la station ont été conservées.

### 3) Etude de faisabilité : Analyse du tableau de métadonnées

L'analyse du tableau a pour objectif de définir s'il y a suffisamment de données pour calculer l'indicateur, pour cela l'analyse repose sur trois questions principales : combien d'espèces de vertébrés sont suivies ? Quelle est la



période de temps couverte par les suivis ? Et les suivis couvrent-ils toute la région ? L'étude du tableau s'est faite en utilisant les logiciels Excel et R (version 3.6.0), les analyses statistiques ont toutes été faites sur R,

#### **a) Espèces suivies**

Pour mesurer l'effort de prospection, le nombre total de séries temporelles inventoriées a été établi pour chaque taxon (Oiseaux, Mammifères, Amphibiens, Reptiles, Poissons<sup>c</sup>). Le même procédé a été appliqué pour calculer le nombre d'espèces représentées par ces séries temporelles. Ces mesures ont été comparées au nombre réel d'espèces de vertébrés existant en région. Cela permet de connaître le pouvoir représentatif des suivis recensés et de repérer les grands taxons potentiellement sous-représentés dans l'état des lieux. Le nombre réel d'espèces de vertébrés de la région a été obtenu à l'aide de la compilation des différentes listes rouges et atlas réalisés sur le territoire, ces documents ont été produits entre 2008 et 2018[34–42]. Les comparaisons entre les distributions des espèces dans l'état des lieux et la distribution « réelle » en région, ont été faites à l'aide de tests de  $\chi^2$  de contingence et du test exact de Fisher.

#### **b) Couverture géographique**

En vue de connaître la représentativité spatiale de l'ensemble des suivis recensés, pour chaque département, le nombre de séries temporelles et d'espèces suivies a été calculé, de même pour le nombre de taxons (Oiseaux, Mammifères, Amphibiens, Reptiles, Poissons). Les suivis, dont la zone de prospection couvre plusieurs départements, ont été comptés plusieurs fois, une fois pour chaque département. Les suivis dont la zone de prospection équivalait à un département ou plus ont été comptabilisés.

#### **c) Période couverte**

La période d'activité d'un suivi est désignée comme la période comprise entre l'année de mise en place du suivi et l'année de la dernière réalisation de celui-ci. Entre 1970 et 2019, le nombre de suivis en activité a été comptabilisé, pour chaque année, ce nombre a été transformé en nombre de séries temporelles, d'espèces et de taxons par année. Dans l'objectif de définir une fréquence d'actualisation réalisable pour l'IRV, les suivis actifs<sup>d</sup> ont été groupés dans trois catégories de fréquence d'exécution (annuelle, bisannuelle et autre) et la part de chaque catégorie a été calculée. Les suivis ayant une fréquence plus courte qu'une année ont été rangés dans la catégorie annuelle.

---

c : Le taxon « Poissons » est une catégorie regroupant plusieurs espèces piscicoles (Agnates et Ostéichthyens)

d : Les suivis actifs sont les suivis qui continuent de produire/collecter des données.



#### 4) Etude de faisabilité : coût et calcul de l'indice

Plusieurs étapes composent le calcul de l'indice : la récupération des données, le nettoyage des données, le calcul des valeurs de l'indice et l'analyse des résultats. Savoir si le calcul de l'IRV en région est réalisable et à quelles conditions, demande d'avoir une estimation du coût de ce calcul. Il faut connaître le coût pour le calcul en lui-même, mais aussi le coût pour les détenteurs de données participant au projet. Le temps de travail que le calcul demande a été considéré comme le coût le plus intéressant à estimer, car il permet aux différents acteurs de percevoir l'investissement à fournir, de juger de leur possibilité à le faire et d'estimer leurs besoins pour fournir cet investissement. L'estimation du coût en temps a donc 2 cibles : la personne/structure en charge du calcul et les acteurs fournissant les données. L'estimation du coût en temps doit aussi informer sur la durée globale que prendra le projet. Cette durée estimée est à comparer avec la durée souhaitée par Alterre, à savoir la réalisation de l'IRV pour 2021.

##### a) Le coût en temps

L'estimation de ce coût repose tout d'abord sur le retour d'expérience des différentes personnes ayant calculé un indice similaire (ARPE PACA, Tour du Valat, LPO FC). Ces retours d'expériences ont été recueillis au travers d'entretiens. Ces informations ont été complétées par la mesure de la « réactivité des détenteurs de données », qui correspond à leur taux de réponses aux sollicitations et au temps écoulé entre la première sollicitation et le premier entretien. La réactivité des détenteurs de données ne doit pas être comprise comme une mesure de l'intérêt de ceux-ci pour l'IRV, mais bien comme une information sur le temps nécessaire à leur mobilisation. Cette réactivité et les retours d'expérience donnent une information sur le coût en temps du calcul, de manière générale et le coût pour la structure chargée de ce calcul.

Pour évaluer l'investissement que représente, pour un détenteur de données, la participation au projet IRV, les temps de complétions du tableau de métadonnées ont été mesurés. Par ailleurs une estimation du temps qu'il leur faudrait pour fournir leurs données a été demandé au participant de l'état des lieux. Le temps que peut prendre le renseignement du tableau de métadonnées, ainsi que le temps pour fournir les données, varie selon le nombre et la diversité des suivis, mais aussi selon la méthode de stockage des données. C'est pourquoi les détenteurs de données ont été interrogés sur leur base de données, dans le but d'avoir un tour d'horizon de la facilité pour ces détenteurs de fournir celles-ci. Les questions consistaient à savoir si le producteur de données avait une centralisation des données au sein de sa structure ; si les données stockées étaient accompagnées de métadonnées permettant de connaître leurs provenances et des informations sur le protocole utilisé ; si le format de stockage était compatible avec l'outil de recueil de données (Annexe3) ; enfin, il leur était demandé d'estimer le temps que cela leur prendrait de remplir l'outil en question. Il est important de noter que la participation des détenteurs de données ne se limite pas forcément à fournir la donnée.

Ils pourront être sollicités pour participer, dans un groupe d'expertise, au choix de sélection des séries temporelles, au choix des sous-indices de l'IRV, à l'accompagnement des statisticiens en charge du calcul ou à l'interprétation des résultats. Estimer le temps que prendront ces différentes participations est d'un autre niveau de difficulté et n'a pas pu être fait dans cette étude. En général, le peu de projets similaires et la grande diversité d'acteurs rendent l'estimation du temps difficile à appréhender.

## b) Calcul de l'indice

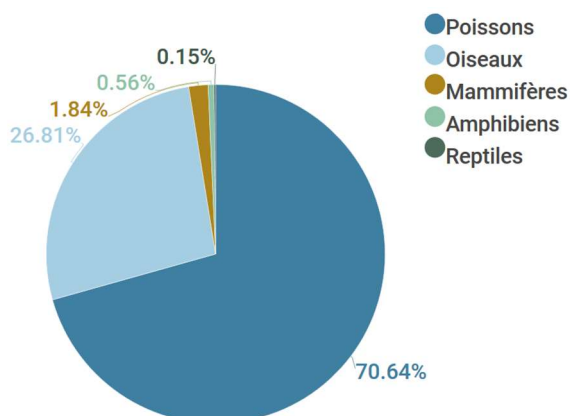
La faisabilité de l'IRV dépend notamment de l'existence de personne pouvant s'occuper du calcul. Alterre souhaite confier le calcul à un organisme régional. Pour être candidate, la structure doit avoir les compétences techniques, conceptuelles et analytiques pour effectuer ces travaux, avoir une certaine légitimité scientifique et une neutralité « politique ». En BFC, les laboratoires de l'Université de BFC répondent à ces critères (BioGéoSciences (uB/CNRS) et ChronoEnvironnement (UFC/CNRS)). Des échanges et une réunion avec des chercheurs de ces laboratoires ont été organisés afin de discuter des possibilités techniques et organisationnelles de leur confier le calcul de l'IRV et l'analyse des résultats, des conditions à remplir pour que le laboratoire mène cette mission (temps pouvant être dégagé, moyens humains et matériels...) et des modalités de collaboration possibles. D'autres structures et moyens de réaliser le calcul ont été envisagés lors d'un comité technique en présence de membre de l'AFB, la DREAL et de la Région.

# III) RESULTATS

## 1) Etat des lieux

### a) Espèces suivies

Le tableau de métadonnées compile des informations provenant de 19 structures réalisant des suivis de vertébrés en Bourgogne-Franche-Comté. La somme de ces informations correspond à 4077 séries temporelles,



**Fig2 : Répartition des séries temporelles dans les différents taxons : Poissons (2880 séries), Oiseaux (1096), Mammifères(75), Amphibiens (23) et Reptiles (6).**

potentiellement utilisables pour le calcul de l'IRV, cela représente 245 espèces suivies. 3330 de ces séries temporelles proviennent de suivis encore en cours, ce qui représente 220 espèces suivies. On observe une grande différence dans la répartition des séries temporelles selon les taxons (Fig2) : les populations de poissons ou d'oiseaux représentent la quasi-totalité des séries temporelles (97.4%), avec une large majorité pour les poissons (2880 séries temporelles), les reptiles sont le groupe taxonomique le moins suivi avec seulement 6 séries temporelles recensées.

Les espèces recensées répondant aux critères de calcul de l'IRV représentent plus de la moitié des espèces de vertébrés présentes en BFC (64.1%). En revanche, moins de la moitié des mammifères (40.5%) et moins du tiers des reptiles (28.3%) sont représentés dans les suivis recensés (Fig3). La répartition des espèces au sein des taxons recensés dans l'état des lieux, peut être considérée représentative des taxons en région (comparaison de la part des taxons entre l'état des lieux et la région, hors mammifères, test de  $\chi^2$  :  $\alpha = 5\%$  ;  $\chi^2_{\text{obs}} = 3.46$  ; ddl = 3 ;  $p = 0.33$ ), à l'exception des mammifères qui sont sous-représentés dans l'état des lieux par rapport à la réalité (comparaison des distributions avec les mammifères, test de  $\chi^2$  :  $\alpha = 5\%$  ;  $\chi^2_{\text{obs}} = 10.04$  ; ddl = 4 ;  $p = 0.04$  ; comparaison de la distribution des espèces entre mammifères et les autres taxons, test de  $\chi^2$  :  $\alpha = 5\%$  ;  $\chi^2_{\text{obs}} = 6.51$  ; ddl = 1 ;  $p = 0.01$  ).

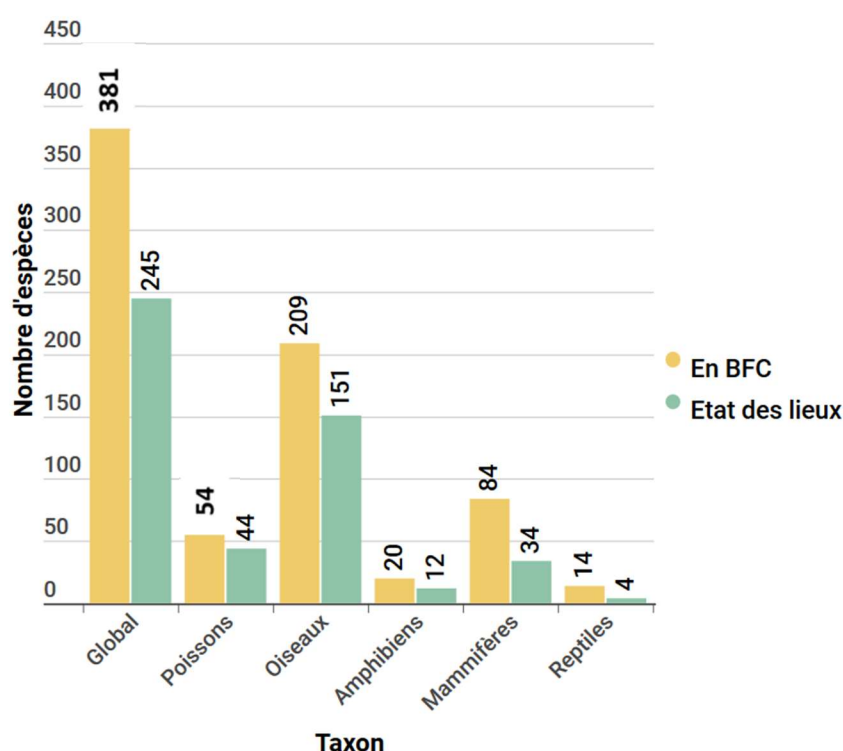


Figure 3: Nombre global et par taxons d'espèces présentes en région Bourgogne-Franche-Comté ou recensées dans « l'état des lieux des suivis de vertébrées en BFC », selon les taxons.

### b) Couverture géographique

L'ensemble du territoire régional est couvert géographiquement par des suivis. Dans tous les départements des suivis en activité ont été recensés (Tableau 1). En moyenne, 557 ( $\pm 171$ ) séries temporelles ont été recensées par département, ce qui représente 173 ( $\pm 12$ ) espèces de vertébrés suivies. L'Yonne comptabilise le plus faible nombre de séries temporelles tandis le Territoire de Belfort compte plus faible nombre d'espèces suivies. Il n'y a pas de suivis d'amphibiens ni de reptiles recensés pour le Territoire de Belfort. Les reptiles sont représentés par des suivis dans seulement quatre départements (Doubs, Jura, Nièvre, Saône et Loire).

Au total, 1071 séries temporelles proviennent de suivis dont la zone de prospection est équivalente ou supérieure à un département ; la majorité (98%) provient de suivis ornithologiques. Ce qui fait que la majorité des « suivis oiseaux » recensés (96%) couvre une grande partie du territoire. Le reste des suivis « à grande échelle » recensés concerne les mammifères (15 séries pour 11 espèces) et les amphibiens (3 séries pour 3 espèces). Pour les suivis de poissons et reptiles, la totalité de ceux-ci est réalisée à des échelles plus locales.

**Tableau 1: Résultat de l'état des lieux pour l'ensemble du territoire et par département. Les résultats sont donnés en nombre d'espèces, taxons et séries temporelles recensées. Les colonnes "En cours" correspondent au résultat pour les dispositifs de suivis toujours en activité en 2019.**

Département	Nombre d'espèces		Nombre taxons		Nombres de séries temporelles	
	Total	En cours	Total	En cours	Total	En cours
<b>Global</b>	<b>245</b>	222	<b>5</b>	5	<b>4077</b>	3330
Côte d'or	<b>184</b>	169	<b>4</b>	4	<b>748</b>	497
Doubs	<b>181</b>	173	<b>5</b>	5	<b>459</b>	381
Jura	<b>187</b>	181	<b>5</b>	5	<b>713</b>	697
Nièvre	<b>167</b>	156	<b>5</b>	5	<b>574</b>	384
Haute-Saône	<b>169</b>	167	<b>4</b>	4	<b>567</b>	527
Saône et Loire	<b>182</b>	173	<b>5</b>	5	<b>697</b>	593
Yonne	<b>152</b>	148	<b>4</b>	4	<b>463</b>	354
Territoire de Belfort	<b>164</b>	162	<b>3</b>	3	<b>232</b>	230
	<b>184</b>	169	<b>4</b>	4	<b>748</b>	497

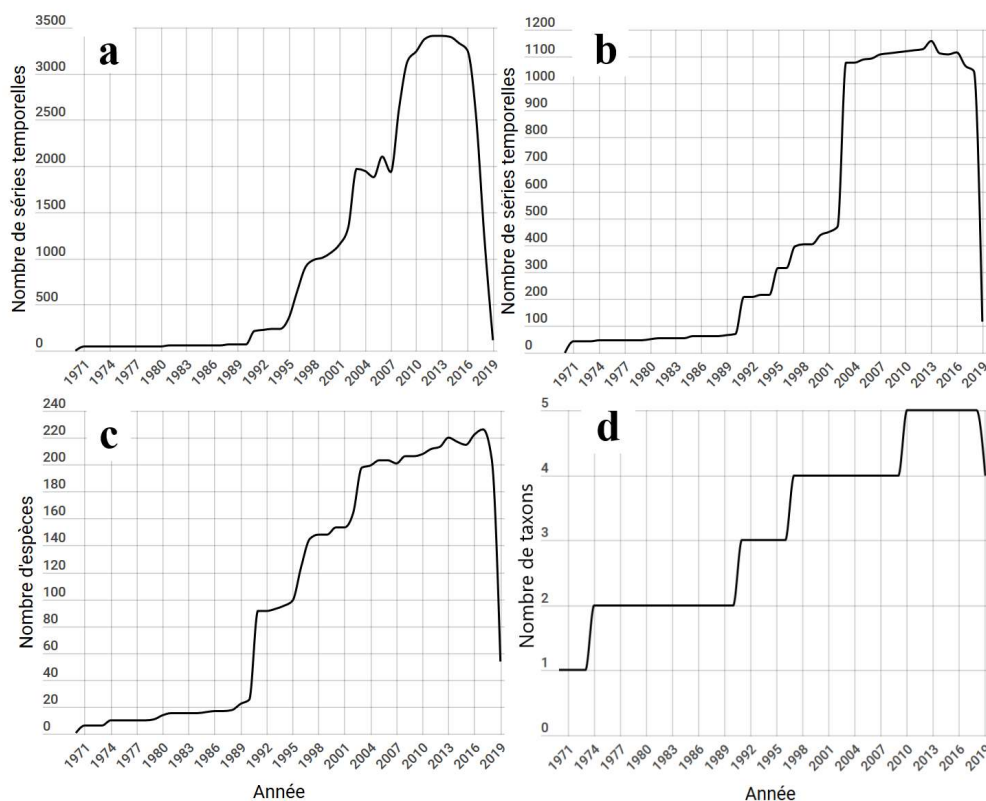
### c) Période couverte

Le premier dispositif de suivi recensé a été mis en place en 1959 et concerne le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*). Dès 1970, des suivis de vertébrés sont réalisés sur tous les départements. Mais jusqu'en 1990, il y a moins de 100 séries temporelles recensées par an et qui ne renseignent qu'une vingtaine d'espèces d'oiseaux et de mammifères (Fig4 a, c). A partir de 1990, il y a une augmentation du nombre d'espèces et de taxons suivis par an et de séries temporelles utilisables, avec notamment les premiers suivis d'amphibiens. En 1996, c'est la mise en place des premiers suivis piscicoles, et c'est seulement à partir de 2009 que sont effectués les premiers suivis de reptiles (Fig4 d). A partir de 2017 il y a une baisse générale, cela correspond au pas de temps des protocoles de suivi. Si l'ensemble des suivis couvre une période allant de 1959 à aujourd'hui, c'est entre 2002 et 2016 qu'il y a le plus de données, avec un nombre d'espèces suivies par an supérieur à 200 et avec toujours plus de 1000 séries temporelles potentiellement exploitables, hors données poissons<sup>c</sup> et plus de 2000 séries par an toutes données incluses (Fig4).

L'actualisation de l'ensemble des suivis répertoriés est un processus qui prendra plusieurs années. Le plus grand

<sup>c</sup> Les données poissons sont enlevées car leur nombre très important peut masquer les informations sur les autres taxons.

nombre des séries temporelles ont des fréquences d'actualisation bisannuelles (43 %), les suivis annuels représentent 41 % des séries temporelles. Le reste des suivis (16 %) ont une fréquence d'actualisation supérieure (tous les 3 ans, 4 ans, 5ans etc.), irrégulière ou inconnue.



**Figure 4 : Période couverte par les suivis de vertébrés recensés, avec par année : a) le nombre de séries temporelles ; b) le nombre de séries temporelles hors poissons ; c) le nombre d'espèces suivies ; d) le nombre de taxons suivis.**

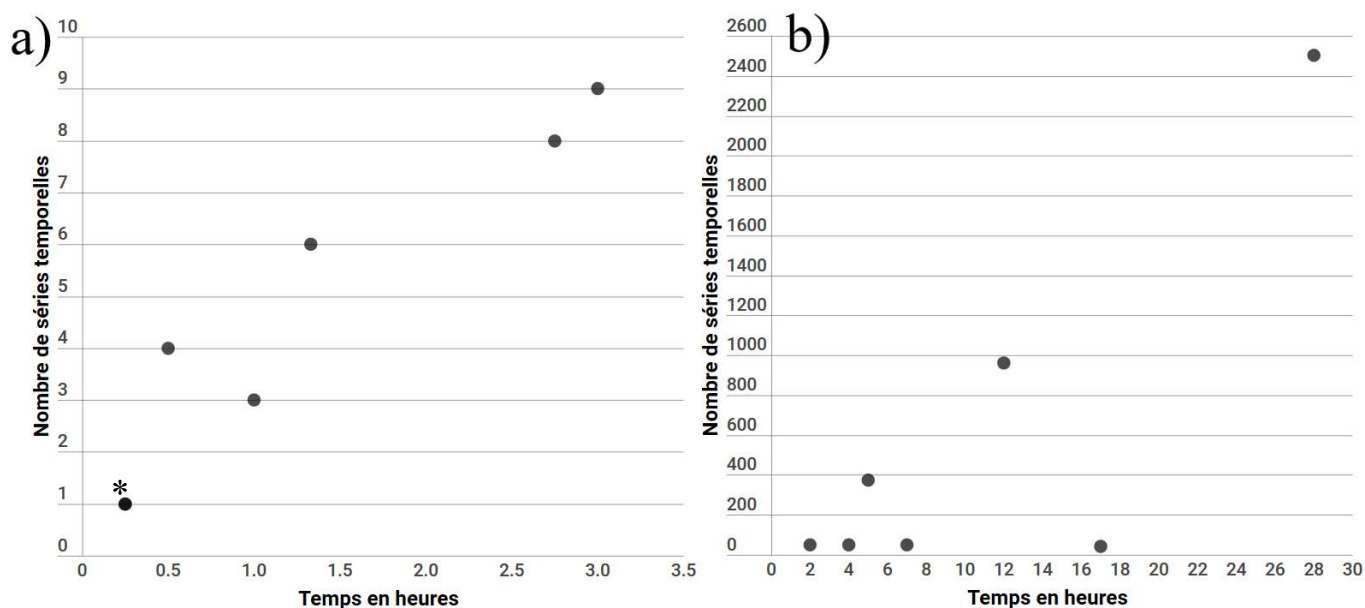
## 2) Coût et calcul de l'indice

### a) Coût temporel de l'état des lieux

Sur 47 structures contactées, 31 ont répondu, 24 ont confirmé l'existence de suivis de vertébrés et accepté d'apporter une aide à l'état des lieux. Finalement, après tri des données, seules les informations provenant de 19 structures ont pu être utilisées pour l'analyse. Le temps moyen entre l'envoi du mail et la réponse était de 7.3 ( $\pm 8.6$ ) jours. La grande variance est due à certaines réponses reçues le jour même de la sollicitation, d'autres jusqu'à 33 jours après. Le délai entre la prise de contact et l'entretien était en moyenne de 10.2 ( $\pm 8$ ) jours. Finalement, le délai moyen entre l'envoi du mail et l'entretien était de 18.5 ( $\pm 10.3$ ) jours. Ces résultats sont très hétérogènes, il peut toutefois être conclu, qu'il faut compter 15 jours pour entrer en contact avec les acteurs du monde naturaliste dans le cadre d'un tel projet.

Le temps de remplissage du tableau a pu être estimé pour 14 structures (les LPO sont regroupées en une seule

structure) qui ont fourni 99.7% des séries temporelles recensées. Un total de 85 heures a été nécessaire pour remplir le tableau (sans compter le temps d'homogénéisation et de nettoyage des métadonnées). Le temps de complétion du tableau est très hétérogène selon les structures, mais il ne peut être expliqué seulement par le nombre de données fournies. Car, si pour les structures fournissant moins de 10 séries temporelles, existe une corrélation entre le nombre de séries et le temps de remplissage du tableau (Fig5 a ; test de corrélation de Spearman bilatéral  $n = 7$  ;  $\rho = 0.9639$  ;  $p < 0.001$ ), quand il y a un grand nombre de suivis, la corrélation n'est plus observable (test de corrélation de Spearman bilatéral  $n = 7$  ;  $\rho = 0.2857$  ;  $p = 0.56$  (Fig5 b)).



**Figure 5 : Temps de remplissage du tableau de métadonnées en fonction du nombre de séries temporelles incluses dans le tableau. Chaque point correspond à une structure naturaliste. Le \* signale un point qui représente deux structures avec le même nombre de séries et le même temps de remplissage du tableau. a) Correspond aux structures ayant moins de 10 séries temporelles incluses dans le tableau et b) correspond aux structures ayant plus de 10 séries temporelles incluses dans le tableau.**

#### **b) Estimation du coût de participation pour les détenteurs de données**

Sur 10 structures ayant répondu aux questions concernant le temps nécessaire au partage de leurs données, 5 ont pu fournir des estimations chiffrées, 3 n'ont pas pu faire une estimation et 2 ont fourni une estimation qualitative. Le temps estimé pour fournir la donnée varie entre 1 demi-heure et 1 mois. Parmi ces structures, 6 ont une base de données centralisée et leurs données sont accompagnées de métadonnées. Toutefois, 3 des structures ayant une base de données estiment que leur base est compatible avec l'outil proposé pour recueillir les données. Ces résultats montrent l'hétérogénéité entre les différents acteurs, mais aussi la difficulté à estimer le temps nécessaire au partage de données.

Ces estimations ne prennent pas en compte le temps qui serait demandé aux détenteurs de données pour participer à des échanges pour discuter : du choix des suivis retenus en cas de doublon ; de la fiabilité des suivis ; des choix des sous-indices de l'IRV ; de l'accompagnement des statisticiens en charge du calcul et de

l'interprétation des résultats. Pour fournir un aperçu du coût de ce travail, la LPO 21-71 a estimé que pour toutes les LPOs de BFC la participation à l'ensemble du projet demanderait 50 jours de travail ETP<sup>f</sup> (Equivalent Temps Plein).

### **c) Coût en temps pour le calcul de l'IRV**

Le temps du calcul de l'IRV a été d'environ 1 an et demi en région PACA, cela a représenté 50 jours de travail pour la Tour du Valat et 50 jours pour l'ARPE PACA. Le travail réalisé sur cette période comprend : la récupération des données auprès des détenteurs ; les entretiens avec les détenteurs (pour expliquer le projet, la manière de fournir des données, mais aussi demander précisions et conseils sur leurs suivis et leurs utilisations dans l'IRV) ; le nettoyage des données et le calcul de l'indice et des sous-indices et enfin l'interprétation et la rédaction des résultats. Les facteurs qui ont allongé la durée du calcul de l'IRV PACA sont le temps que les détenteurs de données ont mis à partager les données, et le temps nécessaire de discussion avec les différents contributeurs au projet.

Le calcul pour l'IAV de la LPO FC s'est étalé sur 3 ans, dont une première année de réflexion et de consultation. Cela a représenté 40 jours ETP sur les deux années restantes, 30 jours furent consacrés au regroupement des sources bibliographiques (informations et données sur les suivis) de leurs partenaires et la compilation de ces données, ainsi qu'à l'administration du projet. Ce temps (30 jours) peut être en partie compris comme le temps qu'il aurait fallu à la LPO-FC si elle n'avait eu qu'à fournir les données. Cela a demandé 10 jours pour nettoyer les données, concerter les experts et calculer l'indice.

### **d) Calcul de l'indice**

Les missions qui seraient demandées aux statisticiens en charge du calcul sont les suivantes : collecter les données auprès des détenteurs ; traiter et trier les données ; informer régulièrement les détenteurs de données de l'usage qui en est fait ; mobiliser autant que nécessaire les détenteurs de données aux réflexions liées au calcul ; calculer l'indice en lui-même et les sous-indices ; réaliser une analyse des résultats du calcul de l'indice ; sauvegarder et archiver l'ensemble des fichiers relatifs au calcul ; participer aux différentes réunions de travail et de restitution et présenter les résultats du calcul.

Les échanges avec les chercheurs universitaires ont confirmé que l'université de BFC serait la structure candidate la plus adaptée au calcul de l'IRV en région. L'université a bien les compétences et l'expertise scientifiques et techniques requises, le projet intéresse certains chercheurs, et l'université a la capacité logistique pour stocker les données de façon pérenne... Cependant, les chercheurs des laboratoires des universités de Bourgogne et

---

<sup>f</sup> L'équivalent temps plein (ETP) est une unité de mesure de la charge de travail, 1 jour de travail ETP correspond à la charge de travail pour une personne à temps plein.



Franche-Comté (Biogéosciences et Chronoenvironnement), n'ont pas de temps disponible à fournir aux missions qui leur seraient confiées. Confier le calcul à l'université nécessiterait donc le recrutement d'une personne, ce qui pose des problèmes de financement et d'encadrement. L'idée de confier le calcul à d'autres structures, comme le CEREMA ou l'IRSTEA a été proposée ces structures ont donc été contactées et Alterre est en attente de leur réponse.

Enfin, une séparation des différentes missions est envisagée : la structure qui recueillerait les données et celle qui réaliserait le calcul ne seraient pas les mêmes. Dans ces circonstances, il n'y a actuellement aucune structure pour assurer le calcul de l'IRV.

## **IV) DISCUSSION**

Le but de cette étude était d'évaluer la faisabilité du calcul de l'Indice Région Vivante en Bourgogne-Franche-Comté à travers l'état des lieux des données disponibles et l'estimation du coût de ce calcul. Un grand nombre de suivis ont été recensés, représentant une part représentative des espèces de vertébrés présentes en région. Les données récoltées par ces suivis se répartissent sur une grande échelle de temps de 1959 à 2019 et couvre toute la région. Le coût du calcul de l'indice, lui, n'a pas pu être mesuré de façon précise et aucune structure pouvant assurer le calcul n'a pu être identifiée dans les temps impartis à cette étude.

### **1) Etude de faisabilité : Etat des lieux**

Il n'y a pas d'indication sur le nombre d'espèces ou de suivis minimale permettant le calcul d'un IRV ou de l'IPV. En Ouganda par exemple un rapport sur la biodiversité a été réalisé en utilisant la méthode IPV et ne reposait que sur 25 espèces de vertébrés [28]. Une actualisation de ce rapport en 2017 utilisait seulement 167 séries temporelles pour le calcul [43]. Si la méthode de calcul de l'IPV permet de construire un indice avec peu de données, la quantité et la disponibilité des données apportent néanmoins fiabilité et pertinence à celui-ci [25,27].

#### **a) Les données**

Les séries temporelles sont les éléments de base du calcul de l'IRV. Elles représentent les variations d'abondance au niveau populationnel [27]. Le nombre de séries temporelles fournit également une information sur l'effort de prospection selon les taxons. La quantité de données -potentiellement utilisables- repérée par l'état des lieux, semble suffisante : 4077 séries temporelles ont été recensées en BFC. A titre de comparaison, l'IRV de PACA repose sur 1515 populations suivies (ou séries temporelles) Cependant, le grand nombre de données recensées doit être relativisé. D'une part, ces séries temporelles ne sont que potentiellement utilisables et comportent des doublons.



Un nettoyage devra être fait pour sélectionner les données qui seront effectivement utilisées pour le calcul. D'autre part, le nombre de séries temporelles issues de l'état des lieux est trompeur : dans le cas des poissons, le nombre de données disponibles est le résultat du grand nombre de stations de suivi à faible échelle de prospection.

### **b) Espèces représentées**

L'état des lieux a montré l'existence de suivis sur une grande partie des espèces de vertébrés en région, ce qui permet de calculer un IRV représentant assez bien l'évolution de l'abondance des vertébrés sur le territoire. Le groupe le mieux représenté, en nombre d'espèces, est le groupe des poissons. Les données poissons sont issues uniquement de suivi à petite échelle géographique, peu informatif sur l'état et l'évolution des communautés piscicoles au niveau régional. Cependant, l'importante somme de séries temporelles existantes, réalisées à l'aide de protocoles robustes [44], est suffisante pour fournir une information fiable et représentative de leur évolution dans le temps. Au contraire des poissons, la majorité des données sur les oiseaux provient de suivis à larges échelles géographiques, de portée nationale voire internationale, conçus pour suivre l'évolution des populations aviaires. Les oiseaux constituent le groupe qui comporte le plus d'espèces suivies, et le groupe qui aura le plus de poids dans l'indice, ce qui est le cas pour tous les indices utilisant la méthode IPV [4,25,29,45]. L'importance du nombre d'espèces d'oiseaux dans l'état des lieux n'engendrera pas de biais car elle reflète la réalité en région BFC. Les principaux biais de l'IRV auront pour cause les suivis de mammifères, d'amphibiens et de reptiles. Ces trois taxons seront mal représentés dans l'IRV, que ce soit par le nombre de séries temporelles ou le nombre d'espèces suivies. Les mammifères auront dans le calcul de l'IRV un poids bien moins important que celui qu'ils devraient avoir, car les suivis qui ont été recensés reposent principalement sur les grands ongulés (avec des suivis à grande échelle) et sur les espèces de chauve-souris. A contrario, les espèces de méso-carnivores et de micromammifères sont les principaux groupes exclus de l'état des lieux. De surcroît, les suivis de chauve-souris recensés se limitent à quelques forêts en Bourgogne, créant un biais de représentation pour ces espèces. Pour les amphibiens et les reptiles, leur poids dans l'indice sera relativement conforme à la réalité. Malgré cela, l'information donnée par les suivis est peu représentative de l'évolution de l'abondance de ces taxons en région. En effet, il y a peu de suivis les concernant, phénomène qui s'observe également dans les autres indices utilisant la méthode IPV [4,25,29,45]. Cela implique un faible nombre de séries temporelles et celles-ci concernent des suivis à petite échelle (mare, zone Natura 2000,...). De plus, les suivis de reptiles recensés concernent un trop faible nombre d'espèces pour être représentatifs de l'ensemble des reptiles et ces suivis ne couvrent pas la totalité de la région. Il existe des méthodes de pondération pour contrer les biais taxonomiques dans l'indice [45], mais il n'y en a pas pour combler un manque de données comme pour les amphibiens et les reptiles.

L'existence de ces biais n'empêche pas le calcul de l'indice, quoique l'interprétation de son calcul doive être réalisée en conséquence. Chaque espèce ayant le même poids dans le calcul de l'indice, si l'indice est calculé avec les données issues de l'état des lieux, les résultats seront principalement dus aux variations dans les populations d'oiseaux, de poissons et de mammifères. Il y a encore de nombreux suivis qui n'ont pas été recensés. D'autres suivis pourraient ainsi augmenter la masse de données disponibles. En conclusion la masse de données sur les vertébrés est suffisamment riche pour permettre le calcul d'un IRV pertinent, malgré des biais dus à un manque de données pour certains taxons.

Un indice construit pour être un résumé de l'état de la biodiversité en région comme l'IRV comportera forcément des biais, par la perte d'informations lors de la simplification et la compilation de celles-ci [46], mais aussi car de tel indices dépendent des informations existant sur le territoire [27], et celles-ci seront toujours incomplètes.

### c) Surface et période couverte

Avec les données actuelles, si l'indice est calculé, tout le territoire sera représenté dans l'IRV de manière homogène. C'est un argument qui conforte l'idée que l'IRV pourra être informatif de l'état de la biodiversité en région. Rechercher la présence de données à une échelle infradépartementale, serait beaucoup plus compliqué et n'apporterait pas beaucoup d'informations supplémentaires. En revanche ne pas avoir d'informations sur le type de milieu représenté par les suivis est bien plus dommageable. Certains suivis recensés fournissent ce niveau de précision, mais cela représente une trop faible part de ceux-ci. Il est pour le moment impossible de repérer si un type de milieu est surreprésenté par rapport à d'autres, voire si un milieu sera totalement absent dans le calcul de l'indice. Avoir des renseignements sur les milieux est important pour connaître la fiabilité de l'indice. Ce manque d'information pourra être en partie comblé en utilisant les connaissances de l'écologie des espèces suivies, pour avoir une idée des milieux concernés par l'IRV, comme cela a été fait pour l'IRV PACA. Cette méthode est cependant limitée aux espèces spécialistes d'un milieu et ne peut s'adapter aux espèces généralistes, présentes dans différents milieux.

La couverture temporelle des suivis recensés est suffisamment large pour pouvoir calculer un IRV qui donnerait des résultats fournissant des informations pertinentes sur l'évolution de la biodiversité. Il aurait été intéressant de produire un IRV se basant sur l'année 1970 comme année de référence, pour pouvoir comparer les résultats avec ceux de l'Inde Planète Vivante de WWF. Mais, comme le montre l'état des lieux, il n'y a pas assez de données pour ces années. L'année 2000 serait la plus pertinente comme année de référence : il y a bon nombre de données et suffisamment d'années pour observer une tendance ; 2000 est, de plus, une date qui est un bon point de repère, et cela, permettra des comparaisons avec l'IRV de PACA. Cependant, choisir cette année de référence implique une perte d'informations, pour l'IRV calculé, sur l'évolution de la biodiversité les années précédentes.

#### **d) Limites de l'état des lieux**

L'état des lieux actuel donne un premier aperçu de la faisabilité du calcul d'un IRV mais reste incomplet. Tous les suivis n'ont pas encore été recensés, des erreurs de remplissage ont entraîné une perte d'informations et le tableau de métadonnées s'est révélé imparfait pour juger de la qualité des suivis, que ce soit pour la fiabilité de la méthode ou pour la surface de prospection. Plusieurs structures susceptibles d'avoir de la donnée n'ont pas participé à l'état des lieux et d'autres n'ont pas fourni d'informations sur la totalité des suivis qu'elles réalisent. Toutefois, ajouter les données de ces structures ne changerait pas ou peu le nombre d'espèces suivies, mais seulement le nombre de séries temporelles existant par espèce. Cela augmenterait tout de même la fiabilité des variations d'abondance calculées pour les espèces dans l'IRV.

Les erreurs de remplissage (lignes incomplètes, non-respect des règles de remplissage du tableau, ...) sont d'autres limites à l'état des lieux. Dans certains cas, c'est le manque de temps du détenteur de données qui provoque ces erreurs. Dans d'autres cas, les erreurs proviennent d'une incompréhension ou d'un oubli de ce qui était demandé au détenteur de données. Ces erreurs n'ont pu être découvertes qu'à la réception des tableaux. Ces suivis mal renseignés n'ont pu être traités dans l'analyse, alors qu'ils existent et que leurs données pourraient être utilisées au calcul de l'IRV.

Enfin la dernière limite concerne la difficulté à juger de la fiabilité des différentes séries temporelles. Les champs visant à décrire le protocole de saisie des données ne permettent pas de juger objectivement de la qualité d'un suivi, car ils ne permettent pas une description assez précise. En outre, la volonté de standardiser et d'homogénéiser le tableau, nécessaire pour permettre l'analyse, a fait perdre encore plus d'informations sur les protocoles. Toutefois, un trop grand niveau de détails aurait demandé une analyse ligne par ligne peu réalisable et dissuadé le détenteur de données à remplir le tableau. La qualité des différents suivis est difficile à évaluer : l'espèce, l'échelle géographique, l'effort de prospection et l'objectif du suivi, sont autant de facteurs impactant la fiabilité d'un suivi, indépendamment du protocole [47,48]. Même si on ne pas avoir d'informations sur la qualité des suivis est regrettable pour une analyse complète de la faisabilité, la force de la méthode de calcul de l'IRV est d'intégrer des suivis d'échelles et de qualités différentes [27,28,32]. C'est la masse de données qui doit compenser leur faible représentativité individuelle : comme pour les IPA (Indice Ponctuelle d'Abondance), c'est la somme des points d'écoute qui fait l'information [49]. La qualité des suivis reste une source de biais possible et reconnue pour les indices utilisant la méthode de calcul de l'IPV [24,27]. Il faut donc arriver à un compromis entre la qualité et la quantité [28] et ce compromis ne peut être quantifié à partir de cet état des lieux.

## **2) Etude de faisabilité : coût et calcul de l'IRV**

Les résultats de l'étude démontrent principalement la difficulté à estimer le coût en temps que prendrait le calcul de l'IRV, aussi bien pour le calcul en lui-même, que la participation de chaque acteur naturaliste.

Pourtant, connaître ce coût est indispensable pour juger pleinement de la faisabilité du calcul d'un IRV. Cela permettra de savoir si l'IRV pourra être calculé dans le temps imparti, c'est-à-dire courant 2021 et d'estimer le temps que cela demandera aux acteurs naturalistes détenant de la donnée. Les résultats apportent quand même des éléments pour discuter de ce coût.

#### **a) Coût pour les détenteurs de données**

Le délai de réponse des différents acteurs montre bien que le temps qu'il faudra pour informer les acteurs, organiser les différentes réunions et commencer la collecte des données, ne doit pas être sous-estimé. S'il faut plus de deux semaines, à chaque sollicitation, pour aboutir à un résultat (réunions, entretiens...), le temps nécessaire à la réalisation de l'IRV va très vite augmenter. Ce délai peut toutefois être réduit car le contexte dans lequel étaient sollicités les acteurs lors de cette étude explique en partie le temps entre la sollicitation et l'entretien. Les détenteurs de données n'avaient pas été prévenus qu'un état des lieux allait être fait et qu'ils allaient être sollicités. De plus, la période de sollicitation (mai-juin) est une période chargée pour les acteurs naturalistes. Bien avertir les détenteurs de données en amont pour qu'ils puissent prévoir du temps à consacrer à l'ORB semble indispensable pour diminuer ces délais, mais cela reste un coût qu'il faudra anticiper.

Estimer avec une précision acceptable le temps que cela prendrait aux acteurs de fournir leurs données, est un exercice difficile et les méthodes utilisées se sont montrées insuffisantes. Il faudrait que les détenteurs de données testent l'outil de récupération de données (Annexe 3) pour fournir une estimation plus précise. Cependant cela ne changerait pas le fait que les résultats auraient été très différents d'une structure à l'autre. Cela est dû à la grande disparité entre les structures par rapport au nombre de suivis réalisés, et surtout par rapport à la méthode de stockage des données. Certaines structures n'ont pas de bases de données centralisées, d'autres sont dans des formats inadaptés à l'IRV. Pour certains, les bases sont nationales (ONF et ONCFS) et demandent de passer par un référent national pour extraire les données. Le temps nécessaire pour fournir la donnée dépendra donc de la quantité de données et de la méthode de stockage de la structure. Il reste sûr que fournir ces données représentera tout de même un coût important pour une partie des détenteurs de données. Pour anticiper ce coût et pour que la récupération des données ne prenne pas trop de temps, il faudra qu'Alterre incite les détenteurs de données à nettoyer leur base de données le plus rapidement possible.

#### **b) Temps pour le calcul**

L'objectif fixé d'obtenir un IRV BFC en 2021 revient à faire le calcul en moins de deux ans. Or, le calcul des deux exemples d'IRV (IRV PACA et IAV Franche-Comté) a nécessité plus de temps, respectivement 2 et 3 ans. Si ces deux exemples sont informatifs sur la durée et le coût en temps que peut prendre le calcul de l'indice, il est important de nuancer ces apports.

L'exemple de l'IRV PACA n'est pas transposable directement à la région BFC : dès le début du projet, l'ORB PACA connaissait la structure qui allait réaliser le calcul (Tour du Valat) et celle-ci avait déjà produit un travail similaire [25]. Pour l'IAV [30] de la LPO FC, le calcul de l'indice se faisait uniquement dans l'ancienne région de Franche-Comté, exclusivement sur les oiseaux, avec majoritairement leurs propres données. Donc le temps pour le calcul de l'IRV de BFC sera supérieur à celui de l'IAV et probablement supérieur à celui de l'IRV PACA. Il faut ajouter à ces faits que le projet IRV a pour but d'être fédérateur et donc de faire participer au mieux les différents acteurs naturalistes de la région. Un groupe de travail sur ce thème est déjà prévu dans la feuille de route de l'ORB et de nombreux échanges entre les détenteurs de données et les personnes qui seront chargées du calcul sont à prévoir. Le fait de vouloir inclure au maximum les structures naturalistes dans le processus est nécessaire pour les habituer à travailler avec l'ORB, mais en retour cela risque d'augmenter le temps de réalisation de l'indice. Temps de réalisation qui augmentera notamment lors des discussions, qui auront lieu autour du choix des séries temporelles à inclure dans l'IRV et des sous-indices à calculer.

Enfin pour l'instant, il n'y a aucune structure prête à réaliser le calcul, ce qui peut provoquer un retard supplémentaire au projet. Les statisticiens chargés du calcul seront au centre des réflexions concernant l'IRV (récolte des données, choix des suivis des sous-indices, calcul, interprétation des résultats...) et il sera impossible d'avancer sur le projet sans eux. Il est peu probable que les laboratoires universitaires puissent prendre en charge le calcul et le CEREMA ou l'IRSTEA ne sont pour le moment que des pistes envisagées. En outre même si un candidat était trouvé en BFC pour assurer le calcul, il faudra qu'il se forme sur celui-ci, ce qui augmentera encore la durée du projet.

### **c) Intérêt pour les détenteurs de données**

Un élément qui n'a pas été pris en compte dans cette étude de faisabilité est l'intérêt que portent les acteurs à l'IRV et leur volonté de participer au projet. Ce point est important à connaître, car certains acteurs peuvent être réticents à participer et à fournir des données, ce qui peut entraîner une augmentation des délais pour obtenir la donnée, voire un refus de participer et donc une perte de données (de tels cas sont arrivés pour l'IRV PACA). Ces réticences peuvent venir d'une crainte de mauvaise utilisation des données ou de la charge de travail supplémentaire que cela représente. En effet, participer aux travaux de l'ORB –dont le projet IRV– va augmenter la charge de travail des structures participantes. Le nombre de structures ayant participé à l'état des lieux par rapport au nombre contacté peut être un moyen de juger l'intérêt des acteurs pour le projet, de même que le délai entre la prise de contact, la réponse et l'entretien. Cependant, ces méthodes ne permettent pas d'affirmer l'existence ou non d'un manque d'intérêt et avec celles-ci, il est impossible de connaître les raisons des délais et de la participation. Passer par un questionnaire pourrait être une solution, il permettrait de connaître quelles sont les attentes et les doutes des structures quant au projet, mais aussi les conditions, contraintes et limites de leur

participation à ce projet. Avoir ce niveau de détails permet de préparer les arguments pour les convaincre de participer et anticiper certaines difficultés soulevées par le questionnaire.

### 3) Perspectives

#### a) Perspectives directes

La suite directe de cette étude devrait être consacrée à la recherche d'une structure apte à prendre en charge le calcul et à la constitution d'un groupe de travail autour de l'IRV. Dans l'optique de finir le calcul de l'indice courant 2021, réaliser ces deux tâches au plus tôt est primordial. En parallèle, l'état des lieux des suivis de vertébrés en BFC devra être poursuivi, afin de repérer le maximum de suivis pertinents pour l'IRV, et de compléter le tableau de métadonnées, qui servira d'annuaire aidant au recueil de données. Il serait envisageable qu'un questionnaire sur l'intérêt des acteurs de l'ORB pour le projet soit réalisé par la suite. Enfin, les informations détenues dans le tableau de métadonnées seront destinées à renseigner le SINP (Système d'informations sur la nature et les paysages) régional.

#### b) Perspectives à long terme

L'IRV est un indicateur destiné à perdurer dans le temps et à être actualisé, et si possible enrichi par de nouveaux suivis [32]. Le pas de temps d'actualisation de l'indice devra être supérieur ou égal à 2 ans. Il y a peu d'intérêt à l'actualiser tous les ans, car aucune tendance ne serait observable et significative à un si faible pas de temps [50]. D'autre part, la majorité des suivis sont réalisés à des pas de temps supérieurs à un an. Pour pouvoir pérenniser l'IRV dans le temps, il faudra pouvoir stocker les données récoltées de façon durable, et s'assurer d'avoir une personne pour assurer le calcul à chaque fois. Enfin, le plus important sera de sécuriser les sources de données, en valorisant le travail des acteurs naturalistes et en démontrant l'importance de ce travail. L'actualisation de l'IRV, c'est-à-dire la mise à jour des données, le calcul, et la rédaction des bilans, est un travail coûteux en temps. Par exemple, pour l'IRV de la LPO FC, cela représente 150h par an, l'actualisation de l'IRV doit, dès lors, être pensée au début de la réalisation du projet.

L'IRV pourra être amélioré au fil des actualisations par l'incorporation, dans le calcul, de nouveaux suivis. Les résultats de l'étude indiquent sur quels taxons des efforts sont à fournir : amphibiens et reptiles en particulier. Inciter les acteurs naturalistes à augmenter les efforts de suivi sur ces taxons est une piste d'amélioration. Cependant, ces taxons sont des groupes dont il est difficile d'assurer le suivi démographique et celui-ci demande un certain nombre de moyens [51,52]. En outre, les efforts pour combler l'absence ou le manque de données sur certains taxons ne devraient pas se faire aux dépens de suivis déjà existants.

Une autre piste serait de modifier la méthode de calcul pour intégrer des données provenant d'études n'informant pas de la taille des populations, mais sur leur présence et répartition sur le territoire au cours du

temps. Déjà utilisé en Angleterre et en Hollande pour des indices similaires [53,54], cette méthode devrait permettre d'utiliser les données existantes d'inventaires et de répartitions des espèces, voire permettre l'incorporation d'espèces non vertébrées dans l'indice.

#### 4) Conclusion

Bien qu'incomplet, l'état des lieux permet de juger, au vu des suivis existants dans la région BFC, que suffisamment d'espèces sont suivies pour calculer l'IRV. Comme pour les indices similaires, les grands taxons (Oiseaux, Poissons, Mammifères, Amphibiens et Reptiles) ne seront pas également représentés dans l'indice, surtout en ce qui concerne le nombre de suivis. Ces biais seront à anticiper dans le calcul de l'indice, mais ne représentent pas un obstacle à celui-ci. Les problèmes liés à la qualité des suivis devront être discutés au sein du groupe de travail dédié à l'IRV et avec les différents acteurs du projet. Les suivis sont bien répartis géographiquement dans la région même si l'étude manque de précision sur celle-ci. Une large période temporelle est représentée par les suivis recensés, en outre 2000 semble être la meilleure année pour être le point de départ de l'indice. Finalement, l'étude montre que la couverture taxonomique, temporelle et géographique des données de suivis des vertébrés permet le calcul de l'IRV et que ce calcul est pertinent. Cependant l'IRV ne sera pas exempt de biais et le côté incomplet et lacunaire de l'état des lieux empêche de mesurer précisément ceux-ci.

L'étude ne permet pas d'estimer un coût en temps pour le calcul de l'indice. Toutefois, elle permet de mettre en lumière des étapes du projet coûteuses en temps auquel il faudra faire attention. D'autre part, le délai envisagé pour le calcul de l'indice, avec les résultats courant 2021, semble irréalisable au vu des expériences passées et de l'absence de personnes pour assurer le calcul. Bien que le calcul de l'IRV soit techniquement réalisable en BFC, toutes les conditions ne sont pas encore réunies pour commencer celui-ci et l'échéance du projet est à repousser. Pourtant, si le projet arrive à terme, l'IRV de BFC pourra devenir un indicateur phare de l'ORB, offrant une information régulière, synthétique et parlante sur la biodiversité. L'indice pourrait alors, participer à la pérennité de l'observatoire et à la valorisation des travaux naturalistes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Redford KH, Richter BD. Conservation of Biodiversity in a World of Use. *Conserv Biol.* 1999;13: 1246–1256. doi:10.1046/j.1523-1739.1999.97463.x
2. De Vos JM, Joppa LN, Gittleman JL, Stephens PR, Pimm SL. Estimating the normal background rate of species extinction: Background Rate of Extinction. *Conserv Biol.* 2015;29: 452–462. doi:10.1111/cobi.12380
3. Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmer TM. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci Adv.* 2015;1: e1400253. doi:10.1126/sciadv.1400253
4. Living planet report. Gland, Switzerland: WWF; 2018.
5. Davidson NC. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Mar Freshw Res.* 2014;65: 934. doi:10.1071/MF14173
6. Alterre Bourgogne-Franche-Comté, plateau du patrimoine naturel de la Maison de l'environnement de la Bourgogne-Franche-Comté. La Biodiversité en Bourgogne-Franche-Comté une synthèse pour tout comprendre [Internet]. 2019. Available: <http://strategie.biodiversite.bourgognefranchecomte.fr/d/YTozOntzOjQ6InJlZjAiO2k6MTtzOjQ6InJlZjEiO3M6MzoiMTc5IjtzOjQ6InJlZjIiO3M6MDoiIjt9/synthese-de-la-biodiversite-en-bourgogne-franche-comte>
7. Report of the eighth meeting of the parties to the convention on biological diversity. Curitiba, Brésil: Programme des Nations unies pour l'environnement; 2006 p. 374. Report No.: UNEP/CBD/COP/8/31.
8. Hutchings JA, Reynolds JD. Marine Fish Population Collapses: Consequences for Recovery and Extinction Risk. *BioScience.* 2004;54: 297. doi:10.1641/0006-3568(2004)054[0297:MFPCCF]2.0.CO;2
9. Urban MC. Accelerating extinction risk from climate change. *Science.* 2015;348: 571–573. doi:10.1126/science.aaa4984
10. Lewis SL, Lopez-Gonzalez G, Sonké B, Affum-Baffoe K, Baker TR, Ojo LO, et al. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature.* 2009;457: 1003.
11. Power AG. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2010;365: 2959–2971. doi:10.1098/rstb.2010.0143
12. Luz B, Barkan E. Assessment of Oceanic Productivity with the Triple-Isotope Composition of Dissolved Oxygen. *Science.* 2000;288: 2028. doi:10.1126/science.288.5473.2028
13. Hudson PJ, Dobson AP, Lafferty KD. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends Ecol Evol.* 2006;21: 381–385. doi:10.1016/j.tree.2006.04.007



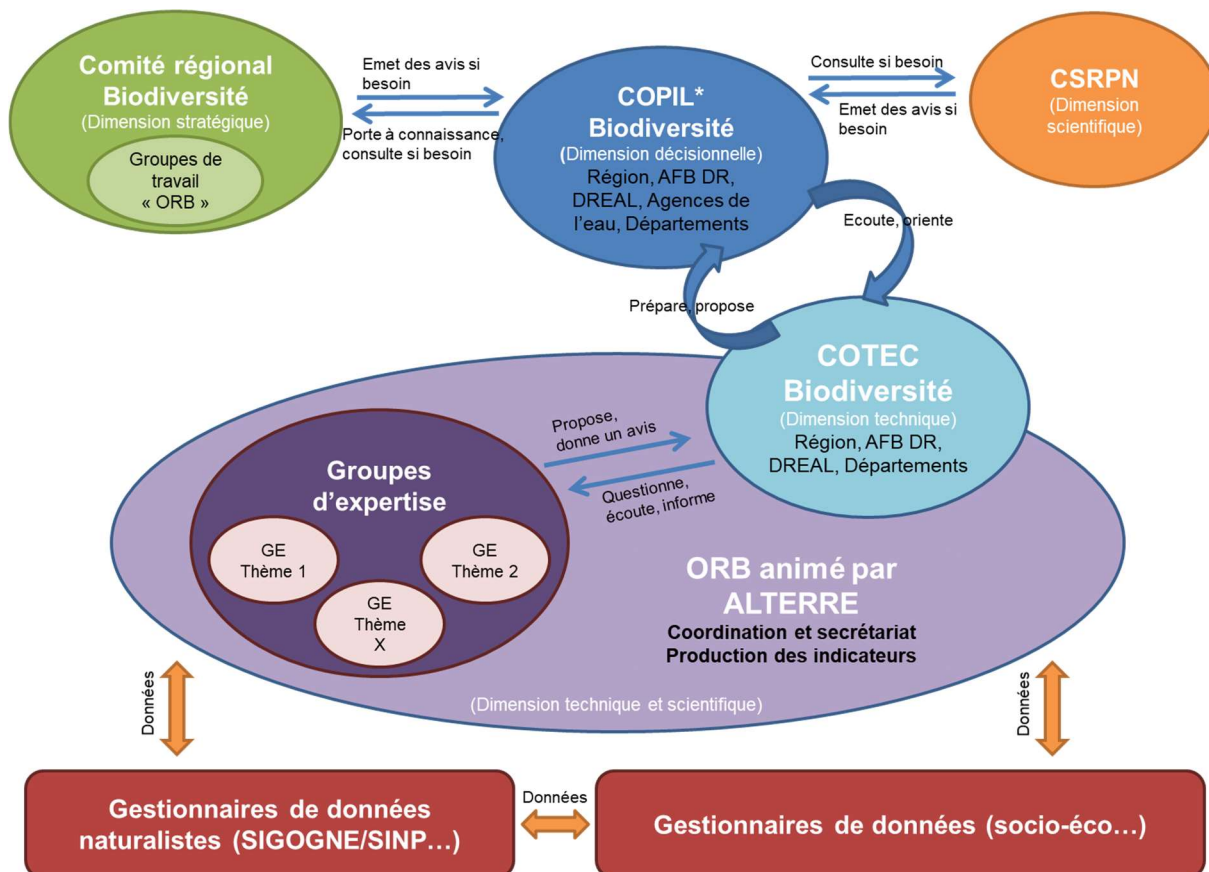
14. Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol Econ.* 2009;68: 810–821. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014
15. Dirzo R, Young HS, Galetti M, Ceballos G, Isaac NJB, Collen B. Defaunation in the Anthropocene. *Science.* 2014;345: 401–406. doi:10.1126/science.1251817
16. Report on how to improve sustainable use of biodiversity in a landscape perspective. Montréal, Canada: Programme des Nations unies pour l'environnement; 2011 p. 14. Report No.: UNEP/CBD/SBSTTA/15/3.
17. La biodiversité, notre assurance-vie et notre capital naturel - stratégie de l'UE à l'horizon 2020. Commission européenne; 2011. Report No.: COM(2011) 244 final/2.
18. Alterre Bourgogne. Stratégie régionale pour la biodiversité. 2014.
19. Gerlach J, Samways M, Pryke J. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *J Insect Conserv.* 2013;17: 831–850. doi:10.1007/s10841-013-9565-9
20. Heink U, Kowarik I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecol Indic.* 2010;10: 584–593. doi:10.1016/j.ecolind.2009.09.009
21. UICN France. Indicateurs de biodiversité pour les collectivités territoriales : jeu commun et synthétique d'indicateurs de biodiversité pour l'échelon régional. Paris, France; 2014.
22. Tissot A-C, Linares M, Moral V, Clap F. Indicateurs de biodiversité pour les collectivités territoriales : cadre de réflexion et d'analyse pour les territoires. Paris, France: Comité français de l'UICN; 2014.
23. Loh J, Randers J, MacGillivray A, Kapos V, Groombridge B, Jenkins M. Living Planet Report 1998. 1998 p. 42.
24. Loh J, Green RE, Ricketts T, Lamoreux J, Jenkins M, Kapos V, et al. The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2005;360: 289–295. doi:10.1098/rstb.2004.1584
25. Galewski T, Collen B, McRae L, Loh J, Grillas P, Gauthier-Clerc M, et al. Long-term trends in the abundance of Mediterranean wetland vertebrates: From global recovery to localized declines. *Biol Conserv.* 2011;144: 1392–1399. doi:10.1016/j.biocon.2010.10.030
26. de Heer M, Kapos V, ten Brink BJE. Biodiversity trends in Europe: development and testing of a species trend indicator for evaluating progress towards the 2010 target. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2005;360: 297–308. doi:10.1098/rstb.2004.1587
27. Collen B, Loh J, Whitmee S, McRae L, Amin R, Baillie JEM. Monitoring Change in Vertebrate Abundance: the Living Planet Index. *Conserv Biol.* 2009;23: 317–327. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.01117.x

28. McRae L, Loh J, Bubb P, Baillie JEM, Kapos V, Collen B. The Living Planet Index - Guidance for National and Régional Use. UNEP-WCMC Camb UK. 2008;
29. Galewski T, Dragone. Indice Région Vivante - Comment évolue la biodiversité en Provence-Alpes-Côte d’Azur. Observatoire Régional de la Biodiversité Provence Alpes Côte d’Azur; 2017.
30. Maas S, Giroud I. Indice Région Vivante (IRV) : indicateurs oiseaux de Franche-Comté. LPO Franche-Comté. 2016;
31. Jeremy R. Mise en place d’un état des lieux des suivis sur les vertébrés en région Provence-Alpes-Côte d’Azur. 2014; 41.
32. Zoological Society of London. Living Planet Report 2018 Technical Supplement: Living Planet Index. 2018.
33. Bouzendorf F. Résultats en 2018 du Suivi Temporel des Oiseaux Communs en Bourgogne-Franche-Comté. LPO Franche-Comté, LPO Yonne, LPO Côte-d’Or& Saône-et-Loire, LPO Nièvre, SHNA, FEDER, DREAL Bourgogne-Franche-Comté, Conseil Régional de Bourgogne-Franche-Comté, Conseil Départemental de Côte-d’Or, Conseil Départemental de l’Yonne;; 2018.
34. Brochet AL. Atlas des oiseaux nicheurs en Bourgogne : Bilan 2011. EPOB. 2012; 25.
35. Lahaye R. Atlas préliminaire des Mammifères sauvages de Bourgogne - Hors Chiroptères -. Société D’histoire Nat D’Autun. 2018; 90.
36. Avis N°2014-13. Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de Franche-Comté; 2014 p. 5. Report No.: 2014–13.
37. Varanguin N. Elaboration d’une liste rouge des Amphibiens de Bourgognes. Société d’histoire naturelle d’Autun; 2014.
38. Varanguin N. Elaboration d’une liste rouge des Reptiles de Bourgogne. Société d’histoire naturelle d’Autun; 2014.
39. Roue SY. Liste rouge des espèces menacées en Franche-Comté. Publication CPEPESC Franche-Comté; 2011.
40. Paul J-P. Liste Rouge des Mammifères (hors Chiroptères), Oiseaux, Reptiles et Amphibiens en Franche-Comté. 2008; 19.
41. Abel J, Babski S-P, Bouzendorf F. Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs menacés en Bourgogne. LPO Côte-Or. 2015; 16.
42. Oiseau de Bourgogne. Rev Sci Bourgogne-Nat-Hors-sér. 2012; 366–376.
43. Pomeroy D, Tushabe H, Loh J. The state of Uganda’s biodiversity 2017. NatureUganda. 2017; 46.
44. Belliard J, Ditché J, Roset N, Dembski S. Guide pratique de mise en oeuvre des opérations de pêche à l’électricité. 2012; 31.

45. McRae L, Deinet S, Freeman R. The Diversity-Weighted Living Planet Index: Controlling for Taxonomic Bias in a Global Biodiversity Indicator. PLOS ONE. 2017; 20.
46. Hagan JM, Whitman AA. Biodiversity Indicators for Sustainable Forestry: Simplifying Complexity. J For. 2006; 8.
47. Allen LR, Engeman RM. Evaluating and validating abundance monitoring methods in the absence of populations of known size: review and application to a passive tracking index. Environ Sci Pollut Res. 2015;22: 2907–2915. doi:10.1007/s11356-014-3567-3
48. Lindenmayer DB, Gibbons P, Bourke M, Burgman M, Dickman CR, Ferrier S, et al. Improving biodiversity monitoring: IMPROVING BIODIVERSITY MONITORING. Austral Ecol. 2012;37: 285–294. doi:10.1111/j.1442-9993.2011.02314.x
49. Frochot B, Lobreau J-P. Utilisation spatio-temporelle des milieux par les oiseaux. Rev Ecol Terre Vie. 1987;Suppl.: 9.
50. Frochot B. Les méthodes de recensement d’oiseaux appliquées aux suivis pluriannuels. Rev Sci Bourgogne-Nat. 2010;11: 123–130.
51. Couturier T, Cheylan M, Bertolero A, Astruc G, Besnard A. Estimating abundance and population trends when detection is low and highly variable: A comparison of three methods for the Hermann’s tortoise: Three Methods for Estimating *T. hermanni* Abundance. J Wildl Manag. 2013;77: 454–462. doi:10.1002/jwmg.499
52. Ryan TJ, Philippi T, Leiden YA, Dorcas ME, Wigley TB, Gibbons JW. Monitoring herpetofauna in a managed forest landscape: effects of habitat types and census techniques. For Ecol Manag. 2002;167: 83–90. doi:10.1016/S0378-1127(01)00692-2
53. van Strien AJ, Meyling AWG, Herder JE, Hollander H, Kalkman VJ, Poot MJM, et al. Modest recovery of biodiversity in a western European country: The Living Planet Index for the Netherlands. Biol Conserv. 2016;200: 44–50. doi:10.1016/j.biocon.2016.05.031
54. Eaton MA, Burns F, Isaac NJB, Gregory RD, August TA, Barlow KE, et al. The priority species indicator: measuring the trends in threatened species in the UK. Biodiversity. 2015;16: 108–119. doi:10.1080/14888386.2015.1068222

## ANNEXE

**Annexe 1** : Diagramme de gouvernance de l'ORB de Bourgogne-Franche-Comté



**Annexe 2** Tableau de métadonnées Champs des catégories « Détails du suivi » et « Espèce » du tableau de synthèse des métadonnées avec les remarques et les listes d'exemples dans la saisie de l'information.

Détail du suivi										Espèce			
Nom complet du dispositif	Existe-t-il un protocole d'acquisition des données	Méthode de recueil des données	Paramètre(s) observé(s) ou mesuré(s)	Aire prospectée	Fréquence d'actualisation	Année de mise en place	Etat d'activité	Année d'arrêt du dispositif	Remarque	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Classification taxonomique	Espèce protégée
*	*				*	*	*	*		*			
Nom du dispositif comprenant le <b>NOM SCIENTIFIQUE</b> de l'espèce	Oui Non	Pas de méthode particulière de prospection Observation par point Observation par transect Observation "en plein" Observation directe Observation indirecte Piégeage, capture Interprétation de représentations iconographiques et textuelles Enquêtes/Entretiens	Nombre d'individus contactés Nombre d'individus entendus Nombre d'adultes Nombre de jeunes Biomasse Densité Femelles nicheuses Mâles chanteurs Taille des groupes de mâles Effectifs par catégorie d'âge et de sexe Indices de présence Autre, précisez	Surface total de l'étude en km²	Annuelle Bisannuelle Trisannuelle Quadriennale Quinquennale Décennale Mensuelle Autre, précisez		En cours Terminé Suspendu Inconnu				Nom usuel de l'espèce étudiée	<b>Classe de l'espèce</b> Oiseaux Reptiles Mammifères Amphibiens Poissons	Oui Non
Microma 1979-2000(Microtus subterraneus)	Oui	Piégeage, capture Observation par transect	Nombre d'individu contactés	10	Annuelle	1979	Terminé	2000		<i>Microtus subterraneus</i>	Campagnol souterrain	Mammifères	Non
Microma 1979-2000(Myodes glareolus )	Oui	Piégeage, capture Observation par transect	Nombre d'individu contactés	10	Annuelle	1979	Terminé	2000		<i>Myodes glareolus</i>	Campagnol roussâtre	Mammifères	Non

**Annexe 2bis** : Champs des catégories « Localisation », « Données » et « Informations pratiques » du tableau de synthèse des métadonnées avec les remarques et les listes d'exemples dans la saisie de l'information.

Localisation					Données				Informations pratiques								
Précision sur le territoire	Département(s)	Région/Pays concernés	Type d'espace concerné Nom + type de Protection		Agrégation des données	Mode de stockage utilisé		Mode de diffusion	Conditions d'accès	Producteur (s) de donnée	Organisme contact Principal	Nom du contact Principal	Mail du contact Principale	Maitre (s) d'œuvre	Maitre (s) d'ouvrage	Financier(s)	Remarque
*	*	*			*	*					*	*	*				
Nom du site, vallée, massif, site Naturel Commune Ville Croisement routier Autre, précisez	21 25 39 58 70 71 89 90	BFC BFC/ARA BFC/GE France/Suisse	Règlementaire Contractuelle Foncière Internationale	Nom de(s) espace(s) concerné(s)	Département (D) Régional (R)	Papier - Informatique non organisé - Informatique organisé	Précisez le format	Papier Support informatique Téléchargement Visualisation sans téléchargement	Libre Restreintes Confidentielles								
Septfontaines	39	BFC			Non	Informatique organisé	text/csv	Support informatique	Libre	Laboratoire Chrono-environnement	Laboratoire Chrono-environnement	Patrick Giraudoux	patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr				
Septfontaines	39	BFC			Non	Informatique organisé	text/csv	Support informatique	Libre	Laboratoire Chrono-environnement	Laboratoire Chrono-environnement	Patrick Giraudoux	patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr				

**Annexe 3 :** Exemple de d’outil qui permettrait de recueillir les données pour le calcul de l’IRV et dont la complétion serait demandée aux détenteurs de données. Il est constitué des indications minimales qu’il faut pour calculer l’IRV.

Fichier de saisie des données IRV (prototype)			
<i>Nom scientifique de l'espèce</i>	<i>Identifiant unique à l'espèce et au suivi concerné</i>	<i>Année de la prise de la mesure</i>	<i>Valeur de la mesure informant sur l'effectif de la population (biomasse, indice, nombre de contact...)</i>
<b>nom</b>	<b>id</b>	<b>annee</b>	<b>popvalue</b>
<i>Une ligne correspond à la valeur de la mesure d'une année pour une population d'une espèce.</i>			
accenteur_mouchet	253978	2002	118,18
accenteur_mouchet	253978	2003	106,25
accenteur_mouchet	253978	2004	169,23
accenteur_mouchet	253978	2005	142,86
accenteur_mouchet	253978	2006	126,67
accenteur_mouchet	253978	2007	71,43
accenteur_mouchet	253978	2008	100,00
accenteur_mouchet	253978	2009	146,67
accenteur_mouchet	253978	2010	161,54
accenteur_mouchet	253978	2011	131,25
accenteur_mouchet	253978	2012	85,71
accenteur_mouchet	253978	2013	107,69
accenteur_mouchet	253978	2014	127,27
accenteur_mouchet	253978	2015	107,69
accenteur_mouchet	393978	2002	177,78
accenteur_mouchet	393978	2003	183,33
accenteur_mouchet	393978	2004	206,67
accenteur_mouchet	393978	2005	200,00
accenteur_mouchet	393978	2006	166,67
accenteur_mouchet	393978	2007	176,47
accenteur_mouchet	393978	2008	133,33
Exemple de donnée LPOFC			

## RESUME

Avec les prises de conscience sur l'érosion globale de la biodiversité et de ses conséquences sur les sociétés humaines, la sauvegarde de la biodiversité est devenue un enjeu politique. Au niveau national, des mesures sont prises, comme l'élaboration des Stratégies Nationales pour la Biodiversité en 2004 puis en 2011, qui visent à préserver la biodiversité. Des actions sont aussi menées à des niveaux régionaux. En Bourgogne-Franche-Comté, pour renforcer l'amélioration de la connaissance et la prise en compte des enjeux de biodiversité, l'Etat, la Région, l'AFB, les agences de l'eau et le département de la Nièvre ont récemment mis en place un observatoire régional de la biodiversité (ORB). Dans le cadre de sa mission de coordination de l'ORB de Bourgogne-Franche-Comté, Alterre BFC a lancé une étude de faisabilité du calcul d'un indicateur « Indice Région Vivante ». Cet indicateur est une mesure temporelle des variations démographiques des espèces de vertébrés à l'échelle d'une région administrative, c'est un indicateur de l'état et de l'évolution de la biodiversité. Pour mener cette étude de faisabilité, un état des lieux des suivis de vertébrés réalisés en BFC a été réalisé, ainsi que des entretiens auprès de différents acteurs naturalistes. L'étude montre, au vu des données existant en région, qu'il est possible de calculer l'IRV. Cependant les questions concernant le temps du calcul et de la fiabilité de l'IRV n'ont pas trouvé de réponses complètes et toutes les conditions ne sont actuellement pas réunies pour permettre le calcul.