



HAL
open science

Positionnement et représentativité des sites du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols dans le réseau national d'aires protégées

Coralie Serra

► **To cite this version:**

Coralie Serra. Positionnement et représentativité des sites du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols dans le réseau national d'aires protégées. Science des sols. 2020. hal-03791892

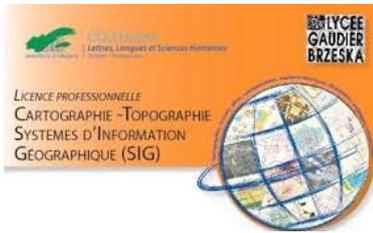
HAL Id: hal-03791892

<https://hal.inrae.fr/hal-03791892>

Submitted on 29 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LICENCE PROFESSIONNELLE CARTOGRAPHIE, TOPOGRAPHIE ET SIG

Promotion 2019-2020

CORALIE SERRA

Rapport de stage

Positionnement et représentativité des sites du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols dans le réseau national d'aires protégées



Sous la direction de :

Sébastien LEHMANN, Maître de stage, INRAE

Abdelkrim BENSALID, Tuteur de stage, Université d'Orléans

Résumé

L'INRA, aujourd'hui INRAE, mène depuis l'année 2000 un projet de suivi de qualité des sols en métropole et dans les départements d'outre-mer qui passe par des prélèvements annuels sur des sites identifiés.

Dans le cadre de ce Projet Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS), le travail présenté ici a pour principal objectif de fournir une représentation cartographique des sites, en distinguant ceux qui se trouvent au sein ou aux abords d'une aire nationale protégée. Une analyse complètera ce travail afin d'avoir une photographie de la répartition des sites rattachés à des mesures de protection ou des inventaires de notre patrimoine naturel. La méthodologie appliquée oriente tout d'abord le choix des données et de leur traitement. Elle conditionne les réalisations cartographiques et donc la lisibilité ainsi que les éléments de connaissances apportés. Ce travail de tri et de manipulation de données s'est effectué avec le logiciel SIG ArcGIS. Par ailleurs, les outils de protection nationale étant nombreux, une classification par type d'outils est nécessaire.

Les résultats montrent que les sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire représentent 45,8% de la totalité des sites en France métropolitaine et 60,6% de la totalité des sites dans les Départements d'Outre-Mer concernés par le projet. Les résultats diffèrent selon les régions et départements. Par exemple, les espaces protégés et zones d'inventaire sont très présents dans le bassin méditerranéen qui est qualifiée de "point chaud" de biodiversité. Dans cette perspective, ce travail permettra d'aborder la question de la qualité du sol sur son usage, ses modes de gestion et sa biodiversité.

Mots-clés : Projet de mesures de qualité des sols, représentation cartographique, manipulation de données, espaces protégés, biodiversité

Abstract

Since 2000, INRA, now INRAE, has been carrying out a soil quality monitoring project in metropolitan France and the overseas departments through annual sampling on identified sites.

Within the framework of this network, the main objective of the work presented here is to provide a cartographic representation of the sites, distinguishing those that are located within or near a national protected area. An analysis will complete this work in order to have a picture of the distribution of sites related to protection measures or inventories of our natural heritage. The methodology applied first of all guides the choice of data and their processing. It conditions the cartographic realizations and thus the legibility as well as the elements of knowledge brought. This data sorting and manipulation work was carried out with the Arcgis GIS software. In addition, as there are many national protection tools, a classification by type of tools is necessary.

The results show that the RMQS sites in protected areas and inventory zones represent 45.8% of all sites in metropolitan France and 60.6% of all sites in the Overseas Departments concerned by the project. The results differ by region and department. For example, protected areas and inventory zones are very present in the Mediterranean basin, which is qualified as a biodiversity "hot spot". In this perspective, this work will make it possible to address the issue of soil quality in terms of its use, management methods and biodiversity.

Keywords : Soil quality, biodiversity, protected area, cartographic representation, distribution of sites, choice of data, processing

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1 PRESENTATION DE LA STRUCTURE.....	6
1.1 INRAE	6
1.2 L'UNITE DE SERVICE INFOSOL.....	7
1.2.1 <i>Présentation générale</i>	7
1.2.2 <i>L'Equipe surveillance</i>	8
1.3 PRESENTATION DU PROJET RMQS.....	8
1.4 CAS DES DEPARTEMENT D'OUTRE-MER	10
1.5 PRESENTATION DU SUJET DE STAGE ET OBJECTIFS.....	10
2 MISE EN ŒUVRE DES OUTILS ET METHODOLOGIE	11
2.1 ORGANISATION DE TRAVAIL.....	11
2.2 LOGICIELS UTILISES	12
2.2.1 <i>ArcGIS</i>	12
2.2.2 <i>PGADMIN4</i>	12
2.2.3 <i>Excel</i>	13
2.3 VERIFICATION ET TRAITEMENT DE DONNEES	13
2.3.1 <i>Données métropole</i>	13
2.3.2 <i>Données des départements d'outre-mer</i>	13
2.3.3 <i>Données des espaces protégées</i>	14
2.4 LA SEMIOLOGIE GRAPHIQUE.....	16
3 RESULTATS CARTOGRAPHIQUES ET COMMENTAIRES.....	17
3.1 METROPOLE : CARTOGRAPHIES NATIONALES	17
3.1.1 <i>Outils de protection réglementaire</i>	23
3.1.2 <i>Outils de protection contractuelle</i>	24
3.1.3 <i>Conventions internationales</i>	25
3.1.4 <i>Zones d'inventaire</i>	27
3.1.5 <i>Maîtrise foncière</i>	28
3.2 REGIONS.....	29
3.3 LES DEPARTEMENT D'OUTRE-MER	45
4 ANALYSE DE LA REPRESENTATIVITE.....	52
4.1 COMPARAISON DES TERRITOIRES EN ESPACES PROTEGES.....	52
4.1.1 <i>Au niveau global</i>	52
4.1.2 <i>Par types d'outils de protection et d'inventaire</i>	54
4.1.3 <i>Par occupation du sol</i>	58
CONCLUSION	61
TABLE DES FIGURES.....	63
TABLE DES TABLEAUX	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	65
SIGLES ET ACRONYMES	67
ANNEXES	69

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont tout d'abord à M. Sébastien Lehmann, géomaticien et maître de stage, pour sa disponibilité, son accompagnement et ses encouragements au cours de cette période de stage et dans la rédaction de mon rapport.

Je remercie M. Claudy Jolivet, chef de projet *Réseau de mesures de la qualité des sols*, mon supérieur hiérarchique au sein de l'équipe surveillance d'Infosol, pour m'avoir conseillée et encadrée pendant ces quatre mois.

Merci à M. Bensaïd, référent de stage à l'Université d'Orléans, responsable de la formation en licence professionnelle cartographie, topographie et systèmes d'information géographique, pour ses enseignements et son soutien.

Merci à M. Nedjaï, professeur à l'Université d'Orléans, pour ses enseignements concernant la cartographie.

Je souhaite remercier également mes collègues de travail Mme Camille Imbert et Déborah Chavrit pour leur relecture et les conseils pour ce travail.

Enfin, merci à toute l'équipe d'InfoSol pour m'avoir accueillie et intégrée.

INTRODUCTION

Qualité des sols

La qualité des sols varie selon l'influence de processus naturels mais aussi selon les pressions anthropiques liés aux activités humaines. Base de notre habitat, source de notre alimentation, il est nécessaire d'en suivre les évolutions et de mieux connaître cet écosystème fragile car il représente un enjeu primordial pour le développement durable.

En effet, il est important de prendre en considération ses fonctions en termes d'aménagement du territoire non seulement pour nous assurer une bonne qualité de vie mais aussi parce que le sol est une ressource limitée. Aussi, de nombreuses menaces tels que la déforestation, l'urbanisation, l'agriculture intensive modifient sa structure et sa composition.

Ainsi, les données acquises sur la qualité des sols participent à la connaissance des sols et permettent de prendre conscience de leur fonction vitale. Selon l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), nous dépendons du sol :

- *« Les sols sont fondamentaux pour la végétation que l'on cultive ou gère pour produire aliments, fibres, combustibles, produits médicinaux ;*
- *Ils maintiennent la biodiversité dont ils abritent un quart du total ;*
- *Les sols stockent et filtrent l'eau, améliorant ainsi la résilience aux inondations et aux sécheresses ;*
- *Les sols sont une ressource non renouvelable, leur préservation est essentielle pour la sécurité alimentaire et un avenir durable ».*¹

Un programme d'observation et de suivi de la qualité des sols comme le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) rend possible l'étude des origines des pollutions en fonction des types de sols et des usages. Ces connaissances peuvent répondre à de nombreux enjeux des territoires notamment la gestion de nos sols concernant l'urbanisme, l'écologie, l'eau, l'agriculture donc notre sécurité alimentaire et à une échelle plus large, le changement climatique. Dans ce réseau de mesures, les sites étudiés sont sur des occupations variées. Selon la fonction du sol, les paramètres à mesurer seront différents. Aussi, la situation spatiale joue un rôle important car les types de sols sont directement lié au climat, à la végétation et au relief du territoire.

Cadre de l'étude et objectif

En lien avec le programme RMQS, le programme RMQS-Biodiversité, a pour ambition de coupler les données biologiques avec des paramètres physico-chimiques, des données pédologiques et des pratiques de gestion, notamment agricole. Il s'agit d'évaluer les effets des usages et des pratiques sur la diversité des organismes du sol. A noter que le premier type d'occupation des sols en France est l'activité agricole.

*« Les sols ont été introduits parmi les principes du droit de l'environnement par la loi Biodiversité de 2016, leur rôle est reconnu dans la formation des paysages, dans la biodiversité. »*² Moins soumis à l'artificialisation, nous pouvons penser qu'un territoire protégé offrira davantage de maintien à la qualité d'un sol car il préserve les écosystèmes et leur fonction, la biodiversité et les habitats naturels. C'est dans ce contexte que mon stage se situe.

¹ <http://www.fao.org/soils-2015/resources/information-material/fr>

² <http://afes.fr/les-sols/sols-et-legislations>

L'objectif de ce travail est d'analyser la représentativité des sites du réseau de mesures de la qualité des sols en fonction des différentes zones de protections existantes : protections réglementaires, protections contractuelles, protections par la maîtrise foncière et protections au titre de conventions.

Nous introduirons également les espaces concernés par un inventaire du patrimoine écologique remarquable, les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) qui sont en partie sur des espaces protégés.

La perspective de développer des recherches scientifiques permettant de comparer le fonctionnement des sols en fonction des zones préservées ou non est ce qui a motivé ce travail. Aussi, les espaces protégés ont vocation à préserver les espèces, la question est de savoir si ce travail peut servir d'appui au projet RMQS-Biodiversité. En effet, cela peut-il permettre d'évaluer l'influence des organismes du sol sur la structure et la composition du sol sur ces espaces protégés où la biodiversité est incontestablement plus abondante ?

1 PRESENTATION DE LA STRUCTURE

1.1 INRAE

L'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE) est issu de la fusion entre l'INRA, Institut National de la Recherche Agronomique et l'IRSTEA, Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture. Depuis le 1er janvier 2020, ce rapprochement a pour vocation de mutualiser leurs expertises et les infrastructures de recherches importantes au bénéfice de certains domaines comme les sciences de l'eau, la restauration de la biodiversité ou la gestion des risques. L'INRAE travaille sur trois spécialisations : l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Il est composé de :

- 18 centres de recherche
- 14 départements de recherche
- 268 unités de recherche, de service et expérimentales.

Le centre INRAE Val de Loire est réparti sur quatre sites : Orléans, Tours, Nogent-sur-Vernisson et Bourges. Les recherches menées au sein des infrastructures tournent autour de quatre axes :

1. Biologie intégrative des arbres et de la biodiversité associée pour la gestion durable des écosystèmes forestiers
2. Biologie animale intégrative, durabilité des systèmes d'élevage
3. Infectiologie et "One Health"
4. Dynamique des sols et gestion de l'environnement

Ce dernier axe est celui du site d'Orléans (Ardon), où j'effectue mon stage.

Le pôle « Dynamique des sols et gestion de l'environnement » compte deux unités du département Connaissances des agrosystèmes pour la transition agro-écologique et numérique des agricultures (Agroécosystèmes) :

- L'unité de recherche Science du Sol
- L'unité de service InfoSol, dont je fais partie.

1.2 L'UNITE DE SERVICE INFOSOL

1.2.1 Présentation générale

L'unité Infosol a été créée en 2000. Elle a la responsabilité de la coordination nationale du programme RMQS, c'est-à-dire du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols. Ce réseau se déploie en collaboration avec des partenaires régionaux qui sont chargés de prélever les échantillons selon un protocole déterminé par l'unité. Les principales missions d'InfoSol sont de :

- Définir des stratégies d'échantillonnage
- Coordonner et suivre la mise en place des sites
- Apporter un appui technique aux partenaires
- Gérer les données et les échantillons
- Valoriser les résultats.

En effet, l'unité coordonne l'acquisition des données nécessaires à la constitution du système d'information DONESOL et assure le contrôle de la qualité de ces données et de leur stockage. Pour cela, elle crée et alimente les bases de données permettant l'archivage et l'exploitation des informations. Elle veille à la diffusion et à la valorisation des données qui contribue aux bases de connaissances sur les sols. L'unité assure également l'accès aux données à ceux qui le demandent, dans le respect des règles de la déontologie et des conventions passées avec les partenaires.

Pour ce faire, elle est donc structurée en différentes équipes. Au sein de l'unité, il y a quatre pôles dont le pôle Acquisition où trois équipes travaillent ensemble, l'équipe inventaire, surveillance et le Conservatoire européen des échantillons de sols. Je suis rattachée à l'équipe surveillance. Mon référent de stage, Sébastien Lehman, est rattaché à l'équipe inventaire.

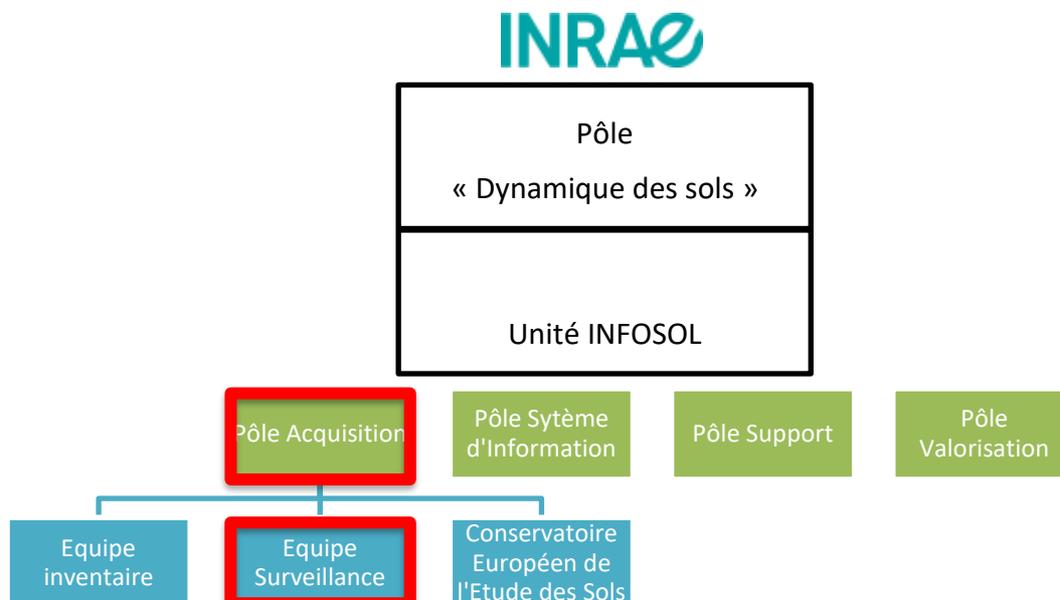


Figure 1. Organigramme de l'unité InfoSol

1.2.2 L'Equipe surveillance

L'équipe surveillance compte six personnes :

- Un chef de projet qui dirige l'équipe et coordonne le programme RMQS ;
- Deux ingénieures de recherche travaillent chacune sur deux projets liés au programme RMQS : le projet de recherche RMQS-Biodiversité sur l'évaluation et le suivi de la biodiversité du sol et le projet de recherche RMQS-Phytosol sur l'évaluation de la faisabilité de la surveillance des produits phytosanitaires dans les sols français ;
- Deux ingénieures d'étude s'occupent du suivi de l'avancement du programme, du suivi des équipes partenaires du programme en région, de la communication (supports et autres).
- Une assistante ingénieur, poste que j'occupe actuellement, dont les principales missions sont la gestion des données, la préparation et la mise en place des sites, la création de cartes et le suivi des campagnes d'échantillonnage. Je suis également correspondante GPS auprès des partenaires, comme appui technique et relai en cas de difficulté sur le terrain.

Cette équipe travaille en lien étroit avec l'équipe du Conservatoire des échantillons de Sols (CEES) impliquée dans toute la chaîne de prélèvement et de gestion des échantillons du sol du RMQS menant à leur conservation sur le long terme. (Annexe 1)³

Les activités d'animation de l'équipe surveillance et du CEES se structurent autour d'une réunion mensuelle qui se déroule le lundi matin afin de passer en revue l'avancement des tâches de chaque agent.

1.3 PRESENTATION DU PROJET RMQS

Le sol est soumis à de nombreuses dégradations. La Commission Européenne⁴ a identifié huit menaces concernant l'état des sols :

- L'artificialisation due à l'extension urbaine qui provoque l'imperméabilisation des sols
- Le tassement qui réduit la circulation de l'eau et des échanges gazeux
- Les contaminations diffuses atmosphériques industrielles, urbaines et les contaminations locales dues aux activités également urbaines ou industrielles
- La salinisation des sols qui appauvrissent leur structure
- La baisse des teneurs en matières organiques car le processus de transformation des débris végétaux par le vivant du sol diminue
- Les glissements de terrain et inondations
- L'érosion qui dégrade les couches superficielles
- Toutes les menaces citées ci-dessus induisent une baisse de la biodiversité.

En raison des préoccupations liées à l'agriculture et à l'environnement, le Réseau de Mesures de la Qualité des sols est né dans le cadre du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Sol dans l'objectif d'avoir des données quantitatives sur l'état des sols en France. Le GIS Sol est constitué de représentants des ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, des

³ Annexe 1 : RMQS poster pédothèque p68

⁴ Communication de la Commission, du 16 avril 2002, au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social et au Comité des régions : Vers une stratégie thématique pour la protection des sols [COM (2002) 179 final - Non publié au Journal officiel]. Texte de la communication téléchargeable sur <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fr/lvb/l28122.htm>

représentants de l'Institut Nationale de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES), Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA), de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), de l'Institut National de l'Information Géographique et forestière (IGN), de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et bientôt du Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Le GIS Sol a confié la charge de la coordination nationale du RMQS à l'unité InfoSol.

La première campagne RMQS s'est tenue de 2000 à 2015. Elle était axée sur la contamination des sols. Ces données ont permis d'évaluer avec précision les stocks de carbone des sols et de cartographier la richesse et la diversité microbienne des sols.

Ces paramètres sont reconduits pour la deuxième campagne actuelle qui s'effectue de 2016 à 2030 en incluant les sites RMQS d'Outre-Mer. De nouveaux paramètres sont ajoutés afin de mieux évaluer la sensibilité des sols dans le contexte de changement climatique (réserve utile, matières organiques particulières, stocks de carbone profonds). Les études sont également axées sur les pesticides et la biodiversité du sol.

Le programme RMQS se compose d'une sélection de 2240 sites en Métropole et Outre-Mer. En Métropole, ils sont répartis selon une grille de 16km * 16km en projection cartographique Lambert 93. La projection cartographique permet de représenter la surface physique de la terre non plane sur la présentation plane d'une carte. Les observations et les prélèvements sont effectués au centre de chaque maille. Ils sont représentatifs des sols français et de leurs occupations. Ils sont rééchantillonnés tous les quinze ans dans l'objectif d'assurer une évaluation et un suivi de la qualité de leurs sols sur l'analyse de propriétés physiques, chimiques et biologiques.

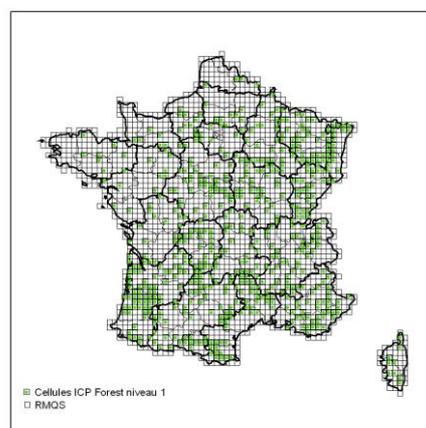


Figure 2. Grille de 16 kmx16 km, Manuel RMQS INRAE

Concernant la mise en place de la surface d'échantillonnage, un carré de 20 m × 20 m, divisé en 100 unités d'échantillonnage (ou placettes) de 4 mètres carrés chacune (2 m × 2 m) est matérialisé en théorie selon les directions des points cardinaux : les côtés du carré doivent être parallèles aux directions nord-sud et est-ouest. Ce dispositif est adapté selon la géomorphologie locale ou les dimensions de la parcelle. Autour du carré, une fosse est creusée à l'extérieur d'un côté précis du carré selon le protocole mis en place par InfoSol.

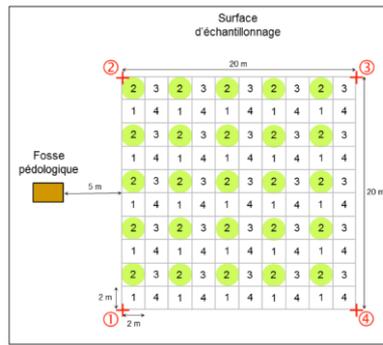


Figure 3. Dispositif de prélèvement et de description du sol

La méthode de repérage de la surface s'effectue avec un GPS de précision qui est mis à disposition de chaque partenaire (convention de prêt entre InfoSol et le partenaire).

Sur les 2240 sites, environ 550 sites sont issus du Réseau européen de suivi des dommages forestiers déployé et géré en France depuis 1995 par le Département Santé des Forêts du ministère chargé de l'Agriculture. Le dispositif forêt est appelé le dispositif RMQS-BioSoil. Il est adapté aux sites forestiers sous forme d'un emplacement matérialisé par un piquet central et par deux bornes qui se trouvent à un azimut et une distance précise du piquet central. Selon les contraintes, la surface d'échantillonnage peut avoir trois configurations : (20mx20m, 16mx24m, 12mx32m).

Afin de pouvoir effectuer des prélèvements (échantillons volumétriques) et de pouvoir relever des descriptions (végétation, forme de l'humus, états de surface), une fosse pédologique rectangulaire est creusée à cinq mètres d'un côté de la surface d'échantillonnage à un mètre de profondeur.⁵

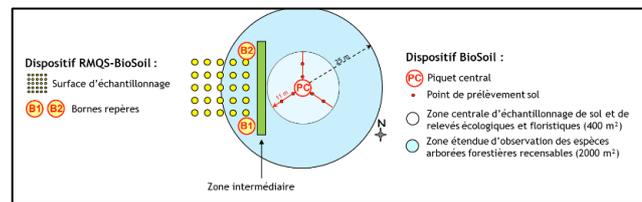


Figure 4. Dispositif RMQS-BioSoil

1.4 CAS DES DEPARTEMENT D'OUTRE-MER

Les Départements d'Outre-Mer concernés par le programme RMQS sont la Guyane, Mayotte, la Martinique, l'île de la Réunion et la Guadeloupe. En première campagne, la même grille 16x16 km a été utilisée en outre-mer.

1.5 PRESENTATION DU SUJET DE STAGE ET OBJECTIFS

Le sol a une grande fonction dans le domaine environnemental puisqu'il est vecteur de la production agricole et des paysages naturels, donc un lieu de vie, riche en espèces et en êtres vivants. Ces organismes vivants assurent diverses fonctions nécessaires à la qualité du sol. C'est pourquoi un projet RMQS-Biodiversité a été amorcé en 2019. L'objectif du projet est d'évaluer la distribution et les changements de la biodiversité du sol à l'échelle du territoire français. *In*

⁵ Annexe 2 : poster prélèvement terrain p68

fine, cela permettra d'avoir une évaluation sur le fonctionnement entre biodiversité, caractéristiques physico-chimiques du sol et activités humaines (pratiques, polluants et résidus de pesticides) qui sont intrinsèquement liés.

Dans le cadre de ce projet en cours en lien avec le réseau de mesures de la qualité des sols, un besoin de qualification de la situation de l'ensemble des sites du réseau (2240 en métropole et outre-mer) a été identifié. Il s'agit de croiser un maximum d'informations disponibles des espaces protégés avec les sites RMQS issus de la grille RMQS : zonages des parcs nationaux, réserves naturelles, zones Natura 2000, ZNIEFF, ZICO, conservatoire du littoral, arrêté de protection de biotope, etc.

La détermination des objectifs du projet s'est effectuée en étroite collaboration avec Claudy Jolivet, responsable du programme RMQS et Sébastien Lehmann, géomaticien à Infosol et référent de stage INRAE. Il s'agit tout d'abord d'avoir :

1. Un bilan quantitatif permettant d'avoir un aperçu de la représentativité des sites RMQS dans les espaces protégés par territoire (métropole et départements d'outre-mer concernés) et par outils de protection et zones d'inventaire
2. Une analyse de cette représentativité du RMQS vis-à-vis des critères de protection à partir de ce travail de croisement (par exemple pourcentages de sites RMQS tombant dans chacune des catégories de zones protégées).

2 MISE EN ŒUVRE DES OUTILS ET METHODOLOGIE

2.1 ORGANISATION DE TRAVAIL

L'organisation de mon travail s'est appuyée sur différentes étapes visualisables sur ce diagramme de Gantt.

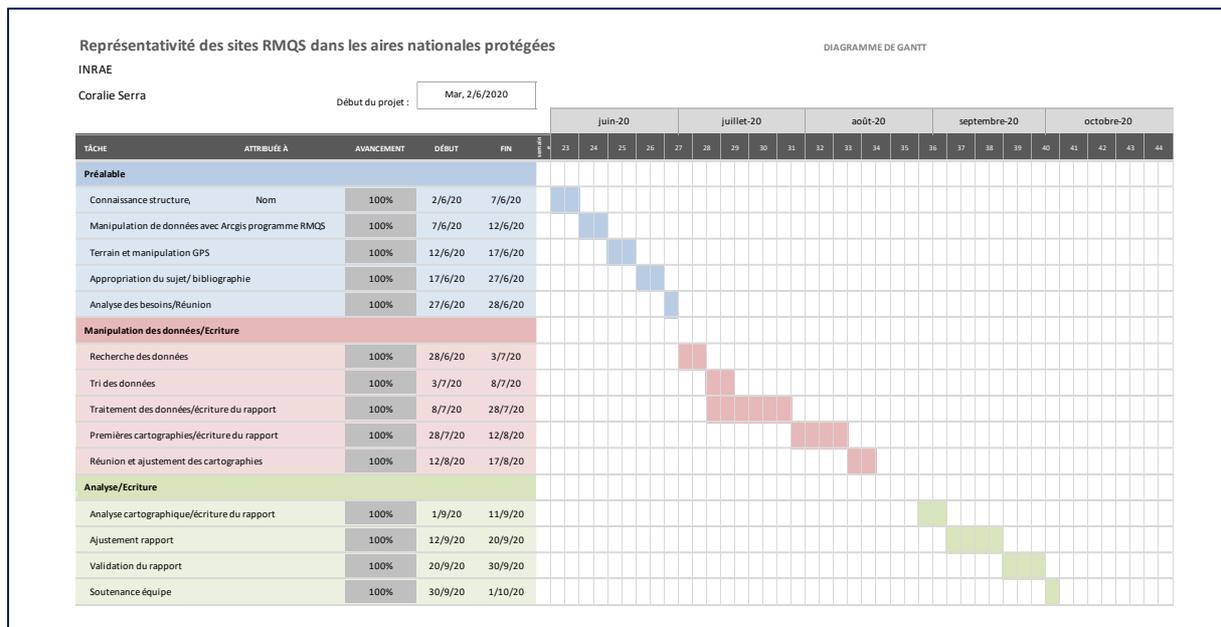


Figure 5. Diagramme de Gantt

2.2 LOGICIELS UTILISES

2.2.1 ArcGIS

A INRAE, les travaux en système d'information géographique se font avec le logiciel ArcGIS 10.7. C'est un logiciel payant et développé par ESRI, premier éditeur mondial de solutions et logiciels SIG (Système d'Information Géographique), cartographique et géomarketing.

Il me permet d'intégrer des données issues de plusieurs sources, de les visualiser, de les modifier, de les analyser et de les rendre lisible par le biais de cartographies. Cela m'a donné l'opportunité de renforcer ma connaissance du logiciel ArcGIS, outil de travail déjà utilisé lors de ma formation en Systèmes d'information géographique à l'Université d'Orléans.

Pour le travail demandé, j'ai effectué de nombreuses requêtes spatiales, c'est-à-dire des sélections d'entités sur une couche cible en fonction d'une autre couche. Cela permet de visualiser rapidement les entités sélectionnées dans la table attributaire.

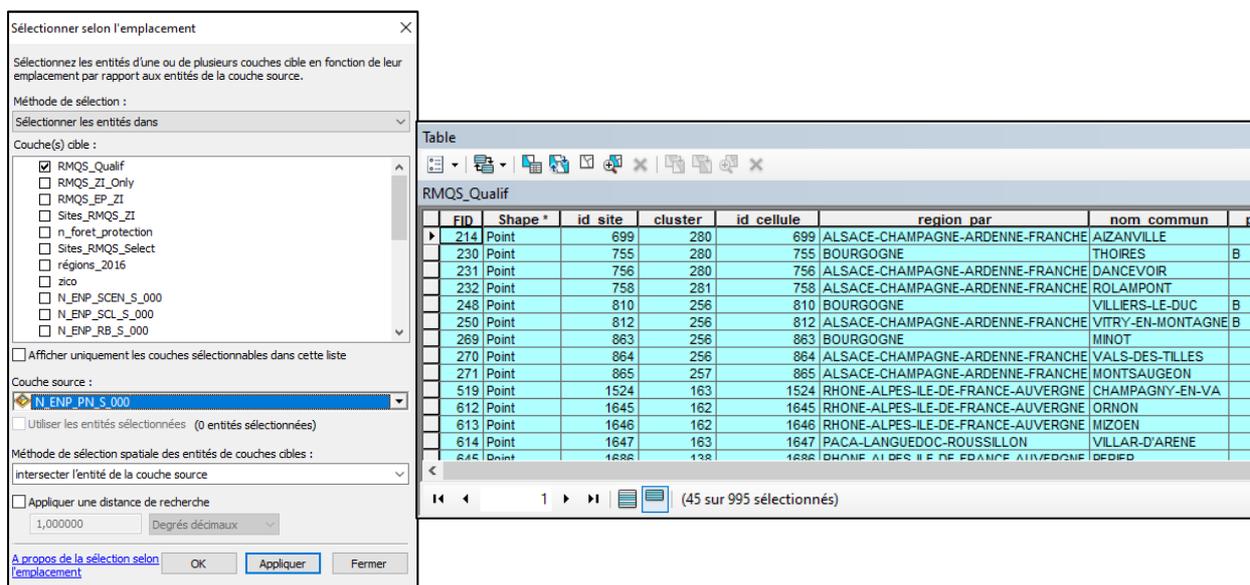


Figure 6. Requête spatiale de la couche des sites RMQS vers la couche des Parcs Nationaux

Plusieurs manipulations ont été nécessaires par rapport notamment à l'objectif du résultat cartographique. Celui-ci conditionne l'analyse spatiale qui en résulte. Le travail de cartographie sous ArcGIS a été une étape importante dans ce projet puisque cela m'a demandé d'adapter un mode de représentation graphique à l'information représentée.

2.2.2 PGADMIN4

Le PGADMIN4 est un outil d'administration graphique pour PostgreSQL, le Système de Gestion de Base de Données relationnelle (SGBDR) utilisé par INRAE pour administrer les données nationales sur les sols (Donesol) dans le Système d'information Sol. Cette base de données nationales structure et regroupe les données ponctuelles et surfaciques des études pédologiques. Je me suis servi de la base de données relative au programme RMQS pour extraire les coordonnées des profils des sites RMQS existant avec un seul point demandé par sites, la fosse. Chaque site possède une fosse, c'est pourquoi mon choix s'est orienté vers cette entité ponctuelle géoréférencée (les sites RMQS ont quatre coins et une fosse géoréférencés et les sites RMQS BioSoil ont un piquet central, deux bornes et une fosse géoréférencés). Pour cela, j'ai effectué une requête SQL (Structured Query Language). Ce langage communique avec la base de données et permet de modifier ou de rechercher des données.

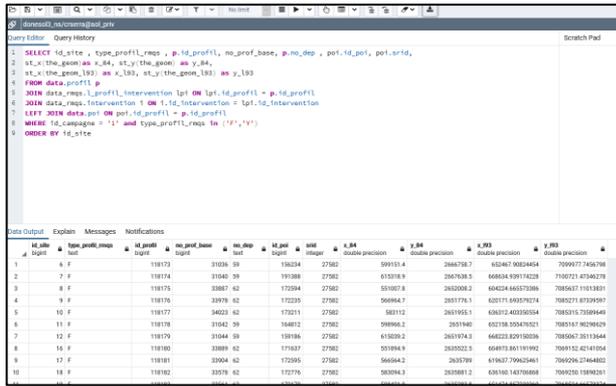


Figure 7. Requête SQL dans la base de données Donesol

Dans la requête SQL, il s’agit de sélectionner les champs souhaités et de les renommer si nécessaire. Il faut indiquer de quelle table on extrait les données et préciser des conditions (Where) si besoin comme ici, j’ai sélectionné le numéro de la campagne de prélèvement ainsi que le type de profil « F et Y » pour ne sélectionner que les fosses des sites RMQS.

L’objectif est d’exporter un fichier CSV à l’aide de la table générée qui sera une base pour créer un fichier de type Shapefile, format de fichier utilisé dans les systèmes d’information géographique.

2.2.3 Excel

Le tableur Microsoft Excel m’a permis d’effectuer des calculs de moyenne, de créer des graphiques afin d’illustrer mes propos en accompagnement de mes cartes.

2.3 VERIFICATION ET TRAITEMENT DE DONNEES

Le choix des données est à la fois interne, comme les données des sites RMQS, externe et de référence comme les données nationales du patrimoine naturel et de l’information géographique et forestière.

2.3.1 Données métropole

De nombreuses données concernant les sites RMQS existent dans la base de données Donesol. Il s’agit de prendre un fichier de référence des points réels de chaque site RMQS. Mon maître de stage m’a orienté sur un fichier du nom de « selection_sites_rmqs_France_entiere » en format XLS. A l’aide des coordonnées horizontales qui correspondent aux X (Est), et les coordonnées verticales aux Y (Nord) indiquée dans le tableur, je crée le fichier de format Shape dans ArcGis pour que les entités soient représentées dans le logiciel.

J’ai dû comparer ce fichier avec le fichier issu de la base de données Donesol afin de vérifier la cohérence des données utilisées pour mon projet. J’ai choisi d’utiliser dans ArcGis, l’outil d’analyse « effacer » dans superposition. Les couches sont superposées, seules les parties des entités en entrée situées hors des limites extérieures des entités d’effacement sont gardées dans classe d’entités en sortie.

2.3.2 Données des départements d’outre-mer

Seules les données de Guyane ont nécessité une vérification et une correction des données.

Lors de la première campagne de Guyane, 33 sites ont été échantillonnés. Avec l’aide du fichier recensant les dispositifs et leurs coordonnées respectives levées au GPS, mon travail est de vérifier s’il y a bien une correspondance entre le descriptif du fichier et les données de terrain, c’est-à-dire l’azimut et la longueur en mètre entre les points. Le cas échéant, j’apporte les corrections nécessaires afin que les données soient en phase avec le protocole demandé avec le plus de précision possible. Ce travail me permet d’avoir des données cohérentes pour mon projet et servira de base pour la prochaine campagne dans les DOM en 2022. Pour ce travail, je

m'appuie sur un document spécifique à la Guyane créé par l'unité InfoSol. Il s'agit d'un dispositif « en étoile » qui permet aux partenaires de placer leurs points de prélèvement.⁶

Le système de coordonnées permet d'affecter un emplacement géographique et d'avoir un affichage cartographique. Ainsi, il est important de l'adapter selon la zone de travail. Concernant la Guyane, on utilise la projection cartographique Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 22N avec le système géodésique WGS84. Cette information est issue du tableau des systèmes de références de coordonnées usités en France de l'Institut national de l'information géographique et forestière.⁷

Exemple N°1 :

N° site RMQS : 3133

Commune : **Roura**

Le site 3133 n'a pas de fosse représentée. Il faut donc en créer une avec l'aide du descriptif ci-dessus. Sa position est déterminée en fonction du point C que l'on peut identifier sur la carte et les informations direction/longueur qui sont indiquées sur le descriptif. Nous utiliserons l'éditeur dans ArcMap afin de créer ce point.

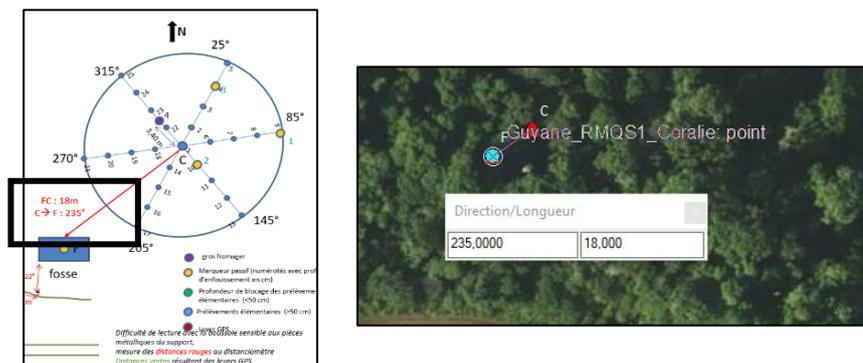


Figure 8. : Coordonnées du site de ROURA

2.3.3 Données des espaces protégés

Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), un espace protégé est « un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés ».⁸

Le recensement des données est une étape importante car il s'agit de prendre des données de référence. En l'occurrence, je me suis servie des données de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), portail de la biodiversité française, de métropole et d'outre-mer.

Ces données compilent la totalité des outils de protection nécessaire à la réalisation de mon projet. C'est le Muséum National d'Histoire Naturelle-Service du Patrimoine Naturel qui développe, administre la base de données des espaces protégés et répond de sa cohérence au niveau national. Ces données sont issues de partenaires, notamment des services déconcentrés

⁶ Annexe 3 : Descriptif du dispositif en étoile de la Guyane p69

⁷ <https://geodesie.ign.fr/contenu/fichiers/documentation/SRCfrance.pdf>

⁸ <https://inpn.mnhn.fr/programme/espaces-protoges/presentation>

et opérateurs de l'État qui alimentent et mettent à jour cette base. Les outils de protection en direction de l'espace marin ne sont pas concernés par mon projet. Les sites RMQS sont terrestres. Voici ci-dessous la classification que j'ai retenue pour mon projet.

2.3.3.1 Présentation des outils de protection

Les protections réglementaires

La réglementation a pour vocation d'apporter un cadre strict au sujet des activités humaines qui pourraient dégrader les écosystèmes. Elle est composée de différents outils :

- Les réserves naturelles (RN)
 - Nationales (RNN)
 - Régionales (RNR)
 - De Corse (RNC)
- Les Réserves Biologiques (RB)
- Les Parcs Nationaux (PN) : zone du cœur et des réserves intégrales
- Les Arrêtés de Protection (AP)
 - Arrêté de Protection Biotope (APB) : conservation de l'habitat des espèces protégées
 - Arrêté de Protection Géotope (APG) : conservation des sites d'intérêt géologique
 - Sites classés dont 18 grands sites de France (paysages remarquables)
- Les Réserves Nationales de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS)
- Les forêts de protection

Les protections contractuelles

Elles incitent à une maîtrise d'usage plus durable et sont gérées par les acteurs locaux. Elles diffèrent donc selon les territoires. Elles regroupent les :

- Sites Natura 2000
 - Sites « directive habitats » qui sont des Zones Spéciales de Conservation (ZSC)
 - Sites « directives oiseaux » qui sont des Zones de Protections Spéciales (ZPS)
- Parcs nationaux
 - Aires d'adhésion : entoure le cœur du parc qui est soumis à la charte du parc auquel elle est rattachée
- Parcs Naturels Régionaux (PNR)

La maîtrise foncière

Elle consiste à acquérir des terrains afin de protéger d'une manière pérenne les espaces naturels remarquables notamment menacés par l'urbanisation. Ce sont les :

- Espaces naturels sensibles
- Sites acquis des conservatoires d'espaces naturels
- Sites du conservatoire du littoral.

Les conventions internationales

Les conventions internationales permettent de labelliser un patrimoine naturel à partir de critères définis à l'échelle mondiale. Certaines privilégient la valorisation et la préservation des paysages tandis que d'autres ciblent une protection plus encadrée :

- Convention OSPAR : protège l'**environnement** marin de l'Atlantique du nord-est.
- RAMSAR : conservation et utilisation durable des zones humides
- Réserves de biosphère (MAB, man and Biosphère) : objectif de développement durable
- Géoparc UNESCO : territoire avec héritage géologique important, objectif de développement durable
- Biens inscrits au patrimoine de l'UNESCO : engagement de conservation et protection du patrimoine

Les zones d'inventaires

Ce sont des espaces naturels inventoriés en raison de leur caractère remarquable :

- Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I : présence d'au moins une espèce ou un habitat remarquable
- Les ZNIEFF de type II : ensembles naturels plus riches que les milieux alentours. Elles peuvent inclure une ou plusieurs ZNIEFF de type I.
- Les ZICO : les Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO)

Enfin, j'ai adapté certaines données de l'INPN, notamment les couches des réserves naturelles nationales, régionales et de Corse. Je les ai regroupées ensemble sous un même nom, *réserves naturelles*. Quant aux couches des parcs nationaux, j'ai distingué le cœur des parcs nationaux des aires d'adhésion de parcs nationaux car ils ne sont pas soumis aux mêmes types de protection.

2.4 LA SEMIOLOGIE GRAPHIQUE

La traduction graphique d'une information est à la fois une science, un art et une technique. Les cartes que j'ai souhaité proposer pour la métropole sont des cartes de synthèse tout d'abord globales, puis détaillées par la suite par types d'outil de protection et enfin par région.

C'est une manière d'avoir un aperçu cartographique à différentes échelles et de mettre en évidence certaines informations pour mon projet, l'objectif étant de visualiser la répartition spatiale des éléments. J'ai donc adapté les différentes échelles selon les cartes. J'ai bénéficié, tout au long de mon stage de conseils de la part de l'équipe. De fait, l'étape des choix définitifs des modes de représentation s'est déroulée sur une période assez longue car évolutive. Les nombreuses données demandent de la réflexion quant à leur représentation pour en garder toute la lisibilité cartographique.

Quelques manipulations ont été nécessaires, notamment la création d'un champ par type d'outil de protection permettant de faciliter la mise en page au niveau de la symbologie. Les avantages de cette méthode sont notoires :

- Le travail s'effectue sur une même table
 - Limitation des erreurs
 - Gain de temps
- La mise en page de la cartographie est facilitée ;
- Les types de protection sont différenciés.

Concernant les régions, j'ai souhaité utiliser les pages dynamiques dans ArcGIS pour automatiser l'exportation des cartes des régions selon une couche d'indexation, la couche

régions_2016. En renseignant la référence spatiale avec un texte dynamique, le nom des régions s'affiche automatiquement. Cette méthode est rapide, néanmoins, il faut faire une vérification des résultats.

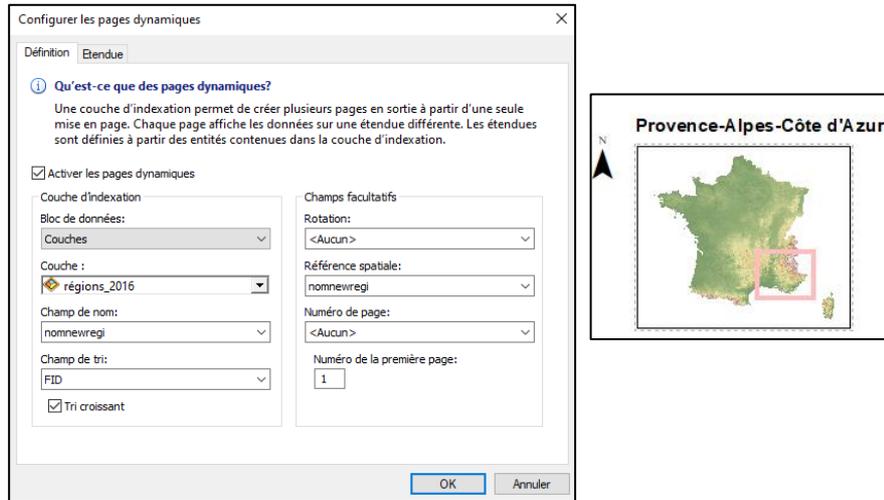


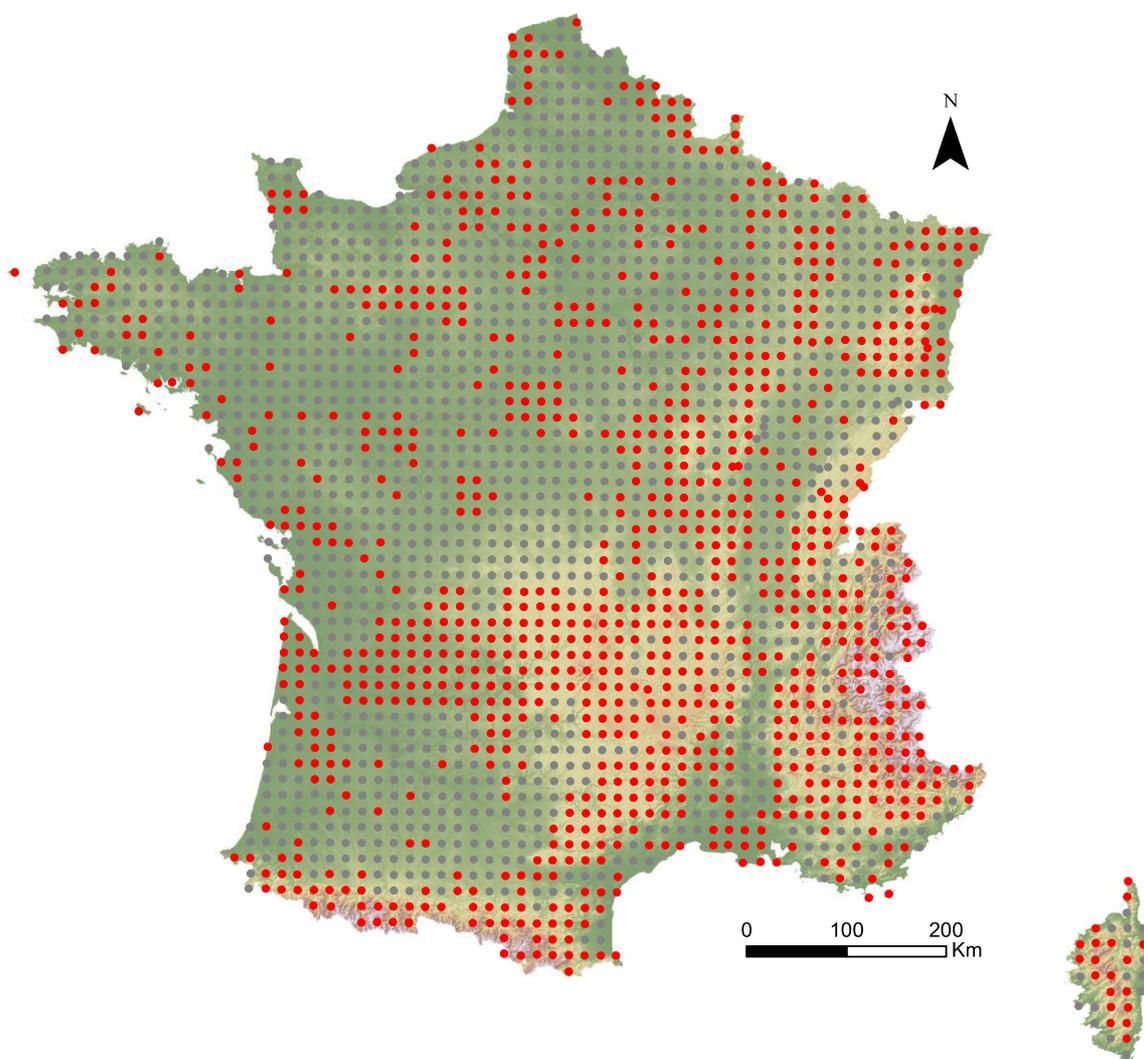
Figure 9. Utilisation des pages dynamiques

3 RESULTATS CARTOGRAPHIQUES ET COMMENTAIRES

3.1 METROPOLE : CARTOGRAPHIES NATIONALES

La figure 11 montre la carte des 2174 sites du réseau RMQS de métropole. Les sites représentés par un point rouge correspondent aux sites qui sont situés en zones protégés et zones d'inventaire. Ils sont au nombre de 995 et représentent 45,8% de la totalité des sites du réseau RMQS. A noter que sur les 995 sites RMQS, 335 sites sont des sites forestiers RMQS-Biosoil soit une représentation de 33,6% des sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaires. Ces pourcentages sont calculés par rapport au nombre total de sites RMQS en France métropolitaine.

Sites RMQS situés en espaces protégés et zones d'inventaires



- Sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire
- Sites RMQS

INRAE

Sources : INPN 2020, IGN 2020

Réalisation : Coralie Serra 2020

Figure 10. Carte de France des sites RMQS en espaces protégés

Les espaces protégés et zones d'inventaire sont présents sur tout le continent. Aussi, nous constatons qu'il y a davantage de zones protégées et inventaires situés dans le sud-est de la

France. Ce territoire est reconnu comme hotspot de biodiversité. Les points chauds – ou hotspots⁹ - ont été mis en évidence par Norman Myers en 1988 avec deux critères de biodiversité pour ces zones géographiques : le critère menace et le critère endémique. En France, les Antilles et le bassin méditerranéen sont identifiés hotspots de biodiversité. La richesse des milieux naturels y est plus abondante mais également plus menacée donc davantage protégée.

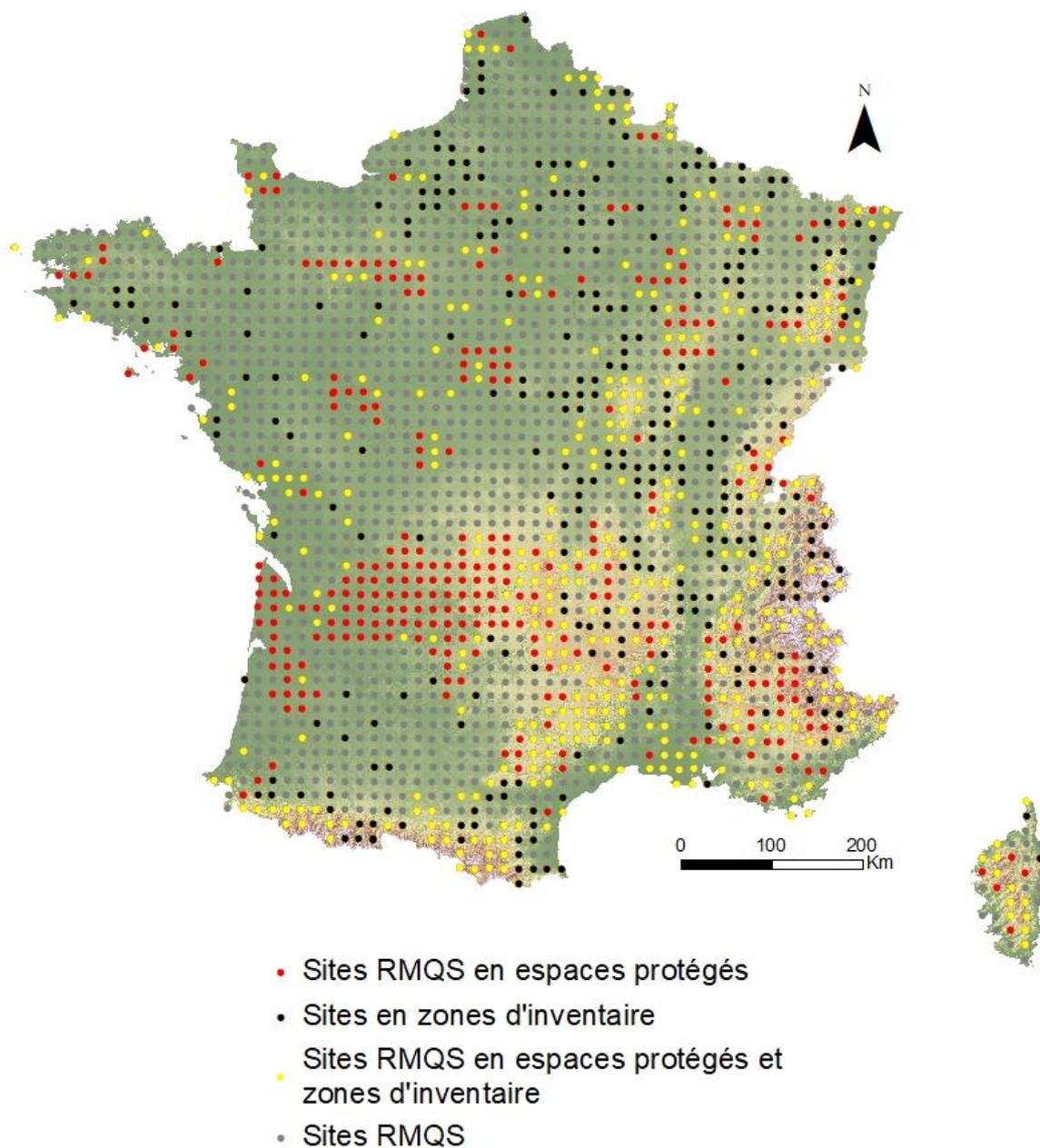
En Corse, c'est l'intérieur de l'île qui est concerné du nord au sud.

Nous distinguons sur la figure 12 les espaces protégés et les zones d'inventaires. Les zones d'inventaire ne sont pas toujours situées en zone protégées en France. Elles ne font pas office d'outils de protection, pour autant elles sont considérées comme une référence nationale sur la connaissance de la biodiversité. Elles sont devenues indispensables en tant qu'outil d'aide à la décision pour l'aménagement du territoire¹⁰. Ainsi, il est intéressant de distinguer les sites RMQS qui sont sur un territoire protégé ou une zone d'inventaire ou sur un espace qui allie les deux fonctions. C'est ce que représente la figure 12.

⁹ Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858 (2000).

¹⁰ Guide méthodologique pour l'inventaire continu des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) en milieu continental. HORELLOU A., DORE A., HERARD K., SIBLET J-P., 2014. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, p.111

Sites RMQS situés en espaces protégés et zones d'inventaires



INRAE

Sources : INPN 2020, IGN 2020

Réalisation : Coralie Serra 2020

Figure 11. Répartition des sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire

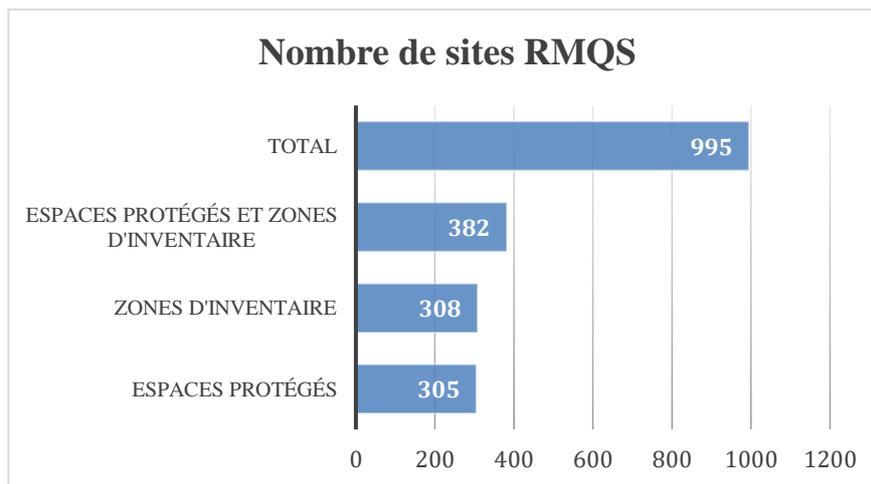


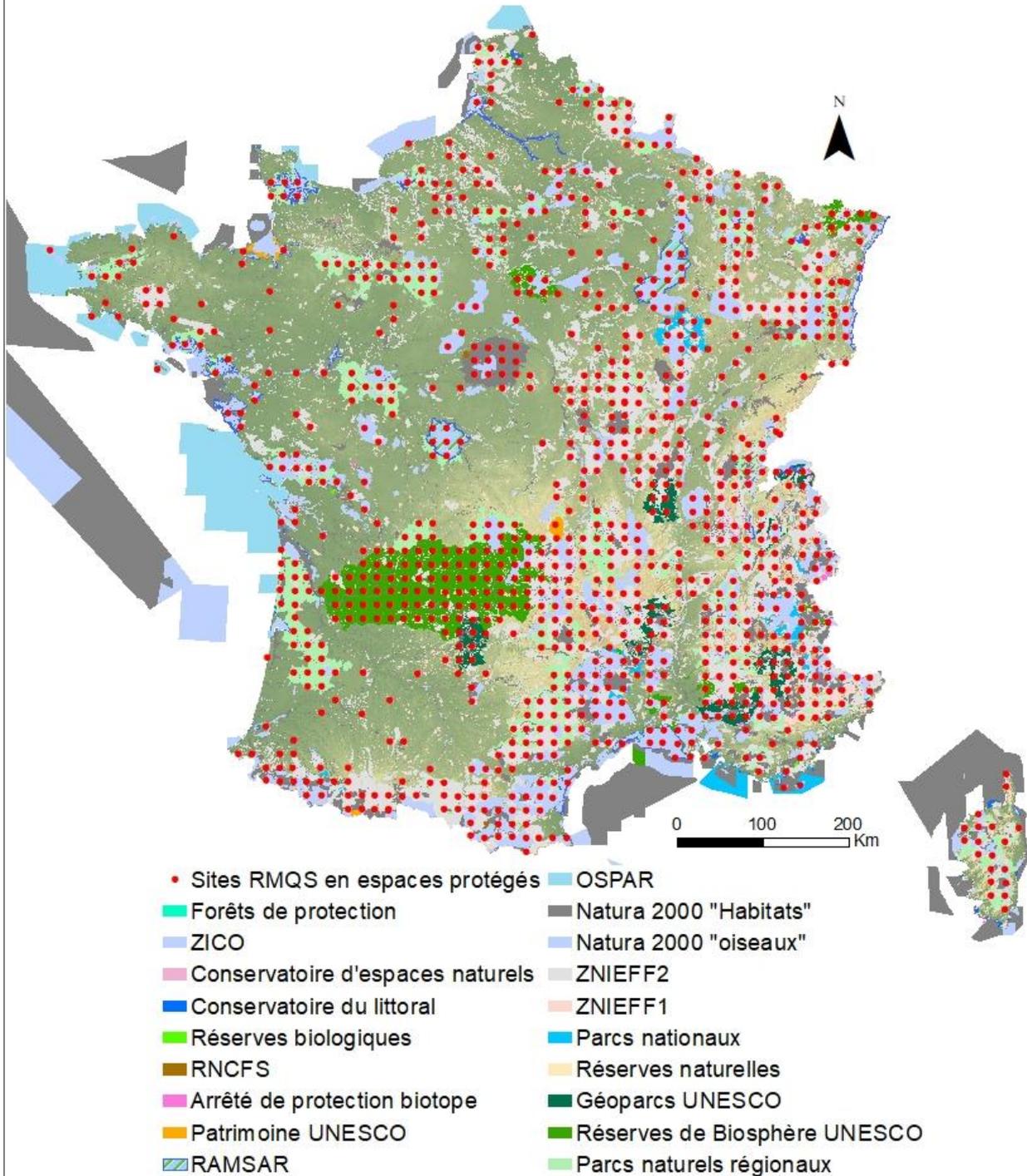
Figure 12. Répartition des sites RMQS en nombre

Sur 995 sites au total, 305 sites RMQS sont uniquement situés en espaces protégés soit 30,6% de l'ensemble des sites RMQS. 382 sites soit 38,4% sont situés dans des espaces protégés et zones d'inventaire et 308 sites RMQS soit 31% ne sont pas situés en territoire protégés mais dans des zones d'inventaire abritant une grande biodiversité patrimoniale ou des milieux naturels remarquables (figure 13).

Nous pouvons distinguer sur la figure 14 les plus grandes superficies comme les sites Natura 2000, les parcs naturels régionaux, la réserve de biosphère du bassin de la Dordogne ainsi que les zones en convention OSPAR. Globalement, les outils de protection sont présents sur toute la France mais l'est et le sud-est se démarque. Ces régions bénéficient de nombreux outils de protection, ce qui augmente le nombre de sites RMQS sur cette partie du territoire.

Certains outils se chevauchent et d'autres ont des petites superficies qui se distinguent difficilement. Pour plus de lisibilité au sujet des différents outils de protection, une cartographie par type d'outils est présentée.

Sites RMQS situés en espaces protégés et zones d'inventaires



INRAE

Sources : INPN 2020, IGN 2020

Réalisation : Coralie Serra 2020

Figure 13. Carte des sites RMQS par outil de protection et zone d'inventaire

3.1.1 Outils de protection réglementaire

Les sites RMQS en France concernés par les outils de protection réglementaire représentent un peu plus de 1% des sites soit 25 sites sur 2174.

Nous observons que la majorité sites RMQS situés dans les aires protégées avec protection réglementaire sont dans les cœurs des parc nationaux.

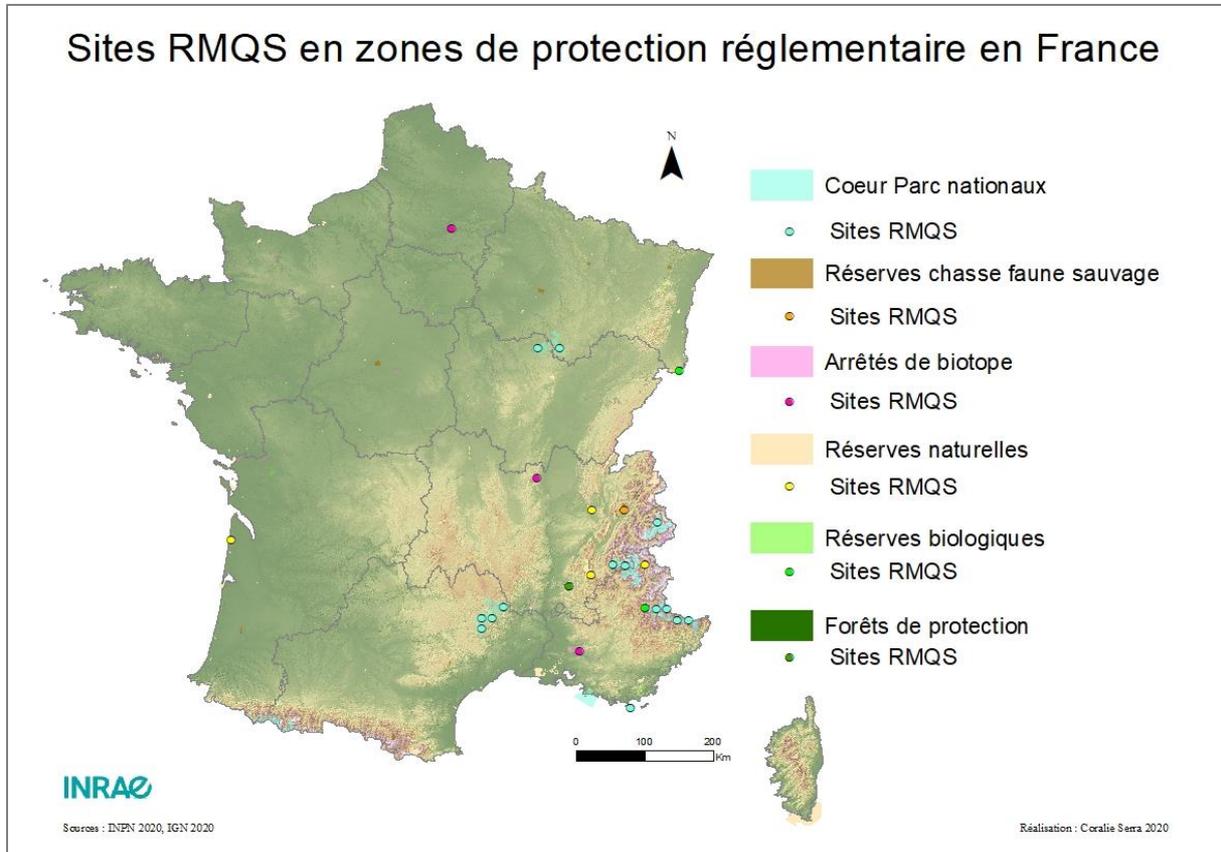
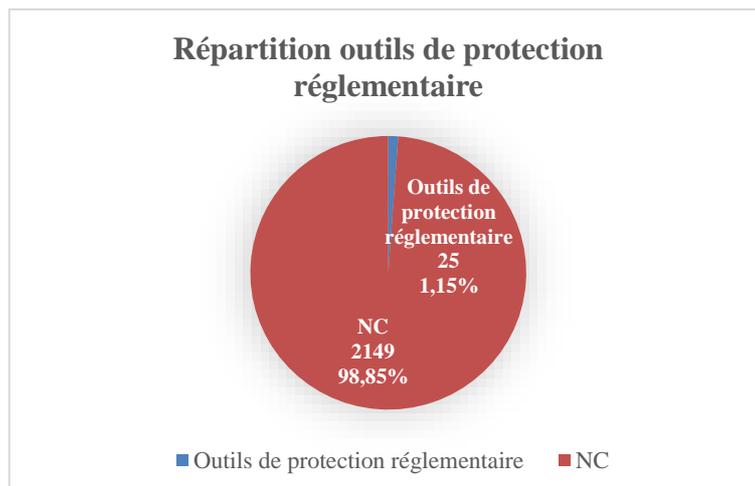


Figure 14. Carte des sites RMQS en zones de protection réglementaire



(NC : Non concernés)

Figure 15. Répartition outils de protection réglementaire

Les outils de protection règlementaire sont peu représentés en France métropolitaine.

Les sites RMQS sont au nombre de 14 dans le territoire de 6 parcs nationaux de France. 5 sites sont en région PACA, 4 en Occitanie, 3 en Rhône-Alpes, 1 en Bourgogne et 1 en Grand-Est. La réglementation est assez forte dans ces zones protégées. En effet, les activités y sont limitées afin de s'assurer de la préservation du patrimoine naturel, culturel et paysager du territoire. 99,6% des cœurs de parcs nationaux sont des espaces peu anthropisés.¹¹ Les autres outils réglementaires sont peu représentés :

- 4 sites RMQS en réserves naturelles
- 3 sites RMQS en arrêté de biotope
- 2 en réserves biologiques
- 1 en réserves nationales de chasse et de faune sauvage
- 1 en forêt de protection.

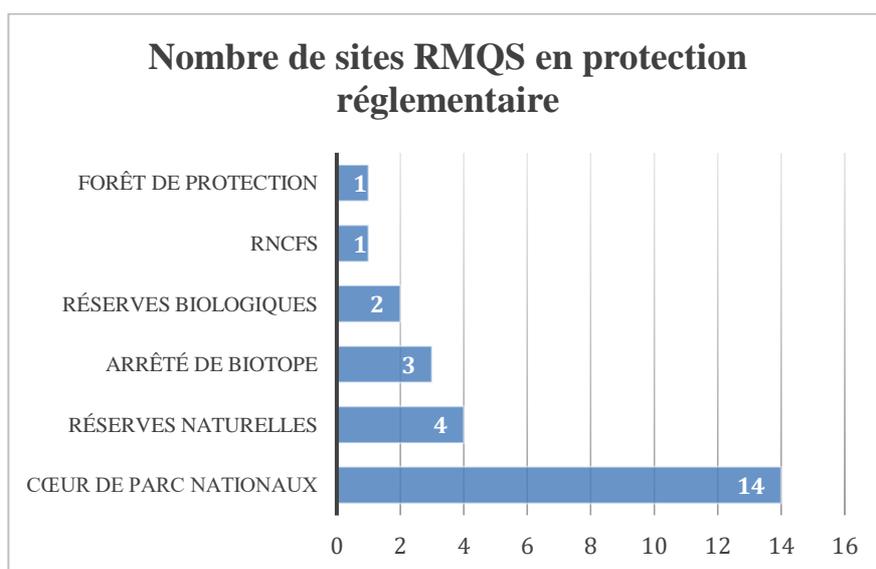


Figure 16. Nombre de sites RMQS en protection réglementaire

3.1.2 Outils de protection contractuelle

Les outils de protection contractuelle sont bien représentés au sein des sites du réseau RMQS.

La « directive oiseaux » qui définit les Zones de Protection Spéciale (ZPS), concerne 172 sites soit 8% de la totalité des sites RMQS. 194 sites soit 9% sont situés sur des zones Natura 2000 « directive habitats ».

La représentativité la plus importantes des sites RMQS est le territoire des Parcs Naturels Régionaux. Ils représentent 17% soit 360 sites situés dans les 52 parcs naturels régionaux.

La superficie des PNR est de 15% en France¹². Elle influence le nombre de sites RMQS représentés dans ces zones protégées. La protection contractuelle des PNR ne réglemente pas l'usage des sols. Ce n'est pas un outil avec une forte réglementation. Le rôle des PNR est de

¹¹ 100 chiffres expliqués sur les espaces protégés, 2019, INPN/ONB

¹² www.parc-naturels-regionaux.fr

promouvoir un développement respectueux des équilibres sociaux et économiques, naturels, culturels et patrimoniaux.

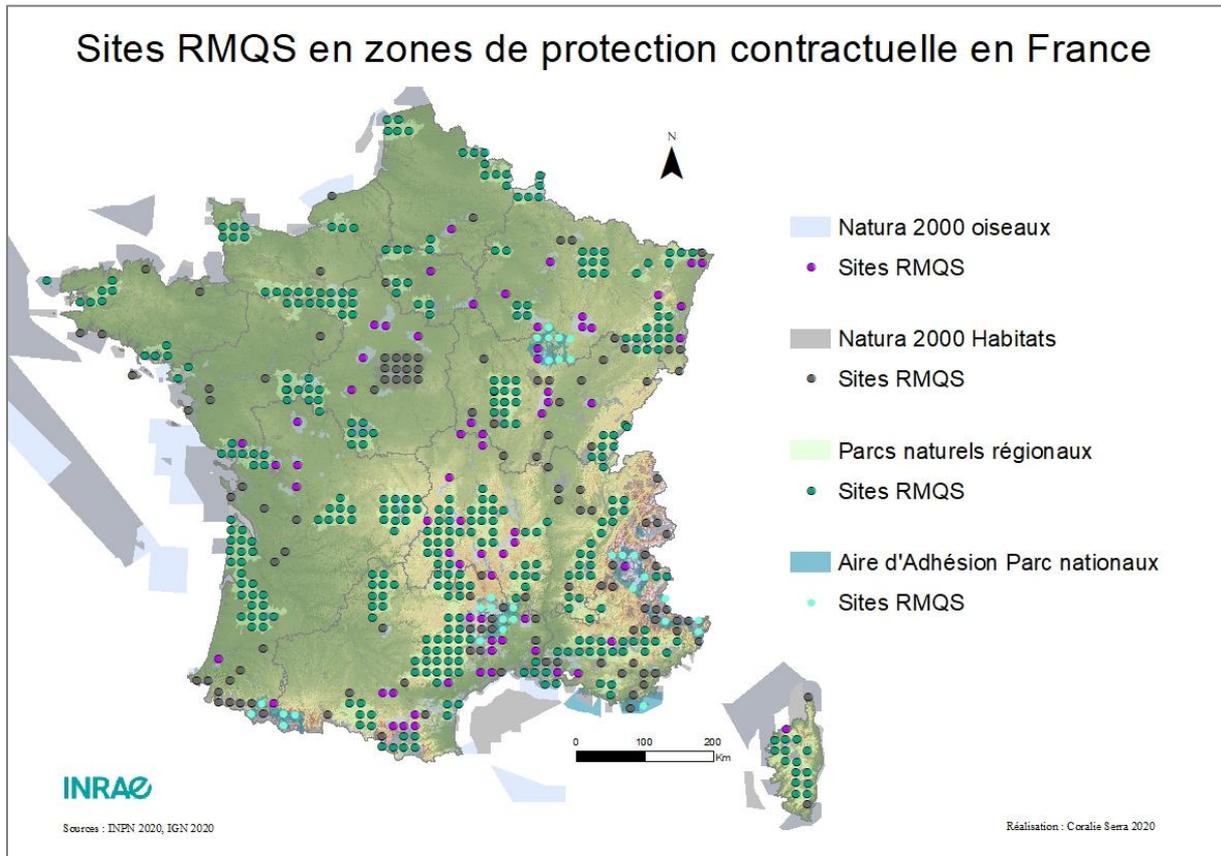
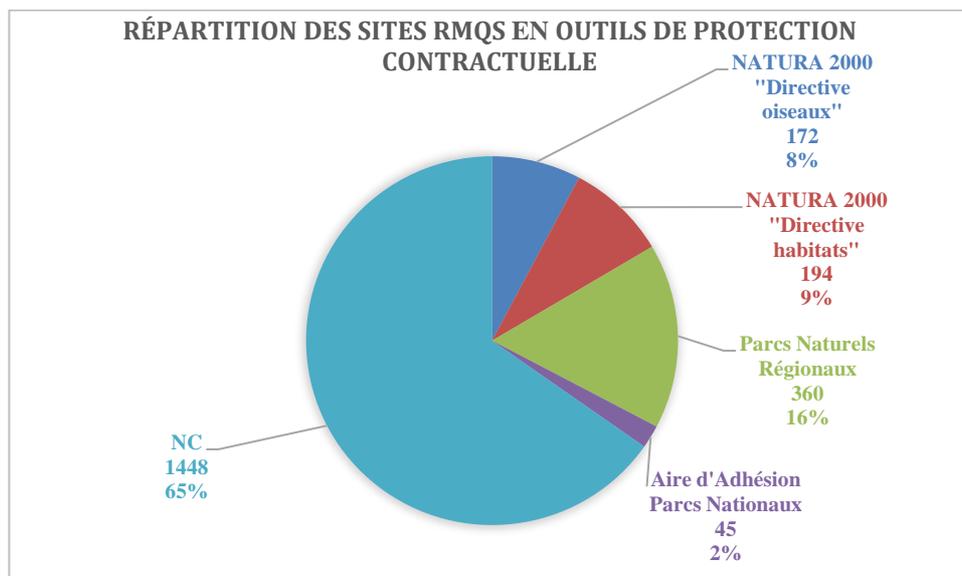


Figure 17. Carte des sites RMQS en zones de protection contractuelle



(NC : Non concernés)

Figure 18. Répartition des sites RMQS en protection contractuelle

3.1.3 Conventions internationales

Sur la figure 20, nous observons que la réserve de biosphère du bassin de la Dordogne est la plus grande de France. Elle chevauche trois régions (Auvergne-Rhône-Alpes, Nouvelle-Aquitaine et Occitanie). L'aire centrale est structurée autour de la rivière Dordogne et des têtes de bassin. C'est un territoire à dominante rurale avec une ressource en eau de qualité qui justifie que ce bassin abrite une richesse et diversité biologique remarquable.

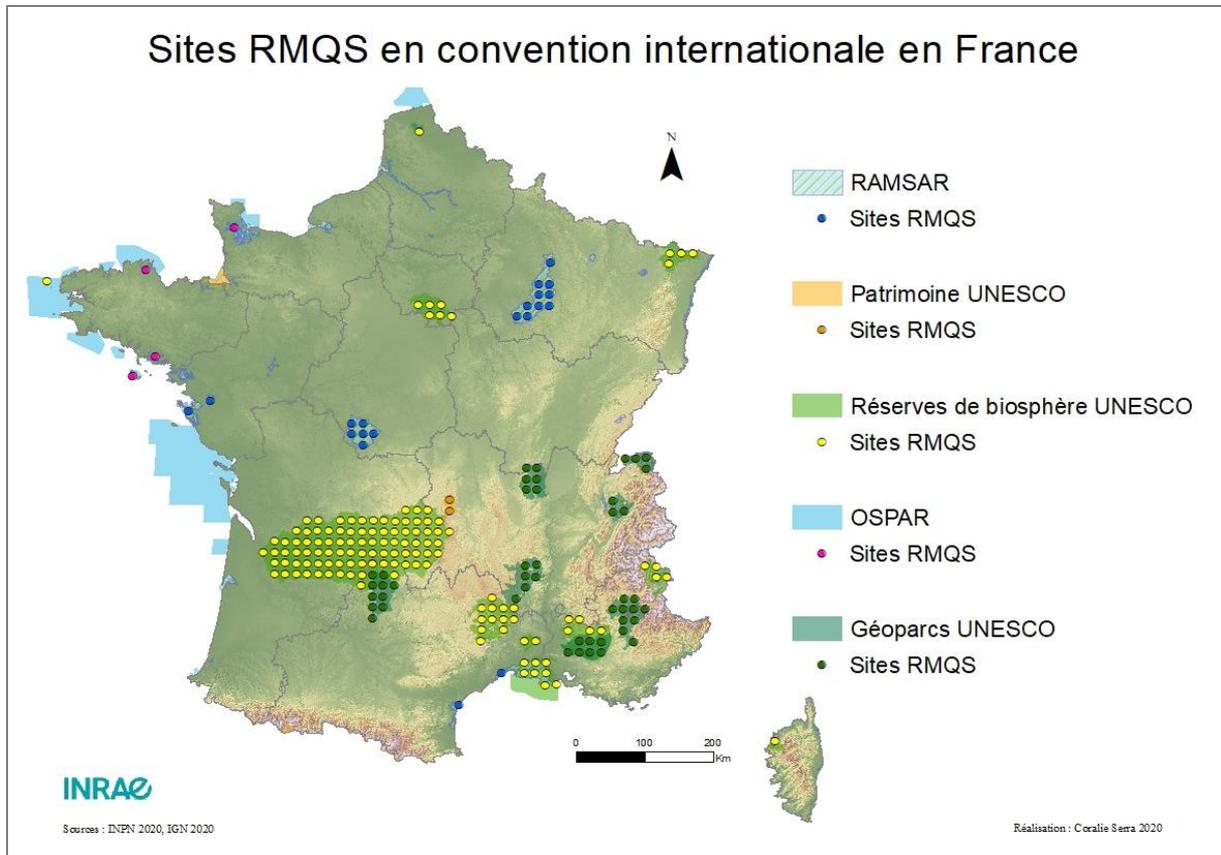
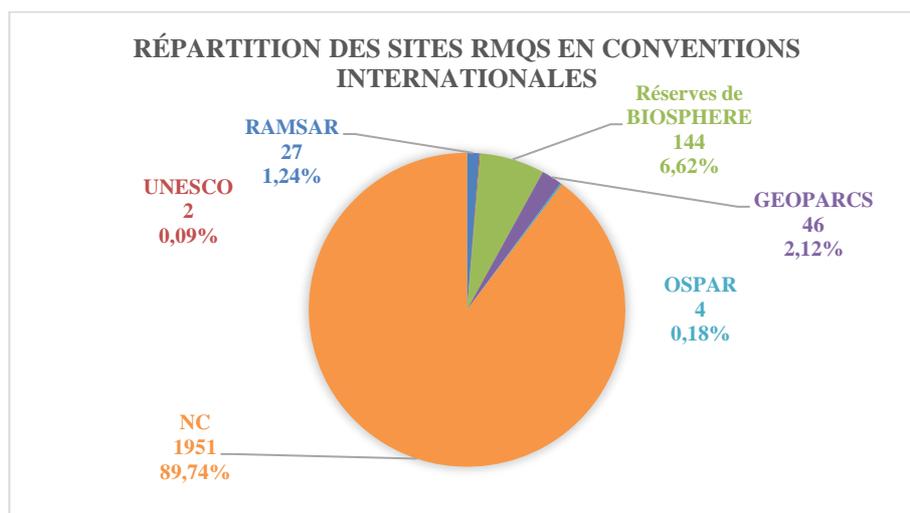


Figure 19. Carte des sites RMQS en zones de convention internationale



(NC : Non concernés)

Figure 20. Outils de protection conventions internationales

90% des sites RMQS en métropole ne sont pas concernés par les conventions internationales.

Néanmoins, 6,6% sont classés en réserves de Biosphère soit 144 sites du réseau RMQS. Ceci est dû notamment à la grande superficie de la réserve de biosphère du bassin de la Dordogne où sont situés 92 sites RMQS, ce qui représente 63% de la totalité des sites en réserves de Biosphère.

Concernant les sites RAMSAR, ils représentent 1,24% soit 27 sites RMQS répartis sur 9 zones humides sur 37 en totalité dont les principaux sont la Brenne, les étangs de la Champagne humide, la Camargue et les Marais Breton.

Les géoparcs UNESCO sont davantage situés dans le sud-est et sud-ouest de la France. 46 sites du réseau RMQS se répartissent dans les 7 géoparcs français et représentent 2,12% par rapport à la totalité des sites RMQS en France et Corse.

3.1.4 Zones d'inventaire

Nous voyons très clairement que les sites RMQS sont nombreux dans les zones d'inventaires notamment les ZNIEFF 2. En effet, les ZNIEFF 2 forment des grands ensembles naturels riches comme des massifs montagneux, ou des paysages et couvrent des territoires qui représentent des superficies relativement imposantes. Ces superficies peuvent d'ailleurs inclure une ou plusieurs zones ZNIEFF de type 1.

Les ZNIEFF terrestres sont des outils d'inventaire pour aider à identifier des zones de protection. Néanmoins, 44% de leur surface ne bénéficie d'aucune protection en France.¹³

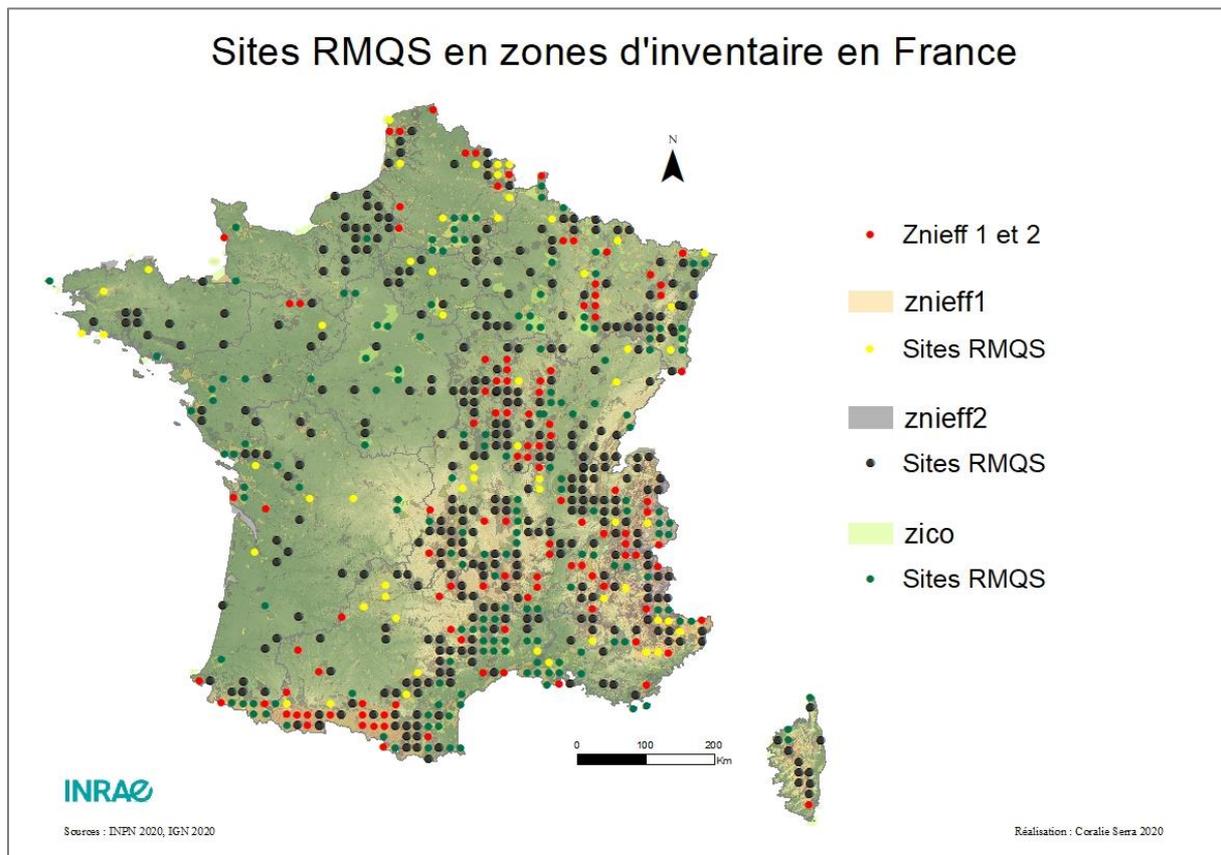
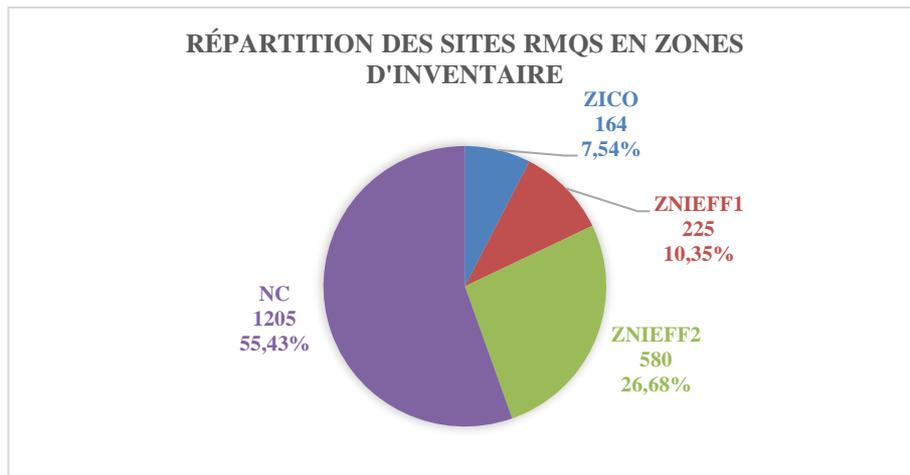


Figure 21. Carte des sites RMQS en zones d'inventaire

¹³ « 100 chiffres expliqués sur les espaces protégés », 2019, INPN/ONB



(NC : Non concernés)

Figure 22. Répartition des sites RMQS en zones d'inventaire

3.1.5 Maîtrise foncière

Les sites du réseau RMQS sont peu représentés dans les espaces gérés par le Conservatoire du Littoral (2 sites), les Conservatoires d'espaces naturels (1 site). De même, il n'y en a pas dans les espaces naturels sensibles. Ces espaces disposent d'une petite superficie ce qui induit un petit nombre de sites RMQS concernés.

Sites RMQS en zones de maîtrise foncière en France

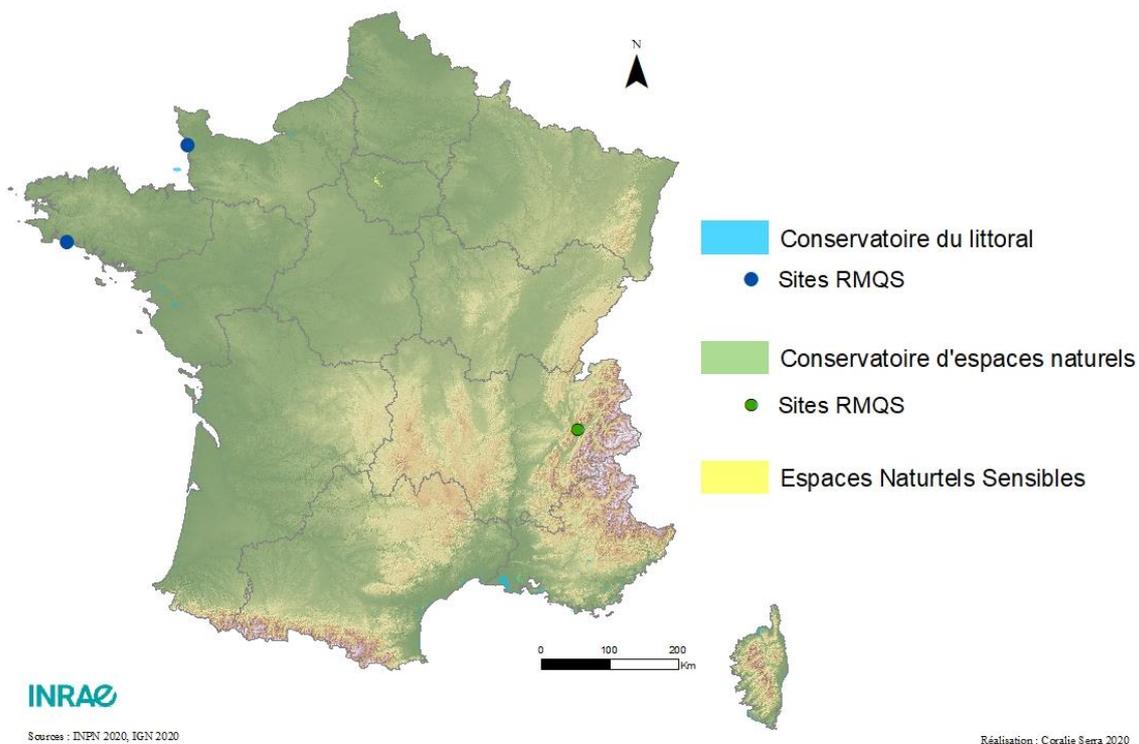


Figure 23. Carte des sites RMQS en zones de maîtrise foncière

3.2 REGIONS

Selon les régions, le nombre de sites RMQS en espaces protégés ou zones d'inventaire est différents. La superficie, le nombre d'outils de protection, l'occupation du territoire, sa gestion sont autant de facteurs qui peuvent expliquer les résultats.

Par exemple en Centre-Val-De-Loire, sur les 159 sites RMQS, 41 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire et 118 sites ne sont pas concernés.

Nombre de sites RMQS par région en France

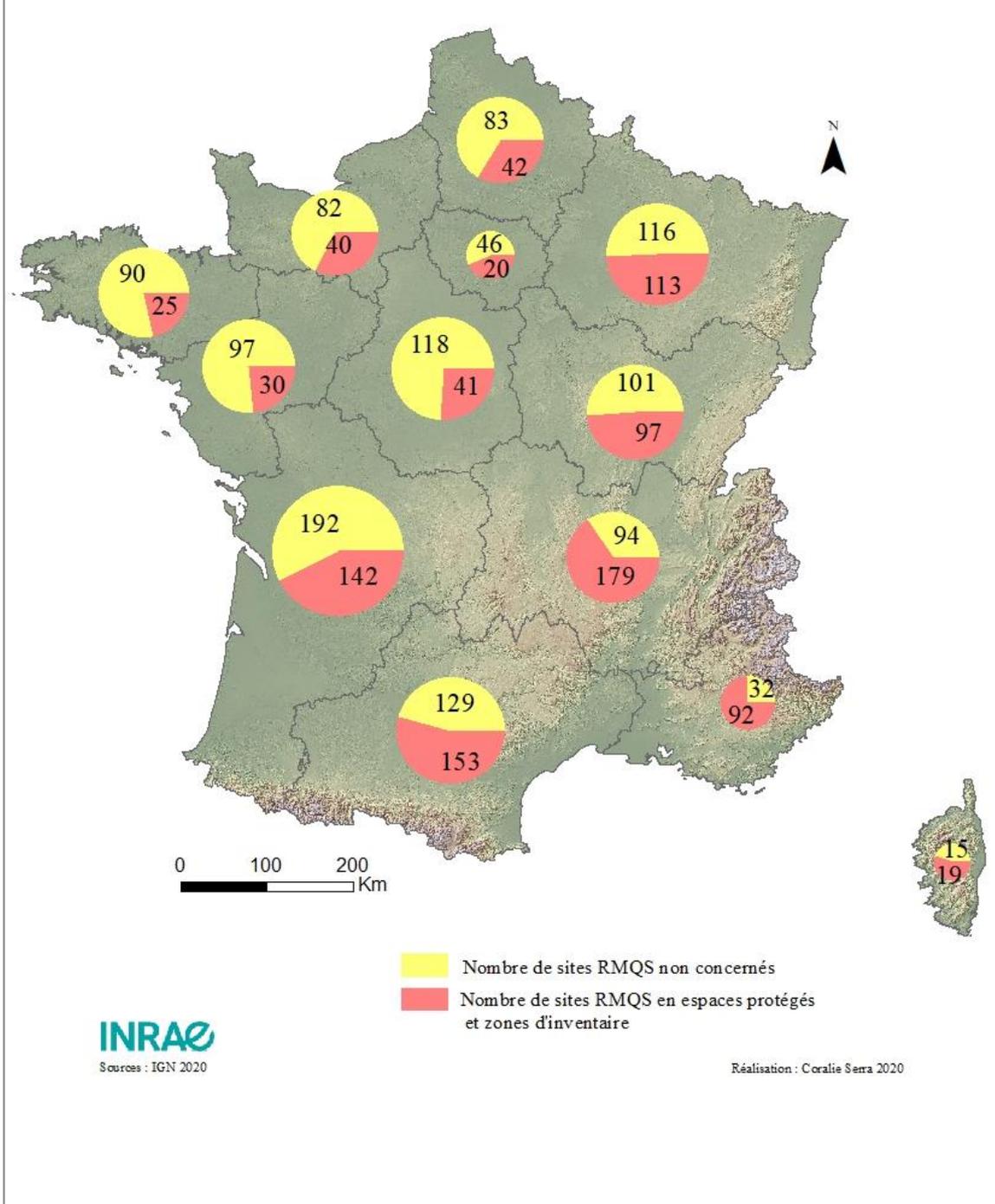


Figure 24. Carte du nombre de sites RMQS par région en France

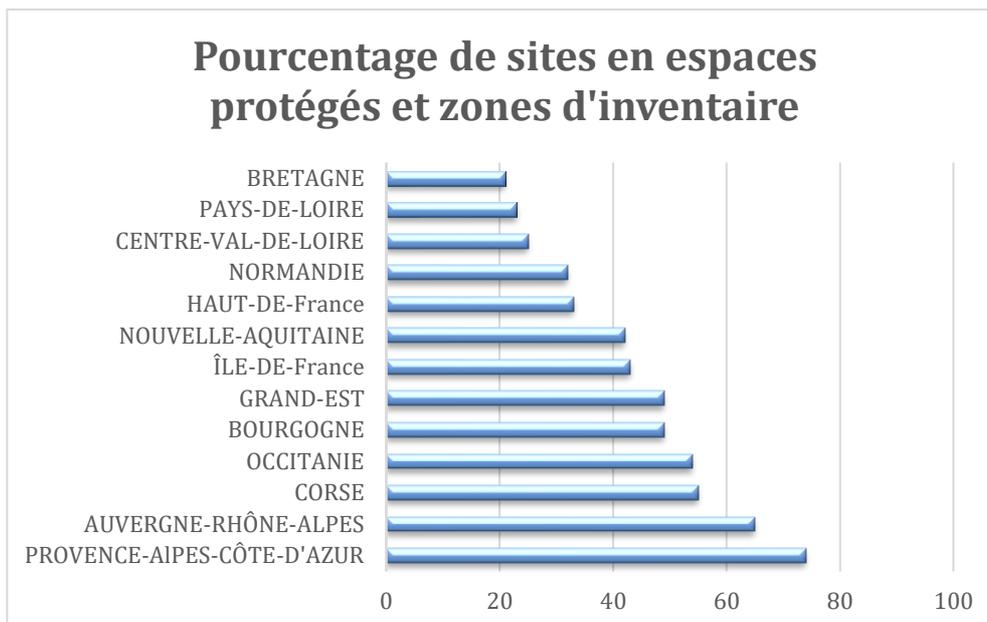


Figure 25. Pourcentage des sites RMQS par région en ordre croissant

Ce sont les régions du sud et sud-est qui bénéficient le plus d'espaces protégés. Le nombre de sites RMQS situés en zones protégées est donc plus importants en région Provence-Alpes-Côte d'Azur avec 74% de la totalité des sites en PACA et en Auvergne-Rhône-Alpes avec 65% de la totalité des sites en Rhône-Alpes. Ensuite, la Corse et l'Occitanie sont également des régions où les sites RMQS en espaces protégés sont présents avec respectivement 55% et 54%. Les régions Bourgogne, Grand-Est, Île-De-France et Nouvelle-Aquitaine sont en dessous des 50% mais relativement bien représentés avec 49% pour bourgogne et Grand-Est et 43% et 42% pour Île-De-France et Nouvelle-Aquitaine.

Les régions où les sites RMQS en zones protégées sont le moins représentés sont les régions Hauts-De-France 33%, Normandie 32%, Centre-Val-De-Loire 25%, Pays-De-Loire 23% et Bretagne 21%. Ces pourcentages sont calculés par rapport au nombre total de sites RMQS par région.

Figure 26. Tableau du nombre de sites RMQS par région

REGION	Nombres de sites RMQS en espaces protégés	Nombre de sites RMQS total	Pourcentage de sites en espaces protégés
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES	179	273	65,6
BOURGOGNE	97	198	49,0
BRETAGNE	25	115	21,7
Centre-Val-De-Loire	41	159	25,8
CORSE	19	34	55,9
GRAND-EST	113	229	49,3
HAUT-DE-France	42	125	33,6
ÎLE-DE-France	20	46	43,5
NORMANDIE	40	122	32,8
NOUVELLE-AQUITAINE	142	334	42,5
OCCITANIE	153	282	54,3
Provence-Alpes-Côte-D'Azur	92	124	74,2
PAYS-DE-LOIRE	30	127	23,6

Bretagne

En Bretagne, 25 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire. Ils sont notamment dans les trois Parcs Naturels régionaux (Armorique, Brière, Golfe du Morbihan) et en ZNIEFF 2 soit 21% de la totalité des sites. On compte également en Bretagne 83 sites Natura 2000¹⁴, dont une petite trentaine consacrée à la protection spéciale des oiseaux. On compte 8 sites RMQS en zone natura 2000 « habitats » notamment un site sur l'île de Belle-Île-En-Mer et un site sur l'île de Ouessant.

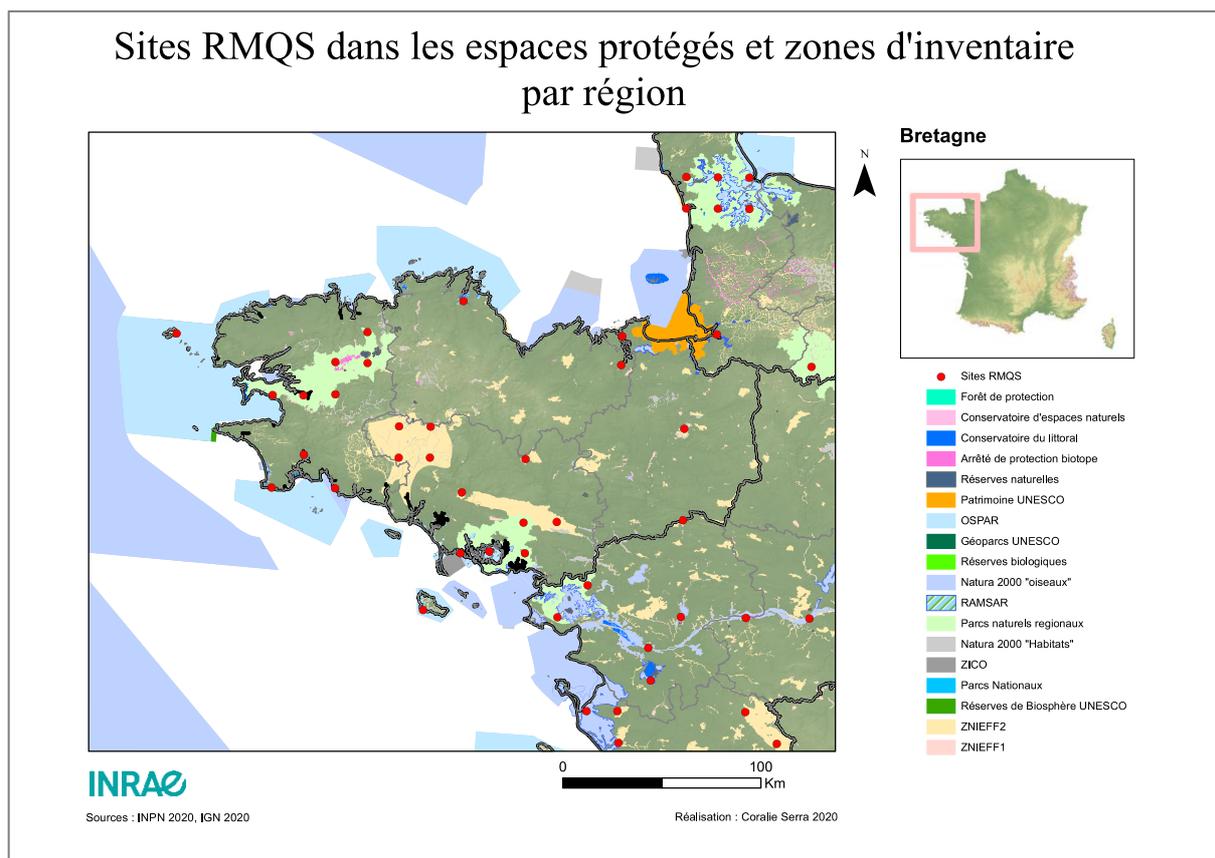


Figure 27. Carte de la région Bretagne

¹⁴ <https://www.tourismebretagne.com/selon-mes-envies/voyager-responsable-en-bretagne/la-bretagne-une-nature-preservee/>

Pays de la Loire

30 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 23% de la totalité des sites du Pays de la Loire. Ils sont principalement situés dans les Parcs Naturels Régionaux du Marais Poitevin et de Loire-Anjou-Touraine. Les zones de protection spéciale (Natura 2000 oiseaux) sont également bien représentées sur le territoire.

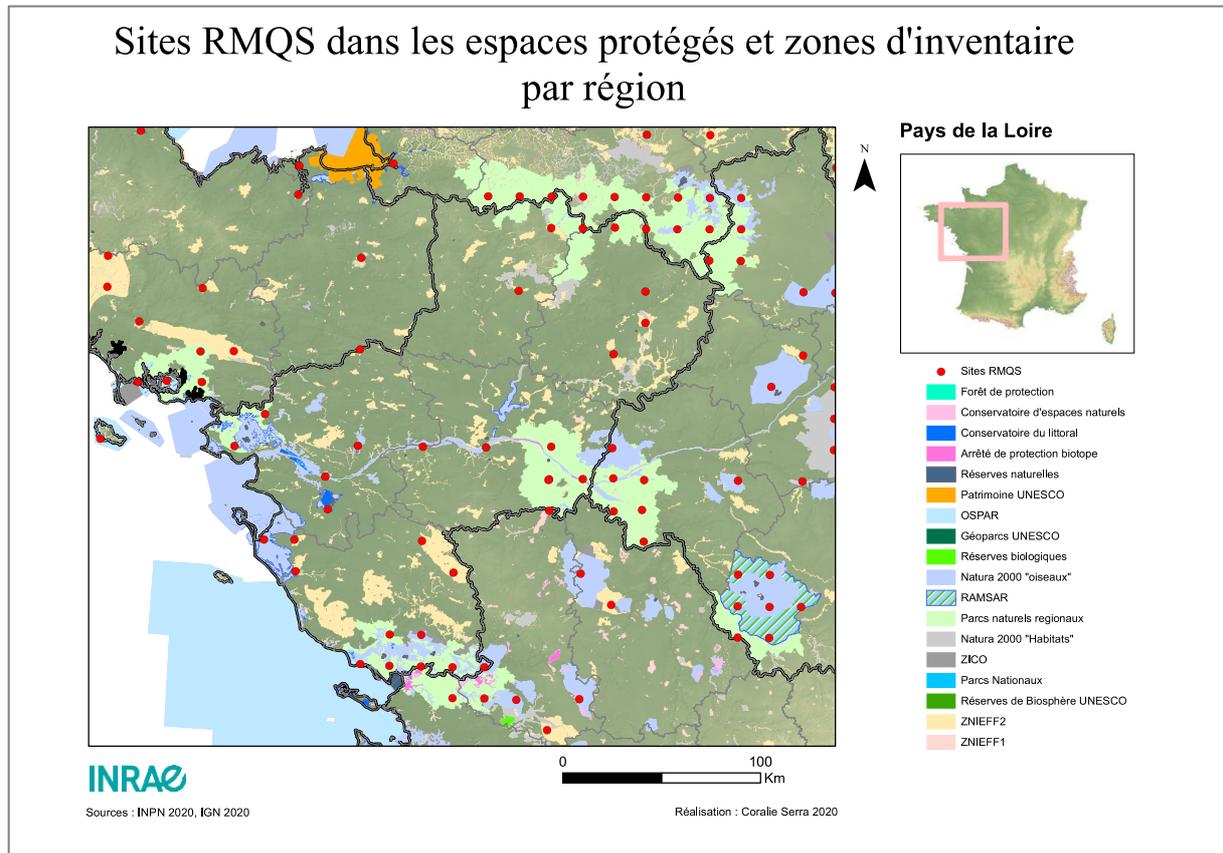


Figure 28. Carte de la région Pays de la Loire

Centre-Val-De-Loire

Il y a 41 sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire soit 25% de la totalité des sites du Centre-Val-de-Loire.

Cette région est représentée par deux zones de grandes importances que sont la Sologne, classée en Zone Spéciale de Conservation (ZSC, Natura 2000 habitats) et la Brenne, à la fois zone humide en convention RAMSAR et Parc Naturel Régional. La plupart des sites sont situés dans ces espaces protégés. Les zones d'inventaire sont très peu représentées.

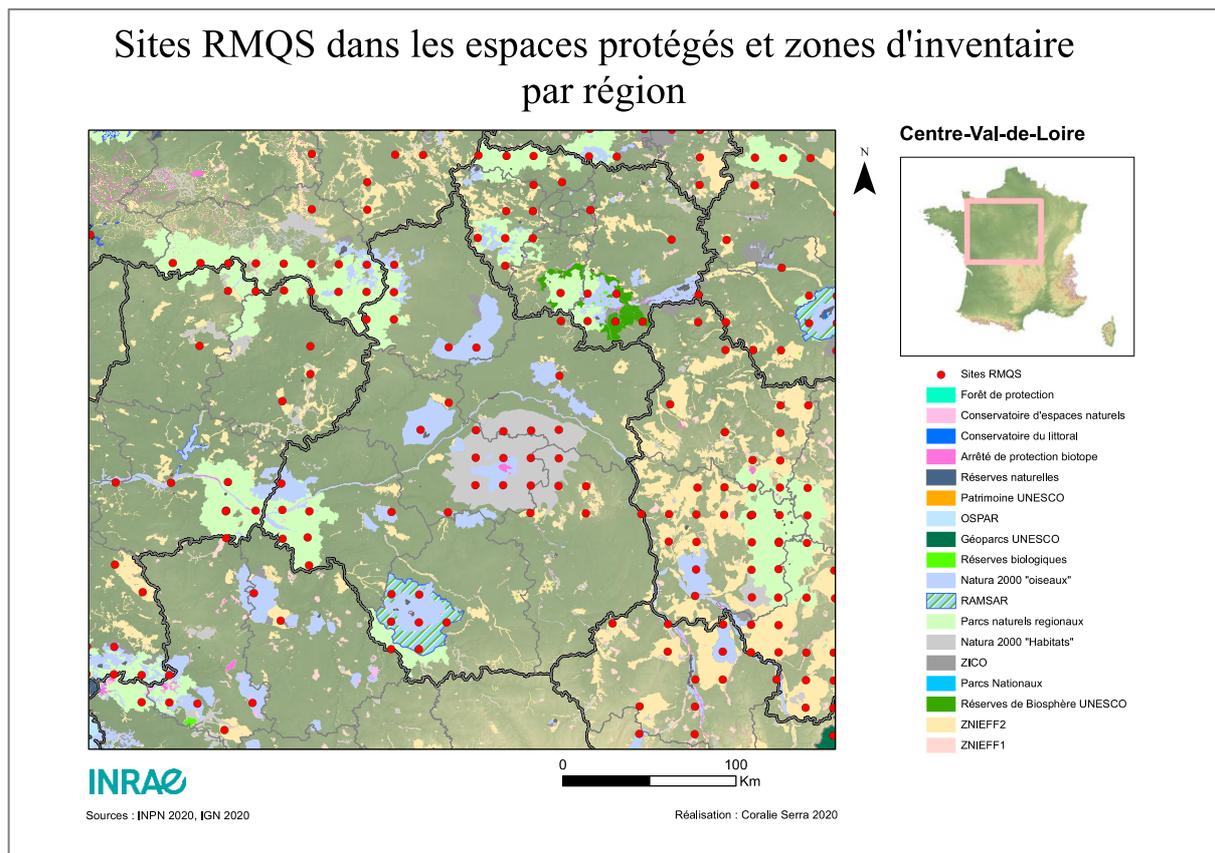


Figure 29. Carte de la région Centre-Val-De-Loire

Normandie

40 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 32% de la totalité des sites principalement situés dans les Parcs naturels régionaux (Normandie-Maine, Perche, Boucles de la Seine normande, Marais du Cotentin et du Bessin qui est également une zone RAMSAR). Les sites RMQS normands sont également situés sur des zones de type ZNIEFF 2.

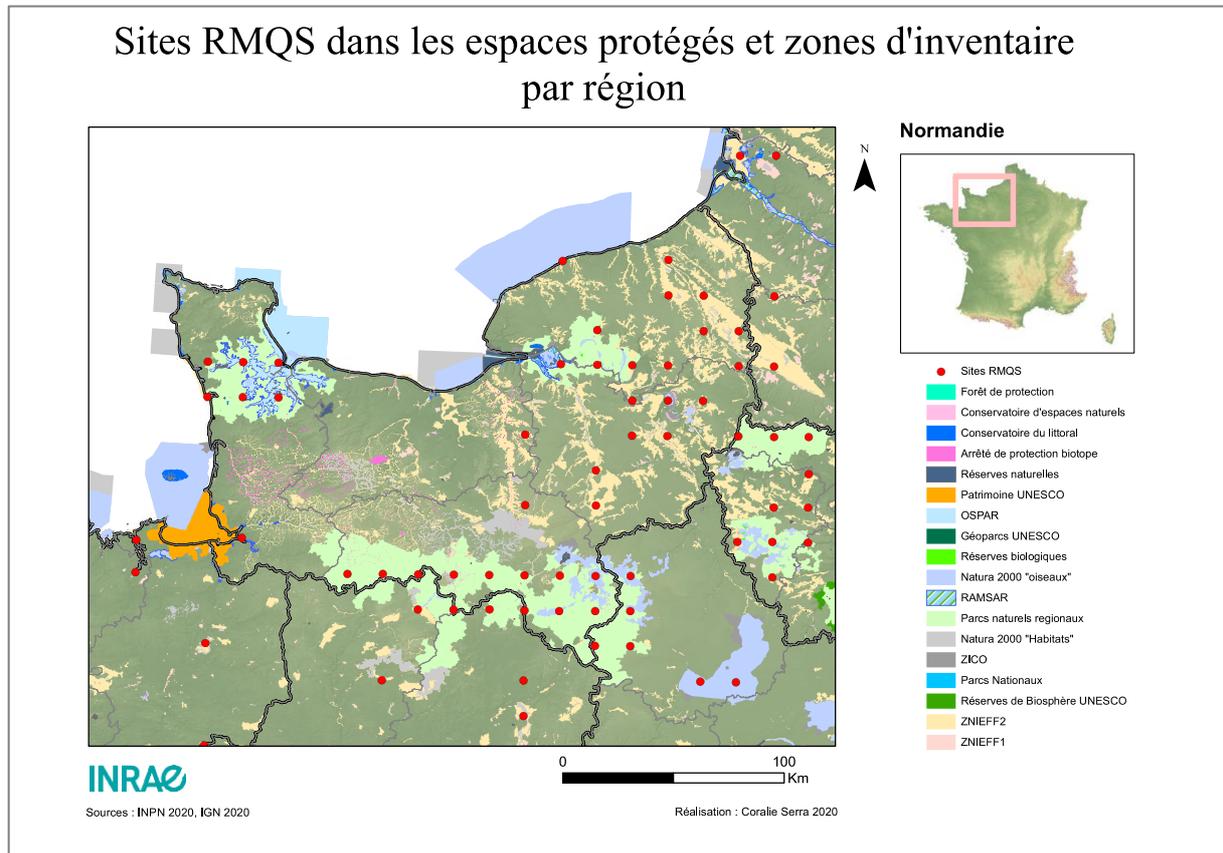


Figure 30. Carte de la région Normandie

Haut-De-France

Les Hauts-De-France sont constitués de quatre parcs naturels régionaux (Scarpe-Escaut, Caps et Marais d'Opale, Oise-Pays de France et Avesnois) ainsi que des zones d'inventaire de type ZNIEFF 2 où sont principalement situés les sites du RMQS. 42 sites sont en espaces protégés et zones d'inventaire soit 43% de la totalité des sites. Au sud de la région, deux grandes zones en direction de la protection des oiseaux (ZICO et Natura 2000 « Directive Oiseaux») abritent également quelques sites RMQS.

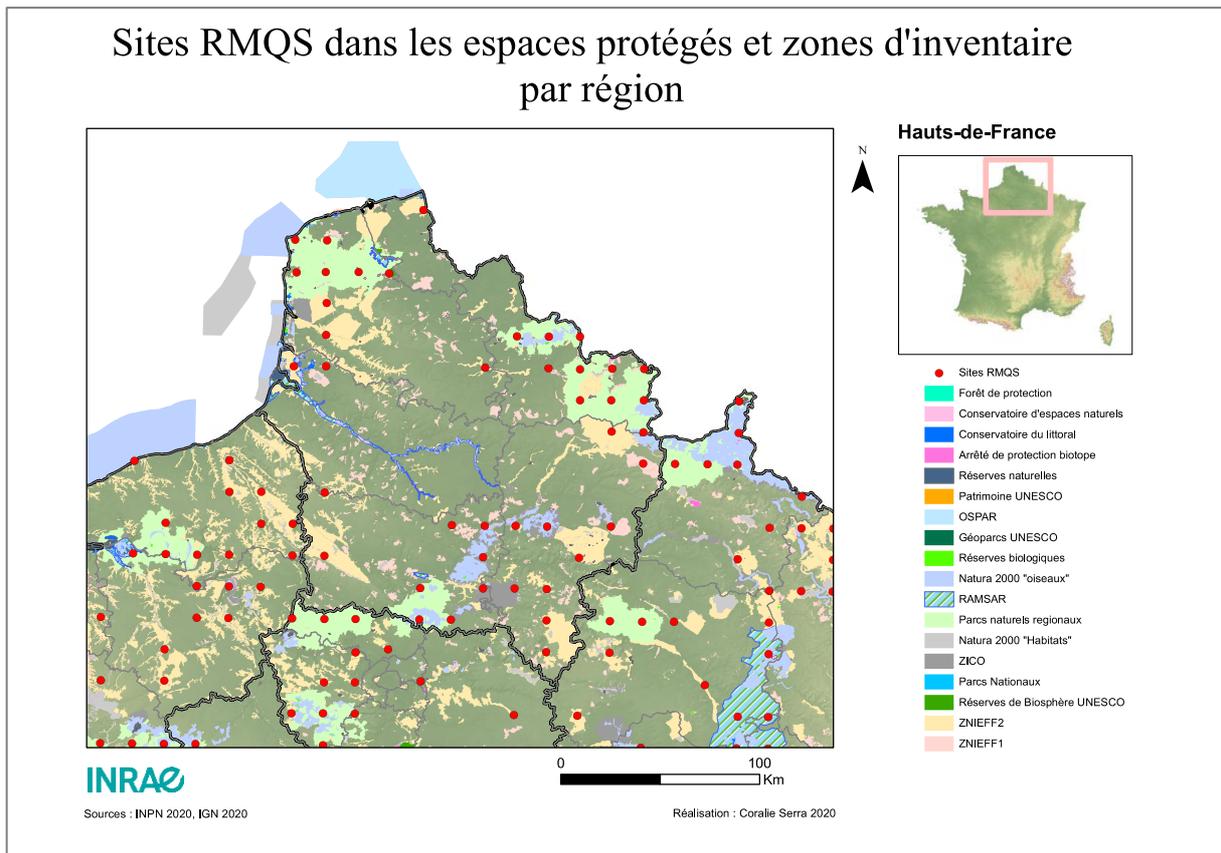


Figure 31. Carte de la région Hauts-De-France

Nouvelle-Aquitaine

Ce territoire est marqué par la présence de la réserve de biosphère UNESCO du bassin de la Dordogne qui a une grande superficie et par les Parcs Naturels régionaux des landes de Gascogne du Périgord-Limousin et de Millevaches en Limousin. 142 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 42% de la totalité des sites.

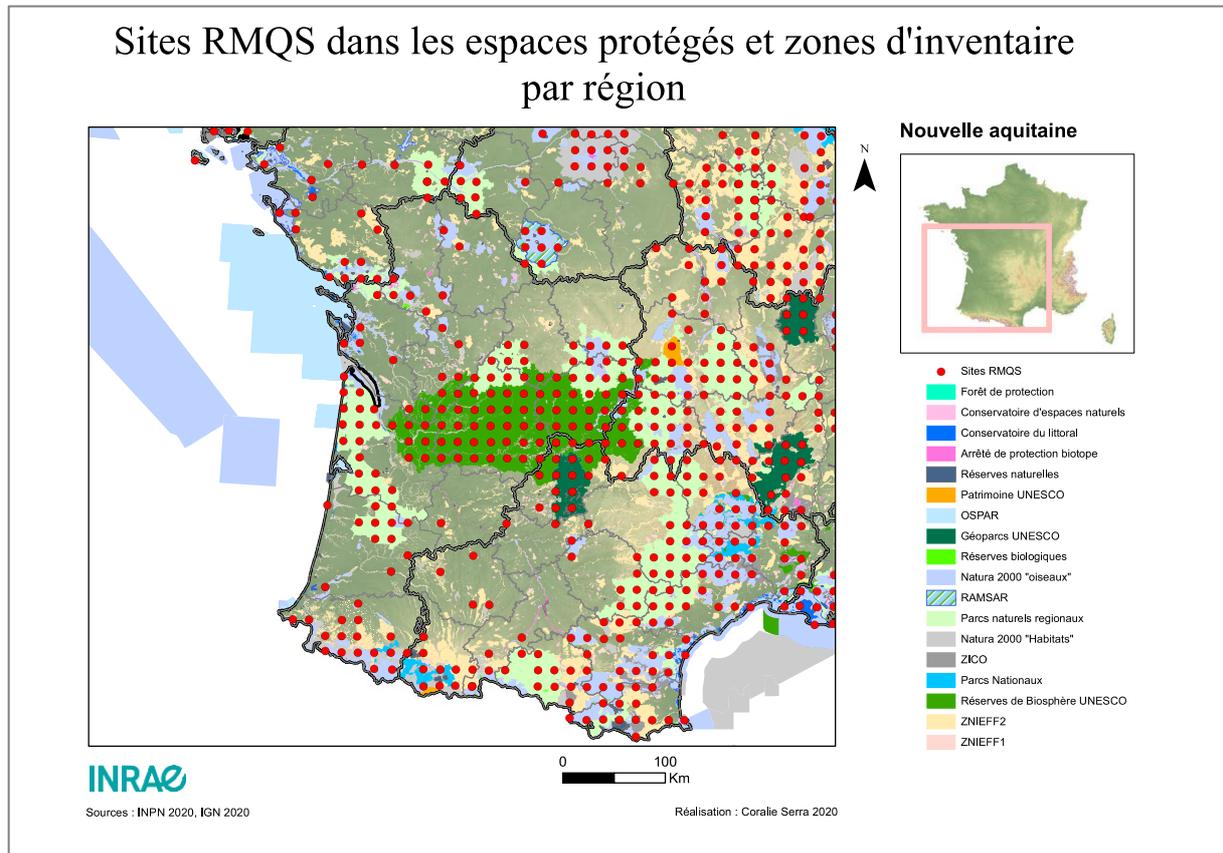


Figure 32. Carte de la région Nouvelle-Aquitaine

Île-De-France

Ce territoire dispose de quatre parcs naturels régionaux (Vexin français, Gâtinais Français, Oise-Pays-de-France, Haute-Vallée de Chevreuse) où sont situés la majorité des sites RMQS., La région abrite également une grande réserve de biosphère UNESCO (Fontainebleau et Gâtinais). Sur ce territoire, 20 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 21% de la totalité des sites.

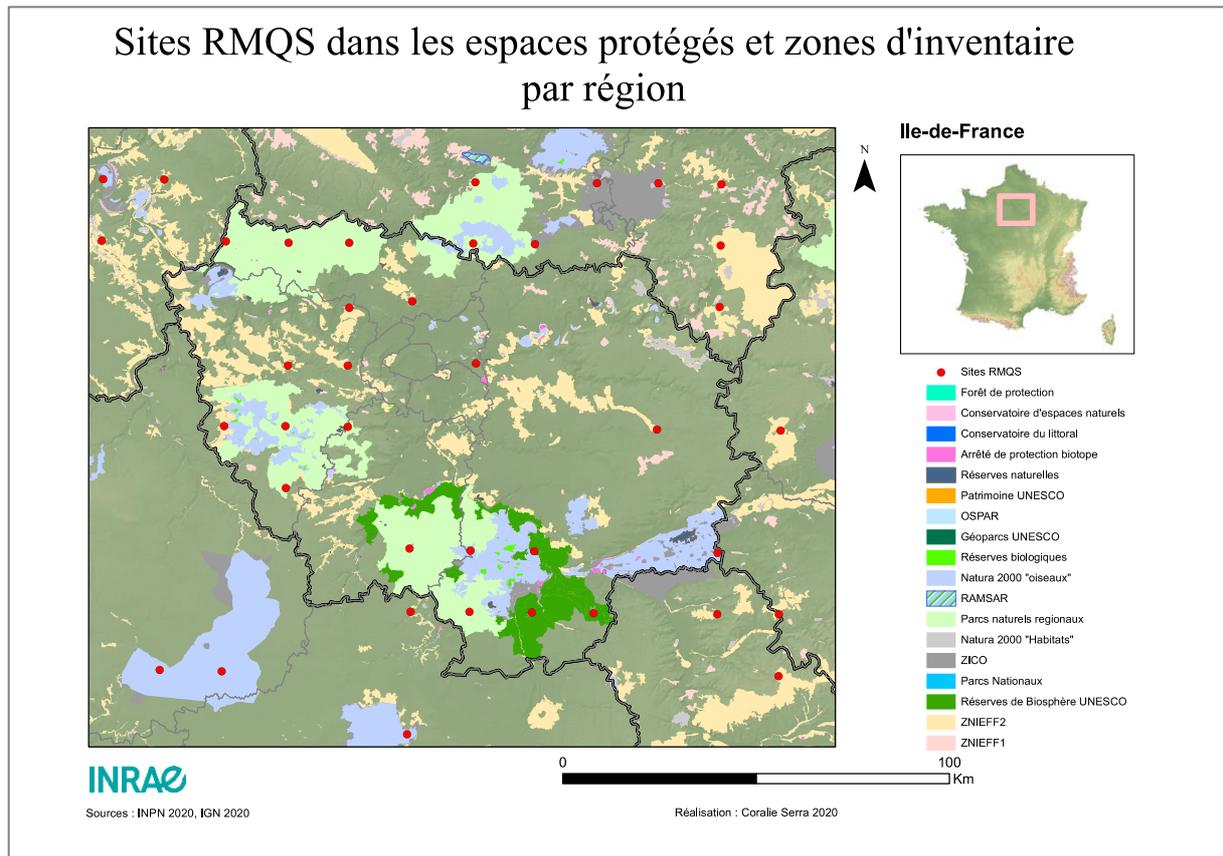


Figure 33. Carte de la région Île de France

Grand-Est

Une vaste zone humide protégée par la convention de RAMSAR (Etangs de la Champagne humide) couvre quelques sites RMQS. 113 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 49% de la totalité des sites notamment dans les parcs naturels régionaux qui sont très présents sur le territoire (Ardennes, Montagne de Reims, Forêt d'Orient, Ballon des Vosges, Vosges du nord et Lorraine). Aussi, nous distinguons le nouveau parc national de forêt en Champagne et Bourgogne créée en 2019 qui s'étend sur une grande superficie. A différents endroits du territoire, les sites RMQS sont également à l'intérieur des zones d'inventaire ZNIEFF 2 et en outils de protection contractuelle Natura 2000 « Directive Oiseaux ».

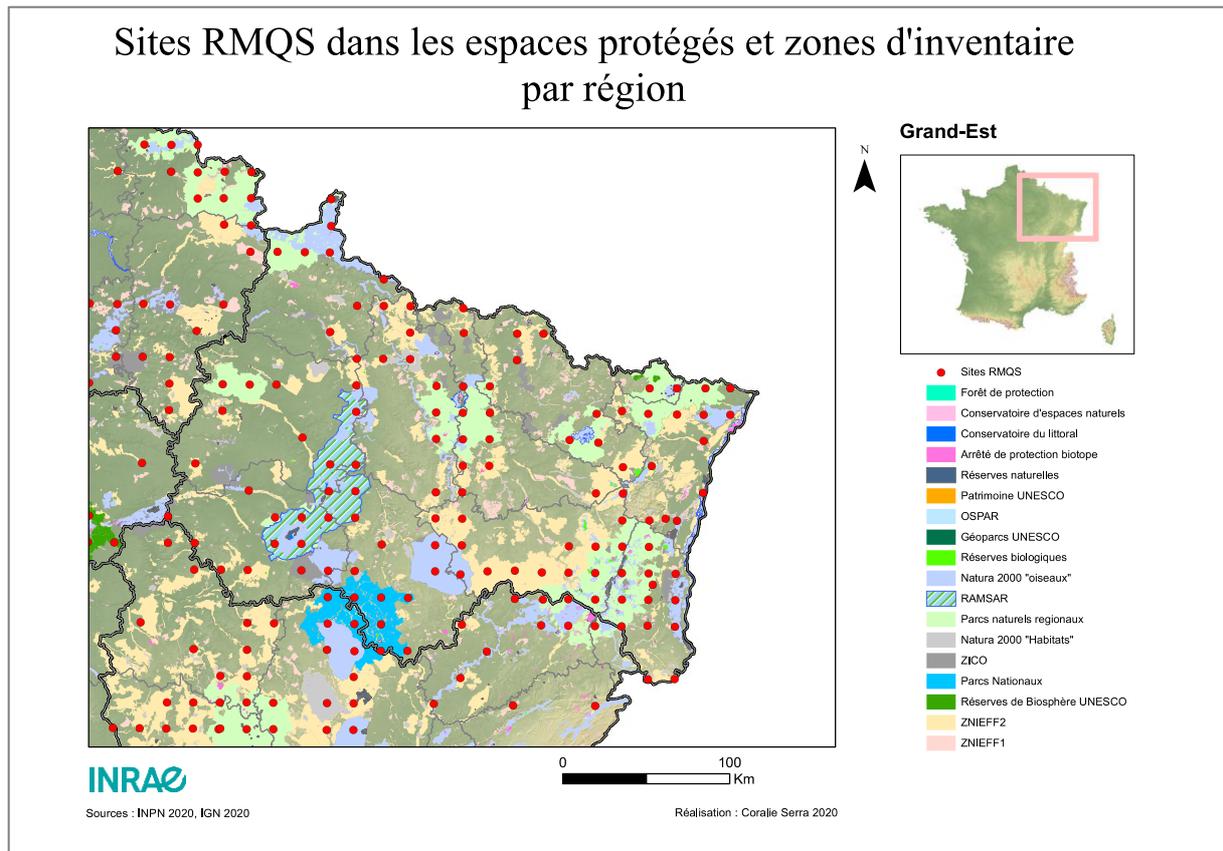


Figure 34. Carte de la région Grand-Est

Bourgogne-Franche-Comté

97 sites situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 49% de la totalité des sites. Nous observons que la majorité des sites sont situés sur des zones d'inventaire ZNIEFF 2 et dans les parcs naturels régionaux (Morvan, Haut-jura et Ballon des Vosges). Les zones de protection spéciale (Natura 2000 Oiseaux) sont aussi bien représentées et abritent des sites RMQS.

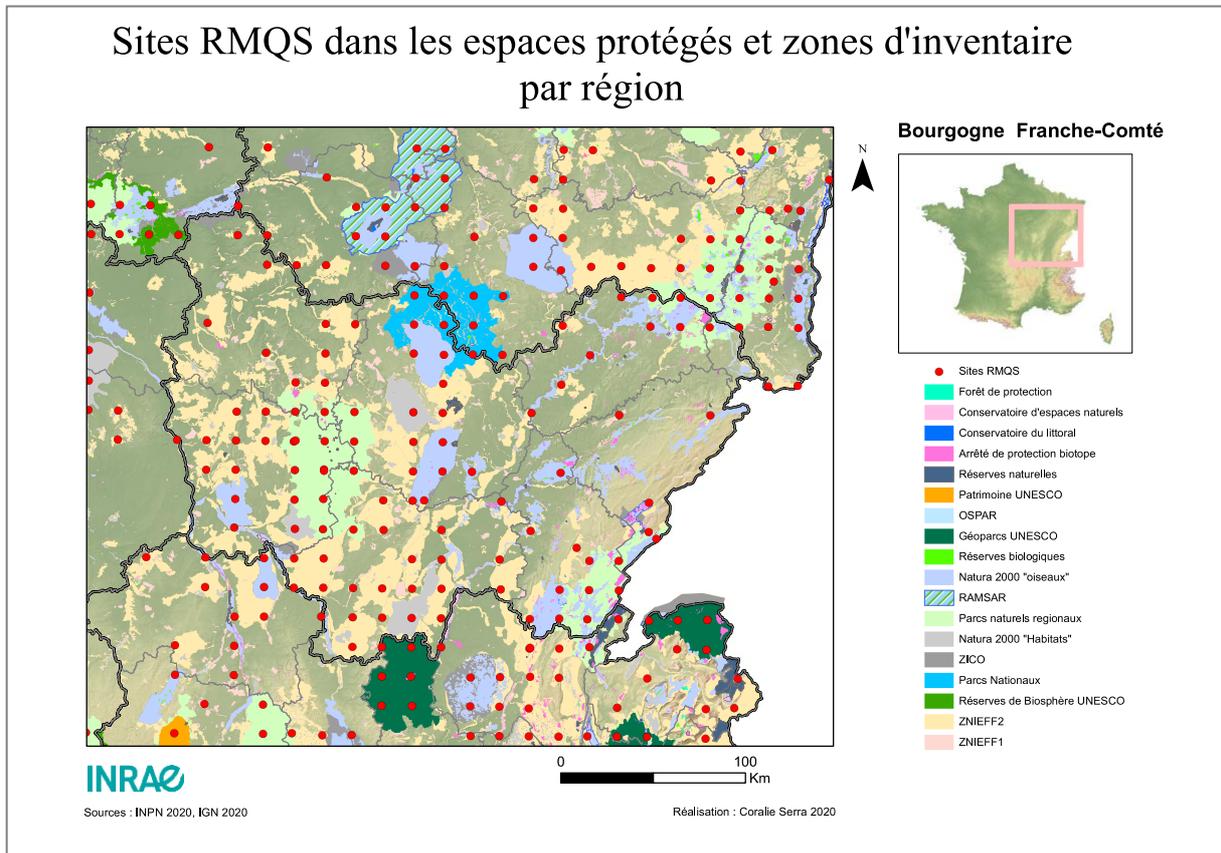


Figure 35. Carte de la région Bourgogne-Franche-Comté

Occitanie

153 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 54% de la totalité des sites de la région Occitanie.

Nous pouvons observer que les sites RMQS se situent sur quelques grandes superficies comme les parcs naturels régionaux qui sont assez nombreux dans cette région (Haut-Languedoc, Grands Causses, Pyrénées ariégeoises, Narbonnaise en méditerranée, Pyrénées catalanes, Aubrac, Causses du Quercy) et les parcs nationaux des (Pyrénées, Cévennes). Aussi, les Cévennes classées en réserve de Biosphère UNESCO et le géoparc des Causses du Quercy sont des espaces occupés par les sites du réseau RMQS.

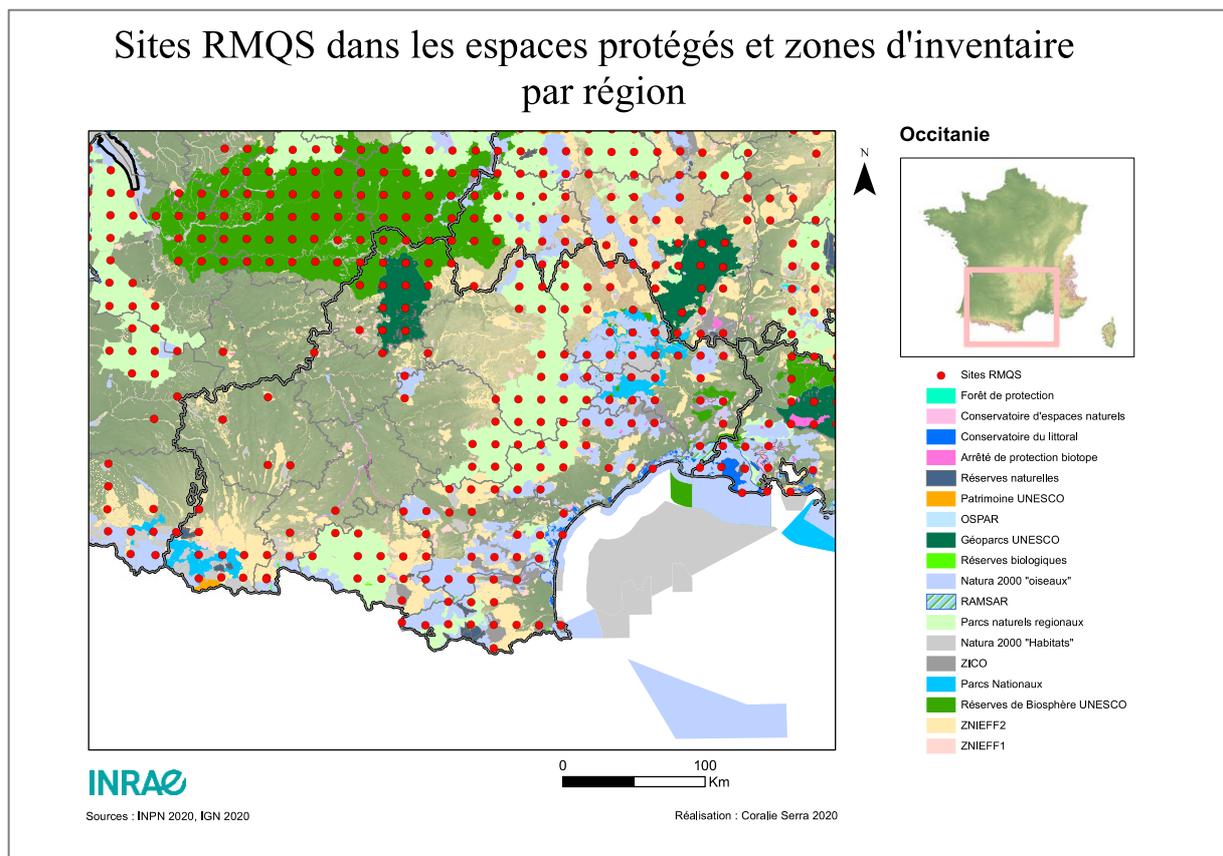


Figure 36. Carte de la région Occitanie

Corse

19 sites RMQS sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 55% de la totalité des sites qui sont pour la plupart situés dans le Parc Naturel Régional de Corse dont la superficie recouvre 51% de l'île.¹⁵

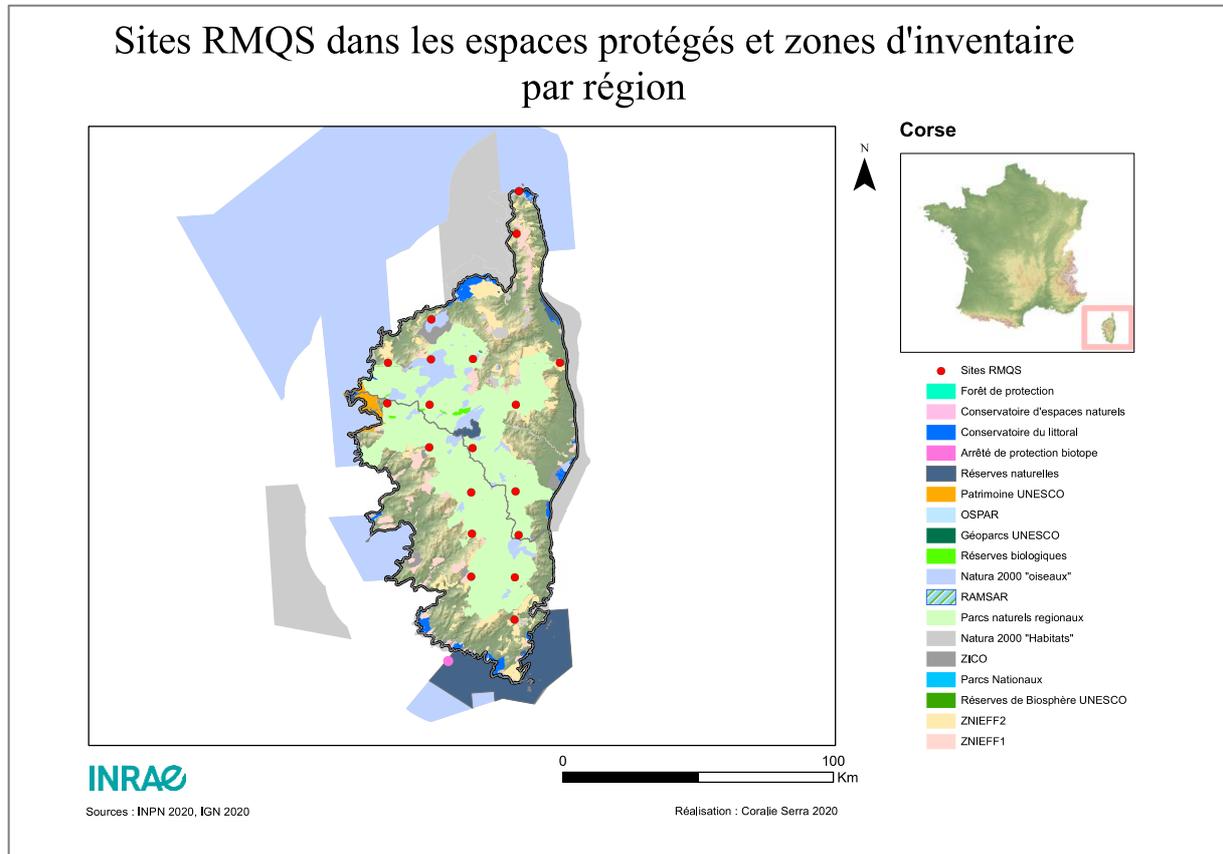


Figure 37. Carte de la région Corse

¹⁵ www.parcs-naturels-regionaux.fr

Auvergne-Rhône-Alpes

Les Géoparc UNESCO sont représentatifs dans cette région qui offre des paysages géologiques d'importance (Massif des Bauges, Beaujolais, Monts d'Ardèche, Chablais). Aussi, les Parcs Naturels Régionaux sont très nombreux (Aubrac, Baronnies Provençales, Chartreuse, Haut-jura, Livradois-Forez, Massif des Bauges, Monts d'Ardèche, Pilat, Vercors et Volcans d'Auvergne). La région dispose d'une grande superficie et abrite 179 sites situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 65% de la totalité des sites. Les ZNIEFF 2 sont très présentes sur le territoire.

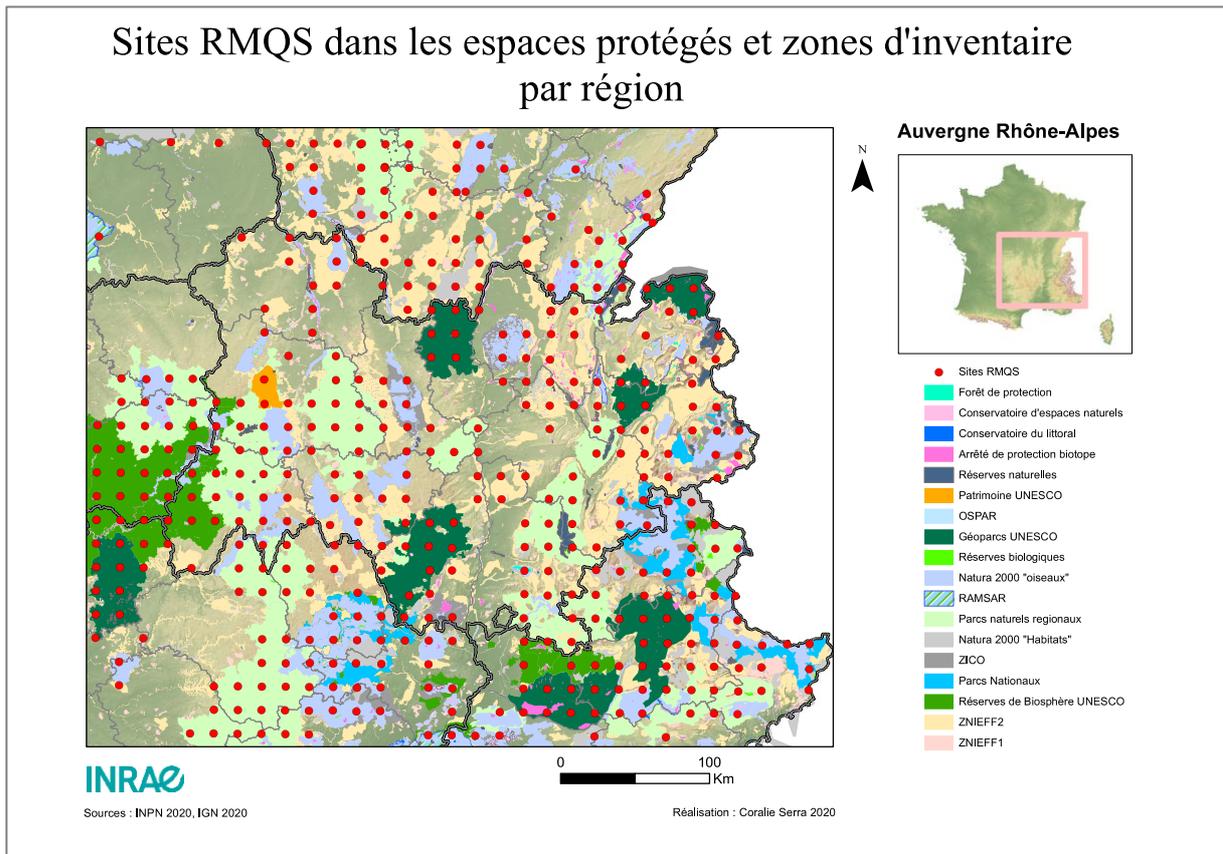


Figure 38. Carte de la région Auvergne-Rhône-Alpes

Provence-Alpes-Côte-D'Azur

92 sites sont situés en espaces protégés et zones d'inventaire soit 74% de la totalité des sites de la région. Deux grands géoparcs UNESCO sont présents sur le territoire (Luberon, Haute-Provence). De même, quelques réserves de Biosphère UNESCO (Luberon, Mont Viso, Camargue, Mont-Ventoux) représentent de vastes territoires où sont situés les sites du réseau RMQS. La région est aussi bien représentée au niveau des parcs naturels régionaux comme la Camargue, les Alpilles, la Sainte-Baume, le Luberon, les Baronnies provençales, le Mont-Ventoux, le Verdon, les Préalpes d'azur et le Queyras). Il s'agit également d'un territoire où les oiseaux sont très présents d'où les espaces protégés Natura 2000 « Directive oiseaux » qui permettent d'assurer le bon état de conservation d'espèces d'oiseaux menacées, vulnérables ou rares. La région Provence-Alpes-Côte-D'Azur possède des reliefs et des climats variés, facteurs qui favorisent la diversité des milieux naturels d'où un grand nombre d'outil de protection sur le territoire.

Les parcs nationaux sont bien représentés puisqu'ils sont au nombre de 4 (Calanques, Ecrins, Port-Cros et Porquerolles et Mercantour). Rappelons que le cœur des parcs nationaux est limité en présence humaine et permette une véritable conservation et protection des milieux naturels et des espèces qui y vivent.

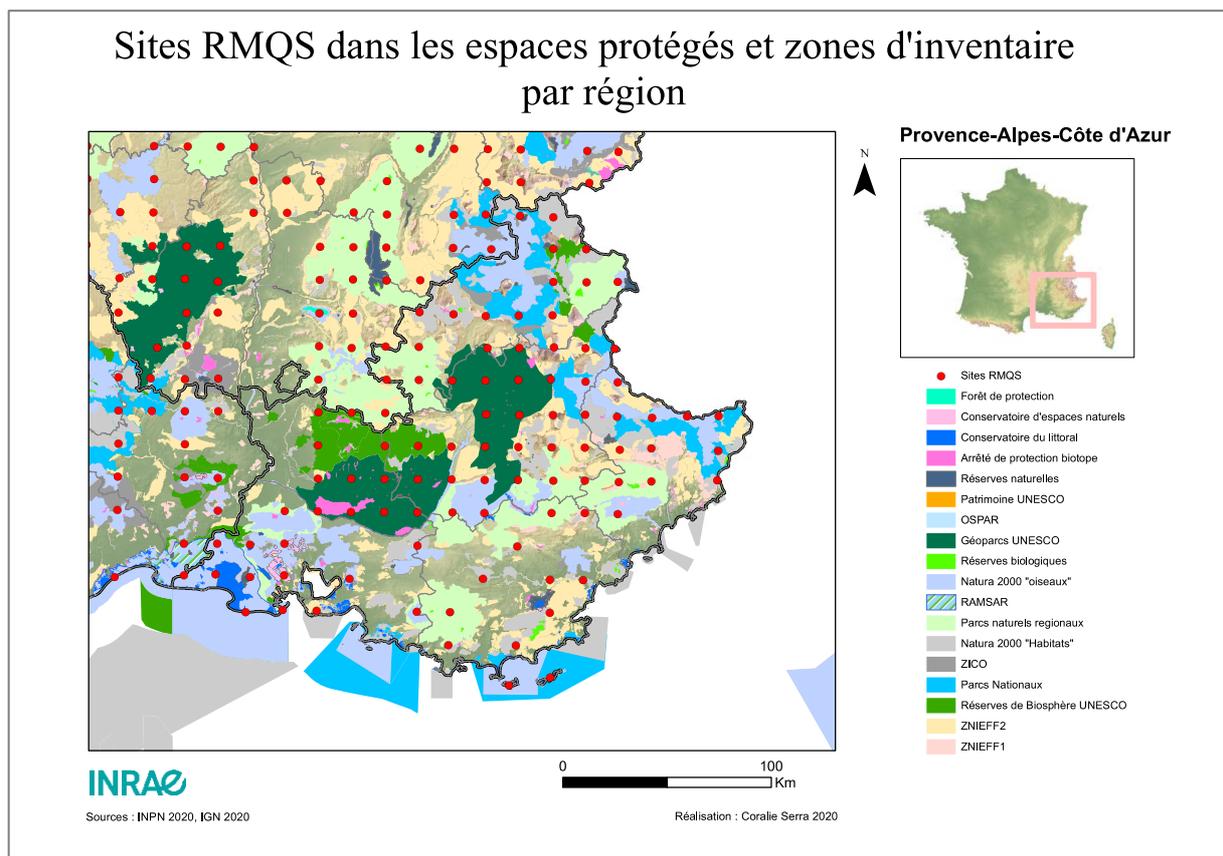


Figure 39. Carte de la région Provence-Alpes-Côte-D'Azur

3.3 LES DEPARTEMENT D'OUTRE-MER

Guyane

Il y a 33 sites RMQS en Guyane qui se situent sur la bande littorale (environ 50Km de large). 18 sites RMQS se situent en espaces protégés et zones d'inventaire soit 54,4% de l'ensemble des sites guyanais.

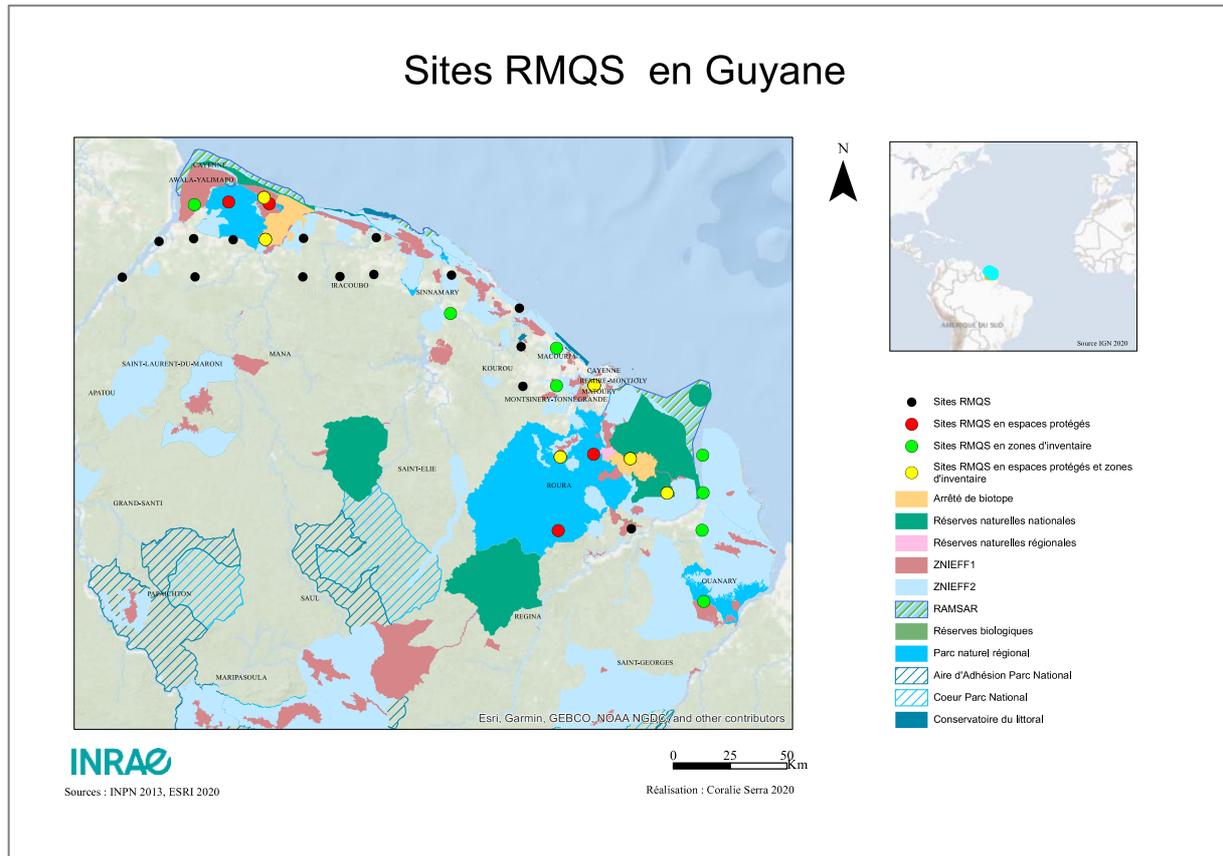


Figure 40. Carte des sites RMQS en Guyane

18 sites RMQS guyanais sur 33 sont dans des zones protégés soit 54% de la totalité des sites RMQS en Guyane :

- 7 sites sont situés dans le parc naturel régional de Guyane
- 1 site en en convention RAMSAR
- 3 sont en arrêté de protection biotope
- 2 sont en réserves naturelles nationales
- 8 sont en Znieff 1 (7 sont classés également en Znieff2)
- 13 sont en Znieff 2

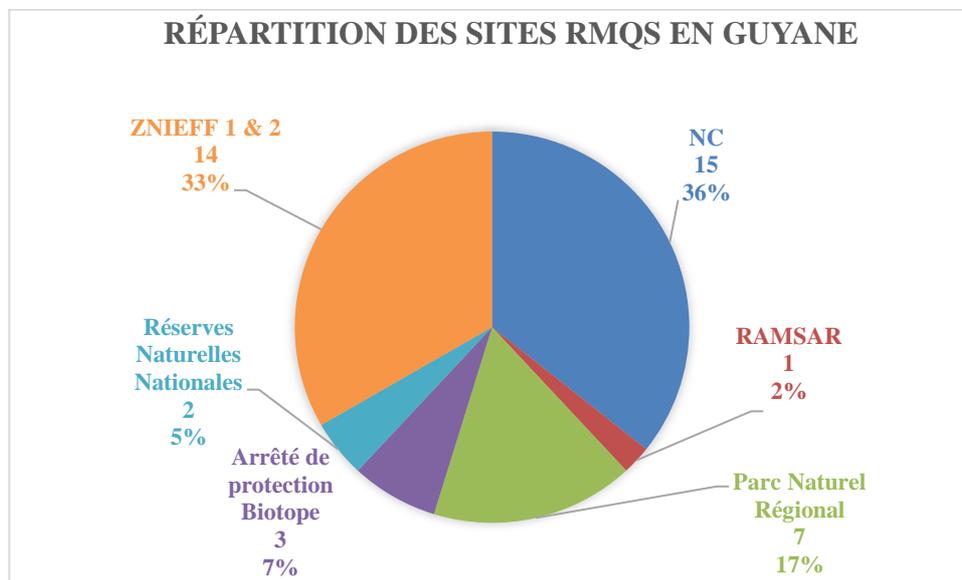
Plusieurs sites bénéficient de différents outils de protection :

ID SITE	Nom site	ZI	RNN	RAMSAR	APB	PNR
3035	MANA	1	0	0	0	1
3131	CACAO	1	0	0	0	1
3153	RMISRE_DE_KAW	1	1	1	0	0
3169	ROURA_MONTAGNE_TORTUE	0	0	0	0	1
3038	MANA_MINE_D'OR	0	0	0	0	1
3132	ROURA_DOMAINE_BOULANGER	0	0	0	0	1
3133	ROURA	1	0	0	1	0
3100	MATOURY	1	1	0	1	0
3037	MANA_ACAROUANY	0	0	0	0	1
3043	MANA_CRIQUE_LAUSSAT	1	0	0	1	1

Figure 41.

Figure 42. Extrait de la table de données des sites RMQS en espaces protégés en Guyane

Il y a 13 sites en zones d'inventaire dont 6 sont en espaces protégés et 7 en zones non protégés. Les ZNIEFF1 sont également classées en ZNIEFF2.



(NC : Non concernés)

Figure 43. Répartition des sites RMQS par outils de protection et zones d'inventaire en Guyane

Nous pouvons constater que 31% des sites RMQS ne sont ni concernés par un outil de protection, ni par des zones d'inventaire.

14% de la totalité des sites RMQS guyanais sont dans le parc naturel régional ce qui représente le pourcentage le plus important des outils de protection.

Les zones d'inventaires sont assez présentes puisqu'elles représentent 33% pour l'ensemble des Znieff 1 et 2 (1 site en znieff 1 et 13 sites en znieff 1 et 2).

Guadeloupe/Marie Galante

La Guadeloupe compte 9 sites RMQS. Un seul site RMQS se situe à Marie-Galante.

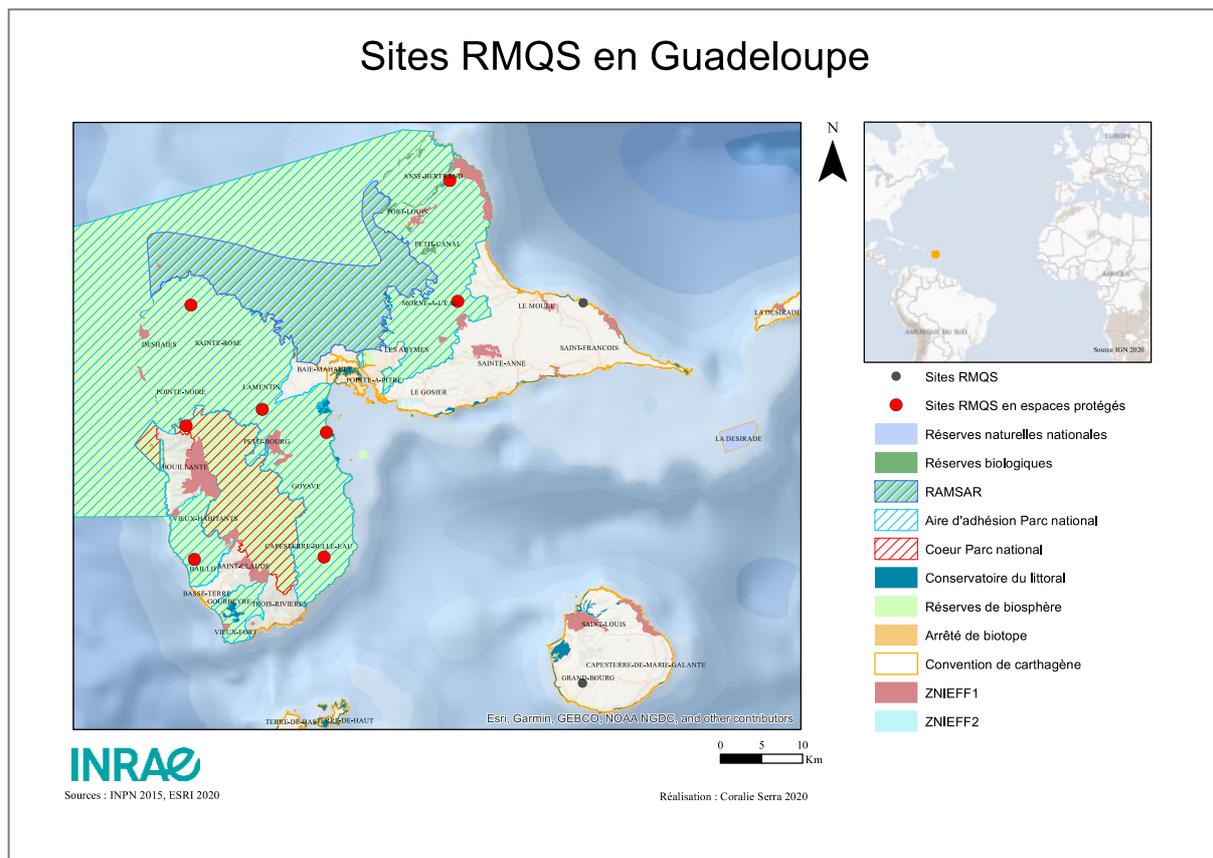


Figure 44. Carte des sites RMQS en Guadeloupe

Le site de Marie-Galante ne se trouve pas en zone protégée. 8 sites RMQS sur 9 en Guadeloupe sont dans des zones protégées soit 89% de la totalité des sites RMQS en Guadeloupe.

- 8 sites sont situés en Réserve de Biosphère UNESCO
- 1 site en cœur de parc national
- 7 sites sont situés en aire d'adhésion du parc national

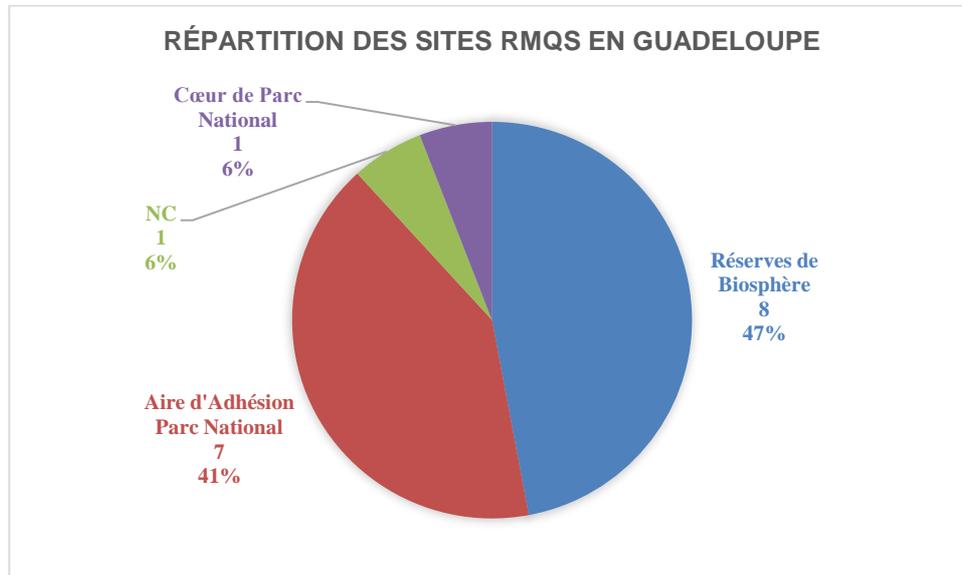
Ils bénéficient chacun de deux outils de protection :

Localisati	Nom site	Carth	CPN	AAPN	Bios
GAUDELLOUPE	ANSE_BERTRAND	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	SAINTE_ROSE	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	MORNE_A_L'EAU	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	LE_MOULE	0	0	0	0
GAUDELLOUPE	PETIT_BOURG	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	VIEUX_HABITANTS	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	CAPESTERRE	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	PETIT_BOURG2	1	0	1	1
GAUDELLOUPE	POINTE_NOIRE	1	1	0	1
MARIE_GALANT	GRAND_BOURG	0	0	0	0

Figure 45. Extrait de la table de données des sites RMQS en espaces protégés en Guadeloupe

Nous observons sur la carte que le parc national de Guadeloupe englobe la Basse Terre et presque intégralement la Grande Terre tout comme la réserve de Biosphère. Ce vaste territoire

abrite une biodiversité d'exception menacée en partie par le tourisme et la déforestation. L'objectif du classement en réserve de Biosphère du parc national est de renforcer la mobilisation de l'homme dans sa relation à la nature et de maintenir la biodiversité.



(NC : Non concernés)

Figure 46. Répartition des sites RMQS par outils de protection en Guadeloupe

Les contours des territoires du parc national et de la réserve de biosphère se chevauchent. Ainsi, les Sites RMQS en espaces protégés sont situés dans ces deux territoires.

Martinique

Il y a sept sites RMQS en Martinique.

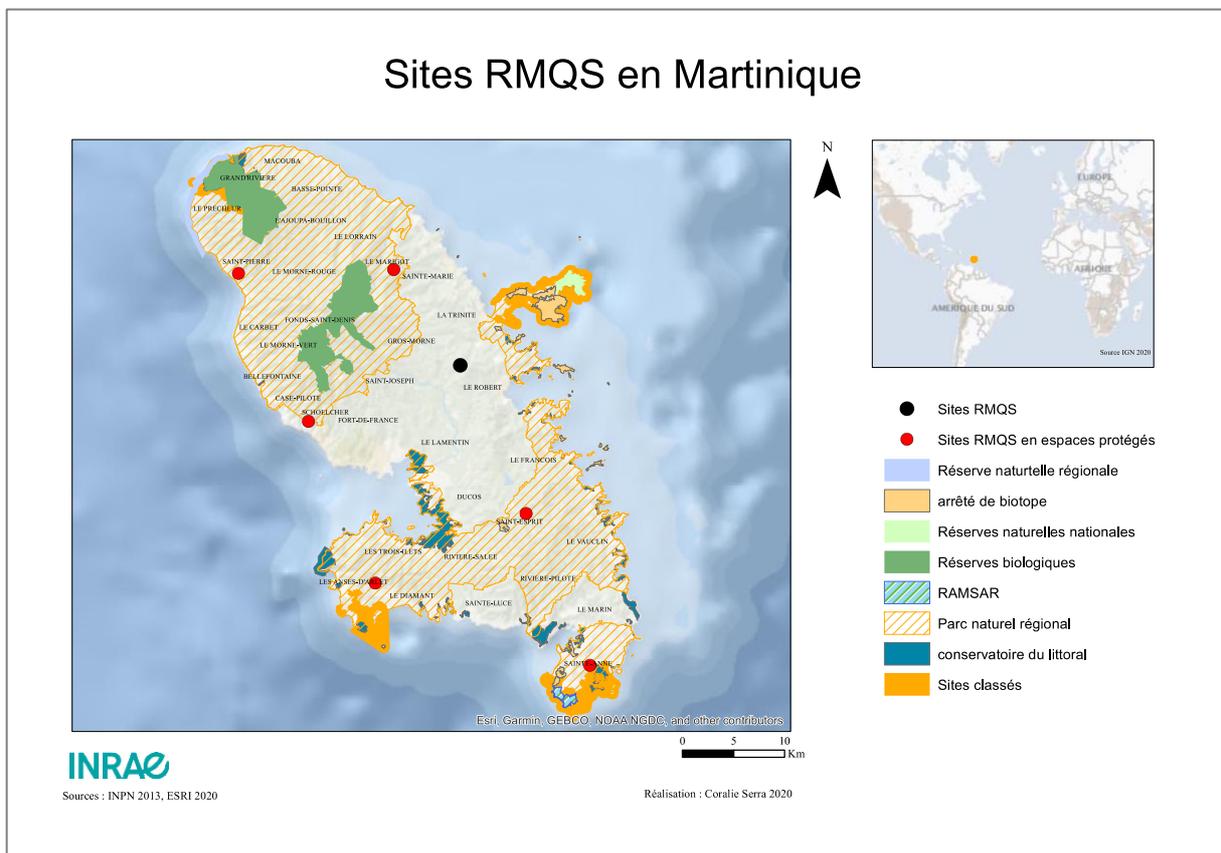
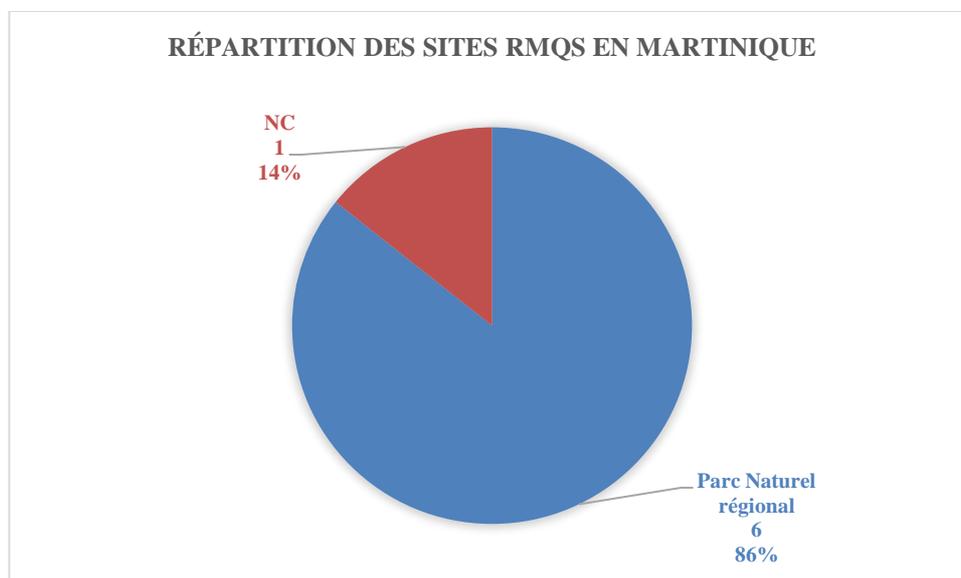


Figure 47. Carte des sites RMQS en Martinique

89% des sites RMQS en Martinique sont dans des zones protégées (soit 6/7 sites RMQS). Les zones d'inventaire sont présentes en Martinique mais les données ne sont pas disponibles sur le site de l'INPN.



(NC : Non concernés)

Figure 48. Répartition des sites RMQS par outils de protection en Martinique

Malgré la présence de trois réserves biologiques, cinq sites classés, un site RAMSAR, deux réserves naturelles nationales, une réserve naturelle régionale, vingt-quatre zones d'arrêté de biotope, les sites RMQS ne sont présents que dans le parc naturel régional de Martinique. Il couvre les deux tiers de l'île.

Mayotte

L'île de Mayotte compte trois sites RMQS.

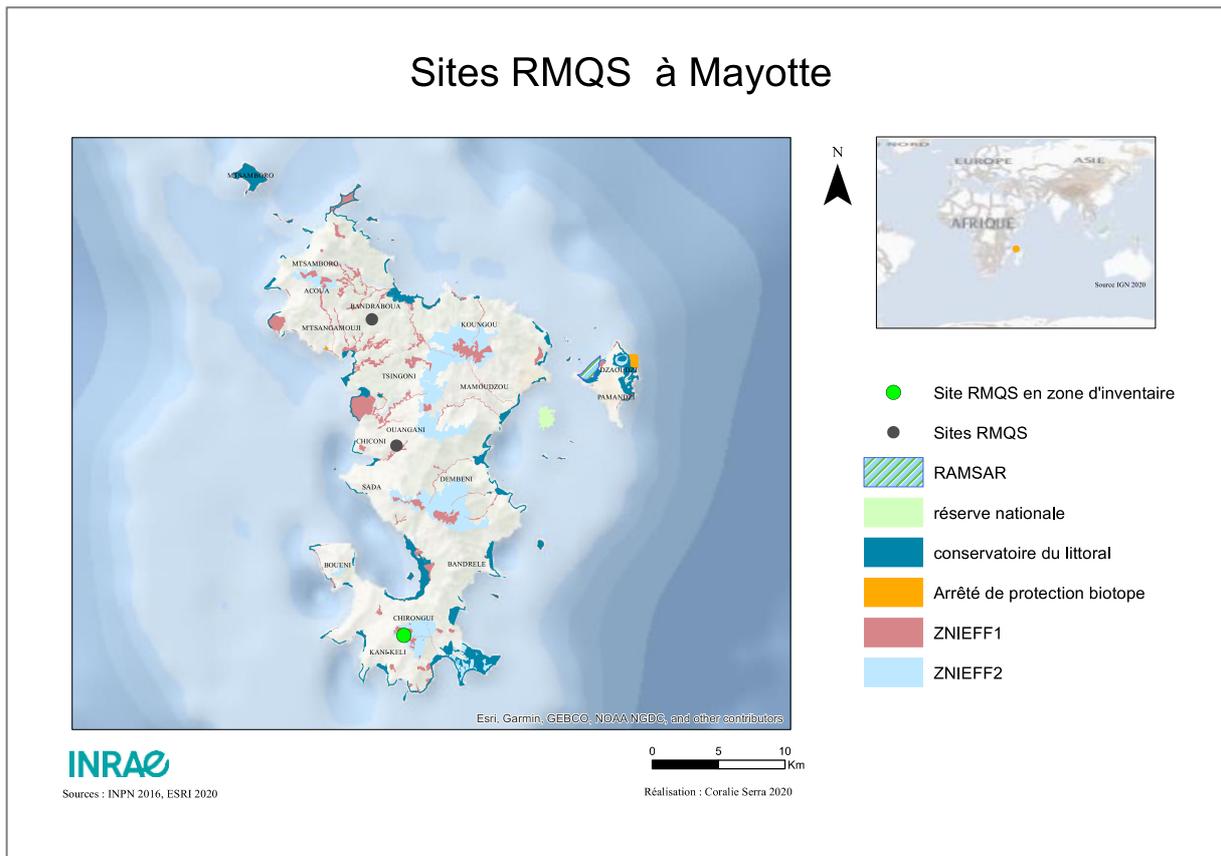


Figure 49. Carte des sites RMQS à Mayotte

Un site RMQS sur les trois sites répertoriés se trouve dans une zone d'inventaire Znieff de type 2. Nous observons sur la carte que les zones d'inventaire couvrent des superficies plus grandes et sont plus nombreuses que les zones bénéficiant d'outils de protection.

Île de La Réunion

La Réunion compte treize sites du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols.

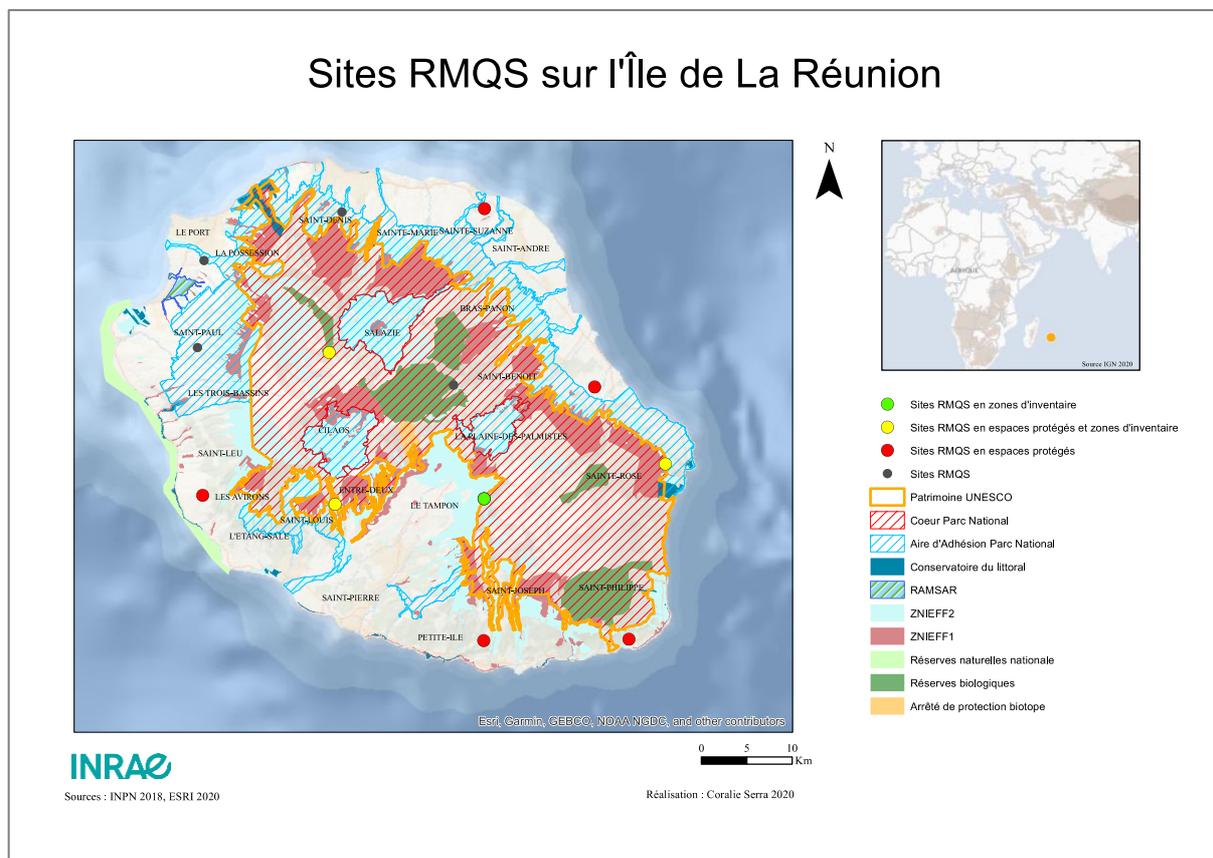


Figure 50. Carte des sites RMQS à La Réunion

Quasiment 54% des sites RMQS de La Réunion (7/13) sont dans des zones protégées :

- Trois sites sont situés dans le cœur du parc national de l'île de La Réunion
- Quatre sites sont en aire d'adhésion du parc national
- Un site est en réserve biologique
- Trois sites sont en ZNIEFF 2 et 1 en ZNIEFF 1
- Trois sites sont des biens du patrimoine de l'UNESCO

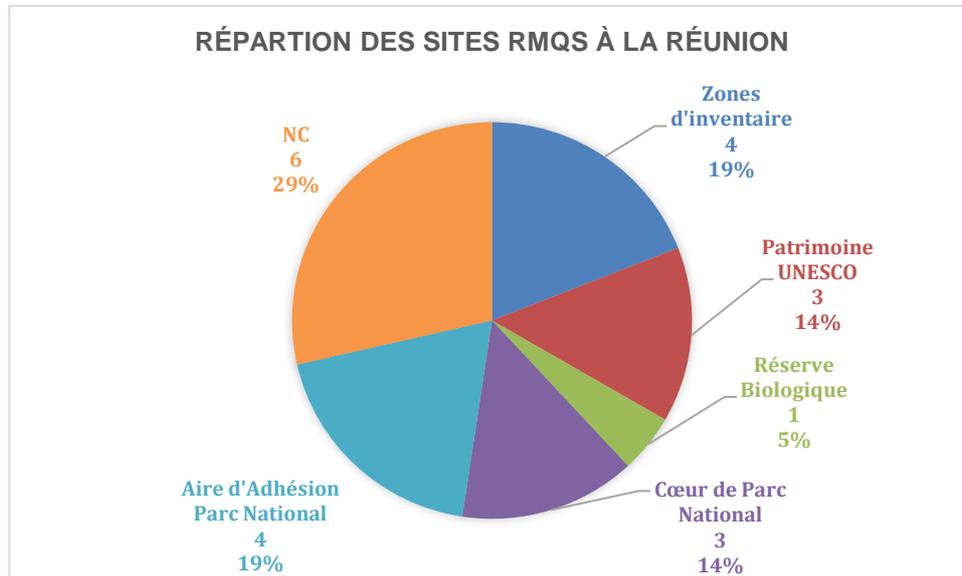
Plusieurs sites bénéficient de différents outils de protection :

Nom site	ZI	BPM	RB	CPN	AAPN
SAINT_PAUL	0	0	0	0	1
SAINT_FRANCOIS	0	0	0	0	1
TAN_ROUGE	0	0	0	0	1
PETIT_SERRE	1	0	0	0	1
SALAZIE	1	1	0	1	0
TAKAMAKA	0	1	1	1	0
MOUROUVIN	1	1	0	1	0

Figure 51. Extrait de la table de données des sites RMQS en espaces protégés à La Réunion

Le parc national de La Réunion regroupe les sept sites RMQS car il dispose d'un territoire recouvrant une très grande partie de l'île. Le cœur du parc regroupe 42% de la superficie de l'île¹⁶ et l'aire d'adhésion entoure le cœur du parc.

Aussi, de par ses paysages extraordinaires, le territoire est classé dans la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO dont les contours se superposent au contour du cœur du parc national.



(NC : Non concernés)

Figure 52. Répartition des sites RMQS par outils de protection et zones d'inventaire à La Réunion

4 ANALYSE DE LA REPRESENTATIVITE

4.1 COMPARAISON DES TERRITOIRES EN ESPACES PROTEGES

4.1.1 Au niveau global

La métropole regroupe 2174 sites RMQS.

45,8% des sites RMQS de métropole se situent en espaces protégés et zones d'inventaire (soit 995/2174 sites).

¹⁶ www.reunion-parcnational.fr

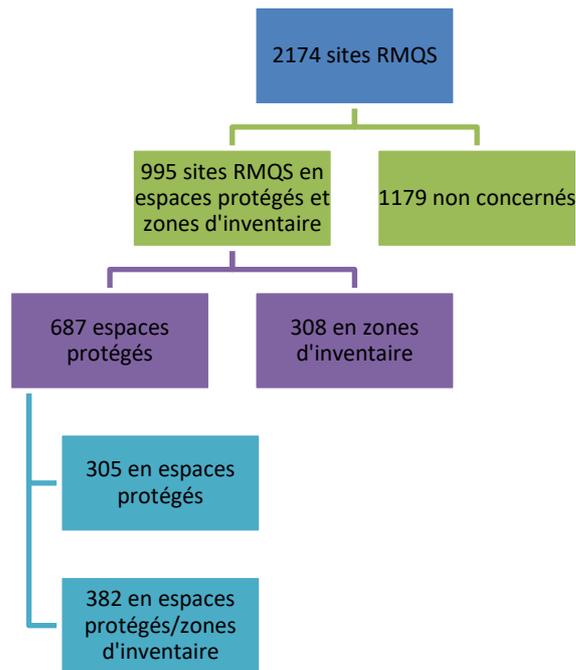


Figure 53. Répartition des sites RMQS en métropole

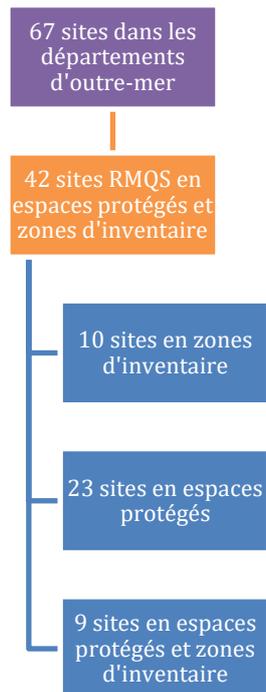


Figure 54. Répartition des sites RMQS dans les départements d'outre-mer

Les sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire sont très bien représentés dans les départements d'Outre-mer puisqu'ils représentent 61% de la totalité des sites RMQS sur ces territoires. Il y a 42 sites RMQS concernés sur 67 en totalité dont certains bénéficient de plusieurs types de zonages (zones d'inventaires et outils de protection).

En totalité, sur les 2240 sites en France métropolitaine et DOM, ce sont 1037 sites RMQS qui se situent en espaces protégés et zones d'inventaire en France (métropole et DOM) ce qui

représente 46,2% de la totalité des sites RMQS. Cette représentativité est dépendante de l'évolution de l'étendue du réseau d'aires protégées.

En 2020, les aires protégées françaises tous statuts confondus (en comptabilisant les zones d'inventaires) couvrent environ 29,5 % des terres.¹⁷

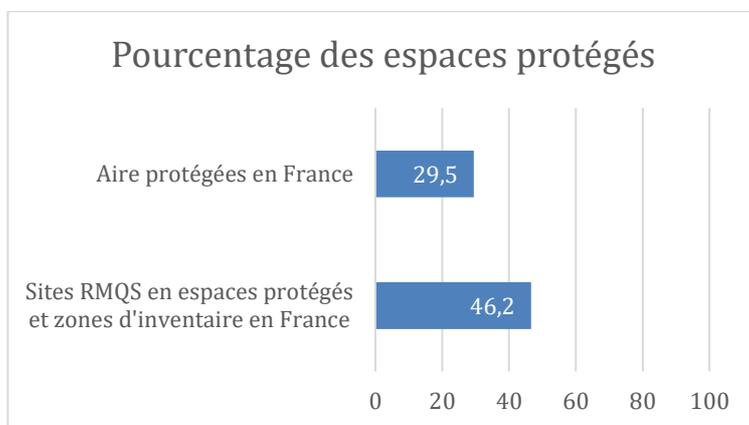
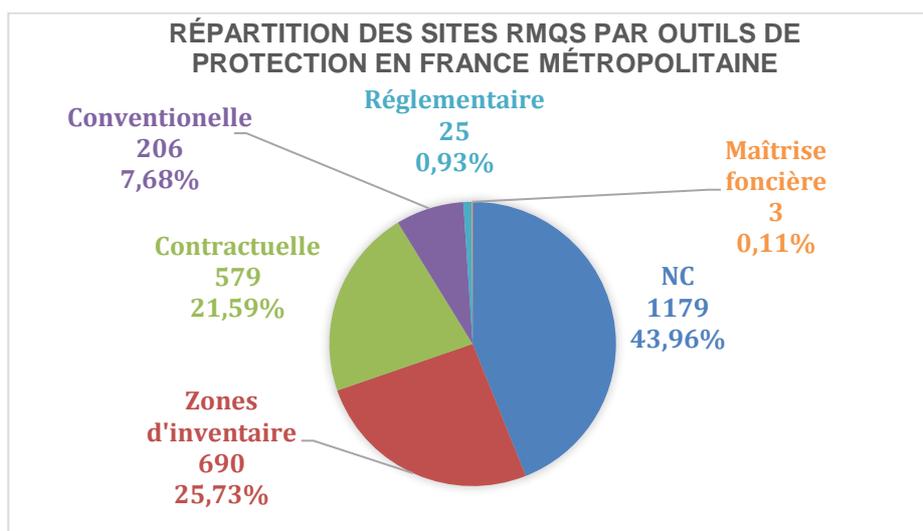


Figure 55. Comparaison des sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire en France avec les aires protégées françaises

Nous pouvons dire que globalement, les sites RMQS sont bien représentés au sein des espaces protégés. En effet, les espaces protégés en France représentent 29,5% du territoire et les sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire 46,2%.

4.1.2 Par types d'outils de protection et d'inventaire

La représentativité des sites RMQS est très variable selon les outils de protection. Les pourcentages ont été calculés par rapport à la totalité des sites RMQS.



(NC : non concernés)

Figure 56. Répartition des sites RMQS par outils de protection et zones d'inventaire en France Métropolitaine

¹⁷ <https://www.ecologie.gouv.fr/aires-protégees-en-france>

Les sites RMQS en maîtrise foncière sont au nombre de trois, les sites RMQS en protection réglementaire sont au nombre de 35 et ceux situés sur des zones de conventions internationales sont 218. Les sites RMQS sont davantage présents sur les espaces protégés en zones contractuelles, 603 sites en font partie. Les parcs naturels régionaux sont très nombreux en France (52 métropolitains, 1 ultramarins en Martinique et en Guyane). Ils représentent 15% du territoire français.¹⁸ 360 sites RMQS se situent dans les parcs naturels régionaux.

Les espaces protégés Natura 2000 sont également nombreux, ils représentent 12,9% de la surface terrestre métropolitaine¹⁹. Il y a respectivement 172 sites RMQS en zone de protection spéciale (oiseaux) et 194 sites RMQS en zone spéciale de conservation (habitats). Tout comme les zones Natura 2000 et les parcs naturels régionaux, les zones d'inventaire notamment les ZNIEFF 2 constituent de vastes territoires. Ainsi, les zones d'inventaires sont des espaces qui englobent le plus de sites RMQS. 707 sites RMQS se trouvent dans ces zones d'inventaire, zones grand intérêt écologique abritant la biodiversité patrimoniale. Ces inventaires sont des éléments majeurs de la conservation de la nature. Ces outils ne sont pas des outils de protection mais par exemple, les ZNIEFF (Zones d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) doivent être consultée avant tout projet d'aménagement.

Nous pouvons voir que sur la carte des outils de protection contractuelle (figure 17) et la carte des zones d'inventaire (figure 21) que ces zonages bénéficient de grandes superficies par rapport à d'autres outils de protection qui sont nombreux mais possèdent de plus petites surfaces.

D'autre part, les données de l'INPN donnent une synthèse de la proportion des espaces protégés et zones d'inventaire calculée sur la superficie du territoire.²⁰

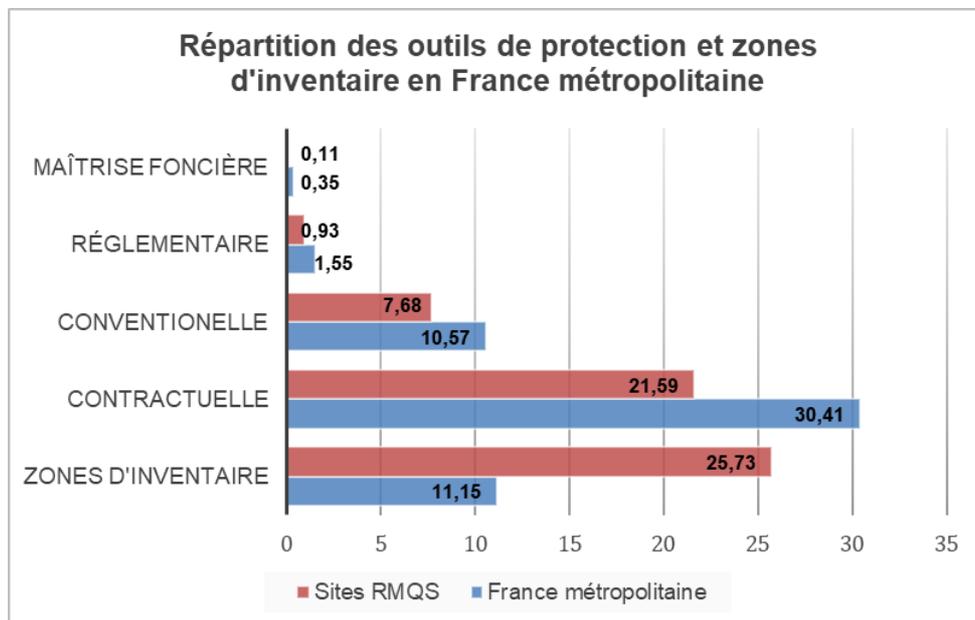


Figure 57. Répartition des outils de protection et zones d'inventaire

¹⁸ <https://www.parcs-naturels-regionaux.fr/article/les-parcs-en-chiffres>

¹⁹ <http://www.natura2000.fr/chiffres-cles>

²⁰ <https://inpn.mnhn.fr/espace/protège/stats>

La répartition des outils de protection est assez semblable dans les aires protégées en France métropolitaine et selon la répartition des sites RMQS dans ces zonages. Par exemple, les pourcentages des outils de protection réglementaire, à maîtrise foncière et conventionnelle ont peu d'écart entre eux. Les outils de protection contractuelle ont des pourcentages qui suivent la même tendance.

Seul le pourcentage des zones d'inventaire diffère. Il y a 25% de sites RMQS présents dans ces espaces et ces zones représentent 11,15% du territoire français.

Nous pouvons dire que globalement les sites RMQS sont représentatifs de la distribution des aires nationales protégées.

La représentativité est aussi très variable selon la situation géographique. Le sud-est a la particularité d'abriter une mosaïque de milieux naturels et donc une diversité d'habitats (forêts, garrigues et maquis, milieux cultivés, zones pastorales, milieux montagnards, cours d'eau et zones humides, milieux littoraux et marins).

« La diversité des milieux naturels de la région constitue une extraordinaire richesse biologique, comme en témoigne l'inventaire des ZNIEFF. La région Provence-Alpes-Côte d'Azur abrite près des deux tiers des espèces végétales françaises, un tiers des espèces d'insectes, plus de dix espèces de mammifères marins et de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs et nicheurs. »²¹

C'est également une région où de nombreuses pressions menacent les milieux naturels. Les mesures de protection sont nombreuses pour répondre à l'enjeu de préservation de la biodiversité. Ainsi, les sites RMQS situés en espaces protégés y sont nombreux.

Le facteur de la superficie peut influencer le nombre de sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire mais n'est pas déterminant.

Figure 58. Tableau d'informations sur les régions métropolitaines

Région	Superficie (km ²)	Population en 2020	Densité (hab./km ²)	% de sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire
Bretagne	27 208	3 336 643	120	21
Pays de la Loire	32 082	3 787 411	115	23
Centre-Val de Loire	39 151	2 582 522	66	25
Normandie	29 907	3 342 467	112	32
Hauts-de-France	31 806	6 023 336	189	33
Nouvelle-Aquitaine	84 036	5 994 336	70	42
Île-de-France	12 011	12 246 234	1 001	43
Grand Est	57 441	5 548 090	97	49
Bourgogne-Franche-Comté	47 784	2 813 289	59	49
Occitanie	72 724	5 903 190	79	54
Corse	8 680	337 796	37	55
Auvergne-Rhône-Alpes	69 711	8 037 059	112	65
Provence-Alpes-Côte d'Azur	31 400	5 065 723	159	74

²¹ <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/1-la-region-paca-un-hotspot-de-biodiversite-menace-a8834.html>

Par exemple, la région Rhône-Alpes dispose d'une grande superficie et fait partie de celles qui englobe le plus de sites RMQS sur des zones protégées et inventoriées. Néanmoins ce n'est pas sa superficie qui induit ce résultat mais sa situation géographique : les plaines avec les zones fluviales, lacustre et humide et surtout les massifs et leur diversité de géologie où la biodiversité est particulièrement riche.²²

Par ailleurs, la Nouvelle-Aquitaine est la plus grande région de France. Elle se compose de 2,8 millions d'hectares de forêt où sont situés les sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire. La région est prédominée par les milieux cultivés, c'est la première région agricole de France avec 4,2 millions d'hectares.²³ Elle ne fait pas partie des régions qui englobent le plus d'espaces protégés. Nous pouvons dire que l'occupation du sol joue un rôle essentiel dans l'implantation des zones de protection.

La répartition des outils dans les DOM est assez homogène d'un point de vue globale. Les sites RMQS en zone d'inventaire sont nombreux notamment en Guyane. Le calcul des pourcentages s'est effectué par rapport au nombre total des sites RMQS dans tous les départements d'outre-mer.

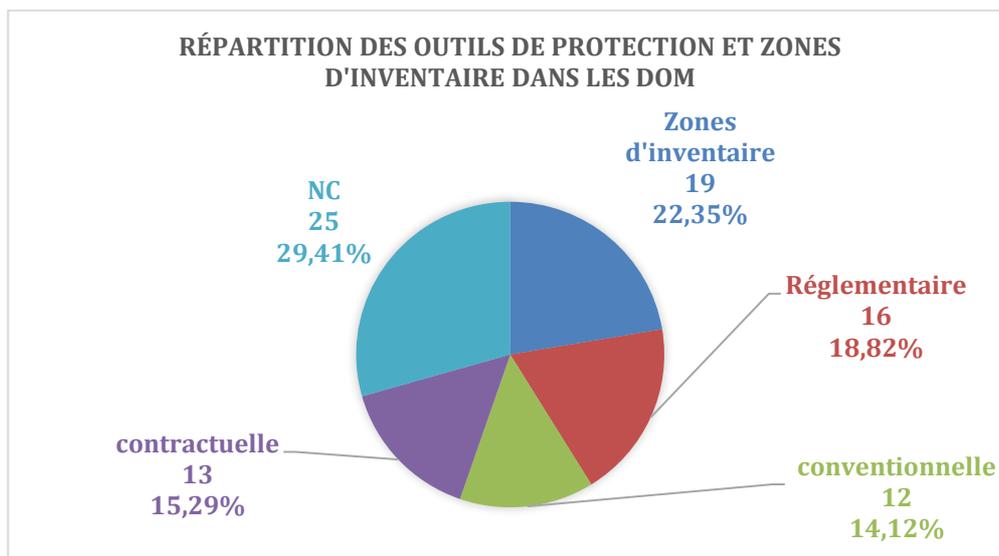


Figure 59. Répartition des outils de protection et zones d'inventaire dans les DOM

Néanmoins, il y a des disparités selon le département. Ces territoires sont très variés au niveau géographique, géologique, culturel, densité de population, c'est pourquoi les outils de protection diffèrent selon les îles car adaptés à chaque situation. De par leurs situations, ces départements bénéficient d'importante protection de leurs zones marines. L'espace terrestre n'en reste pas moins très protégé²⁴ :

- 67% de surface terrestre protégée en Martinique
- 64% de surface terrestre protégée à la Réunion

²² <http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/nature-et-biodiversite-r3005.html>

²³ <https://nouvelle-aquitaine.chambres-agriculture.fr/filieres-et-territoires/la-region-nouvelle-aquitaine/lagriculture-en-nouvelle-aquitaine/>

²⁴ INPN 2020. La biodiversité en France — 100 chiffres expliqués sur les espaces protégés. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris, 44 p.

- 66% en Guadeloupe
- 52% en Guyane
- 5% à Mayotte

Malgré une diversité exceptionnelle de milieux naturels, les espaces terrestres de Mayotte sont peu protégés par rapport à ceux des territoires marins (parc naturel marin). Devenu un DOM depuis 2011, Mayotte est l'un des départements qui subit la plus forte déforestation en France.

Un projet de création de Réserve Naturelle Nationale des forêts devrait contribuer à protéger davantage le territoire forestier et sensibiliser la population sur l'intérêt de préserver ce patrimoine.²⁵

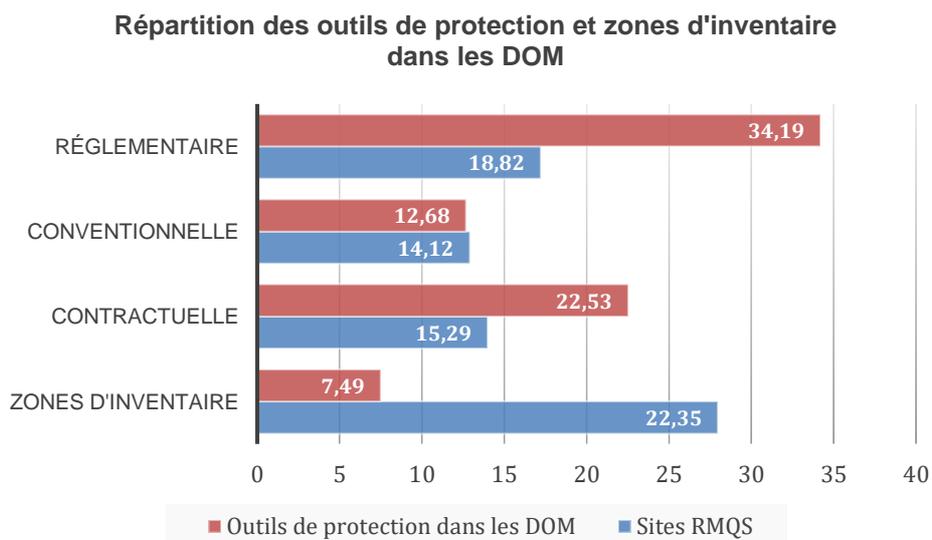


Figure 60. Répartition des outils de protection et zones d'inventaire dans les DOM

Les données de l'INPN en rouge donnent une synthèse de la proportion des espaces protégés et zones d'inventaire calculée sur la superficie du territoire.²⁶

Les sites RMQS sont très présents en zones d'inventaires alors que le pourcentage de ces zones est de seulement 7,49%. En effet, Dans les départements d'outre-mer, nous pouvons observer que ce sont les outils réglementaires qui occupent une grande proportion en pourcentage. Ceci est dû aux Cœurs de Parc nationaux (Guadeloupe, Guyane, Réunion) qui occupe une belle partie de ces territoires. Il y a moins d'espaces accessibles dans les DOM notamment à cause de l'intensité de la forêt tropicale. Ainsi, nous pouvons dire que les sites RMQS sont relativement bien représentés.

4.1.3 Par occupation du sol

1. Occupation du sol des espaces protégés en France métropolitaine

54 % des sols du territoire métropolitain ont, en 2015, un usage agricole, selon les données Agreste 2017 du Ministère de l'agriculture alors que seulement 13% des territoires agricoles sont protégés. La proportion de forêts couvertes par les espaces protégés est de 36%.

²⁵ UICN 2020 Lettre ouverte sur la déforestation à Mayotte

²⁶ <https://inpn.mnhn.fr/espace/protège/stats>

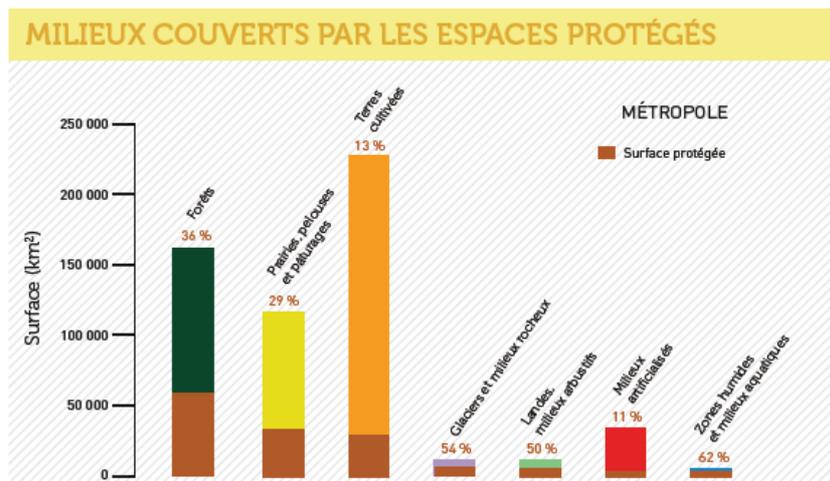


Figure 61. Graphique des milieux couverts par les espaces protégés en France métropolitaine.²⁷

Connaître l'organisation spatiale de l'occupation des sols permet davantage de comprendre les répartitions des zones protégées et zones d'inventaire. En France, les milieux les mieux protégés sont les plus rares. Le plus représenté, le milieu agricole est le moins préservé. C'est d'ailleurs dans les terres cultivées que 40% des sites RMQS (2174 sites en France Métropolitaine) se situent.

2. Occupation du sol des espaces protégés dans les DOM

Dans les DOM, les forêts font partie des milieux les mieux protégés. La forêt tropicale représente une richesse exceptionnelle dans les Départements d'Outre-Mer et elle bénéficie d'un taux de protection plus élevé qu'en métropole car elle a un endémisme très fort (la distribution d'un groupe d'espèces est limitée à une zone géographique). La forêt tropicale guyanaise représente à elle seule 7,5 millions d'hectares, soit 85% du département. Le taux de boisement atteint 38% en Guadeloupe, 42% en Martinique et 40% à La Réunion.²⁸

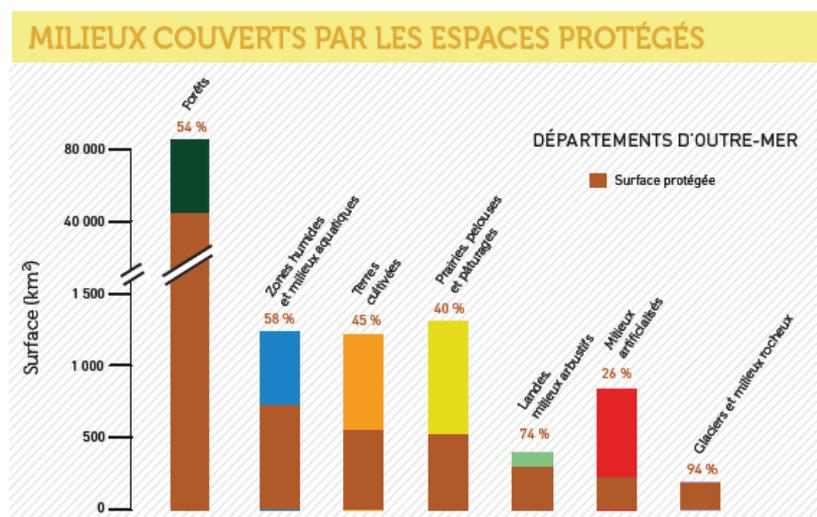


Figure 62. Graphique des milieux couverts par les espaces protégés dans les Départements d'Outre-Mer

Dans les DOM, les terres cultivées sont davantage protégées qu'en France métropolitaine.

²⁷ INPN 2020. La biodiversité en France — 100 chiffres expliqués sur les espaces protégés. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris, 44 p.

²⁸ <https://www.onf.fr/onf/forets-et-espaces-naturels/+20:les-forets-de-nos-territoires.html>

Concernant les milieux d'occupation des sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire, 220 sites soit 22% des sites en espaces protégés et zones d'inventaire sont en grandes cultures. Ce chiffre est important compte tenu que le milieu agricole en France est l'un des milieux les moins protégés.

3. Occupation du sol des sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire

La répartition spatiale des sites RMQS en espaces protégés et zones d'inventaire dépend fortement de leur occupation du sol. Par exemple, les régions plus agricoles bénéficieront de moins d'espaces protégés qu'une région forestière (données INRAE).

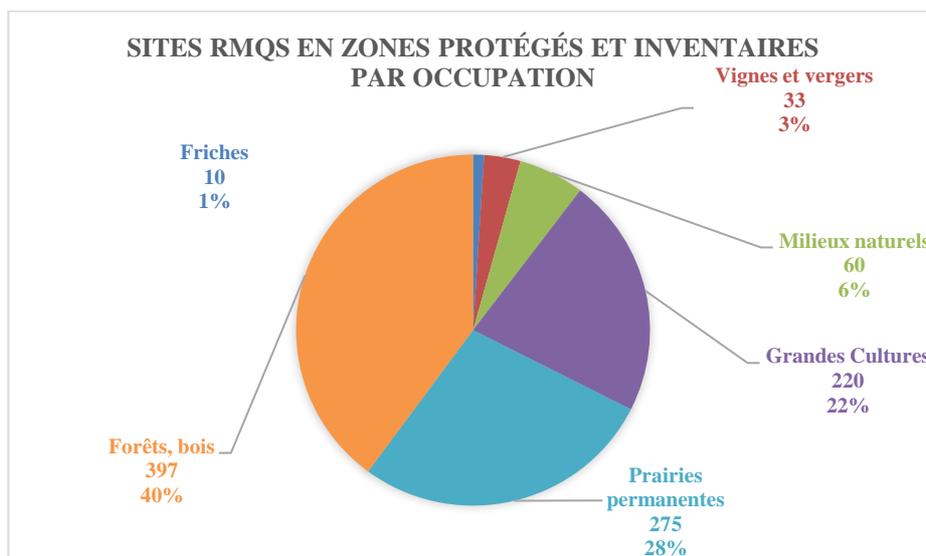


Figure 63. Répartition des sites RMQS en zones protégées et inventaires par occupation

Sur le graphique de l'occupation du sol en France dans les espaces protégés (figure 58), nous observons que 36% des milieux forestiers sont protégés ainsi que 13% des terres cultivées et 29% des pelouses/prairies. Nous pouvons comparer ces données avec les pourcentages d'occupation des sites RMQS.

- Sites RMQS en espaces protégés

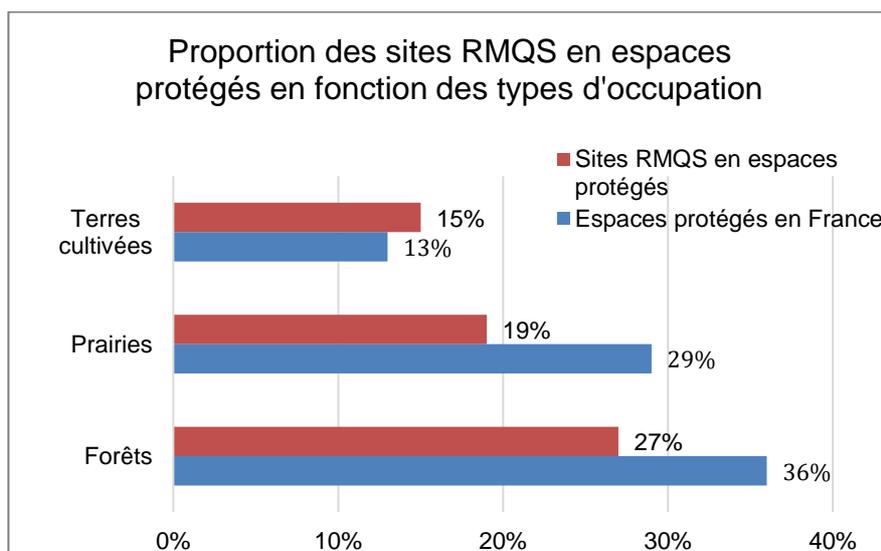


Figure 64. Répartition des sites RMQS en espaces protégés par milieu

Il y a 13% de terres cultivées en espaces protégés et 15% des sites RMQS en cultures tombent dans ces espaces. Les prairies en espaces protégés représentent 29% et 19% des sites RMQS se situe à l'intérieur. Enfin, 36% de forêts en espaces protégés et 27% de sites RMQS s'y trouvent.

- Sites RMQS en zones d'inventaire

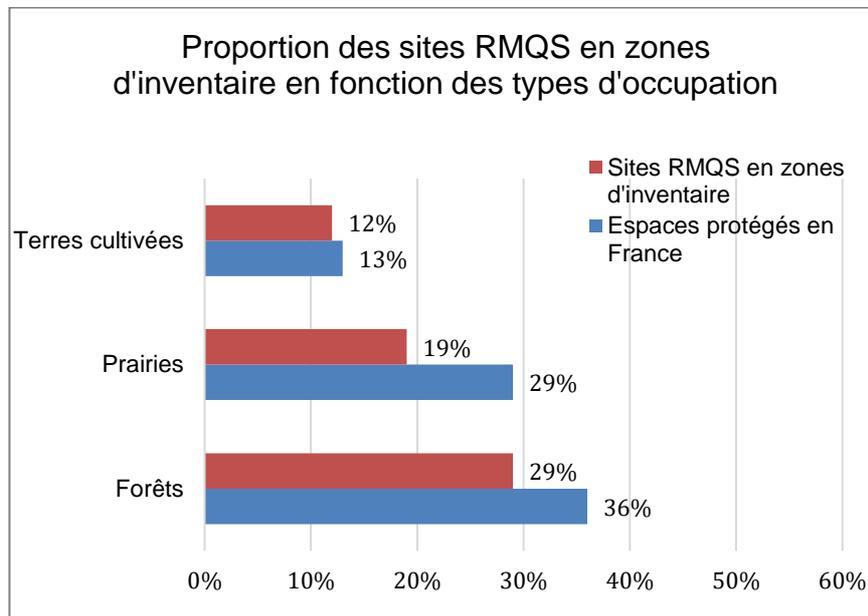


Figure 65. Proportion des sites RMQS en zones d'inventaire en fonction des types d'occupation

Il y a en France 13% de terres cultivées en espaces protégés et 12% de sites RMQS en culture tombent dans ces espaces. Il y a des pourcentages similaires concernant les prairies, 29% du territoire français se situe en zone de prairies et 19% des sites RMQS tombe également sur ces milieux. La proportion de sites RMQS en zones d'inventaire tombant en milieu forestier est de 29%.

Nous pouvons observer que les pourcentages suivent la même tendance et ce, au niveau des sites RMQS en espaces protégés et au niveau des sites RMQS en zones d'inventaire. Nous pouvons dire que le Réseau de Mesures de la Qualité du Sol est représentatif de l'occupation du sol des espaces protégés en France métropolitaine.

CONCLUSION

La dégradation des sols liées à l'anthropisation ou au phénomène naturel doit nous alerter sur l'urgence de prendre les mesures nécessaires en faveur de la préservation de cette ressource épuisable.

Dans le code de l'environnement, l'Association Française Pour l'Étude du Sol (AFES) souligne l'ambiguïté de la considération des sols : ils ne font pas partie du patrimoine de la nation mais y participent. Dans le code l'urbanisme ainsi que dans le code rural et forestier, les sols sont considérés comme un support. Ils ne sont pas reconnus en tant que patrimoine naturel. Malgré un manque de reconnaissance et de protection avec une Directive Cadre pour les sols qui n'a pas abouti, les programmes de recherche permettent fort heureusement d'avoir des connaissances de leurs diversités et de la diversité de leurs fonctions. En les étudiant, on valorise les services écosystémiques qu'ils fournissent.

Selon le type d'occupation, les activités humaines, les aménagements et les pratiques culturelles changent la capacité des sols à remplir leurs fonctions. Cela impacte également le vivant du sol or « *la connaissance des organismes vivants dans le sol est capital pour comprendre le fonctionnement et l'évolution du sol* »²⁹.

À ce jour, peu d'études ont fait un état de tendances globales en matière de biodiversité des sols à différentes échelles spatiales et temporelles. Nous ne pouvons pas répondre à certaines questions telles la biodiversité présente-t-elle les mêmes caractéristiques en surface et en profondeur ? En espace protégé ou non-protégé ?

Les analyses sur la biodiversité des sols utilisant l'outil RMQS représente une réelle opportunité de mener une étude à l'échelle nationale. Cela va contribuer à la compréhension des liens entre les différents types de biodiversité des sols, les caractéristiques physico-chimiques des sols et les activités humaines.

Mon travail sur les espaces protégés contribuera à apporter des informations complémentaires susceptibles d'alimenter des réflexions dans le cadre du projet en cours RMQS-Biodiversité.

« *La création d'aires protégées apporte une première réponse essentielle face aux atteintes à la biodiversité, notamment pour limiter les pressions liées à l'occupation des sols.* »³⁰

En perspective, il serait pertinent de comparer les résultats des sites RMQS en couvertures fortes comme les zones en outils réglementaires et les sites en territoire moins protégés comme les zones protégés contractuelles. La question n'est pas si simple puisque d'autres facteurs sont à prendre en ligne de compte mais il est évident que cette variable peut apporter des réponses aux menaces et aux leviers d'action concernant la protection des sols.

²⁹ Gobat, JM, Aragno, M, Matthey W (2010). *Le sol vivant*. Presses polytechniques et universitaires romandes

³⁰ https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-12/thema-06-les-enjeux-de%20biodiversite-en-france-metropolitaine-%20analyses-croisees-dec2019_0.pdf

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1.	ORGANIGRAMME DE L'UNITE INFOSOL.....	7
FIGURE 2.	GRILLE DE 16 KMX16 KM, MANUEL RMQS INRAE	9
FIGURE 3.	DISPOSITIF DE PRELEVEMENT ET DE DESCRIPTION DU SOL.....	10
FIGURE 4.	DISPOSITIF RMQS-BIOSOIL.....	10
FIGURE 5.	DIAGRAMME DE GANTT	11
FIGURE 6.	REQUETE SPATIALE DE LA COUCHE DES SITES RMQS VERS LA COUCHE DES PARCS NATIONAUX	12
FIGURE 7.	REQUETE SQL DANS LA BASE DE DONNEES DONESOL	13
FIGURE 8.	: COORDONNEES DU SITE DE ROURA.....	14
FIGURE 9.	UTILISATION DES PAGES DYNAMIQUES.....	17
FIGURE 10.	CARTE DE FRANCE DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES	18
FIGURE 11.	REPARTITION DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES ET ZONES D'INVENTAIRE....	20
FIGURE 12.	REPARTITION DES SITES RMQS EN NOMBRE	21
FIGURE 13.	CARTE DES SITES RMQS PAR OUTIL DE PROTECTION ET ZONE D'INVENTAIRE	22
FIGURE 14.	CARTE DES SITES RMQS EN ZONES DE PROTECTION REGLEMENTAIRE	23
FIGURE 15.	REPARTITION OUTILS DE PROTECTION REGLEMENTAIRE	23
FIGURE 16.	NOMBRE DE SITES RMQS EN PROTECTION REGLEMENTAIRE	24
FIGURE 17.	CARTE DES SITES RMQS EN ZONES DE PROTECTION CONTRACTUELLE	25
FIGURE 18.	REPARTITION DES SITES RMQS EN PROTECTION CONTRACTUELLE	25
FIGURE 19.	CARTE DES SITES RMQS EN ZONES DE CONVENTION INTERNATIONALE	26
FIGURE 20.	OUTILS DE PROTECTION CONVENTIONS INTERNATIONALES	26
FIGURE 21.	CARTE DES SITES RMQS EN ZONES D'INVENTAIRE	27
FIGURE 22.	REPARTITION DES SITES RMQS EN ZONES D'INVENTAIRE	28
FIGURE 23.	CARTE DES SITES RMQS EN ZONES DE MAITRISE FONCIERE.....	28
FIGURE 24.	CARTE DU NOMBRE DE SITES RMQS PAR REGION EN FRANCE.....	30
FIGURE 25.	POURCENTAGE DES SITES RMQS PAR REGION EN ORDRE CROISSANT	31
FIGURE 26.	TABLEAU DU NOMBRE DE SITES RMQS PAR REGION.....	31
FIGURE 27.	CARTE DE LA REGION BRETAGNE.....	32
FIGURE 28.	CARTE DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE	33
FIGURE 29.	CARTE DE LA REGION CENTRE-VAL-DE-LOIRE	34
FIGURE 30.	CARTE DE LA REGION NORMANDIE	35
FIGURE 31.	CARTE DE LA REGION HAUTS-DE-FRANCE	36
FIGURE 32.	CARTE DE LA REGION NOUVELLE-AQUITAINE.....	37
FIGURE 33.	CARTE DE LA REGION ÎLE DE FRANCE.....	38
FIGURE 34.	CARTE DE LA REGION GRAND-EST	39
FIGURE 35.	CARTE DE LA REGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE	40
FIGURE 36.	CARTE DE LA REGION OCCITANIE.....	41
FIGURE 37.	CARTE DE LA REGION CORSE.....	42

FIGURE 38. CARTE DE LA REGION AUVERGNE-RHONE-ALPES	43
FIGURE 39. CARTE DE LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR.....	44
FIGURE 40. CARTE DES SITES RMQS EN GUYANE	45
FIGURE 41.....	46
FIGURE 42. EXTRAIT DE LA TABLE DE DONNEES DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES EN GUYANE	46
FIGURE 43. REPARTITION DES SITES RMQS PAR OUTILS DE PROTECTION ET ZONES D'INVENTAIRE EN GUYANE.....	46
FIGURE 44. CARTE DES SITES RMQS EN GUADELOUPE	47
FIGURE 45. EXTRAIT DE LA TABLE DE DONNEES DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES EN GUADELOUPE.....	47
FIGURE 46. REPARTITION DES SITES RMQS PAR OUTILS DE PROTECTION EN GUADELOUPE	48
FIGURE 47. CARTE DES SITES RMQS EN MARTINIQUE	49
FIGURE 48. REPARTITION DES SITES RMQS PAR OUTILS DE PROTECTION EN MARTINIQUE	49
FIGURE 49. CARTE DES SITES RMQS A MAYOTTE	50
FIGURE 50. CARTE DES SITES RMQS A LA REUNION	51
FIGURE 51. EXTRAIT DE LA TABLE DE DONNEES DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES A LA REUNION	51
FIGURE 52. REPARTITION DES SITES RMQS PAR OUTILS DE PROTECTION ET ZONES D'INVENTAIRE A LA REUNION.....	52
FIGURE 53. REPARTITION DES SITES RMQS EN METROPOLE	53
FIGURE 54. REPARTITION DES SITES RMQS DANS LES DEPARTEMENTS D'OUTRE-MER.....	53
FIGURE 55. COMPARAISON DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES ET ZONES D'INVENTAIRE EN FRANCE AVEC LES AIRES PROTEGEES FRANÇAISES	54
FIGURE 56. REPARTITION DES SITES RMQS PAR OUTILS DE PROTECTION ET ZONES D'INVENTAIRE EN FRANCE METROPOLITAINE	54
FIGURE 57. REPARTITION DES OUTILS DE PROTECTION ET ZONES D'INVENTAIRE	55
FIGURE 58. TABLEAU D'INFORMATIONS SUR LES REGIONS METROPOLITAINES.....	56
FIGURE 59. REPARTITION DES OUTILS DE PROTECTION ET ZONES D'INVENTAIRE DANS LES DOM.	57
FIGURE 60. REPARTITION DES OUTILS DE PROTECTION ET ZONES D'INVENTAIRE DANS LES DOM.	58
FIGURE 61. GRAPHIQUE DES MILIEUX COUVERTS PAR LES ESPACES PROTEGES EN FRANCE METROPOLITAINE.....	59
.....	59
FIGURE 62. GRAPHIQUE DES MILIEUX COUVERTS PAR LES ESPACES PROTEGES DANS LES DEPARTEMENTS D'OUTRE-MER.....	59
FIGURE 63. REPARTITION DES SITES RMQS EN ZONES PROTEGEES ET INVENTAIRES PAR OCCUPATION.....	60
FIGURE 64. REPARTITION DES SITES RMQS EN ESPACES PROTEGES PAR MILIEUX.....	60
FIGURE 65. PROPORTION DES SITES RMQS EN ZONES D'INVENTAIRE EN FONCTION DES TYPES D'OCCUPATION	61

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBEL C., BARTHOD C., DE BETTIGNIES T., et al., *INPN 2020. La biodiversité en France — 100 chiffres expliqués sur les espaces protégés*, p44. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris, France

GOBAT, JM, ARAGNO, M, MATTHEY W.,2010. *Le sol vivant*. Presses polytechniques et universitaires romandes,844 p

HORELLOU A., DORE A., HERARD K., SIBLET J-P., 2014. *Guide méthodologique pour l'inventaire continu des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) en milieu continental*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 111 p

JOLIVET C., ALMEIDA-FALCON José-L., BERCHE P., et al., 2018, *Manuel du Réseau de mesures de la qualité des sols RMQS2 : Deuxième campagne métropolitaine, 2016 – 2027*, p.138. Version 3, INRA, US 1106 InfoSol, Orléans, France

LEONARD L., WITTE I., ROUVEYROL P., et al., 2019, *Bilan de la SCAP et diagnostic 2019 du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre*, p. 78. Paris : UMS PatriNat.

TOUROULT, J., CHAUMET, S., PONCET, L., SIBLET, J.-P., 2017, *Diagnostic et recommandations pour une stratégie d'acquisition de connaissances naturalistes continentales. Tome I : Analyse des besoins et des dispositifs existants*, p256. Rapport N° 2017–10, MNHN-SPN/UMS-2006-PatriNat

UICN France (2013), *Les espaces naturels protégés en France : une pluralité d'outils au service de la conservation de la biodiversité*, Paris, 44 pages.

WEBOGRAPHIE

<http://www.fao.org>

<http://afes.fr>

<https://www.geoportail.gouv.fr>

<https://inpn.mnhn.fr>

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr>

<https://plu-en-ligne.com/le-plan-local-urbanisme>

<https://www.parcsnationaux.fr>

<https://www.onf.fr>

<https://uicn.fr>

<http://www.reserves-naturelles.org/>

<https://www.parcs-naturels-regionaux.fr/>

<https://fr.unesco.org/>

<https://uicn.fr/outre-mer/mayotte/>

<http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr>

<https://nouvelle-aquitaine.chambres-agriculture.fr>

<https://www.gissol.fr/>

SIGLES ET ACRONYMES

AAPN : Aire d'Adhésion Parc National

ADEME : Agence de la transition écologique

AFES : Association Française pour l'Etude des Sols

APB : Arrêté de protection de biotope

BRGM : Bureau des Recherches Géologiques et Minières

CPN : Cœur de Parc National

DOM : Département d'Outre-Mer

FAO : Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture

ENS : Espace naturel sensible

GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique

IGN : Institut National de l'Information Géographique forestière

INPN : Inventaire national du patrimoine naturel

INRAE : Institut National de Recherche en Agriculture, Alimentation et Environnement

IRD : Institut de recherche et de Développement

MAB : Man and Biosphere (l'homme et la biosphère)

MAA : Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

MTES : Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

MNHN : Muséum national d'histoire naturelle

OFB : Office Français de la Biodiversité

OSPAR

PN : Parc National

PNR : Parc Naturel Régional

RB : Réserve Biologique

RMQS : Réseau de Mesures de la Qualité des Sols

RNCFS : Réserve National de Chasse et de Faune Sauvage

RNC : Réserve Naturelle de Corse

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt écologique, faunistique et floristique

ZPS : Zone de protection spéciale

ZSC : Zone spéciale de conservation

ANNEXES

Annexe 1 : RMQS poster pédothèque

La réception des échantillons

Dès leur arrivée au conservatoire, les échantillons sont inventoriés puis scrupuleusement contrôlés.

S'ils sont intégrés et conformes au cahier des charges, ils sont enregistrés.

Salle de préparation

Après ces vérifications, les échantillons sont stockés en chambre froide à 4 °C, pour éviter toute évolution avant le séchage à l'air.

Chambre froide

Les ateliers du conservatoire national d'échantillons de sols

Trois types d'échantillons sont prélevés sur chaque site du R.M.Q.S. :

- les échantillons composites prélevés sur la surface d'échantillonnage,
- les échantillons d'horizons prélevés sur le profil,
- les échantillons volumétriques prélevés sur le profil pour déterminer la teneur pondérale en eau du sol, la masse volumique apparente et la teneur en éléments grossiers.

Ces échantillons sont préparés et conservés au conservatoire national d'échantillons de sols.

Réseau de mesures de la qualité des sols

SOL

→ L'équipe technique du conservatoire :

Philippe Berché (resp.)
Diérier Laissus
Eugénie Tientcheu

Contact
Unité Informatique - INRA Orléans
Avenue de la Pomme de Pin
BP 20619 Ardon
45166 Olivet Cedex France
Tél. : 02 38 41 78 45
Fax : 02 38 41 78 69
infosol@ Orleans.inra.fr

Le séchage des échantillons

Les échantillons composites et les échantillons d'horizons prélevés sur le profil sont séchés à l'air en conditions contrôlées et à l'abri de la poussière. Ces échantillons sont étalés dans des bacs et placés dans une salle climatisée (30 °C, 30%-40% d'humidité) et isolée de l'air ambiant du conservatoire.

Salle de séchage

La détermination de la teneur en eau et de la masse volumique apparente

Les échantillons volumétriques sont pesés humides dès leur arrivée au conservatoire, puis mis à sécher à l'étuve à 105 °C durant 48h. Ils sont à nouveau pesés après séchage.

La masse volumique est obtenue par la formule :

$$M_v = \frac{M_1}{V} \text{ en g.cm}^{-3}$$

Cette donnée sera utilisée pour convertir les teneurs pondérales en stock d'éléments.

Salle de préparation

La saisie dans la base de données DONESOL

À l'issue de leur préparation, les échantillons et les données mesurées sont enregistrés dans la base de données DONESOL.

Bureau

La préparation des échantillons composites

Les échantillons sont préparés manuellement. Une aliquote de chaque échantillon composite est émettée à l'aide d'un mortier en porcelaine, puis tamisée à 2 mm. La terre fine issue de cette préparation est conditionnée puis expédiée au Laboratoire d'Analyses des sols de l'INRA d'Arras.

Salle de préparation

Le stockage des échantillons

Les échantillons secs sont stockés dans des containers ou des sacs thermoscellés, inertes, à l'abri de l'air et de la lumière.

La masse initiale de chaque échantillon et sa localisation dans la salle de stockage sont enregistrées dans la base de données DONESOL.

Pédothèque

Annexe 2 : poster prélèvement terrain

Sélection et qualification du site

- Localisation de la parcelle au point théorique de coordonnées connues et contact de l'exploitant
- Réalisation d'une enquête sur l'historique l'occupation et le mode de gestion de la parcelle
- Réalisation de sondages préalables pour définir l'emplacement exact du site en fonction des informations fournies de manière à sélectionner une zone homogène du point de vue sol, occupation, gestion et historique et à éviter toute zone perturbée ou remaniée.

Mise en place d'un site du RMQS

Installation du dispositif

Prélèvements

Des précautions particulières sont prises pour ne pas contaminer les échantillons entre eux et ne pas contaminer le site lui-même.

- Constitution de 2 ou 3 échantillons composites à partir de 25 prélèvements élémentaires à la tarière :
 - *Couche humifère sous prairie ou forêt
 - *Couche travaillée ou 0-30 cm
 - *Couche sous -jacente jusqu'à 50 cm ou 30-50 cm
- Prélèvements de sol par horizon identifié sur le profil (minimum 60 cm de profondeur)
- Prélèvements d'échantillons volumétriques pour mesure de la densité apparente selon 3 répétitions par couche de sol prélevée sur la surface d'échantillonnage (méthode du cylindre ou par excavation)
- Prélèvement du dernier horizon du sondage ou prélèvement à la tarière des horizons sous-jacents au fond de la fosse

Identification par étiquetage et liste des échantillons prélevés à destination de la pédothèque par le rapport d'échantillonnage

Observations de terrain

- Description de l'environnement
- Description de la végétation sous prairie naturelle ou sous forêt
- Géoréférencement du site par GPS à moins de 30 cm de précision
- Description pédologique complète du profil de sol et du sondage

Réseau de mesures de la qualité des sols

SOL

Annexe 3 : Description du dispositif en étoile de Guyane

