Tristan GUILLEBOT DE NERVILLE

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE ET RÉSULTATS DE L'ATLAS DE LA BIODIVERSITÉ DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Licence professionnelle :

Analyses et Techniques d'Inventaires de la Biodiversité
Promotion 2018 - 2019

Maître d'apprentissage :
Sabine BOURSANGE

Tuteur universitaire :
Thierry LENGAGNE

AGIR pour la BIODIVERSITÉ AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION 4

1. CONTEXTE DU PROJET 4
2. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET BIODIVERSITÉ 5
3. PROBLÉMATIQUE 7

II. ÉLABORATION ET MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA BIODIVERSITÉ 7

1. CONTEXTE 7
2. MATÉRIEL & MÉTHODE 8
   a. Définition des objectifs du plan d'échantillonnage 8
   b. Définition du temps d'échantillonnage par groupe taxonomique 9
   c. Méthode d'échantillonnage par groupe taxonomique 10
   d. Présentation des résultats de la phase d'échantillonnage 11
   e. Méthodes de détermination des continuités écologiques et des secteurs à enjeux de conservation de la biodiversité 12
   f. Réalisation de la cartographie des enjeux et réservoirs de biodiversité 12
   g. Définition des continuités écologiques 13
3. RÉSULTATS - DISCUSSION 13

III. ESTIMATION DE LA COMPLÉTUDE DES INVENTAIRES DE L'AVIFAUNE 17

1. CONTEXTE 17
2. MATÉRIEL & MÉTHODE 18
   a. Jeu de données 18
   b. Méthodes d'estimation de la complétude 18
   c. Analyse des résultats 18
3. RÉSULTATS 19
   a. Estimation de la complétude 19
   b. Analyse des résultats 20
4. DISCUSSION 21

IV. CONCLUSION 23

BIBLIOGRAPHIE 24

SITOGRAPHIE 24

ANNEXES 25

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : carte du périmètre de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic 4
Figure 2 : les cheires de Côme, au sud de la commune de Saint-Ours 6
Figure 3 : le puy des Gouttes sur la commune de Saint-Ours..... 6
Figure 4 : valeur de l'indice LPO par maille kilométrique le 10/10/2018 8
Figure 5 : nombre d'espèces d'oiseaux connues par maille kilométrique le 10/10/2018..... 9
Figure 6 : noisettes ouvertes par un Muscardin 10
Figure 7 : Vipère aspic (Vipera aspis) sous une plaque en prairie sèche 11
Figure 8 : valeur de l'indice LPO par maille kilométrique le 16/07/2019 14
Figure 9 : évolution du nombre de maille par classe de valeur de l'indice LPO avant et après les prospections..... 14
Figure 10 : carte du nombre d'espèces à enjeux par maille 500x500 mètres 15
Figure 11 : carte de la trame verte, des ruptures de continuités écologiques et des secteurs forestiers prioritaires..... 16
Figure 12 : carte du nombre de données EPOC par maille kilométrique 19
Figure 13 : valeur par maille de la complétude en pourcentage 20

I. Introduction

1. CONTEXTE DU PROJET

L'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic s'inscrit dans la démarche nationale des Atlas Communaux de la Biodiversité. Cette dernière a pour objectif d'améliorer les connaissances sur la biodiversité afin de préserver et de valoriser le patrimoine naturel local. Il est réalisé dans le département du Puy-de-dôme, sur trois communes situées au cœur du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne : Charbonnières-les-Varennes, Saint-Ours-les Roches et Pulvérières (figure 1).

Périmètre de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic

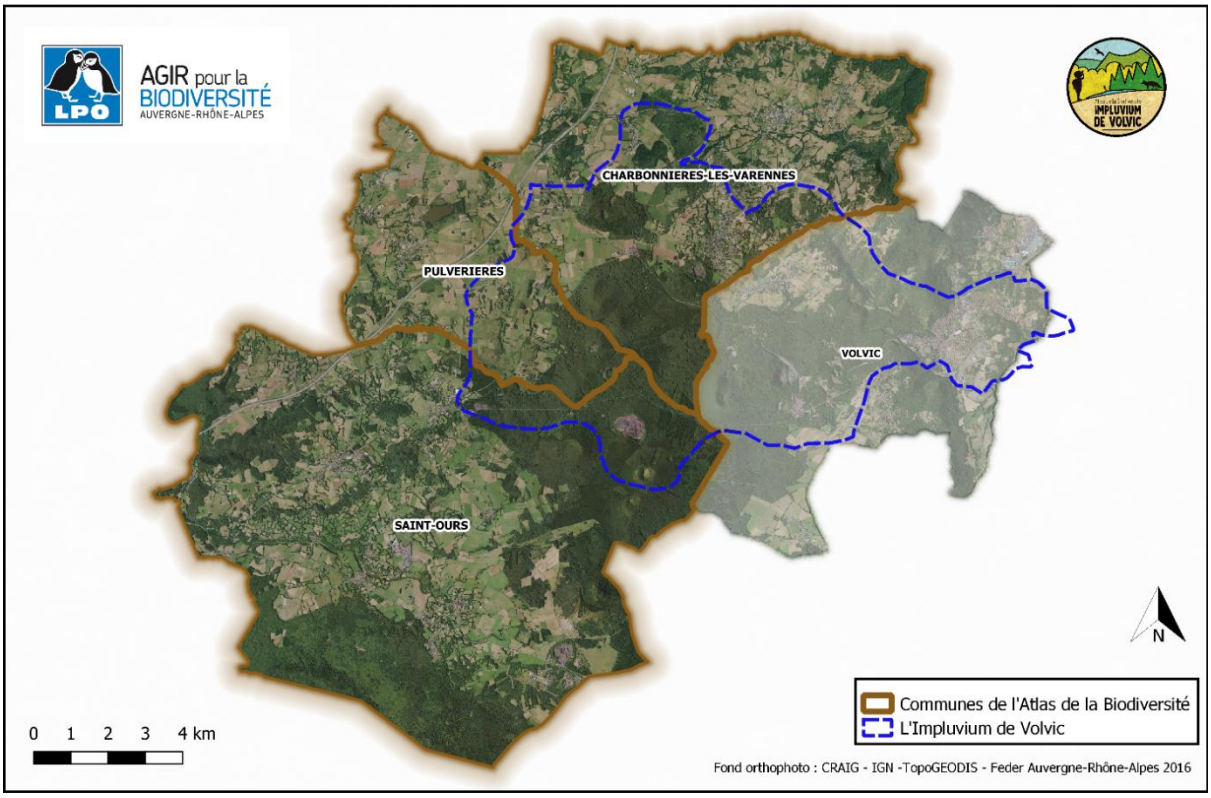


Figure 1 : carte du périmètre de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic

Cet Atlas est réalisé dans la continuité de celui entrepris sur la commune de Volvic (limitrophe aux communes du projet actuel) de 2013 à 2016. Il permet d'étendre ce travail aux 3 autres communes dont l'aire administrative recouvre l'Impluvium de Volvic, vaste territoire de 4205 ha. Le projet vise dans cet espace à l'amélioration des connaissances de la biodiversité pour les groupes taxonomiques suivants : oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens, rhopalocères, orthoptères et odonates.

Le projet suit 3 objectifs principaux :

- Améliorer les connaissances de la biodiversité du territoire de l'Impluvium de Volvic

- Développer une dynamique participative autour du projet d'Atlas de la Biodiversité et sensibiliser la population locale aux enjeux de préservation de la biodiversité
- Permettre que cet accroissement des connaissances de la biodiversité mène à une prise en compte et une protection accrue de la biodiversité lors de l'élaboration des documents d'urbanismes communaux

Le projet est porté par la LPO Auvergne-Rhône-Alpes (LPO AuRA) - Délégation territoriale Auvergne qui mène ce travail en tant que prestataire pour le compte du Comité Environnemental pour la Protection de l'Impluvium de Volvic (CEPIV). Cette association loi 1901 est formée des communes situées dans le périmètre de l'Impluvium de Volvic (Volvic, Charbonnière-les-Varennes, Saint-Ours-les-Roches et Pulvérières) ainsi que de la Société des Eaux de Volvic. Elle œuvre à la mise en valeur et à la protection du patrimoine naturel de l'Impluvium de Volvic et est donc à l'initiative de cet Atlas de la Biodiversité Communale.

2. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET BIODIVERSITÉ

Le projet est réalisé en région Auvergne-Rhône-Alpes à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest de Clermont-Ferrand.

Le territoire d'étude, d'une superficie de 10 251 ha, présente un paysage géologique varié notamment expliqué par la forte amplitude altitudinale, de 496m au plus bas à Charbonnières-les-Varennes jusqu'à 1202m à Saint-Ours. Il s'étend sur une quinzaine de kilomètres, autour de la face Nord-Ouest de la chaîne des Puys. A l'Est de celle-ci se trouve la faille de Limagne et encore plus à l'Est s'étend la plaine de Limagne, haut lieu de l'agriculture céréalière auvergnate.

A l'Ouest de la chaîne, le paysage est creusé par la vallée de la Sioule, véritable délimitation du territoire d'étude qui borde les communes de Saint-Ours-Les-Roches et Pulvérières tout en symbolisant le début du plateau des Combrailles.

Entre ces deux entités, un replat parsemé de quelques volcans au nord (puy de Verrière, Suc de Beaunit…) et délimité par les cheires de Côme au sud, est utilisé pour l'agriculture et le pâturage. Des paysages relativement ouverts et un bocage dense persistent mais tendent à s'affaiblir sur la commune de Pulvérières. Ce paysage est parcouru de grandes zones humides au sein desquelles les ruisseaux alentours prennent leur source. Ces espaces sont riches en espèces des prairies humides, à l'image du rare Azuré des mouillères (*Phengaris alcon*). Les boisements sont eux aussi bien représentés et souvent reliés par de nombreuses

haies qui densifient le maillage bocager. Le plateau accueille une diversité floristique et faunistique remarquable à l'image de la Gagée jaune (*Gagea lutea*) ou de la Pulsatille rouge (*Pulsatilla rubra*), la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*), le Milan Royal (*Milvus milvus*) ou la Vipère péliade (*Vipera berus*).

Les cheires de Côme (figure 2), formées par la coulée de lave du puy de Côme représentent un véritable chaos de blocs de trachy-andésite. Aujourd'hui abandonnées par l'exploitation agricole, elles se sont essentiellement boisées de noisetiers et de résineux qui à terme devront être remplacés par une hêtraie, déjà présente dans les boisements anciens. Ce milieu particulier est le principal refuge du Chat forestier (*Felis sylvestris*) du territoire de l'impluvium de Volvic et abrite également au moins un couple nicheur de Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) chaque année.

Figure 2 : les cheires de Côme, au sud de la commune de Saint-Ours

Les pentes des puys sont bien souvent couvertes de plantations de résineux tel que le Douglas, mais d'importantes hêtraies climaciques s'y maintiennent encore. La grande majorité de la surface des puys est d'ailleurs boisée (figure 1).

Figure 3 : le puy des Gouttes sur la commune de Saint-Ours

Des vestiges de l'activité pastorale sur les puys sont également présents, tels que les landes à callunes. Ce milieu est bien représenté au sommet du puy de Jûmes et sur le sommet et les pentes du puy des Gouttes. Ce dernier présente par ailleurs tous les profils de végétation inféodés aux puys : hêtraie, lande à callunes et boisement de résineux comme l'illustre la figure 3. Ces secteurs comptent parmi ceux abritant la plus

grande diversité de rhopalocères et d'orthoptères tel que l'Azuré du serpolet (*Phengaris arion*) ou la Decticelle des bruyères (*Metrioptera brachyptera*), tous deux sur liste rouge.

Le territoire de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic présente ainsi de nombreuses formations géologiques qui, en association avec une activité agricole traditionnelle, permet le maintien d'une vaste mosaïque de milieux naturels et d'une biodiversité remarquable.

3. PROBLÉMATIQUE

Le présent rapport vise à développer le travail réalisé durant l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic concernant l'échantillonnage de la biodiversité.

Deux aspects de ce travail vont être abordés :

- L'élaboration du plan d'échantillonnage, sa mise en œuvre ainsi que l'exploitation des résultats
- L'estimation de la complétude des inventaires faunistiques, ciblée sur les données de l'avifaune

II. Élaboration et mise en œuvre du plan d'échantillonnage de la biodiversité

1. CONTEXTE

Les inventaires de la biodiversité réalisés sur les 3 communes concernées par l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic s'inscrivent dans l'objectif d'atteindre un niveau de connaissance de la biodiversité se rapprochant au maximum de celui de la commune limitrophe de Volvic.

Le plan d'échantillonnage répond donc aux principaux enjeux d'amélioration des connaissances sur le territoire d'étude en lien direct avec les lacunes du jeu de données de départ. Ces lacunes se manifestent sous deux formes :

- La non exhaustivité des listes d'espèces par groupe taxonomique
- L'absence d'information ou une connaissance lacunaire de la chorologie des taxons connus du territoire d'étude

Le plan d'échantillonnage vise donc à combler ces deux types de lacunes. L'effort est essentiellement porté sur la réalisation de listes d'espèces exhaustives par groupe taxonomique du fait de la période restreinte des inventaires (1 an), liée au budget global alloué au projet. Cette durée d'inventaire ne permet en effet pas la réalisation d'une prospection intégrale du territoire d'étude pour chaque taxon.

2. MATÉRIEL & MÉTHODE

a. Définition des objectifs du plan d'échantillonnage

Les enjeux en termes d'amélioration des connaissances de la biodiversité ont été définis à partir de deux types de représentation du jeu de données de départ. Celles-ci sont issues d'un export des données de la plateforme en ligne Faune Auvergne, gérée par la LPO et le collectif Faune Auvergne :

- Une cartographie globale indiquant à la maille kilométrique la valeur d'un indice de connaissance de la biodiversité (par la suite appelé « Indice LPO ») à partir de l'ensemble des données existantes pour les 7 groupes taxonomiques étudiés au début du projet (figure 4).
- Une cartographie des données à la maille kilométrique pour chaque groupe taxonomique indiquant le nombre d'espèces connues par maille, souvent croisé avec d'autres informations comme l'hydrologie ou les habitats naturels. Cette représentation sera ici centrée sur les données pour l'avifaune (figure 5) dont une étude plus approfondie sera réalisée en partie III.

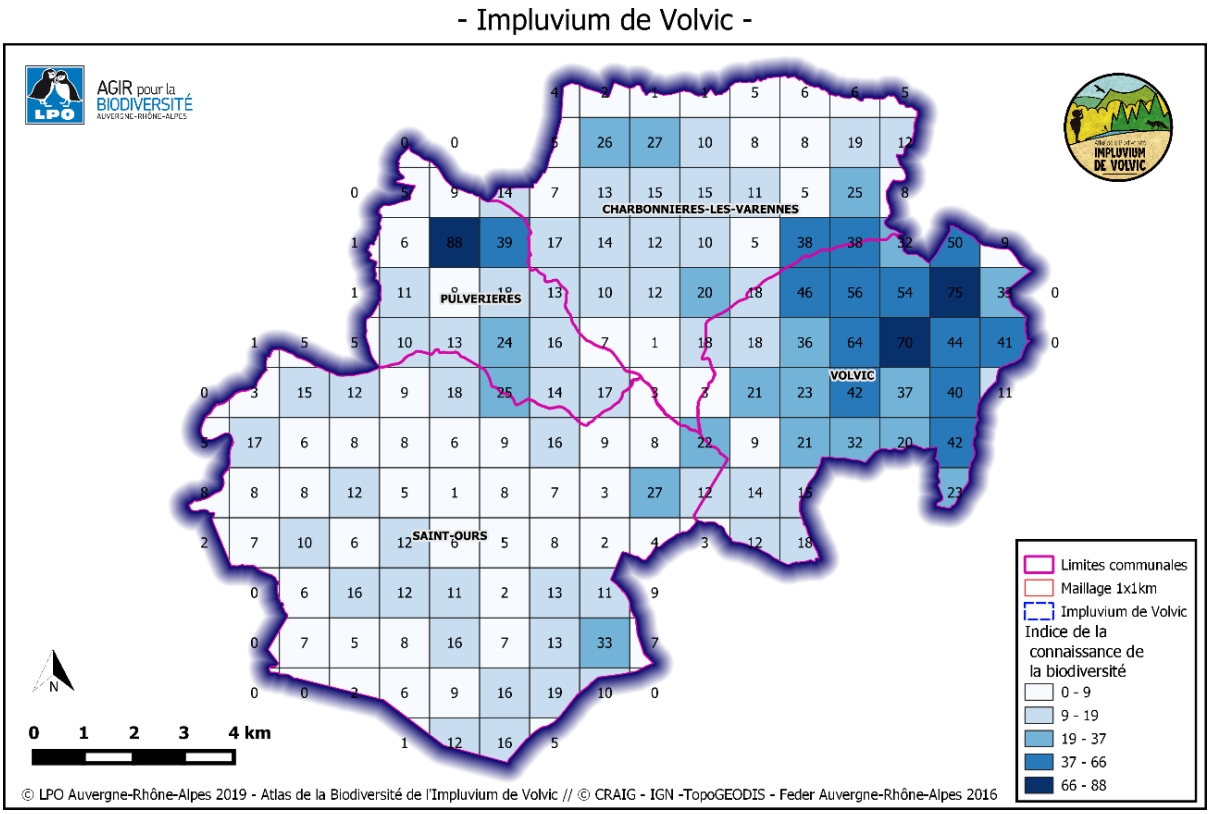


Figure 4 : valeur de l'indice LPO par maille kilométrique le 10/10/2018

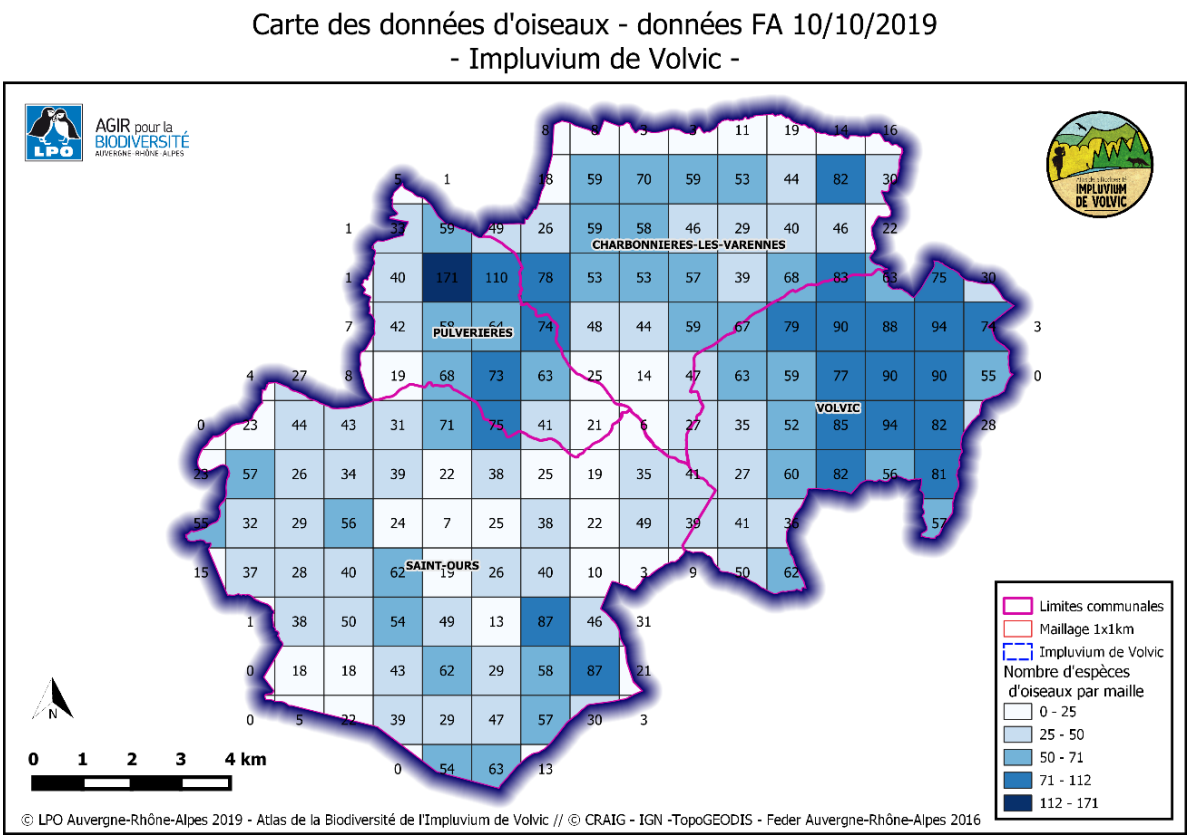


Figure 5 : nombre d'espèces d'oiseaux connues par maille kilométrique le 10/10/2018

Les deux représentations ont permis d'identifier qu'une forte connaissance de la biodiversité existe à l'ENS de l'Étang Grand à Pulvérières et qu'aucun effort de prospection n'est donc nécessaire sur ce territoire. A contrario les valeurs de l'indice de connaissance de la biodiversité (figure 4) et les cartes du nombre d'espèces par groupe taxonomique étudié (figure 5, annexes 2 à 7) montrent une faible connaissance de la biodiversité sur la chaîne des puys ainsi que pour une grande partie de la commune de Saint-Ours-les-Roches. Un effort de prospection particulier doit être développé sur ces territoires. De même les cartographies pour les différents groupes taxonomiques ont montré que certains taxons comme les amphibiens sont particulièrement méconnus et méritent un effort de prospection conséquent.

b. Définition du temps d'échantillonnage par groupe taxonomique

En fonction des forces et faiblesses identifiées à partir des deux représentations du jeu de données de départ, le temps de travail nécessaire par groupe taxonomique pour répondre aux deux objectifs du plan d'échantillonnage a été défini :

Ce temps de travail a également été distribué entre les différents salariés de la LPO AuRA travaillant sur le dossier (annexe 1).

c. Méthode d'échantillonnage par groupe taxonomique

Les 33 jours d'inventaire attribués pour l'**avifaune** ont pour objectif de réaliser un inventaire systématique à l'échelle de l'ensemble du maillage du territoire d'étude. Cet échantillonnage est basé sur le protocole d'« Estimation des Populations d'Oiseaux Communs » (EPOC) du MNHN [1]. Des recherches ciblées ont également été menées pour quelques espèces patrimoniales comme l'Engoulevent d'Europe (*Caprimulgus europaeus*) ou la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*).

L'inventaire des **mammifères** réalisé durant 11 jours de terrain est basé sur deux méthodes de recherche. La première est la recherche de pelotes de rejection de l'Effraie des clochers (*Tyto alba*) qui permet de cibler les micromammifères et d'enrichir la liste d'espèces de mammifères. La seconde méthode est la prospection « à vue » et la recherche d'indices de présence, notamment pour les grandes espèces de mammifères. Cette seconde méthode est mise en œuvre au cours de la plupart des prospections de terrain pour les autres groupes taxonomiques, mais peut aussi donner lieu à des prospections ciblées, la recherche d'indices de présence du Muscardin par exemple (figure 6).

Figure 6 : noisettes ouvertes par un Muscardin

L'inventaire des **amphibiens** a été mené durant 11 jours de terrain. Après recensement des différentes pièces d'eau du territoire d'étude, une prospection diurne systématique de celles-ci a été réalisée en mars et en mai pour la recherche de pontes d'anoures. Des prospections nocturnes d'écoute au chant des anoures ainsi que d'inventaire à la torche, notamment pour les tritons ont également été menées. Un second passage a été réalisé fin mai et courant juin pour rechercher la Grenouille verte (*Phelophylax sp.*) et les individus tardifs des autres espèces. Des recherches ciblées sur les secteurs favorables pour la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) ont été menées en avril.

Les **rhopalocères** ont été inventoriés par un prestataire durant 15 jours de terrain. La recherche des espèces a été menée dans l'objectif d'obtenir une liste exhaustive d'espèce par commune ainsi que d'améliorer les connaissances des stations d'espèces patrimoniales comme l'Azuré des mouillères (*Phengaris alcon*).

L'inventaire des **orthoptères**, mené durant 10 jours avait lui aussi pour objectif de fournir une liste exhaustive d'espèces par commune. Cet inventaire a été standardisé sur chaque site prospecté avec la réalisation de transects en milieu homogène durant 15 minutes. L'ensemble des sites prairiaux les plus favorables ont été inventoriés en priorité. Quelques secteurs prairiaux peu favorables pour accueillir une forte diversité d'espèces ont ensuite été échantillonnés. L'objectif de cet échantillonnage dans deux types de milieux était de mettre en évidence l'impact des différents modes de gestion des prairies sur le territoire d'étude. Les cortèges d'orthoptères seraient alors utilisés comme bio-indicateurs des pratiques d'exploitation les plus favorables à la biodiversité prairiale.

Les **odonates** ont été inventoriés durant 10 jours de terrain salarié. L'échantillonnage a été mené par l'inventaire de l'ensemble des pièces d'eau du territoire d'étude. La détermination des individus a été réalisée par identification à vue, captures au filet ou récolte d'exuvies.

Les **reptiles** ont fait l'objet de recherches ciblés durant 8 jours de travail dont 6 jours d'inventaires de terrain. 50 plaques à reptiles ont été disposées sur un ensemble de 10 sites. Les sites ont été sélectionnés pour représenter une diversité totale homogène de milieux naturels entre landes, prairies sèches (figure 7), prairies humides et sous-bois. Un relevé de ces plaques a été effectué deux fois par mois en juin-juillet-août aux heures favorables : 9h-11h et 16h-18h.

Figure 7 : Vipère aspic (Vipera aspis) sous une plaque en prairie sèche

d. Présentation des résultats de la phase d'échantillonnage

Les résultats de la phase d'échantillonnage vont être représentés sous plusieurs formes :

- Une appréciation du niveau de connaissance par maille kilométrique avec l'indice LPO et comparaison au niveau de connaissance initial
- La réalisation d'une liste d'espèces par groupe taxonomique avec illustration d'une grande partie des taxons recensés par des fiches espèces, notamment ciblées sur les espèces à enjeux.
- Une représentation du nombre d'espèces connues par maille kilométrique par groupe taxonomique

e. Méthodes de détermination des continuités écologiques et des secteurs à enjeux de conservation de la biodiversité

La synthèse des connaissances de la biodiversité sur le territoire de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic à l'issu de la phase d'échantillonnage permet de déterminer les secteurs à enjeux de conservation de la biodiversité et les continuités écologiques.
Ce travail suit une méthodologie particulière en plusieurs étapes.

f. Réalisation de la cartographie des enjeux et réservoirs de biodiversité

Pour identifier les territoires à enjeux de conservation de la biodiversité des communes nous nous sommes basé sur la présence des espèces à statut de conservation défavorable (NT, VU, EN, CR) des listes rouges en Auvergne. A l'aide d'un tableur de synthèse de l'ensemble des espèces connues sur le territoire, accompagné des statuts liste rouge, une première cartographie des enjeux par maille 500x500 mètres est réalisée. Cette représentation permet de visualiser précisément les secteurs accueillant la plus forte densité d'espèces à enjeux au vu de leur statut de conservation régional.
Afin d'avoir une vision plus fine en fonction des grands milieux naturels, un second jeu de cartographies des enjeux est réalisé pour chacun des 4 grands types de milieux naturels. Chaque espèce (uniquement les nicheuses pour l'avifaune) s'est vu attribué un ou plusieurs milieux entre les milieux ouverts (milieux prairiaux, agricoles, bocagers et urbains), les milieux humides (zones humides, prairies humides et plans d'eau), les landes et les milieux forestiers (boisements mixtes, de feuillus et de conifères).
Les cartes représentent le nombre d'espèce à enjeux par maille pour chaque grand type de milieu.
Au regard des groupes taxonomiques inventoriés, cette méthode ne permet pas d'avoir une vision claire des enjeux au niveau des massifs forestiers (les espèces à enjeux des groupes taxonomiques étant rarement forestières).
Il a donc été choisi de réaliser une analyse supplémentaire pour les milieux forestiers. Du fait de la systématisation de l'échantillonnage des oiseaux par le protocole EPOC et la possibilité de déterminer la richesse des cortèges avifaunistiques grâce à ce protocole, nous avons pu valoriser ces données. Pour cela une note de 0 à 3 a été attribuée à dire d'expert pour chaque espèce en fonction de sa patrimonialité (note minimale de 2 pour une espèce liste rouge) et de la qualité de sa bio-indication du bon état du grand type de milieu considéré.

Une carte de chaleur a été élaborée à partir du nuage de points des espèces d'oiseaux contactées par les EPOC, avec pour paramètre la note attribuée à chaque espèce.

Les hots-spots de biodiversité sont définis à dire d'experts d'après les observations de terrain et les jeux cartographiques précédents. L'utilisation du dire d'expert est nécessaire du fait de la pression d'échantillonnage variable sur le territoire, ne permettant pas une comparaison optimale des patrons sur les cartes des enjeux globaux.

g. Définition des continuités écologiques

Les continuités écologiques vont être modélisées au travers des 4 grands types de milieux naturels considérés. Au vu de la distribution de ces milieux, les milieux ouverts seront considérés comme la matrice paysagère et les continuités écologiques identifiées se rapporteront donc aux trames vertes (forestières), aux trames bleues (milieux humides) et à la trame landicole.

Ces trois trames sont définies à dires d'experts selon une appréciation de différents éléments.

- **Trame verte** : définie à partir des connexions entre massifs forestiers et boisements de taille moyenne, considérées comme les corridors écologiques principaux (réservoirs de biodiversité forestières) ; également à partir des entités bocagères cohérentes (secteurs à maillage bocager dense, haies continues entre deux boisements) considérées comme des corridors écologiques secondaires
- **Trame bleue** : Définie d'après le réseau de cours d'eau, de plans d'eau et de zones humides et les connexions entre ces entités
- **Trame landicole** : définie d'après les différents secteurs de landes et leurs connexions

La variabilité de la pression d'échantillonnage entre les différentes mailles kilométriques ainsi qu'une absence de diagnostic de la flore ne permet pas l'utilisation de méthode standardisée de définition des continuités écologiques, avec le logiciel Graphab par exemple.

3. RÉSULTATS - DISCUSSION

Les listes d'espèces présentées en annexes 10 à 16 sont issues d'un export de la base de données Faune Auvergne le 16/07/2019. A cette date, la faune des 7 groupes taxonomiques étudiés comprend 431 espèces sur les trois communes de l'atlas.

La cartographie du territoire d'étude à la maille kilométrique avec l'indice LPO au 16/07/2019 (figure 8) permet d'apprécier une nette progression de la connaissance de la biodiversité par rapport à la même carte avec les données de Faune Auvergne au 10/10/2018 (figure 4) L'exactitude de la valeur de l'indice LPO par rapport à la connaissance réelle de la biodiversité par maille sera étudiée en partie III.

Carte de l'état des connaissances de la biodiversité - données FA 16/07/2019
- Impluvium de Volvic -

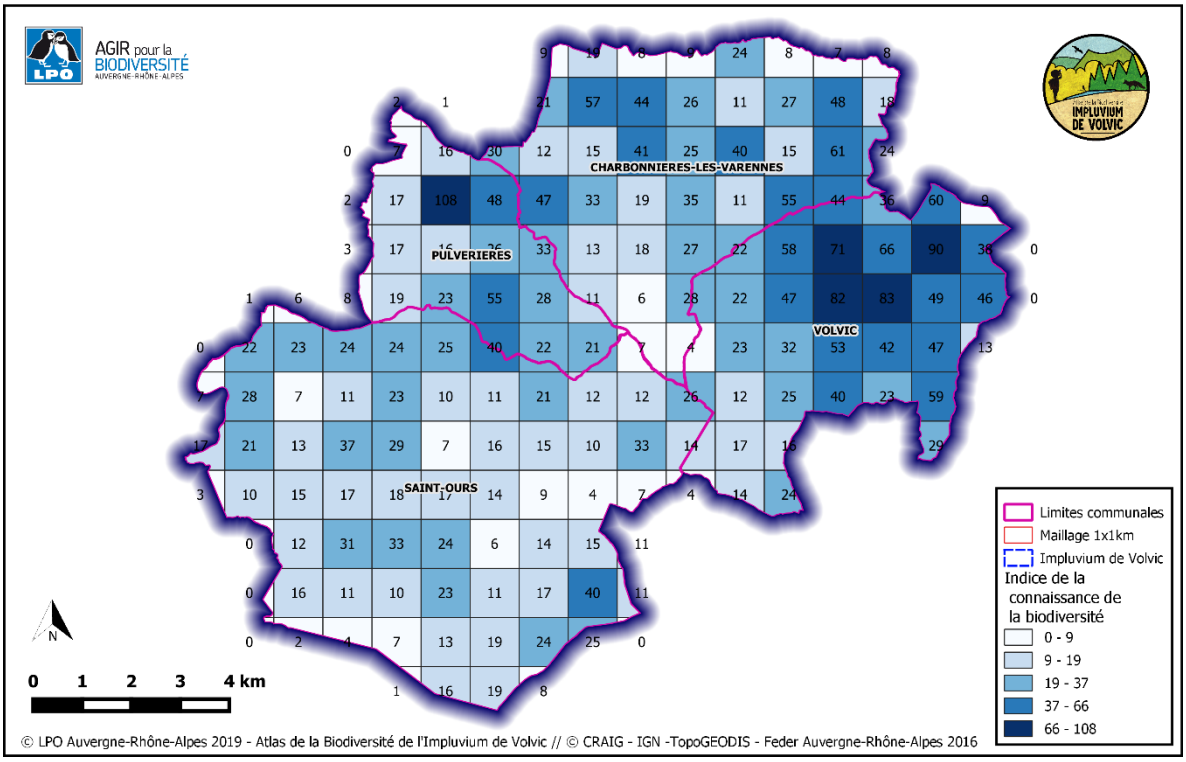


Figure 8 : valeur de l'indice LPO par maille kilométrique le 16/07/2019

Cette progression est significative au vu de l'augmentation du nombre de mailles dont l'indice LPO atteint les 4 classes de valeurs les plus élevées entre le 10/10/2018 et le 16/07/2019 (figure 9).

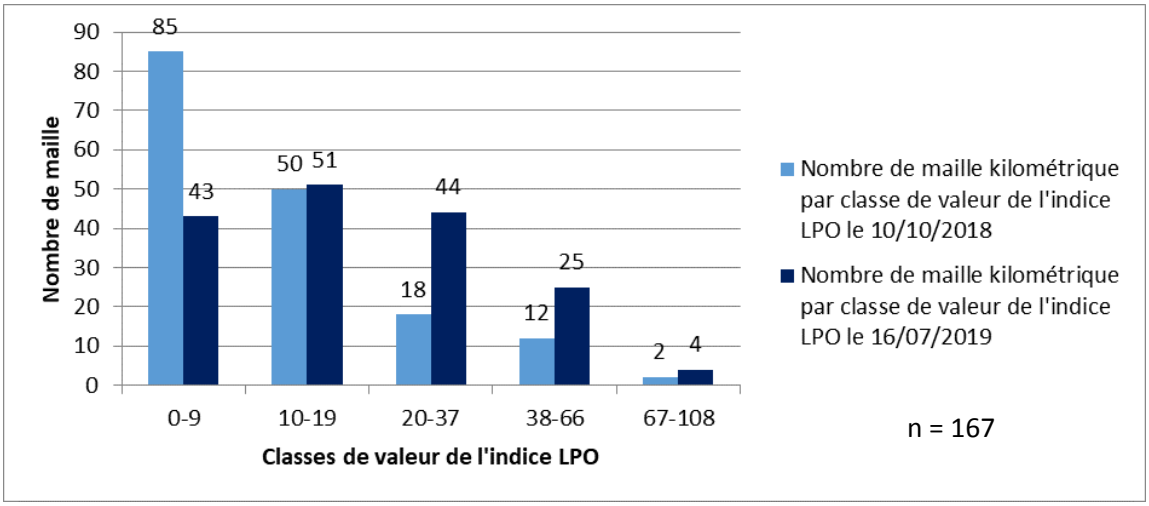


Figure 9 : évolution du nombre de maille par classe de valeur de l'indice LPO avant et après les prospections

La progression des connaissances entre le début et la fin des inventaires est également remarquable une fois ciblée sur un groupe taxonomique comme les oiseaux (figure 5, annexe 17).

La carte du nombre d'espèces à enjeux par maille (figure 10) permet d'identifier assez précisément les hots-spots de biodiversité patrimoniale sur le territoire de l'Atlas.

Carte du nombre d'espèces à enjeux par maille 500x500 mètres sur les communes de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic

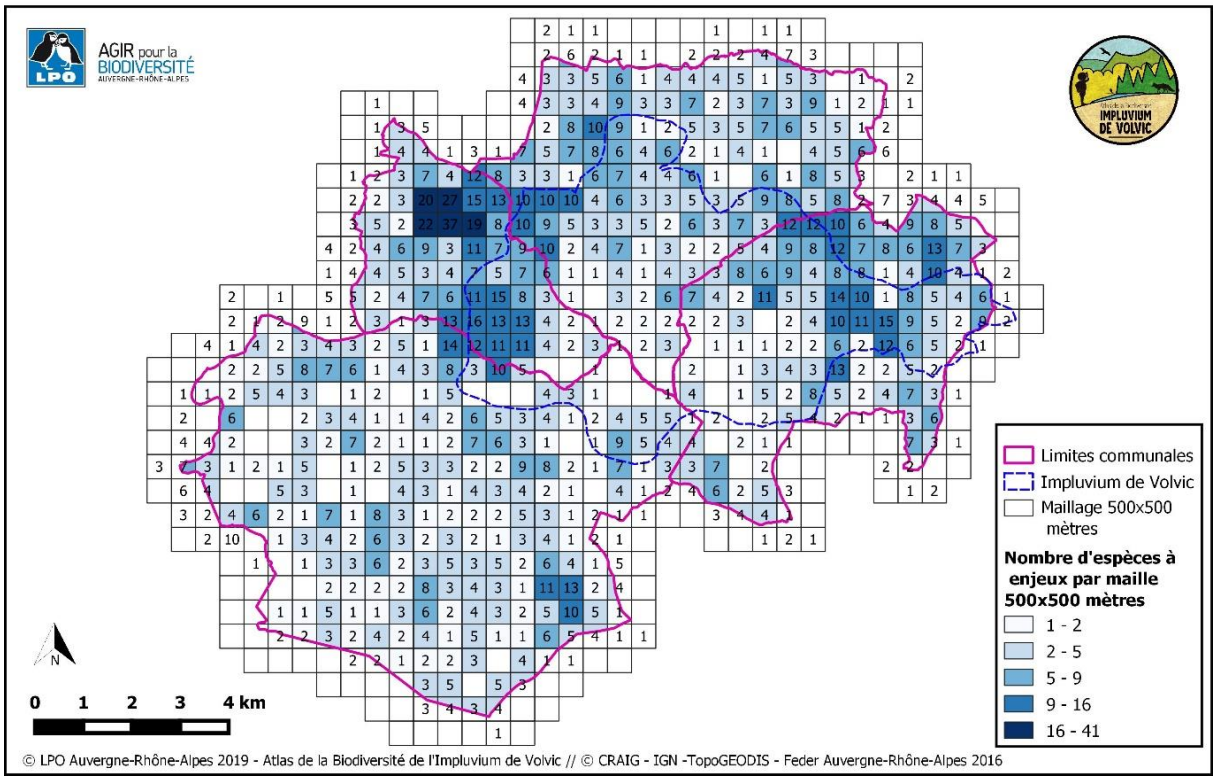


Figure 10 : carte du nombre d'espèces à enjeux par maille 500x500 mètres

Cette représentation (commune de Volvic exceptée) révèle en effet plusieurs secteurs abritant une biodiversité remarquable, confirmant certaines observations lors du travail de terrain. L'Étang Grand et ses zones amonts ressortent comme le principal hot-spot de biodiversité du territoire d'étude. L'ensemble de la zone humide des Sagnes dans la partie sud abrite également une biodiversité riche en espèces patrimoniales. Au Sud-Est de Saint-Ours-les-Roches, le puy des Gouttes apparaît nettement comme un hot-spot de biodiversité, notamment pour les espèces prairiales et landicoles. Enfin, c'est à l'Ouest de Charbonnières-les-Varennes qu'un dernier hot-spot apparaît. Il s'agit de la zone amont de la rivière Ambène composée de zones humides bocagères et de prairies remarquables sur le val d'Ambène. Quelques secteurs disséminés ressortent également en tant qu'hots-spots dits secondaires. La définition des réservoirs de biodiversité par grand type de milieu à l'aide des

cartographies par mailles 500x500m (annexes 19 à 22) a été possible pour les milieux ouverts et humides. Pour ces derniers, l'ensemble des cours d'eau et zones humides ont été considérés comme réservoirs de biodiversité, avec cependant une importance plus élevée donnée au secteur de l'Étang Grand et à la zone humide des Sagnes.

L'apport à dires d'experts de connaissances des milieux landicoles du territoire a été nécessaire pour la définition des réservoirs de biodiversité associés du fait de la faible surface des milieux landicoles. Cela a également incité à les considérer dans leur ensemble comme réservoirs de biodiversité, notamment pour la définition de la trame landicole.

Les réservoirs de biodiversité forestière ont été définis à partir de la carte de chaleur des espèces contactées par EPOC auxquelles ont été attribuée une note de 0 à 3 (annexe 18). Cette représentation a permis d'affirmer l'importance de certains massifs forestiers pour la biodiversité associée : les cheires de Cômes, le puy de Verrière et les hêtraies entre les puys de la Gouly, de Paugnat et de la Nugère. D'autres secteurs forestiers remarquables suggérés par la carte de chaleur ont pu être confirmés à dires d'experts.

La modélisation des trames vertes (figure 11), bleues (annexe 23) et landicoles (annexe 24) permet de définir en lien avec les réservoirs de la biodiversité forestière, des milieux humides et landicoles les principales continuités écologiques à préserver.

Carte de la trame verte, des ruptures de continuités écologiques et des secteurs forestiers prioritaires pour la conservation de la biodiversité sur les communes de l'impluvium de Volvic

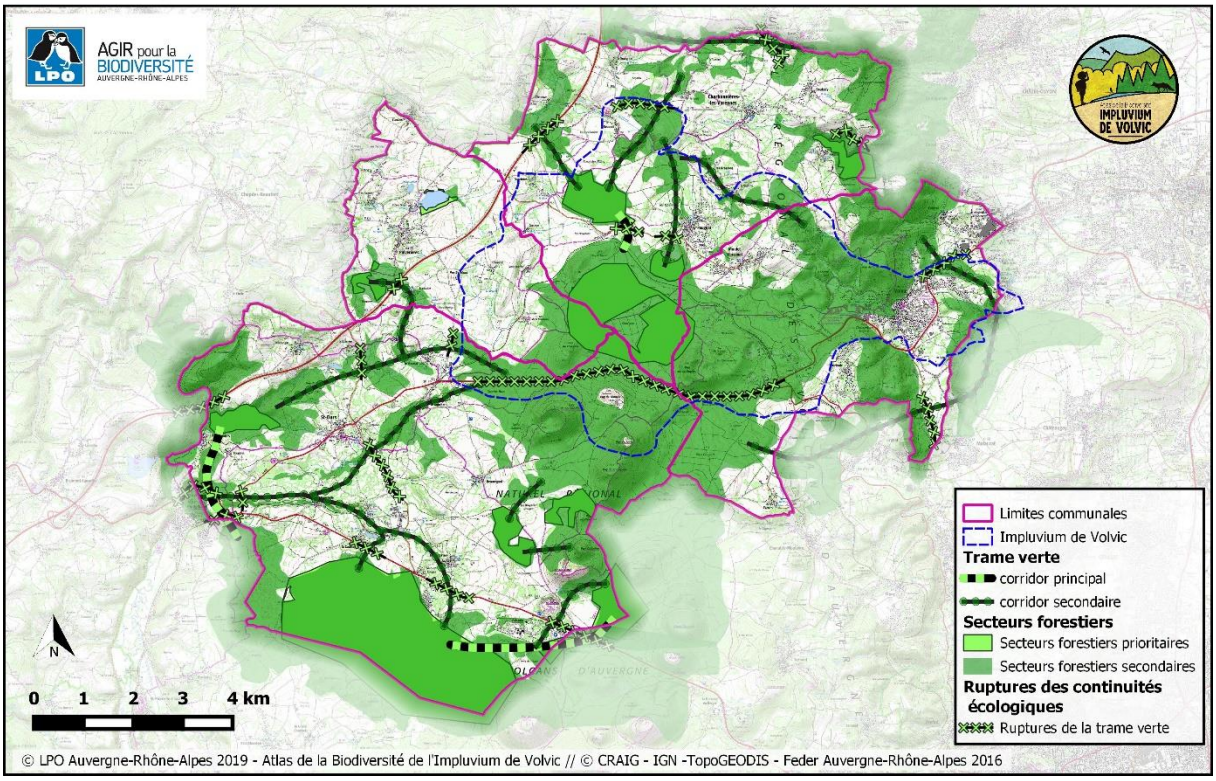


Figure 11 : carte de la trame verte, des ruptures de continuités écologiques et des secteurs forestiers prioritaires

En outre, la confrontation de ces corridors avec les obstacles anthropiques et naturels permet de localiser les secteurs où l'aménagement du territoire est le plus impactant pour la biodiversité. La lecture de la carte des collisions routières (annexe 25) permet d'appuyer la définition des secteurs dangereux pour la faune. L'aménagement de ces secteurs doit donc à ce jour être suivi et conseillé de près pour une meilleure prise en compte de la biodiversité, afin de limiter la rupture des corridors principaux et secondaires des 3 trames.

III. Estimation de la complétude des inventaires de l'avifaune

1. CONTEXTE

Cette partie du rapport a pour vocation d'analyser et d'évaluer la robustesse du jeu de données utilisé (et en partie produit) durant l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic, par l'estimation de sa complétude. Cette démarche s'inscrit dans un questionnement plus large sur l'exploitation de données issues de plateformes de sciences participatives. Cette problématique est en effet animée par un questionnement autour de plusieurs points : la fiabilité des données, la prise en compte de l'hétérogénéité de la pression d'observation sur un territoire donné, la représentation de ces données et leur valorisation. Dans le cadre de cette étude, seul le jeu de données issu de l'application du protocole d' « Estimation des Populations d'Oiseaux Communs » (EPOC) [1] pour l'inventaire de l'avifaune sera utilisé. A partir de ce jeu de donnée récolté dans un cadre partiellement standardisé, il devrait être possible d'apporter des éléments de réponse à la problématique de l'évaluation de la complétude de jeux de données faunistiques issus de plateformes participatives.

Nous axerons ici notre réflexion autour d'une série de questions :

- Peut-on estimer la complétude d'un inventaire partiellement standardisé sur un territoire donné ?
- L'indice LPO utilisé est-il également un indicateur de la complétude des inventaires sur ce territoire ?
- Quelles sont les méthodes d'analyse permettant d'estimer cette complétude ?
- Comment démontrer la corrélation des résultats obtenus à partir des différentes méthodes d'analyse et permettent-elles toutes ensembles d'estimer avec fiabilité la complétude des inventaires ?

➔ L'objectif des analyses menées dans cette étude est d'estimer la complétude de l'inventaire de l'avifaune par différentes méthodes et d'en évaluer la robustesse.

2. MATÉRIEL & MÉTHODE

a. Jeu de données

Le jeu de données des EPOC a été produit en 2019 par deux ornithologues salariés de la LPO AuRA dans le cadre des inventaires de l'avifaune de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic. Il a été extrait de la plateforme Faune Auvergne le 08/07/2019 puis mis en forme pour les besoins de l'étude. L'objectif était de réaliser un recensement couvrant l'ensemble des mailles kilométriques avec un à plusieurs point EPOC par maille.

b. Méthodes d'estimation de la complétude

Plusieurs méthodes d'estimation de la complétude compatibles avec le jeu de données étudié et excluant les estimations à dires d'experts ont été sélectionnées à partir de ressources bibliographiques : Witté I. et Touroult J., 2017 ; J.Vallet et al., 2012

En effet, le choix d'une méthode d'estimation de l'exhaustivité des inventaires est extrêmement dépendant de la structure des données et de leurs modes d'acquisition. Colwell et Coddington (1994) avancent que la meilleure approche consiste à en tester un certain nombre et à comparer leurs résultats.

Deux méthodes compatibles avec le jeu de données ont ici été retenues :

- Utilisation du nombre brut de données par maille comme indicateur de complétude
- Utilisation de la fonction KnowBPolygon du package R KnowBR (*Cástor Guisande González & Jorge M. Lobo,* 2019) pour modéliser la courbe pression d'échantillonnage/richesse observée et en déduire une valeur de complétude par maille en pourcentage

c. Analyse des résultats

Après mise en œuvre de ces deux méthodes d'estimation de la complétude sur les logiciels QGIS 3.6 et R 3.5.3, l'objectif est de réaliser un test de Pearson entre les résultats des deux méthodes et le nombre de point EPOC par maille (annexe 8), puis avec les résultats obtenus pour l'indice LPO de la connaissance de la biodiversité. Cela afin de comparer les écarts de résultats et d'estimer la pertinence de chaque méthode pour le jeu de données considéré.

Après représentation des résultats des différentes méthodes sur logiciel de SIG, nous comparerons les patrons obtenus en classant les valeurs par maille par la méthode des ruptures naturelles de Jenks.

3. RÉSULTATS

a. Estimation de la complétude

Les résultats de la première méthode d'estimation de la complétude avec la représentation du nombre de données par maille issues de la mise en œuvre du protocole EPOC sont illustrés en figure 12.

Par comparaison des patrons de chaque classe de valeur de maille, la carte du nombre de données et la carte du nombre d'EPOC semblent corrélées, comme nous pourrions

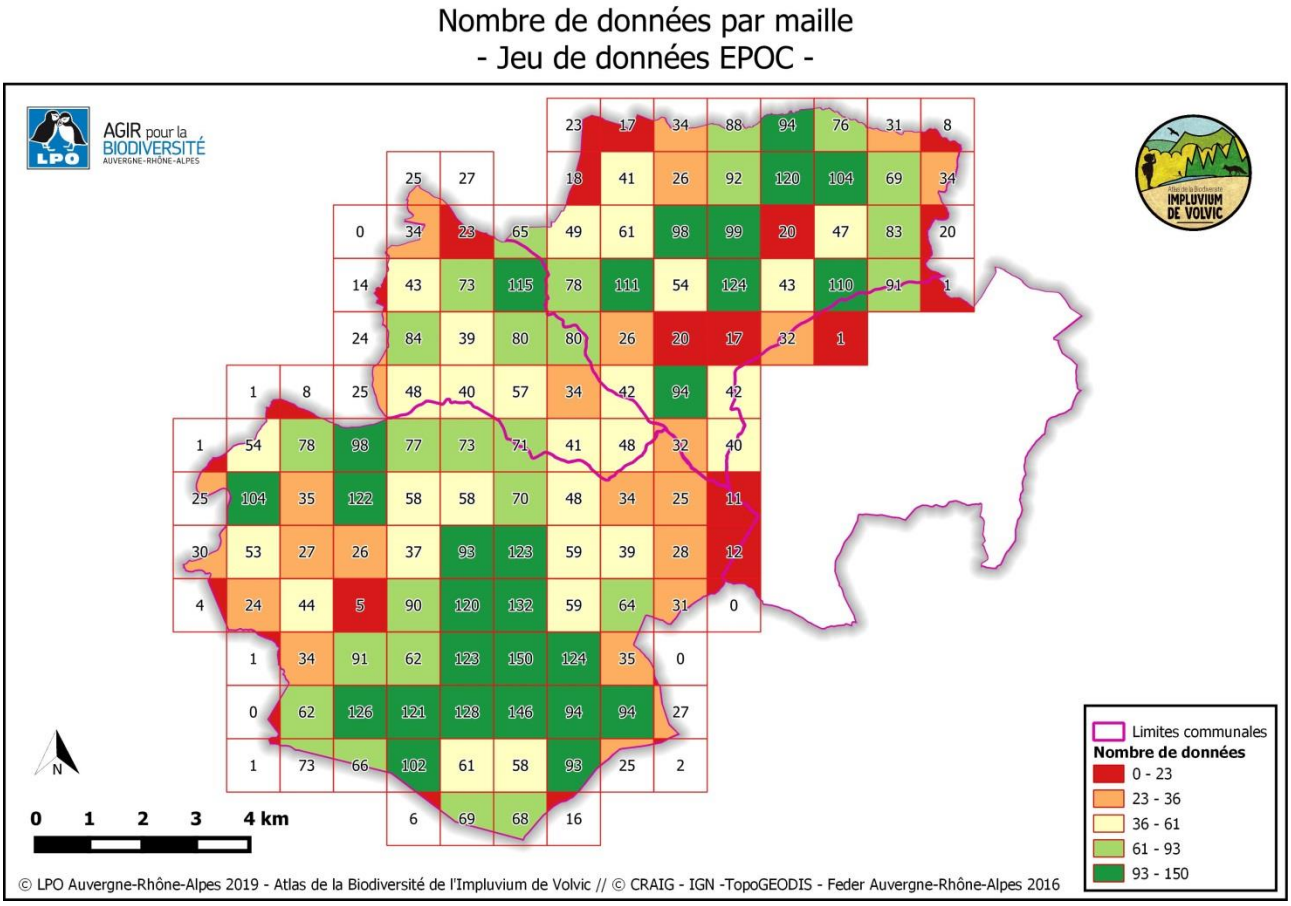


Figure 12 : carte du nombre de données EPOC par maille kilométrique

l'attendre. La figure 13 représente le résultat de l'estimation de la complétude réalisée avec la fonction KnowBpolygon du package KnowBR et mise en forme sur logiciel de SIG.

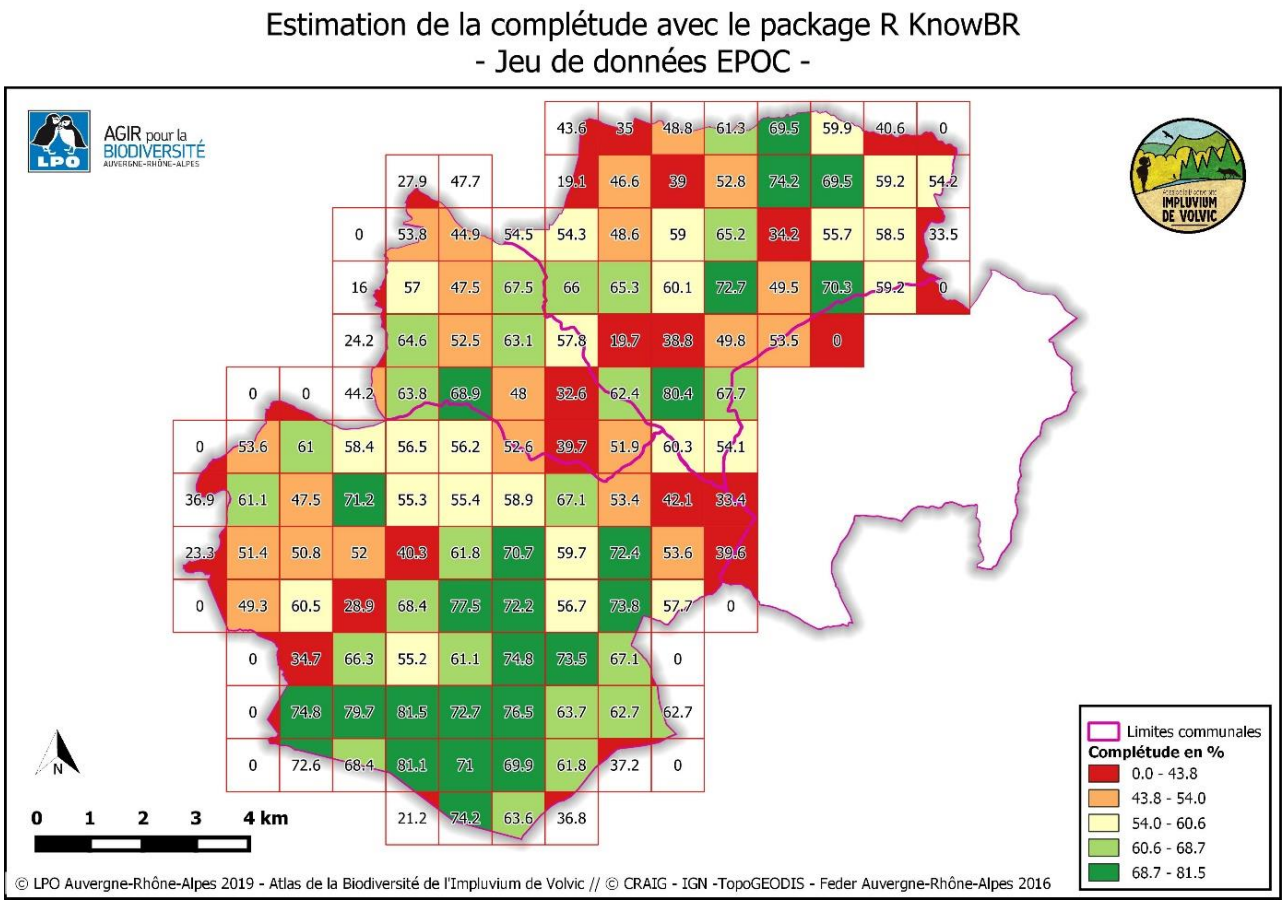


Figure 13 : valeur par maille de la complétude en pourcentage

Cette méthode d'estimation de la complétude donne des résultats plus hétérogènes et le nombre de mailles dans les 2 premières classes de valeurs est plus faible.

b. Analyse des résultats

La réalisation d'un test de Pearson entre les deux méthodes d'estimation de la complétude doit permettre de mieux cerner les écarts de résultat. Sera ici retenu le R^2 non ajusté, car le nombre de variables est identique pour les trois paramètres considérés.

Les valeurs de corrélation des 3 tests de Pearson réalisés sont acceptées, la valeur-p étant systématiquement inférieure à 0,05 (annexe 9).

- La corrélation entre les deux méthodes d'estimation de la complétude réalisées est de 62%
- La corrélation entre le nombre de données par maille et le nombre d'EPOC par maille est de 85%
- La corrélation entre la valeur de complétude obtenue avec la fonction KnowBpolygon du package KnowBR et le nombre d'EPOC par maille est de 57%

- Les tests de corrélation entre les résultats des différentes méthodes d'estimation de la complétude et les valeurs de l'indice LPO n'ont pas pu être réalisés. Ce point est abordé dans la discussion.

4. DISCUSSION

Attardons-nous tout d'abord sur la question de l'utilisation de l'indice LPO comme indicateur de la complétude.

La réalisation de tests de corrélation entre les valeurs de complétude obtenues et la valeur par maille de l'indice LPO initialement prévue n'a pas pu être mise en œuvre. Il s'est avéré qu'aucune comparaison n'est possible entre celui-ci et une valeur de complétude.

En effet, l'indice est calculé par rapport aux maximums d'espèces de chacun des 7 groupes taxonomiques étudiés (annexe 26). Mais l'augmentation de ces maximums d'espèces connues par maille n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire. Il est tout à fait possibles qu'entre le début et la fin de la période de prospection, les maximums d'espèces connues pour l'ensemble des groupes taxonomiques stagnent sur une maille donnée, mais puissent augmenter significativement sur un ensemble d'autres mailles. Cet écart pourrait être tel que l'indice viendrait à diminuer sur cette première maille entre le début et la fin des inventaires, si les maximums d'espèces connues augmentent notoirement sur un grand nombre de mailles.

Une solution a donc été envisagée pour parer à ce problème rendant inutilisable l'indice. Chaque réévaluation de l'indice sera réalisée avec les valeurs maximum d'espèces connues par groupe taxonomique lors du premier calcul de l'indice sur le territoire considéré. Ainsi, sa valeur ne peut diminuer au cours d'une période, mais peut en revanche dépasser 100, ce qui n'est pas préjudiciable puisqu'il n'est utilisé que comme indicateur de la progression des connaissances de la biodiversité sur un pas de temps donné.

En revanche, la complétude, elle, est calculée en fonction de la richesse spécifique estimée de chaque maille à partir de différentes méthodes, comme la fonction KnowBpolygon du package R KnowBR. La valeur de cette richesse estimée va évoluer grâce à l'enrichissement progressif du jeu de données. La valeur de la complétude sera donc estimée à partir de cette valeur évolutive entre le début et la fin de la période d'échantillonnage, contrairement à la valeur de l'indice LPO qui sera évaluée pendant toute la période d'échantillonnage à partir

des valeurs fixes des maximums d'espèces connues par groupe taxonomique au départ de la période d'échantillonnage.
Il n'est donc pas possible de comparer la valeur de la complétude et la valeur de l'indice LPO, car leur corrélation varie en fonction du moment de la période d'échantillonnage où cette comparaison serait réalisée.

Les estimations de la complétude réalisées pour cette étude ont démontré qu'il était possible d'exploiter un jeu de données issues d'un échantillonnage partiellement standardisé et d'en estimer la complétude avec différentes méthodes. Cependant, le choix de la méthode utilisée doit être réfléchi et adapté en fonction de la structure du jeu de données. Dans le cadre d'inventaires naturalistes, il est par exemple nécessaire de prendre en compte les méthodes d'acquisition des données, la saisonnalité des inventaires et la quantité de données par unité d'échantillonnage. Les valeurs de complétude doivent également être confrontées à ces paramètres, car ils peuvent avoir une influence significative sur la valeur de complétude des inventaires par unité d'échantillonnage.

La corrélation entre les résultats obtenus pour les deux méthodes d'estimation de la complétude est significative. Cette valeur de corrélation renforce le postulat de départ que la complétude peut être évaluée à partir d'un jeu de données récoltées de manière partiellement standardisée grâce à plusieurs méthodes.
La corrélation entre le nombre de données et le nombre d'EPOC par maille kilométrique est très significative, alors que la corrélation entre la valeur de complétude estimée avec la fonction KnowBpolygon du package KnowBR est plus faible. Nous en concluons que le nombre de données par maille, utilisé comme indicateur de la complétude des inventaires, est davantage sensible à l'effort d'échantillonnage que la complétude estimée avec la fonction KnowBpolygon du package R KnowBR.
Cette seconde méthode apparaît donc comme mieux adaptée pour estimer la complétude d'un jeu de données issu d'une plateforme participative dont les modes d'acquisition sont notoirement hétérogènes.

L'estimation de la complétude à partir d'un jeu de données partiellement standardisé comme celui obtenu par la mise en œuvre du protocole EPOC permet effectivement de représenter la connaissance de la biodiversité sur un territoire donné.

Ce constat permet d'envisager que la mise en œuvre d'une méthode telle que celle utilisée avec la fonction KnowBpolygon du package R KnowBR sur un jeu de données issu de plateforme participative est envisageable. En revanche, les valeurs de la complétude obtenues doivent systématiquement être nuancées en fonction du nombre de données au sein des unités d'échantillonnage, car la méthode est sensible aux faibles valeurs.

Au vu du postulat de Colwell et Coddington (1994) que la meilleure approche pour estimer la complétude des inventaires consiste à tester différents estimateurs de la richesse réelle des unités d'échantillonnage et à comparer leurs résultats, il serait pertinent d'appliquer d'autres estimateurs au jeu de données étudié. Les estimateurs non paramétriques seraient les plus indiqués car moins sensibles à l'hétérogénéité des protocoles de recueil de données, des variations de l'effort d'échantillonnage et du taux d'exhaustivité des inventaires (J.Vallet et al., 2012). Le choix de l'estimateur nécessite cependant de pré-estimer l'exhaustivité des inventaires et de déterminer l'équitabilité de shannon. D'après J.Vallet et al., 2012, les estimateurs Jackknife pourraient s'avérer les plus adaptés à un jeu de données hétérogène comme celui issu d'une plateforme participative.

IV. Conclusion

Malgré le fait avéré que l'indice LPO ne peut être considéré comme un indicateur de la complétude des inventaires, nous remarquons au vu des différentes représentations des connaissances de la biodiversité qu'il permet tout de même de mettre en avant une progression globale des connaissances sur un territoire durant un pas de temps donné. L'estimation de la complétude obtenue est cependant à considérer comme l'outil le plus adapté pour modéliser l'état des connaissances et sa progression entre le début et la fin des inventaires, dans le cadre d'Atlas de la Biodiversité Communale par exemple.

Les analyses réalisées ont en effet permis de démontrer qu'il est possible d'estimer la complétude avec un jeu de donnée obtenu par un échantillonnage partiellement standardisé. Il conviendrait de tester une méthode d'estimation de la complétude telle que celle de la fonction KnowBPolygon du package KnowBR sur un jeu de données plus conséquent et moins standardisé comme celui hébergé sur la plateforme de sciences participatives Faune Auvergne. D'autres estimateurs devront également être testés, les estimateurs Jackknife par exemple.

BIBIOGRAPHIE

Witté I. et Touroult J., 2017. *Identification et cartographie des zones de méconnaissance naturaliste à l'échelle nationale (métropole) à partir des données partagées.* Rapport SPN 2017-6. MNHN. Paris, 48 pp.

Vallet J. et al. / C. R. Biologies 335 (2012) 753–763

Colwell RK. et Coddington JA. *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. Philos Trans R Soc London B-Biol Sci 345 (1994) 101-118

Cástor Guisande González & Jorge M. Lobo, *Package KnowBR*, 2019

SITOGRAPHIE

[1] : https://cdnfiles1.biolovision.net/www.faune-france.org/userfiles/Comprendre/Epocprotocole.pdf (20/08/2019)

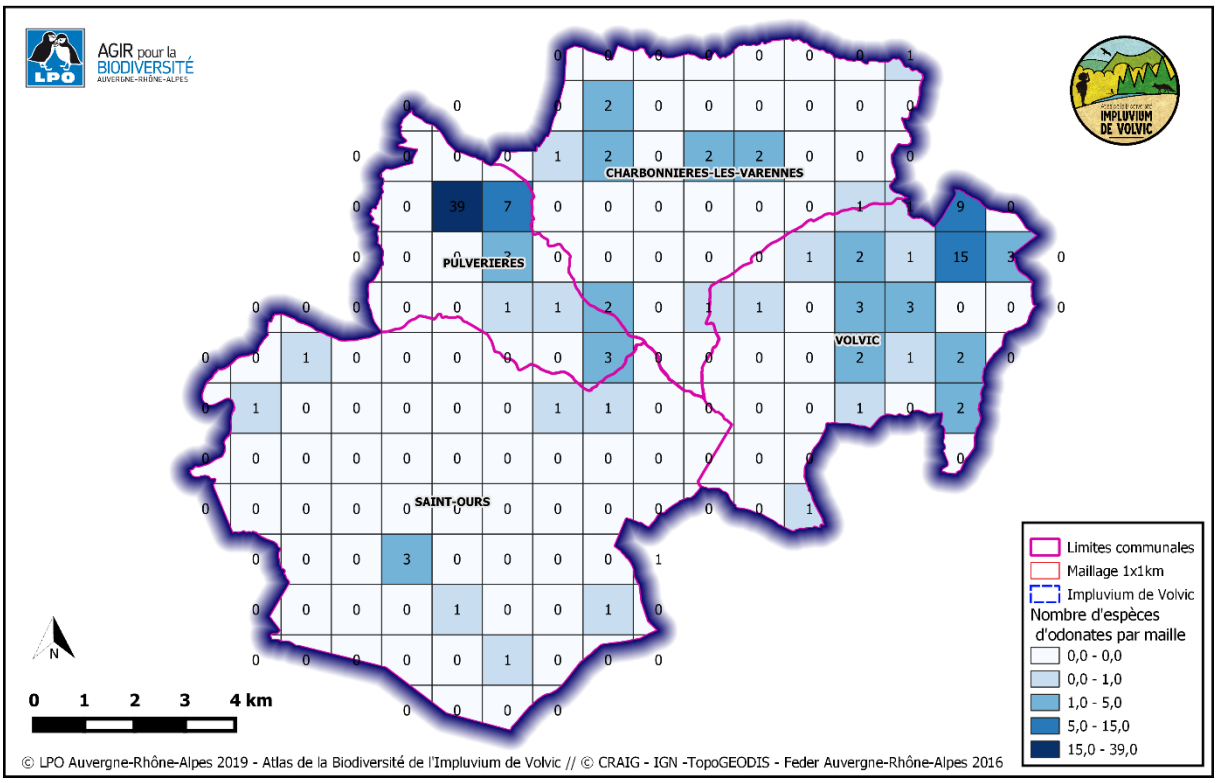
ANNEXES

ANNEXE 1 : TEMPS DE TRAVAIL PAR GROUPE TAXONOMIQUE PAR SALARIÉ DE LA LPO AURA

		GROUPES TAXONOMIQUES							
		Oiseaux	Mammifères	Amphibiens	Rhopalocères	Orthoptères	Odonates	Reptiles	**TOTAL (jours de travail)**
SALARIÉS - PRESTATAIRE	Tristan Guillebot de Nerville	10	9	6	0	0	3	8	**36**
	Sébastien Heinerich	19	2	5	0	0	7	0	**33**
	Romain Riols	4	0	0	0	10	0	0	**14**
	Prestataire externe	0	0	0	15	0	0	0	**15**
	TOTAL (jours de travail	**33**	**11**	**11**	**15**	**10**	**10**	**8**	**83**

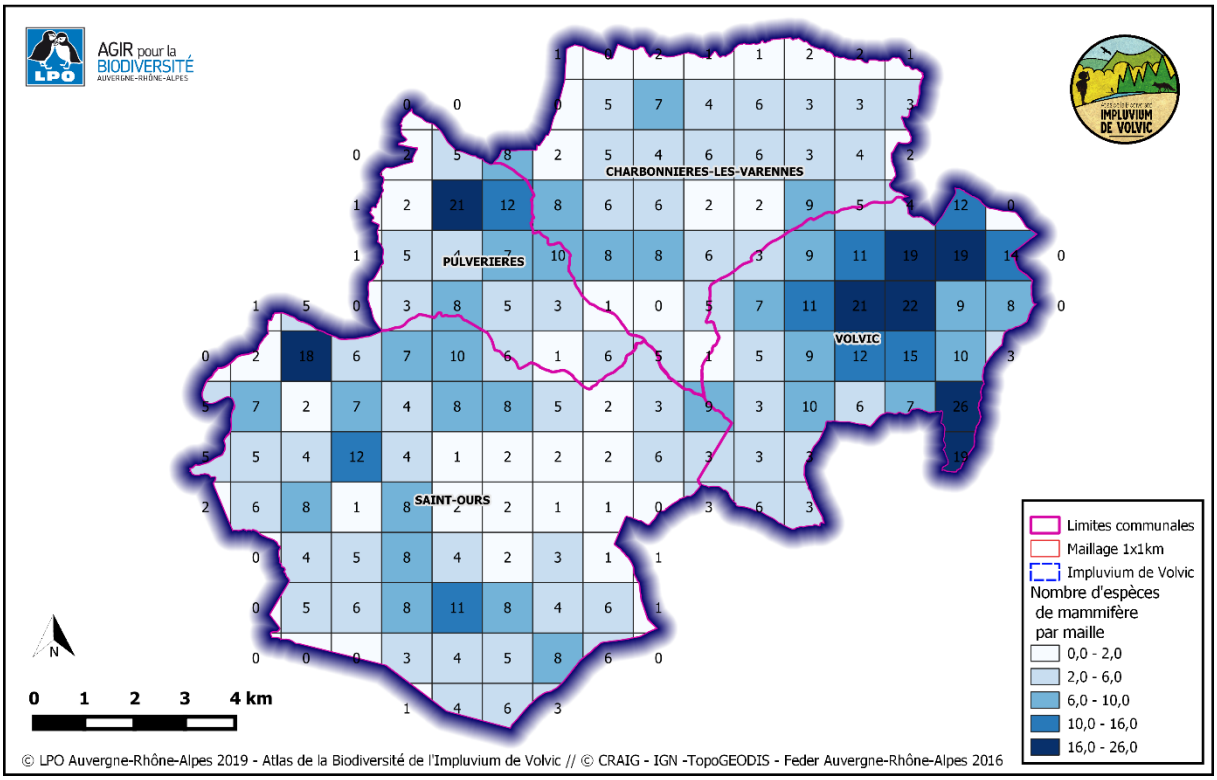
ANNEXE 2 : CARTE DES DONNÉES FAUNE AUVERGNE D'ODONATES LE 10/10/2018

Carte des données d'odonates - données FA 10/10/2019
- Impluvium de Volvic -



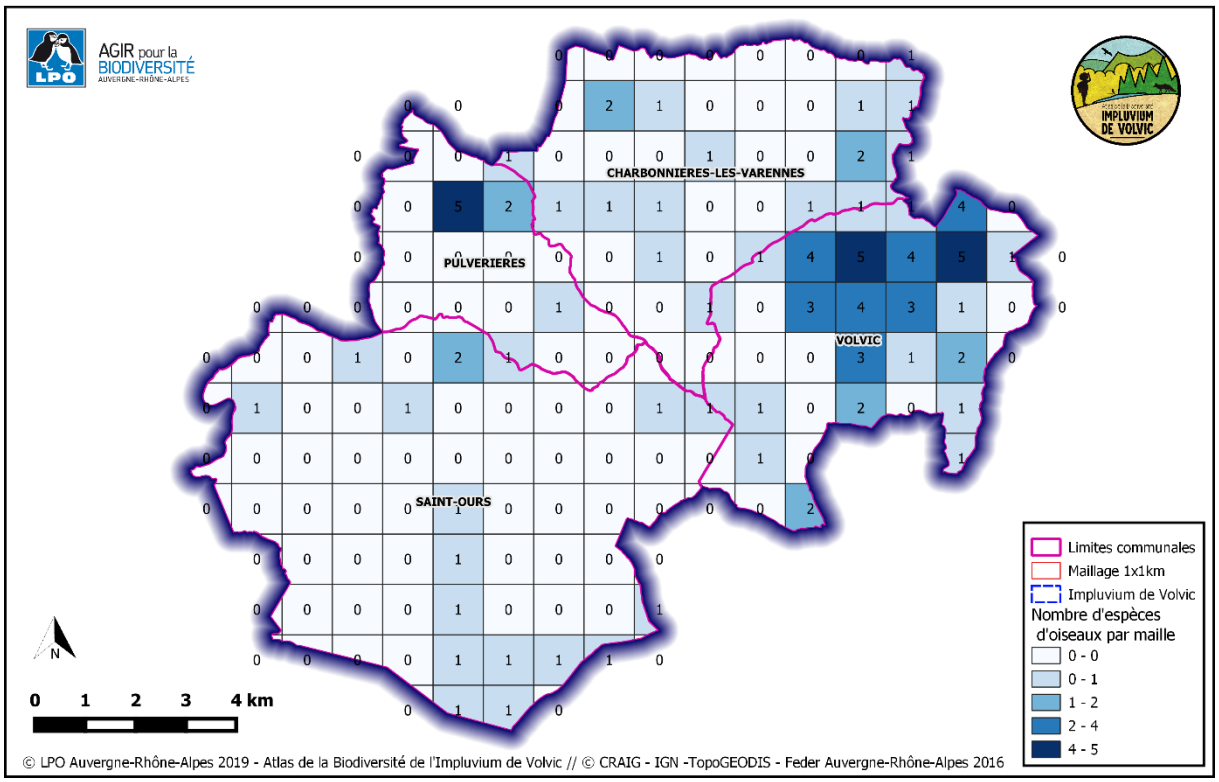
ANNEXE 3 : CARTE DES DONNÉES FAUNE AUVERGNE DE MAMMIFÈRES LE 10/10/2018

Carte des données de mammifères - données FA 10/10/2019
- Impluvium de Volvic -



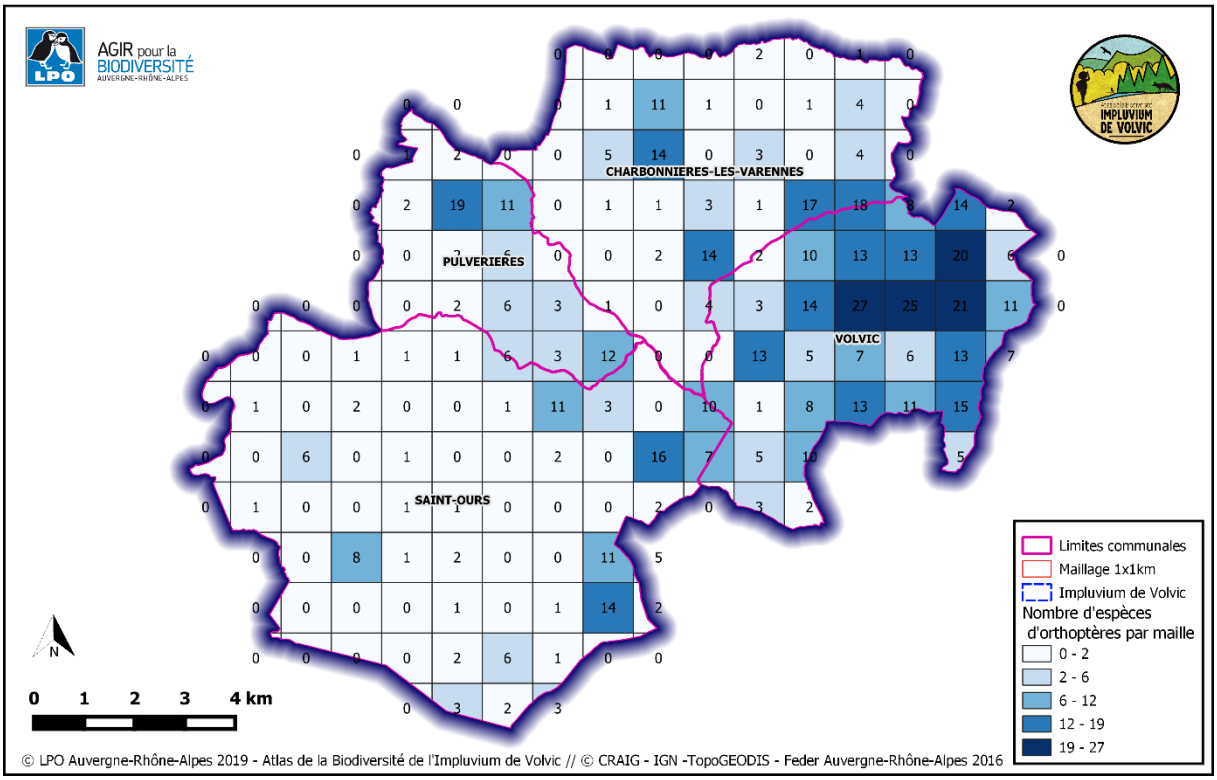
ANNEXE 4 : CARTE DES DONNÉES FAUNE AUVERGNE D'AMPHIBIENS LE 10/10/2018

Carte des données d'amphibiens - données FA 10/10/2019
- Impluvium de Volvic -



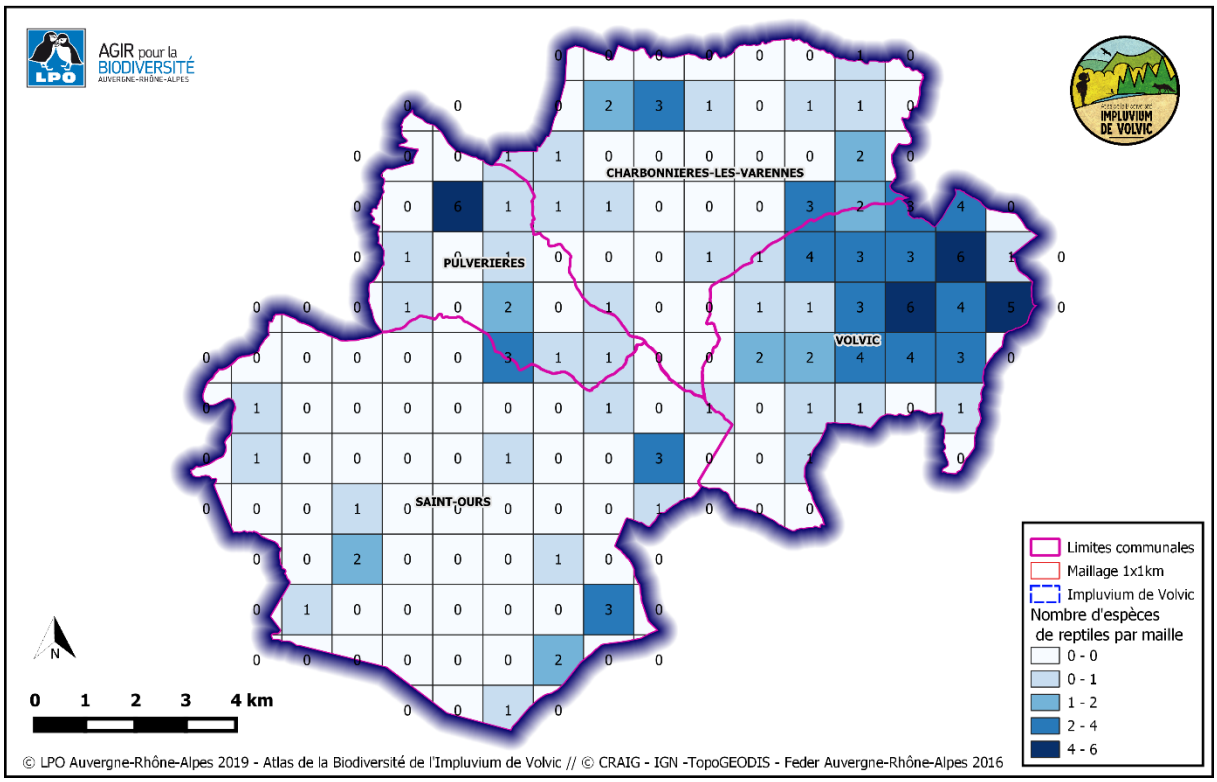
ANNEXE 5 : CARTE DES DONNÉES FAUNE AUVERGNE D'ORTHOPTÈRES LE 10/10/2018

Carte des données d'orthoptères - données FA 10/10/2019
- Impluvium de Volvic -



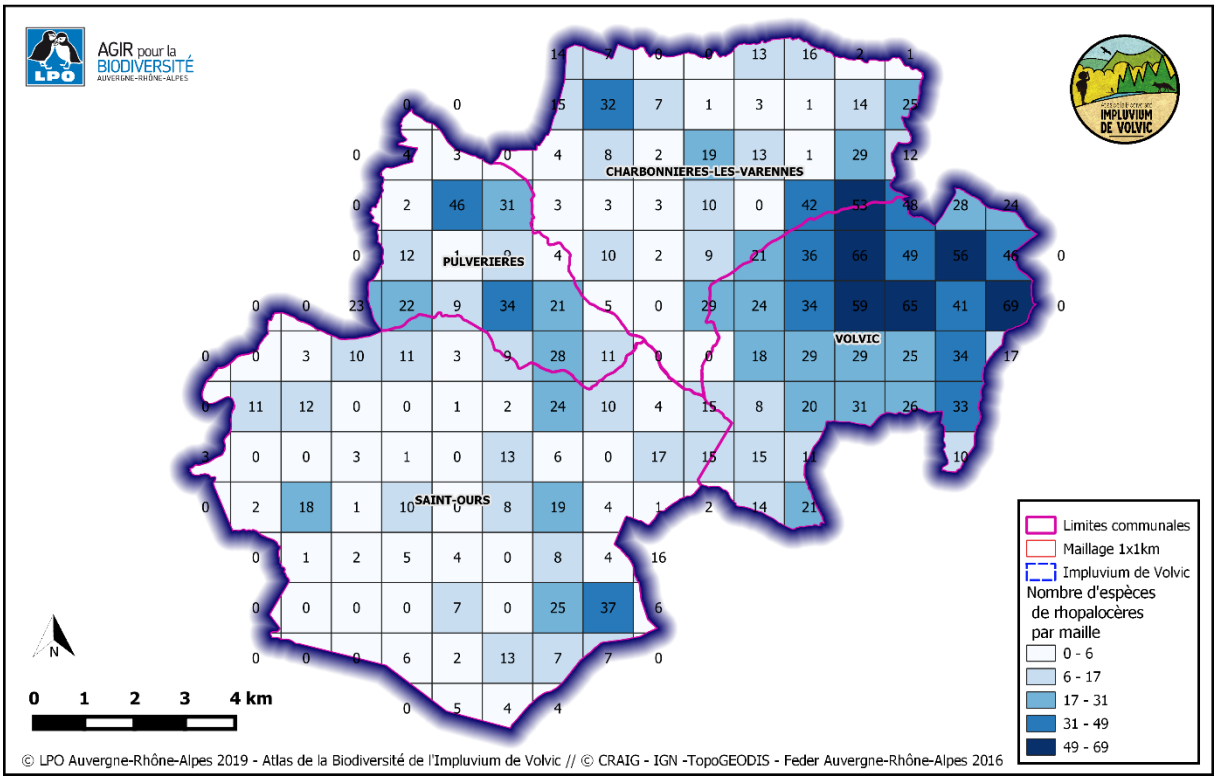
ANNEXE 6 : CARTE DES DONNÉES FAUNE AUVERGNE DE REPTILES LE 10/10/2018

Carte des données de reptiles - données FA 10/10/2019
- Impluvium de Volvic -



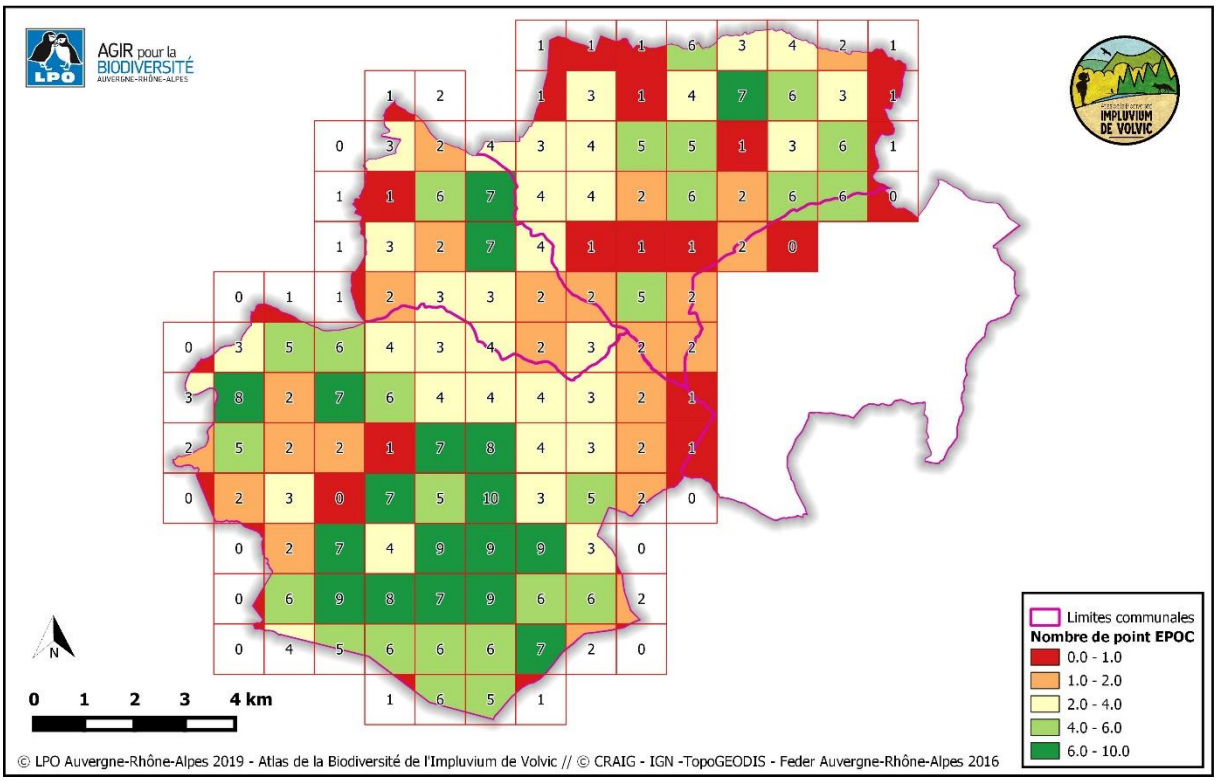
ANNEXE 7 : CARTE DES DONNÉES FAUNE AUVERGNE DE RHOPALOCÈRES LE 10/10/2018

Carte des données de rhopalocères - données FA 10/10/2019
- Impluvium de Volvic -



ANNEXE 8 : NOMBRE DE POINT EPOC PAR MAILLE KILOMÉTRIQUE

Nombre de point EPOC par maille
- Jeu de données EPOC -



ANNEXE 9 : DÉTAILS DES RÉSULTATS DES TESTS DE PEARSON

VALEUR DE COMPLÉTUDE MÉTHODE PACKAGE R KNOWBR ET NOMBRE DE DONNÉES PAR MAILLE KILOMÉTRIQUE

```
Call:
lm(formula = compl1 ~ compl2)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-28.745  -8.306   1.615   9.584  29.209 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 25.11983    2.04699   12.27   <2e-16 ***
compl2       0.45312    0.03063   14.79   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 13.6 on 135 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6184,	Adjusted R-squared:  0.6156 
F-statistic: 218.8 on 1 and 135 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

VALEUR DE COMPLÉTUDE MÉTHODE PACKAGE R KNOWBR ET LE NOMBRE D'EPOC PAR MAILLE KILOMÉTRIQUE

```
Call:
lm(formula = compl1 ~ compl3)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-33.942  -9.080   1.665   9.803  27.431 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)  27.3142     2.0929   13.05   <2e-16 ***
compl3        6.6276     0.4935   13.43   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 14.4 on 135 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5719,	Adjusted R-squared:  0.5687 
F-statistic: 180.4 on 1 and 135 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

NOMBRE DE DONNÉEES ET NOMBRE D'EPOC PAR MAILLE KILOMÉTRIQUE

```
Call:
lm(formula = compl2 ~ compl3)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-33.133  -8.915  -2.806   7.976  47.976 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)   6.8057     2.1223   3.207  0.00168 ** 
compl3       14.0545     0.5004  28.084  < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 14.6 on 135 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8539,	Adjusted R-squared:  0.8528 
F-statistic: 788.7 on 1 and 135 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

ANNEXE 10 : LISTE D'ESPÈCES D'OISEAUX DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Nom vernaculaire	Nom scentifique	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Accenteur mouchet	*Prunella modularis*	**Faucon émerillon**	*Falco columbarius*	**Moineau domestique**	*Passer domesticus*
Aigle botté	*Aquila pennata*	**Faucon hobereau**	*Falco subbuteo*	**Moineau friquet**	*Passer montanus*
Aigrette garzette	*Egretta garzetta*	**Faucon kobez**	*Falco vespertinus*	**Mouette mélanocéphale**	*Larus melanocephalus*
Alouette des champs	*Alauda arvensis*	**Faucon pèlerin**	*Falco peregrinus*	**Mouette pygmée**	*Hydrocoloeus minutus*
Alouette lulu	*Lullula arborea*	**Fauvette à tête noire**	*Sylvia atricapilla*	**Mouette rieuse**	*Chroicocephalus ridibundus*
Autour des palombes	*Accipiter gentilis*	**Fauvette des jardins**	*Sylvia borin*	**Nette rousse**	*Netta rufina*
Avocette élégante	*Recurvirostra avosetta*	**Fauvette grisette**	*Sylvia communis*	**Océanite tempête**	*Hydrobates pelagicus*
Balbuzard pêcheur	*Pandion haliaetus*	**Foulque macroule**	*Fulica atra*	**Oie cendrée**	*Anser anser*
Barge à queue noire	*Limosa limosa*	**Fuligule milouin**	*Aythya ferina*	**Perdrix grise**	*Perdix perdix*
Bécasse des bois	*Scolopax rusticola*	**Fuligule morillon**	*Aythya fuligula*	**Perdrix rouge**	*Alectoris rufa*
Bécasseau minute	*Calidris minuta*	**Gallinule poule-d'eau**	*Gallinula chloropus*	**Petit Gravelot**	*Charadrius dubius*
Bécasseau variable	*Calidris alpina*	**Geai des chênes**	*Garrulus glandarius*	**Phragmite des joncs**	*Acrocephalus schoenobaenus*
Bécassine des marais	*Gallinago gallinago*	**Gélinotte des bois**	*Tetrastes bonasia*	**Pic cendré**	*Picus canus*
Bécassine sourde	*Lymnocryptes minimus*	**Gobemouche gris**	*Muscicapa striata*	**Pic épeiche**	*Dendrocopos major*
Bec-croisé des sapins	*Loxia curvirostra*	**Gobemouche noir**	Ficedula hypoleuca	**Pic épeichette**	*Dendrocopos minor*
Bergeronnette des ruisseaux	*Motacilla cinerea*	**Goéland brun**	*Larus fuscus*	**Pic mar**	*Dendrocopos medius*
Bergeronnette grise	*Motacilla alba*	**Goéland leucophée**	*Larus michahellis*	**Pic noir**	*Dryocopus martius*
Bergeronnette printanière	*Motacilla flava*	**Grand Corbeau**	*Corvus corax*	**Pic vert**	*Picus viridis*
Bernache du Canada	*Branta canadensis*	**Grand Cormoran**	*Phalacrocorax carbo*	**Pie bavarde**	*Pica pica*
Bihoreau gris	*Nycticorax nycticorax*	**Grand-duc d'Europe**	*Bubo bubo*	**Pie-grièche à tête rousse**	*Lanius senator*
Bondrée apivore	*Pernis apivorus*	**Grande Aigrette**	Casmerodius albus	**Pie-grièche écorcheur**	*Lanius collurio*
Bouvreuil pivoine	*Pyrrhula pyrrhula*	**Grèbe à cou noir**	*Podiceps nigricollis*	**Pie-grièche grise**	*Lanius excubitor*
Bruant des roseaux	*Emberiza schoeniclus*	**Grèbe castagneux**	*Tachybaptus ruficollis*	**Pigeon biset domestique**	*Columba livia f. domestica*
Bruant fou	*Emberiza cia*	**Grèbe huppé**	*Podiceps cristatus*	**Pigeon colombin**	*Columba oenas*
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*	**Grimpereau des bois**	*Certhia familiaris*	**Pigeon ramier**	*Columba palumbus*
Bruant proyer	*Emberiza calandra*	**Grimpereau des jardins**	*Certhia brachydactyla*	**Pinson des arbres**	*Fringilla coelebs*
Bruant zizi	*Emberiza cirlus*	**Grive draine**	*Turdus viscivorus*	**Pinson du Nord**	*Fringilla montifringilla*
Busard cendré	*Circus pygargus*	**Grive litorne**	*Turdus pilaris*	**Pipit des arbres**	*Anthus trivialis*
Busard des roseaux	*Circus aeruginosus*	**Grive mauvis**	*Turdus iliacus*	**Pipit farlouse**	*Anthus pratensis*
Busard Saint-Martin	*Circus cyaneus*	**Grive musicienne**	*Turdus philomelos*	**Pipit spioncelle**	*Anthus spinoletta*
Buse variable	*Buteo buteo*	**Grosbec casse-noyaux**	*Coccothraustes coccothraustes*	**Pouillot de Bonelli**	*Phylloscopus bonelli*
Butor étoilé	*Botaurus stellaris*	**Grue cendrée**	*Grus grus*	**Pouillot fitis**	*Phylloscopus trochilus*
Caille des blés	*Coturnix coturnix*	**Guêpier d'Europe**	*Merops apiaster*	**Pouillot siffleur**	*Phylloscopus sibilatrix*
Canard chipeau	*Anas strepera*	**Guifette moustac**	*Chlidonias hybrida*	**Pouillot véloce**	*Phylloscopus collybita*
Canard colvert	*Anas platyrhynchos*	**Guifette noire**	*Chlidonias niger*	**Râle d'eau**	*Rallus aquaticus*
Canard pilet	*Anas acuta*	**Harle bièvre**	*Mergus merganser*	**Rémiz penduline**	*Remiz pendulinus*
Canard siffleur	*Anas penelope*	**Héron cendré**	*Ardea cinerea*	**Roitelet à triple bandeau**	*Regulus ignicapilla*
Canard souchet	*Anas clypeata*	**Héron garde-bœufs**	*Bubulcus ibis*	**Roitelet huppé**	*Regulus regulus*
Cassenoix moucheté	*Nucifraga caryocatactes*	**Héron pourpré**	*Ardea purpurea*	**Rossignol philomène**	*Luscinia megarhynchos*
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*	**Hibou moyen-duc**	*Asio otus*	**Rougegorge familier**	*Erithacus rubecula*
Chevalier aboyeur	*Tringa nebularia*	**Hirondelle de fenêtre**	*Delichon urbicum*	**Rougequeue à front blanc**	*Phoenicurus Phoenicurus*
Chevalier culblanc	*Tringa ochropus*	**Hirondelle de rivage**	*Riparia riparia*	**Rougequeue noir**	*Phoenicurus ochruros*
Chevalier gambette	*Tringa totanus*	**Hirondelle de rochers**	*Ptyonoprogne rupestris*	**Rousserolle effarvatte**	*Acrocephalus scirpaceus*
Chevalier guignette	*Tringa glareola*	**Hirondelle rustique**	*Hirundo rustica*	**Sarcelle d'été**	*Anas querquedula*
Chevalier sylvain	*Tringa glareola*	**Huppe fasciée**	*Upupa epops*	**Sarcelle d'hiver**	*Anas crecca*
Choucas des tours	*Corvus monedula*	**Hypolaïs polyglotte**	*Hippolais polyglotta*	**Serin cini**	*Serinus serinus*
Chouette de Tengmalm	*Aegolius funereus*	**Jaseur boréal**	*Bombycilla garrulus*	**Sittelle torchepot**	*Sitta europaea*
Chouette hulotte	*Strix aluco*	**Linotte mélodieuse**	*Carduelis cannabina*	**Sizerin flammé**	*Carduelis flammea*
Cigogne blanche	*Ciconia ciconia*	**Locustelle luscinoïde**	*Locustella luscinioides*	**Sterne pierregarin**	*Sterna hirundo*
Cincle plongeur	*Cinclus cinclus*	**Locustelle tachetée**	*Locustella naevia*	**Tadorne de Belon**	*Tadorna tadorna*
Circaète Jean-le-Blanc	*Circaetus gallicus*	**Loriot d'Europe**	*Oriolus oriolus*	**Tarier des prés**	*Saxicola rubetra*
Corbeau freux	*Corvus frugilegus*	**Martin pêcheur d'Europe**	*Alcedo atthis*	**Tarier pâtre**	*Saxicola rubicola*
Corneille noire	*Corvus corone*	**Martinet à ventre blanc**	*Apus melba*	**Tarin des aulnes**	*Carduelis spinus*
Coucou gris	*Cuculus canorus*	**Martinet noir**	*Apus apus*	**Tichodrome échelette**	*Tichodroma muraria*
Courlis cendré	*Numenius arquata*	**Merle à plastron**	*Turdus torquatus*	**Torcol fourmilier**	*Jynx torquilla*
Courlis corlieu	*Numenius phaeopus*	**Merle noir**	*Turdus merula*	**Tourterelle des bois**	*Streptopelia turtur*
Cygne chanteur	*Cygnus cygnus*	**Mésange à longue queue**	*Aegithalos caudatus*	**Tourterelle turque**	*Streptopelia decaocto*
Cygne tuberculé	*Cygnus olor*	**Mésange bleue**	*Cyanistes caeruleus*	**Traquet motteux**	*Oenanthe oenanthe*
Échasse blanche	*Himantopus himantopus*	**Mésange boréale**	*Poecile montanus*	**Trogolodyte mignon**	*Troglodytes troglodytes*
Effraie des clochers	*Tyto alba*	**Mésange charbonnière**	*Parus major*	**Vanneau huppé**	*Vanellus vanellus*
Engoulevent d'Europe	*Caprimulgus europaeus*	**Mésange huppé**	*Lophophanes cristatus*	**Vautour fauve**	*Gyps fulvus*
Épervier d'Europe	*Accipiter nisus*	**Mésange noire**	*Periparus ater*	**Vautour moine**	*Aegypius monachus*
Étourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*	**Mésange nonnette**	*Poecile palustris*	**Verdier d'Europe**	*Carduelis chloris*
Faisan de colchide	*Phasianus colchicus*	**Milan noir**	*Milvus migrans*		
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	**Milan royal**	*Milvus milvus*		

ANNEXE 11 : LISTE D'ESPÈCES D'AMPHIBIENS DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Nom vernaculaire	Nom scentifique
Alyte accoucheur	*Alytes obstetricans*
Crapaud calamite	*Epidalea calamita*
Crapaud commun/épineux	*Bufo bufo / spinosus*
Grenouille agile	*Rana dalmatina*
Grenouille rousse	*Rana temporaria*
Grenouille verte indéterminée	*Pelophylax sp.*
Salamandre tachetée	*Salamandra salamandra*
Triton palmé	*Lissotriton helveticus*

ANNEXE 12 : LISTE D'ESPÈCES DE MAMMIFÈRES DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Nom vernaculaire	Nom scentifique	Nom vernaculaire	Nom scentifique
Belette d'Europe	*Mustela nivalis*	**Lièvre d'Europe**	*Lepus europaeus*
Blaireau européen	*Meles meles*	**Loir gris**	*Glis glis*
Campagnol agreste	*Microtus agrestis*	**Loutre d'Europe**	*Lutra lutra*
Campagnol des champs	*Microtus arvalis*	**Martre des pins**	*Martes martes*
Campagnol terrestre	*Arvicola scherman*	**Mulot à collier**	*Apodemus sp.*
Campagnol roussâtre	*Myodes glareolus*	**Mulot sylvestre**	*Apodemus sylvaticus*
Cerf élaphe	*Cervus elaphus*	**Musaraigne couronnée**	*Sorex coronatus*
Chamois	*Rupicapra rupicapra*	**Musaraigne pygmée**	*Sorex minutus*
Chat forestier	*Felis silvestris*	**Muscardin**	*Muscardinus avellanarius*
Chevreuil européen	*Capreolus capreolus*	**Putois d'Europe**	*Mustela putorius*
Crocidure musette	*Crocidura russula*	**Ragondin**	*Myocastor coypus*
Crossope aquatique	*Noemys fodiens*	**Rat des moissons**	*Micromys minutus*
Écureuil roux	*Sciurus vulgaris*	**Rat musqué**	*Ondatra zibethicus*
Fouine	*Martes foina*	**Rat surmulot**	*Rattus norvegicus*
Genette commune	*Genetta genetta*	**Renard roux**	*Vulpes vulpes*
Hérisson d'Europe	*Erinaceus europaeus*	**Sanglier**	*Sus scrofa*
Hermine	*Mustela erminea*	**Souris grise**	*Mus musculus domesticus*
Lapin de garenne	*Oryctolagus cuniculus*	**Taupe d'Europe/aquitaine**	*Talpa europaea / aquitania*

ANNEXE 13 : LISTE D'ESPÈCES DE REPTILES DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Nom vernaculaire	Nom scentifique
Coronelle lisse	*Coronella austriaca*
Couleuvre à collier helvétique	*Natrix helvetica*
Lézard à deux raies	*Lacerta bilineata*
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*
Lézard des souches	*Lacerta agilis*
Lézard vivipare	*Zootoca vivipara*
Orvet fragile	*Anguis fragilis*
Vipère aspic	*Vipera aspis*
Vipère péliade	*Vipera berus*

ANNEXE 14 : LISTE D'ESPÈCES D'ODONATES DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Nom vernaculaire	Nom scentifique	Nom vernaculaire	Nom scentifique
Aeschne affine	*Aeshna affinis*	**Leste des bois**	*Lestes dryas*
Aeschne bleue	*Aeshna cyanea*	**Leste fiancé**	*Lestes sponsa*
Aeschne mixte	*Aeshna mixta*	**Leste verdoyant**	*Lestes virens*
Agrion à fer de lande	*Coenagrion hastulatum*	**Leste vert**	*Chalcolestes viridis*
Agrion à larges pattes	*Platycnemis pennipes*	**Libellule à quatre taches**	*Libellula quadrimaculata*
Agrion de Vander Linden	*Erythromma lindenii*	**Libellule déprimée**	*Libellula depressa*
Agrion délicat	*Ceriagrion tenellum*	**Libellule fauve**	*Libellula fulva*
Agrion élégant	*Ischnura elegans*	**Naïade au corps vert**	*Erythromma viridulum*
Agrion jouvencelle	*Coenagrion puella*	**Naïade aux yeux rouges**	*Erythromma najas*
Agrion mignon	*Coenagrion scitulum*	**Orthétrum à stylets blancs**	*Orthetrum albistylum*
Agrion nain	*Ischnura pumilio*	**Orthétrum bleuissant**	*Orthetrum coerulescens*
Agrion porte-coupe	*Enallagma cyathigerum*	**Orthétrum brun**	*Orthetrum brunneum*
Anax empereur	*Anax imperator*	**Orthétrum réticulé**	*Orthetrum cancellatum*
Caloptéryx éclatant	*Calopteryx splendens*	**Petite nymphe au corps de feu**	*Pyrrhosoma nymphula*
Caloptéryx vierge	*Calopteryx virgo*	**Sympétrum de Fonscolombe**	*Sympetrum fonscolombii*
Cordulégastre annelé	*Cordulegaster boltonii*	**Sympétrum fascié**	*Sympetrum striolatum*
Cordulie bronzée	*Cordulia aenea*	**Sympétrum jaune d'or**	*Sympetrum flaveolum*
Crocothémis écarlate	*Crocothemis erythraea*	**Sympétrum méridional**	*Sympetrum meridionale*
Gomphe à forceps	*Onychogomphus forcipatus*	**Sympétrum noir**	*Sympetrum danae*
Gomphe joli	*Gomphus pulchellus*	**Sympétrum sanguin**	*Sympetrum sanguineum*
Grande Aeschne	*Aeshna grandis*	**Sympétrum vulgaire**	*Sympetrum vulgatum*
Leste brun	*Sympecma fusca*		

ANNEXE 15 : LISTE D'ESPÈCES D'ORTHOPTÈRES DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

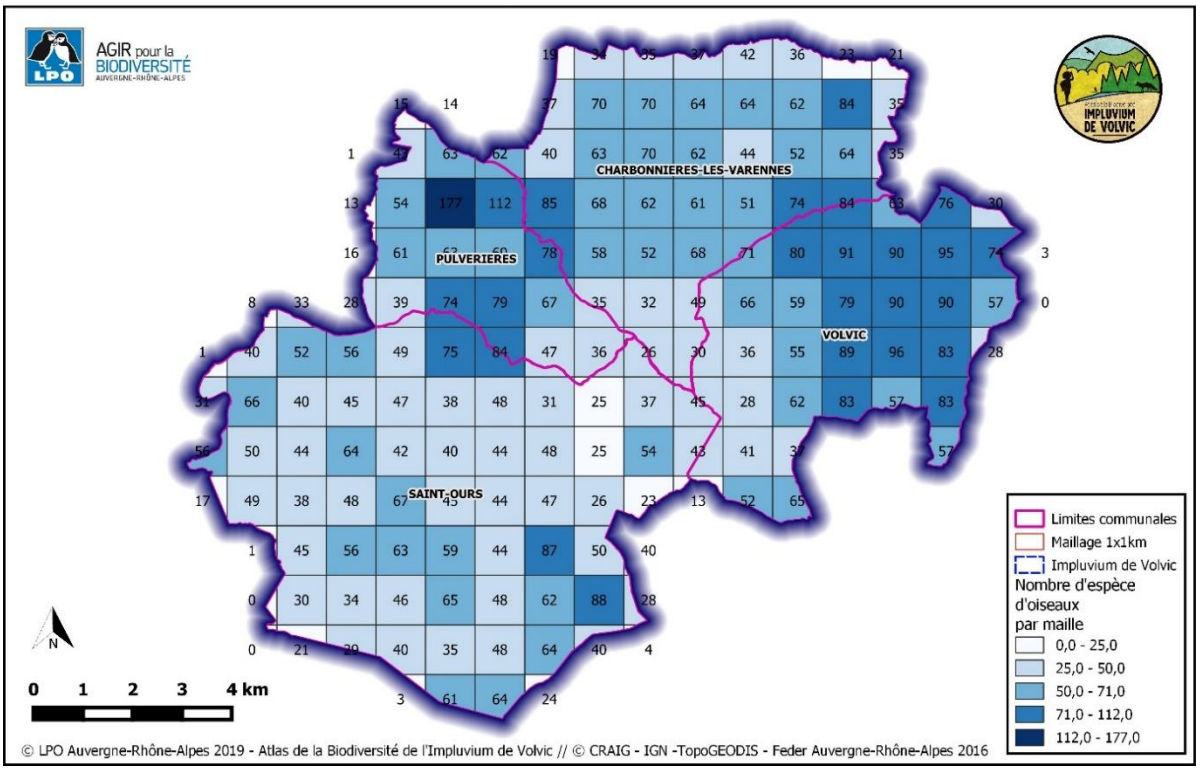
Nom vernaculaire	Nom scentifique	Nom vernaculaire	Nom scentifique
Barbitiste des Pyrénées	*Isophya pyrenaea*	**Decticelle bariolée**	*Roeseliana roeselii*
Barbitiste queue-dentée	*Polysarcus denticauda*	**Decticelle bicolore**	Bicolorana bicolor
Caloptène italien	Calliptamus italicus	**Decticelle carroyée**	*Tessallana tessellata*
Conocéphale bigarré	*Conocephalus fuscus*	**Decticelle cendrée**	*Pholidoptera griseoaptera*
Conocéphale des roseaux	*Conocephalus dorsalis*	**Decticelle des alpages**	*Metrioptera saussuriana*
Courtillières commune	*Gryllotalpa gryllotalpa*	**Decticelle des bruyères**	*Metrioptera brachyptera*
Criquet de la Palène	*Stenobothrus lineatus*	**Decticelle grisâtre**	*Platycleis albopunctata*
Criquet des adrets	Chorthippus apricarius	**Dectique verrucivore**	*Decticus verrucivorus*
Criquet des bromes	*Euchorthippus declivus*	**Ephippigère des vignes**	*Ephippiger diurnus diurnus*
Criquet des clairières	*Chrysochraon dispar*	**Gomphocère roux**	*Gomphocerippus rufus*
Criquet des Genévriers	*Euthystira brachyptera*	**Gomphocère tacheté**	*Myrmeleotettix maculatus*
Criquet des pâtures	*Pseudochorthippus parallelus*	**Grande Sauterelle verte**	*Tettigonia viridissima*
Criquet des pelouses	*Chorthippus mollis*	**Grillon champêtre**	*Gryllus campestris*
Criquet des Pins	*Chorthippus vagans*	**Grillon des bois**	*Nemobius sylvestris*
Criquet des roseaux	*Mecostethus parapleurus*	**Grillon d'Italie**	*Oecanthus pellucens pellucens*
Criquet duettiste	*Chorthippus brunneus*	**Leptophye ponctuée**	*Leptophyes punctatissima*
Criquet ensanglanté	*Stethophyma grossum*	**Méconème fragile**	*Meconema meridionale*
Criquet jacasseur	*Stauroderus scalaris*	**Méconème tambourinaire**	*Meconema thalassinum*
Criquet marginé	Chorthippus albomarginatus	**Oedipode aigue-marine**	*Sphingonotus caerulans*
Criquet mélodieux	Chorthippus biguttulus	**Oedipode automnale**	Aiolopus strepens
Criquet noir-ébène	*Omocestus rufipes*	**Oedipode turquoise**	*Oedipoda caerulescens*
Criquet palustre	*Pseudochorthippus montanus*	**Phanéroptère porte-faux**	*Phaneroptera falcata*
Criquet rouge-queue	*Omocestus haemorrhoidalis*	**Sténobothre nain**	*Stenobothrus stigmaticus*
Criquet verdelet	*Omocestus viridulus*	**Tétrix forestier**	*Tetrix undulata*
Criquet verte-échine	*Chorthippus dorsatus dorsatus*	**Tétrix riverain**	*Tetrix subulata*

ANNEXE 16 : LISTE D'ESPÈCES DE RHOPALOCÈRES DES COMMUNES DE L'IMPLUVIUM DE VOLVIC

Nom vernaculaire	Nom scentifique	Nom vernaculaire	Nom scentifique
Amaryllis	*Pyronia tithonus*	**Hespérie échiquier**	*Carterocephalus palaemon*
Azuré bleu céleste	*Polyommatus bellargus*	**Lucine**	*Hamearis lucina*
Argus frèle	*Cupido minimus*	**Machaon**	*Papilio machaon*
Argus vert	*Callophrys rubi*	**Mégère**	*Lasiommata megera*
Aurore	*Anthocharis cardamines*	**Mélitée des centaurées**	*Melitaea phoebe*
Azuré commun	*Polyommatus icarus*	**Mélitée des scabieuses**	*Melitaea parthenoides*
Azuré de la faucille	*Cupido alcetas*	**Mélitée du mélampyre**	*Melitaea athalia*
Azuré des cytises	*Glaucopsyche alexis*	**Mélitée du plantain**	*Melitaea cinxia*
Azuré des mouillères	*alcon*	**Mélitée noirâtre**	*Melitaea diamina*
Azuré des nerpruns	*Celastrina argiolus*	**Mélitée orangée**	*Melitaea didyma*
Azuré du serpolet	*Maculinea arion*	**Moiré blanc-fascié**	*Erebia ligea*
Azuré du trèfle	*Cupido argiades*	**Moiré des fétuques**	*Erebia meolans*
Azuré porte-queue	*Lampides boeticus*	**Moiré frange-pie**	*Erebia euryale*
Belle Dame	*Vanessa cardui*	**Moiré sylvicole**	*Erebia aethiops*
Brun des pélargoniums	*Cacyreus marshalli*	**Morio**	*Nymphalis antiopa*
Carte géographique	*Araschnia levana*	**Azuré du Genêt**	*Plebejus idas*
Céphale	*Coenonympha arcania*	**Myrtil**	*Maniola jurtina*
Chiffre	*Argynnis niobe*	**Nacré de la ronce**	*Brenthis daphne*
Citron	*Gonepteryx rhamni*	**Nacré de la sanguisorbe**	*Brenthis ino*
Citron de Provence	*Gonepteryx cleopatra*	**Némusien**	*Lasiommata maera*
Collier de corail	*Aricia agestis*	**Paon du jour**	*Inachis io*
Comma	*Hesperia comma*	**Petit Collier argenté**	*Boloria selene*
Cuivré commun	*Lycaena phlaeas*	**Petit Mars changeant**	*Apatura ilia*
Cuivré écarlate	*Lycaena hippothoe*	**Petit Nacré**	*Issoria lathonia*
Cuivré fuligineux	*Lycaena tityrus*	**Petit Sylvain**	*Limenitis camilla*
Cuivré mauvin	*Lycaena alciphron*	**Petite Tortue**	*Aglais urticae*
Damier de la succise	*Euphydryas aurinia*	**Petite Violette**	*Boloria dia*
Demi-Argus	*Cyaniris semiargus*	**Piéride de la moutarde**	*Leptidea sinapsis*
Demi-deuil	*Melanargia galathea*	**Piéride de la rave**	*Pieris rapae*
Flambé	*Iphiclides podalirius*	**Piéride du chou**	*Pieris brassicae*
Fluoré	*Colias alfacariensis*	**Piéride du navet**	*Pieris napi*
Gazé	*Aporia crataegi*	**Hespérie de la Mauve**	*Pyrgus malvae / malvoides*
Grand Collier argenté	*Boloria euphrosyne*	**Point-de-Hongrie**	*Erynnis tages*
Grand Mars changeant	*Apatura iris*	**Procris**	*Coenonympha pamphilus*
Grand Nacré	*Argynnis aglaja*	**Robert-le-diable**	*Polygonia c-album*
Grand sylvain	*Limenitis populi*	**Silène**	*Brintesia circe*
Grande Tortue	*Nymphalis polychloros*	**Souci**	*Colias croceus*
Hespérie de la houque	*Thymelicus sylvestris*	**Soufré**	*Colias alfacariensis / hyale*
Hespérie de l'alcée	*Carcharodus alceae*	**Sylvain azuré**	*Limenitis reducta*
Hespérie de l'alchémille	*Pyrgus serratulae*	**Sylvaine**	*Ochlodes sylvanus*
Hespérie des potentilles	*Pyrgus armoricanus*	**Tabac d'Espagne**	*Argynnis paphia*
Hespérie des sanguisorbes	*Spialia sertorius*	**Thécla du bouleau**	*Thecla betulae*
Hespérie du chiendent	*Thymelicus acteon*	**Tircis**	*Pararge aegeria*
Hespérie du dactyle	*Thymelicus lineola*	**Tristan**	*Aphantopus hyperantus*
Hespérie du marrube	*Carcharodus floccifera*	**Vulcain**	*Vanessa atalanta*

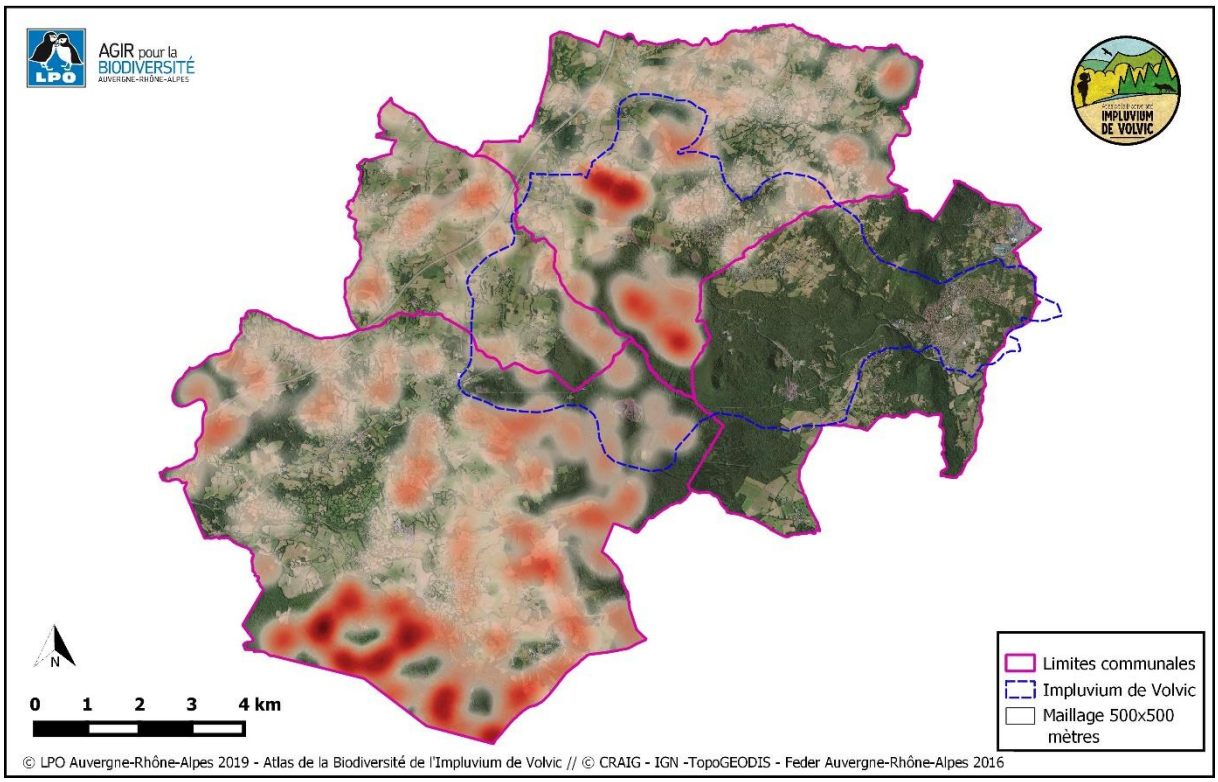
ANNEXE 17 : NOMBRE D'ESPÈCES D'OISEAUX CONNUES PAR MAILLE LE 16/07/2019

Carte des données d'oiseaux - données FA 16/07/2019
- Impluvium de Volvic -



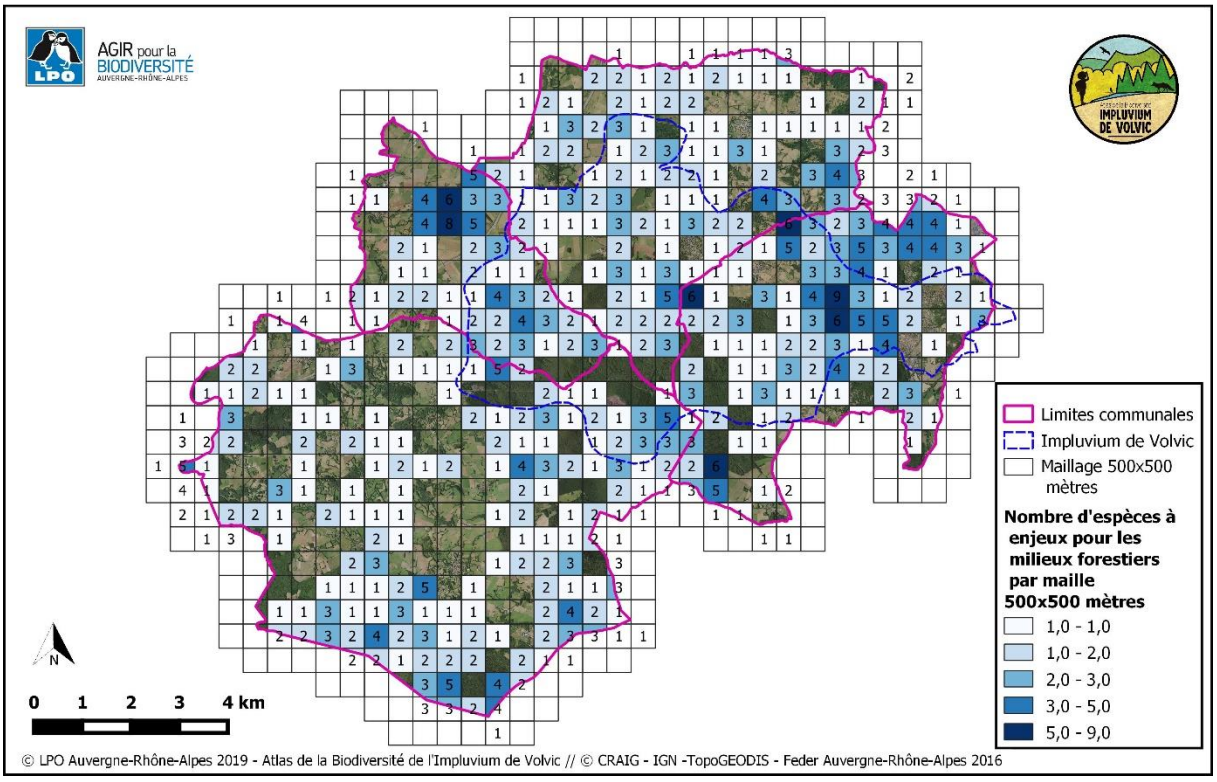
ANNEXE 18 : CARTE DE CHALEUR DES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ FORESTIÈRES

Carte de chaleur des espèces patrimoniales et bio-indicatrices des milieux forestiers contactées lors des inventaires par EPOC



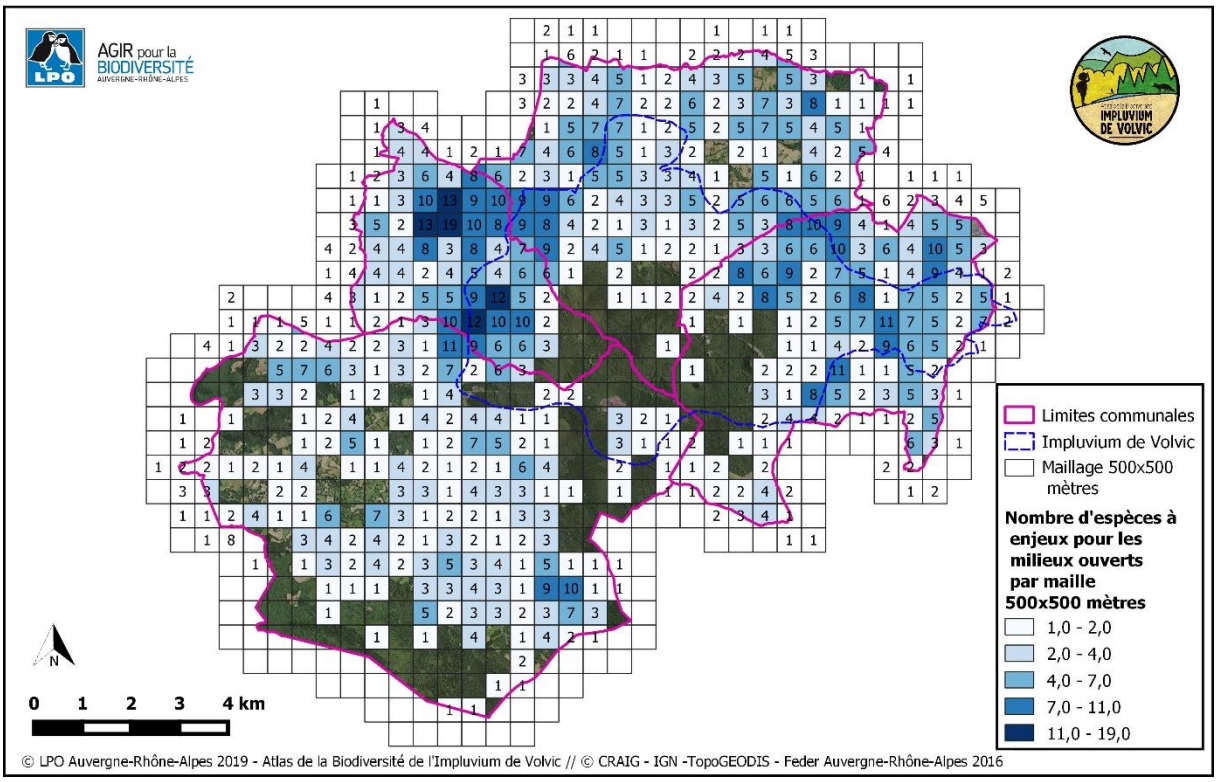
ANNEXE 19 : CARTE DU NOMBRE D'ESPÈCES A ENJEUX POUR LES MILIEUX FORESTIERS

Carte du nombre d'espèces à enjeux pour les milieux forestiers par maille 500x500 mètres sur les communes de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic



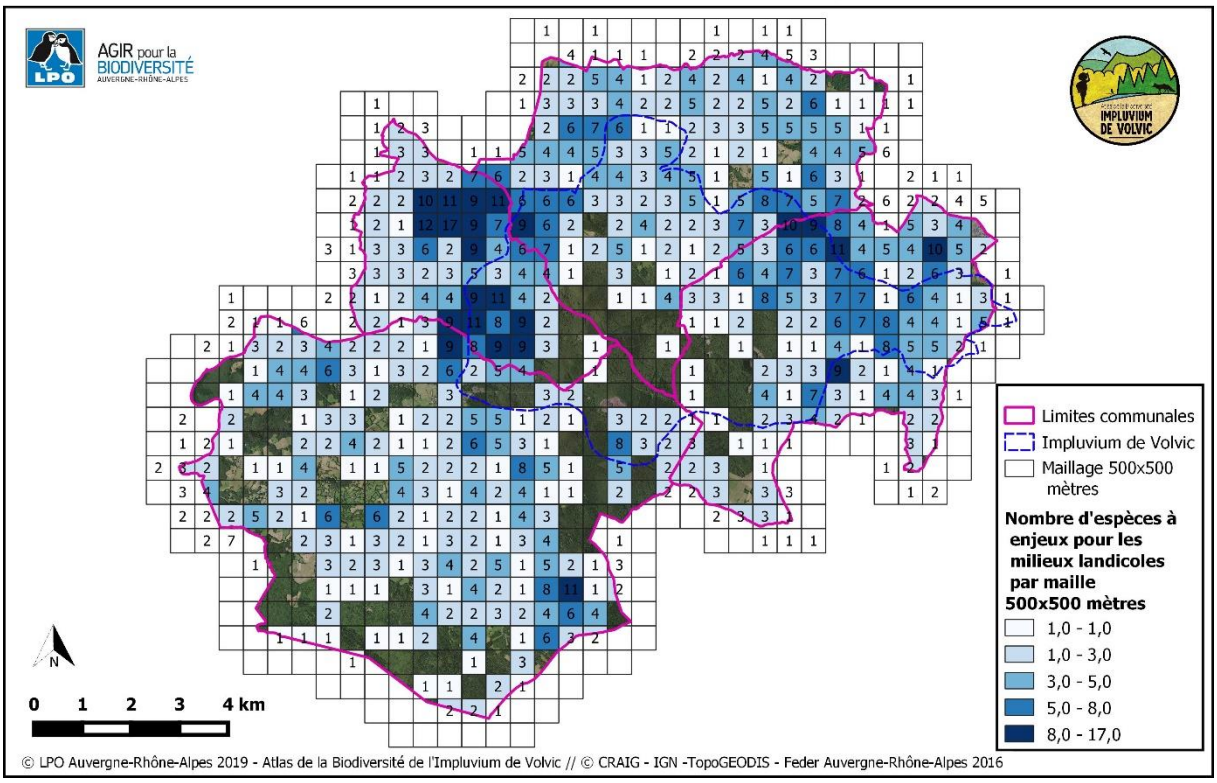
ANNEXE 20 : CARTE DU NOMBRE D'ESPÈCES A ENJEUX POUR LES MILIEUX OUVERTS

Carte du nombre d'espèces à enjeux pour les milieux ouverts par maille 500x500 mètres sur les communes de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic



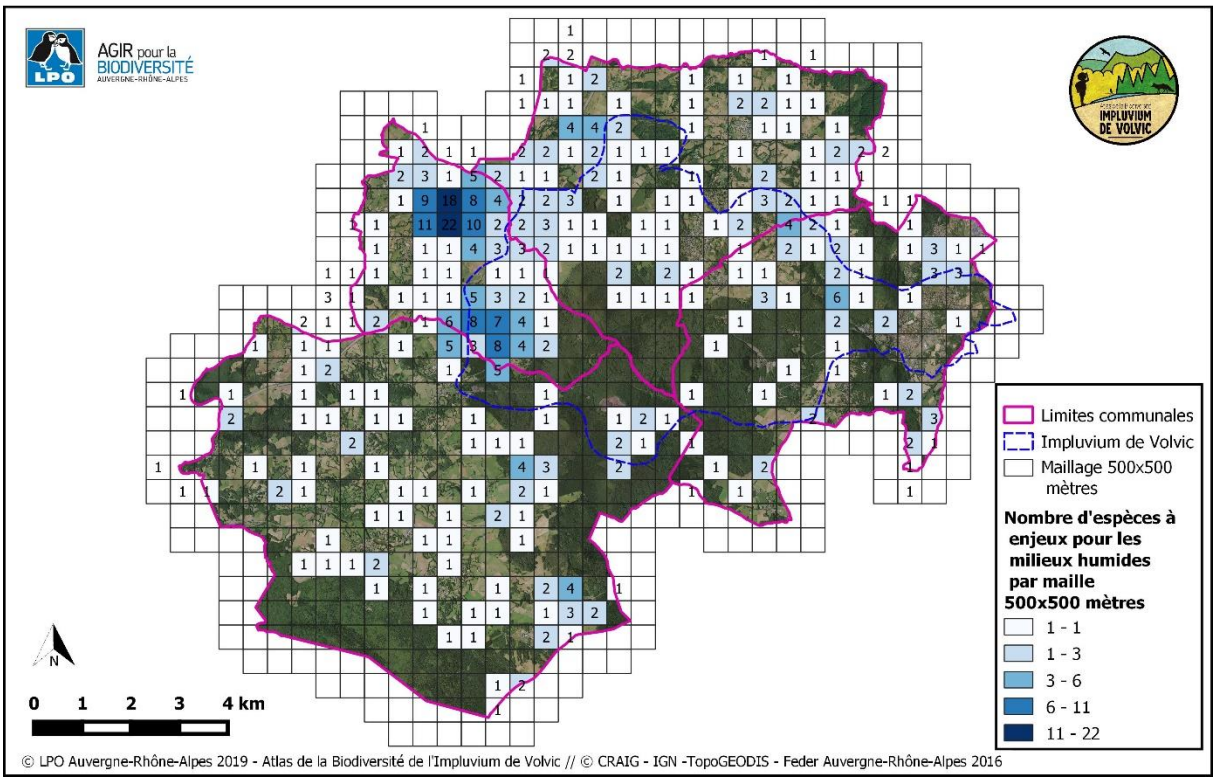
ANNEXE 21 : CARTE DU NOMBRE D'ESPÈCES A ENJEUX POUR LES MILIEUX LANDICOLES

Carte du nombre d'espèces à enjeux pour les milieux landicoles par maille 500x500 mètres sur les communes de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic



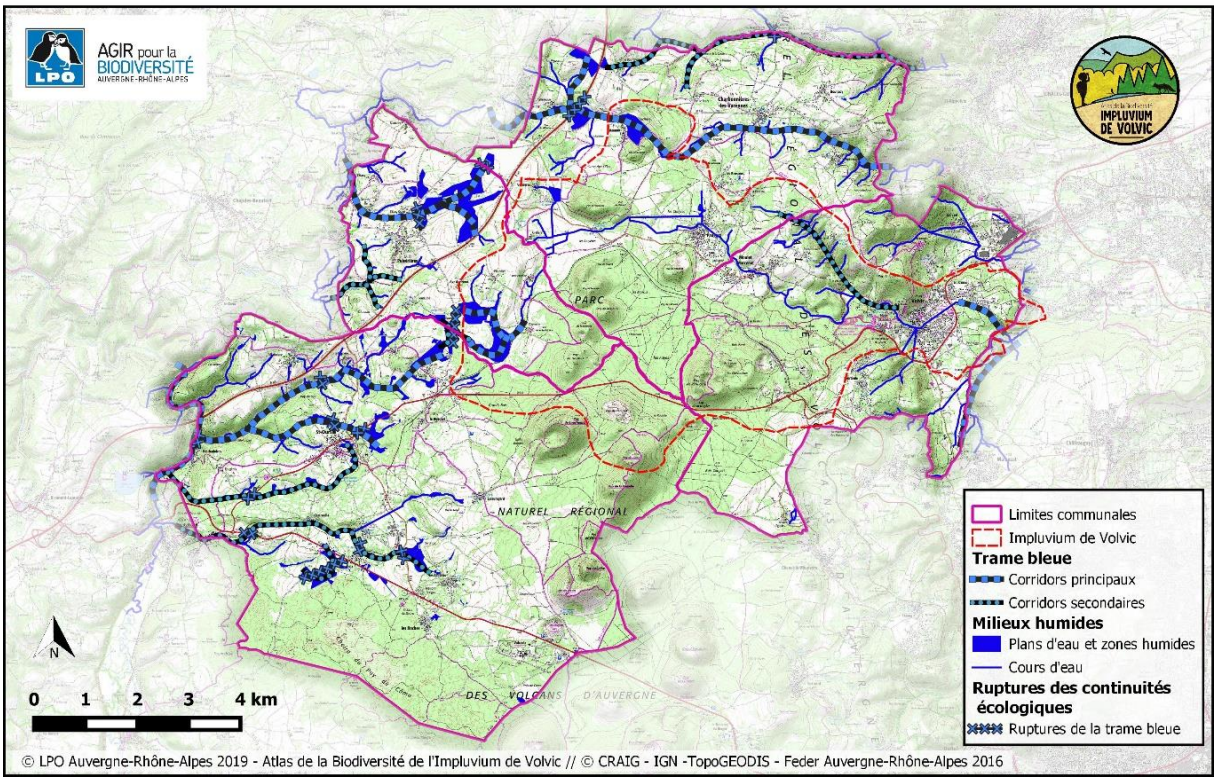
ANNEXE 22 : CARTE DU NOMBRE D'ESPÈCES A ENJEUX POUR LES MILIEUX HUMIDES

Carte du nombre d'espèces à enjeux pour les milieux humides par maille 500x500 mètres sur les communes de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic



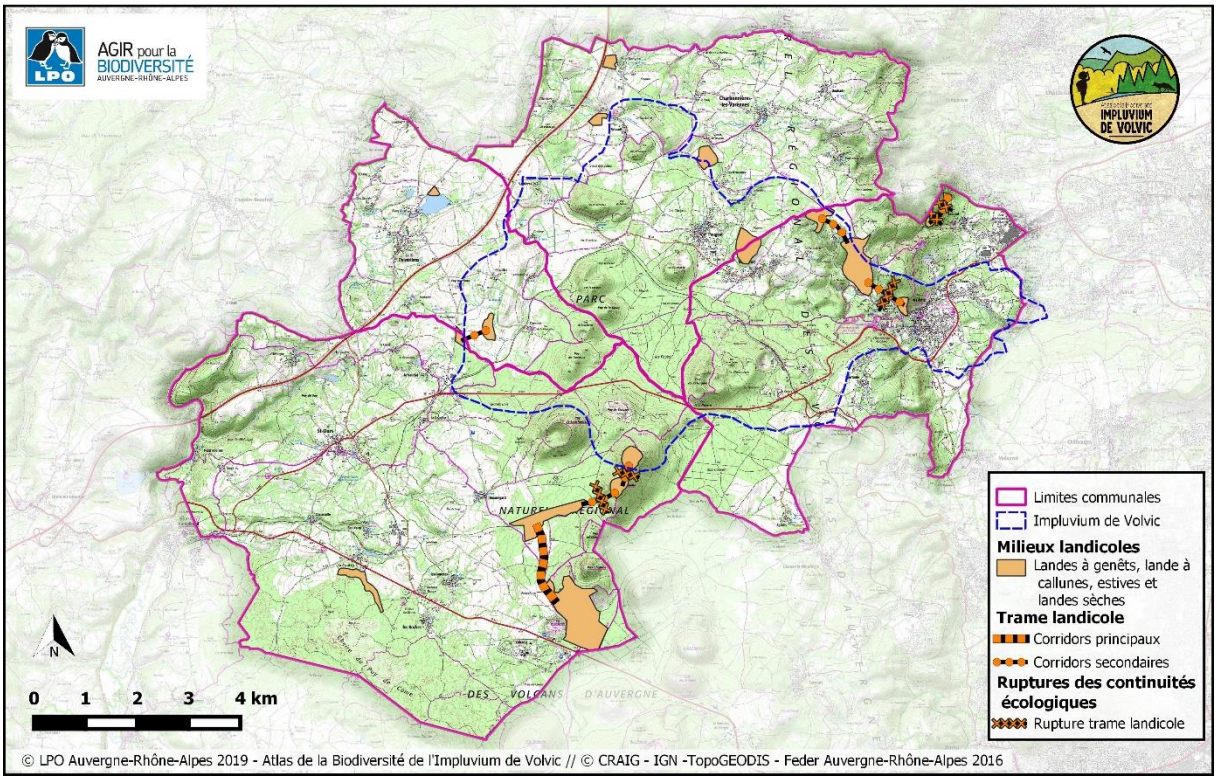
ANNEXE 23 : CARTE DE LA TRAME BLEUE

Carte de la trame bleue, des ruptures de continuités écologiques et des milieux humides prioritaires pour la conservation de la biodiversité sur les communes de l'impluvium de Volvic



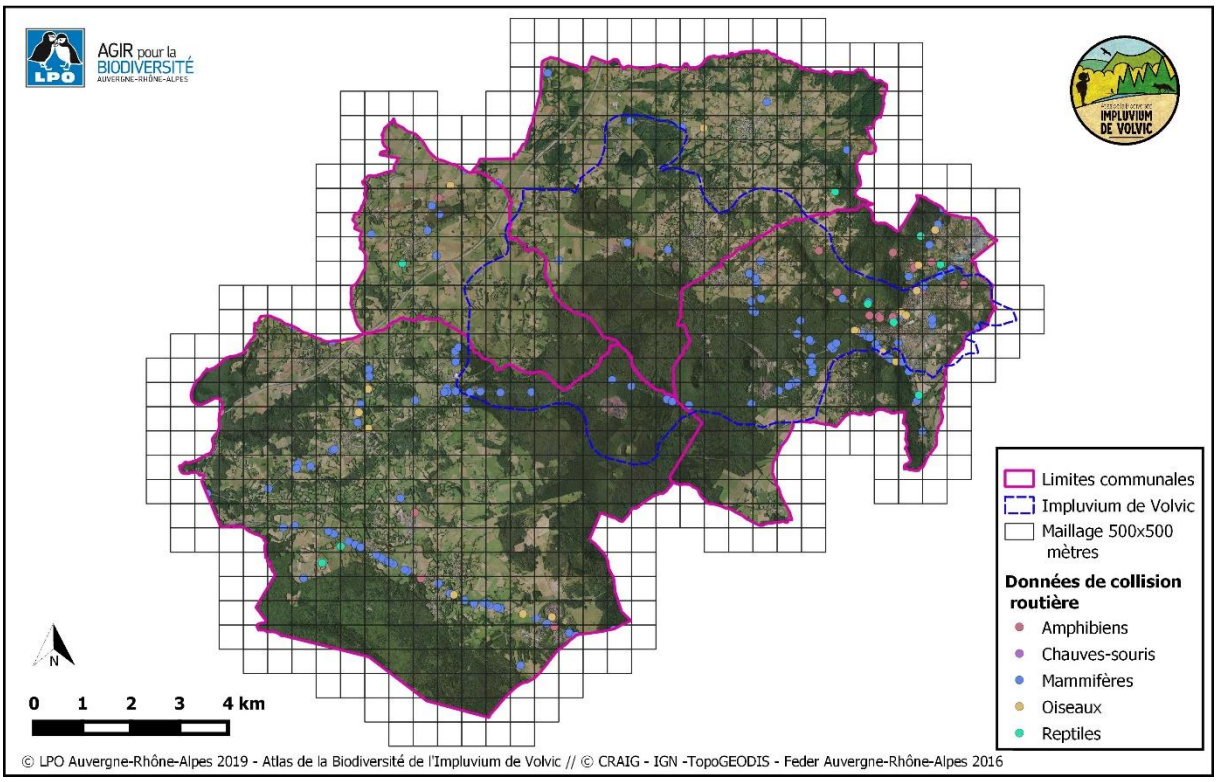
ANNEXE 24 : CARTE DE LA TRAME LANDICOLE

Carte de la trame landicole, des ruptures de continuités écologiques et des milieux landicoles prioritaires pour la conservation de la biodiversité sur les communes de l'impluvium de Volvic



ANNEXE 25 : CARTE DE LA FAUNE TUÉE PAR COLLISION ROUTIÈRE

Carte des données de faune tuée par collision routière sur les communes de l'Atlas de la Biodiversité de l'Impluvium de Volvic



ANNEXE 26 : FORMULE DE CALCUL DE L'INDICE LPO

Pour un groupe taxonomique :

$$\frac{nb\ sp.\ par\ maille\ kilométrique}{nb\ sp.\ total\ pour\ la\ région\ Auvergne}$$

Pour les 7 groupes taxonomiques :

$$\frac{\frac{nb\ sp.\ par\ maille}{nb\ sp.\ total\ pour\ la\ région} + n\ grp\ taxo\ \frac{nb\ sp.\ par\ maille}{nb\ sp.\ total\ pour\ la\ région}}{nb\ grp\ taxo\ total}$$