



Charte du Parc naturel régional du Pilat  
Août 2022  
État de lieux de la Biodiversité

# Évolution de la Biodiversité du Parc du Pilat depuis 20 ans





# TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	4
<b>1 Évolution de l'avifaune du Parc du Pilat.....</b>	<b>5</b>
1.1 Évolution de la diversité et de l'abondance des populations d'oiseaux suivis par IPA.....	5
Préparation des données et méthodes d'analyses.....	5
Évolution qualitative et quantitative de la diversité d'oiseau.....	8
Evolution de l'abondance des populations d'oiseaux.....	10
1.2 Evolution de l'avifaune de prairies de fauche.....	15
Préparation des données et méthodes d'analyses.....	15
Evolution de la diversité et des populations d'oiseaux de prairies de fauche.....	15
1.3 Evolution des populations de Chevêche.....	17
Préparation des données et méthodes d'analyses.....	17
Evolution des populations de Chevêche d'Athéna.....	17
1.4 Influence des changements de végétation sur l'évolution des peuplements d'oiseaux.....	20
<b>2 Evolution des Rhopalocères de prairies de fauche.....</b>	<b>23</b>
2.1. Diversité spécifique et effectifs recensés.....	23
2.2. Évolution des cortèges d'espèces prairiales.....	26
<b>3 Evolution des Amphibiens.....</b>	<b>28</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>30</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>31</b>
<b>A1. Occurrence et abondance totale observée des espèces suivies par IPA entre 2006 et 2021.....</b>	<b>32</b>
<b>A2. Résultats des analyses de tendances globales et de variations temporelles de la richesse et de la diversité de l'avifaune sur les sites IPA au sein du PNR Pilat.....</b>	<b>36</b>
<b>A3. Résultats des analyses de tendances globales et de variations temporelles de l'abondance globale des oiseaux communs, et des espèces spécialistes.....</b>	<b>37</b>
<b>A4. Tendances temporelles des espèces d'oiseaux suivi par I.P.A (pour les espèces dont une estimation était possible).....</b>	<b>38</b>
<b>A5. Estimations des tendances temporelles et des évolutions en pourcentage des abondances des espèces observées dans le cadre du suivi IPA.....</b>	<b>41</b>
<b>A6. Résultats des modèles de régression linéaire univariée des tendances des espèces d'oiseaux.....</b>	<b>43</b>
<b>A7. Nombre cumulé d'individus recensés pour chaque espèce au cours de la période de suivi des prairies de fauche.....</b>	<b>44</b>
<b>A8. Occurrence des 67 espèces de Rhopalocères dénombrées au cours de la période 2010-2021 du suivi des 6 sites de prairies de fauche du PNR du Pilat.....</b>	<b>45</b>

# Introduction

Le Parc naturel régional du Pilat a notamment pour mission de préserver la faune, la flore et les espaces naturels du territoire. Pour mieux construire les actions de préservation, la connaissance fine de la biodiversité est nécessaire. L'observatoire de la biodiversité du Parc du Pilat a été créé pour répondre à cet objectif, inscrit dans la Charte du Parc : "Suivre l'état de la biodiversité et son évolution". Des suivis spécifiques doivent permettre de répondre à ce besoin d'évaluation.

Après plus de 10 ans de suivis, voire 20 ans pour les plus anciens, il est possible d'en tirer des premières conclusions sur les évolutions de la faune et de la flore.

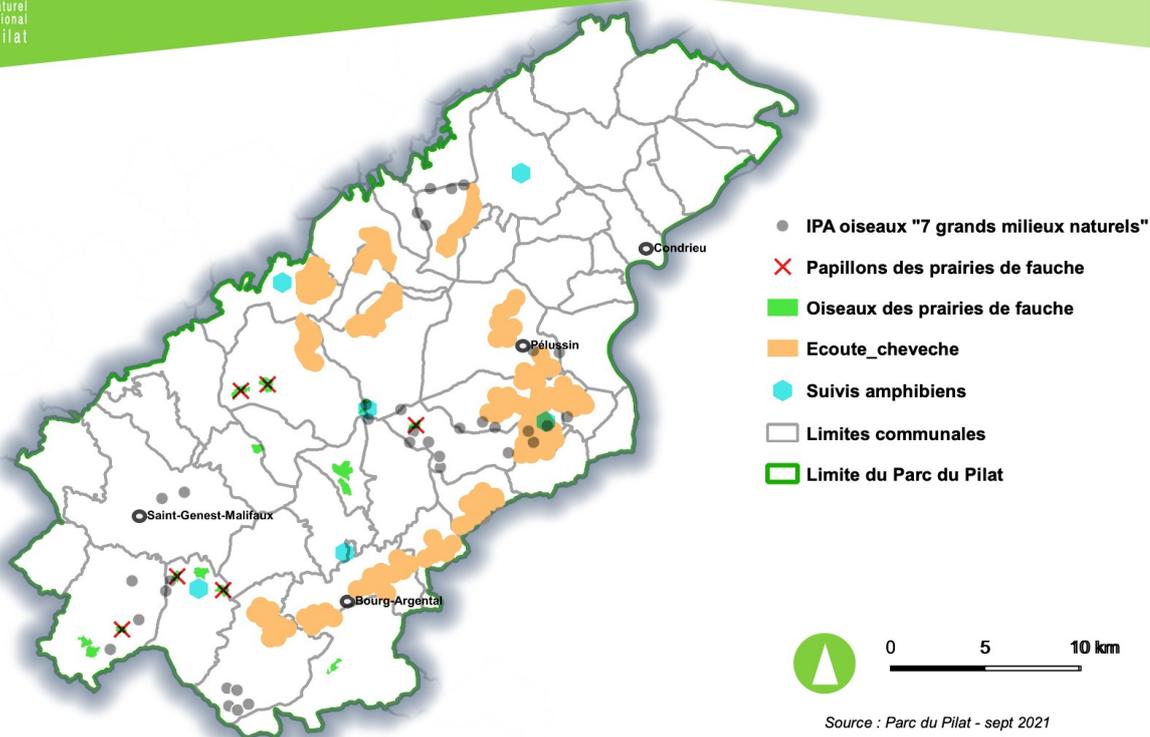
Ce rapport présente les résultats des analyses statistiques menées sur cinq suivis sur le long terme :

- les populations d'oiseaux dans 7 grands types de milieux naturels
- les populations d'oiseaux des prairies de fauche
- les populations de papillons des prairies de fauche
- les populations de chouettes chevêches sur 3 secteurs du Pilat
- les populations d'amphibiens.

Cette évaluation de l'évolution de la biodiversité permet de faire un bilan après plus de 10 ans de mise en place de l'observatoire et alimente aussi le diagnostic de l'évolution du territoire, préalable à la révision de la future Charte du Parc du Pilat : destination 2041.



## Suivis de l'observatoire de la biodiversité du Parc du Pilat



# 1 Évolution de l'avifaune du Parc du Pilat

Les jeux de données de trois suivis différents ont été mobilisés pour analyser l'évolution de l'avifaune du Pilat :

- Données du Suivi IPA

Inventaires des populations avifaunistiques sur 35 sites répartis sur 7 grands types de milieux au sein du Parc du Pilat (Centre Ornithologique Rhône-Alpes et Ligue de Protection des Oiseaux Loire). Un suivi I.P.A effectué tous les 5 ans depuis 2006. Années de suivi : 2006, 2011, 2016, 2021.

- Données du Suivi des Oiseaux de Prairies de Fauche

Dans le cadre du suivi pluriannuel de l'avifaune des prairies de fauche du Parc du Pilat, 15 stations d'écoute ont été suivies en 2007. Elles sont réalisées selon le protocole de l'observatoire national des prairies de fauche, par la fédération des chasseurs de la Loire.

- Données du Suivi Chevêche

Inventaire des mâles chanteurs de Chevêche sur 3 secteurs du Pilat (Gier, Pélussinois et Déôme), par la méthode de la repasse. Chaque secteur est suivi tous les 5 ans depuis 2002, par la LPO Loire.

## 1.1 Évolution de la diversité et de l'abondance des populations d'oiseaux suivis par IPA

### Préparation des données et méthodes d'analyses

Pour chaque espèce, l'abondance maximum entre les deux passages IPA de chaque année a été retenue comme valeur annuelle d'abondance spécifique. L'observation unique de la Paruline rayée (erreur de saisie dans le jeu de données) a été retirée du jeu de données IPA

L'approche adoptée consiste à évaluer la structure générale des peuplements d'oiseaux au sein du Parc du Pilat à partir des trois variables que sont la **richesse spécifique totale** (S), la **diversité** (D) à travers les indices de Shannon et de Simpson, et l'**abondance** (A). Les différents indices de diversité actuellement utilisés permettent d'étudier la structure des peuplements en faisant référence ou non à un cadre spatio-temporel concret. Ils permettent d'avoir rapidement, en un seul chiffre, une évaluation de la biodiversité du peuplement.

L'**indice de diversité de Shannon-Weaver** considéré ici est celui qui est le plus couramment utilisé dans la littérature, il est basé sur :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2(N_i / N))$$

avec  $N_i$  le nombre d'individus d'une espèce donnée,  $i$  allant de 1 à S (nombre total d'espèces),  $N$  le nombre total d'individus.

H' est minimal (=0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, H' est également minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (Frontier, 1983).

L'**indice de Simpson** mesure quant à lui la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce :

$$D = \sum Ni(Ni-1)/N(N-1)$$

avec Ni le nombre d'individus de l'espèce donnée, et N le nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Schlaepfer, Büttler, 2002). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

Différentes métriques d'abondance ont été considérées pour les analyses temporelles des données IPA En plus des i) variations temporelles de l'**abondance globale** des espèces observées sur la période de suivi (2006-2021), ii) les variations temporelles de l'abondance de **différentes guildes de spécialistes à l'habitat** ont été analysées (en s'appuyant sur les listes d'espèces utilisées pour construire les indicateurs plurispécifiques STOC), pour rendre compte des tendances temporelles de l'abondance moyenne des espèces **spécialistes des milieux agricoles** (n= 18 sur les espèces, sur les 24 de l'indicateur national), **spécialistes des milieux forestiers** (n=16 espèces, sur les 24 de l'indicateur national), **spécialistes des milieux urbains** (n=10 espèces, sur les 13 de l'indicateur national), et des espèces **généralistes** (n=10 espèces, sur les 14 de l'indicateur national).

Les changements temporels de la diversité des oiseaux (et des abondances relatives de populations) ont été analysés par le biais de modèles linéaires généralisés mixtes dans lesquels chacune des métriques de richesse et diversité (respectivement d'abondance des populations) étaient considérés comme la variable dépendante, l'année considérée comme un effet fixe catégoriel, et le site IPA considéré comme un effet aléatoire, pour tenir compte de la non-indépendance des sites d'échantillonnage et de l'influence potentielle de la structuration spatiale des observations. Un effet aléatoire 'espèce' a également été ajouté dans les modèles d'abondance, pour prendre en compte la variabilité des observations entre espèces. Les tendances linéaires des différentes métriques de diversité (respectivement d'abondance des populations) sur la période d'étude ont également été estimées en utilisant la même structure de modèle GLMM, mais en considérant l'année comme un effet fixe continu plutôt que catégoriel.

Enfin, les tendances temporelles au niveau du Parc du Pilat ont pu être estimées pour les espèces communes, ayant été observées la première année de suivi (2006) et au moins 3 années sur les 4 de suivi, et dont le nombre total d'individus recensés sur la période de suivi (2006-2021) était supérieur ou égal à 15 (voir Annexe **A1** pour plus de détails). Pour ces 54 espèces, les tendances exprimées en pourcentage de variation sur la période 2006 - 2021 ont été comparées aux tendances régionales (en Auvergne Rhône-Alpes) et nationales, estimées à partir des données STOC (sur la période 2002-2019). Pour estimer les variations temporelles et la tendance générale des populations de chaque espèce, un modèle linéaire généralisé a été appliqué avec l'abondance comme variable réponse, l'année en variable indépendante continue, et le site IPA en variable catégorielle.

Une analyse ad-hoc des tendances temporelles spécifiques a été réalisée pour déterminer les relations possibles entre l'évolution temporelle de l'abondance des espèces d'oiseaux et leurs traits d'histoire de vie. De nombreuses études ont pu mettre en évidence que les espèces migratrices longue distance déclinent plus rapidement que les espèces migratrices courtes distances ou les espèces résidentes; de même que les espèces spécialistes, en particulier des milieux ouverts, et les insectivores présentent les déclinés les plus marqués ces dernières décennies (Sanderson et al. 2006; Gregory et al. 2019; Rushing et al. 2020; Bowler et al. 2019; Barlein 2016). Aussi, il a été testé l'hypothèse que la tendance temporelle des populations d'oiseaux du Pilat diffèrent en fonction du statut de migration (migrateur vs. résident), de l'indice de spécialisation à l'habitat, ou encore du niveau trophique des espèces. Pour cela, un modèle de régression linéaire univariée a été utilisé pour tester l'effet de chaque trait sur les tendances spécifiques, en pondérant par l'écart-type des estimations de tendances afin de prendre en compte la précision des estimations. Un test de Grubbs a été effectué au préalable pour détecter d'éventuels valeurs aberrantes.

Enfin, une analyse statistique complémentaire a été réalisée pour évaluer la relation potentielle entre les tendances d'évolution des peuplements d'oiseaux (diversité et abondance) et les changements de végétation au sein du Parc du Pilat sur la période 2006-2021.

Pour définir ces changements, la cartographie des végétations naturelles CarHab (CBNMC, 2019) a été utilisée. A partir de cette base de données, qui contient des informations de l'occupation du sol de 2004 et 2019, il est possible de définir si les espaces naturels ont connu en 15 ans une artificialisation (pression négative), un gain de naturalité (pression positive) ou est resté stable. Parmi les espaces artificialisés apparaissent les cultures (annuelles, arboricultures ou viticultures), prairies temporaires, plantations monospécifiques, bâtis et routes. Parmi les espaces naturels sont classés les forêts diversifiées, les prairies naturelles, les landes, les pelouses, zones rocheuses et zones humides. Un gain de naturalité exprime un passage entre 2004 et 2019 d'espaces anthropisés à des espaces plus naturels, à l'inverse d'une anthropisation. Notons cependant que la notion de stabilité ne reflète pas nécessairement un maintien du type de végétation, mais seulement du degré de naturalité.

Ensuite, pour compléter les analyses, des modèles linéaires généralisés mixtes ont été utilisés dans lesquels chacune des métriques de richesse et diversité (respectivement d'abondance des populations) étaient considérés comme la variable dépendante, une interaction entre l'année et le changement de végétation naturelle (pression négative ou positive), et le site IPA considéré comme un effet aléatoire (ainsi que l'espèce pour les modèles d'abondance).

## Évolution qualitative et quantitative de la diversité d'oiseau

97 espèces au total ont été dénombrées au sein du Parc du Pilat sur l'ensemble de la période de suivi IPA (voir Table A1 en Annexe pour la liste complète). Le nombre total d'espèces recensées chaque année depuis 2006 est quasi stable - autour de 80 espèces - après une légère diminution entre 2006 et 2011 (2006 : 82 espèces dénombrées ; 2011 : 77 espèces dénombrées ; 2016 : 79 espèces dénombrées ; 2021 : 77 espèces dénombrées).

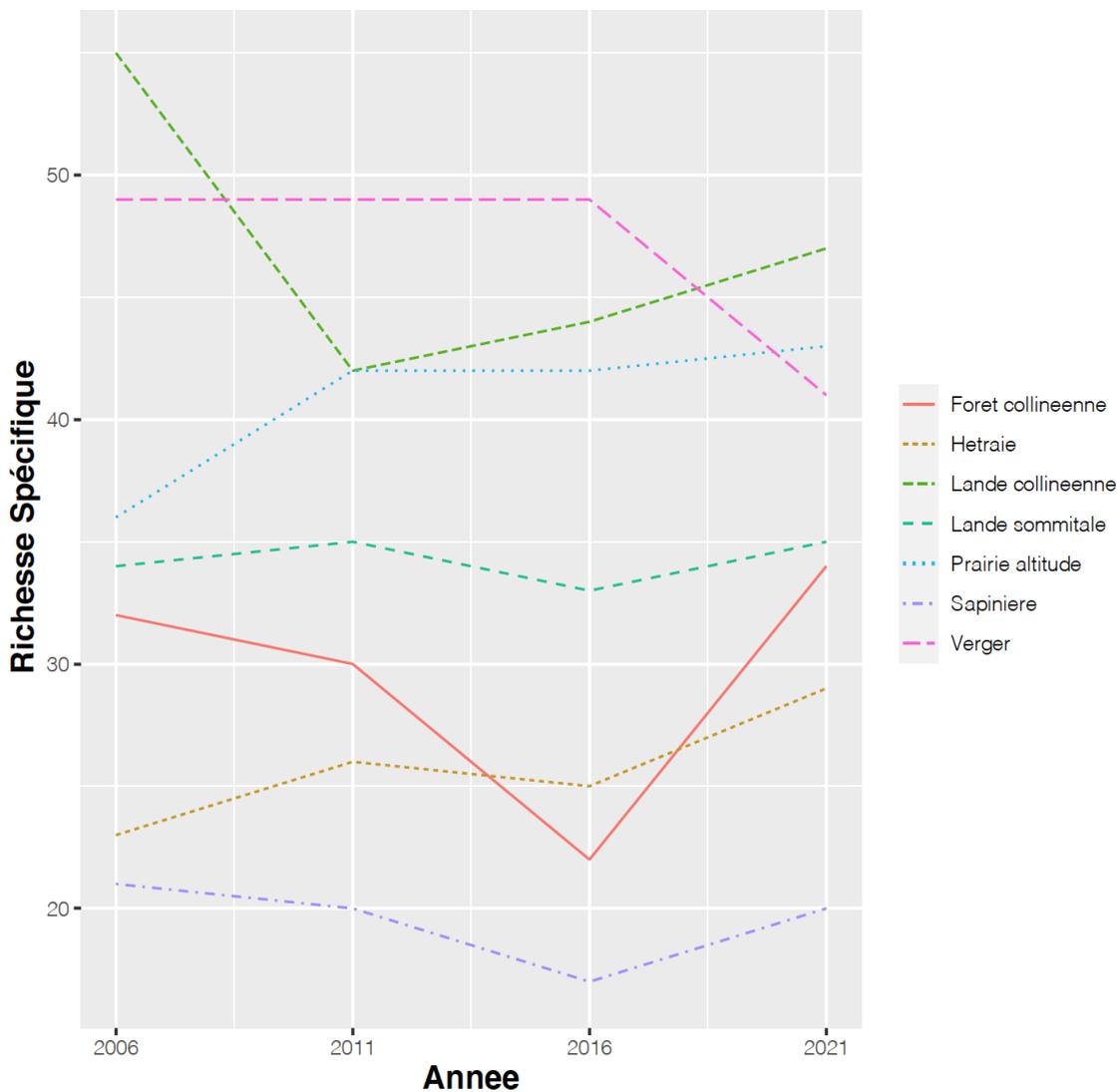
Les analyses statistiques révèlent que la richesse spécifique moyenne observée sur les sites IPA au sein du Parc est en légère hausse, liée notamment à une augmentation significative de la richesse spécifique moyenne par site recensée en 2021 (Annexe **A2**). On observe la même tendance significative pour l'indice de diversité de Shannon, mais pas pour l'indice de Simpson (Annexe **A2**). Cette faible augmentation de la diversité moyenne de l'avifaune pourrait reposer sur l'apparition de quelques espèces rares et peu abondantes sur certains sites du Parc (ou la détection d'espèces peu abondantes qui n'étaient pas vues dans les premières années du suivi).

L'évolution du nombre total d'espèces recensées au sein de ces différents types milieux est illustrée Figure 1.1, et peut-être détaillée ainsi :

- Landes d'altitude (sommiales): milieux assez riches en diversité d'oiseaux. Le nombre total d'espèces dénombrées y est stable depuis 2006 (entre 33 et 35 espèces recensées chaque année de suivi).
- Landes collinéennes : milieux riches en diversité d'oiseaux. Le nombre total d'espèces dénombrées est en augmentation depuis 2011, après un fort déclin entre 2006 et 2011.
- Forêts collinéennes : milieux assez riches en diversité d'oiseaux. Le nombre total d'espèces dénombrées est globalement stable (une trentaine d'espèces), avec cependant une baisse notable en 2011 (22 espèces dénombrées).
- Forêts d'altitude (sapinières) : milieux pauvres en diversité d'oiseaux. Le nombre total d'espèces dénombrées est globalement stable (une vingtaine d'espèces) depuis 2006.
- Hêtraies : milieux assez pauvres en diversité d'oiseaux. Cependant le nombre total d'espèces recensées est en augmentation depuis 2006.
- Vergers : milieux riches en diversité d'oiseaux. Le nombre total d'espèces dénombrées était constant depuis 2006 (49), mais il a diminué en 2021 (41).
- Prairies d'altitude : milieux assez riches en diversité d'oiseaux. Le nombre total d'espèces dénombrées y est légèrement en augmentation depuis 2006.

D'un point de vue quantitatif, les analyses statistiques révèlent une augmentation significative de la richesse spécifique moyenne sur les sites IPA dans les Hêtraies et les Prairies d'altitude.

Figure 1.1. Évolution du nombre d'espèces recensées au sein des différents types de milieux.



## Evolution de l'abondance des populations d'oiseaux

Les analyses d'abondance révèlent une tendance globale stable des populations d'oiseaux (97 espèces recensées) au sein du Parc du Pilat sur la période 2006-2021. Néanmoins, l'abondance moyenne des espèces indicatrices des milieux agricoles a diminué de 29% sur la période suivie IPA. De même que les espèces généralistes montrent un léger déclin (13%) sur la période de suivi (Annexe A3).

Parmi les espèces pour lesquelles une estimation de tendance de population était possible, certaines montrent une augmentation significative des abondances relatives observées sur la période de suivi (Table 1.1). C'est le cas de la *Bergeronnette grise* et de la *Grive draine*, toutes deux en augmentation en Auvergne-Rhône-Alpes mais stables à l'échelle nationale. C'est le cas également du *Faisan de Colchide* et de la *Mésange bleue*, stable en Auvergne-Rhône-Alpes mais en légère augmentation à l'échelle nationale. Le *Chardonneret élégant*, le *Pic noir* (espèce listée sur l'Annexe 1 de la Directive Oiseaux) et la *Tourterelle turque* tendent à augmenter à l'échelle du Parc du Pilat (tendance proche du seuil de significativité), pour lesquelles une prochaine de campagne de suivi pourrait permettre de confirmer cette tendance. D'autant que le *Chardonneret élégant* est stable à l'échelle de la région mais en déclin à l'échelle régionale. Le *Pic noir* est quand à lui en augmentation à l'échelle de la région AURA.

A l'inverse, 19 des 54 tendances spécifiques analysées montrent un déclin significatif sur la période de suivi. Parmi ces espèces on retrouve l'*Alouette des champs*, le *Bruant jaune*, la *Caille des blés*, l'*Hirondelle rustique*, le *Pipit des arbres*, le *Roitelet huppé*, le *Rossignol philomèle*, la *Tourterelle des bois*, le *Verdier d'Europe* en déclin également à l'échelle régionale et nationale.

Il faut noter que pour un certain nombre d'espèces le nombre d'individus observés par site est relativement faible. Si bien qu'une faible variation du nombre d'individus suffit à influencer fortement la tendance temporelle estimée de l'espèce. Par ailleurs, le nombre d'individus observés correspond à l'abondance relative de l'espèce. L'abondance observée dépend bien évidemment de la détectabilité de l'espèce, et de la capacité de détection par l'observateur, sur les différents sites au sein du Parc du Pilat (à noter par exemple que les espaces urbains ne sont pas prospectés lors de la campagne IPA, ce qui tend à expliquer les tendances à la baisse de certaines espèces liées au bâti, comme par exemple le *Choucas des tours* ou de le *Verdier d'Europe*).

**Table 1.1. Evolution temporelle (en pourcentage) de 72 espèces observées dans le cadre du suivi IPA 2006-2021, et des évolutions temporelles correspondantes déterminées d'après les données du STOC (2002-2019) à l'échelle régionale AURA et à l'échelle nationale.**

L'évolution temporelle des abondances d'espèce a été calculée d'après la tendance temporelle estimée à partir d'un GLM, avec l'abondance de chaque espèce en variable réponse, l'année en variable explicative continue et le site IPA en variable explicative factorielle. En vert : les tendances significativement positives ; En orange : les tendances significativement négatives ; En gris : les tendances stables ou incertaines. Le seuil de significativité a été fixé à 0.05 (voir détails Annexe A5).

Espèce	Tendances Parc du Pilat	Tendances AURA	Tendances nationales
Accenteur mouchet	-26.14	-24.99	-30.22
Alouette des champs	-58.98	-16.53	-23.68
Alouette lulu	-20.03	-16.57	-5.08
Bec-croisé des sapins	-40.99	/	44.61

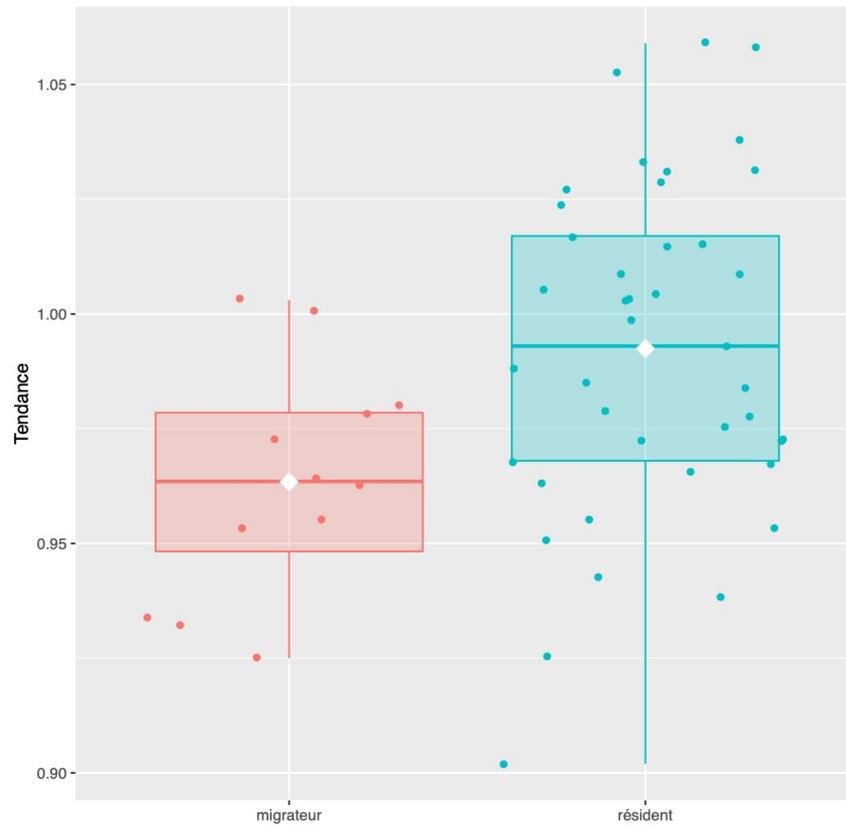
Bergeronnette grise	<b>121.52</b>	<b>7.97</b>	-0.61
Bruant jaune	<b>-37.46</b>	<b>-51.28</b>	<b>-54.73</b>
Bruant zizi	-31.89	-0.03	-4.64
Buse variable	26.57	<b>-8.03</b>	<b>-7.86</b>
Caille des blés	<b>-62.62</b>	<b>-41.16</b>	<b>-41.90</b>
Canard colvert	-48.84	<b>-13.67</b>	<b>18.05</b>
Chardonneret élégant	58.28	5.45	<b>-28.69</b>
Choucas des tours	<b>-47.76</b>	<b>106.68</b>	<b>96.52</b>
Corneille noire	-1.55	<b>-18.44</b>	1.75
Coucou gris	-24.63	<b>-24.19</b>	<b>-19.88</b>
Étourneau sansonnet	48.32	<b>68.90</b>	<b>23.90</b>
Faisan de Colchide	<b>122.01</b>	<b>-15.23</b>	<b>39.60</b>
Faucon crécerelle	-15.57	<b>5.55</b>	<b>-19.60</b>
Fauvette à tête noire	<b>-32.27</b>	<b>18.04</b>	<b>27.95</b>
Fauvette grisette	1.25	<b>6.87</b>	<b>-6.04</b>
Geai des chênes	7.27	4.39	<b>7.70</b>
Grimpereau des jardins	44.35	3.01	<b>9.53</b>
Grive draine	<b>54.16</b>	<b>24.15</b>	6.95
Grive musicienne	-19.24	<b>23.87</b>	-0.97
Hirondelle rustique	<b>-61.62</b>	<b>-17.00</b>	<b>-28.64</b>
Linotte mélodieuse	4.54	<b>11.69</b>	-4.19
Martinet noir	-39.73	<b>-48.14</b>	<b>-48.06</b>
Merle noir	-9.77	<b>5.49</b>	<b>5.40</b>
Mésange bleue	<b>106.64</b>	2.60	<b>6.46</b>
Mésange charbonnière	23.38	<b>-10.69</b>	-0.16
Mésange huppée	-32.90	<b>28.86</b>	-7.92
Mésange noire	<b>-29.38</b>	<b>23.06</b>	<b>6.24</b>
Milan noir	-26.84	<b>78.22</b>	<b>117.45</b>
Moineau domestique	<b>-56.14</b>	<b>8.54</b>	<b>-8.22</b>
Pic épeiche	53.88	<b>15.66</b>	<b>16.56</b>
Pic noir	69.31	<b>24.12</b>	6.94
Pic vert	23.38	<b>-11.25</b>	<b>-14.86</b>
Pie bavarde	<b>-50.74</b>	7.09	<b>16.14</b>
Pigeon ramier	5.70	<b>97.62</b>	<b>82.61</b>
Pinson des arbres	<b>-36.35</b>	-9.67	<b>2.62</b>
Pipit des arbres	<b>-47.51</b>	<b>-51.30</b>	<b>-27.49</b>

Pouillot véloce	4.85	-4.78	<b>-11.88</b>
Roitelet huppé	<b>-66.31</b>	<b>-39.33</b>	<b>-40.83</b>
Rosignol philomèle	<b>-40.88</b>	<b>-21.15</b>	<b>-3.95</b>
Rougegorge familier	<b>-33.16</b>	<b>15.33</b>	<b>-8.01</b>
Rougequeue noir	13.45	-1.72	-1.26
Serin cini	-27.01	<b>-44.71</b>	<b>-43.44</b>
Sittelle torchepot	<b>-38.33</b>	<b>-19.59</b>	<b>-16.40</b>
Tarier des prés	<b>-66.47</b>	/	<b>-59.22</b>
Tarier pâtre	4.30	<b>10.00</b>	<b>-18.71</b>
Tourterelle des bois	<b>-49.31</b>	<b>-60.89</b>	<b>-50.69</b>
Tourterelle turque	40.33	-0.27	<b>11.18</b>
Troglodyte mignon	14.13	<b>10.00</b>	<b>-20.62</b>
Venturon montagnard	<b>-98.93</b>	/	<b>-52.43</b>
Verdier d'Europe	<b>-76.46</b>	<b>-33.82</b>	<b>-51.63</b>

L'analyse des tendances spécifiques en fonction des traits d'histoire de vie révèle que les espèces résidentes ont des tendances de populations en moyenne plus élevées que les espèces migratrices, autrement dit les espèces migratrices déclinent plus que les espèces résidentes (Figure 1.2A; Annexe **A5**). Par ailleurs, les espèces nichant dans des trous/cavités semblent avoir de meilleures tendances (ou moins en déclin) que les espèces rupestres, ou que celles nichant au sol ou en hauteur (Figure 1.2B Annexe **A5**). Enfin, les tendances temporelles des espèces diminuent avec l'augmentation de leur spécialisation à l'habitat (Figure 1.3; Annexe **A5**). Cela peut certainement s'expliquer par le déclin marqué des espèces spécialistes des milieux agricoles (voir plus haut).

Figure 1.2. Boxplots des tendances des 54 espèces d'oiseaux en fonction A) de leur statut de migration (résident; migrateur) et B) la position de leur nid (E=Épigée; H=Hypogée; R=Rupestre; T=Trou/Cavité).

A)



B)

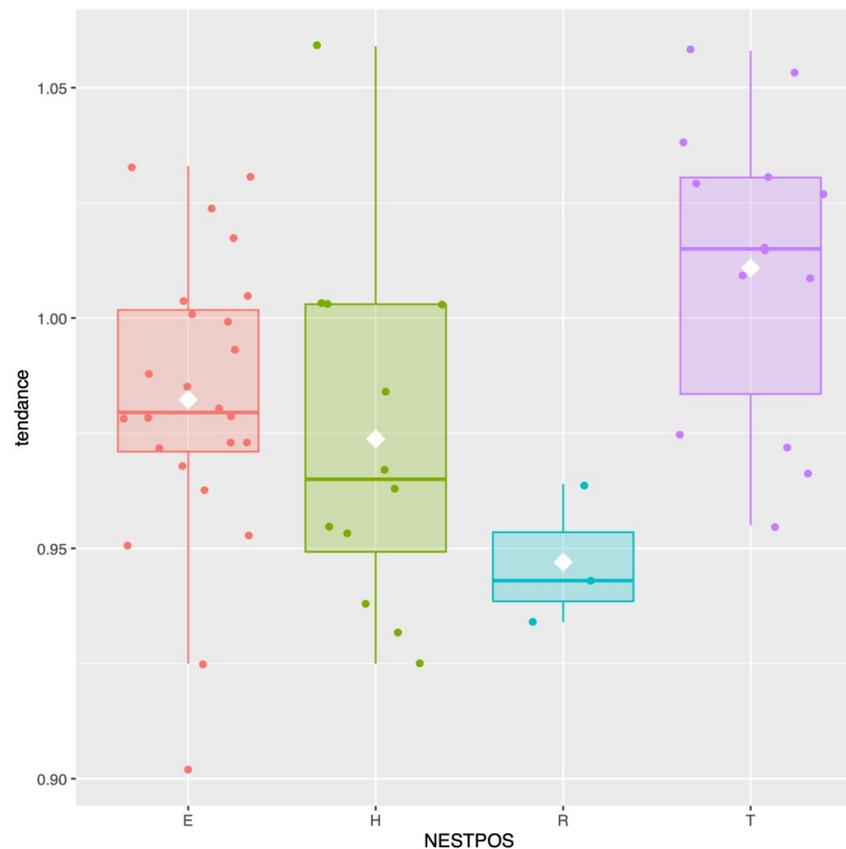
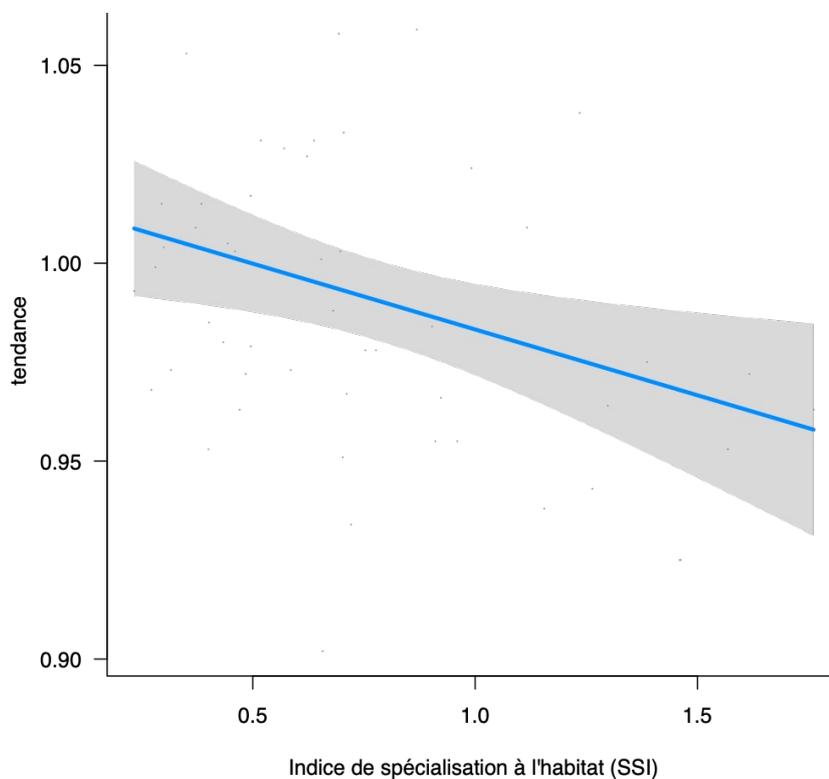


Figure 1.3. La régression linéaire ( $p\text{-value}=0.011$ ) révèle une relation positive entre les tendances des 54 espèces et leur indice de spécialisation à l'habitat.



## 1.2 Evolution de l'avifaune de prairies de fauche

### Préparation des données et méthodes d'analyses

Comme pour les données I.P.A, l'abondance maximum entre deux sessions de dénombrement a été retenue comme valeur annuelle d'abondance de chaque espèce.

Deux indices classiquement utilisés dans le cadre de l'Observatoire National de l'Écosystème Prairie de Fauche ont été mobilisés dans cette étude : l'Indice de Diversité spécifique (richesse spécifique; nombre cumulé d'espèces) et l'Indice Passereaux Prairiaux (nombre cumulé d'individus). Ces indices ont été calculés à chaque site, chaque année. Les tendances interannuelles de ces deux indices ont été analysées grâce un modèle de régression linéaire, avec l'année et le site de suivi en effets fixes. Dans le cas de l'IPP, un modèle linéaire généralisé suivant une loi de quasi-Poisson a été appliqué.

Par ailleurs, l'analyse des tendances temporelles de l'abondance des espèces prairiales a été effectuée pour les espèces répondant à des critères similaires à ceux utilisés pour analyser les tendances spécifiques avec les données IPA (espèces vues la première année, aux moins 3 années de suite et avec moins de 3 années consécutives d'absence sur les 15 ans de suivi). Les mêmes modèles que pour l'analyse des données IPA ont été appliqués pour estimer les tendances et les variations temporelles de l'abondance des espèces prairiales.

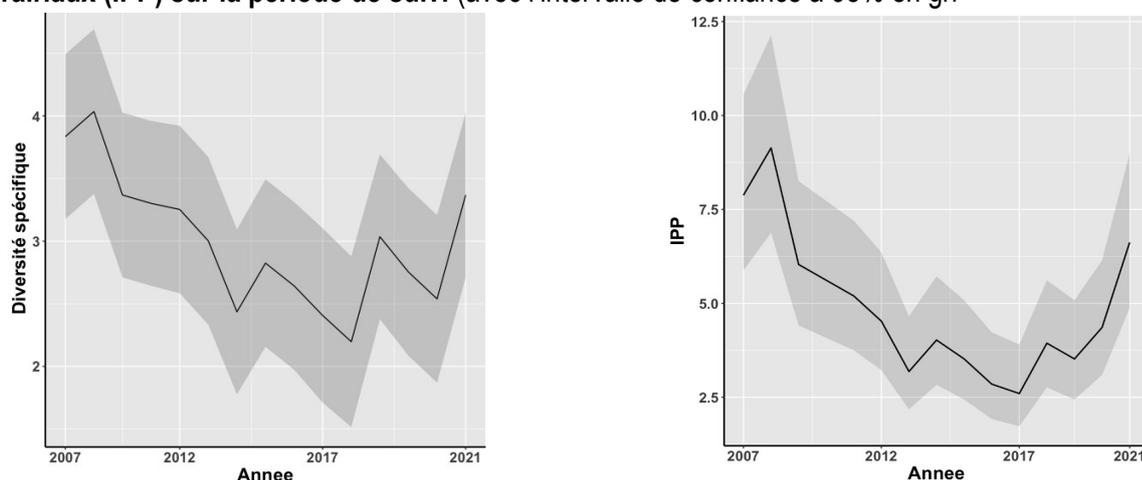
De même que pour les données de suivi IPA, une analyse statistique complémentaire a été réalisée pour évaluer la relation potentielle entre les tendances de l'avifaune prairiale (Diversité spécifique et IPP) et les changements de végétation au sein du Parc du Pilat. Pour cela, une interaction entre l'année et le changement de végétation (pression négative ou positive) a été ajoutée au sein du modèle de régression.

### Evolution de la diversité et des populations d'oiseaux de prairies de fauche

14 espèces au total ont été dénombrées sur les prairies de fauche au cours de la période de suivi.

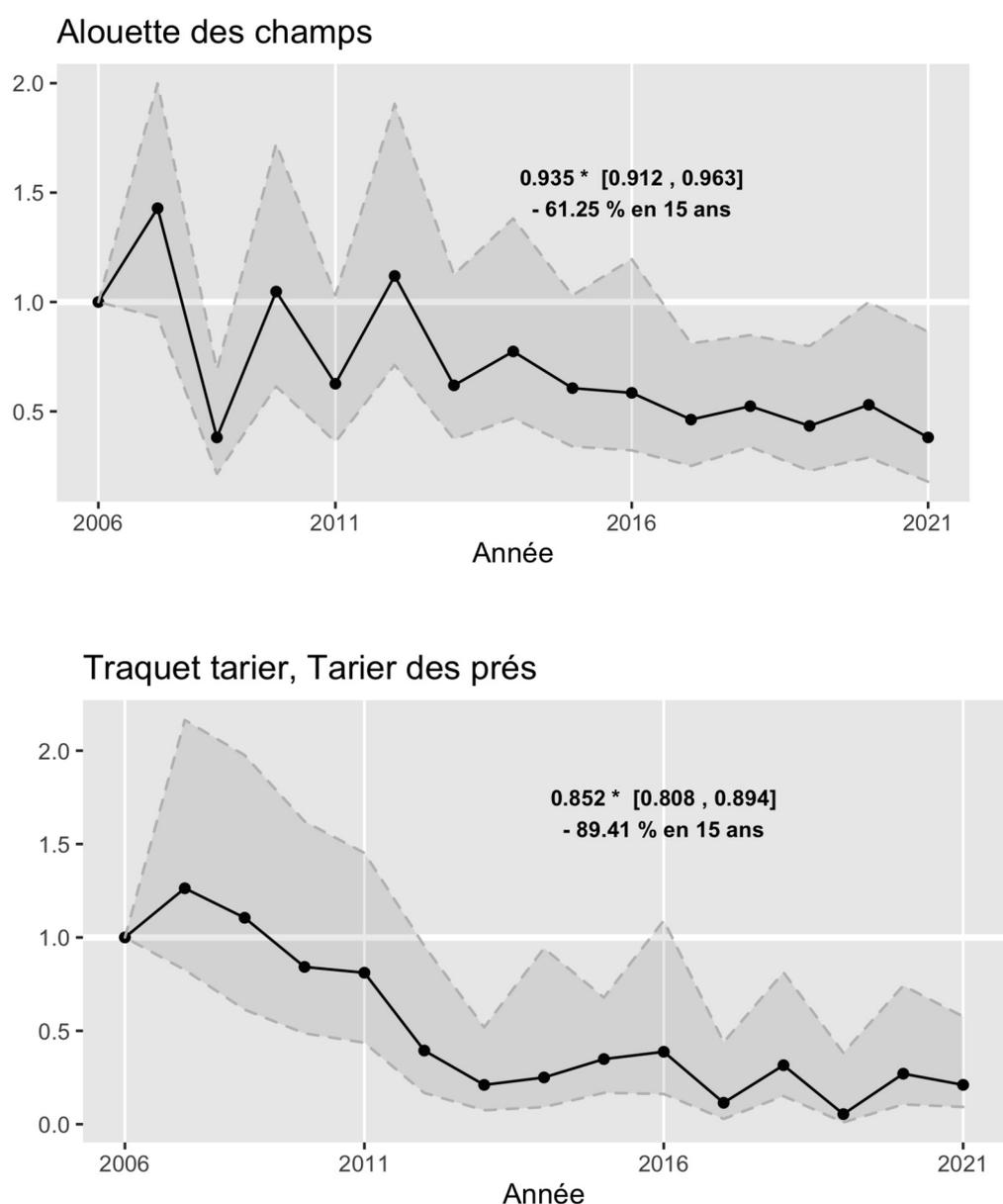
L'analyse statistique de l'indice de Diversité spécifique et de l'Indice Passereaux Prairiaux (Figure 1.4) révèle une tendance similaire, avec une diminution significative des deux indices sur la période de suivi (respectivement, coeff  $\pm$  err. std =  $-0.080 \pm 0.016$  ; p-value < 0.001 ; coeff  $\pm$  err. std =  $-0.050 \pm 0.009$ , p-value < 0.001). Après un déclin très marqué jusqu'en 2017, l'IPP semble remonter. La Diversité spécifique présente la même tendance mais avec une variabilité interannuelle plus forte. Les prochaines campagnes de suivi devront permettre de faire la lumière sur cette tendance récente.

**Figure 1.4. Tendance interannuelle de l'indice de Diversité spécifique et de l'Indice Passereaux Prairiaux (IPP) sur la période de suivi (avec l'intervalle de confiance à 95% en gri**



Parmi les 14 espèces dénombrées, les tendances de 6 espèces prairiales ont pu être estimées (Alouette des champs, Alouette lulu, Pie-grièche écorcheur, Pipit des arbres, Tarier des Prés). L'abondance relative de l'Alouette des champs et le Tarier des prés observée sur les prairies de fauche a décliné significativement au cours de la période de suivi (respectivement -61% et -89%). Pour ces deux espèces, le déclin semble être plus modéré néanmoins à partir de 2016 (Figure 1.5). Les analyses statistiques n'ont pas révélé de tendance significative pour les 4 autres espèces. Pour l'Alouette lulu cependant, une tendance à la hausse semble se dessiner. Là encore, les prochaines campagnes de dénombrement des oiseaux de prairies de fauche pourront peut-être mettre en évidence cette tendance.

**Figure 1.5. Tendance temporelle de l'abondance de l'Alouette des champs et du Tarier des prés sur la période de suivi des prairies de fauche.**



## 1.3 Evolution des populations de Chevêche

### Préparation des données et méthodes d'analyses

La base de données comporte 335 observations uniques. Pour les quelques points d'écoute échantillonnés plus d'une fois au cours d'une campagne de suivi, le nombre maximum d'individus observés aux différentes dates a été retenu comme valeur annuelle d'abondance.

Les tendances des populations de Chevêche dans chaque secteur indépendamment les uns des autres ont été évaluées sur le sous-échantillon de données du secteur correspondant, grâce à un modèle linéaire généralisé suivant une loi de quasi-Poisson avec l'année ainsi que le site de suivi en variables indépendantes (effets fixes).

Note: le recours à un GLMM avec le site en effet aléatoire comme pour l'analyse du jeu de données complet, n'était pas possible dans cette analyse par secteur (pas assez de données). C'est donc un GLM prenant en compte le site variable indépendante (effet fixe) qui a été utilisé.

Un modèle linéaire généralisé mixte, suivant une loi de Poisson zero-enflée, avec l'année en variable continue (respectivement, en variable factorielle) a été utilisé pour estimer la tendance temporelle (respectivement, les variations temporelles) des effectifs de populations de Chevêche au sein du Parc du Pilat. Le point d'écoute associé à chaque observation a été inclus comme effet aléatoire pour prendre en compte la non indépendance des observations temporelles (réplicats temporels). Par ailleurs, les dénombrements ayant été effectués sur 3 secteurs distincts, le secteur a été inclus en effet fixe indépendant pour estimer la tendance globale au sein du Parc, et en interaction avec l'année pour estimer les possibles différences de tendance entre secteurs.

### Evolution des populations de Chevêche d'Athéna

Les analyses statistiques révèlent un déclin significatif des populations de Chevêche au cours de la période de suivi (2002-2020) sur l'ensemble du Parc du Pilat (en nombre d'individus recensés et en densité de territoires). Les analyses par secteur révèlent un déclin significatif sur le Secteur du Gier (coeff  $\pm$  err. std =  $-0.222 \pm 0.086$  ; p-value = 0.010), et proche de la significativité sur le secteur du Pélussinois (coeff  $\pm$  err. std =  $-0.182 \pm 0.094$  ; p-value = 0.054). Sur le secteur de la vallée de la Déôme, les effectifs recensés de Chevêche sont plus faibles que sur les deux autres secteurs (voir Figure 1.6), mais restent relativement stables (coeff  $\pm$  err. std =  $-0.108 \pm 0.127$  ; p-value = 0.399).

Par ailleurs, les analyses ne montrent pas de différence significative de tendance entre ces 3 secteurs, tant d'un point de vue des effectifs que de la densité de territoires ( Figure 1.7).

Figure 1.6 Evolution des effectifs de mâles chanteurs (nombre de couples) de Chevêche dans les trois secteurs du Parc au cours de la période de suivi (4 campagnes : C1, C2, C3 et C4)

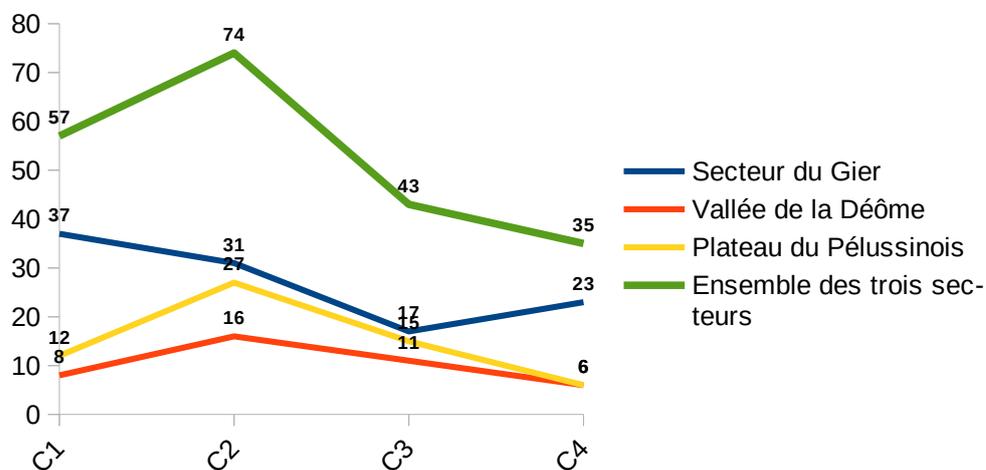
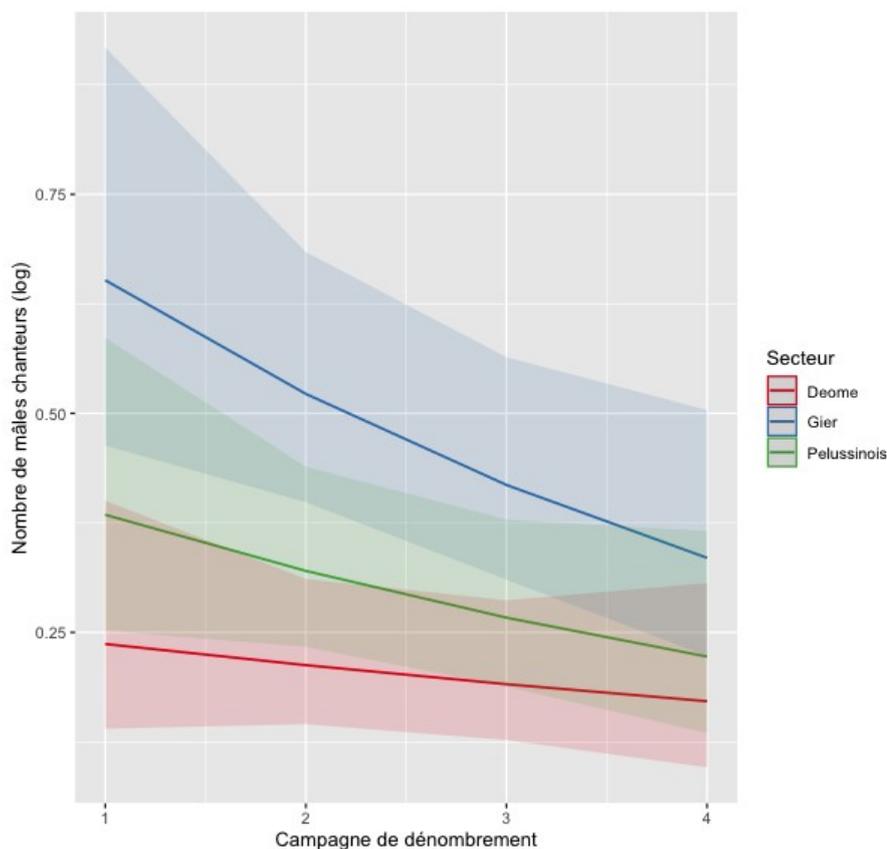
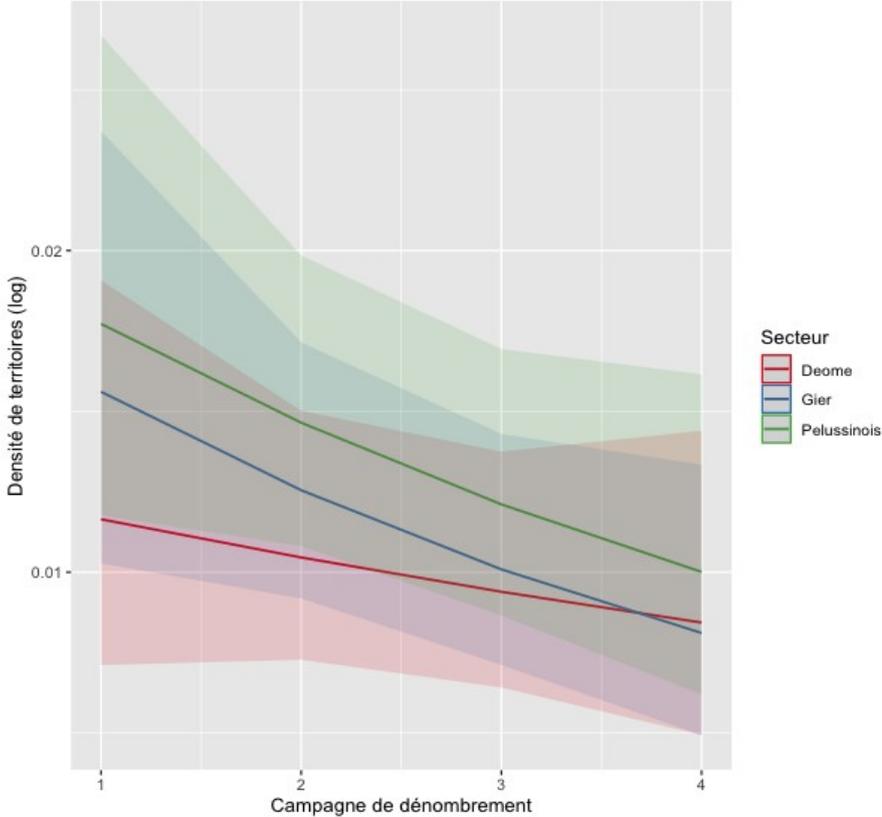


Figure 1.7 : Tendence d'évolution en nombre de mâles chanteurs et en densité de territoire sur les trois secteurs prospectés (échelle logarithmique)





## 1.4 Influence des changements de végétation sur l'évolution des peuplements d'oiseaux

L'abondance relative des populations d'oiseaux recensées sur l'ensemble du Parc est plus grande dans les sites soumis à des « pressions positives » ou avec « gain de naturalité », et notamment pour les spécialistes des milieux agricoles et urbains (Table 1.2). Cependant, on ne détecte pas d'effet à long-terme des pressions positives ou négatives sur les abondances des populations d'oiseaux.

Au niveau des communautés, on retrouve un effet positif du gain de naturalité sur la diversité de Shannon (et dans une moindre mesure sur la diversité de Simpson - non significatif) (Table 1.2). Autrement dit, les communautés sont plus diversifiées sur les sites où les changements de type "gain de naturalité" sont les plus importants.

**Table 1.2. Effets des changements de végétation, classés en deux types de pressions (perte vs gain de naturalité), sur les peuplements d'oiseaux faisant l'objet de différents suivis au sein du Parc du Pilat et sur leur évolution au cours de la période 2006-2021.**

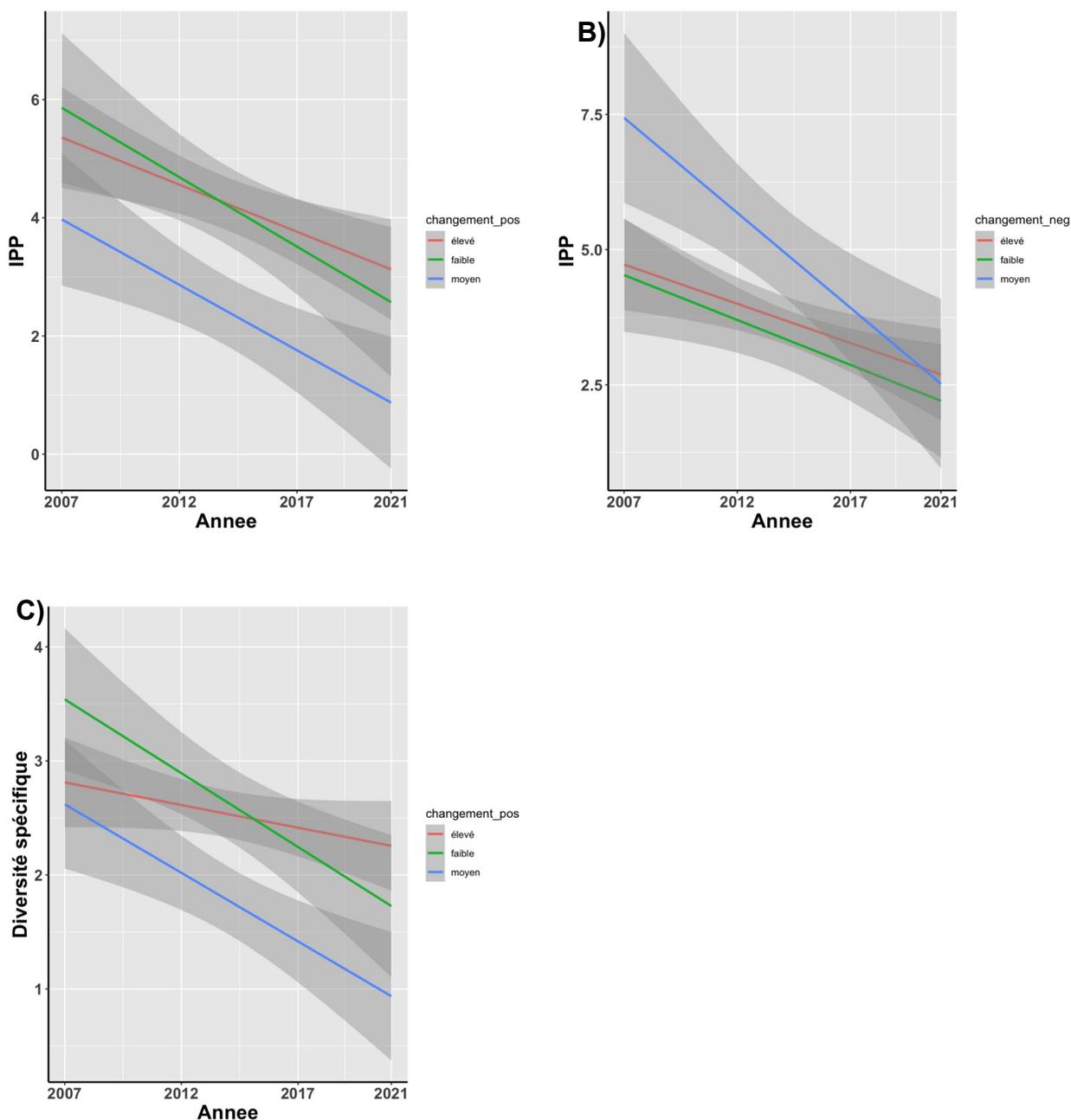
	Tendance temporelle	Hausse anthropisation (pressions négatives)	Hausse de naturalité (pressions positives)
Richesse spécifique (IPA)	augmentation		
Diversité Shannon (IPA)	augmentation		+
Diversité Simpson (IPA)	stable		+
Abondance globale 97 sp (IPA)	stable		+
Abondance Spec. Forestiers (IPA)	stable		-
Abondance Spec. Agricoles (IPA)	déclin		+
Abondance Spec. Urbains (IPA)	stable		+
Abondance Généralistes (IPA)	(tendance déclin)		
Indice Passereaux Prairiaux	déclin	-	-
Diversité passereaux prairiaux	déclin		-
Effectifs Chevêche	déclin		+

Concernant les prairies de fauche, les analyses statistiques révèlent que l'IPP et la Diversité spécifique :

- déclinent plus dans les prairies où les changements de végétation (au niveau du site) liés à du gain de naturalité sont faibles ou modérés,
- et déclinent moins dans les prairies où le gain de naturalité est plus fort (Figure 1.7A & C). Autrement dit, les pressions positives dans les prairies de fauche semblent limiter la perte d'individus et de diversité des espèces prairiales (l'effet est beaucoup plus marqué pour la Diversité spécifique).

De la même manière, l'IPP décline plus dans les prairies avec des niveaux intermédiaires de changements de végétation liés à des pressions d'anthropisation, qui sont aussi les prairies dans lesquelles l'IPP était initialement plus élevé. Les analyses n'ont pas permis de mettre en évidence une relation entre la tendance de diversité spécifique des espèces prairiales et les changements de végétation liés à des pressions d'anthropisation.

**Figure 1.7. Relation significative entre les tendances interannuelles de l'IPP et de la Diversité spécifique et le niveau de changements de végétation liés à du gain de naturalité (A, C) ou à des pressions d'anthropisation (B), au sein des prairies de fauche.**



Enfin, concernant les populations de Chevêche d'Athéna, les analyses statistiques ne montrent pas de relation significative entre les tendances observées au sein du Parc, et des différents secteurs, et l'évolution de la végétation à un niveau local. Les résultats montrent néanmoins que les effectifs recensés au cours des différentes campagnes sont plus importants dans les sites où les changements liés au gain de naturalité ("pression positive") sont les plus élevés, et ceci plus particulièrement dans les secteurs du Pélussinois et du Gier. Les analyses n'ont révélé aucune tendance significative entre l'évolution des dénombrements de Chevêche et les changements de végétation liés aux pressions d'anthropisation.

*Note : En dépit des changements de végétation observés à l'échelle du Parc sur l'ensemble de la période, il est possible que l'échelle spatiale à laquelle les données de végétation ont été extraites (tampon de rayon 1 km) pour caractériser les changements d'occupation à l'échelle des sites de suivi ne soit appropriée pour capturer ces changements observés à plus grande échelle, ce qui expliquerait les résultats peu significatifs de l'impact des changements de végétations naturelles.*

Les changements de végétations naturelles ne sont pas forcément la cause unique des déclinés observés. Les facteurs pouvant impacter les populations d'oiseaux sont multiples : la perte des infrastructures écologiques, la rénovation du bâti, le changement climatique... autant de facteurs pour lesquels il est difficile de trouver des données mobilisables pour définir si il y aurait des relations de cause à effet.

#### Résultats clés sur l'évolution de l'avifaune au sein du Parc du Pilat du Pilat

- **Tendance des populations et de la diversité avifaunistique relativement stable**
- **Déclin marqué des spécialistes agricoles sur l'ensemble du Parc qui suit les tendances de l'indicateur régional et national.**
- **Parmi les spécialistes agricoles, les espèces prairiales ne sont pas épargnées, avec un déclin très marqué du Tarier des prés et de l'Alouette des champs. Néanmoins, une tendance positive se dessine depuis 2017-2018 pour les effectifs de population et la diversité spécifique, qui pourraient évoquer une stabilité voire une amélioration des populations d'espèces prairiales**
- **Les populations de Chevêche sont en déclin sur l'ensemble du Parc, et particulièrement dans le secteur du Gier et du Pélussinois, où la densité de territoires était plus forte que dans la vallée de la Déôme.**
- **Il est difficile de faire le lien entre l'évolution de l'avifaune du Parc et les changements de végétation liés soit à des pressions d'anthropisation ou des dynamiques de renaturation. Néanmoins, pour les espèces prairiales, les dynamiques de renaturation semblent limiter le déclin des effectifs et la perte de diversité spécifique.**

## 2 Evolution des Rhopalocères de prairies de fauche

Le suivi des Rhopalocères est réalisé sur 6 secteurs de prairies de fauche depuis 2009 : "Champin", "Chaumienne", "Les Fonds", "Marlhes", "Chaussitre", "Laval", avec sur chacun 7 sessions de suivi par an.

Le site de Laval n'a été suivi qu'en partie en 2018 et a été retiré du suivi depuis 2019.

Une mission réalisée en 2020 par France Nature Environnement Loire pour le suivi des prairies de fauche par les Rhopalocères, a fait état de l'évolution des cortèges d'espèces prairiales. Nous reprenons ici les résultats mis en avant.

Dans les résultats qui suivent, le secteur de Laval (dont le suivi s'est arrêté en 2018) a été supprimé. Les chiffres concernent donc les cinq secteurs suivis depuis 2009 de manière continue.

### 2.1. Diversité spécifique et effectifs recensés

La diversité spécifique recensée tend à être un peu plus élevée sur les dernières années (voir Table 2.1 et Fig. 2.1). L'apparition des papillons étant souvent cyclique, les résultats d'abondance peuvent être très différents d'une année sur l'autre. L'analyse d'évolution de ces populations doit donc être lissée sur plusieurs années afin d'avoir une vision à long terme.

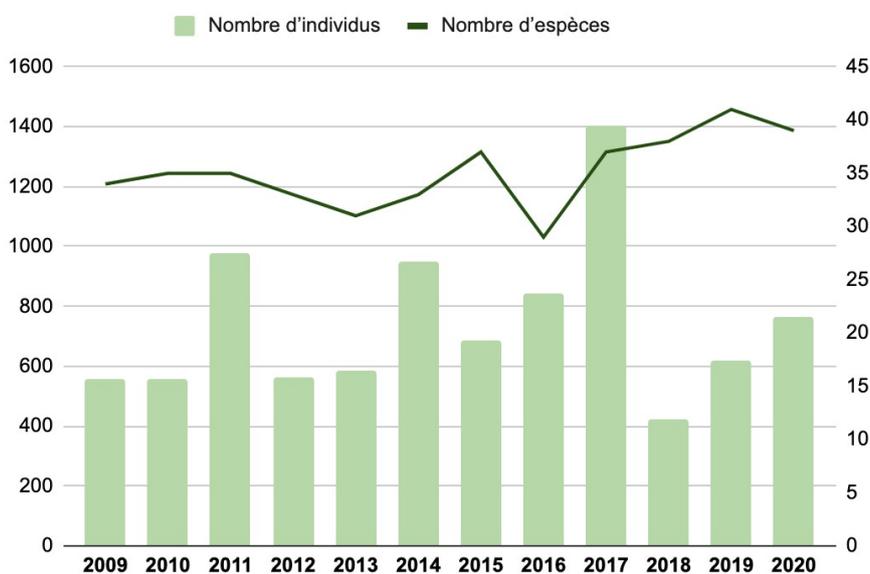


Figure 2.1. Évolution du nombre d'individus et du nombre d'espèces de Rhopalocères observés en prairies de fauche au sein du Parc depuis 2009.

Au total, 65 espèces de Rhopalocères ont été observées depuis le début du suivi en 2009. La Table 2.2 ci-dessous reprend l'ensemble de ces espèces. Les espèces les plus communes observées sont souvent les mêmes d'une année sur l'autre, mais avec des effectifs pouvant varier fortement.

Table 2.1. Bilan spécifique des Rhopalocères contactés depuis 2009.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
													Nombre total d'individus contactés	nombre de sites
Amaryllis	<i>Pyronia tithonus</i>	3	3	L	7	6	12	10	17	10	2	6	2	1
Argus bleu céleste	<i>Polyommatus bellargus</i>	1												
Argus frêle	<i>Cupido minimus</i>	3		3	4				L	1			1	1
Argus vert	<i>Callophrys rubi</i>		1		2	1	2				3		1	1
Aurora	<i>Anthocharis cardamines</i>	1	2		1					1				
Azuré commun	<i>Polyommatus icarus</i>	3	5	13	6	L	2	6	4	18	7	12	13	3
Azuré des coronilles	<i>Plebejus argyrognomon</i>							L						
Azuré des nerpruns	<i>Celastrina argiolus</i>	1												
Azuré du serpolet	<i>Phengaris arion</i>					4	3	4						
Azuré du thym	<i>Pseudophilotes baton</i>											1		
Belle Dame	<i>Vanessa cardui</i>	100	4					8	2	1	9	8		
Chiffre	<i>Fabriciana niobe</i>	23	12	7	5		7	19	5	30	6	18	21	2
Citron de Provence	<i>Gonepteryx cleopatra</i>										1			
Collier de corail	<i>Aricia agestis</i>							2		5	2	3	3	2
Comma	<i>Hesperia comma</i>	4		1		L		1		1	3	3	27	5
Cuivré commun	<i>Lycaena phlaeas</i>	6	5		3	1	2	1	4	3	1	3	2	2
Cuivré de la verge d'or	<i>Lycaena virgaureae</i>	4	12	27	1	5	10	6	5	25	3	10	20	1
Cuivré écarlate	<i>Lycaena hippothoe</i>		11	11	17	2	9	10	5	5		9	8	2
Cuivré fuligineux	<i>Lycaena tityrus</i>			12									1	1
Demi Argus	<i>Cyaniris semiargus</i>	1	15	1	28	6	1	4	1	16	9	2	11	3
Demi Deuil	<i>Menalgia galathea</i>	110	130	137	41	62	113	73	110	147	90	142	65	5
Flambé	<i>Iphiclidides podalirius</i>			1	1			2				1	1	1
Gazé	<i>Aporia crataegi</i>	5	5	26	11	8	14	11	10	35	17	16	32	4
Grand Nacré	<i>Speyeria aglaja</i>	1	29	134	18	6	32	23	7	37	17	29	31	5
Hespérie de la Houque	<i>Thymelicus sylvestris</i>	3	6	7		1	88	28	47	89	7	7	2	2
Hespérie de l'alcée	<i>Carcharodus alceae</i>						2	L	L	L		1		
Hespérie des potentilles	<i>Pyrgus armoricanus</i>											2		
Hespérie des sanguisorbes	<i>Spialia sertorius</i>												1	1
Hespérie du chiendent	<i>Thymelicus acteon</i>	2			1	2		2						
Hespérie du dactyle	<i>Thymelicus lineola</i>	1	1	16	14	66	186	69	153	148	23	31	32	5
Machaon	<i>Papilio machaon</i>	4	3	5	5	6	1	7	1	3		2	8	3
Mégère	<i>Lasiommata megera</i>								L					
Mélie des centaurees	<i>Melitaea phoebe</i>										1			
Mélie des scabieuses	<i>Melitaea parthenoides</i>		2	6	4	L		2		3	4	7	14	4
Mélie du plantain	<i>Melitaea cinxia</i>			1					2	L	4	1		
Mélie noirâtre	<i>Melitaea diamina</i>	2	2	4		2		3	2	3		1	1	1
Mélie orangée	<i>Melitaea didyma</i>		L	1	4	1	5	1	1	2	2	3	3	2
Moiré des fêtuques	<i>Erebia meolans</i>		5	6	4	4	4	1	L	8	6	13	4	1
Moyen Nacré	<i>Fabriciana adippe</i>	L	2	1	1		2							
Myrtil	<i>Maniola jurtina</i>	41	69	64	73	129	214	185	287	331	96	134	290	5
Nacré de la ronce	<i>Brenthis daphne</i>	L												
Nacré de la sanguisorbe	<i>Brenthis ino</i>										1	1		
Nacré porphyrin	<i>Boloria tiania</i>	5	5				4		2		2	1	1	1
Némusien	<i>Lasiommata maera</i>						1	1						
Paon du jour	<i>Aglais io</i>	4	2								1	1		
Petit Argus	<i>Plebejus argus</i>			1										
Petit Collier argenté	<i>Boloria selene</i>		10	3	1	3	2		1	6	1	2	2	1
Petit Nacré	<i>Issoria lathoni</i>	9	14	60	9	14	17	4	5	23	7	22	9	3
Petite Tortue	<i>Aglais urticae</i>	2	17	36	46	9	50	13	1	54	1	30	26	3
Petite Violette	<i>Boloria dia</i>	5	7	6	2			4		6	7	2	5	3
Piérade de la moutarde	<i>Leptidea sinapsis</i>	7	4	6	2	4	3	4	9	6	1	2	3	3
Piérade de la rave	<i>Pieris rapae</i>		7	4	1		2			3				
Piérade du chou	<i>Pieris brassicae</i>	10	71	22	8	49	11	4	4	16	3	1	5	4
Piérade du navet	<i>Pieris napi</i>	4		1		3				1			2	2
Point-de-Hongrie	<i>Erynnis tages</i>					1	3			L	3	1	2	2
Procris	<i>Coenonympha pamphilus</i>	76	66	184	116	63	66	98	99	233	37	63	96	5
Robert-le-diable	<i>Polygonia c-album</i>							1						
Silène	<i>Brintesia circe</i>			1				1			1			
Souci	<i>Colias crocea</i>	17	1		4	17		24	5	9	9	5	7	4
Sylvaine	<i>Ochlodes sylvanus</i>					1					L	1	1	
Tabac d'Espagne	<i>Argynnis paphia</i>				L	1	1	1		1			1	1
Tircis	<i>Pararge aegeria</i>	4				1			2					
Tristan	<i>Aphantopus hyperantus</i>	92	27	164	117	106	74	51	50	109	28	14	12	3
Vulcain	<i>Vanessa atalanta</i>	2	1	L						4				
<b>Total effectifs</b>		<b>558</b>	<b>557</b>	<b>980</b>	<b>561</b>	<b>584</b>	<b>947</b>	<b>686</b>	<b>842</b>	<b>1402</b>	<b>420</b>	<b>620</b>	<b>767</b>	

Note: Les cases comportant un L indique que l'espèce n'était présente que sur le secteur de Laval

Table 2.2. Statut des espèces patrimoniales observées depuis 2009 au sein du Parc.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection Nationale	Directive Habitats (Annexes)	LRE	LRN	Dernière date d'observation
<i>Phengaris arion</i>	Azuré du serpolet	FR 1	IV	EN	LC	2015
<i>Fabriciana niobe</i>	Chiffre			LC	NT	2020
<i>Boloria selene</i>	Petit Collier argenté			LC	NT	2020
<i>Thymelicus acteon</i>	Hespérie du chiendent			NT	LC	2015
<i>Boloria titania</i>	Nacré porphyrin			NT	LC	2020

Note: Protection Nationale (FR 1) : espèce protégée en France • Directive Habitats (Annexe II) : espèces animales ou végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. (Annexe IV) : espèces animales ou végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte • LRE : Liste Rouge Européenne des Rhopalocères menacés • LRN : Liste Rouge des Rhopalocères menacés en France EN : en danger NT : quasi menacé LC : préoccupation mineure

Comme mentionné ci-dessus, la diversité spécifique observée a été plus importante sur les dernières années, avec 38, 41, et 39 espèces ayant été contactées respectivement en 2018, 2019, 2020 (Fig. 2.1). Pour le site de Chaumienne, le résultat de 2020 est le plus élevé avec 26 espèces (comme en 2017; Table 2.3). Comme le montre la Table 2.3, le recensement de 2020 est également du deuxième meilleur résultat pour les sites :

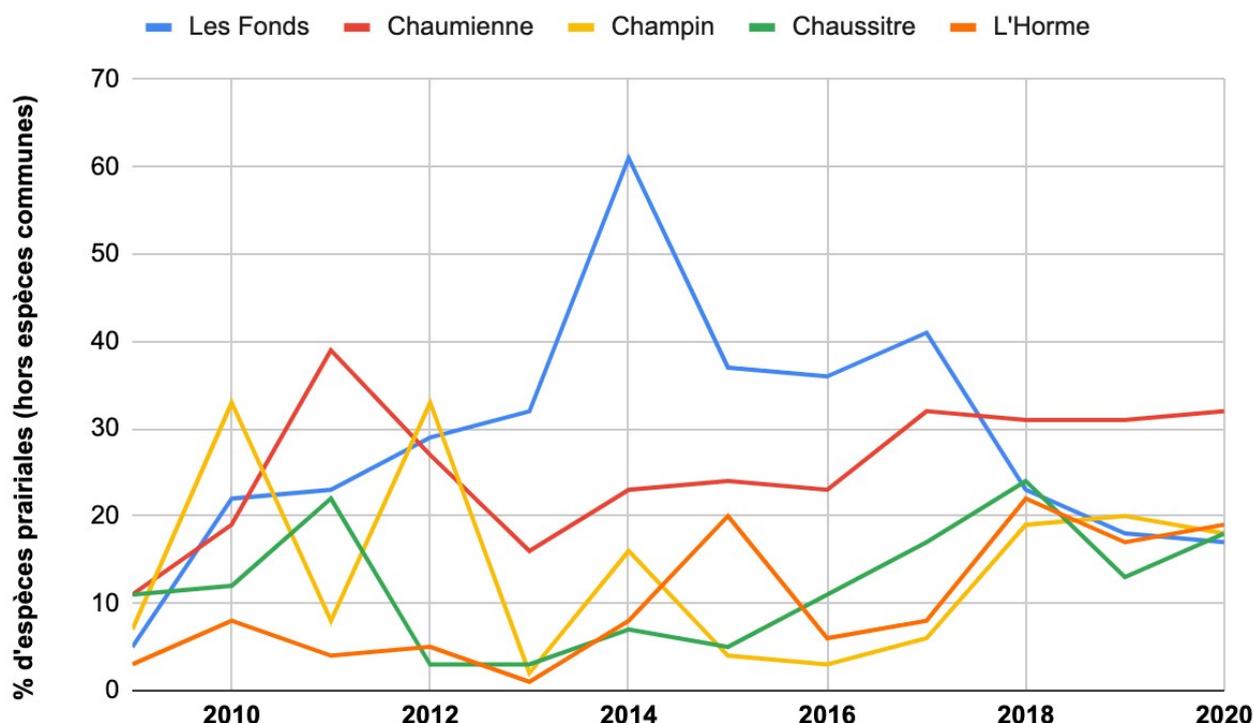
- de Champin (20 espèces), le meilleur résultat datant de 2010 avec 22 espèces,
- des Fonds (25 espèces), le meilleur résultat datant de 2019 avec 28 espèces.
- de l'Horme (13 espèces), le meilleur résultat datant de 2011 avec 14 espèces.

Les tendances se confirment : les trois sites des Fonds, de Chaumienne et de Champin sont gérés de manière assez extensive et se situent au sein de milieux naturels assez diversifiés ; les deux sites de l'Horme et du Crêt de Chaussitre sont soumis à une agriculture plus intensive et se situent au sein de milieux plus artificialisés. Les tendances des rhopalocères s'en ressentent donc.

Table 2.3. Nombre d'espèces observées par site depuis 2009.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
<b>Champin</b>	15	22	15	13	9	12	11	6	13	11	18	20	<b>42</b>
<b>Chaumienne</b>	17	22	24	24	22	22	20	18	26	23	25	26	<b>46</b>
<b>Chaussitre</b>	10	14	17	11	13	10	12	11	21	19	16	16	<b>42</b>
<b>Les Fonds</b>	15	15	21	19	18	21	22	17	22	24	28	25	<b>46</b>
<b>L'Horme</b>	9	11	14	13	10	9	12	7	12	9	11	13	<b>31</b>

## 2.2. Évolution des cortèges d'espèces prairiales



**Figure 2.2. Évolution des espèces prairiales sur les différents secteurs du Parc.** Le pourcentage d'espèces prairiales est calculé par rapport au total d'individus observés, en excluant les trois espèces communes (*Aphantopus hyperantus*, *Coenonympha pamphilus*, *Melanargia galathea*).

Sur le secteur des **Fonds**, le pourcentage d'espèces prairiales (toutes espèces) a fortement baissé ces dernières années, notamment en 2020, mais ce dernier résultat est principalement dû à une plus faible présence des espèces prairiales communes, notamment le Demi-Deuil et le Procris. Lorsque l'on exclut les 3 espèces les plus communes (*Aphantopus hyperantus*, *Coenonympha pamphilus*, *Melanargia galathea*) de cette analyse, cette baisse est cependant beaucoup moins marquée. Par contre, les variations interannuelles sont toujours très importantes, ce qui peut être le résultat d'un changement régulier de pratique agricole. En effet, cette parcelle est utilisée de manière très différente selon les années : fauche durant l'été (2009, 2010, 2011, 2012, 2017, 2018 et 2020), aucune opération de fauche entre le mois de mai et le mois d'août avec pâturage aléatoire entre l'automne et le printemps (2013, 2014, 2015, 2016 et 2019).

Sur le secteur de **Chaumienne**, les pourcentages concernant le cortège d'espèces prairiales évoluent peu dans le temps : autour de 60 % en moyenne pour le cortège général, de 25 à 30 % en moyenne pour celui excluant les 3 espèces les plus communes (notamment les quatre dernières années). Avec ce type de gestion, les populations de Rhopalocères sont assurées de trouver des conditions favorables à plus long terme. Un petit changement dans la pratique agricole avait été noté en 2020 : une des parcelles n'avait pas été fauchée mais pâturée. Il se peut que ce changement ait été dû à la météorologie et à un manque de ressource alimentaire pour le bétail dans le courant de l'été.

Sur le secteur de **Champin**, les pourcentages d'espèces prairiales sont assez variables depuis 2009, même si les résultats montrent une stabilisation au niveau des espèces prairiales moins communes ces dernières années. Le nombre d'espèces a par ailleurs augmenté entre 2018 et 2020. Les prochains suivis permettront de vérifier que si tendance positive se poursuit. Cette parcelle fait partie d'une exploitation résolument tournée vers l'exploitation de prairies naturelles de fauche. La gestion qui en est faite est donc appropriée au développement des Rhopalocères.

Sur le secteur du **Crêt de Chaussitre**, les pourcentages concernant les cortèges prairiaux typiques connaissent une tendance positive depuis 2017, mais sont toujours dépendants de pratiques peu favorables à la biodiversité, notamment la fauche précoce. Les trois prairies du Crêt de Chaussitre ne font pas partie des prairies naturelles de fauche « typiques » : elles ont probablement été retournées par le passé car la diversité floristique rencontrée est la plus faible de toutes les parcelles suivies. Les fauches effectuées en fin de printemps (fin mai), ont tendance à impacter directement les papillons de jour.

Sur le secteur de **l'Horme**, les pourcentages concernant les cortèges prairiaux typiques sont rarement supérieurs à 20 % mais la tendance observée ces trois dernières années semble plus favorable. Mais les récents changements opérés (parcelle retournée durant l'automne 2020) risquent de compromettre ces résultats positifs sur le long terme. Ce secteur mérite donc d'être suivi attentivement dans les années à venir. D'un point de vue général, le positionnement de ce site au centre d'une zone agricole assez intensive ne favorise pas la présence des papillons.

### ***Perspectives d'analyse des tendances de Rhopalocères sur l'ensemble du Parc***

Des outils ont récemment été développés pour l'analyse de données du Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF), et l'application de cette méthode d'analyses aux données de suivi des Rhopalocères au sein du Parc du Pilat pourrait faire l'objet d'un travail exploratoire (e.g. dans le cadre d'un stage de Master).

Les calculs de tendances avec cette méthode s'appuient sur le package *rbms* développé par Reto Schmucki (retoschm@ceh.ac.uk), extension d'une méthode d'analyse publiée en 2016 (Schmucki et al. 2016, JAE) pour les données issues du programme de suivi des populations de papillons en Europe. Ces calculs s'opèrent en trois étapes :

A partir des données disponibles, les phénologies de vol des papillons sont modélisées pour chaque région climatique (en effet, la phénologie d'une même espèce peut varier selon qu'elle vit sur la côte méditerranéenne ou dans le nord-est de la France) ;

Ces modèles de phénologie sont utilisés pour obtenir des valeurs estimées de l'abondance annuelle pour chaque site ;

Enfin, ces valeurs d'abondance (une par site et par année de suivi) forment un jeu de données qui permet de calculer les tendances annuelles des espèces suivies au niveau national.

*France Nature Environnement dispose des données de séries temporelles des Indices Linéaires d'Abondance (ILA) pour les différentes espèces observées depuis 2009. Compte tenu des remarques méthodologiques évoquées ci-dessus, il pourrait être intéressant de comparer les tendances temporelles issues des analyses des ILA et celles issues de l'analyse des abondances estimées avec la méthode de Schmucki et al. 2016.*

### 3 Evolution des Amphibiens

Les communautés d'amphibiens sont suivies dans le Pilat, depuis 2013, par des inventaires réguliers (tous les 2 ans), sur un total de 47 mares/sites de reproduction.

8 espèces différentes ont été recensées sur la période de suivi. Parmi les espèces dénombrées, deux sont classées "Quasi-menacée" sur la liste rouge régionale (2017) : le Triton alpestre et le Triton crêté. Une autre, le Sonneur à ventre jaune, est classée "Vulnérable" sur la liste rouge régionale (2017).

**Table 3.1.** Occurrence des espèces au cours de la période de suivi.

Espèces \ Année de suivi	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Triton palmé	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Crapaud commun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grenouille rousse	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Triton alpestre	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Triton crêté	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Sonneur à ventre jaune	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Salamandre tachetée	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Alyte accoucheur	0	1	1	0	1	0	0	0	1

Les données de suivis de chaque espèce sont analysées en présence-absence. Un modèle de régression linéaire suivant une distribution de Bernoulli est appliqué pour analyser l'évolution des présences de chaque espèce, avec l'année et le site de suivi en variables indépendantes.

La Salamandre tachetée, le Sonneur à ventre jaune, le Crapaud accoucheur et le Triton crêté n'ayant été observé que sur un seul site (voire 2 pour la Salamandre) sur les 6 mares suivies, une estimation de l'évolution de présence avec ce type de modèle n'est pas possible.

**Table 3.2. Résultats des analyses de tendances des quatre espèces d'amphibiens.**

Espèce	Coefficient	Std Err.	P-value
Crapaud commun	-1.063	0.618	0.086
Grenouille rousse	0.043	0.505	0.933
Triton alpestre	-1.622	0.809	0.045
Triton palmé	-0.982	0.598	0.100

Seule la tendance du Triton alpestre ressort significativement négative au cours de la période (Table 3.2). L'absence de significativité ne permet pas de conclure sur les tendances des 3 autres espèces analysées (Table 3.2); elles sont donc considérées comme stables.

### **Perspectives d'analyse des tendances de populations d'Amphibiens sur l'ensemble du Parc**

Un modèle d'occupation (modèle *occupancy*) prenant en compte la probabilité de détection de chaque espèce serait certainement plus approprié ici, mais ce type de modèle requiert un peu plus de connaissances sur les variables influant sur la présence et la détectabilité de chaque espèce, et nécessite pour cela plus de temps de modélisation.

Il est intéressant de noter que dans le cadre du programme de surveillance, la SHF est chargée de la coordination du réseau d'acteurs mettant en place des protocoles POPAMPHIBIEN, en s'appuyant sur des relais régionaux. Un soutien pour la bonne mise en œuvre de suivis, couplé à des stratégies d'échantillonnage régionales, ainsi qu'**un volet d'analyses statistiques** sont prévus dans le cadre de ce programme. L'objectif principal de celui-ci est d'**estimer les tendances de populations régionales et nationales robustes statistiquement**, tendances qui pourront alimenter les évaluations des politiques environnementales (rapportage directive habitats Faune-Flore, Listes rouges, etc.). Les résultats des analyses statistiques des données recueillies dans le cadre du POPAMPHIBIEN « Communauté » jusqu'en septembre 2021 ont fait l'objet d'un bilan synthétique diffusé par la SHF au sein des relais régionaux. Les résultats concernent uniquement les tendances nationales, le manque de données ne permettant pas à l'heure actuelle de réaliser l'analyse des tendances régionales.

Concernant la disponibilité et la validité des données régionales, il a par ailleurs été rappelé par la SHF que pour le bon déroulé des suivis, et la compilation de données exploitables pour les analyses, il est essentiel que :

tous les « sites » (points d'eau potentiellement favorables aux espèces cibles) doivent être visités pendant les suivis ;

l'indisponibilité des sites (mise en propriété privée, indisponibilité du site, voire comblement) doit être indiquée dans les fiches de saisie de données.

Les données POPAMPHIBIEN (à l'échelle nationale) ont été analysées avec un modèle dit de « *site occupancy multi-years* ». Ce modèle permet de modéliser le changement des probabilités d'occurrence au cours des années tout en tenant compte de la détection imparfaite des espèces au cours des différents passages intra-annuels. Contrairement aux modèles utilisés antérieurement pour POPAMPHIBIEN, qui étaient de type « *site occupancy multi-season* », cette formulation du modèle permet de modéliser directement une tendance linéaire de la probabilité d'occurrence. À l'inverse, l'approche multi-saison conduit à modéliser des probabilités de colonisation et d'extinction inter-annuelles sur les sites et d'inférer les tendances a posteriori. Ces tendances ne sont alors pas nécessairement linéaires. Le principe du modèle ajusté ici sur les données est de faire la régression des probabilités d'occurrence en fonction de l'année. Cette formulation offre l'avantage de mieux gérer le fait que des sites, voire des blocs de sites, « entrent » (et parfois « sortent ») du jeu de données national.

Les outils génériques pour une analyse des tendances régionales par la SHF conjointement avec le CEFE ne sont pas encore opérationnels, et à ce jour aucun document de support pour l'analyse standardisée des données POPAmphibien n'a été transmis.

*Aussi, la possibilité d'application de ce type de modèle aux données de suivi des populations d'Amphibiens au sein du Parc du Pilat pourrait faire l'objet d'un travail exploratoire (e.g. dans le cadre d'un stage de Master).*

# Conclusion générale

L'observatoire de la biodiversité du Parc du Pilat est en place depuis 12 ans (certains des suivis sont même antérieurs). En 2022, après plus de dix années - voire vingt ans pour certains suivis - les analyses réalisées sur l'ensemble des données produites par les protocoles sont possibles.

Ces analyses mettent globalement en évidence une tendance à la **stabilité de la diversité**, mais une relative **baisse des effectifs** des taxons étudiés.

Toutefois, pour chacune des communautés ou taxons étudiés, ces résultats sont à nuancer.

- Alors que les oiseaux typiques des prairies de fauche connaissent un évolution très défavorable, les populations de papillons de jour se maintiennent, avec une diversité d'espèces plutôt en hausse. Et ce, malgré une tendance à l'intensification des pratiques agricoles qui impactent directement les prairies naturelles de fauche.
- Les cortèges d'oiseaux connaissent également des évolutions diverses, notamment par leur spécialisation à l'habitat : les agricoles connaissent une baisse drastique de leurs effectifs (-29%), ce qui est assez similaires aux tendances nationales ou régionales. Par contre les forestiers semblent être plutôt stable et les spécialistes du bâti en baisse plus légère qu'au niveau national ou régional (tendances à affiner pour être significatives).
- Les populations de chevêches subissent une réelle diminution de leurs effectifs, et ce, de manière généralisée sur l'ensemble du Pilat. Le changement des végétations naturelles ne semble pas être le seul facteur impactant.
- Si les données liés aux amphibiens ne permettent pas de conclure statistiquement à la santé de cette communauté, toutes les tendances sont plutôt négatives. Elles ont toutefois nécessairement besoin d'être complétées par de nouvelles campagnes de suivi.

Ces données de tendances de biodiversité sont difficilement corrélables à la seule modification des végétations naturelles. Si les changements observés dans le Pilat ont bien, comme espéré, un effet positif sur les populations sauvages lorsqu'il y a du gain de naturalité, ces modifications d'occupation du sol n'expliquent pas à elles seules les évolutions négatives, qui doivent être imputées à d'autres facteurs : pratiques agricoles ou forestières, évolution du climat, fragmentation du territoire, introduction d'espèces exotiques envahissantes, etc.

Une note positive : si la tendance est globalement à la baisse pour les effectifs des populations suivies depuis 20 ans, un changement est observable à partir de 2016 / 2017, avec un fléchissement, voire une inversion des courbes. Cette modification étant récente, il est impossible de le vérifier statistiquement, mais les données futures qui seront récoltées permettront de vérifier cet infléchissement, en espérant qu'il se confirme dans les années à venir.

# Rapport d'évaluation

## Annexes

## A1. Occurrence et abondance totale observée des espèces suivies par IPA entre 2006 et 2021

En rouge : espèces qui n'ont pas été revues depuis 2006; En orange : espèces qui n'ont pas été revues depuis 2011 ou 2016 ; En vert : espèces qui ont été observées pour la première fois en 2016 ou 2021. En gris : espèces qui sont vues de manière sporadique depuis 2006 (maximum 2 années en discontinu).

Espèces	Spécialisation à l'habitat	Année d'occurrence			
		2006	2011	2016	2021
Accenteur mouchet	Généraliste	9	9	7	7
Alouette des champs	Agricole	30	21	17	12
Alouette lulu	Agricole	21	20	15	18
Bec-croisé des sapins		20	16	3	16
Bergeronnette des ruisseaux		1	0	1	1
Bergeronnette grise		2	5	6	6
Bergeronnette printanière	Agricole	1	0	2	0
Bondrée apivore		5	1	1	0
Bouvreuil pivoine	Forestier	0	4	5	6
Bruant jaune	Agricole	14	11	9	9
Bruant zizi	Agricole	8	7	2	7
Busard cendré		2	0	4	0
Busard Saint-Martin		1	0	2	0
Buse variable	Agricole	4	5	10	4
Caille des blés	Agricole	8	6	2	4
Canard colvert		7	21	5	6
Chardonneret élégant	Urbain	9	13	16	15
Choucas des tours	Urbain	4	7	2	3
Chouette chevêche		1	0	0	0
Chouette hulotte		1	1	1	0
Cincle plongeur		1	0	0	0
Circaète Jean-le-Blanc		3	0	0	0
Corbeau freux	Agricole	1	0	0	0
Corneille noire	Généraliste	29	64	50	35

Coucou gris	Généraliste	26	21	21	19
Engoulevent d'Europe		0	0	0	1
Épervier d'Europe		1	0	1	1
Étourneau sansonnet		71	35	96	80
Faisan de Colchide		3	6	8	8
Faucon crécerelle	Agricole	12	7	7	10
Fauvette à tête noire	Généraliste	46	66	42	35
Fauvette des jardins		0	1	2	4
Fauvette grisette	Agricole	12	24	21	14
Geai des chênes	Généraliste	24	13	22	22
Gobemouche noir		0	0	0	1
Grand corbeau		1	0	2	2
Grimpereau des bois	Forestier	0	0	0	3
Grimpereau des jardins	Forestier	5	7	2	9
Grive draine	Forestier	20	17	34	26
Grive musicienne	Forestier	24	25	27	18
Grosbec casse-noyaux	Forestier	0	0	0	1
Héron cendré		4	4	2	4
Hirondelle de fenêtre	Urbain	0	3	0	0
Hirondelle rustique		15	8	9	5
Huppe fasciée	Agricole	0	2	0	2
Hypolaïs polyglotte		2	5	4	2
Linotte mélodieuse	Agricole	10	7	11	9
Locustelle tachetée		0	0	1	1
Loriot d'Europe		0	3	2	4
Martin-pêcheur d'Europe		0	1	0	0
Martinet à ventre blanc		9	3	0	5
Martinet noir	Urbain	71	17	29	42
Merle noir	Généraliste	35	46	47	31
Mésange à longue queue		1	4	1	1
Mésange bleue		9	9	8	18

Mésange charbonnière	Généraliste	16	24	22	22
Mésange huppée	Forestier	9	12	7	7
Mésange noire	Forestier	28	36	32	19
Mésange nonnette	Forestier	1	4	5	3
Milan noir		7	10	6	6
Milan royal		2	2	0	2
Moineau domestique	Urbain	17	10	10	7
<b>Perdrix rouge</b>	<b>Agricole</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pic épeiche	Forestier	10	7	13	13
<b>Pic épeichette</b>		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pic noir	Forestier	5	7	8	9
Pic vert		6	5	6	7
Pie bavarde	Urbain	16	17	9	9
Pie-grièche écorcheur	Agricole	1	4	3	4
Pigeon biset		0	11	3	0
Pigeon colombin		4	6	0	3
Pigeon ramier	Généraliste	39	45	45	42
Pinson des arbres	Généraliste	51	65	54	31
Pipit des arbres		16	19	14	8
<b>Pipit farlouse</b>	<b>Agricole</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
Pouillot de Bonelli	Forestier	5	2	3	2
Pouillot véloce	Forestier	12	22	14	16
<b>Poule-d'eau</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Roitelet à triple bandeau		0	5	8	5
Roitelet huppé	Forestier	16	8	6	6
Rosignol philomèle	Généraliste	15	15	14	8
Rougegorge familier		48	44	46	29
<b>Rougequeue à front blanc</b>	<b>Urbain</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Rougequeue noir	Urbain	6	10	8	8
Serin cini	Urbain	9	7	8	6
Sittelle torchepot	Forestier	12	10	7	8
Tarier pâtre	Agricole	6	17	18	7

Tarier des prés		10	10	4	4
Tarin des aulnes		7	0	1	1
Torcol fourmilier		1	0	0	0
Tourterelle des bois		9	6	9	3
Tourterelle turque	Urbain	9	10	14	12
Traquet motteux	Agricole	0	0	1	0
Troglodyte mignon	Forestier	18	21	25	20
Vanneau huppé	Agricole	3	0	1	0
Venturon montagnard		14	1	2	0
Verdier d'Europe		8	8	3	2

*Note:* Pour certaines espèces le nom vernaculaire renseigné dans la base de données a été raccourci pour des raisons de mise en page : Chouette chevêche = Chouette chevêche, Chevêche d'Athéna ; Hirondelle rustique = Hirondelle rustique, Hirondelle de cheminée ; Hypolaïs polyglotte = Hypolaïs polyglotte, Petit contrefaisant ; Lorient d'Europe = Lorient d'Europe, Lorient jaune ; Martinet à ventre blanc = Martinet à ventre blanc, Martinet alpin ; Mésange à longue queue = Mésange à longue queue, Orite à longue queue ; Pic vert = Pic vert, Pivert ; Poule d'eau = Poule-d'eau, Gallinule poule-d'eau ; Tarier des prés = Traquet tarier, Tarier des prés

## A2. Résultats des analyses de tendances globales et de variations temporelles de la richesse et de la diversité de l'avifaune sur les sites IPA au sein du PNR Pilat

Un modèle linéaire mixte, avec l'année en variable continue (respectivement, en variable factorielle) et le site IPA en variable aléatoire, a été utilisé pour estimer la tendance temporelle (respectivement, les variations temporelles) de la richesse spécifique et des indices de diversité de Shannon et de Simpson.

<i>Predictors</i>	SpRichness			Shannon			Simpson		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	17.38	15.64 – 19.11	<0.001	2.62	2.52 – 2.73	<0.001	0.91	0.89 – 0.92	<0.001
annee sc	0.12	0.02 – 0.22	0.014	0.01	0.00 – 0.02	0.006	0.00	-0.00 – 0.00	0.367
(Intercept)	17.57	15.77 – 19.37	<0.001	2.64	2.54 – 2.75	<0.001	0.91	0.89 – 0.92	<0.001
annee fact [5]	0.57	-0.87 – 2.02	0.435	0.05	-0.06 – 0.16	0.362	0.01	-0.02 – 0.03	0.680
annee fact [10]	0.51	-0.93 – 1.96	0.482	0.03	-0.08 – 0.14	0.541	0.00	-0.02 – 0.03	0.901
annee fact [15]	1.91	0.47 – 3.36	0.010	0.17	0.06 – 0.28	0.003	0.01	-0.01 – 0.04	0.300

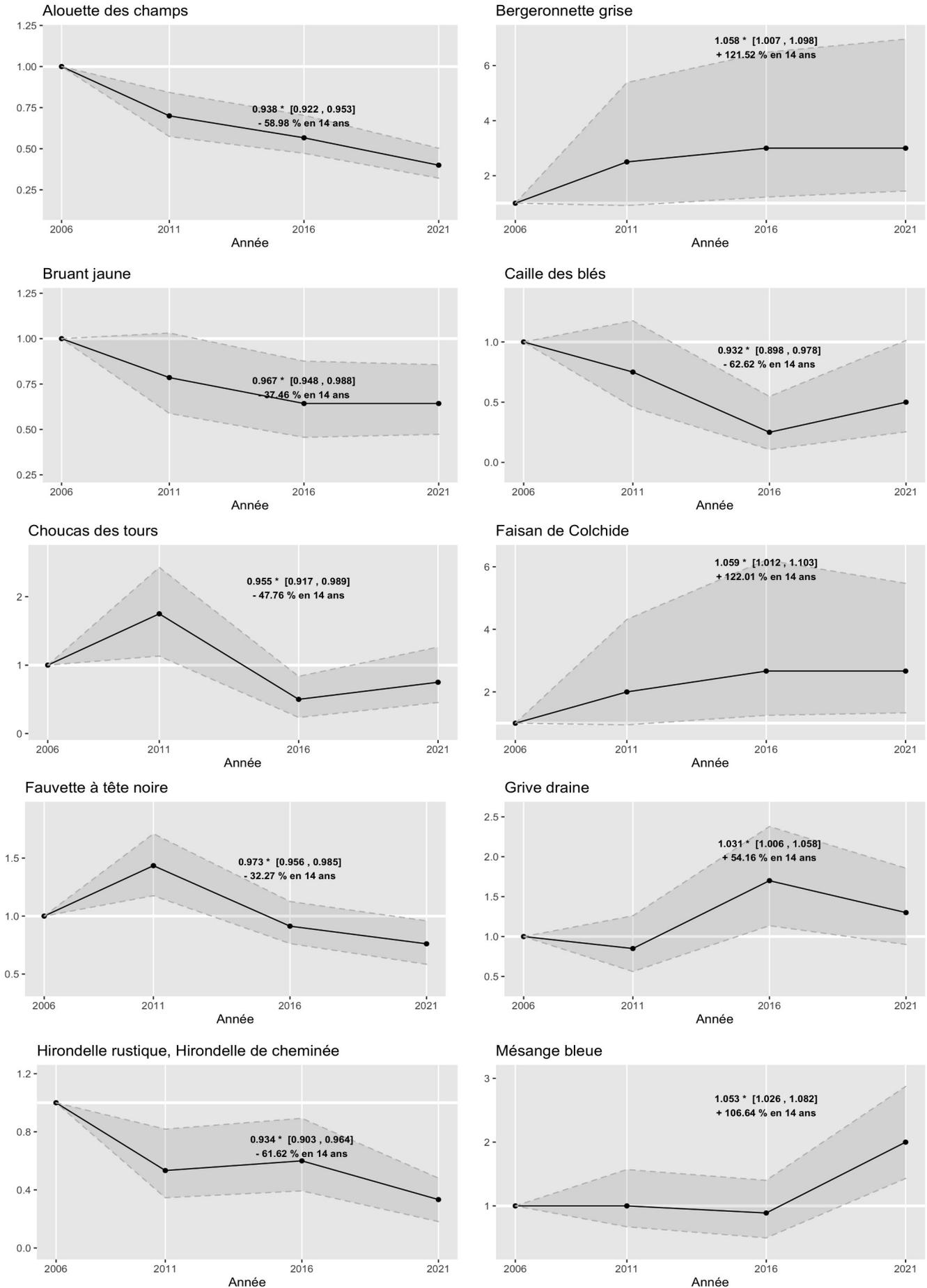
### A3. Résultats des analyses de tendances globales et de variations temporelles de l'abondance globale des oiseaux communs, et des espèces spécialistes

Un modèle linéaire mixte, avec l'année en variable continue (respectivement, en variable factorielle) et le site IPA en variable aléatoire, a été utilisé pour estimer la tendance temporelle (respectivement, les variations temporelles) de l'abondance des oiseaux recensés par I.P.A.

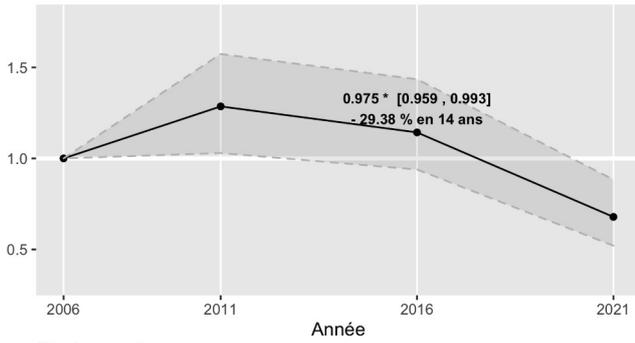
<i>Predictors</i>	Abondance Globale			Forestiers			Agricoles			Urbains			Generalistes		
	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>std. Error</i>	<i>p</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>std. Error</i>	<i>p</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>std. Error</i>	<i>p</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>std. Error</i>	<i>p</i>	<i>Incidence Rate Ratios</i>	<i>std. Error</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.13	0.02	<0.001	0.16	0.05	<0.001	0.03	0.02	<0.001	0.08	0.04	<0.001	0.82	0.16	0.306
annee sc	1.00	0.00	0.171	1.00	0.01	0.930	0.98	0.01	0.004	0.99	0.01	0.256	0.99	0.01	0.032
(Intercept)	0.13	0.02	<0.001	0.15	0.05	<0.001	0.03	0.02	<0.001	0.09	0.04	<0.001	0.70	0.14	0.071
annee fact [5]	1.04	0.06	0.495	1.10	0.12	0.362	0.95	0.11	0.675	0.71	0.12	0.050	1.27	0.10	0.002
annee fact [10]	1.00	0.05	0.955	1.14	0.12	0.221	0.86	0.11	0.221	0.76	0.13	0.114	1.12	0.09	0.170
annee fact [15]	0.94	0.05	0.251	1.01	0.11	0.956	0.70	0.09	0.006	0.78	0.13	0.151	0.87	0.07	0.103

## A4. Tendances temporelles des espèces d'oiseaux suivi par I.P.A (pour les espèces dont une estimation était possible)

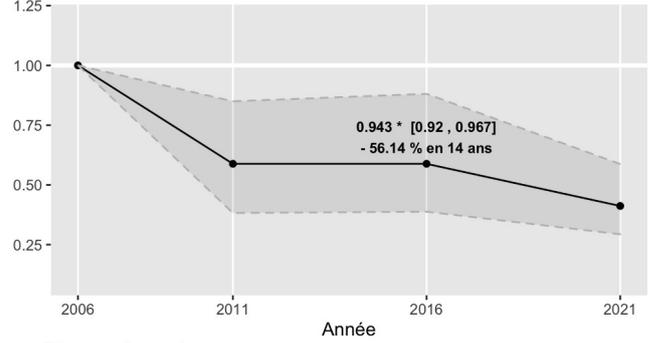
Les trois dernières espèces (entourées en gris) correspondent aux espèces dont l'occurrence totale est entre 10 et 15 sur l'ensemble de la période, et dont l'estimation de tendance est moins robuste.



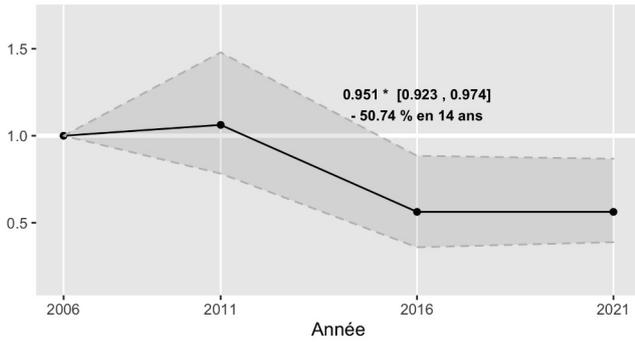
Mésange noire



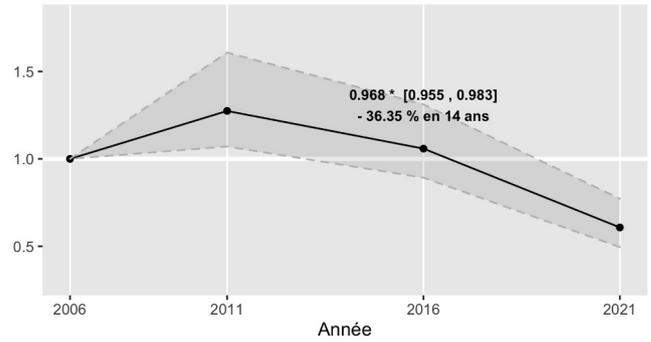
Moineau domestique



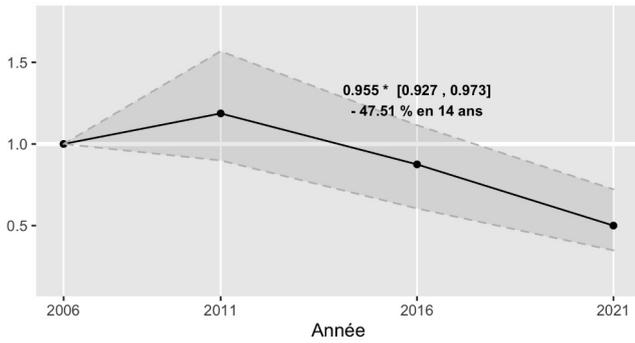
Pie bavarde



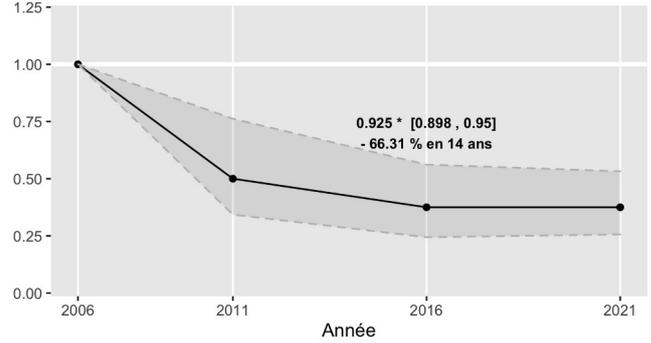
Pinson des arbres



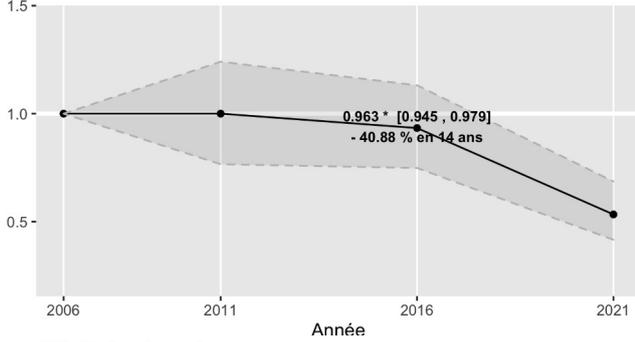
Pipit des arbres



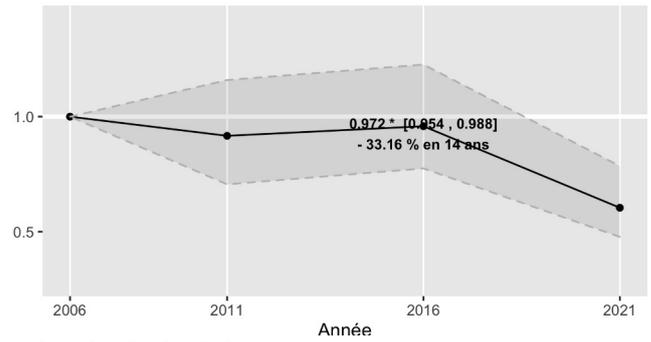
Roitelet huppé



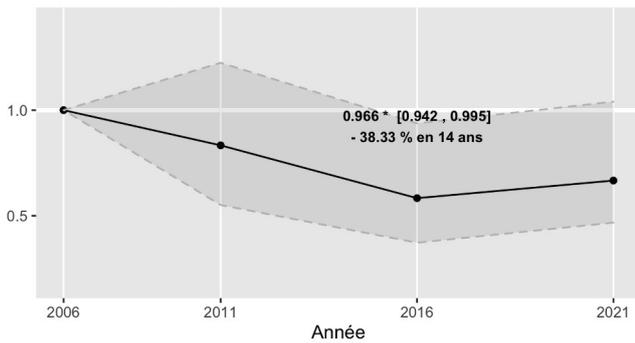
Rossignol philomèle



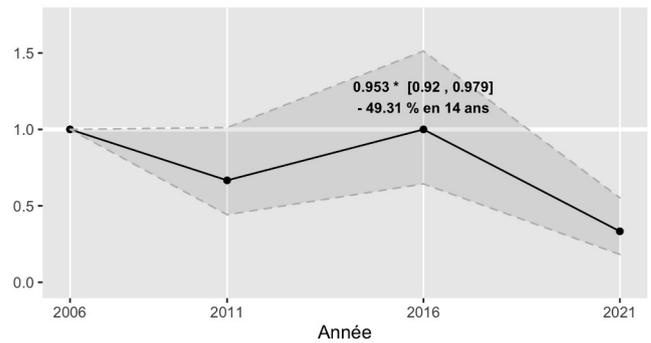
Rougegorge familier



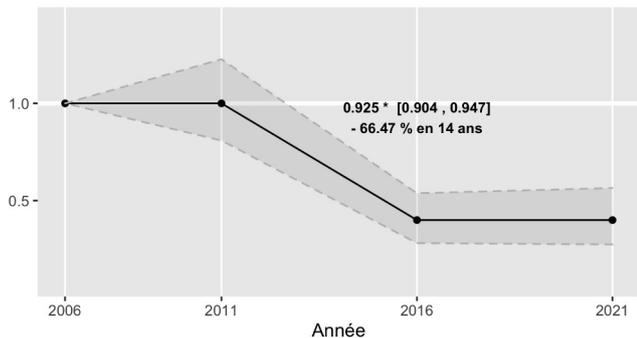
Sittelle torchepot



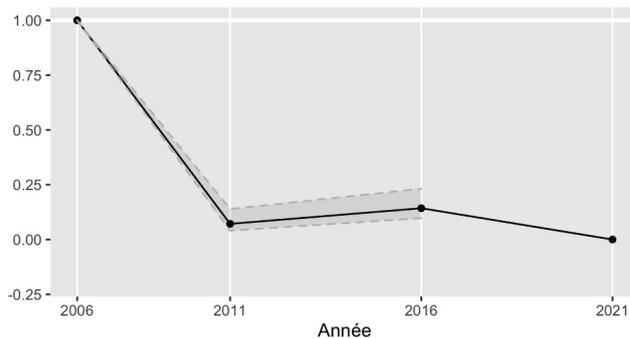
Tourterelle des bois



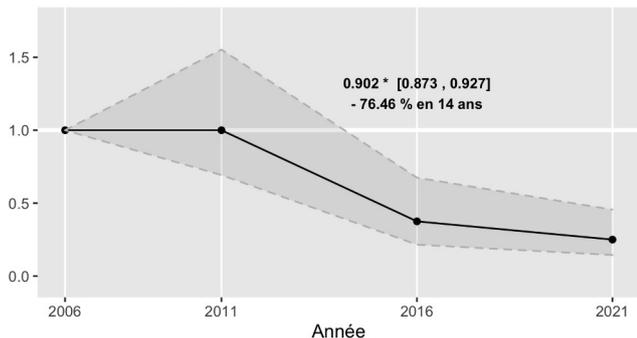
Traquet tarier, Tarier des prés



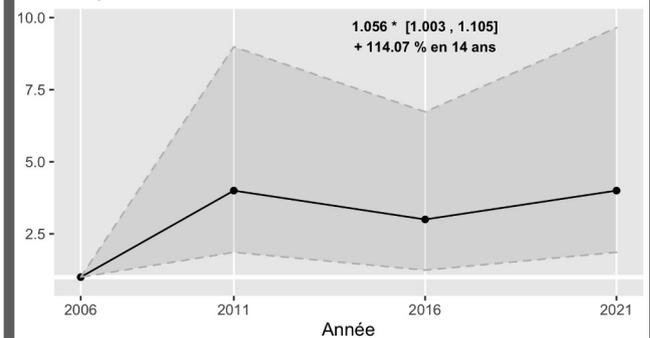
Venturon montagnard



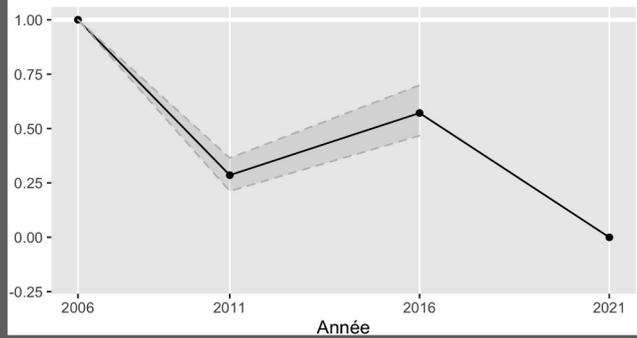
Verdier d'Europe



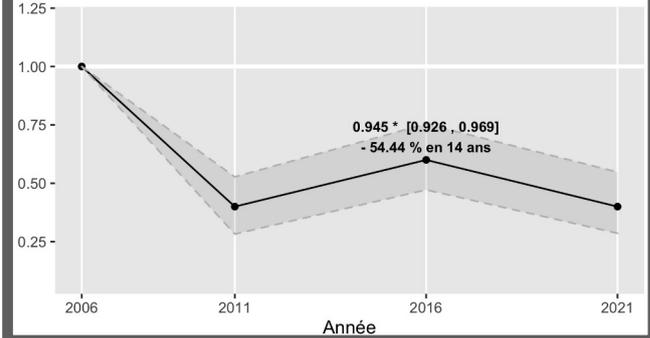
Pie-grièche écorcheur



Pipit farlouse



Pouillot de Bonelli



## A5. Estimations des tendances temporelles et des évolutions en pourcentage des abondances des espèces observées dans le cadre du suivi IPA.

Seules les espèces pour lesquelles une estimation était possible sont présentées dans cette table (n = 54).

Espèce	Suivi I.P.A		
	Tendance [CI95]	Pourcentage de variation	P-value
Accenteur mouchet	0.98 [0.95-1.01]	-26.14	0.163
Alouette des champs	0.94 [0.92-0.95]	-58.98	0.000 ***
Alouette lulu	0.98 [0.96-1.00]	-20.03	0.210
Bec-croisé des sapins	0.96 [0.92-1.02]	-40.99	0.131
Bergeronnette grise	1.06 [1.01-1.10]	121.52	0.012 *
Bruant jaune	0.97 [0.95-0.99]	-37.46	0.007 **
Bruant zizi	0.97 [0.94-1.00]	-31.89	0.094 .
Buse variable	1.02 [0.97-1.07]	26.57	0.517
Caille des blés	0.93 [0.90-0.98]	-62.62	0.005 **
Canard colvert	0.95 [0.92-1.00]	-48.84	0.070 .
Chardonneret élégant	1.03 [1.00-1.07]	58.28	0.068 .
Choucas des tours	0.96 [0.92-0.99]	-47.76	0.015 *
Cornille noire	1.00 [0.96-1.04]	-1.55	0.947
Coucou gris	0.98 [0.94-1.01]	-24.63	0.182
Etourneau sansonnet	1.03 [0.99-1.08]	48.32	0.205
Faisan de Colchide	1.06 [1.01-1.10]	122.01	0.012 *
Faucon crécerelle	0.99 [0.96-1.02]	-15.57	0.552
Fauvette à tête noire	0.97 [0.96-0.99]	-32.27	0.002 **
Fauvette grisette	1.00 [0.98-1.02]	1.25	0.938
Geai des chênes	1.01 [0.96-1.04]	7.27	0.775
Grimpereau des jardins	1.03 [0.98-1.07]	44.35	0.230
Grive draine	1.03 [1.01-1.06]	54.16	0.019 *
Grive musicienne	0.99 [0.97-1.01]	-19.24	0.191
Hirondelle rustique	0.93 [0.90-0.96]	-61.62	0.000 ***
Linotte mélodieuse	1.00 [0.96-1.05]	4.54	0.867
Martinet noir	0.96 [0.92-1.02]	-39.73	0.122
Merle noir	0.99 [0.98-1.01]	-9.77	0.450
Mésange bleue	1.05 [1.03-1.08]	106.64	0.003 **
Mésange charbonnière	1.02 [0.99-1.04]	23.38	0.275
Mésange huppée	0.97 [0.94-1.01]	-32.90	0.093 .
Mésange noire	0.98 [0.96-0.99]	-29.38	0.003 **

Milan noir	0.98 [0.93-1.01]	-26.84	0.261	
Moineau domestique	0.94 [0.92-0.97]	-56.14	0.000	***
Pic épeiche	1.03 [0.99-1.08]	53.88	0.122	
Pic noir	1.04 [1.00-1.08]	69.31	0.081	.
Pic vert	1.02 [0.98-1.06]	23.38	0.450	
Pie bavarde	0.95 [0.92-0.97]	-50.74	0.001	**
Pigeon ramier	1.00 [0.99-1.02]	5.70	0.698	
Pinson des arbres	0.97 [0.96-0.98]	-36.35	0.000	***
Pipit des arbres	0.96 [0.93-0.97]	-47.51	0.000	***
Pouillot véloce	1.00 [0.97-1.04]	4.85	0.842	
Roitelet huppé	0.93 [0.90-0.95]	-66.31	0.000	***
Rossignol philomèle	0.96 [0.95-0.98]	-40.88	0.000	***
Rougegorge familier	0.97 [0.95-0.99]	-33.16	0.004	**
Rougequeue noir	1.01 [0.99-1.04]	13.45	0.539	
Serin cini	0.98 [0.95-1.01]	-27.01	0.189	
Sittelle torchepot	0.97 [0.94-1.00]	-38.33	0.025	*
Tarier pâtre	1.00 [0.96-1.05]	4.30	0.868	
Tourterelle des bois	0.95 [0.92-0.98]	-49.31	0.007	**
Tourterelle turque	1.02 [0.99-1.05]	40.33	0.099	.
Tarier des prés	0.93 [0.90-0.95]	-66.47	0.000	***
Troglodyte mignon	1.01 [0.99-1.03]	14.13	0.462	
Venturon montagnard	0.72 [0.66-0.80]	-98.93	0.000	***
Verdier d'Europe	0.90 [0.87-0.93]	-76.46	0.000	***

## A6. Résultats des modèles de régression linéaire univariée des tendances des espèces d'oiseaux

en fonction de leur statut de migration (Résident; Migrateur), leur spécialisation à l'habitat, leur niveau trophique, la position du nid (Epigée; Hypogée; Rupestre; Trou/Cavité) et leur masse corporelle

† le groupe contraste est le statut 'migrateur' ; ‡ le groupe contraste est la position du nid 'Epigée'.

	<b>Coefficient</b>	<b>Erreur Standard</b>	<b>P-value</b>
<b>Statut (résident)†</b>	<b>0.034</b>	<b>0.012</b>	<b>0.007</b>
<b>Indice de spécialisation à l'habitat</b>	<b>-0.033</b>	<b>0.013</b>	<b>0.011</b>
Indice trophique	4.244E-04	0.001	0.416
Stratégie Nidification (H)‡	-0.003	0.012	0.798
Stratégie Nidification (R)‡	-0.033	0.020	0.104
<b>Stratégie Nidification (T)‡</b>	<b>0.033</b>	<b>0.011</b>	<b>0.005</b>
Masse corporelle	2.016E-05	0.000	0.238

## A7. Nombre cumulé d'individus recensés pour chaque espèce au cours de la période de suivi des prairies de fauche

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Alouette des champs</i>	21	30	8	22	13	21	13	16	12	11	9	11	9	11	8
<i>Alouette lulu</i>	11	8	7	5	4	4	8	8	5	6	7	9	12	13	9
<i>Bergeronnette printanière</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Bruant proyer</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Busard cendré</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Caille des blés</i>	1	2	2	1	6	1	0	1	0	0	0	0	4	0	1
<i>Faisan de Colchide</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Perdrix rouge</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pie-grièche écorcheur</i>	5	5	4	0	7	6	2	2	3	1	0	5	3	4	10
<i>Pipit des arbres</i>	16	13	7	6	4	6	3	5	2	0	3	4	3	5	17
<i>Pipit farlouse</i>	0	7	6	4	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tarier pâtre</i>	15	12	17	10	8	6	5	10	14	9	9	9	10	14	23
<i>Tarier des prés</i>	19	24	21	16	15	7	4	4	6	6	2	6	1	5	4
<i>Vanneau huppé</i>	0	8	0	3	0	2	0	2	0	0	1	3	0	0	0

## A8. Occurrence des 67 espèces de Rhopalocères dénombrées au cours de la période 2010-2021 du suivi des 6 sites de prairies de fauche du PNR du Pilat

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Aglais io</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Aglais urticae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anthocharis cardamines</i>	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Aphantopus hyperantus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Aporia crataegi</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Argynnis paphia</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
<i>Aricia agestis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>Boloria dia</i>	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0
<i>Boloria selene</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Boloria titania</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
<i>Brenthis ino</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Brintesia circe</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Callophrys rubi</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
<i>Carcharodus alceae</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>Coenonympha pamphilus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Colias crocea</i>	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cupido minimus</i>	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>Cyaniris semiargus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Erebia meolans</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Erynnis tages</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>Fabriciana adippe</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fabriciana niobe</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hesperia comma</i>	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>Hypena proboscidalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Iphiclides podalirius</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Issoria lathonia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lasiommata maera</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lasiommata megera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Leptidea sinapis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lycaena hippothoe</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Lycaena phlaeas</i>	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lycaena tityrus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lycaena virgaureae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Maniola jurtina</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Melanargia galathea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Melitaea athalia</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Melitaea cinxia</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

<i>Melitaea diamina</i>	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0
<i>Melitaea didyma</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Melitaea nevadensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Melitaea parthenoides</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>Melitaea phoebe</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Nymphalis polychloros</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ochlodes sylvanus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Papilio machaon</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Pararge aegeria</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Phengaris alcon</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Phengaris arion</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pieris brassicae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pieris napi</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Pieris rapae</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>Plebejus argus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plebejus argyrognomon</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonia c-album</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Polyommatus icarus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pseudophilotes baton</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pyrgus armoricanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pyronia tithonus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Speyeria aglaja</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Spialia sertorius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Thymelicus acteon</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Thymelicus lineola</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Thymelicus sylvestris</i>	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Vanessa atalanta</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Vanessa cardui</i>	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Zygaena filipendulae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0



Étude réalisée par :

**Karine PRINCÉ** – Écologue du Muséum National d'Histoire Naturelle

A partir des données produites par :

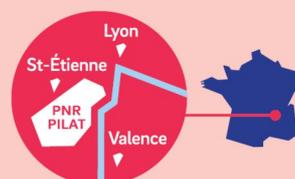
- Ligue de Protection des Oiseaux Auvergne-Rhône-Alpes
- Fédération des chasseurs de la Loire
- France Nature Environnement Loire
- Conservatoire National d'Histoire Naturelle
- Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement
- Parc naturel régional du Pilat



Parc  
naturel  
régional  
du Pilat

Parc naturel régional du Pilat  
2 rue Benay 42410 Pélussin  
04 74 87 52 01  
info@parc-naturel-pilat.fr  
www.facebook.com/ParcdPilat

Le Parc naturel régional du Pilat est un territoire bénéficiant d'une reconnaissance nationale pour la richesse et la diversité de ses patrimoines naturels et culturels. Le Parc est aussi un groupement de collectivités. Elles agissent de concert en faveur de ce territoire d'exception, dans le cadre d'un projet politique ambitieux qui concilie activités humaines et préservation de la nature et des paysages : la Charte du Parc. Respect de l'environnement et bien-être des habitants motivent toutes les actions, souvent expérimentales, d'accueil, d'éducation, de développement socio-économique et d'aménagement conduites ici.



Document imprimé  
par la Région Auvergne-Rhône-Alpes



[www.parc-naturel-pilat.fr](http://www.parc-naturel-pilat.fr)