

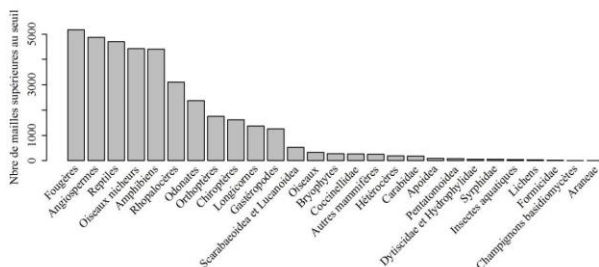
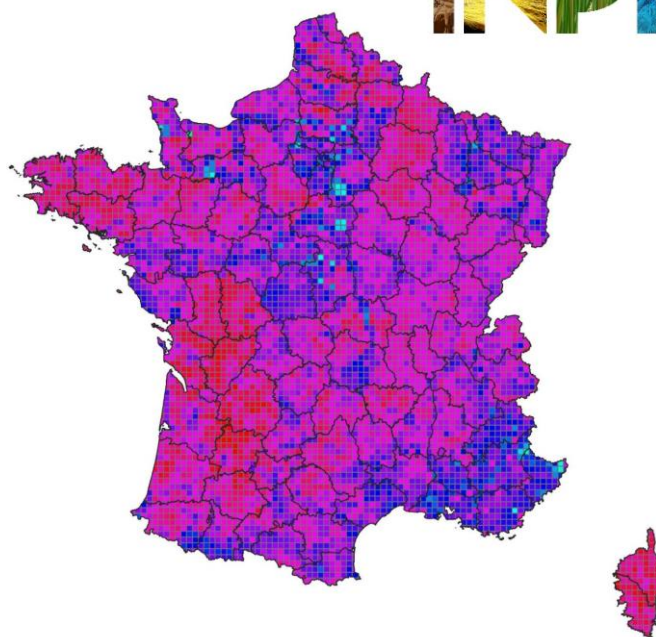


**MUSÉUM**  
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

# Service du Patrimoine Naturel

Isabelle Witté, Julien Touroult

Taxons 2017-01-10



## Identification et cartographie des zones de méconnaissance naturaliste à l'échelle nationale (métropole) à partir des données partagées



## Le Service du Patrimoine Naturel (SPN) Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser



**SERVICE DU  
PATRIMOINE NATUREL**

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et de la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (code de l'environnement : L411-5).

**Un objectif** : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.spn.mnhn.fr>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

### Actions de la programmation MNHN / MEEM liées à ce rapport :

- Définition d'une Stratégie de connaissance
- Observatoire national de la biodiversité (ONB)
- Système d'information sur la nature et les paysages (SINP)

**Chef de projet : Julien Touroult**

**Chargée de mission : Isabelle Witté**

### Experts mobilisés pour la définition des seuils :

Jérôme Barbut (Hétérocères / MNHN), Rumsaïs Blatrix (Formicidae / Antarea), Olivier Boilly (Carabidae, Coccinellidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / Muséum de Lille), Vincent Boulet (Angiospermes / CBN de Mascarin), Gilles Corriol (Champignons basidiomycètes / Midi-Pyrénées), Hervé Bouyon (Carabidae, Coccinellidae, Dytiscidae et Hydrophylidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / ACOREP-France), Hervé Brustel (Carabidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / École d'ingénieur Purpan), Alain Canard (Araneae / ASFRA), Jean-David Chapelin Viscardi (Carabidae, Syrphidae / Laboratoire d'éco-entomologie), Bernard Deceuninck (Oiseaux, Oiseaux nicheurs / LPO), Olivier Delzons (Amphibiens, Oiseaux nicheurs, Reptiles / SPN), Eric Dufrêne (Apoidea), Pascal Dupont (Hétérocères, Odonates, Orthoptères, Rhopalocères / SPN), François Dussoulier (Pentatomoidea / Muséum de Toulon) Olivier Gargominy (Gastéropodes / SPN), Grégoire Gautier (Oiseaux nicheurs / AgroParisTech), Philippe Gourdain (Amphibiens, Angiospermes, Oiseaux nicheurs, Reptiles, / SPN), Patrick Haffner (Amphibiens, Autres mammifères, Chiroptères, Oiseaux, Oiseaux nicheurs, Reptiles / SPN), Christophe Hanot (Longicornes / ACOREP-France), Arnaud Horellou (Carabidae, Coccinellidae, Scarabaeoidea et Lucanoidea / SPN), GREZIA : Collectif (Araneae, Longicornes, Odonates, Rhopalocères), Claire Jacquet (Araneae / ASFRA), Frédéric Jiguet (Oiseaux nicheurs / CESCO), Jean-François Jullien (Chiroptères / CESCO), Aurélie Lacoeylle (Chiroptères / SPN), Julien Laignel (Odonates, Oiseaux nicheurs, Orthoptères, Rhopalocères / SPN), Sébastien Leblond (Bryophytes / SPN), Antoine Lévêque (Hétérocères, Rhopalocères / Entomofauna), Roland Lupoli (Pentatomoidea), Jean-Christophe de Massary (Amphibiens, Reptiles / SPN), Pierre-Arthur Moreau (Champignons basidiomycètes / Haut de France), Nicolas Moulin (Hétérocères, Longicornes, Orthoptères, Rhopalocères, Scarabaeoidea et Lucanoidea / autoentrepreneur), Serge Muller (Angiospermes, Bryophytes, Fougères / MNHN), Opie : Collectif (Hétérocères, Insectes aquatiques, Odonates, Orthoptères, Rhopalocères, Apoidea-Bombus), Rémy Poncet (Angiospermes, Fougères, Lichens / SPN), Jean-Philippe Sibley (Oiseaux, Oiseaux nicheurs / SPN), Yann Sellier (Champignons basidiomycètes / Poitou-Charentes), Laurent Tillon (Amphibiens, Autres mammifères, Chiroptères, Formicidae, Reptiles / ONF), Julien Touroult (Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / SPN et ACOREP-France), Jeanne Vallet (Angiospermes / CBN-BP), Cédric Vanappelghem (Odonates, Orthoptères, Rhopalocères, Syrphidae / SFO et CEN NPC), Philippe Wegnez (Formicidae / Antarea), CEN Picardie (Oiseaux), CEN Hauts-de-France (Oiseaux nicheurs).



### Référence du rapport :

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.

## Table des matières

Contexte .....	5
Objectif.....	5
Exigences fonctionnelles.....	5
Choix méthodologiques .....	6
Méthode.....	8
Bases de données mobilisées .....	8
Définition des groupes d'espèces .....	8
Définition des seuils, consultation des experts .....	10
Filtres appliqués à la base de données .....	12
Cas des mailles « en bordure » .....	12
Développement des cartes .....	12
Résultats.....	13
Choix du seuil de méconnaissance représentatif .....	13
Distribution des taxons .....	15
Synthèses multi-taxons.....	17
Carte de synthèse multi-taxons par regroupement de niveau de connaissance.....	19
Résultats : cartes de « méconnaissance » par taxon.....	23
Discussion.....	37
Avantages & Limites de cette approche .....	37
Perspectives .....	38
Interprétation des causes : absence d'inventaire ou manque de partage des données ?.....	38
Quelles priorités géographiques pour acquérir/partager des données ? .....	39
Remerciements. ....	41
Références.....	42
Annexe 1. Prédicteurs potentiels des « seuils experts » .....	44
Annexe 2. Confrontation avec d'autres indices plus quantitatifs.....	45

# Identification et cartographie des zones de méconnaissance naturaliste à l'échelle nationale (métropole) à partir des données partagées

## Contexte

Avec le développement du partage des données à différentes échelles (région et national avec le SINP et son portail national INPN, international avec le GBIF), de nouvelles possibilités d'utilisation de gros volumes de données émergent, notamment en biogéographie et biogéographie appliquée à la conservation de la nature. Des outils de modélisation ou d'optimisation spatiale sont alors souvent utilisés. La confiance accordée aux résultats devrait être tempérée par la « qualité » des inventaires sources et il est maintenant crucial de documenter l'incertitude et la méconnaissance des distributions (Rocchini *et al.*, 2011).

Dans un autre registre, avec l'essor du partage des données, il paraît également utile de mesurer dans le temps le progrès de la connaissance sur la distribution des espèces. Ceci permettrait de quantifier la performance globale de la démarche d'acquisition et de partage des connaissances naturalistes et *in fine* d'inciter à combler les principales lacunes identifiées.

## Objectif

L'objectif de ce travail consiste à identifier de façon robuste les zones particulièrement déficitaires en informations naturalistes disponibles (c'est-à-dire des zones où peu d'espèces et peu de données sont mentionnées dans le SINP par rapport à ce qui serait attendu *a minima*).

## Exigences fonctionnelles

La quantification souhaitée ne distinguera pas les zones réellement peu inventoriées (peu d'activité de naturalistes sur cette zone), d'une absence de partage des données (des observations ont été faites mais ne sont pas actuellement partagées au niveau national). Cette distinction ne peut pas être faite *a priori* mais pourra faire partie de l'interprétation/discussion ou d'analyses *a posteriori* (cf. par exemple Meyer *et al.*, 2016 pour une analyse à l'échelle mondiale).

La méthode ne doit pas nécessiter d'*a priori* sur la structure ou la quantité de données : pas d'obligation d'avoir des passages répétés, ni une notation systématique de toutes les espèces. Des cas de figure comme : aucune donnée, quelques observations ponctuelles, une liste d'espèces synthétisée pour la maille (donc une seule occurrence par espèces), des multiples sources avec méthodologies différentes etc. doivent pouvoir être traités de façon cohérente.

L'identification de la méconnaissance est prioritaire par rapport à la quantification d'un degré de connaissance. Le but est d'être certain que le secteur est méconnu, pas de connaître un taux de connaissance (qui serait utile mais relève d'un autre travail). Par exemple pour la Flore vasculaire, la synthèse sur le SI-Flore indique d'en dessous de 250 espèces signalées dans une maille 10 x 10 km, la maille n'a pas été suffisamment inventoriée et ne fait pas l'objet d'autres analyses de complétude (Just *et al.*, 2015).

Il s'agit d'un travail à large échelle (métropole, par maille 10 x 10 km) par groupe d'espèces mais qui doit également permettre de produire des synthèses multigroupes pour identifier des secteurs globalement méconnus.

## Choix méthodologiques

Il existe plusieurs méthodes plus ou moins complexes pour estimer le niveau de complétude d'un inventaire des espèces d'un secteur (Hortal *et al.*, 2007 ; Vallet *et al.*, 2012, etc.). Le Tableau 1 ci-après résume les principales options. Les approches les plus quantitatives et analytiques exigent un minimum de structure dans les inventaires. D'autres approches font appel à de l'expertise amont, ce qui réduit les exigences en matière de structure des inventaires.

Dans le cas du travail présenté ici, une approche fondée sur la connaissance experte a été préférée. Cette approche est pratiquement la seule à ne pas nécessiter d'*a priori* sur la structure des données. Elle permet de mutualiser les connaissances de plusieurs experts et donc de consolider un seuil en dessous duquel la maille souffre manifestement de méconnaissance. Ces valeurs ont vocation à être reconsidérées périodiquement afin de refléter l'avancée de la connaissance, puisqu'elles tendent à s'adapter au meilleur niveau d'exigence requis par les experts pour rendre un jugement sur le cortège d'espèces présent localement.

Page suivante :

Tableau 1 : Récapitulatif des méthodes disponibles pour estimer la complétude de l'inventaire d'une zone

Méthodes	Type de métrique	Avantages	Inconvénients	Variantes	Références bibliographiques
<b>Gradient de nombre de données</b>	Indice de 0 à 1 traduisant le nombre de données disponible	Simplicité Si les approches d'échantillonnage sont les mêmes, le nombre de données traduit bien l'effort d'échantillonnage, lui-même indicateur de la complétude de l'inventaire	Le nombre de données ne traduit pas toujours l'effort d'inventaire : par exemple si liste de synthèse est fournie ou à l'inverse si un suivi temporel d'une espèce est réalisé. À forte complétude, le nombre de données n'apporte plus d'information (palier). Nivellement en cas de traitement multigroupes.	Indice fondé sur le nombre de visites (combinaison unique de lieu et date)	Isaac & Pocock, 2015 Hertzog et al., 2014 Ruete, 2015
<b>Similarité avec les secteurs voisins</b>	Écart de densités de relevés par ex.	Contextualisé, précis	Les secteurs proches doivent être contrastés pour observer les patrons de connaissance.		Hill, 2012
<b>Extrapolation par des estimateurs non-paramétriques (Jackknife, Chao...)</b>	Rapport entre richesse potentielle estimée et richesse observée	Simple dans sa compréhension	Sensible à la structure des données et il faut déjà avoir observé une grande partie (~50%) de la richesse existante.	Nombreuses méthodes d'extrapolation du nombre total d'espèces (plus ou moins exigeantes sur la structure des données).	Brose et al., 2003.
<b>Modélisation de la courbe pression d'échantillonnage / richesse observée</b>	Rapport entre la richesse observée et celle prédite par la forme de la courbe (fonction Clench par exemple)	Estime la richesse probable, tient compte de la forme des données	Sensible à la structure des données (listes, suivis et doublons faussent l'estimation) et il faut « beaucoup » de données dans chaque maille.	Utilisation de la pente de la fin de la courbe d'accumulation (pente proche de 0 = forte complétude)	Hortal et al., 2007
<b>Projection (modèle) à partir de sites (mailles) bien connus</b>	Rapport entre richesse observée et richesse prédite.	Indépendant de la structure des données sur les mailles étudiées. Tient compte de la potentialité écologique des mailles étudiées (climat, habitats etc. selon modèle)	Choix des localités bien connues, calage d'un modèle pour chaque groupe taxonomique	Peut se faire aussi en appliquant un modèle de niche à chacune des espèces visées et faire ensuite la somme des espèces prédites	Ballesteros-Mejia et al., 2016
<b>Comparaison avec des enveloppes de répartition issues d'experts</b>	Rapport entre richesse dans la base de donnée et richesse estimée par le cumul des cartes de répartitions (type cartes dans la Liste rouge mondiale)	Utilise une référence contextualisée (donc qui tient compte des gradients de diversité). Indépendant de la structure des données et de la quantité de donnée disponible.	Dépendant de la disponibilité de répartitions expertisées, ce qui limite souvent l'approche à quelques groupes de vertébrés. Pertinent uniquement pour des mailles très larges (compte tenu de l'imprécision des cartes de répartition : exemple 100 x 100 km)	Indice déclinable par unité de temps (par année dans Map of Life)	Meyer et al. 2015. Utilisé par Map of Life et GBIF.
<b>Méthodes semi-quantitatives par expertise</b>	Variable discrète : suffisant / insuffisant.	Peu voire pas sensible à la structure des données, ni à leur quantité. Utilise la connaissance des experts sur chaque groupe.	Mesure « binaire » : effet de l'expertise sur les seuils et effet de seuil Impact des biais de connaissance, des <i>a priori</i> des experts : Subjectivité des seuils	Possibilité d'utiliser voir de combiner : nb d'espèces, espèces témoins qui doivent toujours être présentes, saisons avec données, + nombre d'observateurs etc.	Romo Benito & Garcia Barros, 2005 Exemple : site CETTIA (en ligne)

## **Méthode**

### **Bases de données mobilisées**

#### Source de données principale

INPN : Index mailles, extraction du 09/01/2017.

#### Sources de données particulières

Base de données rapportage directive Habitats-faune-flore : extraction du 17/06/2015 projetée sur le maillage 10x10km L93 français.

Base de données rapportage directive oiseaux : extraction du 17/12/2014 projetée sur le maillage 10x10 km L93 français.

Base de données Oiseaux nicheurs (atlas 2016) : extraction du 09/09/2016 (nicheurs certains et probables)

#### Référentiel

Référentiel taxonomique : TaxRef V10 : extraction du 10/01/2017

INVENTAIRES : Référentiel des jeux de données de l'INPN, extraction du 10/01/2017

### **Définition des groupes d'espèces**

Les groupes taxonomiques d'intérêt ont été définis pour refléter les logiques d'inventaire et d'acteurs des inventaires et suivis naturalistes.

Le Tableau 1 détaille ces groupes constitués par expertise, ainsi que les filtres taxonomiques mis en place pour les définir dans la base de données de l'INPN.

Chaque groupe taxonomique est également regroupé dans une catégorie d'intensité d'inventaires reflétant la fréquence *a priori* des inventaires et suivis dont il bénéficie.



Tableau 2 : Groupes taxonomiques appliqués pour la création des cartes de méconnaissance et informations associées.

Groupes	Nom abrégé	Regroupements	Champs de filtre	Critère des filtres	Nombre d'experts consultés
Amphibiens	Amphibiens	Taxons classiques en inventaire	Groupe INPN 2	Amphibiens	5
Flore vasculaire angiospermes	Angiospermes	Taxons classiques en inventaire	Groupe INPN 2	Angiospermes	6
Hyménoptères Apoidea	Apoidea	Taxons moins souvent inventoriés	Familles	Ampulicidae, Andrenidae, Apidae, Colletidae, Crabronidae, Halictidae, Heterogynaeidae, Megachilidae, Melittidae, Sphecidae, Anthophoridae	2
Arachnides : Araneae	Araneae	Taxons moins souvent inventoriés	Ordre	Araneae	3
Mammifères autres	Autres mammifères	Taxons moins souvent inventoriés	Classe	Mammalia (hors chiroptères)	2
Bryoflore (mousses)	Bryophytes	Taxons moins souvent inventoriés	Groupe INPN 1	Bryophytes	7
Coléoptères Carabes & Carabiques (Fam. Carabidae)	Carabidae	Taxons moins souvent inventoriés	Famille	Carabidae	5
Champignons basidiomycètes	Champignons basidiomycètes	Taxons moins souvent inventoriés	GROUP1_INPN	Basidiomycètes	3
Mammifères Chiroptères	Chiroptères	Taxons classiques en inventaire	Ordre	Chiroptères	3
Coléoptères Coccinelles (Famille : Coccinellidae)	Coccinellidae	Taxons moins souvent inventoriés	Famille	Coccinellidae	3
Coléoptères aquatiques (Famille : Dytiscidae & Hydrophilidae)	Dytiscidae et Hydrophilidae	Taxons moins souvent inventoriés	Familles	Dytiscidae, Hydrophilidae	1
Hyménoptères Formicidae	Formicidae	Taxons moins souvent inventoriés	Famille	Formicidae	3
Fougères	Fougères	Taxons moins souvent inventoriés	Groupe INPN 2	Fougères	2
Gastéropodes	Gastéropodes	Taxons moins souvent inventoriés	Groupe INPN 2	Gastéropodes	1
Hétérocères (macro)	Hétérocères	Taxons moins souvent inventoriés	Ordre	Lepidoptera (hors Rhopalocères)	5
Invertébrés aquatiques (Ephémères, Trichoptères, Plécoptères)	Insectes aquatiques	Taxons moins souvent inventoriés	Ordre	Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera	1
Lichens	Lichens	Taxons moins souvent inventoriés	Groupe INPN 2	Lichens	1
Coléoptères longicornes (Fam. Cerambycidae)	Longicornes	Taxons moins souvent inventoriés	Famille	Cerambycidae	7
Odonates	Odonates	Taxons classiques en inventaire	Ordre	Odonata	5
Oiseaux, tous statuts	Oiseaux	Taxons classiques en inventaire	Groupe INPN 2	Oiseaux	4
Orthoptères	Orthoptères	Taxons classiques en inventaire	Ordre	Orthoptera	5
Hémiptères, Pentatomidae	Pentatomoidea	Taxons moins souvent inventoriés	FAMILLE	Acanthosomatidae, Canopidae, Corimelaenidae, Cydnidae, Dinidoridae, Pentatomidae, Plataspididae, Scutelleridae, Tessaratomidae, Thaumastocoridae, Thyreocoridae	2
Reptiles	Reptiles	Taxons classiques en inventaire	Groupe INPN 2	Reptiles	5
Rhopalocères	Rhopalocères	Taxons classiques en inventaire	Famille	Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae, Hesperidae, Hedylidae	8
Coléoptères Scarabaeidae (Superfamille = Scarabaeoidea & Lucanoidea)	Scarabaeoidea et Lucanoidea	Taxons moins souvent inventoriés	Famille	Geotrupidae, Hybosoridae, Lucanidae, Ochodaeidae, Scarabaeidae, Trogidae	5
Diptères, Syrphidae	Syrphidae	Taxons moins souvent inventoriés	Famille	Syrphidae	2

## Définition des seuils, consultation des experts

Les seuils de méconnaissance sont définis comme le nombre d'espèces inventoriées en dessous duquel un manque de connaissance peut être admis de façon quasi-certaine.

La question posée à chaque expert était la suivante :

*« L'approche utilisée consistera à identifier les mailles de 10 x 10 km (carroyage classique des inventaires) dont le nombre d'espèces connu est en dessous d'un seuil minimal. Ce seuil est un avis éclairé d'expert sur le nombre d'espèces qu'on trouve dans le plus « mauvais » endroit de 100 km<sup>2</sup> où on puisse prospecter en métropole (selon les taxons : Beauce centrale, Picardie, grande zone très urbaines, zone très boisée pour certains taxons, ...). Il faut prendre en compte le fait que sur 10 x 10 km, il y a toujours de l'hétérogénéité de milieu. »*

Le seuil de méconnaissance est établi par sondage auprès des experts de chaque taxon (de 1 à 7 experts, voir Tableau 1) entre le 12 avril et le 25 août 2016.

D'après les échanges avec les experts consultés, plusieurs méthodes ont été utilisées pour répondre, avec éventuellement une confrontation de ces méthodes pour parvenir au chiffre proposé par l'expert :

- Une approche « théorique » sur les milieux présents dans une maille de 10 x 10 km peu favorable au taxon en métropole (par exemple un village, quelques jardins, des cultures intensives, des routes et bords de route) et une estimation de la richesse attendue en fonction de chacun de ces milieux et du recoupement du cortège d'espèces entre ces milieux ;
- Une approche par les atlas déjà publiés dans les pays voisins ou certaines régions. Il s'agit de prendre les richesses les plus faibles enregistrées dans des travaux à forte complétude (exemple atlas du Royaume-Unis ou des Pays-Bas) ;
- Une approche par l'expérience de terrain, à savoir la richesse obtenue lors de prospections « sérieuses » dans des localités et milieux a priori très peu favorables.

**La liste des experts consultés lors de cette phase d'initialisation est la suivante (par ordre alphabétique):**

Jérôme Barbut (Hétérocères / MNHN)

Rumsaïs Blatrix (Formicidae / Antarea)

Olivier Boilly (Carabidae, Coccinellidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / Muséum de Lille)

Vincent Boulet (Angiospermes / CBN de Mascarin)

Hervé Bouyon (Carabidae, Coccinellidae, Dytiscidae et Hydrophilidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / ACOREP-France)

Hervé Brustel (Carabidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / Ecole d'ingénieur Purpan)

Alain Canard (Araneae / ASFRA)

Jean-David Chapelin Viscardi (Carabidae, Syrphidae / Laboratoire d'éco-entomologie)

Bernard Deceuninck (Oiseaux, Oiseaux nicheurs / LPO)

Gilles Corriol (Champignons basidiomycètes / Midi-Pyrénées)

Olivier Delzons (Amphibiens, Oiseaux nicheurs, Reptiles / SPN)

Eric Dufrêne (Apoidea)

Pascal Dupont (Hétérocères, Odonates, Orthoptères, Rhopalocères / SPN)

François Dussoulier (Pentatomoidea / Muséum de Toulon)

Olivier Gargominy (Gastéropodes / SPN)

Grégoire Gautier (Oiseaux nicheurs / Parc des Cévennes)

Philippe Gourdain (Amphibiens, Angiospermes, Oiseaux nicheurs, Reptiles, / SPN)  
Patrick Haffner (Amphibiens, Autres mammifères, Chiroptères, Oiseaux, Oiseaux nicheurs, Reptiles / SPN)  
Christophe Hanot (Longicornes / ACOREP-France)  
Arnaud Horellou (Carabidae, Coccinellidae, Scarabaeoidea et Lucanoidea / SPN)  
GRETIA : Collectif (Araneae, Longicornes, Odonates, Rhopalocères)  
Claire Jacquet (Araneae / ASFRA)  
Frédéric Jiguet (Oiseaux nicheurs / CESCO)  
Jean-François Jullien (Chiroptères / CESCO)  
Aurélien Lacoeylle (Chiroptères / SPN)  
Julien Laiguel (Odonates, Oiseaux nicheurs, Orthoptères, Rhopalocères / SPN)  
Sébastien Leblond (Bryophytes / SPN)  
Antoine Lévêque (Hétérocères, Rhopalocères / Entomofauna)  
Roland Lupoli (Pentatomoidea)  
Jean-Christophe de Massary (Amphibiens, Reptiles / SPN)  
Pierre-Arthur Moreau (Champignons basidiomycètes / Haut de France)  
Nicolas Moulin (Hétérocères, Longicornes, Orthoptères, Rhopalocères, Scarabaeoidea et Lucanoidea / autoentrepreneur)  
Serge Muller (Angiospermes, Bryophytes, Fougères / MNHN)  
Opie : Collectif (Hétérocères, Insectes aquatiques, Odonates, Orthoptères, Rhopalocères, Apoidea-Bombus)  
Rémy Poncet (Angiospermes, Fougères, Lichens / SPN)  
Jean-Philippe Siblet (Oiseaux, Oiseaux nicheurs / SPN)  
Yann Sellier (Champignons basidiomycètes / Poitou-Charentes)  
Laurent Tillon (Amphibiens, Autres mammifères, Chiroptères, Formicidae, Reptiles / ONF)  
Julien Touroult (Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / SPN et ACOREP-France)  
Jeanne Vallet (Angiospermes / CBN-BP)  
Cédric Vanappelghem (Odonates, Orthoptères, Rhopalocères, Syrphidae / SFO et CEN NPC)  
Philippe Wegnez (Formicidae / Antarea)  
CEN Picardie (Oiseaux)  
CEN Hauts-de-France (Oiseaux nicheurs)

**Bibliographie, sites, atlas** (références complètes dans la bibliographie en fin de rapport)

Just et al., 2015 (Flore vasculaire / réseau FCBN)  
Romo & García-Barros, 2005 (Rhopalocères en Espagne)  
Atlas des mousses des Pays-Bas, atlas des mousses du Royaume-Uni  
Atlas des mousses de Suisse  
Hauguel, J., Wattez, J., 2008 (Bryophytes)  
Atlas des Bryophytes du Royaume-Uni.

## Filtres appliqués à la base de données

Dates :	du 1 <sup>er</sup> janvier 1997 au 10 janvier 2017 (logique de 20 ans glissant)
Jeux de données :	Inventaires considérés valides (INVENTAIRE : FILTRE_INVENTAIRE= 1)
Amplitude spatiale :	Mailles 10x10 km Lambert 93 terrestres
Taxonomiques :	Espèces continentales (TaxRef : ISCONTINENTAL=TRUE)  Présentes en Métropole [TaxRef : FR = ("P","B","E","S","C","I","J")]. Tous statuts sauf éteint, douteux et domestique.  Groupes taxonomiques tels que décrits dans la partie « Définition des groupes taxonomiques ».

## Cas des mailles « en bordure »

Lors des tests, les effets de bordure n'ont pas été corrigés pour tenir compte de la surface réduite des mailles frontalières ou côtières.

Sur les cartes de résultat, il n'y a pas d'effet de bordure flagrant et cela ne justifie pas de correction dans un premier temps. Une correction pourrait être envisagée (suppression totale ou sur la base d'une analyse précise du biais) si c'était nécessaire pour un usage.

## Développement des cartes

Pour chaque groupe taxonomique, deux seuils sont calculés et comparés, le seuil minimum : la plus petite valeur proposée par les experts et le seuil moyen : la moyenne de toutes les valeurs proposées par les experts.

Les seuils moyens ont été choisis pour la représentation des résultats pour la suite de ce rapport. En effet, les seuils moyens et les seuils minimum sont relativement proches pour la majorité des groupes (voir Tableau 3 ci-dessous).

### Cartes par taxons

- I. Les mailles représentée en rouge sur la carte ont un nombre d'espèces ne dépassant pas la moyenne des seuils proposés par les experts (Seuil moyen : moyenne arithmétique de l'ensemble des seuils proposés par les experts).

### Cartes multi-taxons :

- II. Le gradient du gris au rouge sur la carte indique le nombre de groupes taxonomiques dont la richesse ne dépasse pas le seuil moyen de richesse proposés par les experts dans la maille. (Seuil moyen : moyenne arithmétique de l'ensemble des seuils proposés par les experts).

## Résultats

### Choix du seuil de méconnaissance représentatif

Les plus grands écarts (absolus) entre le seuil minimum et le seuil maximum concernent les Angiospermes, les Hétérocères et les Oiseaux (tous oiseaux et oiseaux nicheurs) qui sont surlignés en gris dans le Tableau 3 ci-dessous).

Tableau 3 : Synthèse des seuils proposés par les experts.

Groupes	GROUP2_INPN	NbExperts	Min	Max	Moyenne	Erreur_Type	Coef_variation
Amphibiens	Amphibiens	5	2	8	4.60	0.98	0.48
Flore vasculaire angiospermes	Angiospermes	6	200	300	233.33	16.67	0.17
Hyménoptères Apoidea	Apoidea	2	6	20	13.00	7.00	0.76
Arachnides : Araneae	Araneae	3	100	150	133.33	16.67	0.22
Mammifères autres	Autres mammifères	2	13	21	17.00	4.00	0.33
Bryoflore (mousses)	Bryophytes	7	15	50	29.86	4.50	0.40
Coléoptères Carabes & Carabiques (Fam. Carabidae)	Carabidae	5	10	40	24.00	5.10	0.48
Champignons basidiomycètes	Champignons basidiomycètes	3	300	500	400.00	57.74	0.25
Mammifères Chiroptères	Chiroptères	3	3	8	5.00	1.53	0.53
Coléoptères Coccinelles (Famille : Coccinellidae)	Coccinellidae	3	3	12	7.00	2.65	0.65
Coléoptères aquatiques (Famille : Dytiscidae & Hydrophilidae)	Dytiscidae et Hydrophilidae	1	10	10	10.00		
Hyménoptères Formicidae	Formicidae	3	10	15	13.33	1.67	0.22
Fougères	Fougères	2	3	5	4.00	1.00	0.35
Gastéropodes	Gastéropodes	1	10	10	10.00		
Hétérocères (macro)	Hétérocères	5	100	200	140.00	24.49	0.39
Invertébrés aquatiques (Ephémères, Trichoptères, Plécoptères)	Insectes aquatiques	1	27	27	27.00		
Lichens	Lichens	1	54	54	54.00		
Coléoptères longicornes (Fam. Cerambycidae)	Longicornes	7	4	15	9.43	1.67	0.47
Odonates	Odonates	5	5	10	7.60	0.81	0.24
Oiseaux, tous statuts	Oiseaux	4	50	150	100.25	21.91	0.44
Oiseaux nicheurs (certains + probables)	Oiseaux nicheurs	9	20	100	50.67	8.43	0.50
Orthoptères	Orthoptères	5	6	15	10.80	2.03	0.42
Hémiptères, Pentatomidae	Pentatomoidea	2	10	20	15.00	5.00	0.47
Reptiles	Reptiles	5	2	3	2.80	0.20	0.16
Rhopalocères	Rhopalocères	8	5	20	13.13	1.99	0.43
Coléoptères Scarabaeidae (Superfamille = Scarabaeoidea & Lucanoidea)	Scarabaeoidea et Lucanoidea	5	5	15	9.20	1.77	0.43
Diptères, Sirphidae	Syrphidae	2	25	30	27.50	2.50	0.13

L'utilisation des seuils moyens pour représenter la méconnaissance des groupes présente une vision plus pessimiste de la situation de la connaissance (voir exemple en Figure 1 avec un cas d'écarts d'interprétation modérés pour les angiospermes et un cas de divergences plus marqué des oiseaux). Dans le cas des angiospermes, la différence entre seuil minimum et seuil moyen n'influence les conclusions qu'en marge : le périmètre des zones mal connues est globalement un peu plus large pour le seuil moyen. En revanche, pour les oiseaux (tous statuts confondus), la lecture de la carte basée sur les seuils minimaux donne l'impression que les distributions sont globalement très bien connues sur l'ensemble du territoire alors que la carte fondée sur les seuils moyens montre une situation de méconnaissance générale sur le territoire.

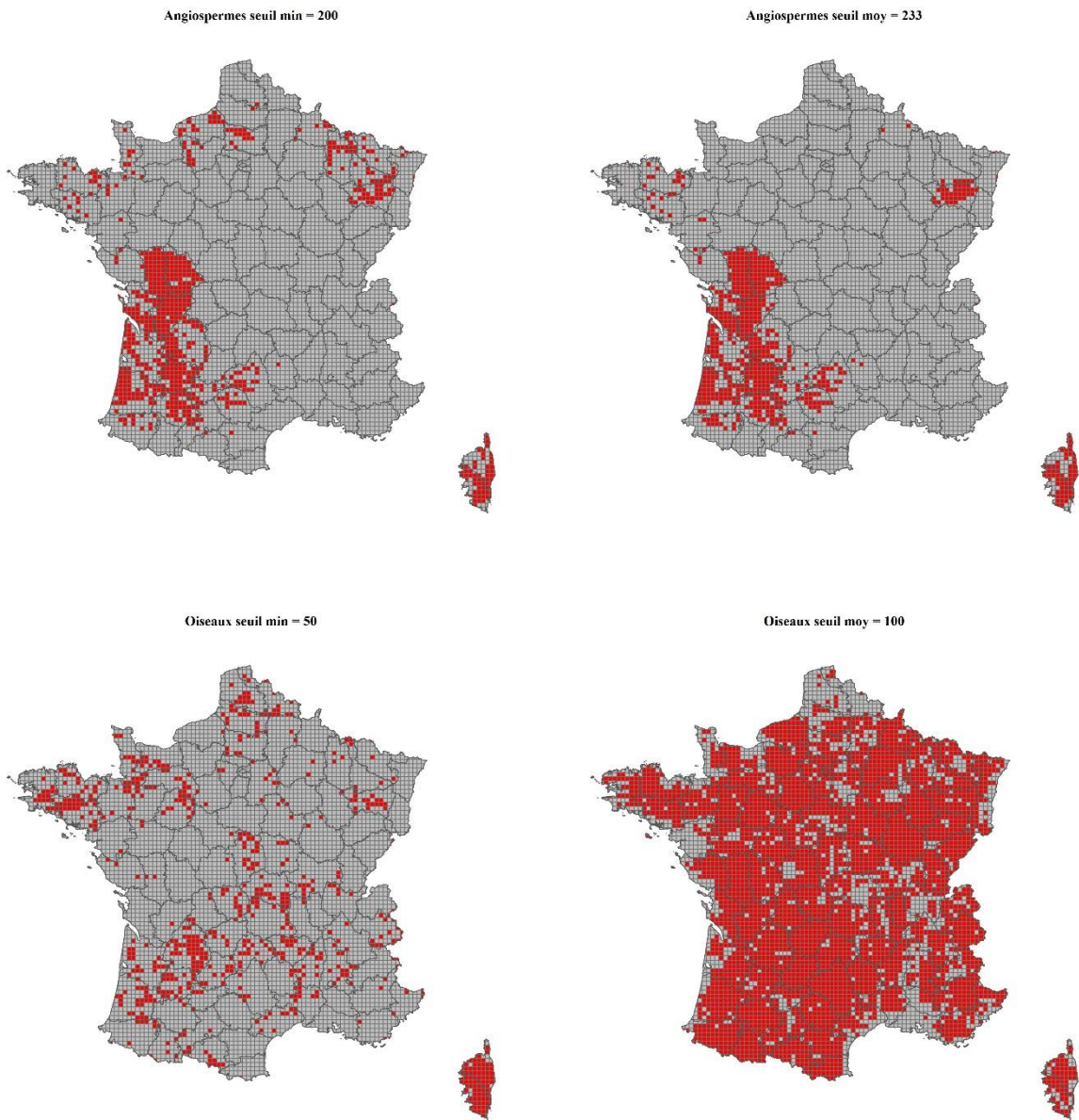


Figure 1 : Cartes de méconnaissance pour les Angiospermes (figures du haut) et les oiseaux (figures du bas). Exemples de l'écart dans les résultats résultant du choix de la valeur seuil. À droite les seuils minimaux (200 pour les angiospermes, 50 pour les oiseaux, tous statuts biologiques confondus), à gauche les seuils moyens (233 pour les angiospermes, 100 pour les oiseaux). Le cas illustré des oiseaux (tous statuts) est celui qui présente le plus d'hétérogénéité dans les avis d'expert.

Ces grands écarts de seuils résultent des écarts dans les estimations de seuils produites par les experts, et reflète le fait que différents experts ont un point de vue différent concernant la connaissance actuelle des taxons concernés. Il serait intéressant d'observer l'évolution de ces écarts en fonction de l'avancée de la connaissance ou après avoir montré les résultats de ce travail aux mêmes experts (recherche de consensus par une méthode comme Delphi : itérations en confrontant le résultat de l'expert à la synthèse du groupe ; Letrilliart & Vanmeerbeek, 2011).

## Distribution des taxons

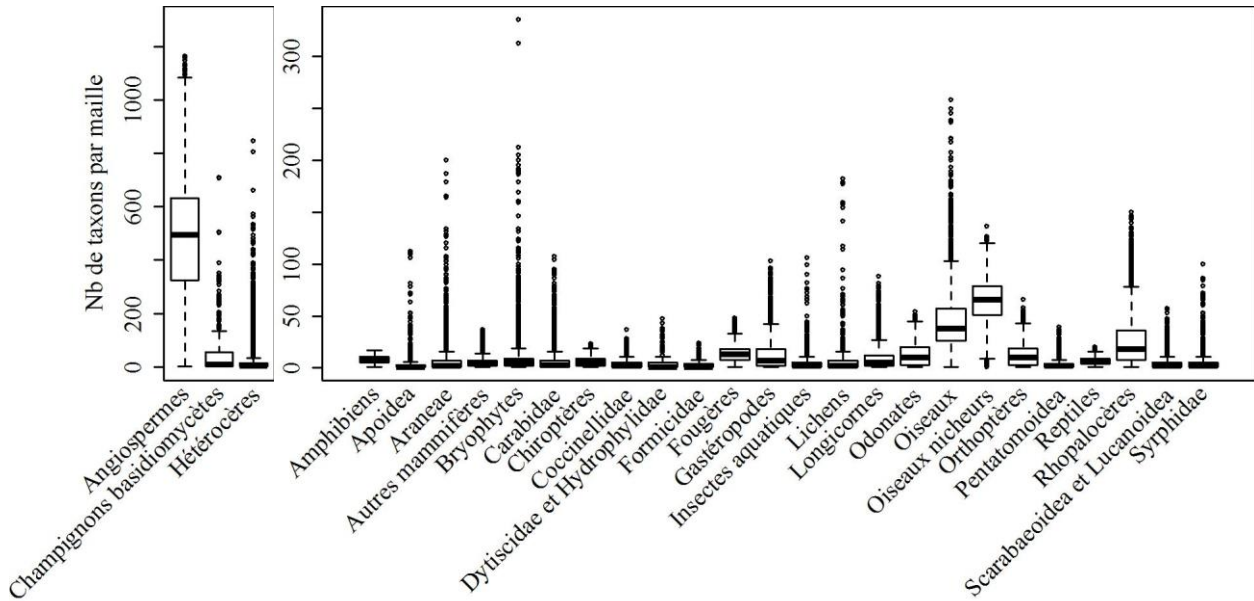


Figure 2 : Distribution du nombre de taxons pour chaque groupe taxonomique dans les mailles, état des connaissances dans l'INPN (janvier 2017).

La plupart des groupes taxonomiques présente des richesses par maille très faibles et des distributions à « longue queue » : Beaucoup de valeurs faibles et quelques mailles bien prospectées avec une richesse plus élevée. Ces distributions sont assez typiques des données disponibles hétérogènes à l'échelle nationale. Seuls les angiospermes et les oiseaux se démarquent significativement de ce pattern avec une distribution quasi-normale, laissant penser que la prospection est plus homogène sur le territoire.

Tableau 4 : Synthèse des groupes taxonomiques étudiés. Nombre d'espèces (TaxRef), nombre d'espèces avec au moins une donnée en Métropole (base INPN) dans le groupe et richesses moyennes, médiane, minimale et maximale par maille.

Nom abrégé	Nb_espèces_INPN	Nb_espèces_TaxRef	Richesse_Moyenne	Richesse_Mediane	Richesse_Min	Richesse_Max
Amphibiens	41	43	7.89	8	0	17
Angiospermes	5505	7964	482.00	496	0	1164
Apoidea	513	1411	3.55	1	0	112
Araneae	944	1667	8.72	2	0	200
Autres mammifères	82	87	5.44	4	0	37
Bryophytes	913	1238	10.03	5	0	335
Carabidae	701	1033	7.39	3	0	107
Champignons basidiomycètes	2595	9273	43.26	9	0	710
Chiroptères	33	34	6.55	5	0	23
Coccinellidae	87	135	3.76	2	0	37
Dytiscidae et Hydrophilidae	114	199	4.44	1	0	47
Formicidae	106	219	3.25	1	0	24
Fougères	156	177	13.44	13	0	48
Gastéropodes	514	652	13.04	7	0	103
Hétérocères	3122	5146	23.81	5	0	846
Insectes aquatiques	414	762	6.15	2	0	106
Lichens	925	3016	10.76	2	0	182
Longicornes	236	244	9.01	5	0	88
Odonates	88	94	12.83	10	0	54
Oiseaux	481	559	45.39	38	0	258
Oiseaux nicheurs	302	308	63.73	66	0	136
Orthoptères	200	224	12.38	10	0	66
Pentatomoidea	131	168	3.88	2	0	39
Reptiles	41	44	6.67	6	0	20
Rhopalocères	254	259	25.43	18	0	150
Scarabaeoidea et Lucanoidea	246	302	3.85	2	0	57
Syrphidae	345	544	5.15	2	0	100



## Synthèses multi-taxons

Il est possible de synthétiser le niveau de connaissance multi-groupe. L'approche ci-dessous concerne un nombre moyen de groupes lacunaires par maille (Tableau 5), qu'on peut aussi exprimer positivement en nombre de groupe prospectés (Tableau 6).

Tableau 5 : Nombre de groupes taxonomiques à connaissance lacunaire (dont le nombre d'espèces observées ne dépasse pas le seuil moyen) par mailles et par regroupement (moyenne, erreur type et nombre de groupes concernés), au 10/01/2017

	Moyenne	Erreur Type	Nb Groupe
Tous Taxons	20.63	0.038	27
Taxons classiques en inventaire	4.31	0.026	10
Taxons moins souvent inventoriés	16.31	0.018	18

Tableau 6 : Nombre de groupes taxonomiques prospectés (dont le nombre d'espèces observées dépasse le seuil moyen) par mailles et par regroupement (moyenne, erreur type et nombre de groupes concernés), au 10/01/2017

	Moyenne	Erreur Type	Nb Groupe
Tous Taxons	6.37	0.038	27
Taxons classiques en inventaire	4.69	0.026	9
Taxons moins souvent inventoriés	1.69	0.018	18

Ces synthèses constituent de potentiels indicateurs de suivi de l'acquisition et du partage des connaissances sur la distribution des espèces.

Si on considère un pas de temps glissant des données (par exemple les 20 dernières années comme dans ce travail), ces indicateurs peuvent évoluer dans les deux sens. Notamment, le nombre de groupes prospectés peut baisser si les prospections anciennes ne sont pas « rafraichies » par de nouvelles observations.

D'autres synthèses peuvent être envisagées : médiane et quartiles ; carte par quartiles ; nombre et pourcentage de maille avec plus de X groupes prospectés etc.

Le formatage en indicateur sera proposé dans le cadre de l'Observatoire national de la biodiversité.

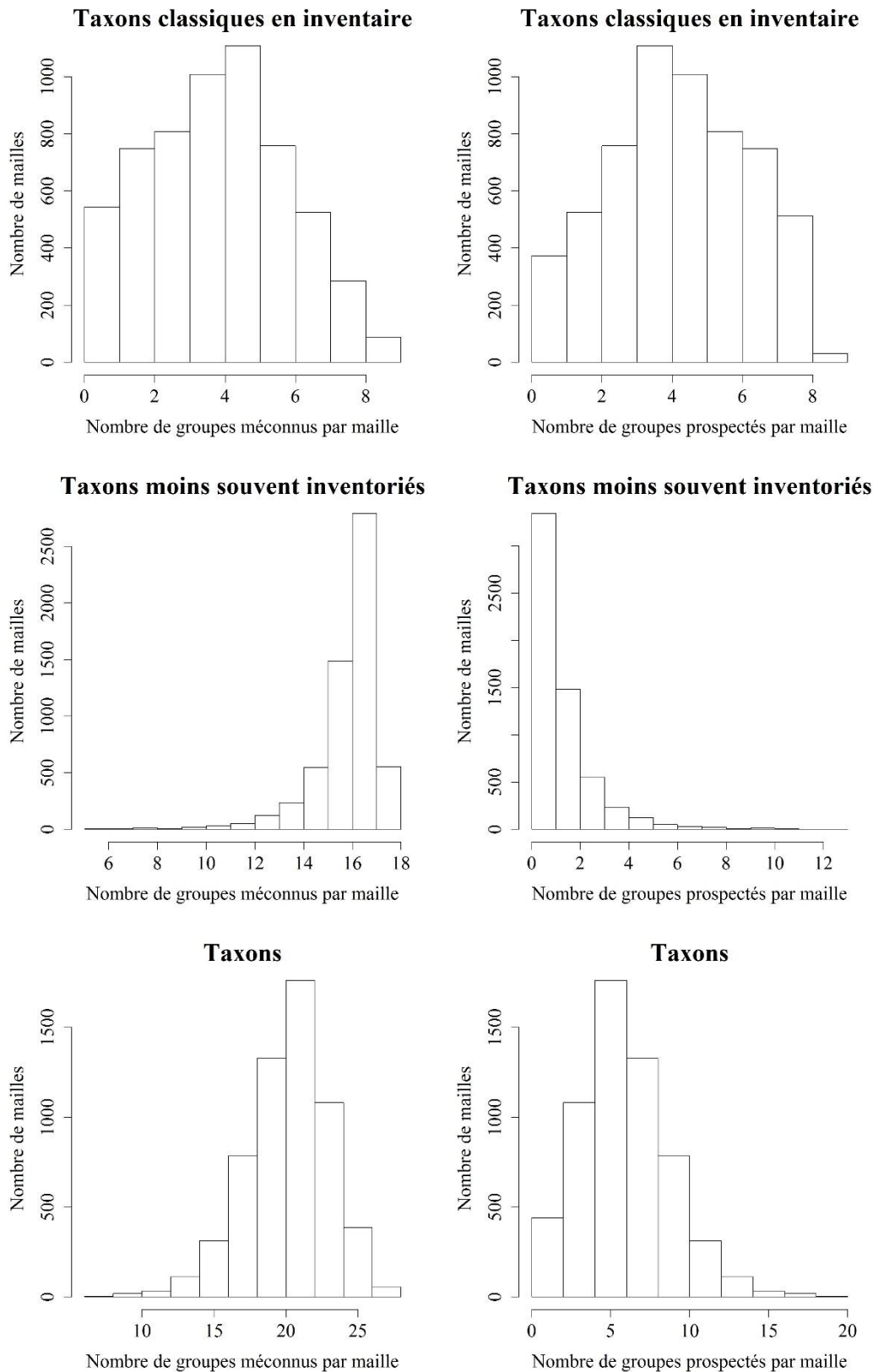


Figure 3 : Histogrammes des nombres de groupes taxonomiques méconnus (à gauche) ou prospectés (à droite) par regroupement de fréquence d'inventaire, basé sur les seuils moyens pour la méconnaissance des groupes taxonomiques ; Taxon classiques en inventaire : 9 groupes ; Taxons moins souvent inventoriés : 18 groupes, Tous taxons : 27 groupes.

## Carte de synthèse multi-taxons par regroupement de niveau de connaissance

Taxons 2017-01-10

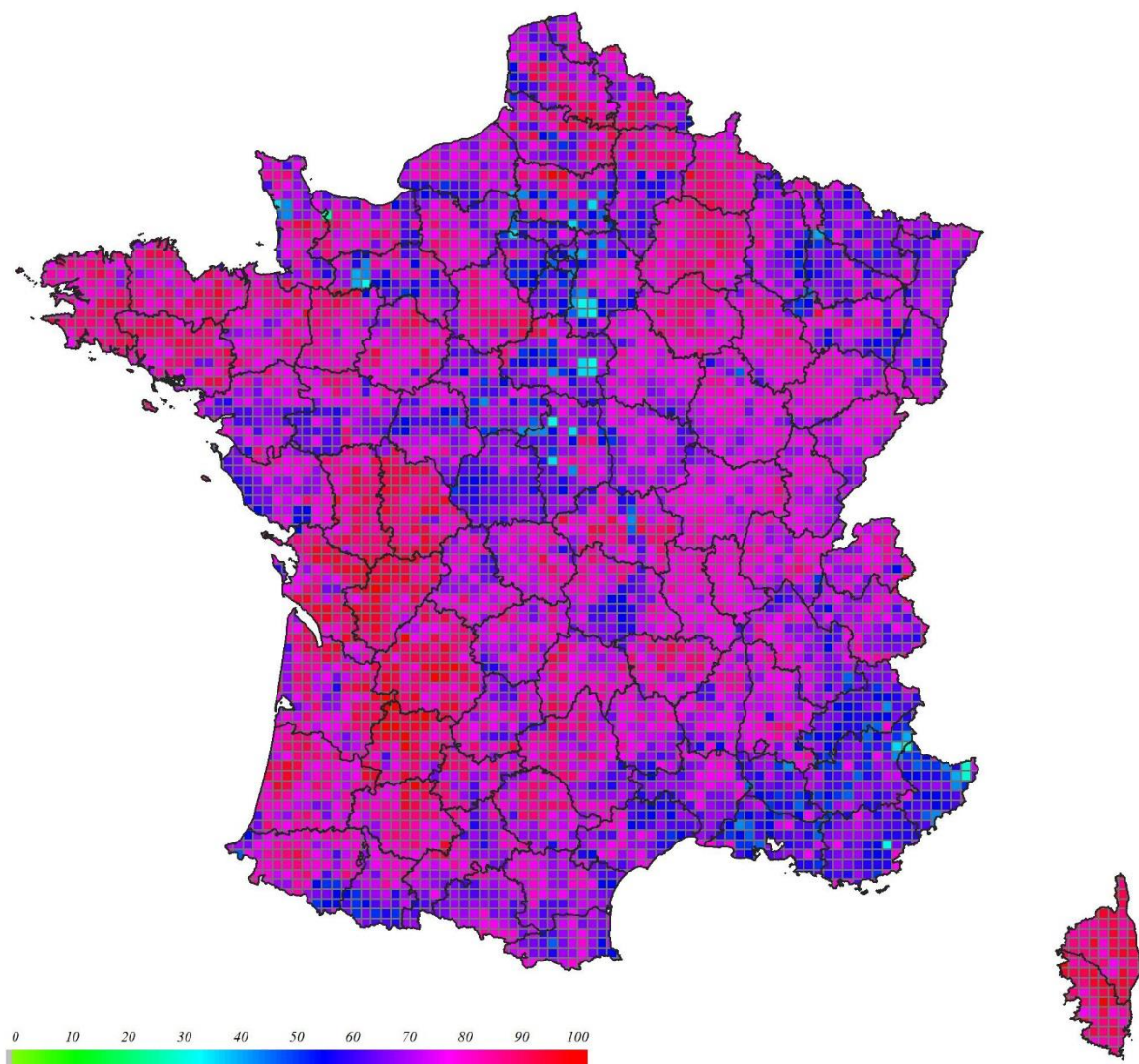


Figure 4 : Synthèse de la méconnaissance pour l'ensemble des 27 taxons considérés. Le gradient représente le pourcentage de taxons considérés comme méconnus par maille.

## Taxons classiques en inventaire 2017-01-10

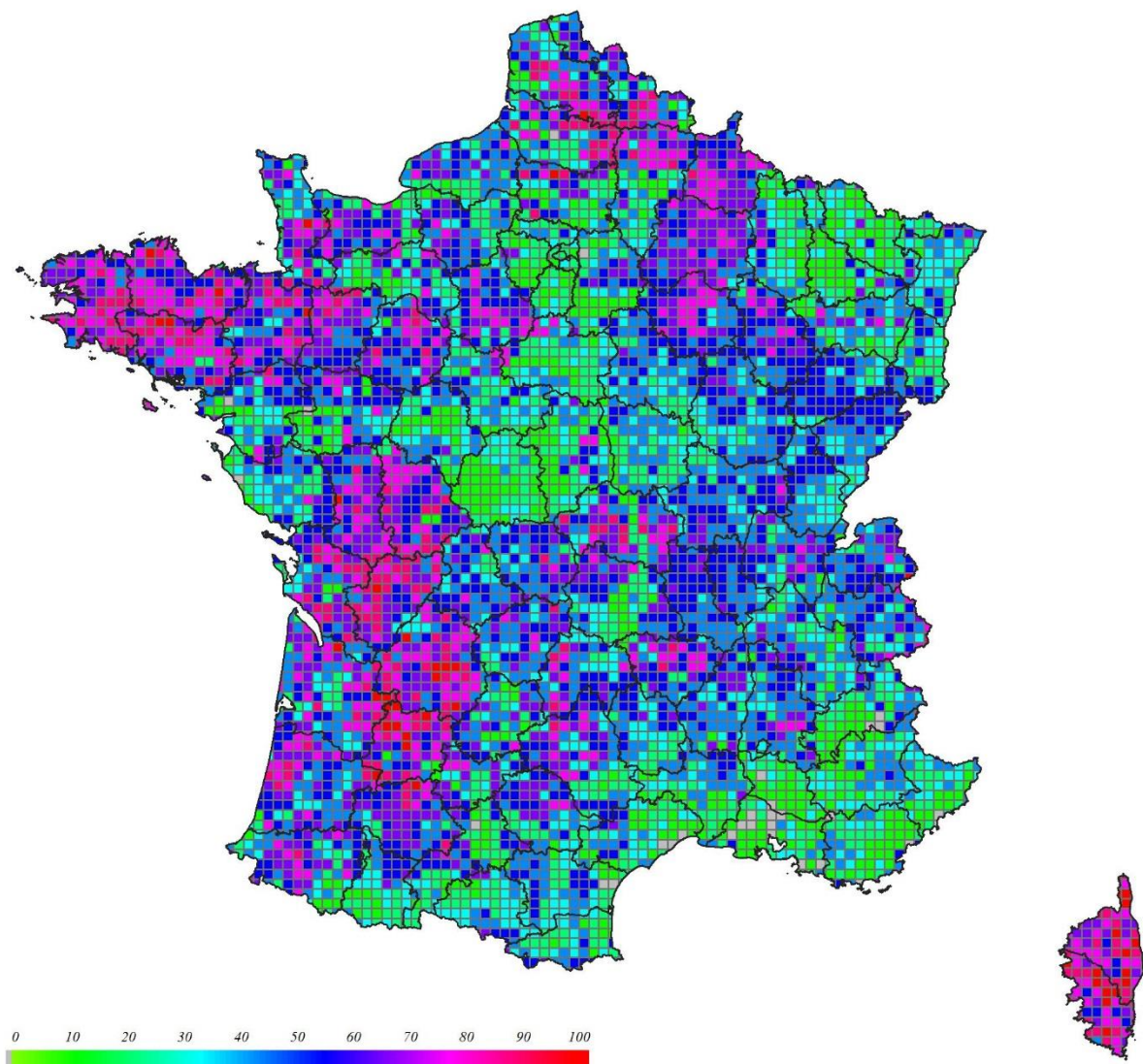


Figure 5 : Synthèse de la méconnaissance pour l'ensemble des 9 taxons classiques en inventaire (amphibiens, angiospermes, chiroptères, odonates, oiseaux, oiseaux nicheurs, orthoptères, reptiles, rhopalocères). Le gradient représente le nombre de taxons considérés comme méconnus par maille.

## Taxons moins souvent inventoriés 2017-01-10

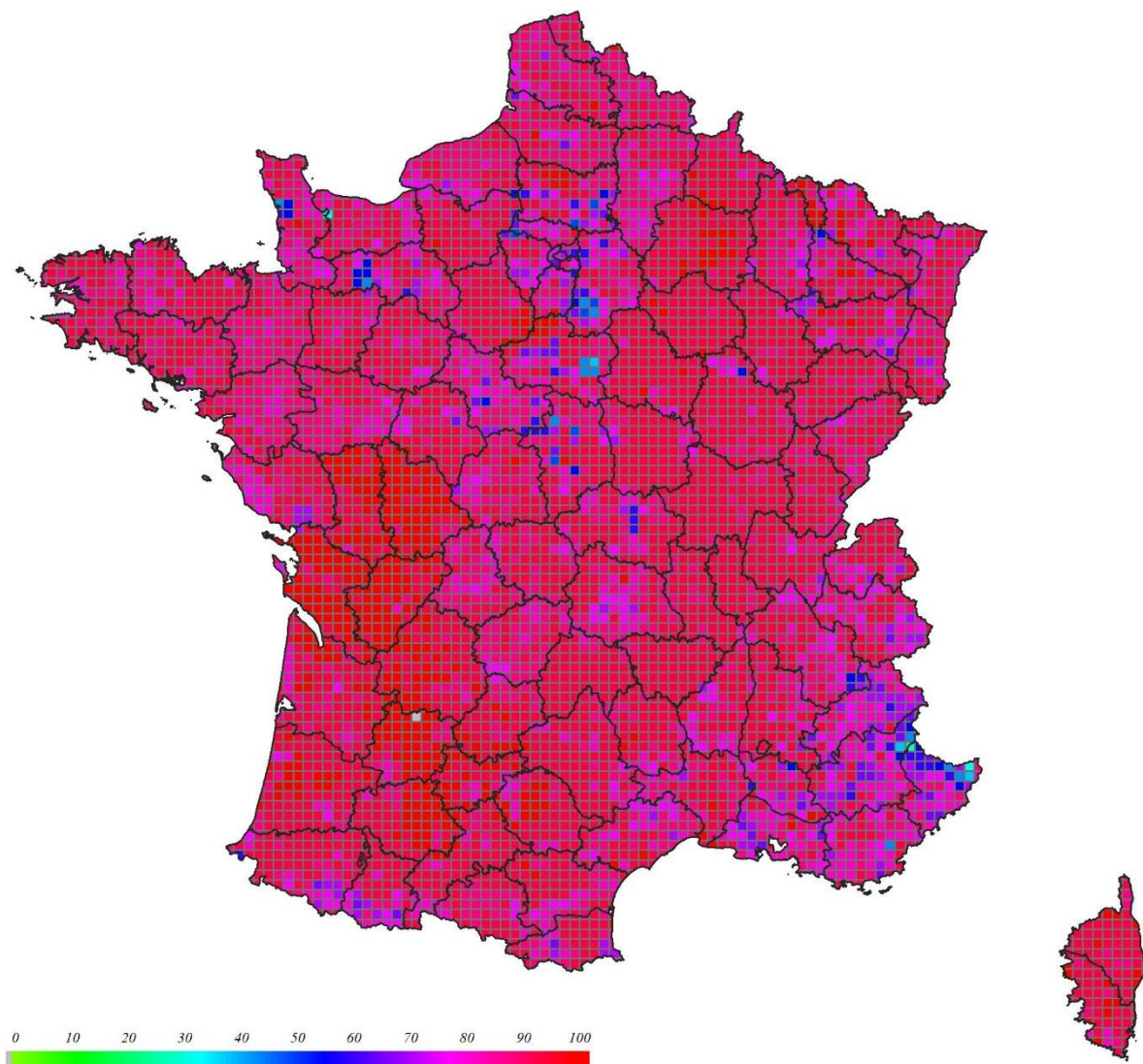


Figure 6 : Synthèse de la méconnaissance pour l'ensemble des 18 taxons moins souvent inventoriés (Apoidea, Araneae, autres mammifères, bryophytes, Carabidae, Coccinellidae, Dytiscidae et Hydrophilidae, Formicidae, fougères, gastéropodes, hétérocères, insectes aquatiques, lichens, longicornes, Pentatomoidea, Scarabaeoidea et Lucanoidea, Syrphidae, Champignons basidiomycètes). Le gradient représente le nombre de taxons considérés comme méconnus par maille.

En observant le nombre de mailles considérées comme prospectées pour chaque taxon (lorsque le nombre d'espèces recensées dépassent le seuil fixé par les experts, voir Figure 7), on observe différents décrochements dans la fonction de distribution. Un ensemble de groupes taxonomiques présentent un grand nombre de mailles dépassant le seuil (Fougères, Angiospermes, Reptiles, Oiseaux nicheurs, Amphibiens). Les Angiospermes, les Reptiles, les Oiseaux nicheurs et les Amphibiens sont effectivement régulièrement prospectés, bénéficient de programme d'inventaire de distribution et sont considérés comme bien connus. En revanche, dans le cas des Fougères le seuil minimum de connaissance pourrait avoir été sous-estimé. Il est à noter que les oiseaux (tous statuts) présentent relativement peu de mailles dépassant le seuil. A l'inverse des Fougères, il est possible que le seuil de méconnaissance ait été fixé de façon ambitieuse par les experts.

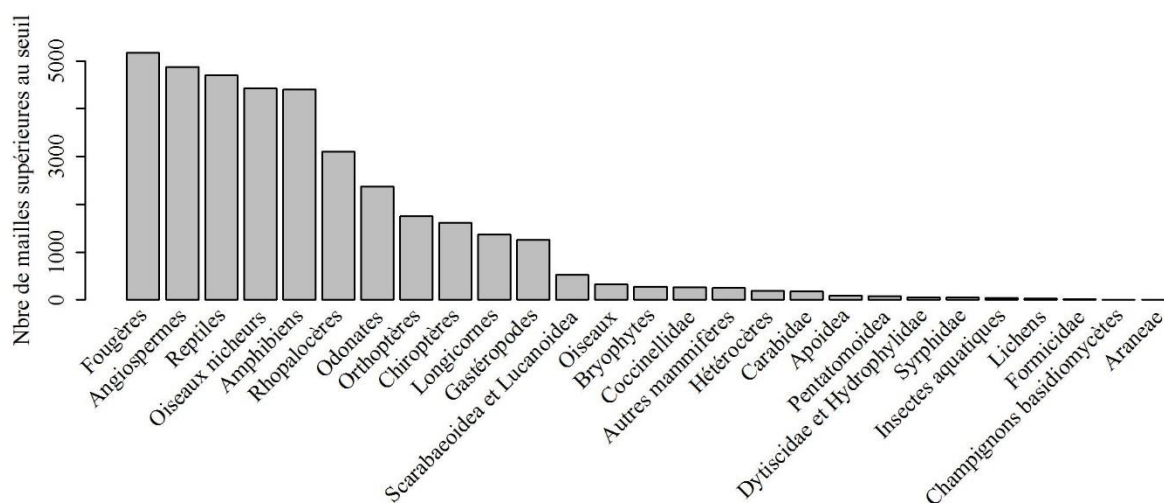


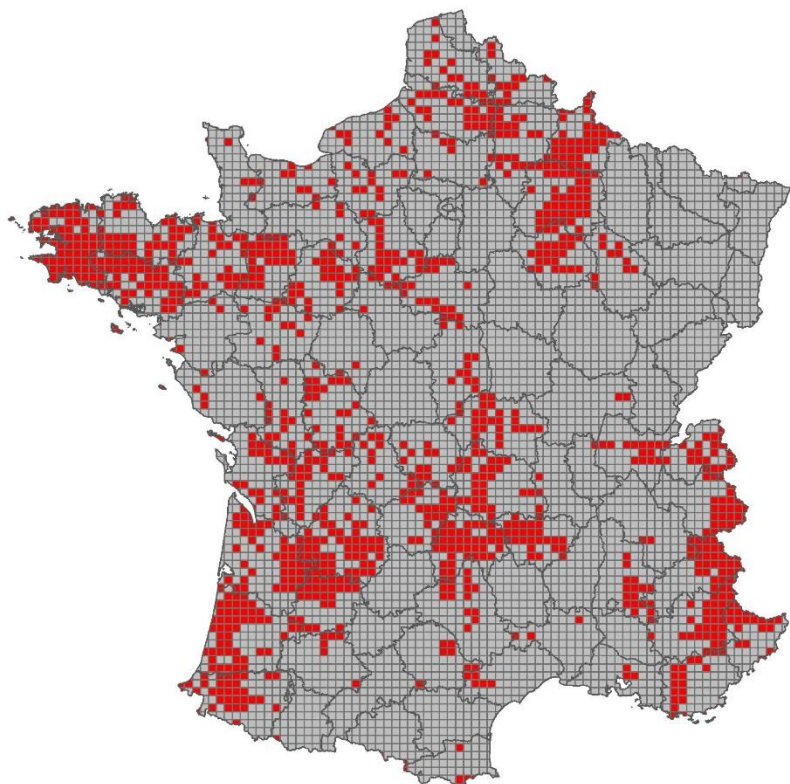
Figure 7 : Nombre de mailles pour lesquelles le nombre d'espèces observées est supérieur au seuil moyen par taxon

Cette répartition valide globalement le classement des groupes effectué à priori (taxons moins souvent inventoriés vs taxons classiquement inventoriés) mis à part pour les fougères. Les longicornes et escargots sont les mieux connus parmi ceux jugés à priori comme moins souvent inventoriés.

En queue de peloton, on trouve sans surprise les Lichens, les fourmis, les champignons et les araignées. La connaissance des distributions dans ces groupes est très fragmentaire mais présentent probablement des causes variables (cf. discussion).

## Résultats : cartes de « méconnaissance » par taxon

Amphibiens seuil moy = 5



Angiospermes seuil moy = 233

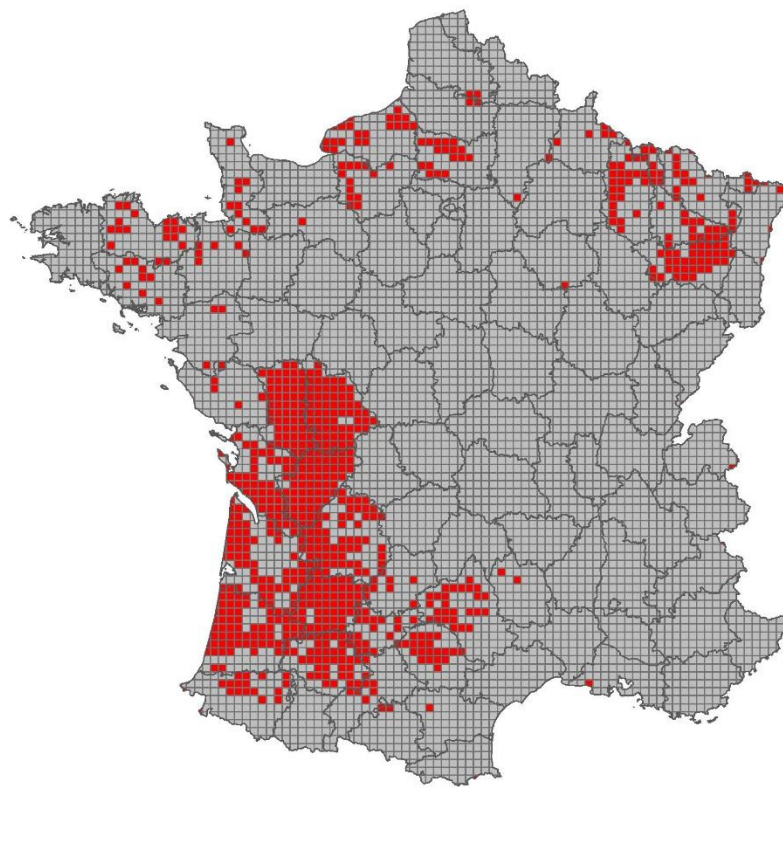
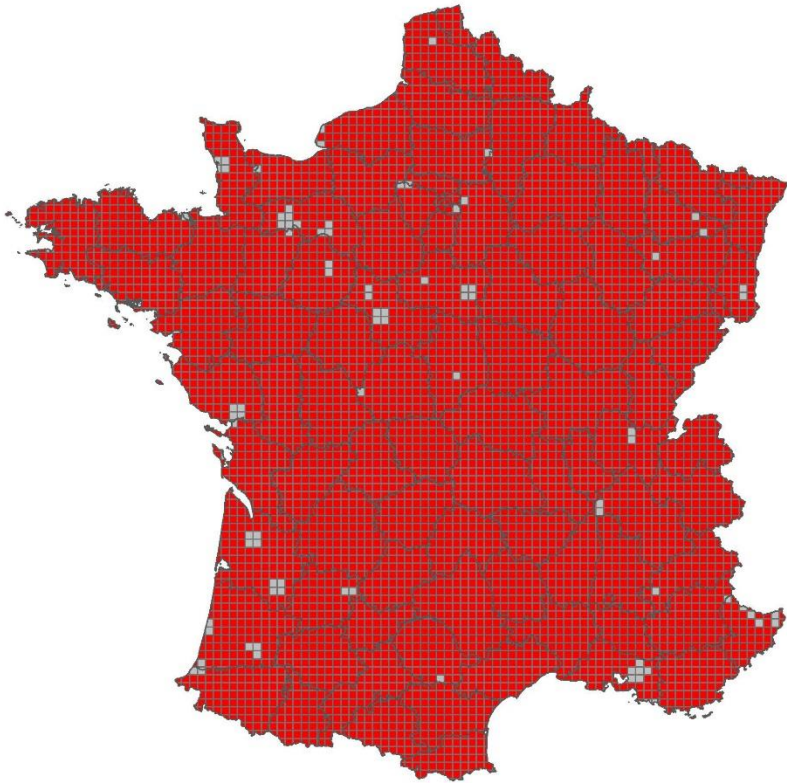


Figure 8 : Carte de méconnaissance pour les Amphibiens

Figure 9 : Carte de méconnaissance pour les Angiospermes

Apoidea seuil moy = 13



Araneae seuil moy = 133

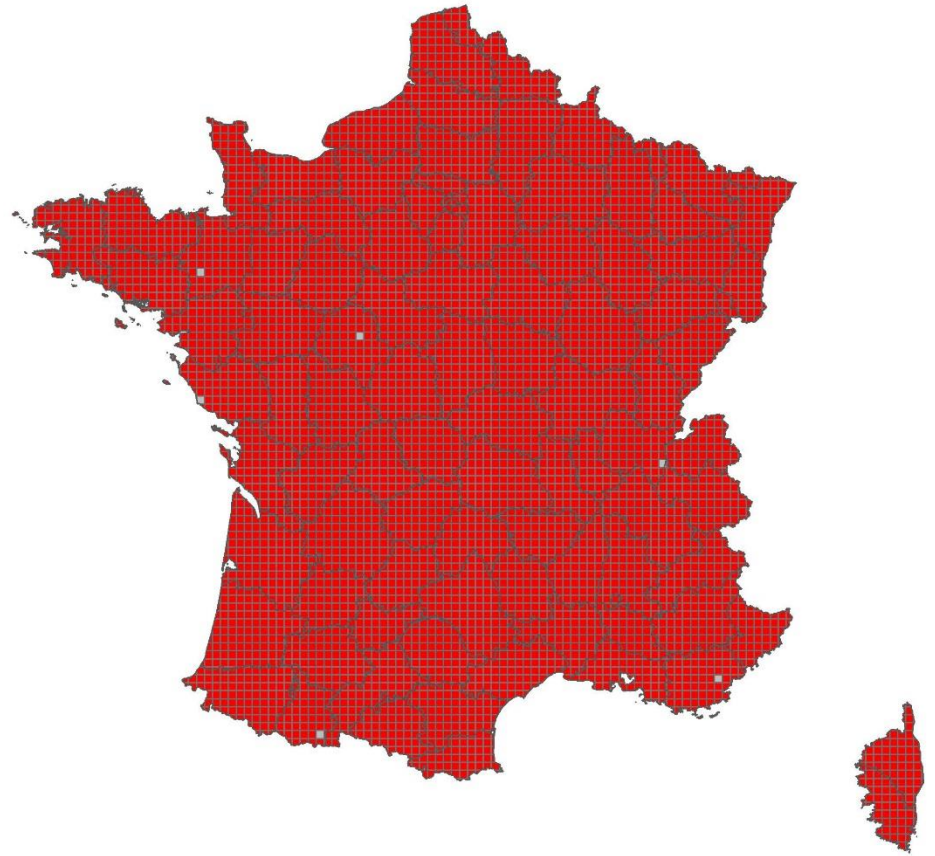
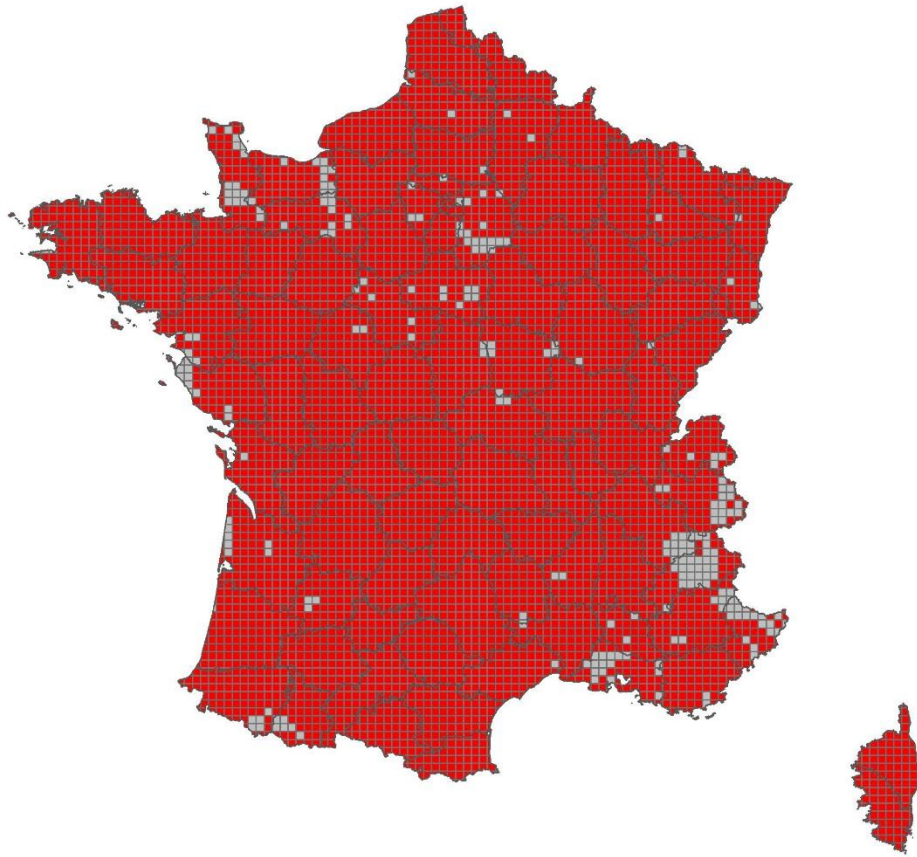


Figure 10 : Carte de méconnaissance pour les Hyménoptères Apoidea

Figure 11 : Carte de méconnaissance pour les Araneae



Autres mammifères seuil moy = 17



Bryophytes seuil moy = 30

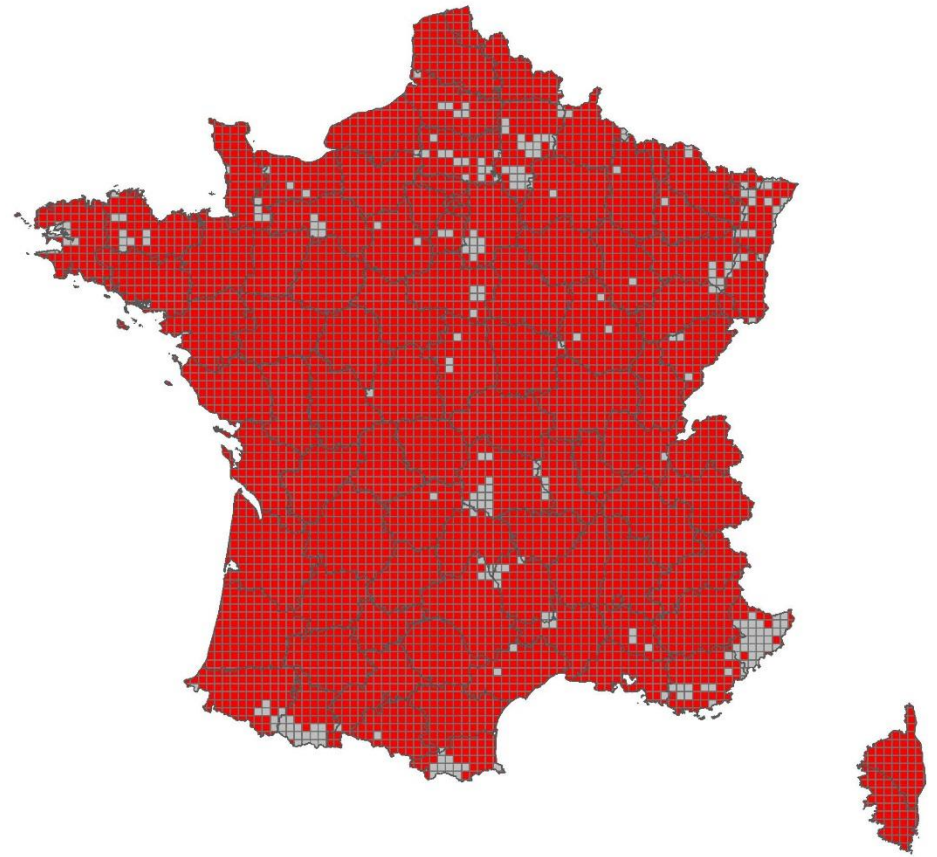
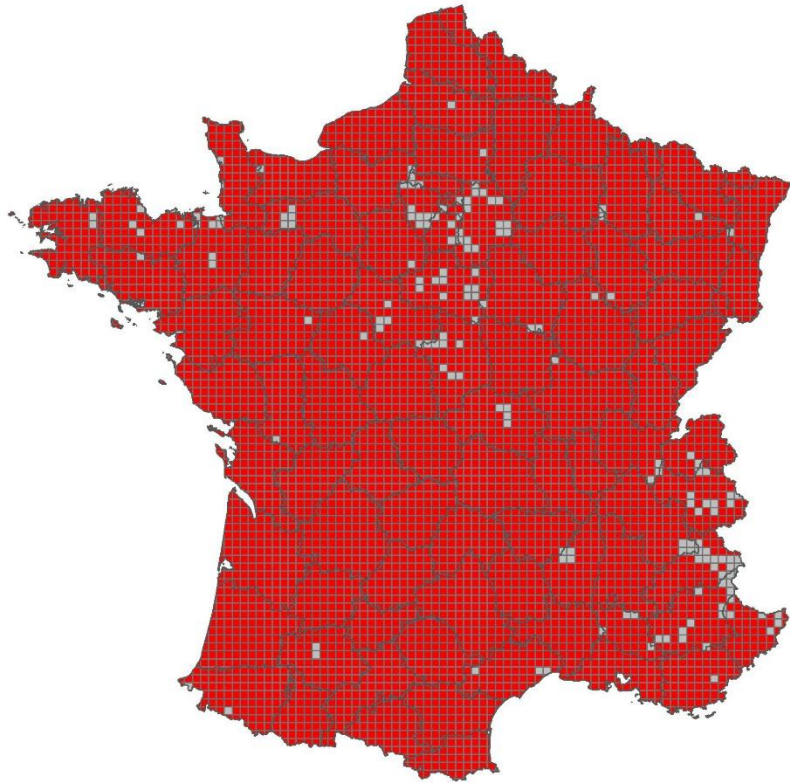


Figure 12 : Carte de méconnaissance pour les Mammifères (hors Chiroptères)

Figure 12 : Carte de méconnaissance pour les Bryophytes

Carabidae seuil moy = 24



Champignons basidiomycètes seuil moy = 400

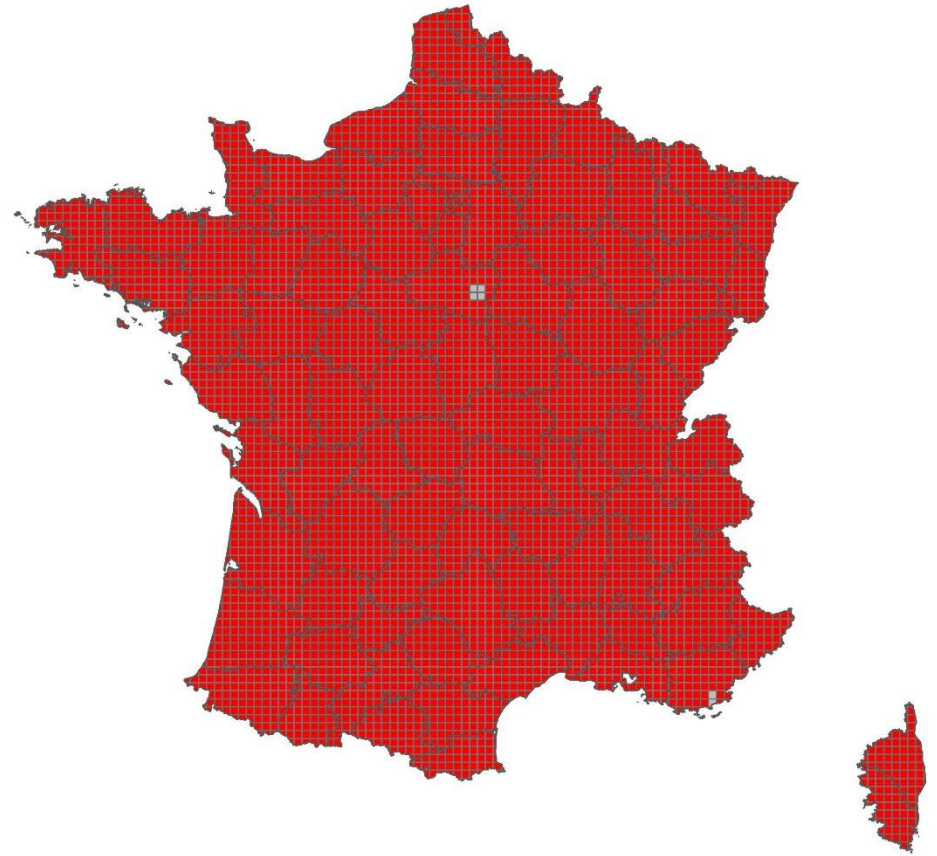
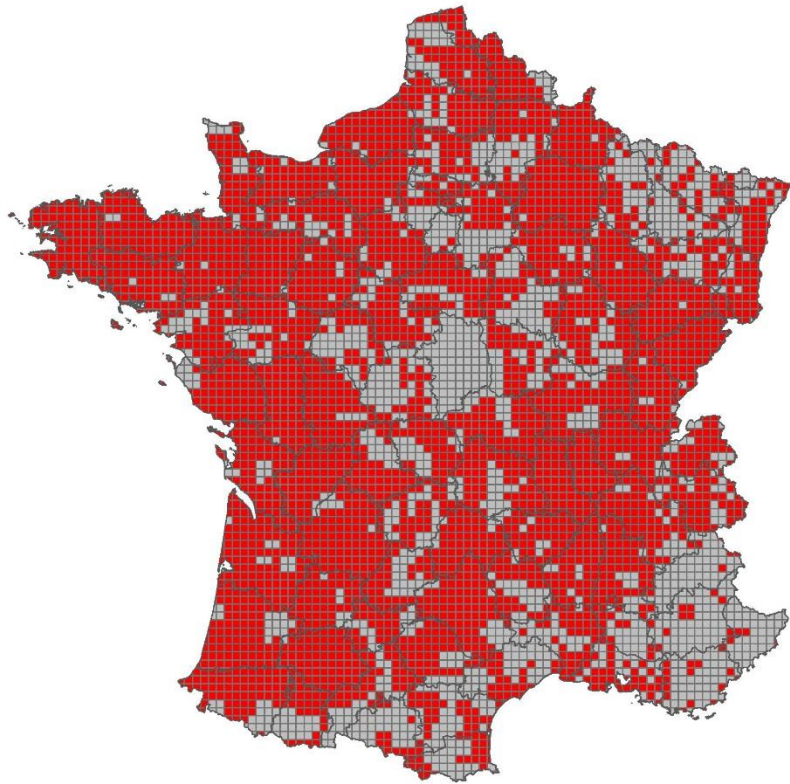


Figure 13 : Carte de méconnaissance pour les Coléoptères Carabidae

Figure 14 : Carte de méconnaissance pour les champignons basidiomycètes

Chiroptères seuil moy = 5



Coccinellidae seuil moy = 7

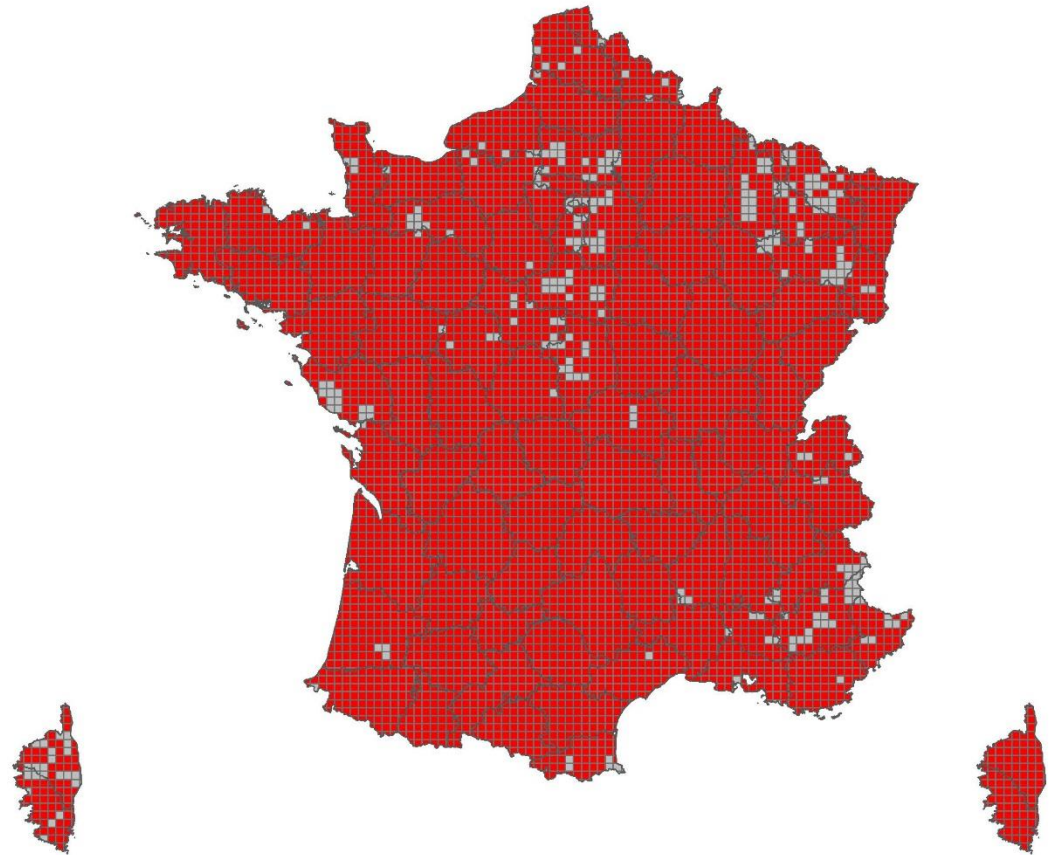
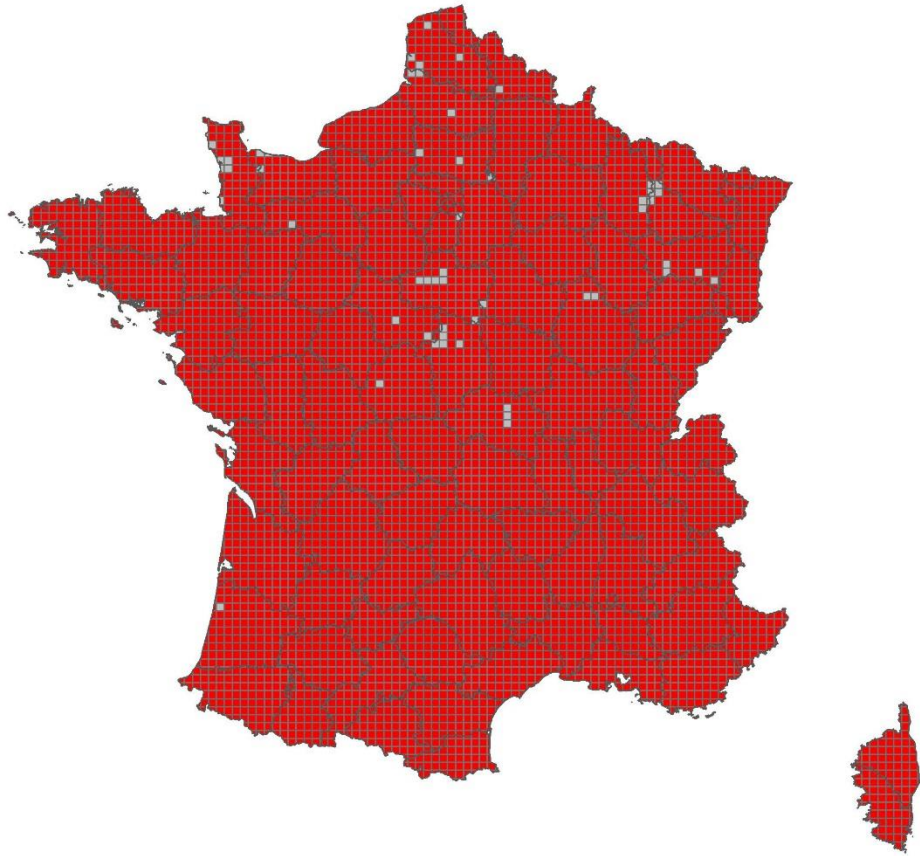


Figure 15 : Carte de méconnaissance pour les Chiroptères

Figure 16 : Carte de méconnaissance pour les Coccinellidae

Dytiscidae et Hydrophilidae seuil moy = 10



Formicidae seuil moy = 13

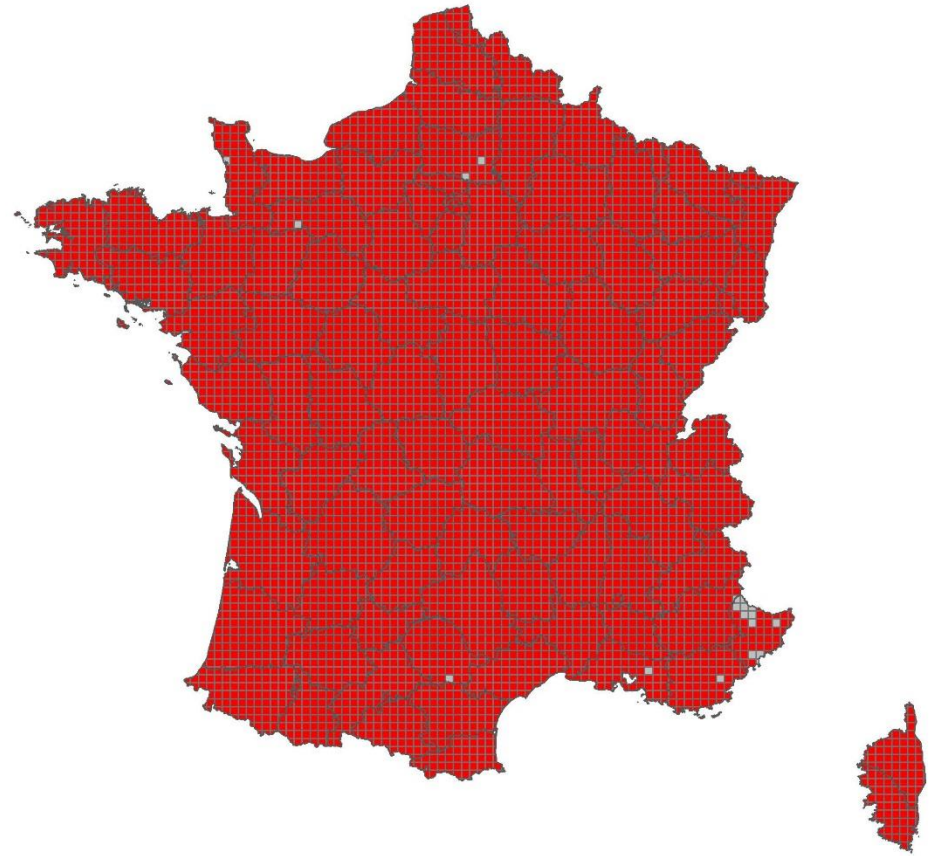
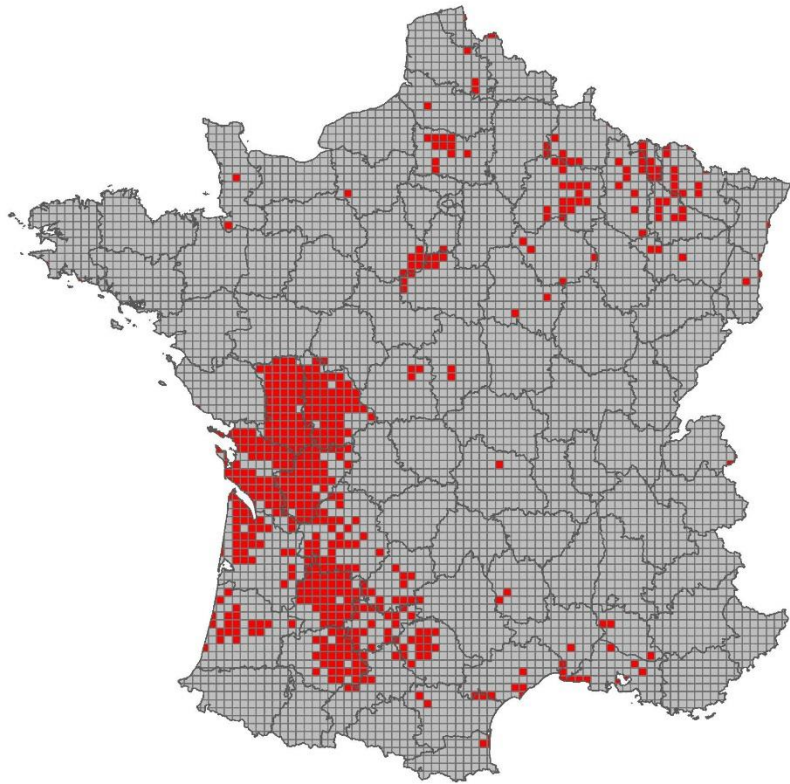


Figure 17 : Carte de méconnaissance pour les Coléoptères aquatiques (Dytiscidae et Hydrophilidae) Figure 18 : Carte de méconnaissance pour les Formicidae

Fougères seuil moy = 4



Gastéropodes seuil moy = 10

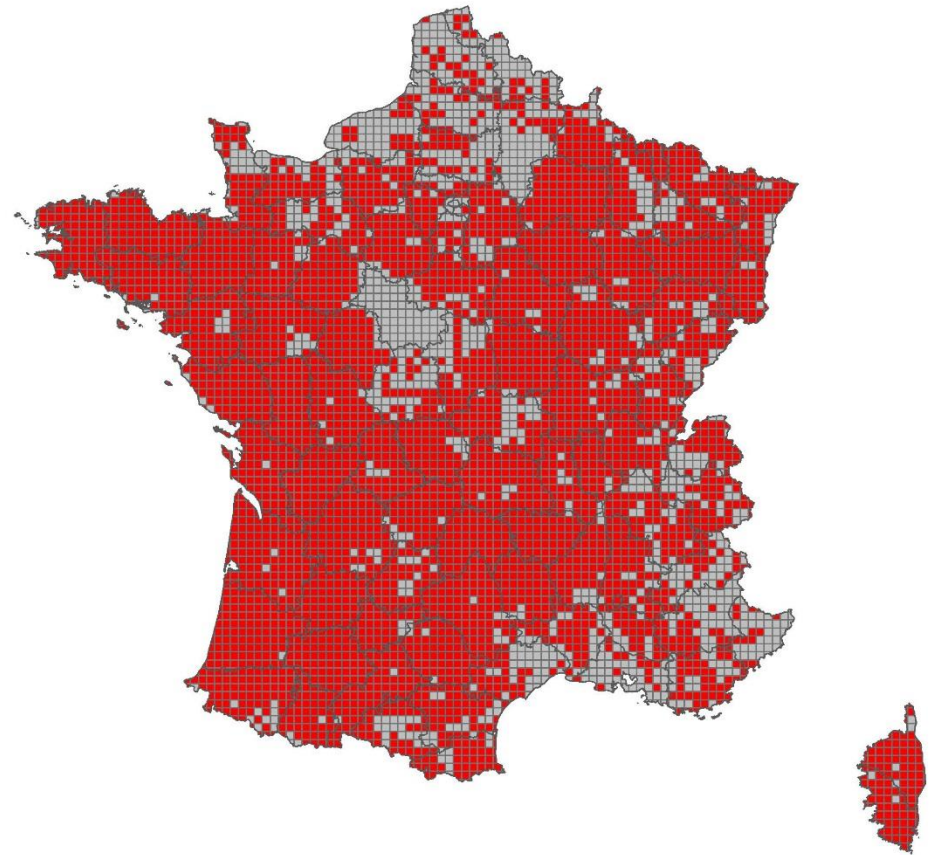
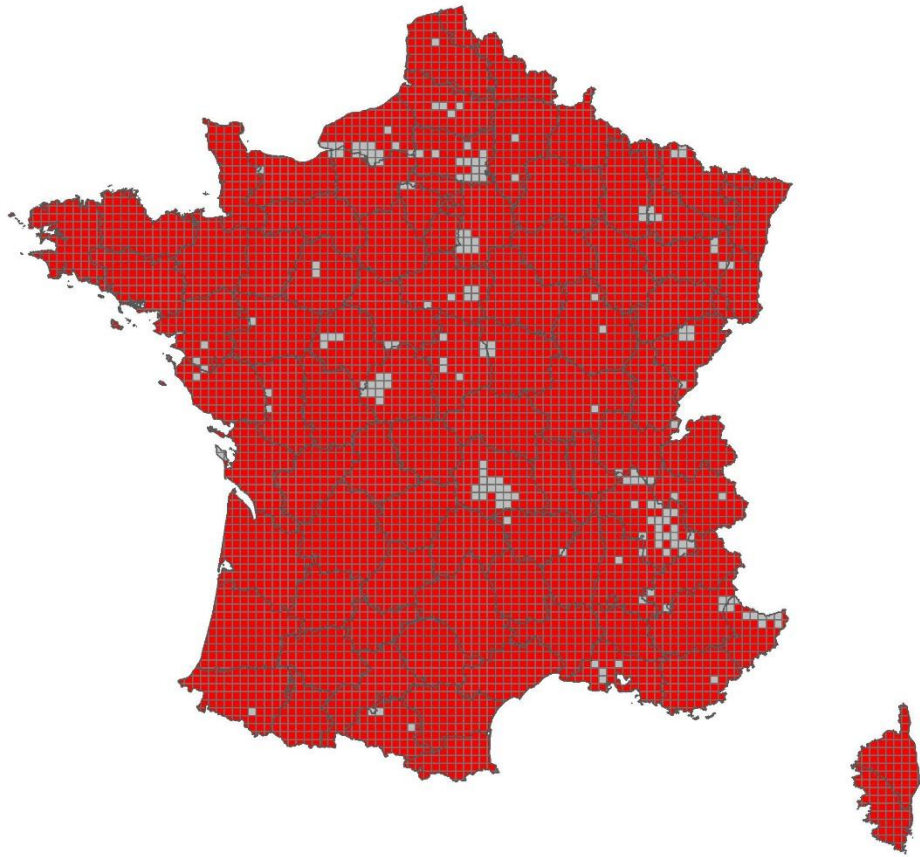


Figure 19 : Carte de méconnaissance pour les Fougères

Figure 20 : Carte de méconnaissance pour les Gastéropodes

Hétérocères seuil moy = 140



Insectes aquatiques seuil moy = 27

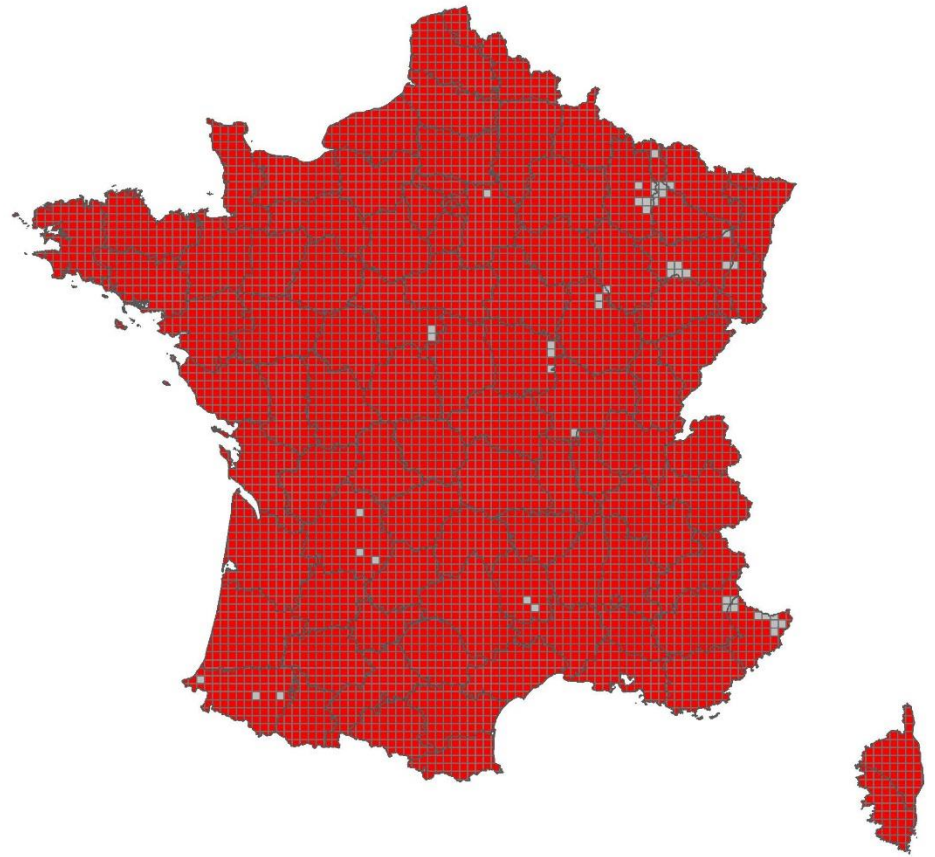
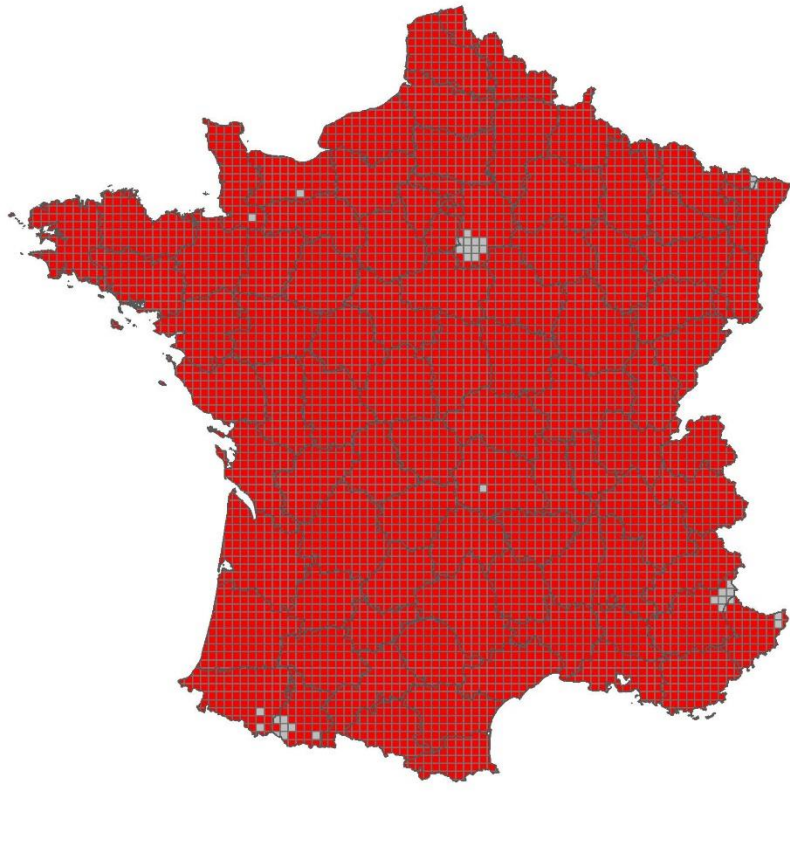


Figure 21 : Carte de méconnaissance pour les Hétérocères (papillons de nuit)

Figure 22 : Carte de méconnaissance pour les insectes aquatiques (Ephémères, Trichoptères, Plécoptères).

Lichens seuil moy = 54



Longicornes seuil moy = 9

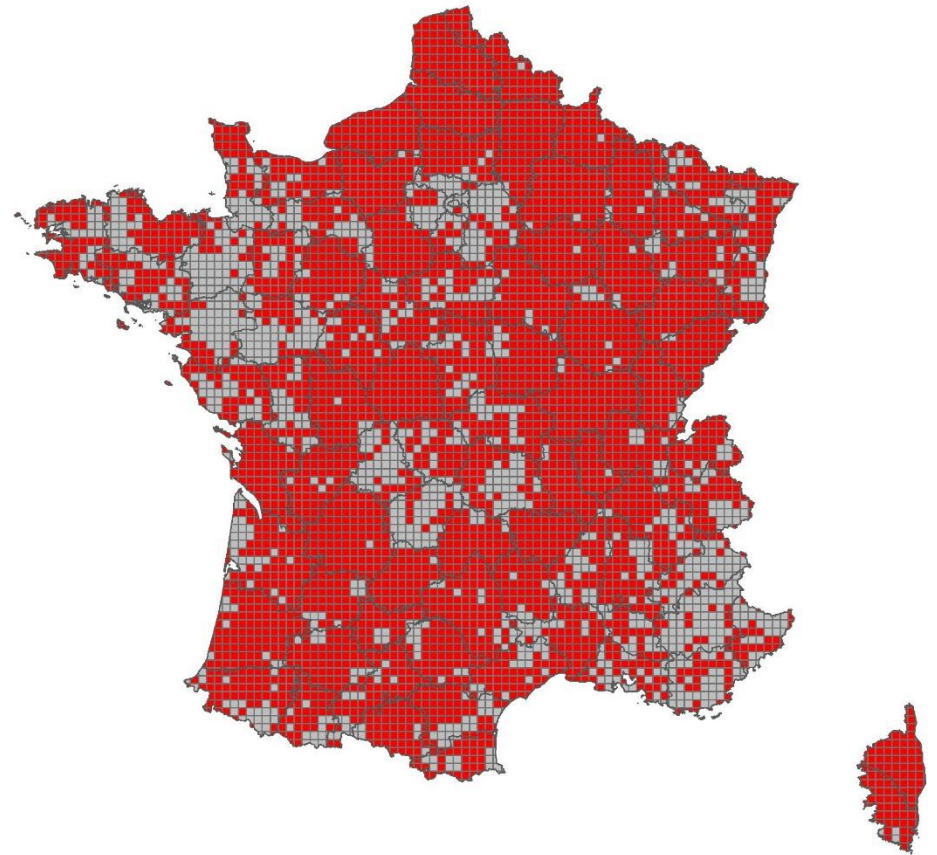
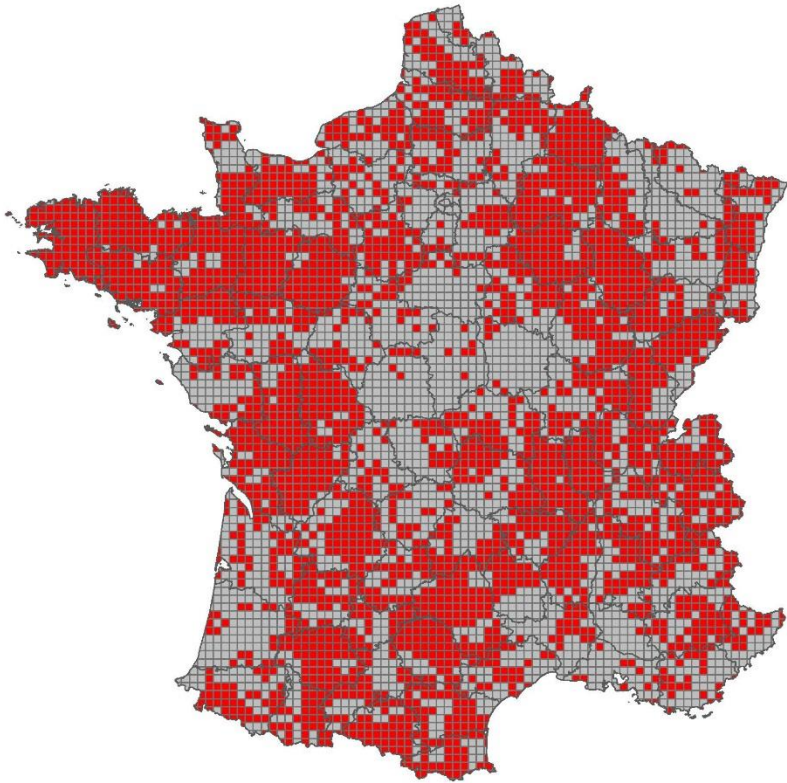


Figure 23 : Carte de méconnaissance pour les lichens

Figure 24 : Carte de méconnaissance pour les longicornes

Odonates seuil moy = 8



Oiseaux nicheurs seuil moy = 51

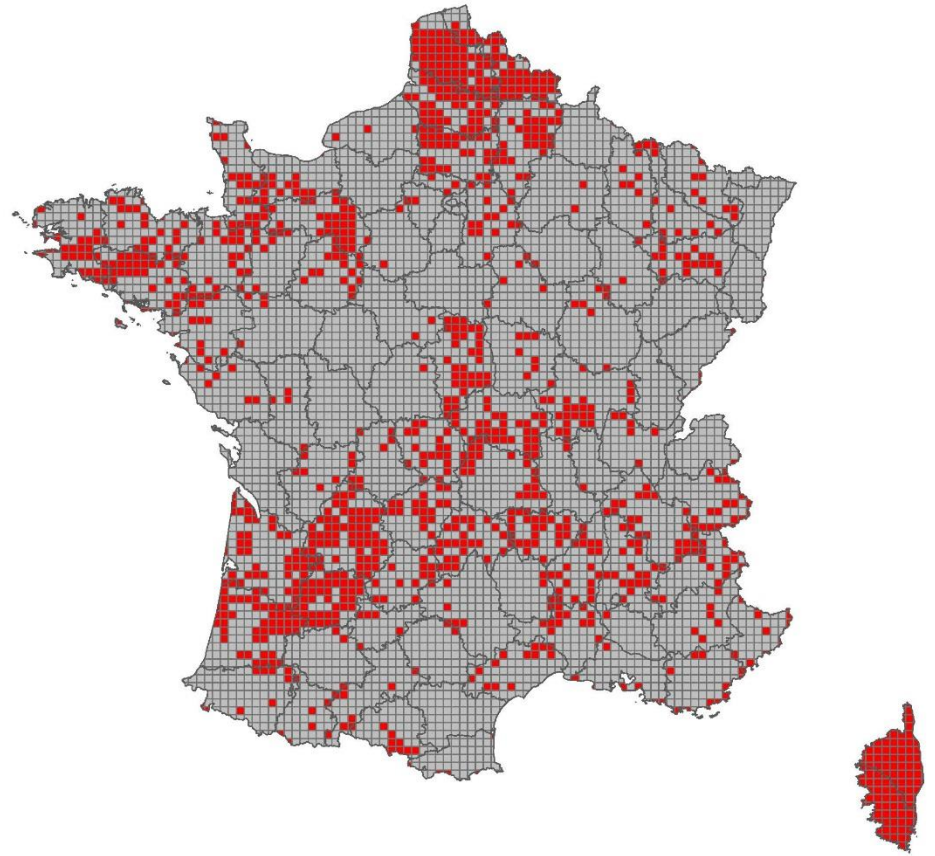
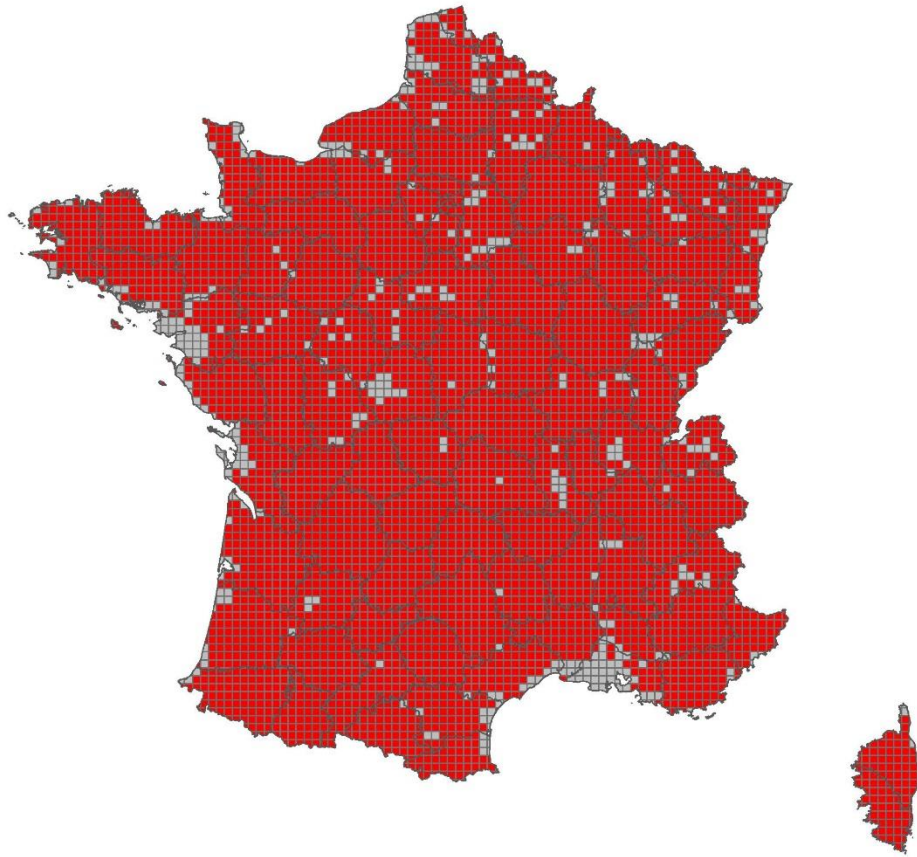


Figure 25 : Carte de méconnaissance pour les Odonates

Figure 26 : Carte de méconnaissance pour les Oiseaux nicheurs



Oiseaux seuil moy = 100



Orthoptères seuil moy = 11

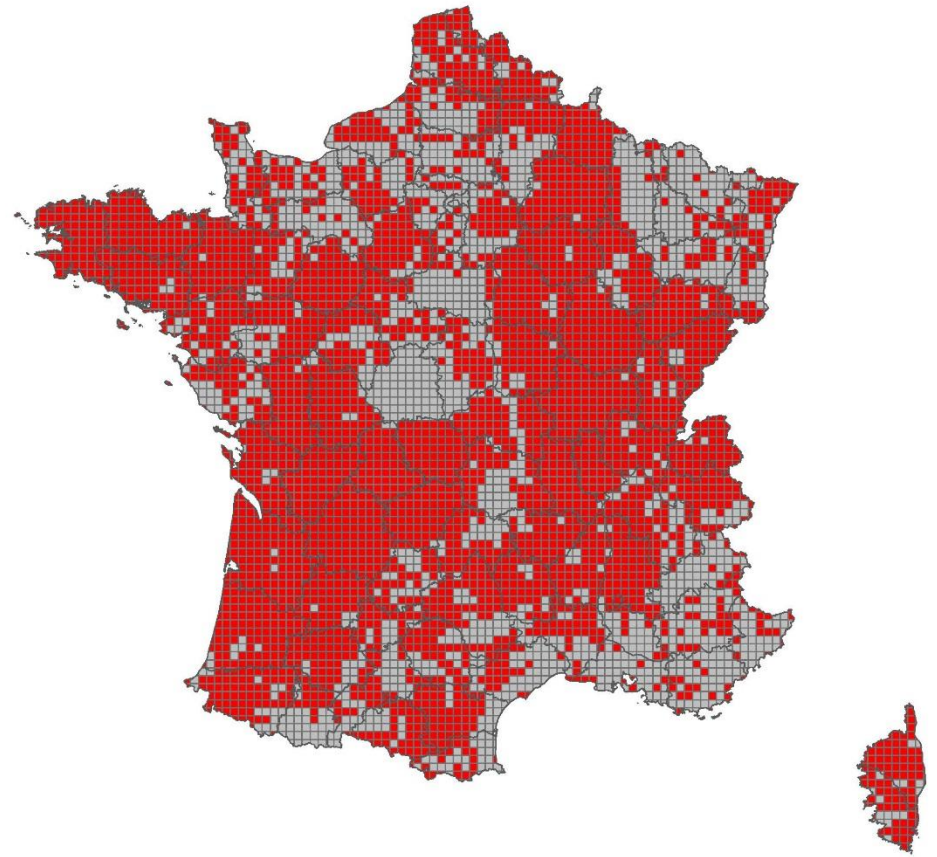
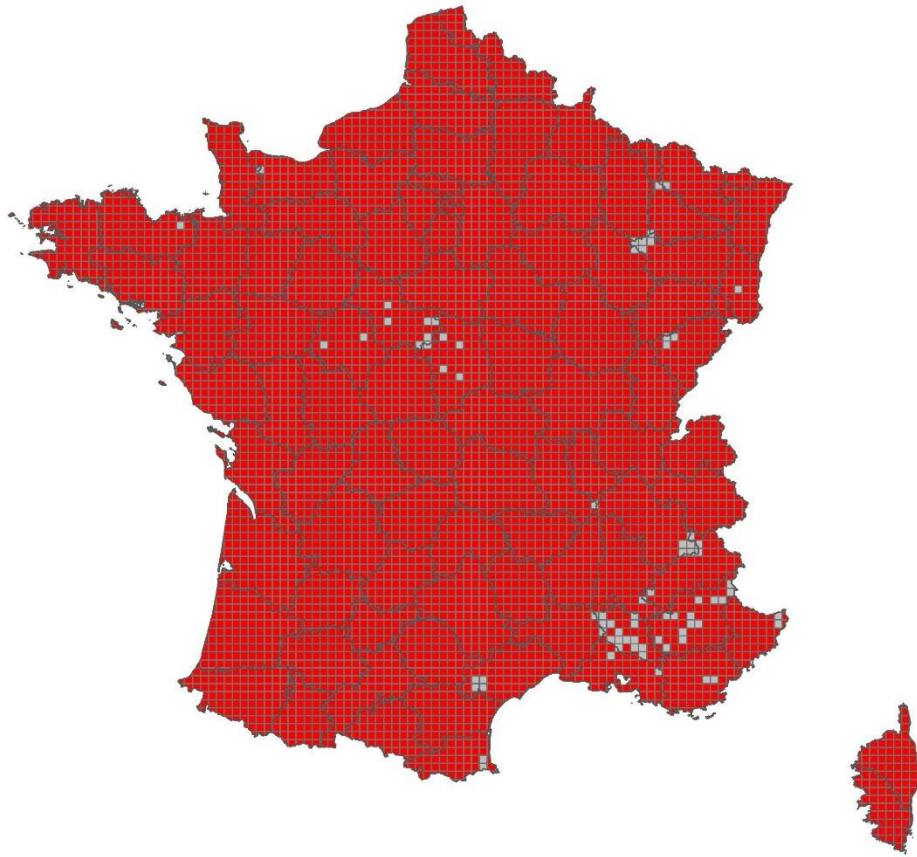


Figure 27 : Carte de méconnaissance pour les oiseaux, tous statuts de présence Figure 28 : Carte de méconnaissance pour les Orthoptères (passage, hivernage, reproduction).

Pentatomoidea seuil moy = 15



Reptiles seuil moy = 3

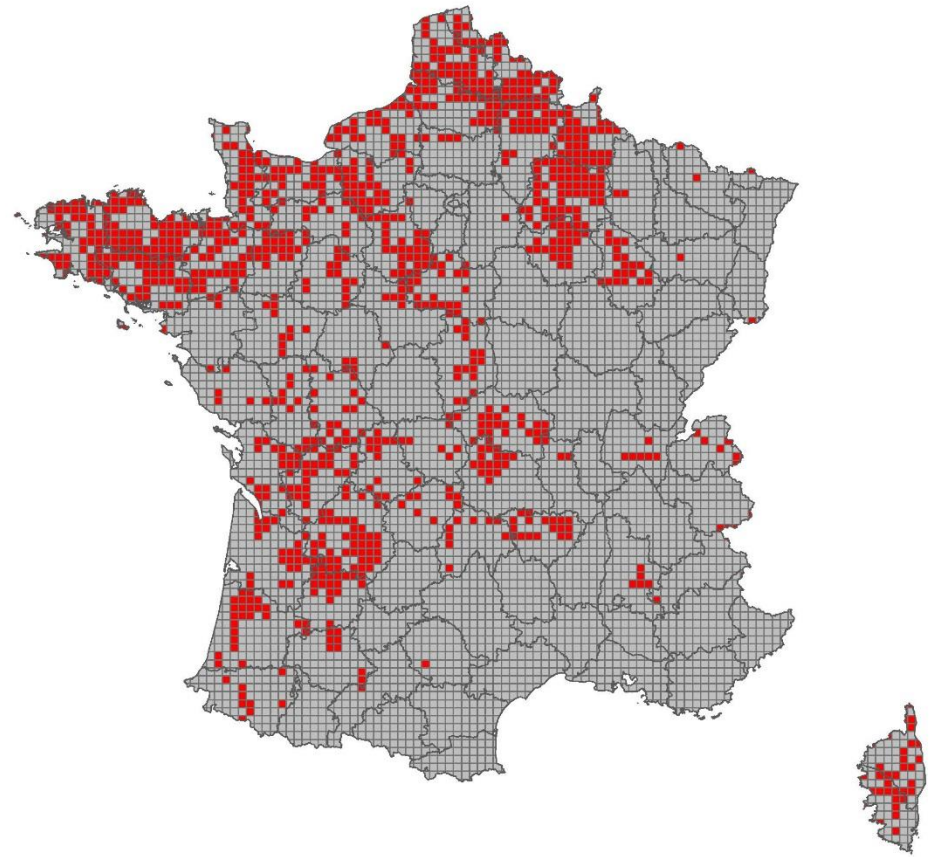


Figure 29 : Carte de méconnaissance pour les punaises Pentatomoidea

Figure 30 : Carte de méconnaissance pour les Reptiles

Rhopalocères seuil moy = 13

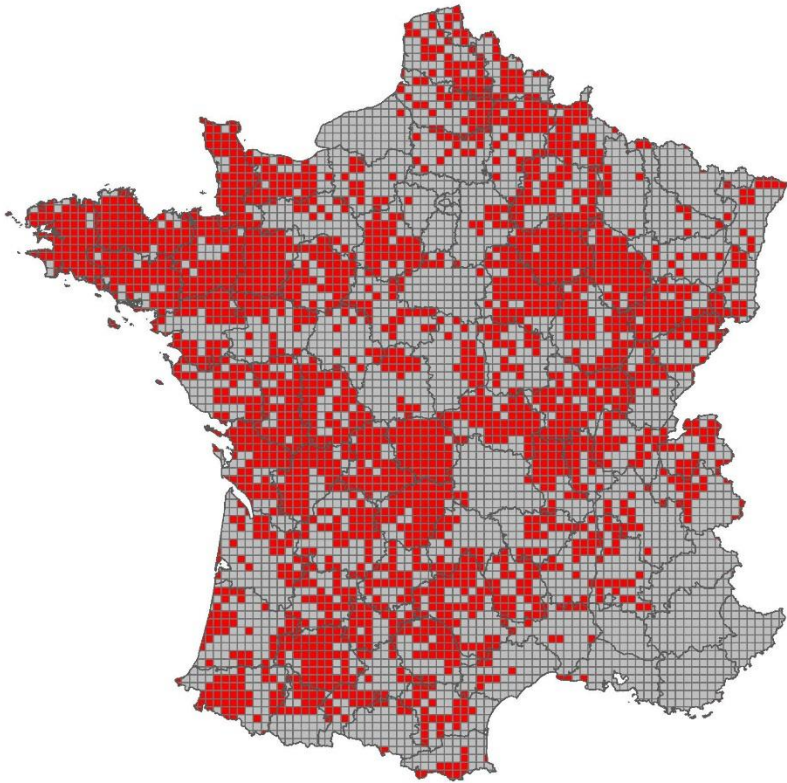


Figure 31 : Carte de méconnaissance pour les Rhopalocères

Scarabaeoidea et Lucanoidea seuil moy = 9

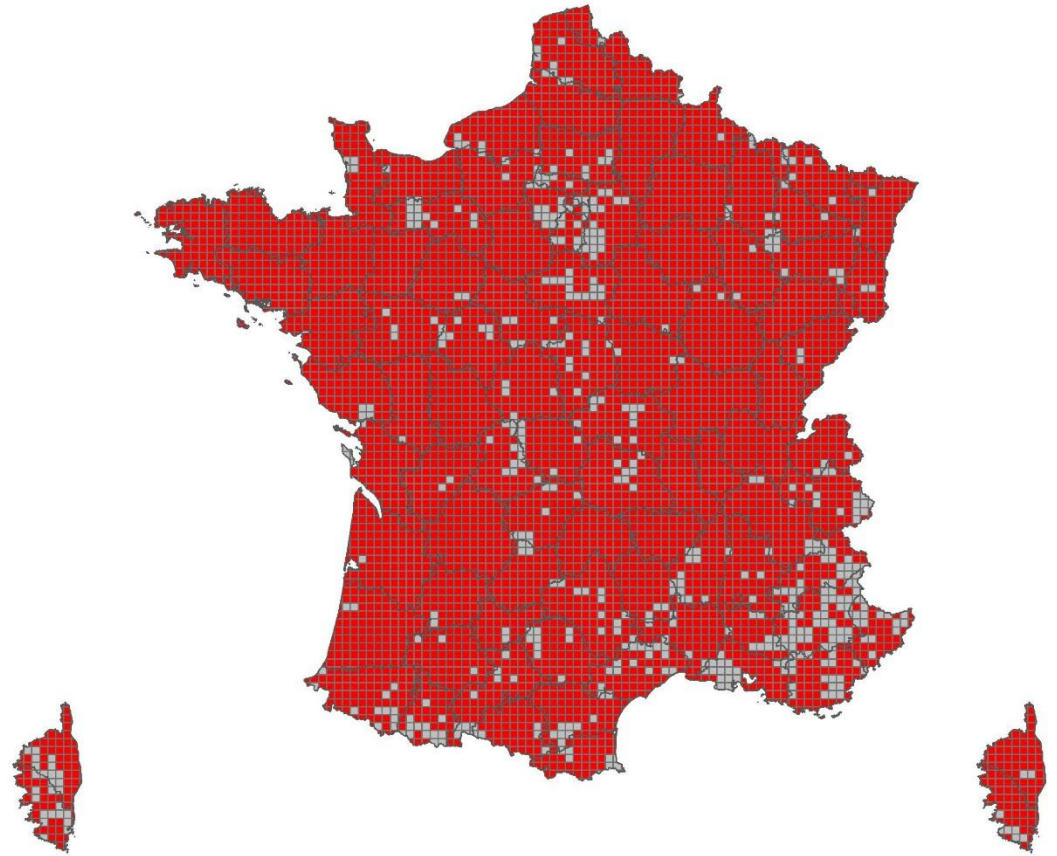


Figure 32 : Carte de méconnaissance pour les Coléoptères Scarabaeoidea et Lucanoidea

Syrphidae seuil moy = 28

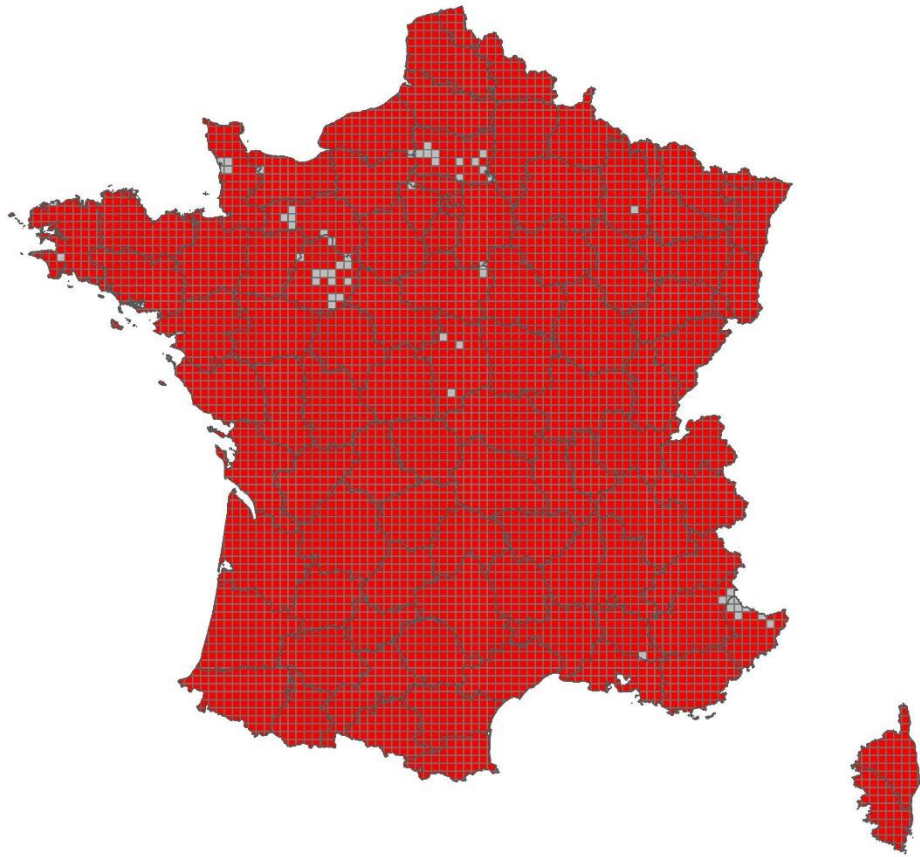


Figure 33 : Carte de méconnaissance pour les Diptères Syrphidae

## Discussion

### Avantages & Limites de cette approche

#### *Approche par expertise*

L'établissement des seuils par les experts est basé sur un point de vue subjectif et influencé par l'expérience de terrain des différents experts. Un expert en entomologie issu du sud de la France aura par exemple tendance à établir un seuil minimal plus élevé qu'un expert habitué aux terrains dans le nord de la France. De même, les naturalistes ont rarement une expérience approfondies des zones les moins riches, surtout à l'échelle de la maille de 100 km<sup>2</sup>. La subjectivité est ici en partie maîtrisée par le recours à plusieurs avis indépendants (sans connaître les réponses précédentes) et provenant de diverses régions, avec des sollicitations concernant notamment la moitié septentrionale de la métropole.

En parallèle des inconvénients évoqués ci-dessous, l'avantage de l'expertise est de tirer parti de l'expérience de terrain et d'avoir une mesure indépendante des données disponibles (structure, quantité...). Les indices plus élaborés ne permettent pas de calculs pertinents quand les données sont très peu nombreuses ou d'une structure particulière comme une simple liste d'espèces pour une zone.

Puisqu'ils sont subjectifs, ces seuils pourront être réactualisés dans le temps afin de refléter les changements dans la perception des experts et l'évolution de la connaissance des taxons. Ils devront surtout être consolidés par l'ajout d'autres avis d'experts, avec une recherche de consensus par une approche comme Delphi (voir par exemple LeTrilliart & Vanmeerbeek, 2011).

#### *Variations biogéographiques et écologique du potentiel d'espèces attendues*

L'absence de variation spatiale des seuils nationaux (seuils fixes et uniques) utilisés pourrait tendre à donner une image alarmiste de la connaissance dans certaines régions, puisque à effort de prospection équivalent, les zones où le taxon est « naturellement » plus rare, moins détectable ou moins riche paraîtront mécaniquement moins connues que des zones riches, à forte abondance ou à meilleure détectabilité. La signification de la méconnaissance varie donc avec la géographie et le contexte écologique. Cependant la construction même des seuils devrait rendre la détection de la méconnaissance robuste à ce biais : même dans une zone géographiquement pauvre et à faible potentiel d'accueil des milieux, le seuil est atteignable avec une prospection adéquate.

Une solution serait de régionaliser les seuils, voire de les décliner selon la capacité d'accueil des milieux. Une régionalisation des seuils nécessiterait cependant un travail préliminaire de définition des grandes aires biogéographiques pour chaque taxon et la consultation d'experts dans chaque aire. L'intérêt de la simplicité de mise en œuvre de cette méthode serait alors réduit et dans ce cas, il faudrait plutôt sortir de l'approche par expertise pour modéliser la richesse attendue en fonction des variables environnementales comme le climat et l'occupation du sol.

#### *Limite du message*

L'indicateur au niveau de chaque maille est un indicateur binaire ne permettant aucune nuance dans la définition du niveau de méconnaissance. Aucune importance n'est donnée à l'identité des espèces, la rareté des espèces représentées, la difficulté d'observation ou leur patrimonialité. À ce titre, **il ne peut en aucun cas être utilisé pour conclure que les mailles dépassant les seuils sont bien prospectées**. Les seuils établis représentent des minimums de richesses observées lors d'inventaires standard et ne peuvent pas être pris comme des seuils de complétude. Une fois ces minimums atteints dans la majorité des mailles de France, par exemple grâce à un meilleur partage des données dans le cadre du SINP, il conviendra de changer d'indicateur et d'utiliser d'autres métriques de complétude.

L'indicateur utilisé par Map of Life et le GBIF (cf. Meyer *et al.*, 2015) s'appuie lui aussi sur de l'expertise au travers des cartes de répartition d'espèces permettant une comparaison de la richesse du pool d'espèces avec des données disponibles. Il a l'avantage de donner une mesure graduelle d'un niveau de connaissance et de tenir compte des gradients de richesse. Il reste cependant limité par le grain spatial qui permet une comparaison de données d'occurrence avec une enveloppe à dire d'expert et ne permettrait pas un rendu à l'échelle des mailles 10 x 10 km (utilisé par maille de 150 km de côté dans Map of Life). De plus, la disponibilité de cartes d'enveloppe de répartition expertisée est limitée à des groupes bien connus, ce qui restreint la capacité de l'indicateur à mesurer de façon plus générale la méconnaissance. Les cartes expertisées au grain départemental (programme ABDSDM) seraient cependant une piste pour développer également en France métropolitaine des indices de ce type.

## Perspectives

En restant dans une approche rustique et robuste, des critères complémentaires pourraient être ajoutés : liste témoin d'espèces ubiquistes ; nombre de mois avec des données ; nombre d'années avec des données, nombre d'observateurs...). Un renforcement des critères qualitatifs pourrait ainsi être envisagé, dans une logique de progression des objectifs de connaissance :

- D'abord vérifier l'atteinte du seuil minimal de taxon,
- Puis vérifier la présence d'un nombre de taxons d'une liste témoins,
- Puis vérifier la présence d'observations aux principaux pics phénologiques,
- Puis ensuite, passer une quantification par extrapolation (Chao, Jackknife ou ajustement à une fonction : cf. Tableau 1)

Il sera utile de mettre ces cartes et statistiques à jour régulièrement au niveau national (tous les 6 mois par exemple), sous forme statique (rapport) puis développer une approche dynamique en ligne dans l'INPN : l'intégration de données, par exemple d'une plate-forme SINP régionale, se traduisant « instantanément » dans la carte de synthèse du groupe taxonomique et les synthèses multitaxons.

L'approche présentée ici pourrait être développée à un grain géographique plus fin (maille 5 x 5 km, commune voir polygone d'habitat), notamment pour des approches régionales (plate-forme SINP, Observatoires régionaux) afin d'orienter les prospections à cette échelle. On peut par exemple citer les cartes proposées dans l'outil CETTIA du SINP Île-de-France.

Afin de suivre la progression du partage des connaissances et des prospections, il faudrait décrire et stabiliser un indicateur, sa méthode de calcul ainsi que des chiffres clés descriptifs et cartes associées. C'est en grande partie l'objet de ce rapport mais le travail pourra être proposé et approfondi dans le cadre de l'Observatoire national de la Biodiversité (ONB). Un premier test montre que l'indicateur est sensible et réagit clairement à l'intégration de nouvelles données dans le cadre du SINP, y compris sur un pas de temps de 6 mois.

## Interprétation des causes : absence d'inventaire ou manque de partage des données ?

Le résultat cartographique global (Fig. 4) montre un net effet géographique, dont les ensembles sont calqués sur les limites « administratives » : des régions avancées dans le partage des données et d'autres moins. Plus dans le détail, on peut aussi percevoir un effet de sites emblématiques (Fontainebleau par exemple), un effet « ATBI – inventaire généralisé » (Mercantour) et un effet des grands espaces protégés (Parcs Nationaux en particulier). Les zones méconnues relèvent donc en premier lieu d'une absence de partage des informations avec l'échelon national (façade Ouest, Corse...). Dans d'autres régions, la raison est moins évidente et une moindre prospection de terrain n'est pas exclue dans un arc autour du Nord-Est et dans département de la Loire...

Seuls les effets « sites emblématiques » et « ATBI » restent visibles sur la carte des groupes moins connus, montrant que pour ces 18 groupes, la connaissance reste majoritairement lacunaire sur l'ensemble du territoire, et nécessite

un effort d'acquisition (inventaires, suivis, ATBI, sites de référence etc.) en plus d'un meilleur partage des connaissances existantes.

Les causes de la méconnaissance varient grandement selon les groupes. Certains groupes sont difficiles à inventorier pour des raisons techniques (coût et complexité des campagnes d'inventaires, disponibilité des experts) comme les chiroptères ou les lichens par exemple, d'autres pour des raisons écologiques ou phénologiques (étalement de l'apparition des espèces, espèces cryptiques...) ou encore présentent une détectabilité faible (Syrphes, beaucoup de longicornes...).

Dans le cas des chiroptères, il est à noter que la prospection est en augmentation notamment grâce au programme Vigie-Chiro et au portail d'identification en ligne. Si les données produites dans le cadre de ce programme sont effectivement partagées une augmentation du niveau de connaissance est à prévoir dans les prochaines années.

Concernant les araignées, en addition des difficultés techniques des inventaires et du nombre limité de spécialistes du taxon, on peut citer comme explication un cas particulier : des données existent et sont dans l'INPN mais elles sont en cours de validation et pas encore diffusées (et donc non prises en compte par l'indicateur, fondé uniquement sur ce qui est diffusé).

Dans certains cas, par exemple pour les reptiles, le patron de méconnaissance est fortement influencé par les gradients biogéographiques. En effet, pour les reptiles qui sont plus diversifiés dans le sud de la France que dans le nord, un seuil unique sur l'ensemble de la métropole tend à faire apparaître des zones méconnues dans le nord alors que les communautés de ces régions sont simplement moins riches. Dans ces cas-là, des seuils régionalisés (par zone biogéographique) seraient probablement la meilleure solution pour affiner l'analyse.

### **Quelles priorités géographiques pour acquérir/partager des données ?**

On doit bien entendu distinguer l'amélioration du partage des données et la promotion de nouvelles prospections.

Globalement, le partage des données apparaît comme le levier prioritaire pour améliorer la connaissance nationale, en particulier les groupes classiques en inventaires même s'il devrait nettement aussi améliorer la connaissance des groupes moins populaires. La façade Ouest, de la Normandie au Pays Basque serait prioritaire pour équilibrer la connaissance nationale, de même que la Corse. D'autres régions mériteraient une accélération du partage des données : Champagne-Ardenne, le Nord des Alpes et Rhône-Alpes d'une manière générale, le massif Central, Bourgogne et Franche Comté. Ces lacunes sont également visibles à l'échelle internationale avec la méthode adoptée par le GBIF (Fig. 34).

Des contacts sont déjà en cours dans le cadre du SINP avec certaines de ces régions. L'enrichissement des données disponibles devrait être complété par la recherche de jeux de données détenus par des producteurs étrangers (par exemple bases de données naturalistes anglaises, belges, collections... via le GBIF), en particulier sur ces territoires déficitaires en données partagées.

Il reste certainement de réelles lacunes de connaissance (manque de prospection) mais, à l'échelle nationale, elles sont actuellement masquées par le manque de partage des données.

Pour les invertébrés peu connus, d'une manière générale, les zones les moins diversifiées sont moins prospectées que les zones biogéographiques favorables (Lobo *et al.*, 1997). Ainsi les Alpes, les Pyrénées, et la zone méditerranéenne sont mieux prospectées que la moyenne, de même que l'Île-de-France et l'Alsace qui bénéficient de réseaux dynamiques. Un effort pourrait ainsi porter sur des prospections plus systématiques les plaines de la zone atlantique et continentale.

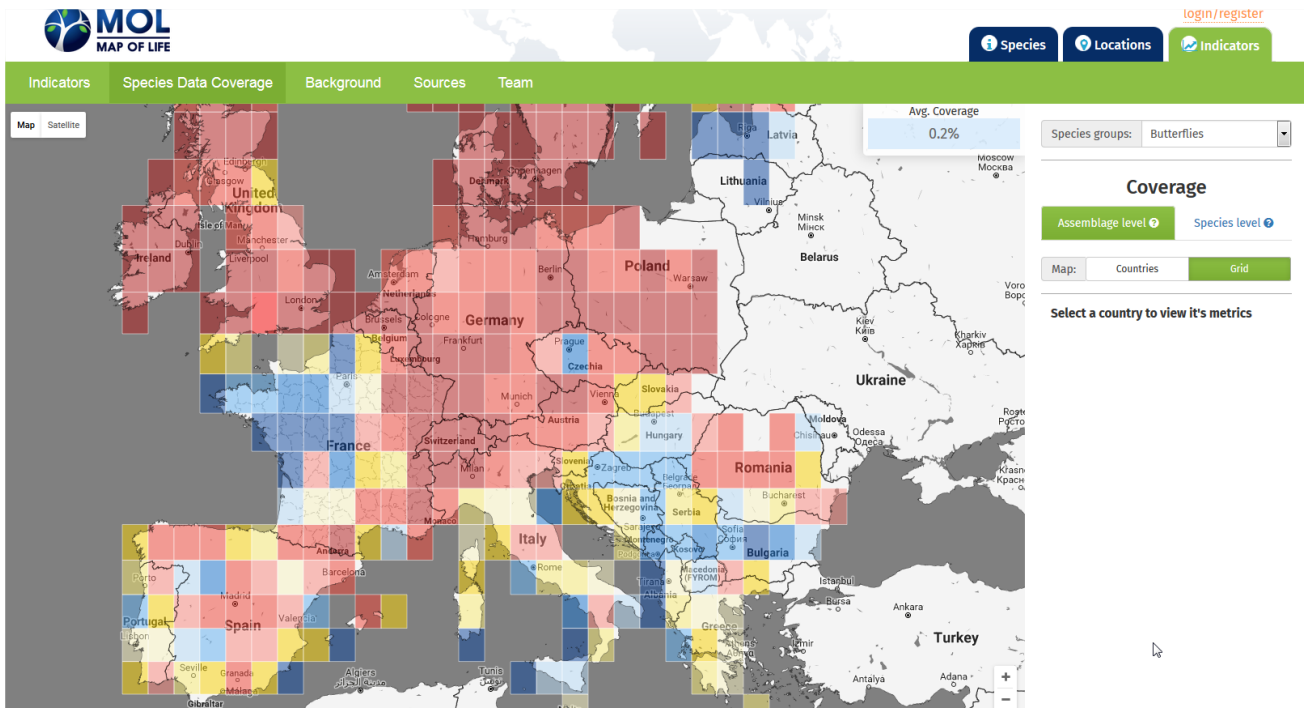


Figure 34 : Copie d'écran de l'indicateur de couverture des données proposé dans Map of Life, sur la base des données disponibles au niveau international. Pour les Rhopalocères (indicateur basé sur la richesse observée par an et maille large comparée à celle déduite des enveloppes de répartition). Source : <https://mol.org/indicators/coverage>



## Remerciements.

*Nous remercions sincèrement l'ensemble des 44 experts qui ont joué le jeu d'estimer le nombre minimal de taxons présents partout en France : Jérôme Barbut (Hétérocères / MNHN), Rumsäis Blatrix (Formicidae / Antarea), Olivier Boilly (Carabidae, Coccinellidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / Muséum de Lille), Vincent Boulet (Angiospermes / CBN de Mascarin), Gilles Corriol (Champignons basidiomycètes / Midi-Pyrénées), Hervé Bouyon (Carabidae, Coccinellidae, Dytiscidae et Hydrophilidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / ACOREP-France), Hervé Brustel (Carabidae, Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / École d'ingénieur Purpan), Alain Canard (Araneae / ASFRA), Jean-David Chapelin Viscardi (Carabidae, Syrphidae / Laboratoire d'éco-entomologie), Bernard Deceuninck (Oiseaux, Oiseaux nicheurs / LPO), Olivier Delzons (Amphibiens, Oiseaux nicheurs, Reptiles / SPN), Eric Dufrêne (Apoidea), Pascal Dupont (Hétérocères, Odonates, Orthoptères, Rhopalocères / SPN), François Dussoulier (Pentatomoidea / Muséum de Toulon) Olivier Gargominy (Gastéropodes / SPN), Grégoire Gautier (Oiseaux nicheurs / AgroParisTech), Philippe Gourdain (Amphibiens, Angiospermes, Oiseaux nicheurs, Reptiles, / SPN), Patrick Haffner (Amphibiens, Autres mammifères, Chiroptères, Oiseaux, Oiseaux nicheurs, Reptiles / SPN), Christophe Hanot (Longicornes / ACOREP-France), Arnaud Horellou (Carabidae, Coccinellidae, Scarabaeoidea et Lucanoidea / SPN), GRETIA : Collectif (Araneae, Longicornes, Odonates, Rhopalocères), Claire Jacquet (Araneae / ASFRA), Frédéric Jiguet (Oiseaux nicheurs / CESCO), Jean-François Jullien (Chiroptères / CESCO), Aurélie Lacoeylle (Chiroptères / SPN), Julien Laignel (Odonates, Oiseaux nicheurs, Orthoptères, Rhopalocères / SPN), Sébastien Leblond (Bryophytes / SPN), Antoine Lévêque (Hétérocères, Rhopalocères / Entomofauna), Roland Lupoli (Pentatomoidea), Jean-Christophe de Massary (Amphibiens, Reptiles / SPN), Pierre-Arthur Moreau (Champignons basidiomycètes / Haut de France), Nicolas Moulin (Hétérocères, Longicornes, Orthoptères, Rhopalocères, Scarabaeoidea et Lucanoidea / autoentrepreneur), Serge Muller (Angiospermes, Bryophytes, Fougères / MNHN), Opie : Collectif (Hétérocères, Insectes aquatiques, Odonates, Orthoptères, Rhopalocères, Apoidea-Bombus), Rémy Poncet (Angiospermes, Fougères, Lichens / SPN), Jean-Philippe Sibley (Oiseaux, Oiseaux nicheurs / SPN), Yann Sellier (Champignons basidiomycètes / Poitou-Charentes), Laurent Tillon (Amphibiens, Autres mammifères, Chiroptères, Formicidae, Reptiles / ONF), Julien Touroult (Longicornes, Scarabaeoidea et Lucanoidea / SPN et ACOREP-France), Jeanne Vallet (Angiospermes / CBN-BP), Cédric Vanappelghem (Odonates, Orthoptères, Rhopalocères, Syrphidae / SFO et CEN NPC), Philippe Wegnez (Formicidae / Antarea), CEN Picardie (Oiseaux), CEN Hauts-de-France (Oiseaux nicheurs).*

## Références

- Ballesteros-Mejia, L., Kitching, I.J., Jetz, W. & Beck, J., 2016. Putting insects on the map: near-global variation in sphingid moth richness along spatial and environmental gradients. *Ecography* n/a-n/a. doi:10.1111/ecog.02438
- Brose, U., Martinez, N.D. & Williams, R.J., 2003. Estimating species richness: Sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*, 84 : 2364-2377.
- CETTIA. En ligne. Atlas des Papillons de Jour et des Zygènes d'IDF. Observatoire francilien de la biodiversité. Page : Qualité de prospection. Site : <http://observatoire.cettia-idf.fr/taxon/rhopaloceres/contribuer/prospection> (consulté en octobre 2016)
- Hauguel, J. & Wattez, J., 2008. *Inventaire des bryophytes de Picardie: présence, rareté et menace*. Centre Régional de Phytosociologie/Conservatoire Botanique National de Bailleul. <http://www.donnees.picardie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/File/patnat/Catalogue%20des%20bryophytes%20de%20Picardie.pdf>
- Hertzog, L.R., Besnard, A. & Jay-Robert, P., 2014. Field validation shows bias-corrected pseudo-absence selection is the best method for predictive species-distribution modelling. *Diversity Distrib.*, 20 : 1403-1413. doi:10.1111/ddi.12249
- Hill, M.O., 2012. Local frequency as a key to interpreting species occurrence data when recording effort is not known. *Methods in Ecology and Evolution*, 3 : 195-205.
- Hortal, J., Lobo, J.M. & Jiménez-Valverde, A., 2007. Limitations of Biodiversity Databases: Case Study on Seed-Plant Diversity in Tenerife, Canary Islands. *Conservation Biology* 21 : 853-863.
- Isaac, N.J.B. & Pocock, M.J.O., 2015. Bias and information in biological records. *Biol J Linn Soc Lond*, 115 : 522-531. doi:10.1111/bij.12532
- Just, A., Gourvil, J., Millet, J., Boulet, V., Milon, T., Mandon, I. & Dutrève, B., 2015. SIFlore, a dataset of geographical distribution of vascular plants covering five centuries of knowledge in France: Results of a collaborative project coordinated by the Federation of the National Botanical Conservatories. *PhytoKeys*, 56 : 47.
- Letrilliart, L. & Vanmeerbeek, M., 2011. A la recherche du consensus: quelle méthode utiliser? *Exercer*, 99 : 170-177.
- Lobo, J.M., Lumaret, J.-P., & Jay-Robert, P., 1997. Les atlas faunistiques comme outils d'analyse spatiale de la biodiversité. *Annales de la Société entomologique de France*, 33 : 129-138.
- Map of Life. En ligne. *GBIF Coverage Assessment*. <https://mol.org/indicators/coverage/background> (consulté le 25/02/2017)
- Meyer, C., Kreft, H., Guralnick, R. & Jetz, W., 2015. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nat Commun*, 6, 8221. doi:10.1038/ncomms9221
- Meyer, C., Jetz, W., Guralnick, R.P., Fritz, S.A. & Kreft, H., 2016. Range geometry and socio-economics dominate species-level biases in occurrence information. *Global Ecol. Biogeogr.* n/a-n/a. doi:10.1111/geb.12483
- Rocchini, D., Hortal, J., Lengyel, S., Lobo, J.M., Jimenez-Valverde, A., Ricotta, C., Bacaro, G. & Chiarucci, A., 2011. Accounting for uncertainty when mapping species distributions: the need for maps of ignorance. *Progress in Physical Geography*, 35: 211-226.

- Romo Benito, H. & García-Barros, E., 2005. Distribución e intensidad de los estudios faunísticos sobre mariposas diurnas en la Península Ibérica e Islas Baleares (Lepidoptera, Papilionoidea y Hesperioidea). *Graellsia*, 61: 37-50.
- Ruete, A., 2015. Displaying bias in sampling effort of data accessed from biodiversity databases using ignorance maps. *Biodiversity Data Journal*, 3, e5361. doi:10.3897/BDJ.3.e5361
- Vallet, J., Rambaud, M., Coquel, L., Poncet, L. & Hendoux, F., 2012. Effort d'échantillonnage et atlas floristiques—exhaustivité des mailles et caractérisation des lacunes dans la connaissance. *Comptes Rendus Biologies*, 335 : 753-763.

## Annexe 1. Prédicteurs potentiels des « seuils experts »

Quelques variables pouvant expliquer les seuils obtenus par consensus d'expert ont été testées. Les seuils fixés par les experts pour chaque taxon sont globalement mieux corrélés au nombre d'espèces total (richesse à l'échelle de la France métropolitaine) qu'à la richesse moyenne ou médiane du taxon constatée dans les mailles dans l'état actuel des données disponibles (voir Tableau 7 et Figure 36).

Tableau 7 : Coefficients de détermination (Pearson,  $R^2$ ) entre les seuils issus des experts et les richesses par mailles observées dans l'INPN ainsi qu'avec les nombres d'espèces potentielles dans TaxRef et le nombre total d'espèces disposant d'au moins une donnée dans l'INPN par groupe (p-value < 0.05 pour toutes les corrélations).

	SeuilMIN	SeuilMOY
NbTaxons	0.64	0.59
NbEpeciesTaxRef	0.89	0.84
RichesseMoy	0.29	0.24
RichesseMed	0.22	0.18
RichesseMax	0.68	0.65

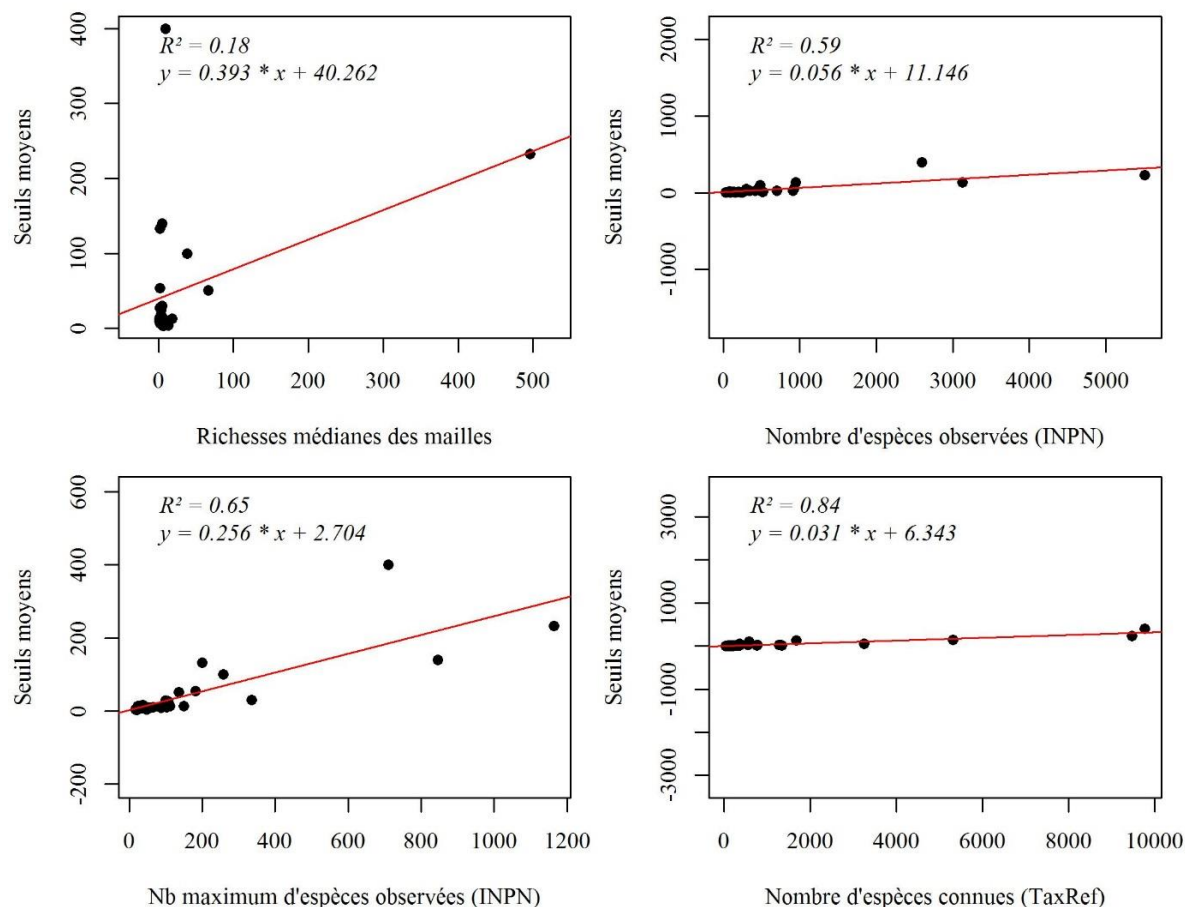


Figure 35 : Exemple des relations entre les seuils moyens établis par les experts et le nombre médian d'espèce (en haut à gauche) le nombre maximum d'espèces (en bas à gauche), le nombre total d'espèces observées dans l'INPN (en haut à droite) et le nombre d'espèces connues dans TaxRef (en bas à droite).

Ce résultat laisse penser que les experts raisonnent plus à partir du « pool » d'espèces potentielles d'un groupe (nombre d'espèces connues dans TaxRef ou avec des données dans l'INPN) que par la connaissance moyenne actuellement disponible et partagée (représentés par la moyenne ou la médiane des richesses par maille).

## Annexe 2. Confrontation avec d'autres indices plus quantitatifs

Nous confrontons ici les résultats des cartes de méconnaissance naturaliste produits sur la base des seuils proposés par expertise (voir rappel en Figure 35) à deux indicateurs de connaissances fondés directement sur les données disponibles dans l'INPN :

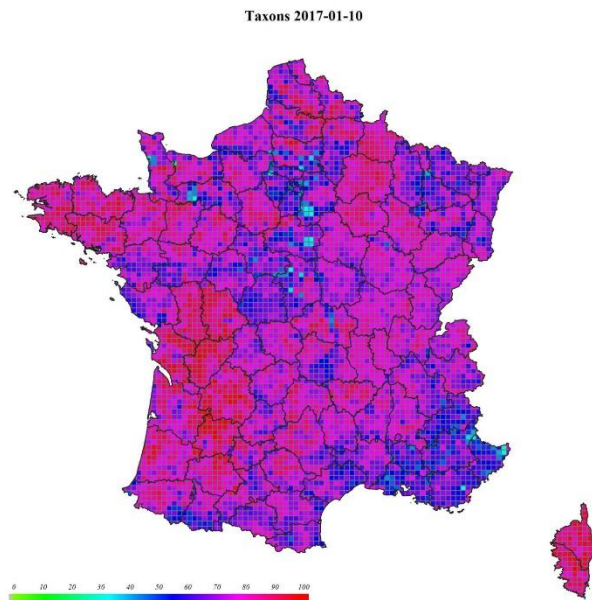


Figure 35 : Synthèse de la méconnaissance pour l'ensemble des 27 taxons considérés. Le gradient représente le pourcentage de taxons considérés comme méconnus par maille (rappel de la Figure 4).

### Nombre de données par mailles :

Le nombre de données par mailles (Figure 36, gauche) reflète la quantité totale d'information disponible tous groupes taxonomiques confondus (dans la limite des groupes étudiés ici). Cet indicateur reste très grossier puisque l'hétérogénéité de l'échantillonnage d'un groupe à l'autre tend à lisser l'information. D'autre part, les mailles fortement inventoriées (plus de 50000 données 'écrasent' la distribution. Par exemple la quantité de données « flore » peut masquer les lacunes de données sur de nombreux autres groupes.

On observe une corrélation négative significative ( $p\text{-val} < 0.05$ ) entre l'indice de méconnaissance naturaliste basé sur l'expertise et le nombre de données disponibles par mailles (Figure 37, gauche). Cette corrélation est cependant à faible pouvoir explicatif.

### Nombre de groupes taxonomiques ayant une prospection supérieure à la médiane :

Cet indicateur permet de visualiser les mailles les mieux prospectées pour l'ensemble des groupes taxonomiques. Pour chaque maille, on compte le nombre de groupes taxonomiques dont le nombre de données disponibles dans l'INPN pour la maille est supérieur à la médiane du nombre de données disponible pour ce groupe dans l'ensemble de la métropole (Figure 36, droite).

Cet indicateur tend à glisser avec l'augmentation du volume de données, mais reflète bien la hiérarchie spatiale de la connaissance pour l'ensemble de taxon étudiés.

La corrélation avec l'indice de méconnaissance naturaliste basé sur l'expertise est négative et significative ( $p\text{-val} < 0.05$ ), avec un coefficient de corrélation relativement élevé  $R = -0.85$  (Figure 37, droite).

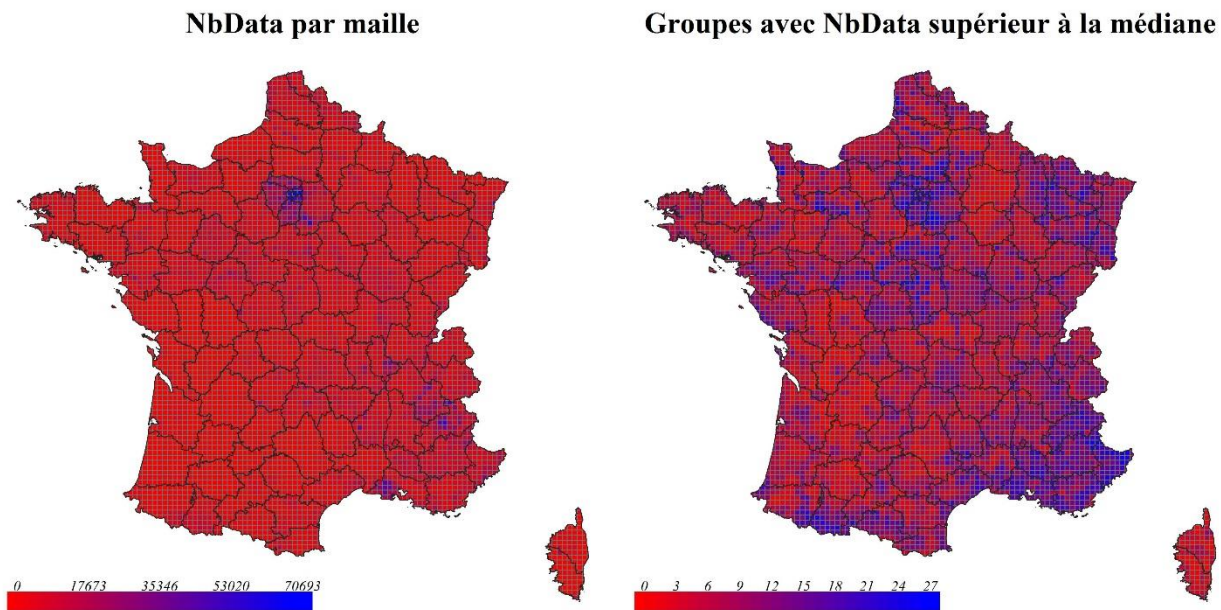


Figure 36 : Indicateurs de prospection basés sur l'analyse des données disponibles dans l'INPN. A gauche : Nombre de données par maille ; A droite : Nombre de groupes taxonomiques dont le nombre de données disponibles dans l'INPN pour chaque maille est supérieur à la médiane du nombre de données disponible par groupe.

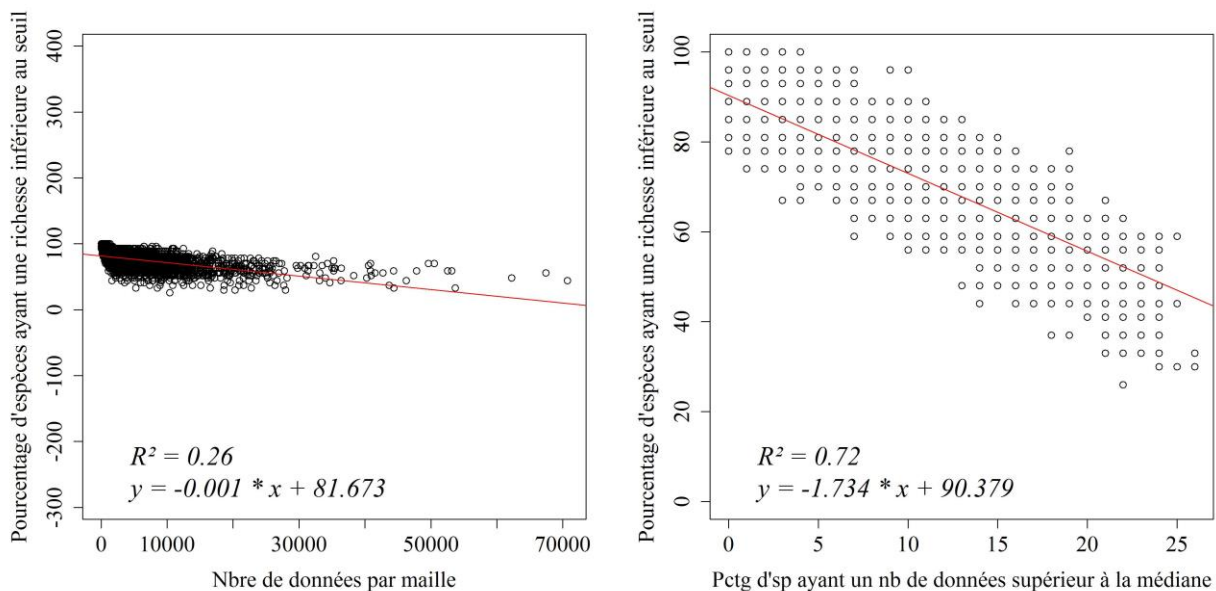
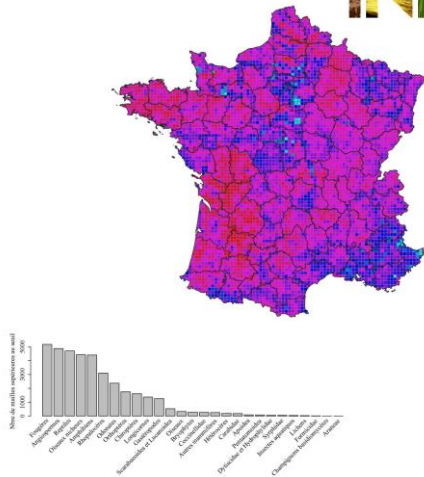


Figure 37 : Corrélations entre les indicateurs quantitatifs de la connaissance et notre indice de méconnaissance naturaliste basé sur l'expertise maille. A gauche : Corrélation avec le nombre de données par maille ; A droite : Corrélation avec le nombre de groupes taxonomiques dont le nombre de données disponibles dans l'INPN pour chaque maille est supérieur à la médiane du nombre de données disponible par groupe. Les coefficients de corrélation sont significatifs ( $p\text{-val} < 0.05$ ) et indiqués sur chacun des graphiques.

Sans valeur validation, ces corrélations confortent la robustesse de l'approche développée dans ce rapport. La bonne relation avec l'indicateur relatif à la médiane de densité de données interroge sur la possibilité de s'appuyer plus sur cette approche purement quantitative. Cependant, les seuils « experts » ont l'avantage de représenter une certaine vérité de terrain, alors que la médiane du nombre de données sera « glissante » avec l'accumulation de données, et faussée sur des cas particuliers comme l'accumulation de séries de données sur quelques espèces (cas de suivi : beaucoup de données mais pas forcément beaucoup d'information sur la distribution du groupe) ou sur le cas de listes de synthèse (peu de données mais beaucoup d'espèces).



L'objectif de ce travail consiste à identifier de façon robuste les zones particulièrement déficitaires en informations naturalistes disponibles au niveau national (c'est-à-dire des zones où peu d'espèces et peu de données sont mentionnées dans le SINP par rapport à ce qui serait attendu *a minima*). Pour chacun des 27 groupes d'espèces (par exemple flore vasculaire, bryoflore, oiseaux nicheurs, chiroptères, rhopalocères, araignées, champignons basidiomycètes...), des experts ont été consultés pour définir un nombre minimal d'espèces qu'on doit trouver même dans les secteurs (mailles 10 x 10 km) les plus pauvres. Au total 44 experts ont participé à l'exercice. La moyenne des réponses par groupe taxonomique a été retenue comme seuil de méconnaissance. Pour chaque groupe, les observations de chaque maille 10 x 10 km pendant les 20 dernières années ont été comparées à ce seuil, permettant de définir les mailles méconnues par groupe (à l'inverse les mailles supérieures au seuil ne sont pas nécessairement « bien connues » - elles bénéficient d'un minimum de connaissances).

Un indice synthétique, représenté sous forme cartographique, a été établi en cumulant sur les 27 groupes taxonomiques le nombre de groupes méconnus par maille. Il se décline également selon deux cartes : celles des groupes régulièrement utilisés dans les inventaires (exemple des Oiseaux, de l'herpétofaune, des Rhopalocères...) et celles des espèces moins étudiées (exemple des carabiques, des gastéropodes terrestres, des araignées ou de la fonge).

Le résultat cartographique global montre un net effet calqué sur les limites « administratives » : des régions avancées dans le partage des données et d'autres moins, un effet de sites emblématiques (Fontainebleau), un effet « ATBI – inventaire généralisé » (Mercantour) et un effet des grands espaces protégés (Parcs Nationaux en particulier). Les zones méconnues relèvent donc en premier lieu d'une absence de partage des informations avec l'échelon national (façade Ouest, Corse...) et parfois probablement d'une moindre prospection (arc autour du Nord-Est, département de la Loire...). Dans le détail, seuls les effets « sites emblématiques » et « ATBI » restent visibles sur la carte des groupes moins connus, montrant que pour ces 18 groupes, la connaissance reste majoritairement lacunaire sur le territoire, et nécessite un effort d'acquisition (inventaires, suivis, ATBI, sites de référence, etc.) en plus d'un meilleur partage des connaissances existantes.

En perspective, un indicateur synthétique est proposé pour l'ONB, afin de mesurer l'évolution dans le temps de cette connaissance, qui devrait augmenter grâce à la politique de partage des données et aux programmes de connaissances.