



**HAL**  
open science

**Programme de recherche-action - Les oasis du climat et de la biodiversité - Anticiper et intégrer le changement climatique dans la protection, la restauration et la création de réseaux de mares et petites zones humides : Secteur d'étude pilote la région Ile-de-France et transposition de la démarche en Nouvelle-Aquitaine**

Fanny Mallard, F. Geoffroy, V. Dupuy, L. Arduino, C. Pérez, L. Couderchet, A. Bernard, S. Margueritte, E. Jeanmaire, M. Ledru

► **To cite this version:**

Fanny Mallard, F. Geoffroy, V. Dupuy, L. Arduino, C. Pérez, et al.. Programme de recherche-action - Les oasis du climat et de la biodiversité - Anticiper et intégrer le changement climatique dans la protection, la restauration et la création de réseaux de mares et petites zones humides : Secteur d'étude pilote la région Ile-de-France et transposition de la démarche en Nouvelle-Aquitaine. Société Nationale de Protection de la Nature. 2024. hal-04946348

**HAL Id: hal-04946348**

**<https://hal.science/hal-04946348v1>**

Submitted on 13 Feb 2025

**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.

Copyright



Décembre 2024

## Programme de recherche-action

**Anticiper et intégrer le changement climatique dans la protection, la restauration et la création de réseaux de mares et petites zones humides**

**Secteur d'étude pilote la région Ile-de-France et transposition de la démarche en Nouvelle-Aquitaine**



LES OASIS DU CLIMAT  
ET DE LA BIODIVERSITÉ



Contact : Fanny Mallard, Directrice scientifique, Pôle national recherche-action  
Société Nationale de Protection de la Nature – [fanny.mallard@snpn.fr](mailto:fanny.mallard@snpn.fr) - 01 83 75 90 24

©Illustration – SNPN M. Nielen

Un programme soutenu par :







*« Créer une mare n'est pas si facile ! Creuser une mare n'est pas une science exacte et beaucoup d'imprévus peuvent survenir. A vous de faire preuve d'imagination pour adapter les recettes qui vous sont données, ou en inventer d'autres... »*

Fédération des CPN,  
Cahiers techniques de la Gazette des Terriers : *Créer une mare*. 1998





# LES OASIS DU CLIMAT ET DE LA BIODIVERSITÉ

## Résumé

Refuges pour de nombreuses espèces, particulièrement dans des territoires anthropisés, les mares sont des sources de biodiversité. Leur densité, leur connectivité, leur bon état de conservation en réseau conditionnent leur rôle dans l'adaptation des espèces en réponse au changement climatique. Ce sont ainsi de véritables oasis du climat et de la biodiversité, polyvalentes, simples à mettre en œuvre et efficaces.

L'inventaire des mares de la SNPN estime que 59% des mares recensées en région Île-de-France sont en état dégradé. Dans ce contexte, face à l'urgence climatique, le déclin de la biodiversité, les actions de suivi, de protection, de restauration et de création de réseaux de mares sont l'un des leviers indispensables, une des solutions fondées sur la Nature. Face à ce constat, la SNPN en collaboration avec les partenaires du territoire, développe un programme de recherche-action pour ces petites zones humides depuis 2023 en particulier sur le secteur pilote de la région Ile-de-France.

Un premier objectif de connaissance est consacré à l'état des lieux sur la situation des mares en France et au développement d'un observatoire participatif. En 2010, la SNPN a créé l'un des premiers inventaires régionaux participatifs. Une plateforme internet a été mise en place afin de récolter des données auprès des citoyens et des acteurs du territoire de la région Île-de-France. Les objectifs de la plateforme des oasis du climat et de la biodiversité sont de compléter cette première démarche et d'améliorer la connaissance par des suivis protocolés.

Un deuxième objectif de recherche consiste à développer une méthodologie d'analyse et de modélisation de l'évolution de l'état des mares pour constituer une carte de zones à enjeux prioritaires d'actions de restauration et de création de réseaux de mares en intégrant et anticipant le changement climatique et les autres enjeux environnementaux.

Un troisième objectif d'actions est consacré à la mise en place de la méthodologie de terrain en partenariat avec des acteurs du territoire avec pour objectif, à partir de 2024, de protéger, de restaurer et de créer une trentaine de mares par an sur les zones à enjeux de la région Île-de-France et dans la région Nouvelle-Aquitaine où le programme est transposé.

L'essence du programme réside dans la coconstruction et la collaboration avec les acteurs du territoire pour développer une dynamique sur la connaissance, la recherche et les actions de protection des réseaux de mares.

**Mots clés :** acteurs du territoire, amphibiens, création, changement climatique, flore, Île-de-France, mares, observatoire participatif, odonates, réseaux, restauration, SDM.



## Remerciements

La Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN) remercie ses partenaires, le Ministère de la Transition Écologique, l'Office français de la biodiversité, la Région Ile-de-France, l'Agence de l'eau Seine-Normandie, la Fondation Crédit Mutuel, Iris, Anyama, le Poids du vivant, LeMarchand, Wild Angels pour leur appui à la conception et la mise en place de ce programme en 2023.

Nous remercions également tous les partenaires techniques et scientifiques qui co-construisent aux côtés de la SNPN ce programme : UMR PASSAGES CNRS, UMS PatriNat, Muséum national d'Histoire naturelle MNHN, Centre national de la recherche scientifique CNRS, Office pour les insectes et leur environnement OPIE, Société Herpétologique de France SHF, Office national des forêts ONF, ARB Ile-de-France, Pôle relais zones humides, Pôles relais mares et vallée alluviales, Association nationale des élus des bassins ANEB, Commune de Dourdan, Commune de Champlan, Ville de Paris, Société d'histoire naturelle d'Autun et l'observatoire de la faune de Bourgogne SHNA-Ofab, Parc Naturel régional Gâtinais, Association la Plaine de Versailles, Syndicat de la rivière La Juine et de ses affluents SIARJA, Natural solutions, ainsi que tous les partenaires mares qui ont participé à l'enquête sur l'état des lieux de la situation des mares : ACPA (Pôle environnement Bourgogne, groupe de référents zones humides), Adasea d'Oc (Rodez) - CATZH 12, ADASEA Gers, Adasea.d'Oc (CATZH 46), ADREE, Agence de l'eau Seine-Normandie, Agence d'Ecologie Urbaine - Ville de Paris, Ambleteuse Nature, ANA CEN Ariège, Aquabio, Association "Les Blongios, la nature en chantiers", Association Domaine Sauvage Le Costil, Association EDEN - Etude Des Equilibres Naturels, Association Epiméthée, Association Espaces, Association Plaine de Versailles, Association Porte de l'Isère Environnement, Auddice, BIOTOPE Corse, Boutigny Sur Essonne, Bretagne Vivante, Bufo Alsace, CA MAubeuge Val de Sambre, Caux Seine agglomération, CBN med, CD92, CdC Vallées de l'Orne et de l'Odon, CDPNE, CE CERGY PONTOISE, CEFE CNRS, CEN Franche-Comté, CEN Hauts-de-France, CEN Isère, CEN Loir-et-Cher, CEN Lorraine, CEN NA - Limousin, CEN Normandie, CEN Nouvelle Aquitaine, CEN Occitanie, CEN Rhône-Alpes, CEN-PACA-Var, CEN-PACA-Vaucluse, CFA-CFPPA montmorot, Chambre d'agriculture de l'Aude, Chambre d'Agriculture de Saône et Loire, Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône, Chambre d'agriculture ile de france, Charente Nature, CNPF - Ile-de-France Centre Val-de-Loire, CNPF Grand-Est, CNRS Strasbourg IPHC, Communauté de Communes du Pays de Honfleur Beuzeville, Communauté de Communes Lieuvain Pays d'Auge, Commune de Combs-la-Ville, Commune de Villers-en-Vexin, Commune de Lardy, Commune d'Etrechy, Commune Feucherolles, Commune de Chamarande, Commune de Cheptainville, Commune d'Orgeval, Commune de Bazemont, Conseil Départemental de la Nièvre, Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne, Conservatoire Botanique De Mascarin Antenna De Mayotte, Copage, CPEPESC Franche-Comté, CPIE 60, CPIE Logne et Grand- Lieu, CPIE Pilat, CPIE Quercy Garonne, CPIE rouergue, CPIE Sud Champagne, CPN l'Héron dans l'eau, CRPF AURA, CRPF Bretagne et Pays de la Loire, DEAL La Réunion, Département 66- Pyrénées-Orientales, Direction aménagement et développement des territoires Angers Loire Métropole, DSNE, DSNE - Réserve Naturelle Régionale du Bocage des Antonins, Eau et Rivières de Bretagne, Ecodiv, Ecologistes de l'Euzière, ELN 28, élu local jusqu'à récemment (Oudon 44), Entreprise Individuelle Sylvain VIGANT Biodiversité, EPAGE Loire Lignon, Estérel Côte d'Azur Agglomération, Famille PARENT, Fédération Départementale des Chasseurs de Haute-Garonne, Fédération Départementale des Chasseurs de l'Aude, Fédération Départementale des Chasseurs des Hautes-Pyrénées, Fédération Départementale des Chasseurs d'Ille-et-Vilaine, Fédération Départementale des Chasseurs du Lot, Fédération Départementale des Chasseurs du Tarn, Fédération Départementale des Chasseurs du Tarn-et-Garonne, Fédération des CEN, Fédération Des Réserves Naturelles Catalanes, Fédération régionale des chasseurs de Bretagne, Fédération Régionale des Chasseurs des Pays de la Loire, Fédération Régionale des chasseurs d'Occitanie, FNE 42 Loire, FNE Ain, FNE Centre Val de Loire - Objectif Mares, GEREPI- RNN du Pinail, Ile-de-France Nature, Inspection générale de l'environnement et du développement durable, LPO AuRA, LPO Auvergne-



Rhône-Alpes, LPO Bourgogne-Franche-Comté, LPO Champagne-Ardenne, LPO Sarthe, LPO Vendée, Lycée polyvalent Charles de Gaulle Compiègne, Mairie de Coignieres, Mairie de Mesnils sur ITON, Mairie de Montgé en Goele, Mairie de Neuilly Plaisance, MFR les Fins, Nature En Occitanie, Nature Environnement 17, Nature Environnement 18, NaturEssonne, OFB, Office de l'Environnement de la Corse, Office National des Forêts, Parc National de Port-Cros, CBNMed, Parc naturel régional Baie de Somme Picardie maritime, Parc naturel régional de Camargue, Pays de Montbéliard Agglomération, PNR Caps et Marais d'Opale, PNR Morvan, PNR Volcans d'Auvergne, Poitou Charente Nature, Charente Nature, Pré-Bocage Intercom, Réserves Naturelles de France, SBVCAR, SDEA Alsace-Moselle, SEMEA, SIARCE, SIARJA, SMBVAS, SMMAR Aude, Société Herpétologique de Touraine, SyAGE, SyAGE EPAGE de l'Yerres, SYMISOA, syndicat des rivières du Sornin, Syndicat Bassin de la Vienne, Syndicat de l'Orge, de la Remarde et de la Predecelle (SYORP), Syndicat Layon Aubance Louets, Syndicat Mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard, Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de l'Iton, Syndicat Mixte du Bassin de l'Isle, Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Bièvre, Syndicat mixte du bassin versant de la touques, Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Arques, Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Yères, Syndicat RIVAGE, UICN - Pôle Relais zones humides tropicales, Vendée Eau, Vienne Nature, Ville de Melun, Ville de Sarran, Ville de Versailles, etc.



### **Auteurs et contributeurs**

Fanny Mallard, Directrice scientifique<sup>1,2</sup> [fanny.mallard@snpn.fr](mailto:fanny.mallard@snpn.fr) - 01 83 75 90 24

Félix Geoffroy, Chargé de recherche<sup>1</sup> [felix.geoffroy@snpn.fr](mailto:felix.geoffroy@snpn.fr)

Victor Dupuy<sup>1</sup>, Responsable des études et suivis naturalistes mares [victor.dupuy@snpn.fr](mailto:victor.dupuy@snpn.fr)

Lorenzo Arduino<sup>1</sup> Coordinateur des réseaux zones humides, [lorenzo.arduino@snpn.fr](mailto:lorenzo.arduino@snpn.fr)

Et avec la participation de : Clément Pérez<sup>1,2</sup>, Laurent Couderchet<sup>2</sup>, Arthur Bernard<sup>1</sup>, Sarah Margueritte<sup>1</sup>, Elisa Jeanmaire<sup>1</sup>, Marina Ledru<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Pôle national recherche-action, Société Nationale de Protection de la Nature

<sup>2</sup> UMR Passages CNRS

### **Référence :**

Mallard F. (dir.), Geoffroy F., Dupuy V., Arduino L., Pérez C., Couderchet L., Bernard A., Margueritte S., Jeanmaire E., Ledru M., 2024. Programme de recherche-action - Les oasis du climat et de la biodiversité - Anticiper et intégrer le changement climatique dans la protection, la restauration et la création de réseaux de mares et petites zones humides : Secteur d'étude pilote la région Ile-de-France et transposition de la démarche en Nouvelle-Aquitaine. Société Nationale de Protection de la Nature, Paris, France, 236 p.

### **Pour plus d'informations et renseignements :**

Site internet de la Société Nationale de Protection de la Nature :

<https://www.snpn.com/snpn/pole-national-recherche-action/>

contact : [observatoire@snpn.fr](mailto:observatoire@snpn.fr)



## SOMMAIRE

Introduction.....	1
Chapitre 1. Connaissance : Observatoire participatif sur l’inventaire des mares et petites zones humides.....	5
1. Contexte et objectifs .....	6
2. Plateforme de l’observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.....	6
3. Réseau de surveillance de l’évolution de l’état des mares.....	9
4. Protocole de suivi des mares par prises de vues aériennes drone .....	37
5. Conclusion et perspectives.....	47
Chapitre 2. Recherche : Sélection des zones à enjeux d’actions de conservation des mares .....	49
1. Contexte et objectifs .....	50
2. Modélisation corrélative sur l’évolution de la répartition des espèces cibles.....	51
3. Vers un atlas des mares potentielles identifiées par télédétection.....	63
4. Sélection des secteurs à enjeux.....	70
5. Conclusion et perspectives.....	88
Chapitre 3. Actions : protection, restauration et création de réseaux de mares.....	89
1. Contexte et objectifs .....	90
2. Chantiers de restauration et création de mares en contexte francilien.....	91
3. Chantiers de restauration et création de réseaux de mares de dunes boisées en Nouvelle-Aquitaine ....	113
4. Suivis des chantiers 2023 en Île de France - un an après .....	139
5. Diagnostic post-chantier.....	149
6. Chantier mares en Île-de-France - Perspectives 2025.....	150
7. Communauté d’acteurs engagés pour les mares et petites zones humides d’Île-de-France.....	152
8. Conclusion et perspectives.....	186
Conclusion.....	188
Bibliographie .....	191
Annexes.....	196
Annexe 1 – Fiches de présentation des mares du réseau de surveillance.....	197
Annexe 2 – Liste des espèces détectées.....	222









# Introduction



La biodiversité décline actuellement 100 à 1 000 fois plus rapidement que ce qui est considéré comme son rythme d'évolution « naturelle » (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005 ; PIMM ET AL., 2014). Selon les dernières estimations scientifiques, cette perte est exceptionnellement rapide et d'origine anthropique. Une sixième période d'extinction de masse est en cours (CEBALLOS ET AL., 2015 ; CEBALLOS ET AL., 2017).

Les causes du déclin de la biodiversité sont par ordre décroissant : (1) les changements d'usage des terres et de la mer ; (2) l'exploitation directe des organismes ; (3) le changement climatique ; (4) la pollution et (5) les espèces exotiques envahissantes (IPBES, 2019). Parmi les principales causes, le changement climatique est une préoccupation majeure en raison de son ampleur et de sa rapidité, ainsi que de sa capacité à alimenter et amplifier les autres impacts (GIEC, 2013).

Parmi les milieux naturels, les zones humides sont les plus « menacées ». Au niveau mondial, près de 90% sont dans un état défavorable et 76% ont disparu entre 1970 et 2010 (AEE, 2015). En France, 67% des zones humides ont été détruites au cours du siècle dernier (EUROPEAN COMMISSION, 2007). Elles sont reconnues d'intérêt général notamment pour leur richesse écologique intrinsèque exceptionnelle. La biodiversité joue non seulement un rôle direct important dans le fonctionnement des écosystèmes mais aussi un rôle indirect par les nombreux services qu'elle procure aux humains, services qui sont à la fois économiques, patrimoniaux, éducatifs, sociologiques, culturels et scientifiques (BARNAUD & FUSTEC, 2007).

Naturelles ou artificielles, les mares sont des petites zones humides aux caractéristiques intrinsèques particulières indispensables pour de nombreuses espèces de faune et de flore (INDERMUEHLE ET AL., 2008). Celles-ci y trouvent un lieu de reproduction, une réserve alimentaire, un abri ou un refuge dans un contexte actuel difficile lié en particulier aux pratiques agricoles et à la destruction des habitats (BEEBEE, 1992 ; OERTLI ET AL., 2005 ; PALAU DAVAL, 2019). Malgré leur petite surface représentant moins de 1% du territoire, elles accueillent potentiellement 20% des espèces protégées en France (MALLARD ET AL., 2023). Les mares présentent un intérêt écologique majeur dans un contexte de disparition et de dégradation des zones humides. Pourtant 90% des mares auraient disparu en France depuis le siècle dernier (SNPN & CAUE-IDF, 2016). La majorité des mares encore existantes sont également en mauvais état de conservation. Malgré ce constat, il n'existe aucune mesure de protection spécifique aux mares à l'échelle nationale (PALAU DAVAL, 2019).

Elles sont également de véritables puits de carbone. L'assimilation du carbone par les mares est une des plus élevées des écosystèmes, avec une estimation moyenne de 1000 kg de carbone/an pour une mare de 500 m<sup>2</sup> (CÉRÉCHINO ET AL., 2014 ; GILBERT ET AL., 2017 ; GILBERT ET AL., 2021). En bon état de conservation, elles pourraient être parmi les écosystèmes les plus importants pour la séquestration du carbone (DOWNING, 2010). Il est donc crucial de tenir compte du rôle des mares, de les prendre en considération dans la lutte contre le changement climatique (PRONOST, 2019).

Dans ce contexte, face à l'urgence qui s'impose, les actions de protection, de création et de restauration des réseaux de mares sont des leviers incontournables, des outils polyvalents, simples à mettre en œuvre, accessibles et potentiellement efficaces. Elles sont une des solutions fondées en plus sur la nature pour relever les défis de lutte contre le changement climatique et pour la protection de la biodiversité. Leur densité, leur connectivité, leur bon état de conservation en réseau sont les paramètres qui conditionnent leur rôle dans l'adaptation des espèces en réponse au changement climatique. Polyvalents, simples à mettre en œuvre et efficaces, ce sont ainsi de véritables outils, des Solutions fondées sur la Nature pour la protection de la biodiversité.

Face à ce constat, la SNPN accompagnée de ses partenaires développe depuis 2023 un programme pluriannuel d'actions de protection, restauration et de création (processus PRC) de réseaux de mares



pour contribuer ainsi à protéger la biodiversité en France. L'originalité du programme autour des réseaux de mares repose sur le développement d'une recherche-action qui vise à mener de manière intriquée l'acquisition de connaissances scientifiques et des actions concrètes et transformatrices sur le terrain en impliquant les communautés humaines.

Ce contexte de mise en place d'actions « Protection, Restauration, Création » amène à poser la problématique de recherche suivante :

*Comment évaluer objectivement l'efficacité des actions « Protection, Restauration, Création » dans un contexte de changements globaux à court, moyen et long terme ?*

Une première hypothèse pose que l'évolution de l'état de conservation des mares peut être suivie, analysé, agrégé par le développement d'indice de taux de dégradation mesurable à partir d'indicateurs de la diversité fonctionnelle pré et post-actions. Cela nécessite d'aborder la diversité à plusieurs échelles spatiales : globale (nationale/régionale) – locale (site), et à diverses échelles temporelles (le passé, les horizons projetés : proche 2050, moyen 2070, lointain 2100).

Une seconde hypothèse considère que la réussite des actions sur le terrain nécessite des médiations continues, l'implication des communautés humaines par le concept d'écologie de réconciliation.

Cette démarche nécessite le développement d'une recherche-action qui s'appuie sur des données validées, des connaissances associées, des moyens adaptés et des méthodes répertoriées, conduisant à des démarches scientifiques permettant d'appliquer des actions concrètes ayant un impact sur le terrain. Pour décrire les relations complexes entre la société et l'environnement, un cadre possible de raisonnement est de se baser sur le modèle d'analyse dit « DPSIR » (Driver - Pressure - State - Impact - Responses). Datant de 1995, ce modèle est reconnu par l'Agence européenne de l'Environnement. Il permet de mettre en place une démarche pour décrire les origines, les causes, les conséquences pour expliquer et conduire à des actions de terrain.

Cette méthodologie basée sur le Modèle (DPSIR) est reliée aux objectifs suivants du programme :

1. *Connaissance* par des inventaires à différents niveaux, protocolés et participatifs : Développer un observatoire de l'échelle locale à l'échelle nationale sur les mares afin de rassembler des données protocolées sur les pressions (P) des changements globaux en lien avec l'état des petites zones humides (S), de leurs fonctionnalités et des réseaux écologiques alentours,
2. Recherche par des analyses croisées spatio-temporelles : Développer des modélisations pour quantifier les impacts (I) actuels sur les groupes d'espèces cibles indicatrices, et futurs selon des scénarios des changements globaux avec leurs incertitudes, identifier les zones à enjeux écologiques actuels et futurs pour une stratégie de protection d'actions sur le terrain efficace,
3. Action par des réponses (R) adaptées de protection locale, restauration. Création des réseaux de mares (PRC) : Mettre en place des actions ciblées sur les zones à enjeux de protection anticipant les changements globaux et prenant en compte les acteurs locaux dans le processus des actions (D),
4. Évaluation par des indicateurs de l'efficacité des actions : Mettre en place des indicateurs de résultat sur la surface protégée, de suivi de l'évolution de l'état de conservation des petites zones humides et sur l'implication des parties prenantes sur les terrains d'actions PRC.

La France métropolitaine et d'outre-mer est un laboratoire d'étude à ciel ouvert pour sa grande richesse botanique liée à la diversité de climats, des reliefs et de types de sols, qui en font une zone d'étude à grande diversité de milieux naturels terrestres bien documentés. L'échelle d'action régionale choisie pour le programme se trouve à un niveau de décision politique pertinent pour la mise en place



d'actions de lutte contre le changement climatique et pour la préservation de la biodiversité. (LE TREUT, 2013).

Pour la mise en place de la démarche et de la méthodologie du programme en 2023, la région Île-de-France a été sélectionnée parce que la région-capitale est la plus urbanisée de France avec 22 % de sa surface occupée par l'urbanisation et les transports, contre 6 % en moyenne en France. Elle présente une densité de population très importante en comparaison à d'autres métropoles européennes. L'Île-de-France occupe une position centrale dans le Bassin parisien. Elle est caractérisée par des dénivelés localement forts, un sous-sol de nature sédimentaire, avec des reliefs et des vallées qui suivent une orientation dominante sud-est et nord-ouest. La moitié du territoire est occupée par les paysages agricoles, 24% de surface forestière et 4% de zones humides (INSTITUT PARIS RÉGION, 2022). Dans cette région, on estime près de 30 000 mares (GUITTET ET AL., 2015). L'inventaire des mares de la Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN) estime que 59% sont recensées en état dégradé. La mise en place des méthodologies PRC sur ce secteur complexe permet un panel de contextes d'application permettant la transposition de la démarche dans les autres régions du territoire.

La région de transposition ciblée en 2024 est la région Nouvelle-Aquitaine. La zone d'étude du département de la Gironde a été sélectionnée en lien avec le rapport Acclimaterra qui mentionne que ce secteur est vulnérable au changement climatique avec un réchauffement climatique de plus de 1,5°C sur certaines zones (LE TREUT, 2013). Les mares ont ensuite été sélectionnées parmi celles présentant les menaces les plus importantes, d'après une étude de l'ONF (DECROCK ET AL., 2023) : comblement, piétinement important de gibier ou humain. Enfin, il a été envisagé de sélectionner les secteurs potentiellement moins impactés dans le futur par une remontée des eaux (CLIMATE CENTRAL, s. d.). L'objectif à terme sera de transposer la démarche dans d'autres régions afin d'étudier trois climats différents allant du climat océanique, montagnard au climat méditerranéen.

Ces actions contribuent à la restauration de la nature et la biodiversité en Europe d'au moins 20% des terres d'ici 2030 (Accord Parlement européen et les Etats membres de l'Union européenne du 9/11/2023), au 10% de protection forte de la Stratégie Nationale de la biodiversité (SNB 2030 Objectif 1 cible 2) et à la restauration de 50 000 ha de zones humides d'ici 2026 du plan national sur les milieux humides (PNMH 4 action 7). Ce rapport présente :

- Chapitre 1. [Connaissance : Observatoire participatif sur l'inventaire des mares et petites zones humides](#) (Objectif 1),
- Chapitre 2. [Recherche : Sélection des zones à enjeux d'actions et analyse de l'évolution de l'état de conservation des mares](#) (Objectif 2),
- Chapitre 3. [Actions : protection, restauration et création de réseaux de mares](#) (Objectif 3).

Les objectifs d'évaluation des actions du programme pourront se mettre en place à n+3 en 2026 (Objectif 4).



# **Chapitre 1. Connaissance : Observatoire participatif sur l'inventaire des mares et petites zones humides**





## 1. Contexte et objectifs

La plateforme « Les Oasis du Climat et de la Biodiversité » [www.oasis-climat.com](http://www.oasis-climat.com), mise en place en 2023 (MALLARD ET AL., 2023) et développée en 2024, est conçue pour être un outil participatif de collecte et de suivi de la conservation des mares et des petites zones humides. Ses objectifs incluent la constitution d'un atlas des mares pour améliorer la connaissance de leur répartition et de leur état de conservation, l'identification des zones à enjeux pour guider des stratégies de gestion ciblées, ainsi que le suivi écologique à long terme à partir de sites pilotes utilisant des protocoles standardisés. En intégrant ces connaissances dans les projets d'aménagement du territoire, la plateforme vise à améliorer la prise en compte des mares dans les politiques de planification et à promouvoir la restauration de ces milieux grâce à une approche scientifique rigoureuse.

Par ailleurs, la plateforme cherche à sensibiliser les parties prenantes à l'importance des zones humides et à encourager l'action collective pour répondre aux défis climatiques à travers des initiatives comme la « Fête des mares ». Elle a aussi pour but de créer un espace d'échange et de partage des connaissances, en regroupant des ressources documentaires, des outils d'analyse, et en facilitant l'organisation d'événements, colloques, et journées techniques dans le cadre du pôle relais mares.

Cette approche intégrée vise à combiner la science de la conservation avec des actions concrètes de terrain, en valorisant à la fois la collecte de données rigoureuse et l'engagement communautaire. En réunissant des informations sur la répartition des mares, en ciblant les sites à enjeux et en renforçant la connaissance, cette plateforme constitue un levier essentiel pour développer des stratégies de conservation plus efficaces, favoriser la restauration écologique, et répondre aux défis du changement climatique.

Ce chapitre vise à présenter la plateforme d'observatoire et les protocoles de suivi de l'évolution des mares qui lui sont associés. Une base de données standardisée, établie à partir de protocoles rigoureux, est essentielle pour garantir la comparabilité des observations à travers le temps et l'espace. L'utilisation de méthodes uniformes pour collecter les données permet de mieux comprendre les tendances et les dynamiques des écosystèmes des mares, de détecter des changements subtils ou des déclin, et d'élaborer des stratégies de conservation adaptées pour chaque situation spécifique. Cette standardisation est cruciale pour la robustesse des analyses scientifiques et la prise de décisions éclairées en matière de gestion et de restauration écologique.

## 2. Plateforme de l'observatoire les oasis du climat et de la biodiversité

### Présentation de la structure de la plateforme

La plateforme de l'observatoire est structurée en une page d'accueil et 6 onglets :

1. **Page d'Accueil** : Une présentation des enjeux de l'observatoire est illustrée par des **statistiques en temps réel** (nombre de mares signalées, état de conservation, nombre de restaurations, etc.). Une cartographie interactive permet de visualiser la répartition des mares par département. La page met également en avant les **dernières actualités** et les partenaires institutionnels.
2. **Page "Observatoire"** : Présente les objectifs, les missions et les partenaires de l'observatoire. Elle met en avant le programme d'action pour la **création et restauration** de petites zones humides, et offre un aperçu des observatoires existants en France.



3. **Page "Participer"** : Conçue pour les **citoyens engagés** et les **experts**, cette page permet de **saisir des observations** sur les mares via des formulaires simplifiés ou des protocoles scientifiques. Les données sont intégrées dans la plateforme **GeoNature**, un outil open source utilisé pour le monitoring écologique (<https://geonature.fr/>).
4. **Page "Cartographie"** : Permet de **visualiser la répartition des mares** en France et les **actions de restauration et de création**. L'utilisateur peut personnaliser l'affichage en choisissant différentes couches d'information (habitats, espèces observées, etc.).
5. **Page "Agir"** : Présente deux guides [Restaurer et entretenir une mare](#) et [Créer une mare](#) et les animations de sensibilisation à la conservation des mares de la **Fête des mares**.
6. **Page "Ressources"** : Centralise toutes les **productions scientifiques et techniques** liées aux mares, avec un **filtre de recherche** permettant de trouver les informations pertinentes.
7. **Page "Contact"** : Permet aux utilisateurs de **contacter des experts régionaux**, de demander des informations supplémentaires sur les mares, ou d'obtenir des conseils personnalisés sur la protection des zones humides.



### Fonctionnement de la saisie de données

La saisie de données par les citoyens engagés et les experts est réalisée à partir de modules qui ont été créés sur Geonature. Les données sont ensuite intégrées dans des bases de données régionales et nationales, telles que **GeoNat'IdF** et **l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN)**, assurant une diffusion à grande échelle. Grâce aux données géolocalisées et aux analyses, la plateforme aide à **identifier les zones sensibles** et à définir des priorités pour la protection et la restauration des mares.

- **Un citoyen engagé** (Fig. 1) :
  - Les citoyens peuvent collecter des données sur les mares et les petites zones humides en utilisant le module de l'observatoire. Leur rôle est de contribuer activement à l'observation et à la collecte d'informations basiques.
- **Un expert** (Fig. 1) :
  - Les scientifiques et naturalistes qui utilisent des protocoles spécifiques pour des suivis approfondis complètent les observations citoyennes par des observations protocolées <https://geonature.snpn.com/> :
    - Protocole - caractérisation de mare
    - Protocole mare - Flore
    - Protocole mare - Odonates STELI
    - Protocole mare - POP Amphibiens
    - Protocole mare - Qualité de l'eau



Ces protocoles sont reliés à des réseaux de surveillance de l'évolution de l'état des mares sur le long-terme.

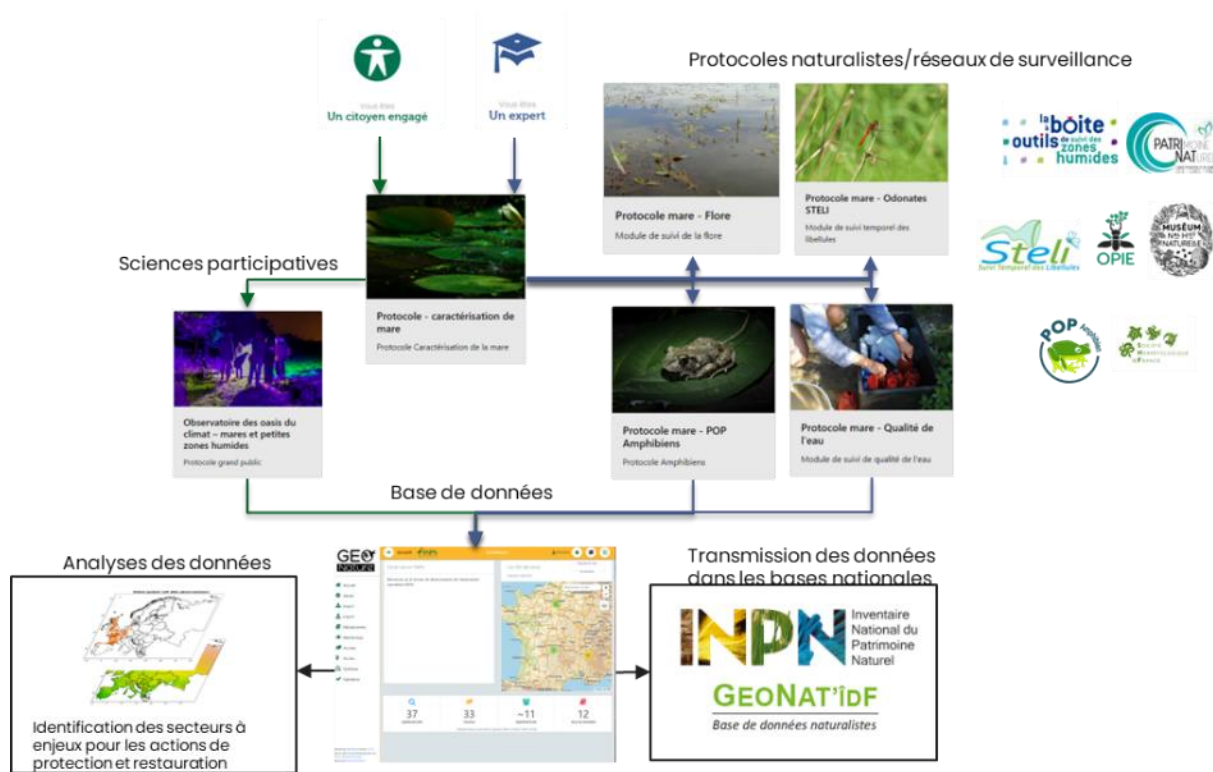


Fig. 1. Fonctionnement de la saisie de données par les utilisateurs.



### 3. Réseau de surveillance de l'évolution de l'état des mares

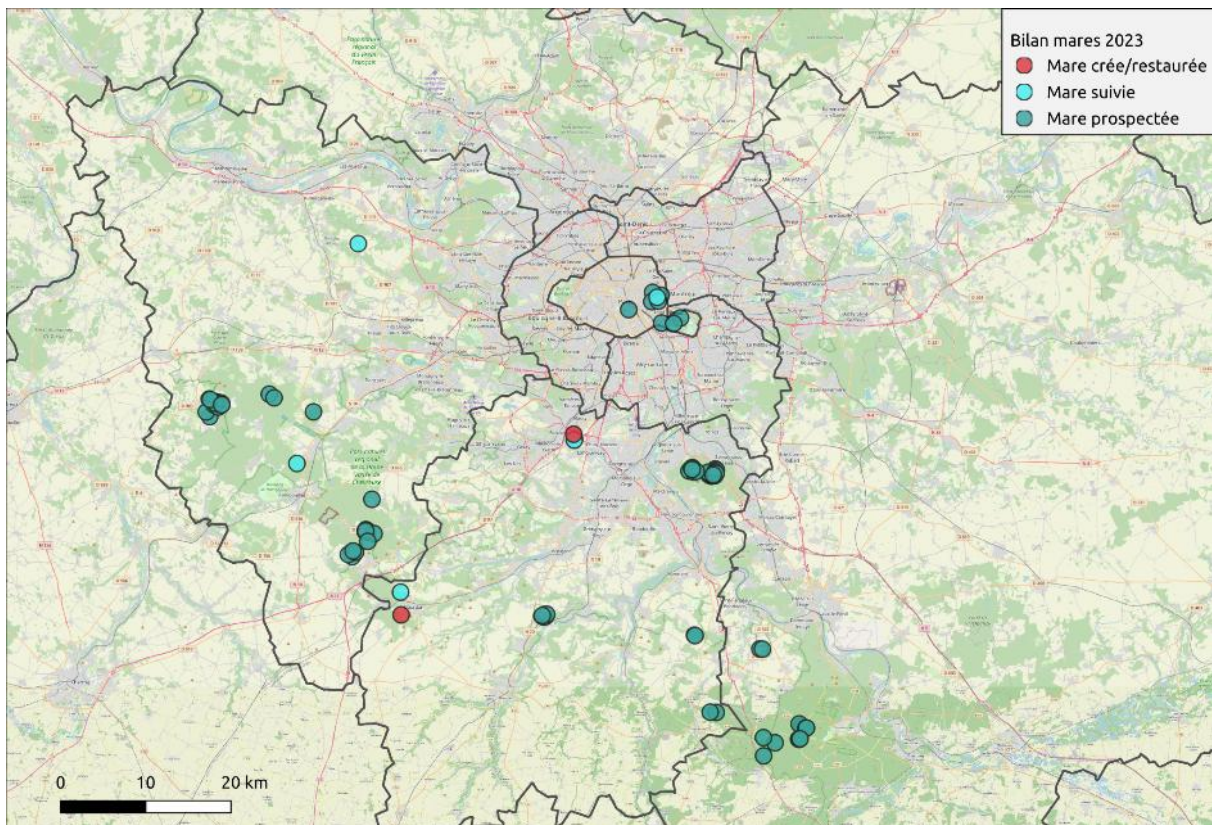
#### 3.1. Définition du réseau de surveillance des mares

Un réseau de suivi de mares à long terme, a été développé en Île-de-France pour répondre à trois principaux enjeux :

- Suivre sur le long terme l'évolution de la biodiversité des mares franciliennes,
- Identifier de potentiels effets liés au changement climatique,
- Participer aux suivis nationaux des tendances des populations d'Odonates, Amphibiens et flore des petits milieux aquatiques.

Six mares pilotes ont été suivies durant l'année 2023 afin d'élaborer et de tester des protocoles de suivi, et recueillir les premières données de biodiversité.

En s'appuyant sur cette première étude, des mares en bon état de conservation, dans des secteurs particulièrement préservés d'Île-de-France ont été ciblées pour être suivies à partir de 2024. La sélection des sites a été faite en combinant les résultats des suivis de 2023, les données de l'inventaire des mares d'Île-de-France (SNPN), et les dires d'experts régionaux.



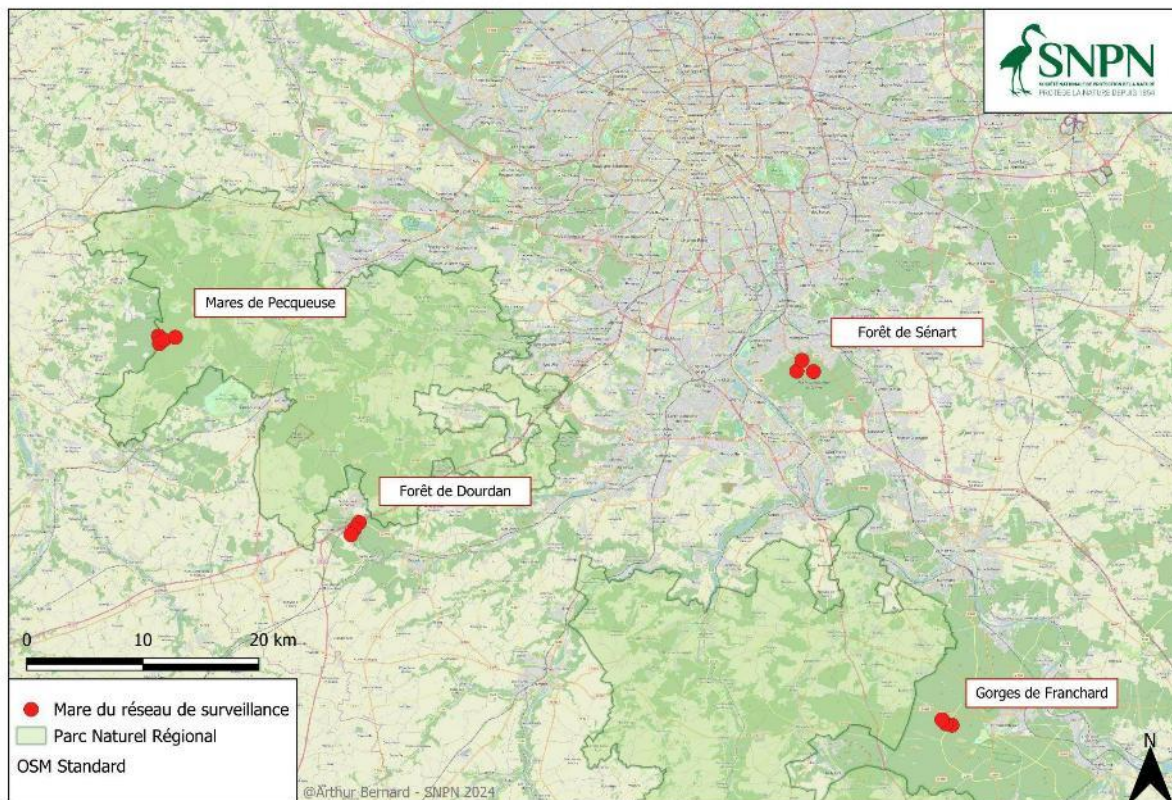
**Fig. 2. Bilan des actions terrains 2023 (A. Bernard, 2024)**

Ainsi, sur les 10 secteurs et près de 90 mares prospectées en 2023, quatre secteurs comprenant chacun 3 mares ont été retenus, tous en milieu forestier (Forêts de Fontainebleau, Sénart, Rambouillet, Dourdan). Chaque choix a été discuté, renseigné et validé pour convention avec les gestionnaires de l'Office National des Forêts concerné. Une demande de dérogation espèces protégées, pour manipulation des espèces concernées lors des études, a été accordée.





### Carte du réseau de surveillance - SNPN 2024



**Fig. 3. Carte des mares retenues pour le réseau de surveillance (A. Bernard, 2024)**

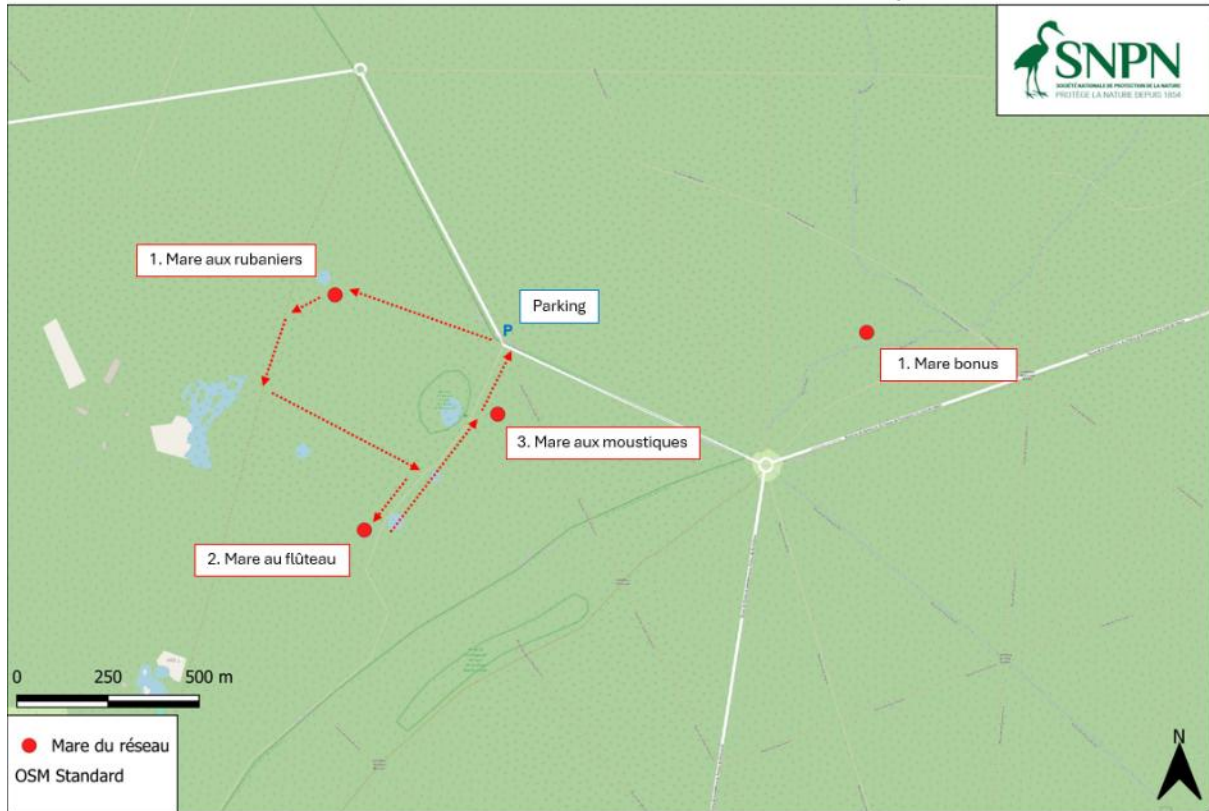
4 réseaux de 3 mares sont ainsi retenus et suivis en 2024 en Île-de-France. Chaque mare fait l'objet d'une fiche de caractérisation et renseignements, disponible en Annexe 1.



### Réseau des mares de Pecqueuses - Rambouillet (Yvelines) :

Ce réseau s'inscrit dans le PNR de la Haute vallée de Chevreuse. Il présente trois mares forestières dans un secteur de la forêt domaniale de Rambouillet peu fréquenté, avec un chapelet de mares très dense aux alentours. La présence d'espèces patrimoniales comme le triton marbré, l'alyte accoucheur ou encore le lézard vivipare renforce l'intérêt écologique et scientifique de ces mares.

#### Réseau de surveillance - Rambouillet mares de Pecqueuse



Mare aux rubaniers



Mare au flûteau



Mare aux moustiques

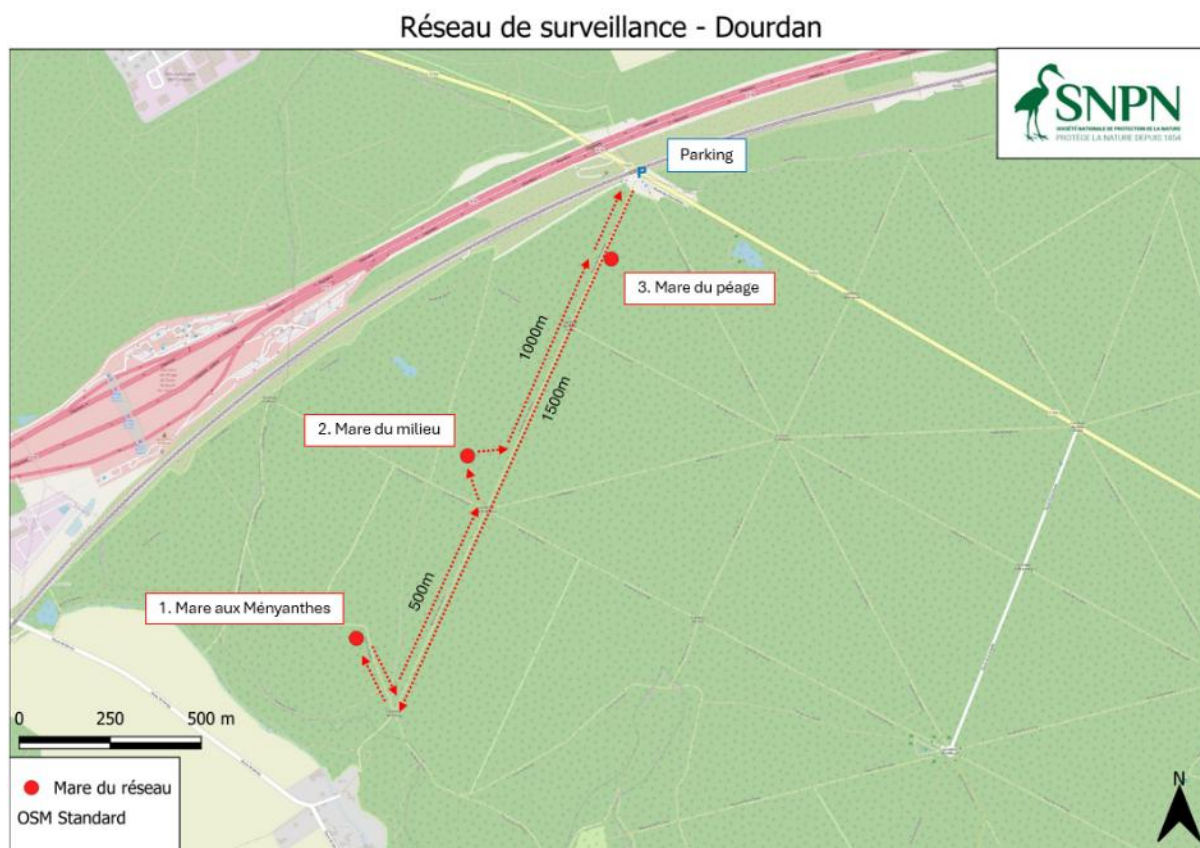
**Fig. 4. Réseau des mares de Pecqueuses - Rambouillet (Yvelines)**



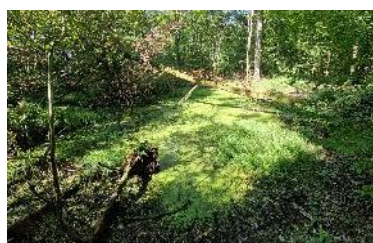


### Réseau de mares de la forêt de Dourdan (Essonne):

Ce réseau de trois mares se situe le long de la Route des Deux Mares de la forêt domaniale de Dourdan. Cette forêt présente un chapelet dense de mares forestières, avec une population importante de tritons crêtés, et la présence de tritons ponctués. Peu fréquenté, le réseau se situe néanmoins le long d'un important axe routier, dont il serait intéressant d'étudier l'impact sur l'évolution de la biodiversité du réseau. Une des mares présente également une large population de trèfles d'eau (*Menyanthes trifoliata*), espèce très rare et classée vulnérable sur la liste rouge régionale des plantes vasculaires. Ce réseau se trouve également à proximité du site de la Belette et des mares récemment creusées par la SNPN sur ce lieu, permettant d'appréhender les espèces se trouvant à proximité et susceptibles de coloniser ces nouveaux milieux.



Mare du péage



Mare du milieu



Mare aux Ményanthes

**Fig. 5. Réseau de mares de la forêt de Dourdan (Essonne)**



### Réseau de mares de la forêt domaniale de Fontainebleau :

Ce réseau de trois mares se situe dans le secteur des Gorges de Franchard en forêt de Fontainebleau. Il s'agit de mares de platières présentant une écologie tout à fait particulière. On y trouve des espèces emblématiques comme le triton marbré, ou la couleuvre vipérine, ainsi qu'un cortège d'odonates très divers, dont plusieurs espèces sont menacées dans la liste rouge régionale. Le site est très fréquenté durant la période estivale notamment par des randonneurs, mais est inclus au sein du PNR du gâtinais français.

#### Réseau de surveillance - Fontainebleau



Mare aux pigeons



Mare Mazarin



Mare de la roche qui pleure

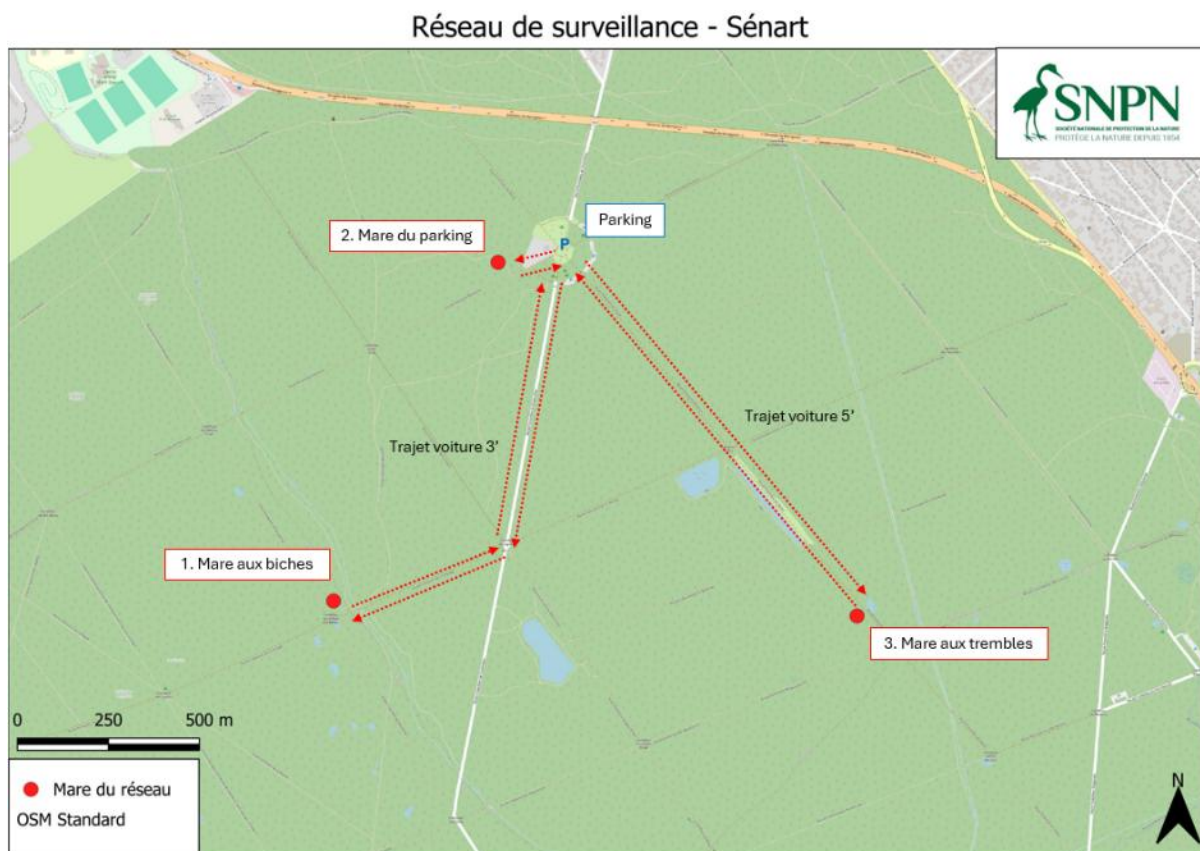
**Fig. 6. Réseau de mares de la forêt domaniale de Fontainebleau**





### Réseau de mares de la forêt de Sénart :

Ce dernier secteur se situe au sein de la forêt domaniale de Sénart, dans laquelle on recense aujourd'hui un réseau très dense de 850 mares. Sous gestion ONF, l'agence porte une attention particulière à l'entretien de ce réseau. On y trouve notamment l'alyte accoucheur et le triton crêté, mais également *Eleocharis multicaulis*, espèce classée en danger critique d'extinction dans la liste rouge régionale des plantes vasculaires.



Mare du parking



Mare aux biches



Mare aux trembles

**Fig. 7. Réseau de mares de la forêt de Sénart**



## 3.2. Méthodologie

### Choix des protocoles de suivi

Dans le but de contribuer aux dynamiques d'étude nationales, le choix des protocoles de suivi de la biodiversité des mares, a fait l'objet d'entretiens avec les référents nationaux associés (Société Herpétologique de France, Opie, MNHN, UMR Patrinat, CEN) et de tests de terrain en 2023, sur 6 mares, avec entre 5 et 7 passages par mare. L'analyse de ces suivis a permis la sélection d'un ensemble de protocoles et de trouver un compromis entre qualité de l'information, compatibilité entre protocoles, praticité de mise en œuvre et minimisation des perturbations du milieu. Une priorité a été donnée au choix de protocoles existants et le plus largement employés, et les ajustements ont été minimisés pour maintenir une compatibilité totale avec les jeux de données nationaux associés. Ces protocoles sont détaillés dans le rapport 2023 (MALLARD ET AL., 2023).

- **Caractérisation des mares :**

La caractérisation des mares est une étape cruciale pour documenter l'état et l'évolution d'une mare à un moment donné. Elle peut être réalisée à tout moment sur une mare existante, potentielle ou disparue, en se basant sur un module développé par le Conservatoire Fédératif des Espaces Naturels de Basse-Normandie. Ce suivi inclut des données générales sur la mare, ses caractéristiques abiotiques et biotiques, son état écologique, son stade d'évolution, et les menaces identifiées. La caractérisation peut être mise à jour régulièrement par différents observateurs, avec une recommandation d'actualisation tous les cinq ans.

Les informations collectées incluent :

- Propriété du site : gestionnaire, propriétaire, type (public, privé, mixte).
- Type de zone humide : mare, mouillère, lagune, etc.
- Environnement : habitat environnant (prairie, forêt, urbain, etc.).
- Dimensions : longueur, largeur, profondeur.
- Pentés et fond de la mare : nature du fond, pourcentage de pente.
- Stade d'évolution et régime hydrologique (permanent, temporaire).
- Caractéristiques physiques : turbidité, alimentation en eau, liaison au réseau hydrologique.
- Usage anthropique : pêche, baignade, réserve de biodiversité, etc.
- Entretien des berges et altérations (pollution, piétinement, végétation envahissante).
- Perturbations et commentaires : champs libres pour observations supplémentaires.
- Documentation visuelle : photos avec orientation et schéma des habitats.

- **Taxons suivis:**

De nombreux taxons sont affiliés aux mares et aux petits milieux aquatiques et zones humides. Les suivis protocolés sont mis en place sur trois taxons principaux :

- les amphibiens avec 19 espèces présentes en Île-de-France sur les 40 espèces de la France hexagonale (JOHAN ET AL., 2023),
- les odonates avec 59 espèces d'odonates sur les 108 taxa métropolitains, dont environ 44 espèces observées sur les mares et petites zones humides franciliennes (SNPN, 2013),
- les plantes vasculaires avec environ 1 600 espèces sur près de 5 000 à l'échelle nationale, dont près de 450 espèces observées dans les mares, autres petites zones humides et sur leurs berges. Sur ces 450 espèces, une centaine peuvent être considérées comme hydrophytes, à héliophytes, dépendantes directement de la présence d'eau libre, au moins une partie de l'année (SNPN, 2013).



De nombreux autres taxons n'ont pas été retenus bien qu'ils constituent une grande part de la diversité des mares et petites zones humides. On peut citer de nombreux insectes aquatiques et autres invertébrés tels que des mollusques et crustacés, ainsi que l'ensemble de la flore non-vasculaire (algues, mousses et hépatiques), et des micro-organismes (protistes, bactéries, archées) détectable par ADN environnemental (SIMON ET AL., 2015). De manière plus large, de nombreuses espèces profitent de la présence de mares, sans en être pour autant biologiquement dépendantes, tels que certains lichens, oiseaux et mammifères bénéficiant de l'humidité et de la ressource en eau.

Le choix des taxons amphibiens, odonates et plantes vasculaires se base principalement sur les critères suivants :

- La continuité avec les relevés effectués précédemment par la SNPN et sur l'observatoire participatif.
- Ces trois taxons ont été retenus par la SNPN, en 2010 pour l'étude et la qualification des mares
- L'existence de protocoles nationaux largement utilisés (détaillés ci-dessous)
- Les compétences requises pour leur détermination. A noter que des protocoles de suivis des insectes aquatiques existent (IcoCAM) et pourront être envisagés dans le futur avec des compétences de détermination adéquates. D'autres méthodes de détection nécessitant des compétences variées sont également d'intérêt telles que l'ADN environnemental ou l'éco-acoustique subaquatique (DESJONQUÈRES ET AL., 2015)
- L'existence d'une liste rouge régionale disponible en Île-de-France, qui propose une évaluation de l'état de conservation des populations, estimée pour une majorité des espèces (respectivement Flore vasculaire en 2011, odonates en 2014, Amphibiens en novembre 2023) le caractère "emblématique" de ces espèces affiliées aux mares.

- **Flore :**

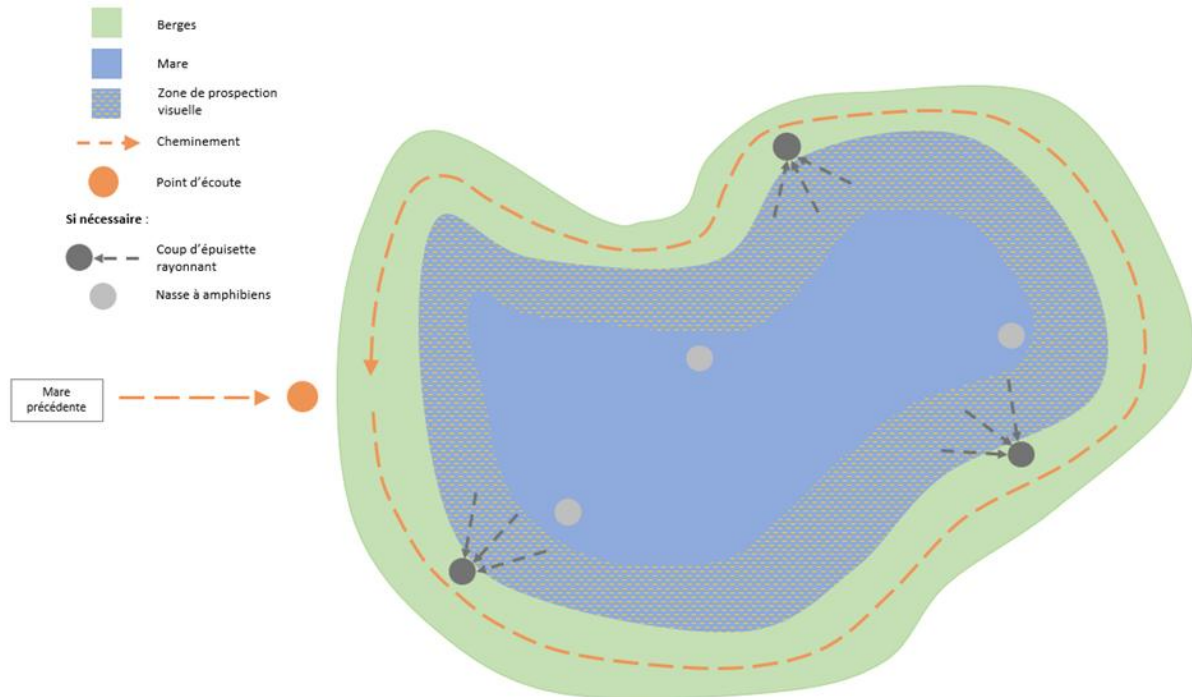
Le protocole de suivi de la flore des mares a fait l'objet d'un ajustement, vis-à-vis des perspectives prévues en 2023. Le protocole retenu est le protocole transect employé par le Conservatoire Botanique National Sud Atlantique, dans le cadre du suivi des lagunes du plateau landais (LE FOULER & BLANCHARD, 2011).

- Suivi de la flore aquatique et des berges, par transect
- Échantillonnage par quadrat le long d'un unique transect fixe traversant la mare de manière perpendiculaire à la berge. Quadrats de 1x1 m, espacés de 1 m.
- Pour chaque quadrat, relevé de la liste des espèces vasculaires et du recouvrement en pourcentage, avec mesure de profondeur au .
- Prospection supplémentaire pour espèces patrimoniales non présentes sur les transects.
- Un passage par an, entre la fin juin et la fin juillet.
- Conditions météorologiques renseignées lors des passages : pluviosité, vent, couverture nuageuse. Précautions prises pour éviter de perturber les herbiers et remuer les sédiments.



- **Amphibiens :**

- **POPAmphibien** "Communauté"
- Trois passages par an entre février et juillet dans une période maximale de 2 semaines pour chaque session : février-mars, avril-mai, juin-juillet.
- Trois étapes : point d'écoute de 5 minutes, prospection visuelle et auditive avec lampe torche, pêche à l'épuisette si nécessaire.
- Visites de nuit, évitant les nuits trop fraîches et phases de pleine lune, avec température et autres conditions climatiques renseignées.

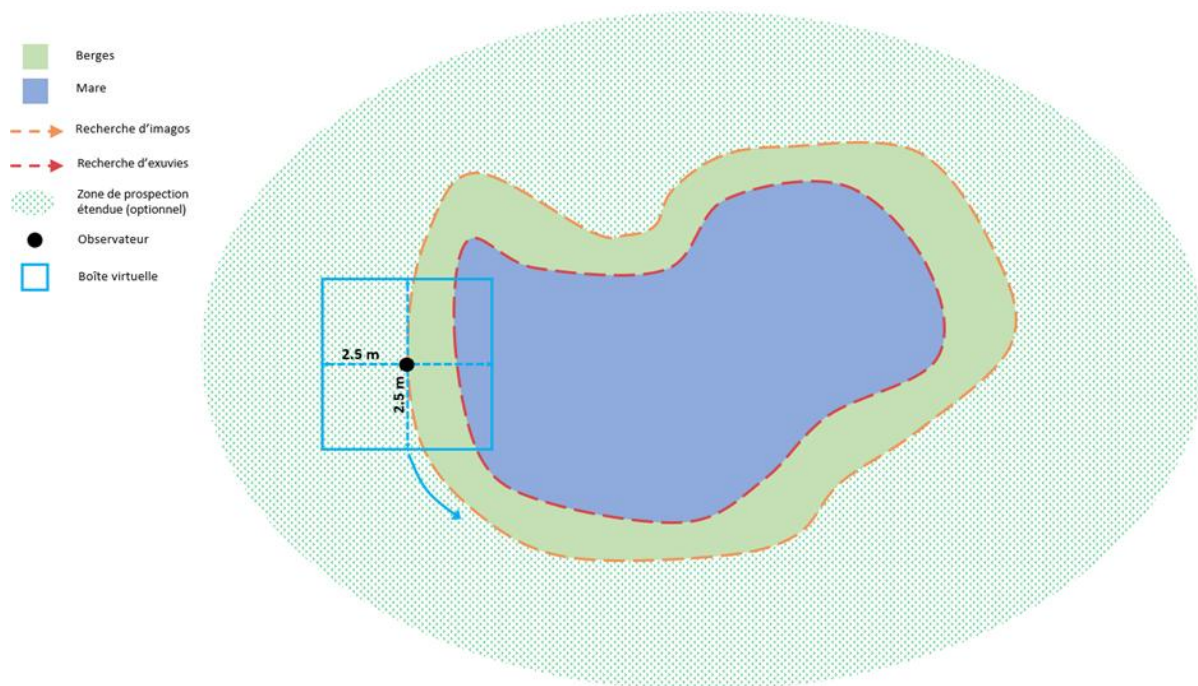


**Fig. 8. Schéma théorique du protocole de suivi des amphibiens**

- **Odonates :**

- **STELI** (Suivi Temporel des Libellules)
- 9 passages répartis en trois périodes : avant le 15 juin, du 16 juin au 31 juillet, après le 1er août.
- Prospection de 30 minutes pour observer les imagos le long de la mare, avec boîte virtuelle de 5m<sup>2</sup> pour standardiser les observations.
- Température >17°C, nébulosité <75%, absence de pluie, vent <5 Beaufort.





**Fig. 9. Schéma théorique du protocole de suivi des odonates**

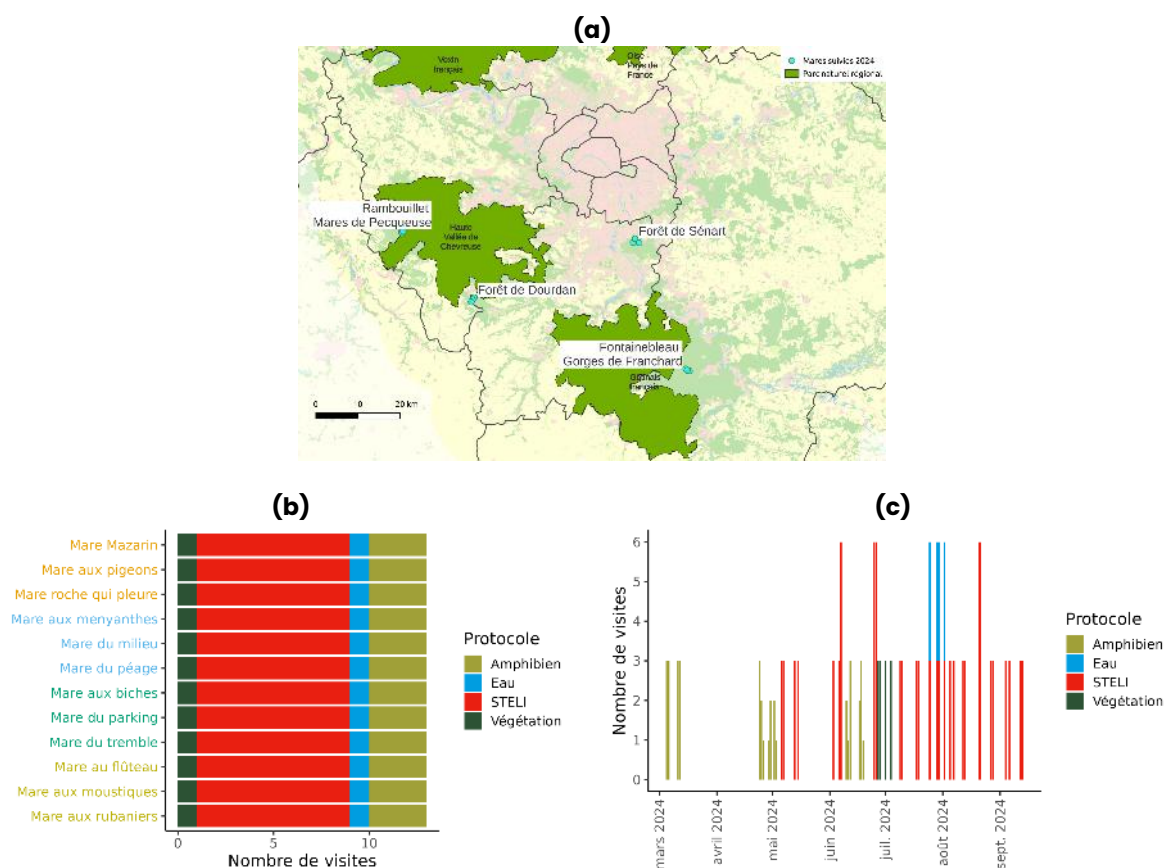
Ces protocoles sont couplés d'un suivi des caractéristiques principales de chaque mare (Fiche mare type), et de mesures d'indication de qualité d'eau par tests colorimétriques (Aqua Tests) sur les paramètres : KH, GH, pH, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe, Cu, O<sub>2</sub>. La température de l'eau au moment des tests sera également relevée à l'aide d'un thermomètre ou d'une sonde. Un relevé par an est réalisé en Juillet. Ces mesures de qualité d'eau ont une valeur informative limitée, n'ayant pas prétention à évaluer réellement la qualité d'eau d'une mare, qui nécessite un échantillonnage dans l'espace et le temps, adapté à la grande variabilité de ces milieux. Elles sont mises en place dans un cadre expérimental.

### **Plan d'échantillonnage**

La combinaison de ces protocoles amène à cibler des réseaux de 3 mares distantes de 500m (condition du protocole STELI), situées dans une unité paysagère homogène (condition du protocole PopAmphibien - communauté). Ces regroupements permettent aussi d'envisager à long terme des comparaisons par réseaux de mares, intra et inter secteurs. Ils offrent aussi une meilleure cohérence temporelle et météorologique, et une optimisation des déplacements pour un gain de temps important à l'échelle régionale.

Les mares sont systématiquement suivies par secteur (soit par groupe de 3 mares) dans la même journée, ou nuit. L'ensemble des 4 secteurs fait l'objet d'un même passage, sur un laps de temps maximum de 2 semaines.





**Fig. 11. Synthèse des suivis sur les sites pilotes. (a) Répartition géographique des mares. (b) Nombre de visites par protocole. (c) Calendrier des visites.**

### Méthodes statistiques

Trois types de méthodes statistiques sont utilisées pour répondre aux trois questions principales.

Premièrement, il s'agit de comparer le nombre d'espèces différentes détectées à 15 et à 30 minutes du protocole STELI. Pour ce faire, un test non-paramétrique est adopté, il s'agit du test des rangs signés de Wilcoxon sur des échantillons appariés (WILCOXON, 1945). Il est implémenté sur R via le package *rstatix*.

Deuxièmement, des tendances temporelles de présence des espèces suivies peuvent être mises en évidence grâce aux modèles de présence/absence multi-espèces, ou Multi-Species Occupancy Models (MACKENZIE ET AL., 2017 ; DEVARAJAN ET AL., 2020). Le principe est de déterminer à partir de toutes les données si la non-observation d'une espèce sur un site s'explique mieux par le fait que cette espèce n'est pas présente sur le site ou par le fait qu'elle est présente mais non-détectée par l'observateur. L'hypothèse principale des modèles de présence/absence est que la présence d'une espèce ne change pas entre les différents passages dans une même saison d'inventaire.

Le modèle statistique utilisé est basé sur les travaux de Dorazio & Royle (2005). Étant donné qu'il s'agit de la première année de suivi de ces mares, le nombre de données est trop faible pour introduire un



grand nombre de paramètres. Le modèle ne tient ainsi pas compte des effets observateurs et de la saisonnalité qui sont courants dans ce type d'analyse.

Le modèle statistique est à présent détaillé. Pour un protocole donné (STELI ou PopAmphibien), chaque site  $j$  a été visité  $V$  fois. Chaque donnée de détection/non-détection d'une espèce  $i$  sur le site  $j$  est notée  $y_{ij}$  et vaut 0 ou 1. Ces données peuvent être exprimées à partir de paramètres dont la valeur la plus probable sera estimée. Chaque observation suit la loi binomiale suivante

$$y_{ij} \sim \text{Binomial}(V, z_{ij}\theta_i),$$

avec  $z_{ij}$  la véritable présence/absence de l'espèce  $i$  sur le site  $j$ , et  $\theta_i$  la probabilité, si elle est présente, de détecter l'espèce  $i$  lors d'une visite.

La réelle présence/absence d'une espèce  $i$  sur le site  $j$  dépend d'une probabilité de présence  $\psi_{ij}$  :

$$z_{ij} \sim \text{Bernoulli}(\psi_{ij}).$$

Le modèle va donc estimer, par la méthode bayésienne, les valeurs les plus probables des probabilités de présence  $\psi_{ij}$  et de détection  $\theta_i$ . Pour estimer l'effet des espèces et celui des sites, une régression logistique est utilisée sur ces deux paramètres :

$$\text{logit}(\psi_{ij}) = u_i + \alpha_j,$$

$$\text{logit}(\theta_i) = v_i,$$

avec  $u_i$  l'effet de l'espèce  $i$  sur la probabilité de présence,  $\alpha_j$  l'effet du site  $j$  sur la probabilité de présence et  $v_i$  l'effet de l'espèce  $i$  sur la probabilité de détection.

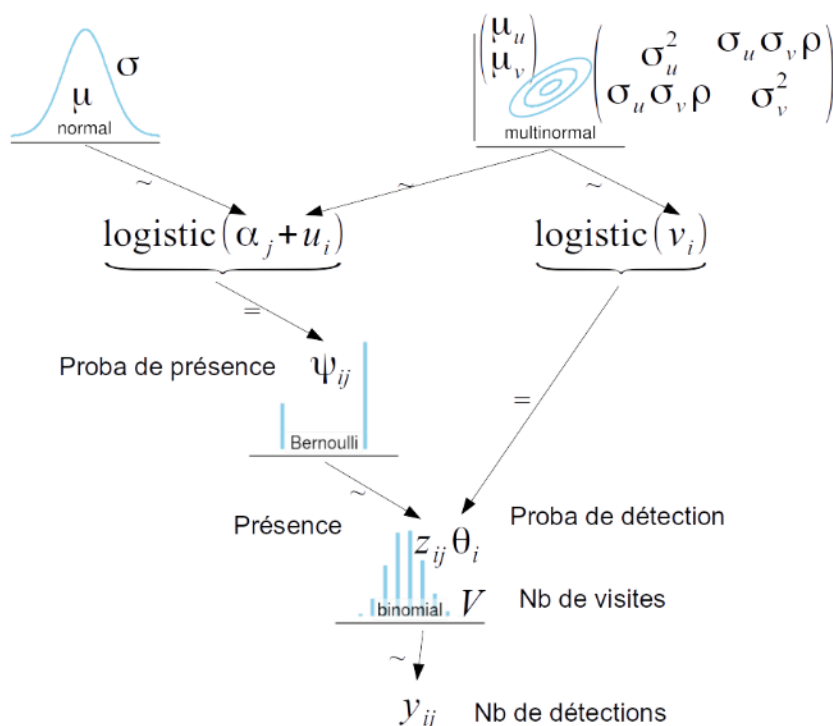
A la manière de Dorazio & Royle (2005), les paramètres d'une même communauté d'espèces (odonates ou amphibiens) sont issus d'une même distribution, ce qui permet d'utiliser les données d'espèces communes pour affiner les prédictions sur les espèces rares mais qui leur sont proches écologiquement. De plus, il est supposé que les probabilités de présence et de détection puissent être positivement corrélées (par l'abondance d'une espèce par exemple). Ces deux hypothèses sont reflétées par l'hypothèse que les paramètres  $u_i$  et  $v_i$  sont tirés dans une loi normale bivariée :

$$(u_i, v_i) \sim \text{Normal}(0, \Sigma),$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_u^2 & \sigma_u\sigma_v\rho \\ \sigma_u\sigma_v\rho & \sigma_v^2 \end{bmatrix}.$$

Avant d'inférer les valeurs probables de tous les paramètres définis précédemment avec les données récoltées, on choisit d'abord leur valeur a priori. Tous les paramètres sont par défaut tirés dans une loi normale assez large (moyenne 0 et écart type de 10) car peu d'informations existent a priori sur leur distribution. La seule exception est  $\rho$  le paramètre de corrélation entre présence et détection dont la valeur doit être comprise entre -1 et 1, il est donc tiré dans une loi bêta symétrique et recentrée :  $(\rho + 1)/2 \sim \text{Beta}(2,2)$ .

Le modèle bayésien est résumé par la Fig. 12. Il est implémenté en langage Stan puis compilé et exécuté via le package R *rstan* avec les paramètres d'optimisation par défaut. Pour chaque paramètre, sa distribution la plus probable compte tenu des données (et de sa distribution a priori) est obtenue.



**Fig. 12. Représentation du modèle bayésien de présence/absence multi-espèces**

Troisièmement et enfin, la richesse spécifique totale d'un site peut être estimée à partir d'un échantillon grâce au cadre théorique d'interpolation et d'extrapolation des nombres de Hill (COLWELL ET AL., 2012 ; CHAO ET AL., 2014). Le principe est d'estimer le nombre d'espèces que l'on n'a pas détectées en s'appuyant sur le nombre d'espèces qui ont été observées peu de fois. Si elles sont nombreuses, cela indique un effort d'échantillonnage insuffisant. Si, au contraire, on a rencontré toutes les espèces un grand nombre de fois, alors on peut être confiant sur le fait que l'effort d'échantillonnage est acceptable et donc qu'il reste encore peu d'autres espèces à rencontrer. Les nombres de Hill recouvrent différents aspects de la biodiversité. On se concentrera sur la richesse spécifique (nombre d'espèces différentes).

Le taux de couverture de l'échantillonnage est défini comme la fraction du nombre d'individus présents sur un site dont l'espèce a été détectée. Le package R *iNEXT* (HSIEH ET AL., 2016) permet d'estimer le taux de couverture et la richesse spécifique qu'on obtiendrait en faisant varier virtuellement l'effort d'échantillonnage. L'analyse est faite sur les abondances (nombre d'individus observés) pour les protocoles STELI et POPAmphibien et sur les incidences (présence/absence) par quadrat pour le protocole flore.

### **Analyses STELI (odonates)**

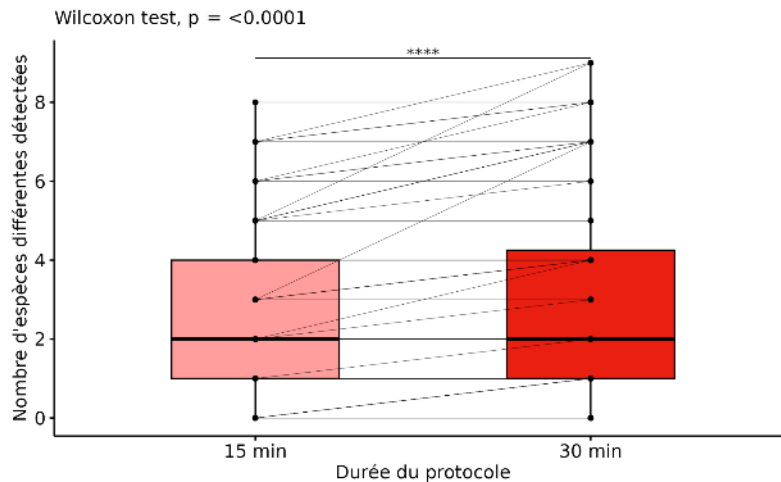
Les observations sont filtrées pour ne garder que les déterminations faites jusqu'à l'espèce. Au total, 25 espèces différentes ont été détectées sur les quatre réseaux. La liste correspondante est disponible en Annexes.

Sur les 96 visites faites du protocole STELI (8 visites \* 12 mares), 72 visites ont fait l'objet d'une comparaison entre un protocole d'une durée de 15 minutes et de 30 minutes. C'est-à-dire que les



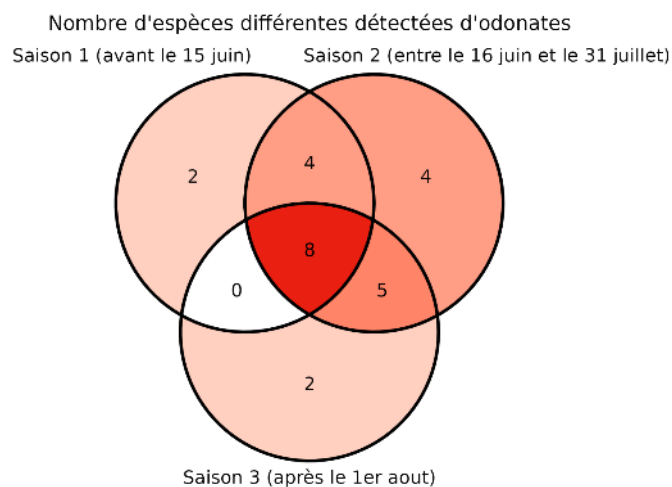
observations faites à 15 minutes ont été notées, puis complétées par 15 minutes complémentaires. Cela ne concerne pas le temps passé à ramasser les exuvies qui sont donc écartées de l'analyse.

Le nombre d'espèces détectées à 15 et 30 minutes pour chaque visite est présenté en Fig. 13. Dans la majorité des visites, les 15 minutes supplémentaires n'ont pas permis de détecter de nouvelles espèces. En moyenne, le nombre de nouvelles espèces détectées dans les 15 dernières minutes est de 0.47. Le test des rangs signés de Wilcoxon conclut que la moyenne du nombre d'espèces détectées est significativement différente entre 15 et 30 minutes ( $p$ -value =  $2e-05$ ).



**Fig. 13. Comparaison entre 15 et 30 minutes de protocole STELI (sans les exuvies)**

Compte tenu du temps et de l'effort nécessaires aux neuf passages du protocole STELI (3 visites pour chacune des 3 saisons), la question de ne conserver qu'une saison dans les relevés futurs se pose. La Fig. 14 montre la répartition des espèces détectées en fonction de la saison. Lors de la première saison, 14 espèces ont été détectées, 21 lors de la seconde, et 15 lors de la dernière. La deuxième saison est à la fois celle qui a le plus d'espèces en commun avec les deux autres et celle qui a le plus d'espèces qui lui sont uniques. En conclusion, si une unique saison devait être conservée, la saison intermédiaire (entre le 16 juin et le 31 juillet) maximiserait le nombre d'espèces détectées dans l'échantillon de 2024.



**Fig. 14. Répartition des espèces différentes d'odonates détectées selon la saison du passage.**



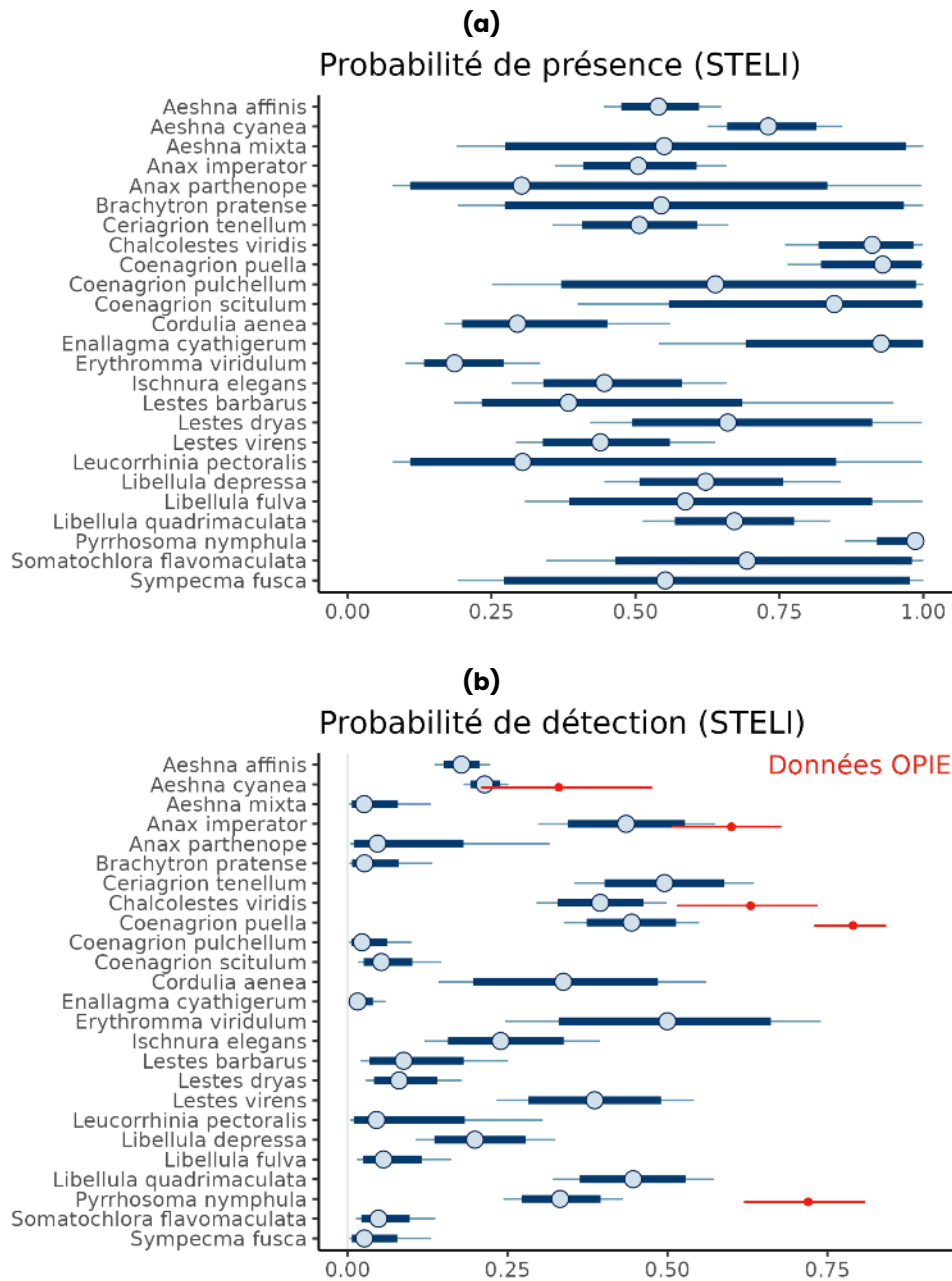


Dans le cadre du réseau de surveillance de la qualité écologique des mares d'Île-de-France, il est intéressant de suivre la tendance temporelle des probabilités de présence des espèces suivies (GOURMAND & VANAPPELGHEM, 2012 ; ASTRUC ET AL., 2021). Ainsi, pour chaque espèce, les résultats fournis par le modèle de présence/absence multi-espèces sont utilisés pour extraire la distribution la plus probable de sa probabilité de présence sur l'ensemble des sites suivis. Il s'agit de  $\underline{\psi}_i = \mathbb{E}[\psi_{ij}]$ .

La Fig. 15a montre la probabilité de présence de chaque odonate sur les sites suivis. L'incertitude autour de l'estimation de la probabilité de présence varie grandement d'une espèce à l'autre. Pour un petit nombre d'espèces, les intervalles de confiance sont suffisamment réduits pour pouvoir espérer capturer une potentielle tendance temporelle dans les années futures. A l'inverse, pour d'autres espèces, les intervalles de confiance à 95% recouvrent presque la totalité de l'ensemble des possibles. L'incertitude est donc quasiment maximale pour ces espèces, ce qui signifie que les données récoltées semblent insuffisantes pour établir des tendances temporelles pour ces espèces.

Il existe toutefois deux raisons de penser que des tendances pourront tout de même être établies avec l'ajout de données futures. Tout d'abord, l'analyse se fera sur l'ensemble des données ce qui permet d'affiner les prédictions des paramètres communs à toutes les années (comme la probabilité de détection d'une espèce). De plus, le plus grand nombre de données permettra d'inclure de nouveaux paramètres qui complexifieront le modèle mais le rendra plus réaliste que la version présentée ici. Il est notamment indispensable de tenir compte du fait que la probabilité de présence d'une espèce dépend de la saison. Notons cependant que si une seule saison seulement fait l'objet d'un passage du protocole STELI, l'incertitude des prédictions du modèle sera réduite.

En complément des probabilités de présence, il est important de vérifier si les probabilités prédites de détections des odonates sont conformes à celles relevées au niveau national. Des résultats issus d'un modèle similaire de présence/absence ont été rendus disponibles pour cinq espèces un an après le lancement du protocole STELI (GOURMAND & VANAPPELGHEM, 2012). D'après la Fig. 15b, les probabilités de détection prédites pour notre réseau de surveillance sont assez faibles. Les intervalles de confiance sont toujours plus faibles ou compris dans ceux issus des analyses au niveau national. Ces niveaux bas de détections s'expliquent par l'absence de prise en compte de l'effet de saisonnalité. La période de vol est en effet un critère crucial de la détection des odonates (GOURMAND & VANAPPELGHEM, 2012).



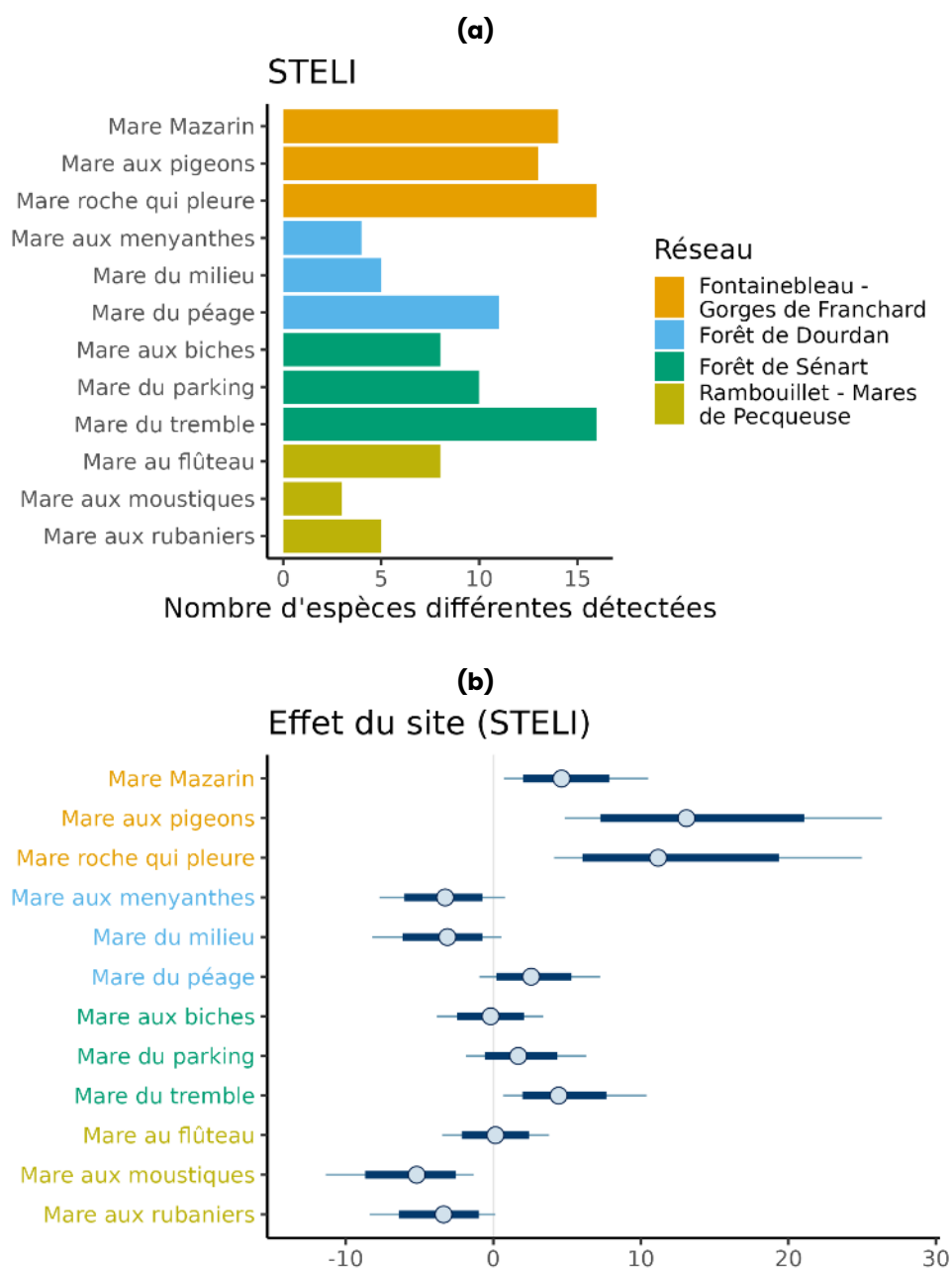
**Fig. 15. Probabilités pour chaque odonate de (a) sa présence moyennée sur tous les sites et (b) de sa détection. En bleu les moyennes et intervalles de confiance à 80 et 95% de la distribution. En rouge les données de l'OPIE (GOURMAND & VANAPPELGHEM, 2012) : intervalles 95%**

Une autre approche intéressante dans le cadre du réseau de surveillance est le suivi de la qualité écologique des sites, plutôt qu'une approche centrée sur les espèces. Le nombre d'espèces d'odonates détectées par mare est disponible en Fig. 16a. On constate une hétérogénéité entre les sites qui peut s'expliquer à la fois par leurs capacités intrinsèques à accueillir les odonates (ensoleillement, artificialisation), mais aussi par les éventuelles conditions externes et ponctuelles lors des visites (pluie, vent, observateur).

Les modèles de présence/absence multi-espèces permettent de tenir compte de ces paramètres externes pour identifier la qualité écologique propre à chaque site. Le modèle actuel ne corrige pas pour les variations météorologiques ou d'observateurs, mais simplement pour les détectabilités des



espèces d'odonates. Il est alors possible de mettre en évidence la contribution  $\alpha_j$  de chaque site  $j$  à la probabilité de présence des odonates (Fig. 16b). En comparant avec la Fig. 16a, on constate que les sites ayant la plus grande richesse spécifique détectée sont en général ceux avec la plus grande contribution dans le modèle. Il existe cependant des désaccords : l'effet de la "Mare aux pigeons" sur la présence des odonates est plus grand qu'attendu au vu de la richesse spécifique, et inversement pour la "Mare du tremble". Ces différences viennent du fait que sur un petit échantillon, il est possible qu'un site ait fait l'objet d'observations d'espèces majoritairement faciles à détecter. Le modèle prédit donc qu'il doit y avoir d'autres espèces sur ce site mais qui n'ont pas été détectées à cause leurs particularités (comportement, vol).

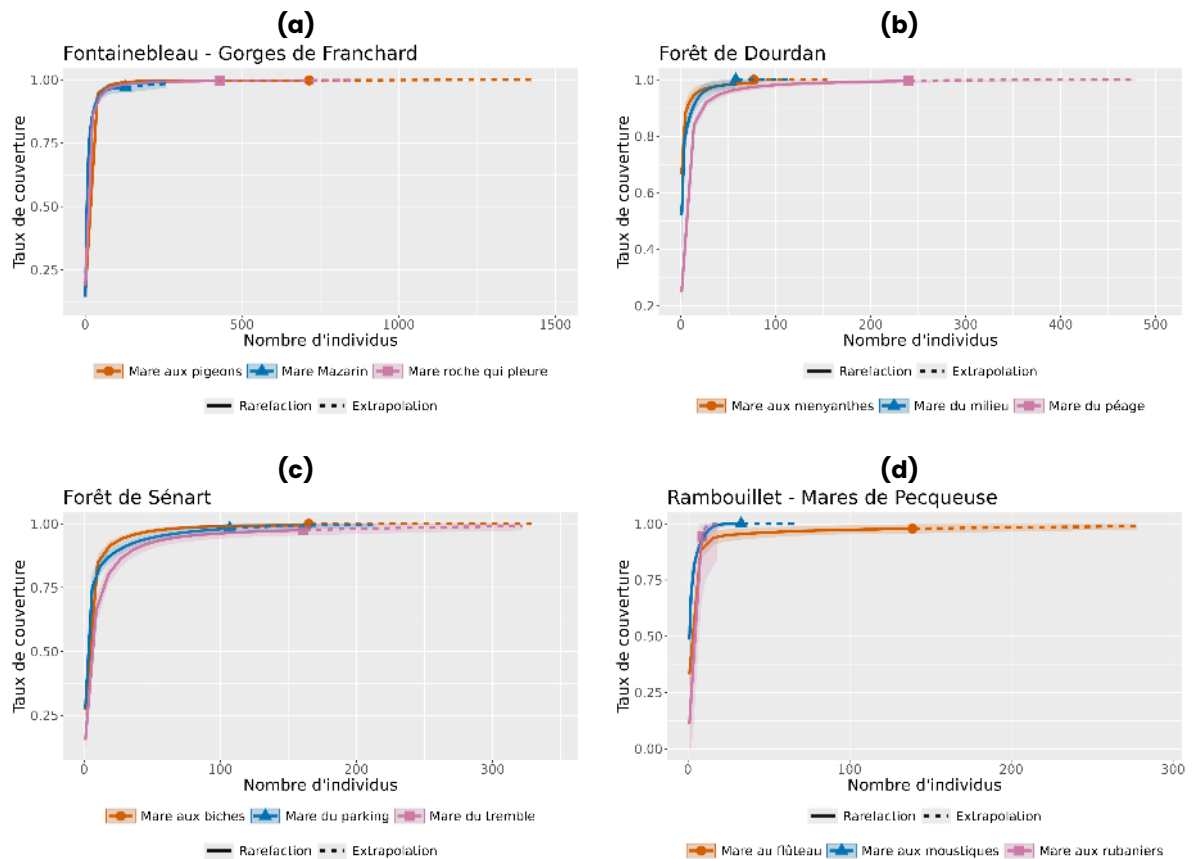


**Fig. 16. Comparaisons des mares par rapport à (a) leur richesse spécifique odonates mesurée et (b) leur contribution à la probabilité de présence dans le modèle présence/absence. En bleu les moyennes et intervalles de confiance à 80 et 95% de la distribution**



Pour en finir avec l'analyse des relevés STELI, les interpolations et extrapolations du taux de couverture et de la richesse spécifique de chaque mare sont présentées respectivement en Fig. 17 et Fig. 18.

Le taux de couverture estimé pour notre échantillon (8 visites par mare) est bien supérieur à 90% pour toute la mare exceptée pour la "Mare aux rubaniers" (réseau de Rambouillet, Fig. 17d). Un très petit nombre d'individus et d'espèces différentes ont été observées sur cette dernière. Cela aboutit à une plus forte incertitude sur la véritable composition du cortège d'odonates autour de cette mare.

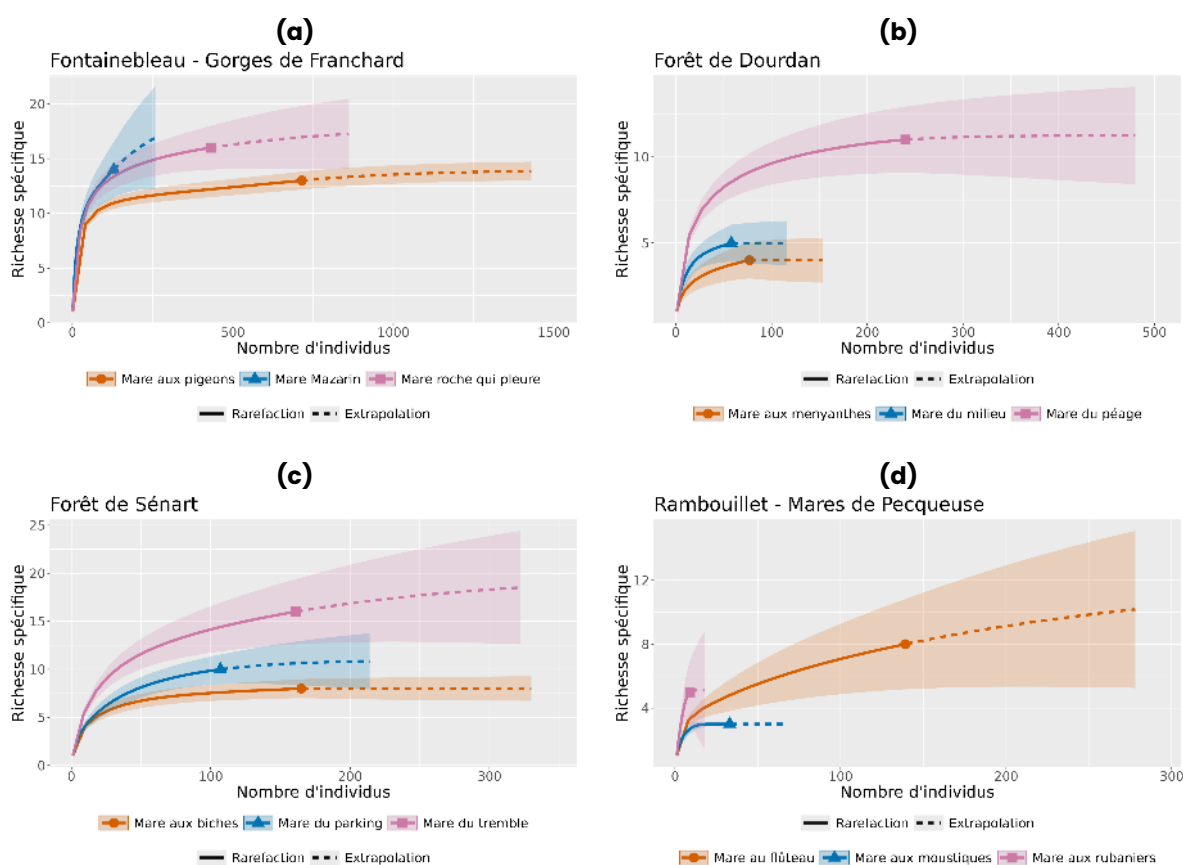


**Fig. 17. Taux de couverture estimé des relevés odonates pour chaque mare. Intervalles de confiance à 95%.**



La Fig. 18 permet de se faire une idée de la véritable richesse spécifique en odonates qui n'est en partie détectée par notre échantillon. Il est notamment possible d'estimer la richesse spécifique mesurée dans le cas où un plus grand effort d'échantillonnage serait fourni (extrapolation). L'extrapolation n'est faite que jusqu'au double du nombre d'individus détectés dans les relevés car elle devient peu fiable au-delà de cette limite (CHAO ET AL., 2014).

Pour de nombreuses mares, les indicateurs prédisent qu'échantillonner plus fortement ne permettrait sans doute pas d'observer de nouvelles espèces (extrapolation plate). En revanche, pour les 3 mares du réseau de Fontainebleau (Fig. 18a), la "Mare du tremble" (Fig. 18c) et la "Mare au flûteau" (Fig. 18c), les indicateurs prédisent que plusieurs espèces plus rares n'ont pas été détectées.

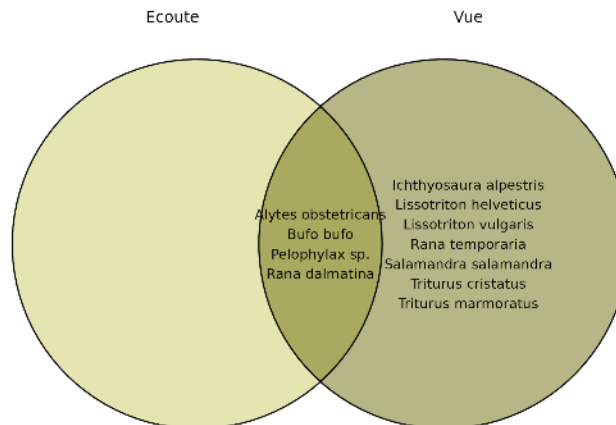


**Fig. 18. Richesse spécifique estimée des relevés odonates pour chaque mare. Intervalles de confiance à 95%.**



## Analyses amphibiens

Les observations sont filtrées pour ne garder que les déterminations faites jusqu'à l'espèce sauf pour le genre *Pelophylax* pour lequel toutes les observations sont gardées au niveau du genre. Au total, 11 espèces différentes ont été détectées sur les quatre réseaux. La liste correspondante est disponible en Annexes ainsi que sur la Fig. 19 qui détaille les méthodes ayant permis de les détecter.

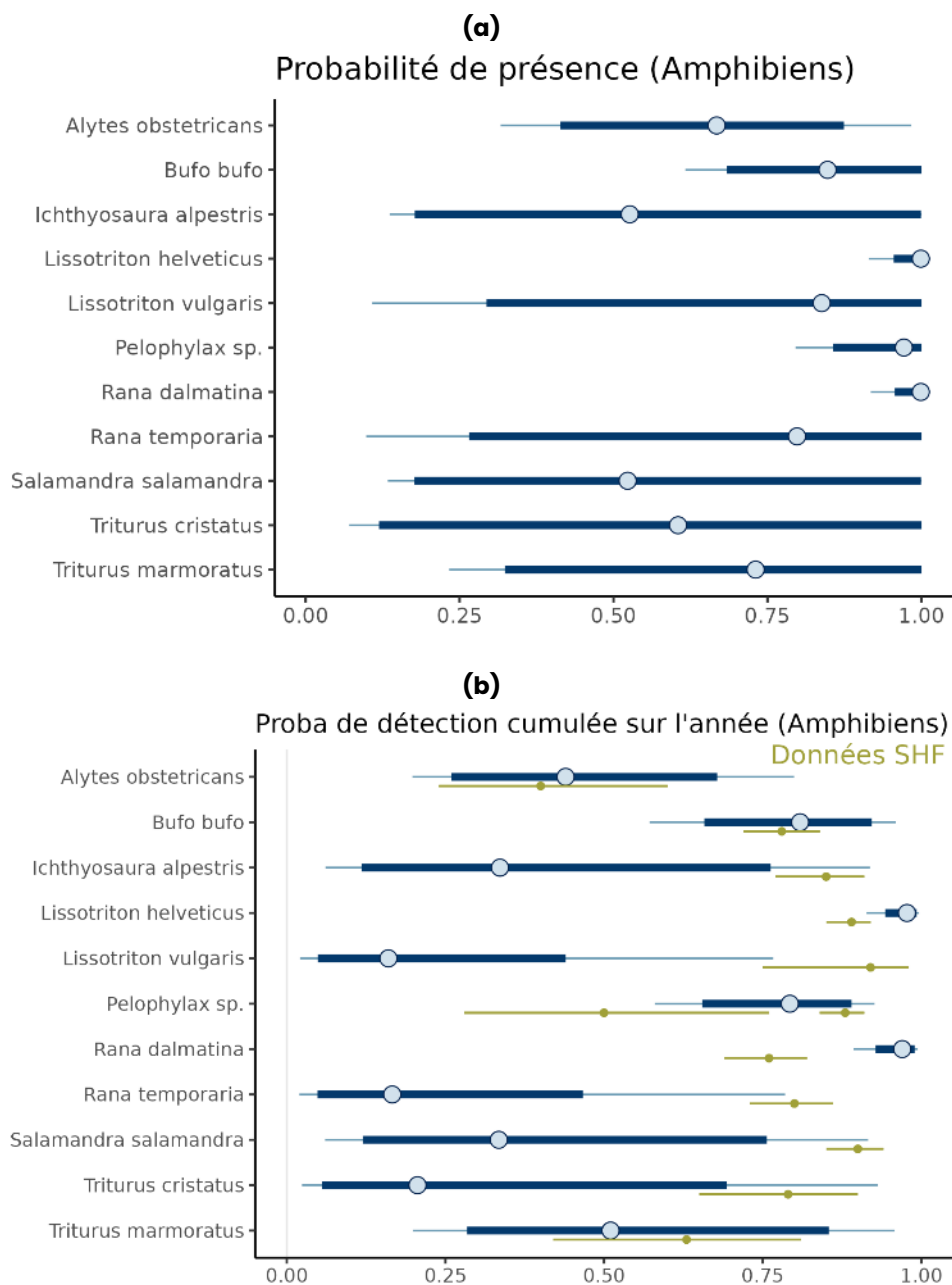


**Fig. 19. Répartition des espèces d'amphibiens selon la méthode de détection**

Le modèle de présence/absence fournit des probabilités de présence avec une incertitude très grande pour de très nombreuses espèces d'amphibiens (Fig. 20a). Ce n'est pas le cas pour les espèces très communes comme le triton palmé (*Lissotriton helveticus*), les grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) et la grenouille agile (*Rana dalmatina*) qui ont été trouvées dans presque toutes les mares (Fig. 20a). Comme pour le cas des odonates, il est pour l'instant difficile de se prononcer sur la possibilité de mettre en évidence des tendances temporelles sur la présence des espèces d'amphibiens.

Pour chaque espèce, la probabilité de sa détection sur un site au moins une fois sur l'année est calculée afin de pouvoir la comparer avec les données SHF fournies lors d'une étude portant sur les amphibiens de Normandie (ASTRUC ET AL., 2021). La probabilité de détection cumulée sur l'année est  $\hat{\theta}_i = 1 - (1 - \theta_i)^3$ . Pour chaque espèce, elle est donnée en Fig. 20b. Par rapport aux données odonates (Fig. 15b), les probabilités de détections mesurées dans notre réseau de surveillance sont plus proches du référentiel externe à plus large échelle (Normandie).

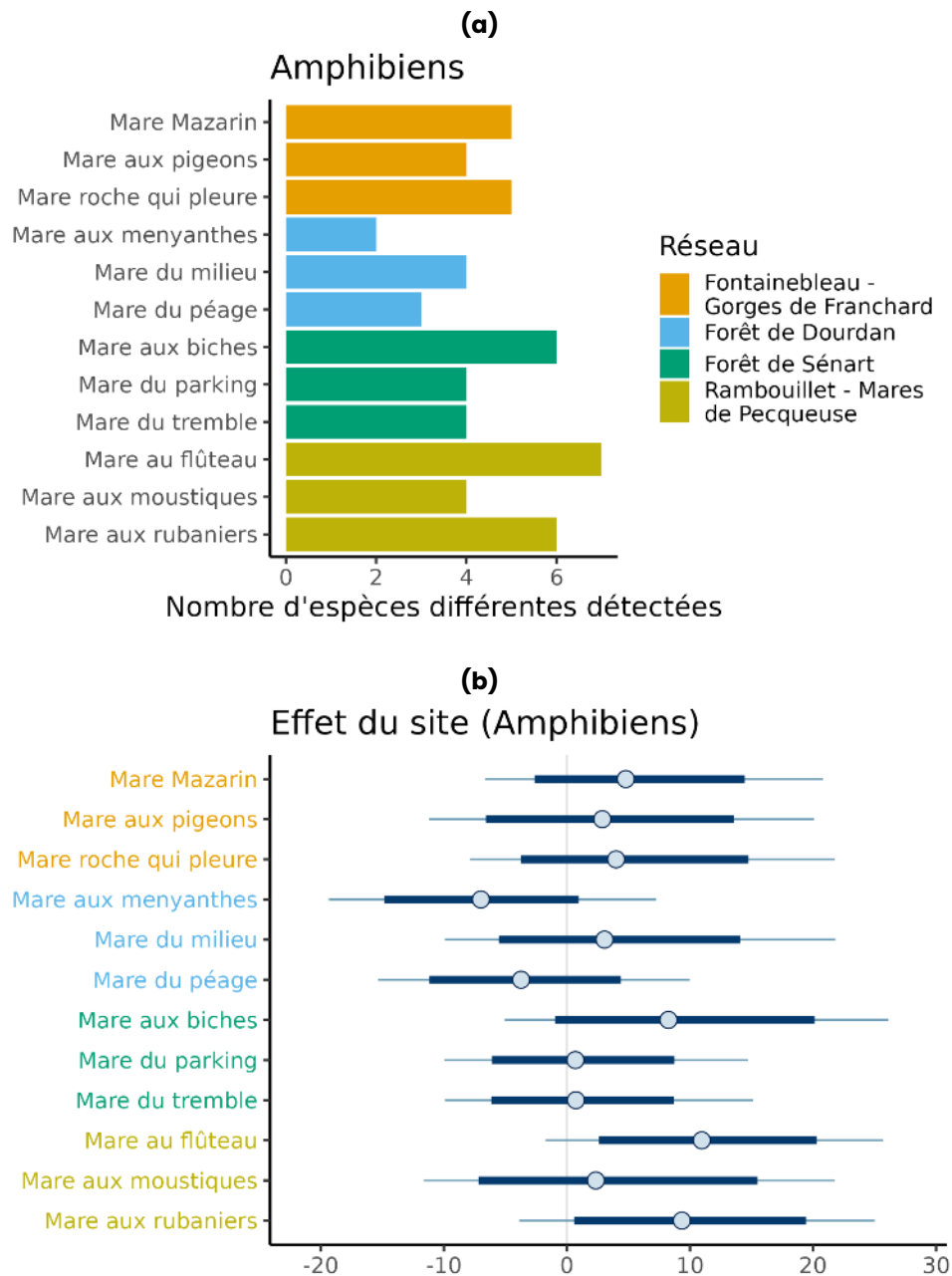




**Fig. 20. Probabilités pour chaque amphibien de (a) sa présence moyennée sur tous les sites et (b) de sa détection cumulée sur l'année. En bleu les moyennes et intervalles de confiance à 80 et 95% de la distribution. En vert les données de la SHF (ASTRUC ET AL., 2021) : intervalles 95%**



Concernant l'étude des tendances temporelles de la qualité écologique de chaque site, la diversité spécifique détectée est détaillée en Fig. 21a. De même, la contribution  $\alpha_j$  de chaque site  $j$  sur la probabilité de présence des amphibiens dans le modèle de présence/absence est illustrée en Fig. 21b. Les sites semblent plus homogènes concernant les amphibiens que les odonates (Fig. 16b), en effet, les intervalles de confiance sont très proches entre sites.

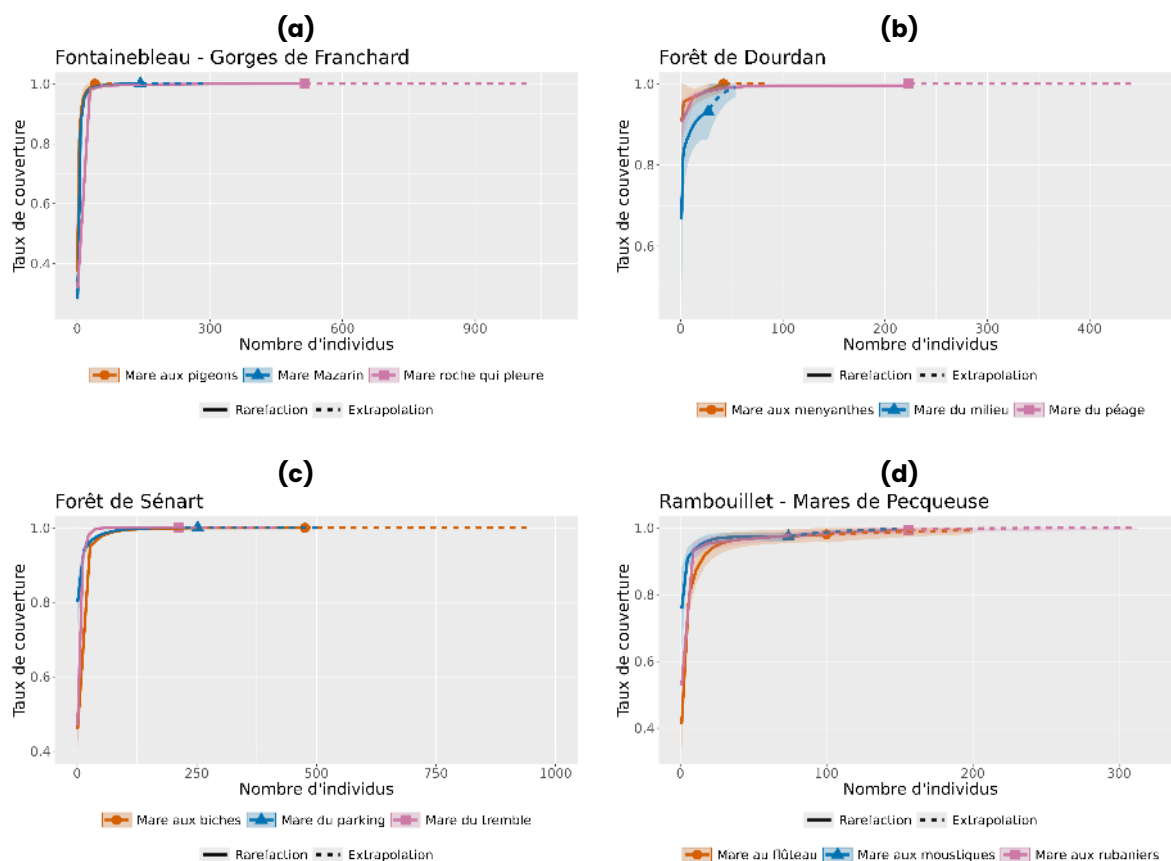


**Fig. 21. Comparaisons des mares par rapport à (a) leur richesse spécifique amphibiens mesurée et (b) leur contribution à la probabilité de présence dans le modèle présence/absence. En bleu les moyennes et intervalles de confiance à 80 et 95% de la distribution**



Les interpolations et extrapolations du taux de couverture et de la richesse spécifique de chaque mare sont présentées respectivement en Fig. 22 et Fig. 23 pour les amphibiens.

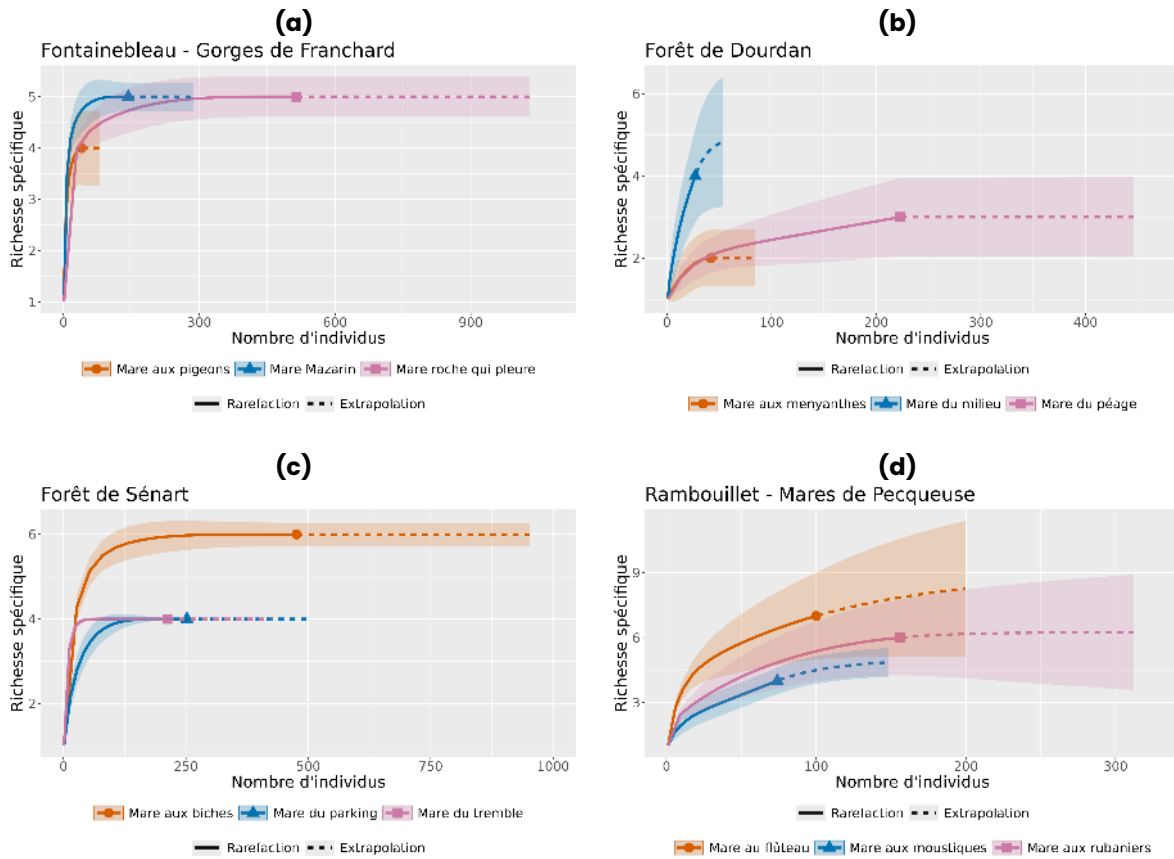
Le taux de couverture estimé après une année de protocole POPAmphibien (3 visites par mare) est très satisfaisant : supérieur à 95% pour toute la mare exceptée pour la "Mare du milieu" (réseau de Dourdan, Fig. 22b). De même que précédemment, cela s'explique par le faible nombre d'individus observés sur cette dernière.



**Fig. 22. Taux de couverture estimé des relevés amphibiens pour chaque mare. Intervalles de confiance à 95%.**



La Fig. 23 présente entre autres la richesse spécifique estimée avec un effort d'échantillonnage supérieur à celui effectué (extrapolation). Les indicateurs prédisent que de nouvelles espèces d'amphibiens pourraient être détectées uniquement pour la "Mare du milieu" (Fig. 23b) ainsi que pour la "Mare au flûteau" et la "Mare aux moustiques" du réseau de Rambouillet (Fig. 23d).

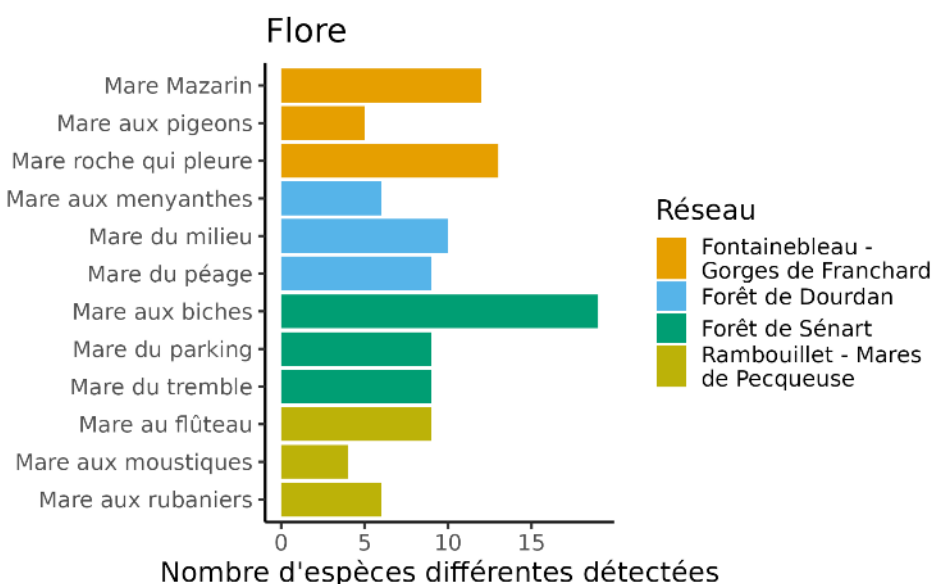


**Fig. 23. Richesse spécifique estimée des relevés amphibiens pour chaque mare. Intervalles de confiance à 95%.**



## Analyses flore

Les observations sont filtrées pour ne garder que les déterminations faites jusqu'à l'espèce. Au total, 49 espèces différentes ont été détectées sur les quatre réseaux. La liste correspondante est disponible en Annexes. La diversité spécifique de la végétation est représentée pour chaque mare en Fig. 24.



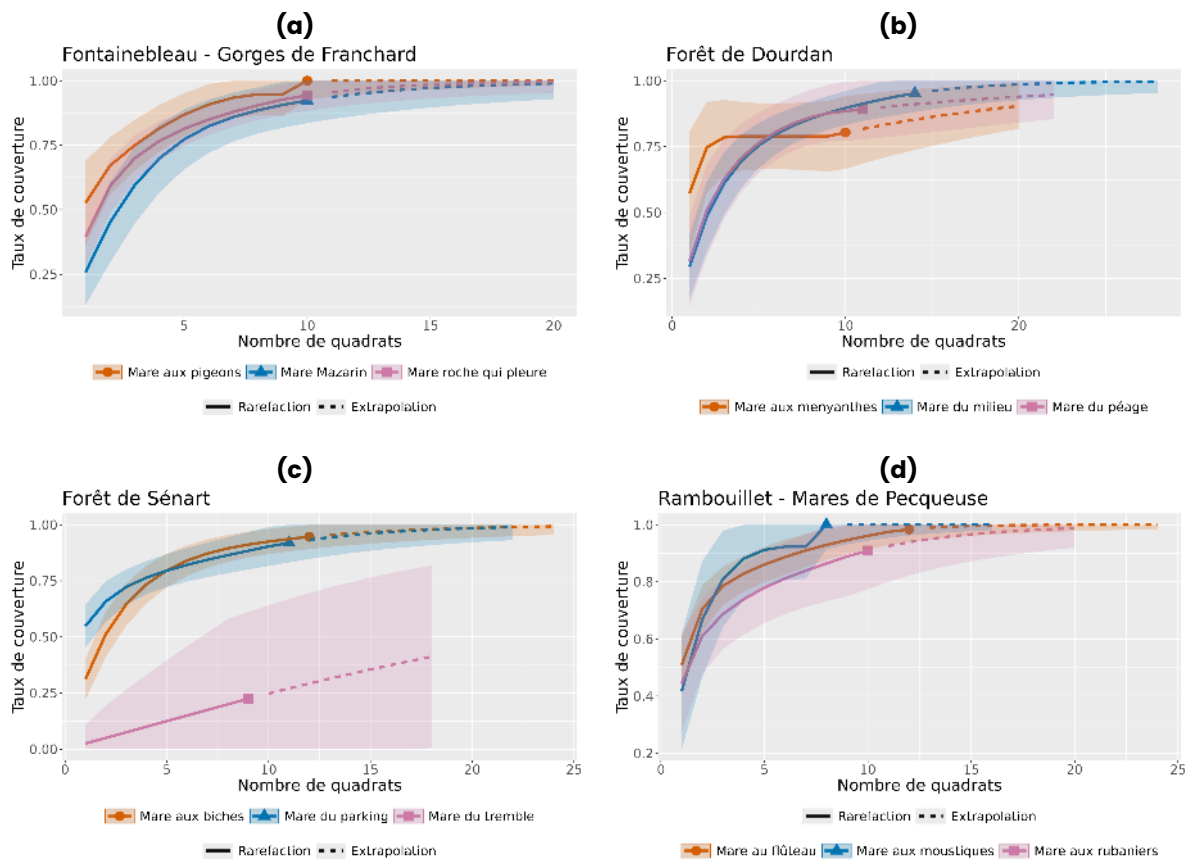
**Fig. 24. Richesse spécifique mesurée pour la flore pour chaque mare.**

La flore n'a pas fait l'objet d'analyse par le modèle de présence/absence multi-espèces. En revanche, les estimateurs du taux de couverture et de la richesse spécifique sont donnés en Fig. 25 et Fig. 26 respectivement.

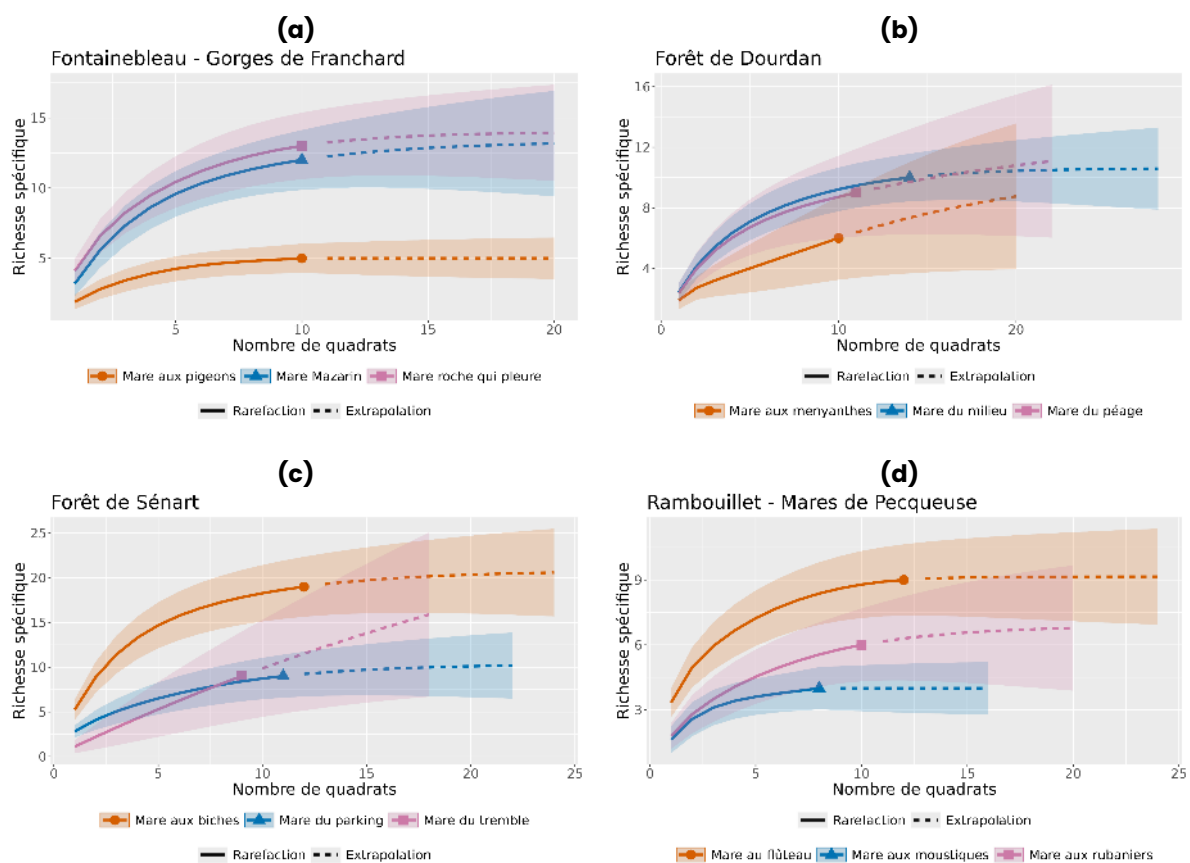
Le nombre de quadrats qui ont été réalisés varie d'une mare à l'autre en fonction de sa surface. Le plus petit nombre de quadrats est 8 pour la "Mare aux moustiques" et le plus grand est 14 pour la "Mare du milieu". Les taux de couverture estimés sont satisfaisants : supérieurs à 80%, à l'exception de la "Mare du tremble" (Fig. 25c) pour laquelle l'estimation est de moins de 25% avec une incertitude très élevée. Très peu de quadrats ont permis l'identification d'espèces végétales lors de la visite effectuée sur cette mare.

Les estimateurs de la richesse spécifique prédisent qu'un plus grand nombre de quadrats permettrait d'augmenter le nombre d'espèces observées pour de nombreuses mares, en particulier pour la "Mare du tremble" (Fig. 26c). Ce n'est pas le cas pour la "Mare aux pigeons" (Fig. 26a) et la "Mare au flûteau" et la "Mare aux moustiques" (Fig. 26d).





**Fig. 25. Taux de couverture estimé des relevés flore pour chaque mare. Intervalles de confiance à 95%.**



**Fig. 26. Richesse spécifique estimée des relevés flore pour chaque mare. Intervalles de confiance à 95%.**



## **4. Protocole de suivi des mares par prises de vues aériennes drone**

La localisation et le suivi de l'évolution des mares sont essentiels pour comprendre leur dynamique écologique et leur réponse aux changements environnementaux. Traditionnellement, l'utilisation de GPS et de relevés topographiques permet de localiser les mares et d'établir des plans détaillés (ARNABOLDI & ALBAN, 2006), mais l'utilisation de drones offre une précision accrue, réduit le temps de collecte des données, et facilite une cartographie détaillée ainsi qu'un suivi temporel régulier. La combinaison de la photogrammétrie, de l'imagerie multispectrale, et d'une planification rigoureuse des vols permet non seulement d'optimiser la collecte des données mais aussi de garantir la reproductibilité des résultats sur le long terme.

L'objectif principal de ce protocole est de compléter les protocoles naturalistes pour surveiller l'évolution des mares, qu'elles soient naturelles, restaurées, ou nouvellement créées. Le suivi permettra de détecter et d'analyser les changements relatifs à la surface d'eau, à la dynamique de la végétation, et à d'autres indicateurs écologiques, afin de fournir des recommandations pour la gestion et la conservation de ces écosystèmes.

### **4.1. Protocole de la méthodologie des prises de vues aériennes**

#### **Préparation et Planification des vols**

Les paramètres du vol sont définis en fonction de la taille des mares et des objectifs de précision. Les vols seront réalisés à une altitude comprise entre 60 et 100 mètres, une altitude de 80 mètres étant recommandée pour un compromis optimal entre la couverture et la résolution des images. La résolution visée est de 2 à 5 cm/pixel pour permettre une analyse fine de la surface d'eau, de la végétation et des berges. Le chevauchement des images est fixé à 80 % dans les directions latérale et longitudinale afin d'assurer une qualité élevée en photogrammétrie et d'éviter les zones non couvertes. En fonction de la taille de la mare, chaque vol durera entre 15 et 30 minutes.

#### **Fréquence des vols et conditions optimales**

Les vols seront effectués de manière trimestrielle, permettant de capturer les variations saisonnières des mares, notamment la dynamique des végétations aquatiques et les modifications de la surface d'eau. Des vols supplémentaires pourront être planifiés en cas de conditions climatiques extrêmes, telles que des sécheresses ou des inondations. Pour garantir des conditions optimales de prise de vue, les vols seront programmés entre 10 h et 14 h, afin de minimiser les ombres et de maximiser la qualité des images en termes de lumière. Les vols ne seront réalisés que par temps clair, avec des vents inférieurs à 15 km/h, pour assurer la stabilité du drone et la qualité des données collectées.

#### **Collecte de données aériennes**

La collecte de données repose sur un plan de vol automatisé, défini à l'aide de logiciels tels que Pix4D. Ces logiciels permettent de planifier des trajectoires de vol précises couvrant toute la mare et une zone tampon jusqu'à 10 mètres au-delà des berges. Les images sont capturées à intervalles réguliers, chaque image étant géoréférencée avec une précision de l'ordre du centimètre grâce aux systèmes RTK (Real-Time Kinematic) ou PPK (Post-Processed Kinematic). Cette précision permet de minimiser les erreurs de positionnement, assurant ainsi que les données collectées sont à la fois fiables et reproductibles.



Pour enrichir les données collectées, des images multispectrales seront capturées en parallèle des images RGB. L'imagerie multispectrale permettra de calculer des indices de végétation, tels que le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), permettant ainsi d'évaluer l'évolution de la végétation dans et autour des mares.

### **Traitement photogrammétrique**

Les images obtenues seront traitées pour produire des orthomosaïques géoréférencées et des modèles tridimensionnels (3D) des mares et de leur environnement. La photogrammétrie permet de créer des modèles numériques de terrain (MNT) qui seront utilisés pour analyser la morphologie des mares, les altérations des berges, et les interactions avec l'environnement. Cela facilitera l'identification des zones d'érosion, la quantification des changements de volume d'eau, et la cartographie des unités de végétation présentes.

### **Analyse et suivi temporel**

Les orthomosaïques et les modèles 3D seront comparés sur une base temporelle afin de détecter les changements saisonniers ou résultant des événements climatiques. L'analyse des images multispectrales permettra d'identifier les dynamiques de la végétation et d'autres indicateurs écologiques qui pourraient être affectés par des facteurs comme la sécheresse, la pollution ou les interventions humaines. Ces analyses permettront de fournir des recommandations de gestion, telles que des mesures de restauration des berges, des ajustements dans la gestion de l'eau, ou des stratégies de conservation de la biodiversité.

## **4.2. Test de traitement photogrammétrique**

Un test expérimental de prise d'images et d'analyses photogrammétriques a été réalisé sur une mini-mare de jardin de bassin préformé aux dimensions : L119 x l179 x H 42 cm, 150 Litres.

### ***1. Acquisition et qualité des images***

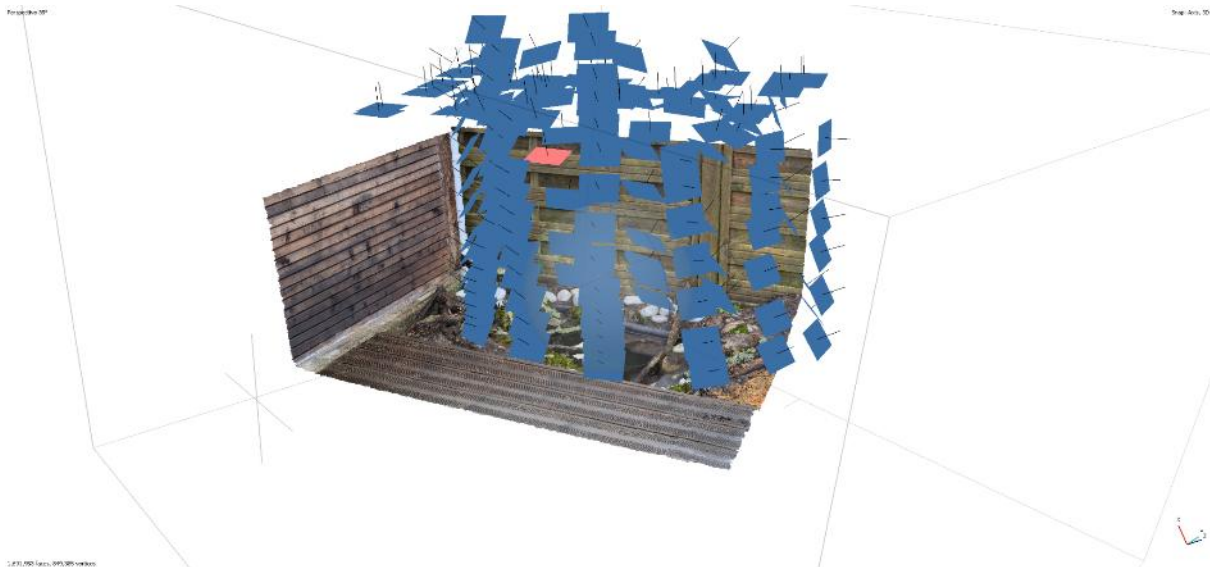
La première étape du processus a impliqué la capture de 338 images, couvrant une superficie totale de 4792 cm<sup>2</sup> avec une résolution au sol de 0,223 mm/px. Cette résolution élevée permet une analyse fine des détails morphologiques des mares, tels que les altérations des berges ou les dynamiques de la végétation.

Un tri a été effectué pour éliminer les images de qualité inférieure à 0,5, réduisant ainsi le bruit dans les données et garantissant des résultats robustes. Cette sélection préalable constitue une étape essentielle pour optimiser la précision des analyses ultérieures et maximiser la fiabilité des résultats.



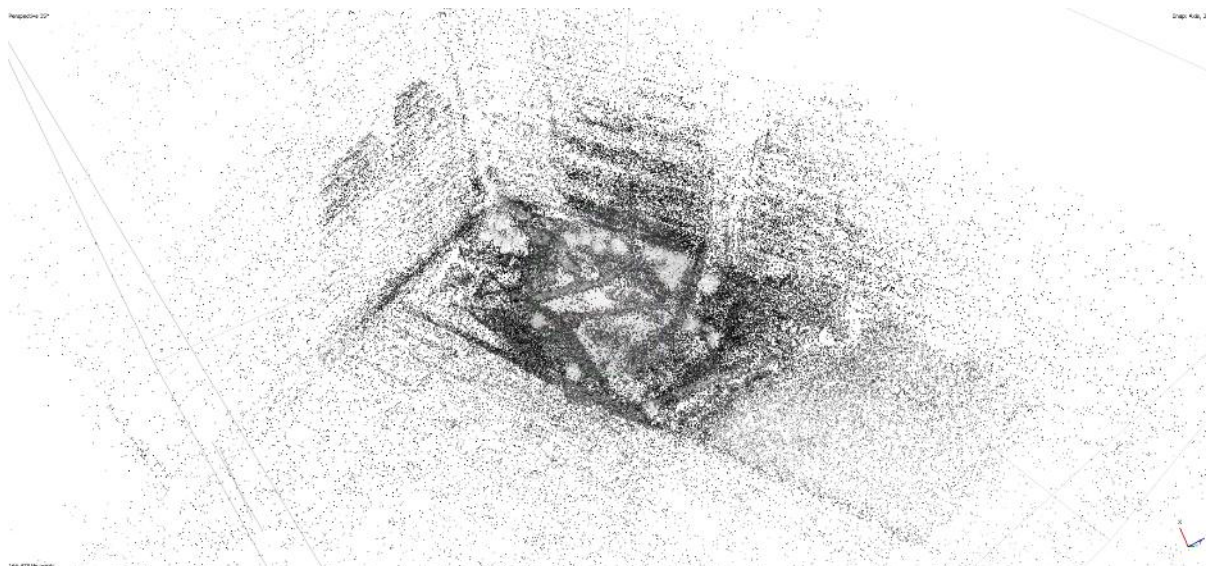
## **2. Alignement des images**

L'étape d'alignement des images a permis de créer une base structurée pour les traitements suivants. Grâce à un chevauchement de 80 % dans les directions latérale et longitudinale, une couverture complète des mares a été assurée. Bien que les erreurs de reprojection moyennes (2,31 px) soient acceptables, une calibration plus fine pour certaines caméras pourrait améliorer la précision générale. Cette étape est cruciale pour garantir une homogénéité des données et éviter les lacunes dans les analyses.



## **3. Construction du nuage de points dense**

Le nuage de points dense généré à partir des images alignées comprend 12,984,567 points, offrant une représentation tridimensionnelle détaillée des mares et de leur environnement. Ce modèle capture avec précision les variations topographiques, facilitant ainsi l'identification des zones sensibles, telles que les berges érodées ou les zones de remblaiement. Ces informations sont essentielles pour planifier des interventions de gestion écologique adaptées.



#### **4. Génération du maillage et des textures**

Le maillage, basé sur le nuage de points dense, a permis de créer une surface continue qui sert de fondation pour la construction des textures. Ces textures offrent une visualisation réaliste des mares, permettant une interprétation qualitative des altérations morphologiques et des interactions entre les mares et leur environnement.





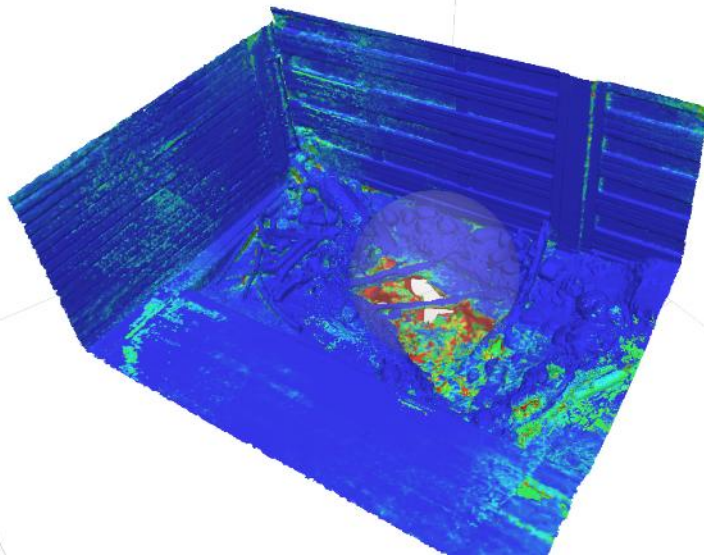
Perspective 21°

Ortho\_A14\_21°

Ortho\_A14\_21°

Ortho\_A14\_21°

Ortho\_A14\_21°



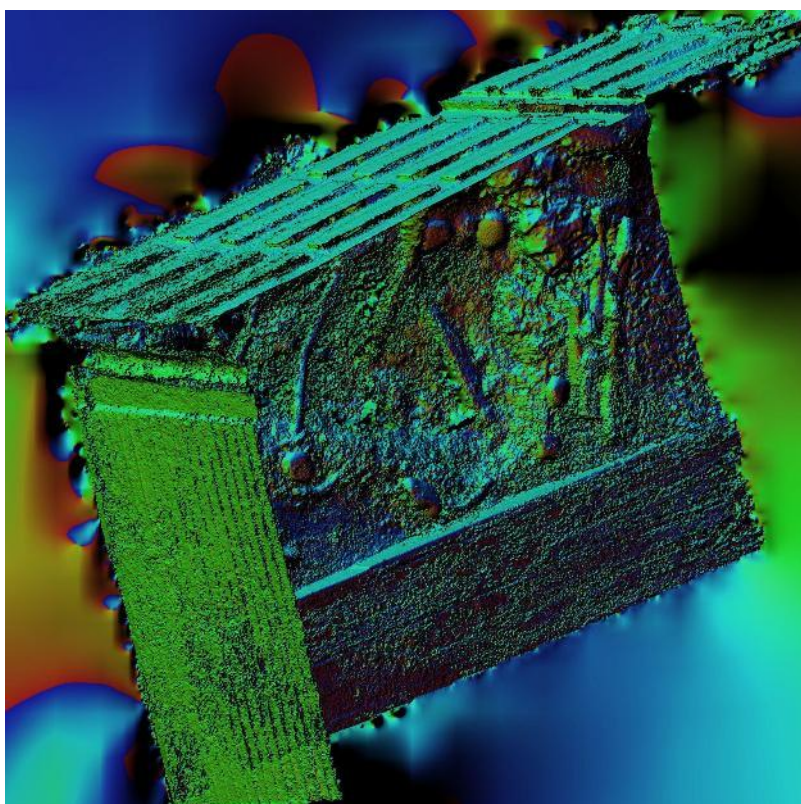
## 5. Production des orthomosaïques

Les orthomosaïques produites à une résolution de 0,223 mm/px fournissent une cartographie détaillée des mares et de leur environnement immédiat. En intégrant l'imagerie multispectrale (NDVI), ces cartes permettent d'évaluer l'état de santé de la végétation aquatique et des berges, ainsi que d'identifier les impacts des événements climatiques ou anthropiques.



## 6. Modèle numérique d'élévation (MNE)

La génération du modèle numérique d'élévation (MNE) à une résolution de 0,447 mm/px offre une analyse fine des variations topographiques et des interactions hydrologiques des mares avec leur environnement. Le MNE est particulièrement utile pour identifier des zones sujettes à l'érosion, à des modifications de volume d'eau ou à d'autres altérations environnementales. Ces informations contribuent directement à la planification des actions de restauration ou de gestion.





### 4.3. Matériel - modèle du drone

Pour le suivi de l'évolution des mares dans le temps, le drone DJI Mavic 3M Multispectral est choisi. Ce drone est équipé d'un système de sécurité PRS + FTS développé par Dronavia, garantissant une conformité totale aux standards MoC M2 (Light-UAS.2512) et MoC 2511 (Light-UAS.2511). L'équipement inclut également un module RTK intégré, assurant une précision centimétrique lors des relevés de données. Le DJI Mavic 3M Multispectral est capable de capter des images multispectrales grâce à ses capteurs de 5 MP, comprenant des bandes vert, rouge, bord rouge, et proche infrarouge, offrant ainsi une analyse détaillée de la végétation et des sols.

Avec une autonomie de 43 minutes et une capacité de couverture de 1 km<sup>2</sup> par vol, ce drone est adapté à la surveillance des mares dans des conditions de terrain variées.

### 4.4. Protocole de préparation de la mission de prises de vue aériennes

La prise d'images drone nécessite la mise en place rigoureuse d'une préparation avant, pendant et après la mission.

La SNPN a en interne un pilote drone diplômé du BAPD Brevet d'aptitude de pilote à distance (Direction Générale de l'Aviation Civile) et le CATS Remote pilot certificate of theoretical knowledge for STS (EASA - European Union Aviation Safety Agency). Ces certifications permettent d'évoluer en catégorie ouverte (OPEN) et en sous-catégorie A2 et A3, STS01 et STS02 avec la catégorie du drone associée.

## Préparation de la mission

### Définir la mission

1. **Date du tournage** : Déterminer la date la plus appropriée, en fonction des conditions météorologiques et de l'objectif de la mission.
2. **Heure du tournage** : Préférer les heures avec peu de vent et une lumière homogène, comme tôt le matin ou en fin d'après-midi.
3. **Adresse exacte** : Localiser précisément chaque mare à surveiller à l'aide de coordonnées géographiques.
4. **Obstacles de la zone** : Identifier et noter tous les obstacles possibles (arbres, lignes haute tension, bâtiments).
5. **Sujet de la mission** : Suivi de l'évolution des mares (contours, végétation, niveau de l'eau).
6. **Personnes présentes dans la zone de vol** : Identifier les personnes présentes et leurs rôles (équipe de vol, responsables de la mare, etc.).
7. **Hauteur de vol souhaitée** : À définir selon la précision.
8. **Format d'enregistrement** : Photos en RAW pour maximiser la qualité d'image, vidéo en 4K pour capturer des détails.
9. **Description du projet** : Suivi à long terme des mares afin d'observer et documenter l'évolution de leurs caractéristiques écologiques et physiques.

## Scénarios et réglementation

### SCÉNARIO TERRESTRE FR & EU

- **Zone peuplée ou non peuplée** : Déterminer si la zone de vol est peuplée ou non, en vue/hors vue pour savoir quels scénarios réglementaires appliquer.



La réglementation européenne catégorise les opérations en fonction du niveau de risque qu'elles représentent. Deux catégories peuvent concernées ce protocole de suivi mares :

- La **catégorie Ouverte** pour les opérations à faible risque (vol en vue directe dans des zones géographiques qui représentent un faible risque pour la circulation aérienne et pour les personnes) ;

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide\\_categorie\\_Ouverte.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide_categorie_Ouverte.pdf)

- La **catégorie Spécifique** pour les opérations à risque modéré (vol en vue directe dans des conditions différentes de la catégorie Ouverte ou vol hors vue) ;

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide\\_categorie\\_Specifique\\_0.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide_categorie_Specifique_0.pdf)

Le **scénario standard 1 («STS-01»)** sera celui privilégié dans notre cas d'étude. Ce scénario couvre les exploitations en vue directe (VLOS) effectuées avec un UAS de classe C5 (mention UE de classe) à une hauteur maximale de 120 m au-dessus d'une zone contrôlée au sol dans un environnement peuplé. Le scénario peut cependant être utilisé en environnement non peuplé.

## SCÉNARIO AÉRIEN

### *Repérage de l'environnement*

- **Identifier les infrastructures** comme les lignes haute tension, les routes proches et la présence de cours d'eau.
- **Présence d'aérodrome et/ou hélistation avec ou sans CTR** : Vérifier la présence d'un aérodrome à proximité et demander les autorisations via CLEARANCE <https://app.clearance.aero/#/map/flights>.
  1. **Demande d'autorisation** : Soumettre une demande à l'aérodrome, incluant les détails du vol et obtenir une validation écrite.
  2. **Plan de vol détaillé** : Créer un plan précis avec les points de décollage, de vol et d'atterrissage.
  3. **Communication avec la tour de contrôle** : Établir des contacts pour assurer la coordination.
  4. **Procédures d'urgence** : Identifier des zones pour des atterrissages d'urgence.
  5. **Briefing de sécurité** : Effectuer un briefing de sécurité complet avec l'équipe.
- **Vérification des restrictions de vol** : Utiliser des outils tels que Flyby et consulter les documents appropriés (NOTAM, AIP, etc.) pour vérifier les restrictions de vol. <https://app.flyby.aero/> <https://app.dronekeeper.com/>
  1. Zones à statut particulier trait intérieur militaire R, D, P (SIA – AIP – eAIP France – eAIP en vigueur – ENR5 – ENR5.1) <https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/vaip>
  2. Zone RTBA Réseau très basse altitude
  3. SETBA et/ou SEBAH
  4. VOLTAC (SIA – AIP – eAIP France – eAIP en vigueur – ENR5 – ENR5.3.1.1)
  5. NOTAM (SIA – préparation vol – Sofia briefing – Préparation – Local) <https://sofia-briefing.aviation-civile.gouv.fr/sofia/pages/prepavol.html>
  6. SUP AIP (SIA – préparation vol – SUP AIP Métropole) <https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/documents/supaip/aip/id/6>



### Fond de cartes

- Utiliser différents fonds de carte (vue satellite, IGN, Restriction UAS, OACI, Zones interdites Captation Aérienne par Drone (ZICAD), Natura 2000, arrêtés protection biotope, réserve parc naturel, etc.) pour planifier la zone de vol et s'assurer qu'il n'y a pas de restrictions particulières. <https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-uas-categorie-ouverte-et-aeromodelisme>

### Démarches administratives

- **Notification Alphotango** : Enregistrer la mission. <https://alphotango.aviation-civile.gouv.fr/login.jsp>
- **Protocole aérodrome/hélistation**
- **Zones à statuts particuliers**
- **Zones peuplées** : SORA  
[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide\\_de\\_mise\\_en\\_oeuvre\\_SORA.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide_de_mise_en_oeuvre_SORA.pdf)
- **Dérogation de nuit** : Si nécessaire, obtenir une dérogation.  
[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Form\\_R5-UAS-DEROG\\_v4.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Form_R5-UAS-DEROG_v4.pdf)
- **Droit à l'image** : vérification de la réglementation RGPD CNIL.
- **Attestation d'information des tiers** : Assurer que tous les acteurs locaux sont informés de l'activité.  
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Attestation%20d'information%20-%20personnes%20externes%20ayant%20lien%20direct%20avec%20l'activit%C3%A9.doc>

### Repérage sur le terrain

- **Définir les zones de vol, décollage et atterrissage d'urgence.**
- **Définir la zone d'exclusion des tiers** : Déterminer les limites de sécurité pour empêcher les intrusions.

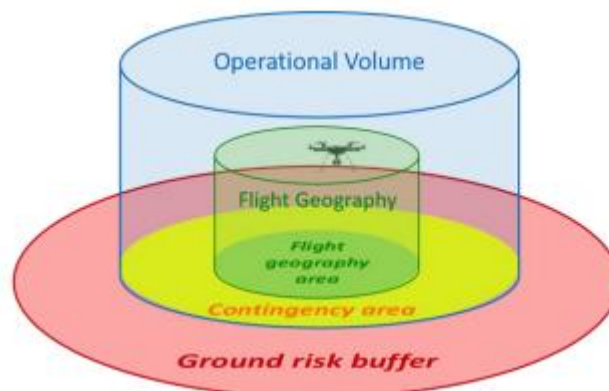


Fig. 27. Représentation fictive des zones à couvrir par la zone terrestre contrôlée en STS 01 (source : EASA).





## Au moment de la mission

### Matériel à préparer

1. **Accessoires pour le vol :**
  - Batteries de rechange
  - Chargeur de batteries
  - Carte mémoire de grande capacité
  - Station météo portable
  - Système de communication
2. **Équipements de protection individuelle (EPI) :**
  - Gilet de sécurité haute visibilité
  - Cônes de sécurité
  - Protection LIPO, chapeau, lunettes de protection, gourde

### Dossier de vol

- Préparer tous les documents réglementaires

Pour garantir la conformité réglementaire et assurer une mission sécurisée, il est impératif de disposer des documents suivants le jour de la mission :

1. **Arrêté du 19 octobre 2023, UE 2019/945, UE 2019/947** : Réglementation en vigueur pour l'utilisation des drones, spécifiant notamment l'altitude maximale autorisée de 120 mètres. Ce document atteste de la conformité de la mission avec les lois et règlements en vigueur.
2. **Récépissé d'enregistrement UAS** : Document officiel prouvant que le drone est enregistré auprès des autorités compétentes, conformément aux exigences de la réglementation européenne et française.
3. **Attestation de conception aéronef** : Certificat validant la conformité technique de l'aéronef (le drone) aux normes de sécurité requises.
4. **Manuel d'exploitation (MANEX)** : Document décrivant les procédures d'exploitation du drone, les consignes de sécurité, et les différentes étapes à suivre pendant la mission.
5. **Pièce d'identité** : Carte d'identité ou passeport du pilote, nécessaire pour vérifier son identité et l'autorisation de piloter l'UAS.
6. **Justificatifs de formations théoriques et pratiques :**
  - **Certificats A1/A3 et A2 BAPD** : Preuve de réussite aux formations requises pour les différents scénarios de vol (en zone peuplée ou non).
  - **Certifications STS CATS** : Attestation de la qualification du pilote pour les scénarios de vol standard.
7. **Accords de vol en zone restreinte** : Autorisations spécifiques obtenues pour voler dans une zone à statut particulier, comme des espaces aéronautiques restreints.
8. **Autorisation délivrée par la DGAC** : Document officiel confirmant l'approbation de la Direction Générale de l'Aviation Civile pour effectuer la mission à l'endroit spécifié.
9. **Extrait de registre de l'UAS** : Informations sur le drone, telles que son numéro de série et ses caractéristiques, enregistrées auprès des autorités.
10. **Assurance responsabilité civile + DJI Care** : Preuve d'assurance couvrant la responsabilité civile du pilote et le drone en cas d'incident ou de dommages à des tiers. Le contrat DJI Care offre une couverture spécifique pour le matériel.
11. **Justificatif de la classe du drone** : Document indiquant la classification du drone, conformément aux normes européennes (par exemple, classe C1, C2, etc.).





12. **Bilan annuel – carnet de vol** : Registre des vols précédents, indiquant l'expérience du pilote et les missions effectuées. Ce document est une exigence réglementaire pour démontrer le suivi et l'entretien du drone ainsi que l'expérience de l'opérateur.
13. **AlphaTango** : Notification de la mission sur la plateforme AlphaTango, prouvant que l'opération a été enregistrée auprès de l'aviation civile.

## Vérifications du Jour du vol

1. **Indice KP** : Vérifier les indices d'activité solaire.
2. **Antennes et météo** : Vérifier la présence d'antennes mobiles, lignes électriques et la météo (ATIS).
3. **Inspection du drone** : Vérifier l'état du drone et des batteries.
4. **Zone de vol** : S'assurer que la zone est dégagée.

## Briefing de sécurité

- **Briefing à la tour de contrôle si protocole** : Indiquer les itinéraires de vol et les altitudes prévues.
- **Briefing avec l'équipe** : Couvrir les mesures de sécurité, les trajets et les procédures d'urgence.

## Après le vol

1. **Rédaction de la fiche Cresus** (si nécessaire) : Rapporter tout incident ou problème durant le vol. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/CRESUS\\_2022.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/CRESUS_2022.pdf)
2. **Dépouillement des données** : Télécharger les images, les vérifier pour la qualité, et les traiter.
3. **Analyse des données** post-traitement des données
  - **Géoréférencement et orthophoto** :
    - i. Traiter les images avec un logiciel photogrammétrique (par exemple, Pix4D, Agisoft Metashape) pour créer une orthophoto géoréférencée de chaque mare.
    - ii. Utiliser les GCP pour affiner la précision spatiale.
  - **Analyse des données** :
    - i. **Contours de la mare** : Identifier et tracer les contours précis pour observer les variations au fil du temps.
    - ii. **Suivi de la végétation** : Classifier les différentes zones de végétation à l'intérieur et autour de la mare à l'aide de l'imagerie multispectrale.
    - iii. **Volume d'eau** : Si possible, utiliser des données altimétriques pour évaluer les variations du niveau d'eau.
  - **Création de modèles 3D** :
    - i. Créer des modèles en 3D pour visualiser la topographie de la mare, la pente des berges, et les changements dans le relief.

## 5. Conclusion et perspectives

Quatre réseaux de 3 mares font l'objet de suivis naturalistes, mettant la priorité sur l'utilisation de protocoles d'étude nationaux (POPAmphibien, STELI, et mise en place d'un Transect Flore), pour participer au suivi national de l'état des populations d'amphibiens, de libellules et demoiselles, et des



espèces végétales associées aux mares. Ce dispositif est compatible avec les autres observations régionales et nationales menées par les structures compétentes qui mettent en place ces protocoles. La combinaison des 3 taxons suivis sur les mêmes mares, offre aussi des perspectives d'analyse et de compréhension complémentaires, et potentiellement combinées, pour tenter de constituer à terme une échelle de référence dans la compréhension de l'évolution des mares. Ce réseau dit de surveillance de la biodiversité des mares, doit être poursuivi sur le long terme, chaque nouvelle année d'observation offrant un précieux recul supplémentaire et un gain de robustesse dans l'analyse.

Suite aux suivis qui seront effectués au cours de l'année 2025 (et des années suivantes), les prédictions du modèle de présence/absence multi-espèces pourront être affinées. Il sera alors même possible de compléter le modèle avec des paramètres supplémentaires afin de prendre en compte des co-variables expliquant en partie les observations. En particulier, il est crucial de tenir compte de la saison à laquelle un relevé est effectué pour expliquer la présence (POPAmphibien) ou la probabilité de détection (STELI) d'une espèce. Des effets pour tenir compte de l'observateur ou de la météorologie pourront également être envisagés.

Une autre amélioration du modèle possible consiste à ajouter un niveau de hiérarchie en tenant compte du fait que les mares sont plus similaires dans chaque réseau qu'entre réseaux. Ceci peut être implémenté de la même manière que le niveau de hiérarchie pour les espèces d'une même communauté. Cette version aura même l'avantage de réduire le nombre de paramètres à optimiser.

Enfin, les modèles de présence/absence multi-espèces pourraient être utilisés pour répondre à d'autres questionnements. Il est possible d'étudier les tendances temporelles d'une communauté d'espèces et non seulement espèce par espèce. Ils permettent d'estimer la richesse spécifique en tenant compte de nombreuses co-variables (DORAZIO ET AL., 2006) ce qui les distingue des indicateurs de Hill. Enfin, des tests de puissance peuvent être réalisés pour tester différents scénarios avec des nombres différents de sites ou de passages (BESNARD & SALLES, 2000).

L'association des protocoles naturalistes traditionnels de suivi de la flore et de la faune avec les technologies modernes telles que l'imagerie par drone représente une avancée pour l'étude et le suivi des mares. Ces méthodes combinées apportent une synergie qui améliore la compréhension de la dynamique écologique de ces écosystèmes. Le suivi naturaliste permet de caractériser la composition végétale et la faune observable en surface, mais il est souvent limité par la capacité de détection visuelle, l'accessibilité, et les contraintes saisonnières.

L'intégration des images aériennes par drone permet de surmonter certaines de ces limitations. La technologie drone fournit une couverture spatiale détaillée et continue des mares, en capturant des informations sur la végétation, l'évolution des berges, et la surface d'eau avec une haute résolution temporelle et spatiale. Ces données spatiales permettent de détecter des changements subtils dans la morphologie des mares et d'analyser les réponses à divers facteurs environnementaux, tels que les variations climatiques et les pressions anthropiques. En cartographiant les mares de façon régulière et standardisée, l'imagerie drone permet une quantification précise des dynamiques des habitats.

De plus, l'ajout du recours à l'ADN environnemental (ADNe) ajoute une dimension essentielle au suivi biologique. Contrairement aux méthodes d'observation directes qui dépendent de la présence visible des espèces, l'ADNe permet de détecter la présence d'espèces aquatiques et terrestres à partir de traces d'ADN laissées dans l'eau, les sédiments ou l'air. Cette méthode est particulièrement efficace pour identifier des espèces rares, discrètes, ou difficiles à observer, comme des amphibiens, des poissons, ou des invertébrés. En combinant les données de l'ADNe avec celles obtenues par drone et les relevés de terrain, il est possible de construire un inventaire biologique plus complet et d'évaluer la santé de la biodiversité des mares.



## **Chapitre 2. Recherche : Sélection des zones à enjeux d'actions de conservation des mares**



## 1. Contexte et objectifs

Le climat joue un rôle fondamental dans la répartition des êtres vivants et le fonctionnement des écosystèmes. Il est caractérisé par plusieurs facteurs, tels que la température, les précipitations, l'humidité, le vent et la lumière, qui agissent sur différentes échelles d'espace et de temps. Dans un contexte de changement climatique, ces pressions modifient l'état des écosystèmes, en ayant des impacts variables à des échelles temporelles variées, allant de la létalité rapide lors d'événements extrêmes à une dégradation lente sous des conditions prolongées, telles que la sécheresse. Ces modifications influencent la dynamique des écosystèmes à plusieurs niveaux, qu'il s'agisse de la diminution du nombre d'individus, d'espèces, ou même de genres, entraînant ainsi un appauvrissement de l'arbre du vivant et une fragilisation des réseaux écologiques.

L'étude des effets du changement climatique sur la biodiversité nécessite une approche intégrée associant des observations de terrain à des modèles de prédiction. Les observations naturalistes à l'échelle mondiale, bien qu'utiles pour évaluer les tendances globales, manquent de détails pour des écosystèmes de petite taille, tels que les mares, qui nécessitent des analyses à des échelles très fines. Pour combler cette lacune, les données collectées par des observatoires régionaux et des projets participatifs sont essentielles pour obtenir une base d'observations naturalistes validées et réparties sur le territoire (BŒUF ET AL., 2012). Ces données permettent de documenter la présence ou l'absence d'espèces, bien que l'hétérogénéité de l'effort d'observation nécessite l'application de modèles probabilistes pour obtenir des prévisions robustes (BROTONS ET AL., 2004).

La modélisation de la répartition actuelle et future des espèces constitue un outil essentiel pour identifier les zones vulnérables à protéger, à restaurer ou à créer, afin de répondre aux enjeux présents et futurs pour la biodiversité. Les méthodologies de sélection des secteurs à enjeux reposent sur deux approches complémentaires : la modélisation écologique et l'expertise de terrain.

En combinant des approches de modélisation, des données d'observation terrain et des analyses statistiques, ce chapitre vise à explorer comment le changement climatique modifie les écosystèmes à différentes échelles spatiales et temporelles. Une meilleure compréhension de ces dynamiques permettra de développer des stratégies de conservation plus efficaces pour préserver les écosystèmes vulnérables et soutenir la biodiversité dans un contexte de changement global.



## 2. Modélisation corrélative sur l'évolution de la répartition des espèces cibles

Afin de compléter les choix à dire d'expert des secteurs à enjeux de conservation mares, une méthodologie basée sur la modélisation a été proposée (MALLARD ET AL., 2023). Le principe est d'utiliser les modèles de distribution d'espèces, SDM pour *Species Distribution Models*, en anglais (GUISAN & THUILLER, 2005) pour prendre en compte l'impact du changement climatique. De plus, les SDM peuvent être complétés par des analyses postérieures de migration et de connectivité (FOLTÊTE ET AL., 2012).

De manière plus précise, la méthodologie proposée se décompose en 8 étapes (MALLARD ET AL., 2023) :

1. Élaboration du modèle
2. Collecte des données
3. Préparation des données
4. Calibration du modèle
5. Évaluation du modèle
6. Prédiction et projections
7. Migration
8. Analyses de biodiversité

De plus, il est prévu de modéliser les distributions d'espèces affiliées aux mares à trois échelles spatiales emboîtées :

- au niveau européen, pour comprendre les effets du climat sur la présence d'une espèce en tenant compte de la totalité de son aire de répartition,
- au niveau national, pour identifier des secteurs à enjeux de conservation à grande échelle,
- et au niveau régional, pour identifier des secteurs à enjeux plus précis et qui tiennent compte notamment de l'occupation des sols.

Les travaux présentés dans cette section concernent seulement les étapes 1 à 6 de la méthode proposée ci-dessus. Elle est appliquée à l'échelle européenne pour les 5 espèces de tritons rencontrées en Île-de-France :

- *Ichthyosaura alpestris*, le triton alpestre
- *Lissotriton helveticus*, le triton palmé
- *Lissotriton vulgaris*, le triton ponctué
- *Triturus cristatus*, le triton crêté
- *Triturus marmoratus*, le triton marbré

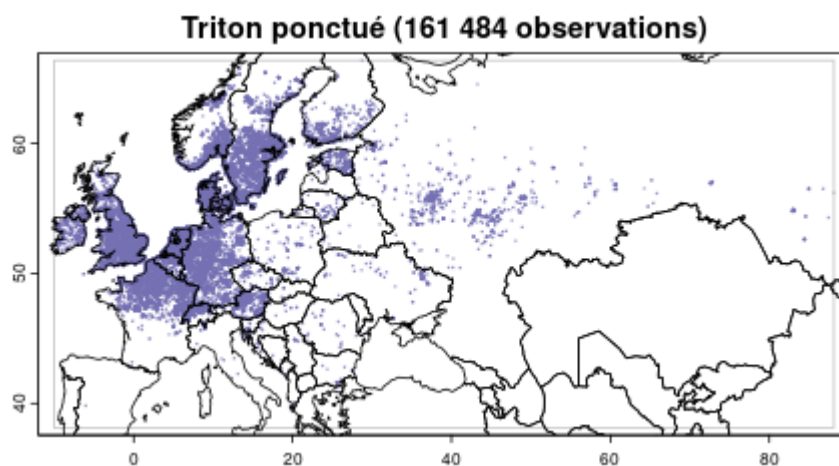
Les tritons constituent un modèle biologique intéressant pour ce programme de par leur sensibilité aux variables climatiques et à leur faible capacité de dispersion (TROCHET ET AL., 2014 ; PRÉAU ET AL., 2022). L'objectif du travail présenté dans cette section est d'entraîner un modèle de répartition des 5 espèces de tritons à l'aide de données climatiques et de projeter les prédictions dans le futur en tenant compte du changement climatique.

### 2.1. Méthodes

Les données de présence ont été collectées sur le Global Biodiversity Information Facility (GBIF.ORG USER, 2023) et triées en ne gardant que les observations postérieures à 1970 et avec une précision géographique inférieure à 10 minutes d'arc (~18 km). Après le tri, 136 955 données de présence ont été conservées pour *Ichthyosaura alpestris*, 108 830 pour *Lissotriton helveticus*, 161 484 pour *Lissotriton*



*vulgaris*, 134 339 pour *Triturus cristatus*, et 23 833 pour *Triturus marmoratus*. Le triton ponctué, *Lissotriton vulgaris*, est l'espèce avec le plus haut niveau de menace en Île-de-France (JOHAN ET AL., 2023), il sera utilisé comme exemple pour illustrer la démarche tout au long de cette section (Fig. 28).



**Fig. 28. Données GBIF nettoyées de présence de *L. vulgaris***

Pour chacune des 5 espèces de tritons, une zone d'étude est définie par le rectangle le plus resserré possible autour des données de présence afin de limiter les biais d'échantillonnage (ACEVEDO ET AL., 2012 ; VOLLERING ET AL., 2019). Cette zone sera utilisée pour entraîner les modèles de distribution. Dans un second temps, les prédictions faites par les modèles seront faites sur une zone englobant les 5 zones d'études.

Les variables environnementales explicatives ont été collectées sur WorldClim (FICK & HIJMANS, 2017). Il s'agit de douze variables bioclimatiques (O'DONNELL & IGNIPIO, 2012) ainsi que de l'altitude, l'irradiation solaire, la vitesse du vent et la pression de vapeur saturante de l'eau. Worldclim fournit également les projections futures de ces variables bioclimatiques par le modèle climatique EC-Earth3-Veg (CONSORTIUM (EC-EARTH), 2019) pour quatre trajectoires socio-économiques partagées (RIAHI ET AL., 2017) et pour quatre horizons temporels. Toutes ces données sont disponibles sous forme de raster (grille) avec une précision de 10 minutes d'arc.

D'après notre expertise interne, une variable environnementale qui affecte grandement la biologie des tritons est la température pendant la période de reproduction, notamment si la température de gel est atteinte. Pour cette raison, les températures minimales et maximales entre mars et juillet pour chaque point du raster ont également été calculées.

Afin d'éviter le problème de multicolinéarité entre les variables explicatives, les variables les plus corrélées aux autres ont été retirées avec la méthode du Facteur d'Inflation de la Variance (GUISAN ET AL., 2017). La seule contrainte est de conserver la variable de température minimale pendant la période de reproduction. Cette procédure a été réalisée pour chaque espèce. Par exemple, pour le triton ponctué, les onze variables conservées sont :

- *bio-3* : "Isothermalité" (rapport de la variation journalière de température sur la variation annuelle)
- *bio-8* : Température moyenne dans la saison la plus humide
- *bio-9* : Température moyenne dans la saison la plus sèche
- *bio-15* : Variation annuelle des précipitations
- *bio-18* : Précipitation moyenne dans la saison la plus chaude





- *bio-19* : Précipitation moyenne dans la saison la plus froide
- *elev* : Altitude
- *srad* : Irradiation solaire
- *vapr* : Pression de vapeur saturante de l'eau
- *wind* : Vitesse du vent
- *tmin-repr* : Température minimale pendant la période de reproduction

Pour chaque espèce, les données de présence sont filtrées pour ne garder que celles se trouvant sur des cellules différentes du raster défini par les variables environnementales. Il y a 3 103 cellules avec au moins une présence pour *Ichthyosaura alpestris*, 4 095 pour *Lissotriton helveticus*, 6 107 pour *Lissotriton vulgaris*, 4 499 pour *Triturus cristatus*, et 2 071 pour *Triturus marmoratus*.

Autant de données de pseudo-absence ont été générées aléatoirement sur chaque la zone d'étude, à quatre reprises pour atténuer un potentiel effet arbitraire de ce tirage aléatoire. Chacun de ses jeux de données a été coupé aléatoirement en deux : 80% pour les données d'entraînement et 20% pour les données de validation. Ce découpage a été effectué quatre fois pour la même raison évoquée précédemment.

Onze algorithmes d'apprentissage ont été utilisés :

- CTA : Conventional Texture Analyst
- FDA : Flexible Discriminant Analysis
- GAM : Generalized Additive Model
- GBM : Gradient Boosting Machines
- GLM : Gradient Linear Model
- MARS : Multivariate Adaptive Regression Spline
- MAXENT : Maximum Entropy Modeling
- RF : Random Forest
- SRE : Surface Range Envelope
- XGBOOST : eXtreme Gradient Boosting Training

Au total, 160 modèles (4 tirages de pseudo-absence × 4 tirages de données validation × 10 algorithmes) ont été entraînés pour chaque espèce. Les prédictions faites par ces modèles sont des probabilités de présence entre 0 et 1. Afin de les confronter aux données binaires de présence/absence, un seuil optimal a été choisi pour chaque modèle. Ils sont ensuite évalués sur deux scores communément utilisés : le Training Stress Score (TSS) et l'aire sous la courbe Receiver Operating Characteristic (ROC) (FOURCADE ET AL., 2018).

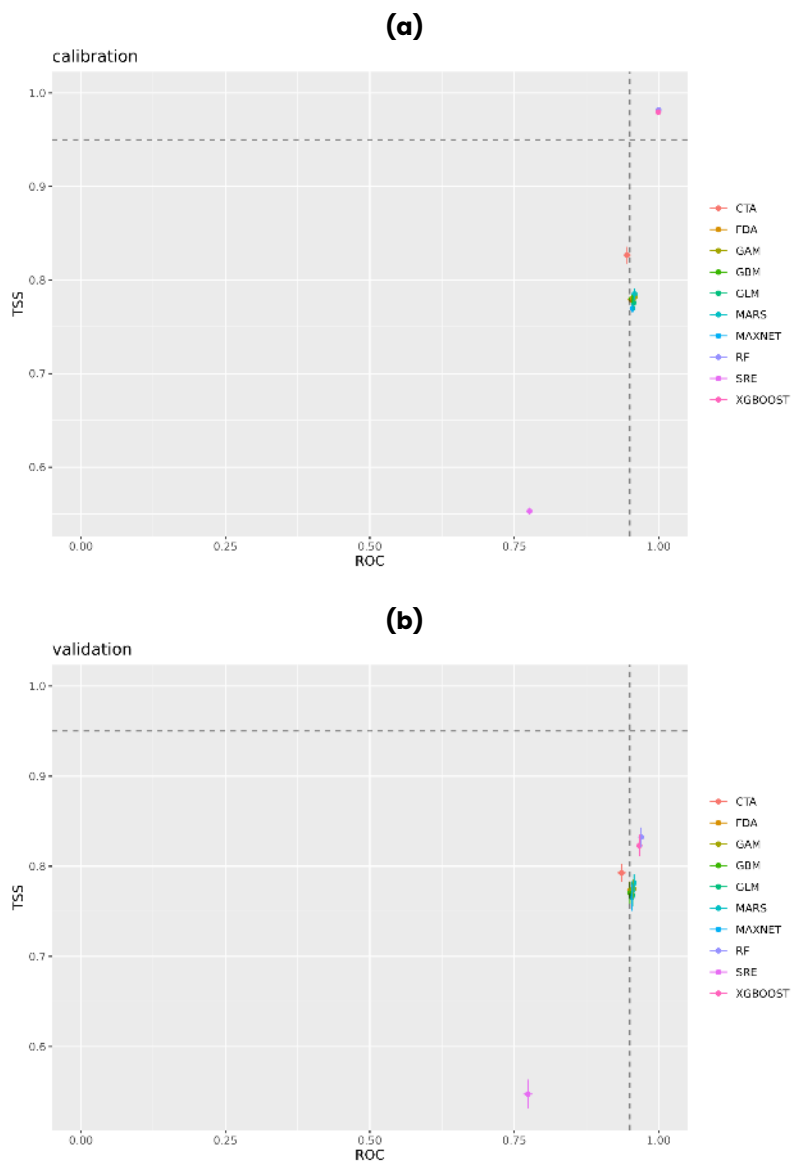
Pour finir, les modèles ayant un score ROC > 0.95 sont combinés en un unique modèle qui les agrège en calculant la moyenne pondérée par leur score ROC. Le coefficient de variation entre les prédictions des différents modèles sélectionnés permet de mettre en évidence les régions pour lesquelles l'incertitude sur la prédiction est plus incertaine.

Ces analyses ont été effectuées via le package R biomod2 (THUILLER ET AL., 2009).



## 2.2. Résultats

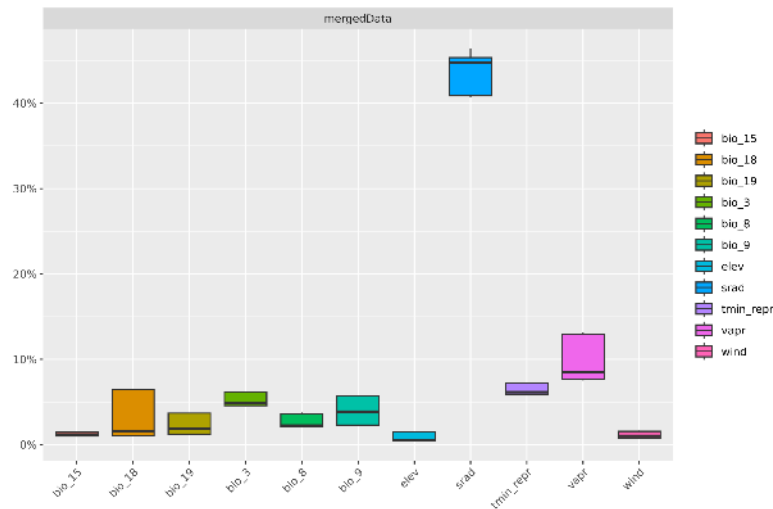
Les performances des 160 modèles sur les données d'entraînement ainsi que sur les données de validation sont illustrées pour le triton ponctué sur la Fig. 29 (rassemblées par algorithme). Les modèles de Random Forest et de Gradient Boosting Training donnent les résultats les plus satisfaisants ( $ROC > 0.95$  et  $TSS > 0.8$ ). Le même résultat est observé pour les quatre autres espèces.



**Fig. 29. Evaluation des modèles sur (a) les données d'entraînement et (b) sur les données de validation (b) pour *L. vulgaris***



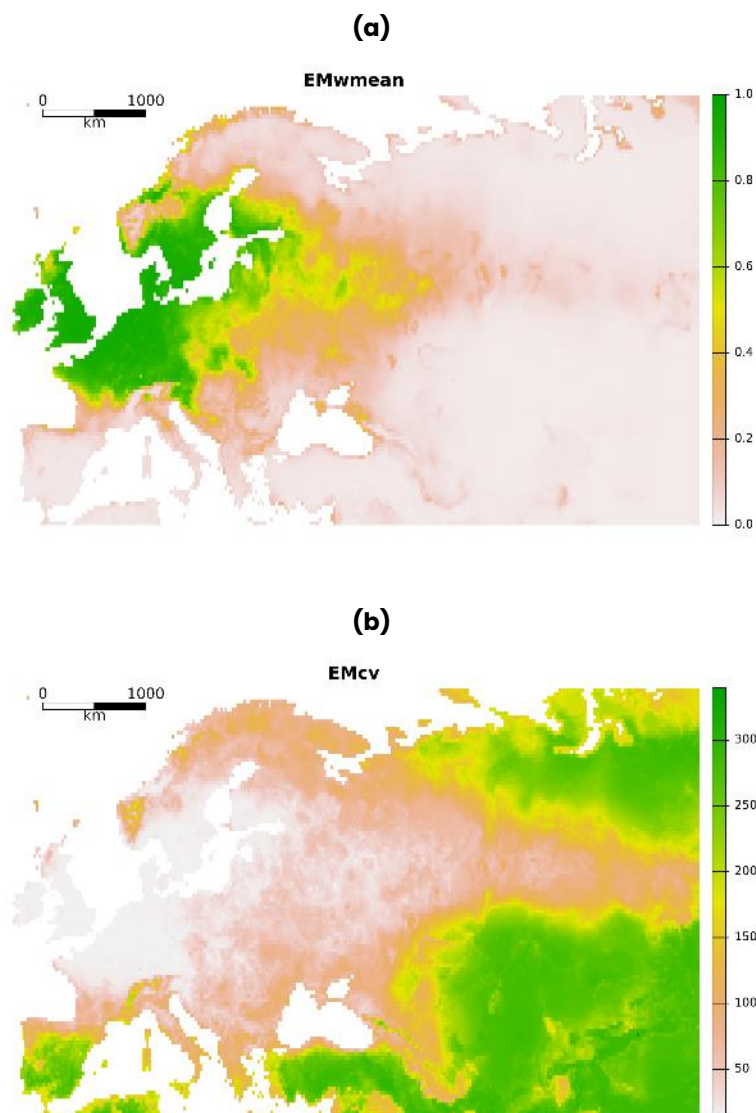
Il est possible d'avoir une estimation de l'importance d'une variable environnementale dans la prédiction en comparant les prédictions faites par les modèles avec les vraies valeurs de la variable environnementale à celles faites en perturbant aléatoirement les valeurs de la variable environnementale en question. Pour le triton ponctué, c'est la variable d'irradiation solaire qui impacte le plus les prédictions des modèles sélectionnés (Fig. 30). Pour l'ensemble des 5 espèces, les variables qui comptent le plus sont celles qui concernent la période de reproduction (*tmin-repr* comme prédit par les experts, *bio-9* et *bio-18*) et celles concernant les variabilités de température et de précipitation (*bio-3*, *bio-4* et *bio-15*).



**Fig. 30. Importance des variables environnementales de tous les modèles sélectionnés pour *L. vulgaris***

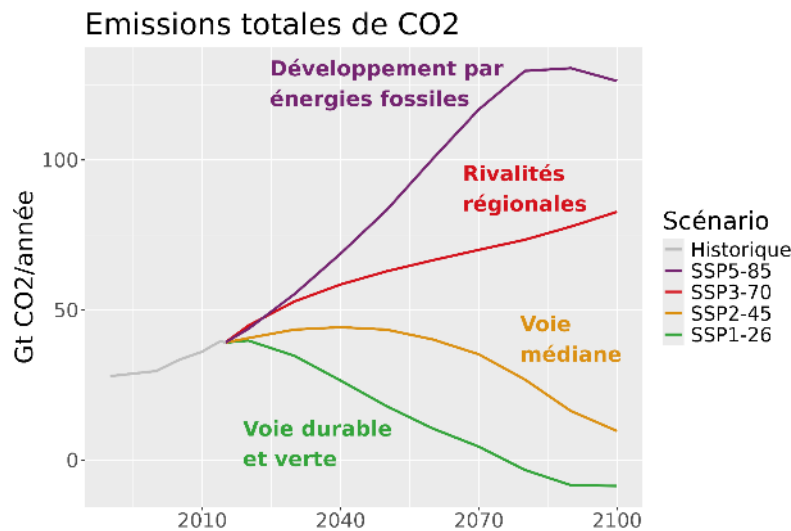
Une fois les différents modèles entraînés, évalués, sélectionnés et combinés en un modèle unique, il est possible de construire une prédiction pour chaque pixel de l'aire d'étude la plus large. Il est ainsi obtenu une probabilité de présence pour chaque espèce. Le cas du triton ponctué est illustré à la Fig. 31a. Il est à noter, pour cette espèce, que les probabilités de présence sont assez faibles en Italie et dans la partie Est de l'Europe alors que des observations y ont été faites. Cela s'explique par la faible qualité de ces données qui ont en grande majorité été écartées par la grande incertitude sur les coordonnées spatiales.

La Fig. 31b indique que l'incertitude des prédictions est plus grande dans les régions où les probabilités de présence prédites sont faibles. C'est le cas des prédictions des quatre autres espèces de tritons. Autrement dit, les prédictions sont plus précises dans les régions où les données de présence sont nombreuses.



**Fig. 31. Combinaison des prédictions pour *L. vulgaris* concernant (a) sa probabilité de présence présente et (b) le coefficient de variation (incertitude)**

Afin de mettre en évidence des secteurs à enjeux de conservation, le modèle combiné est utilisé pour prédire l'aire de répartition future en tenant compte du changement climatique. Quatre scénarios de trajectoires socio-économiques partagées, ou SSP en anglais, ont été utilisés (RIAHI ET AL., 2017). Ils fournissent des prédictions entre autres sur la température et la précipitation jusqu'à l'horizon 2100. Les émissions totales de CO<sub>2</sub> correspondantes sont présentées en Fig. 32.



**Fig. 32. Les quatre scénarios (trajectoires socio-économiques partagées, SSP) utilisés pour les projections futures (RIAHI ET AL., 2017).**

Les Fig. 33a-e montrent les prédictions pour chaque espèce et faites pour les quatre scénarios et pour les quatre horizons temporels disponibles. Chaque pixel est catégorisé par rapport à un état de référence correspondant à la prédiction actuelle. Chaque pixel peut être considéré comme un "gain" (absence prédite dans le présent mais présence prédite dans le futur), une "présence" simple (présence prédite dans les deux cas), une "absence" simple (absence prédite dans les deux cas), ou une "perte" (présence prédite dans le présent mais absence prédite dans le futur).

Comme vu précédemment, les prédictions sur les absences sont moins fiables que sur les présences. De plus, les régions considérées comme des "gains" ne tiennent pas compte de la capacité de l'espèce à y migrer. En conséquence, les analyses seront pour l'instant restreintes aux "présences" simples et aux "pertes". Le pourcentage de pixels perdus est donc la métrique principale utilisée (Fig. 33a-e). Il représente la fraction de l'aire de répartition actuelle qui est prédite comme perdue dans les projections futures.

Dans la très grande majorité des cas, plus le scénario de changement climatique considéré est pessimiste, plus le pourcentage de perte dans l'aire de répartition présente est élevée. De la même manière, plus la projection est faite dans un futur lointain, plus le pourcentage de perte est élevé. Cela signifie que notre modèle prédit que les changements climatiques futurs affecteraient négativement l'aire de répartition actuelle de façon presque systématique.

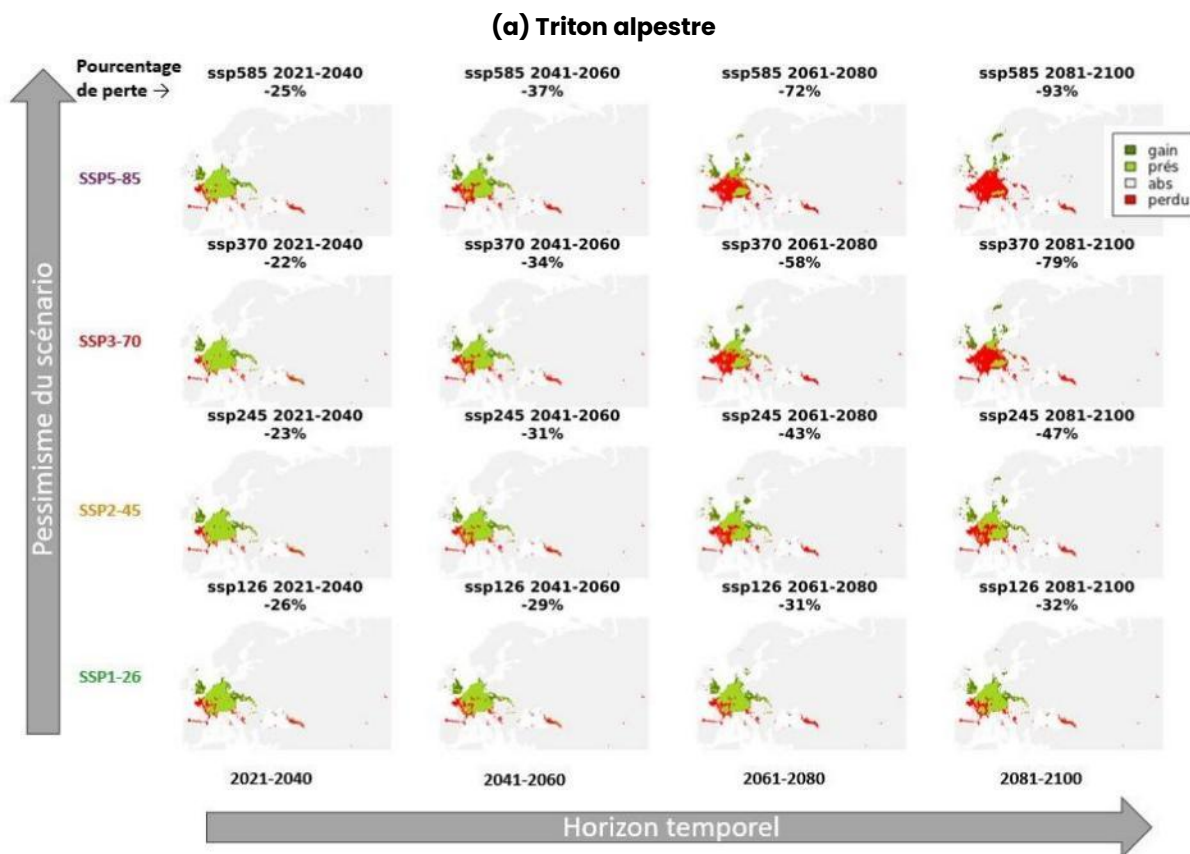
Les réponses au changement climatique sont cependant très variables d'une espèce de triton à l'autre. En particulier, le triton ponctué semble être beaucoup moins affecté par le changement climatique, avec une diminution de 15% seulement de son aire de répartition actuelle dans le scénario le plus pessimiste (Fig. 33c). A l'opposé, les quatre autres espèces affichent des pertes de 81 à 99% dans le pire scénario.

Les régions affectées varient également entre les espèces. En effet, la partie Sud des aires de répartition actuelles semble être plus menacée pour les tritons alpestres, palmés et marbrés. Pour le triton ponctué, et le triton crêté dans une moindre mesure, c'est la partie Est de sa répartition actuelle qui serait susceptible d'être la première à être perdue.

Il est à noter que, même si ces prédictions sont moins fiables, le modèle semble indiquer que les aires de répartition qui pourraient être gagnées dans le futur sont particulièrement peu nombreuses. De



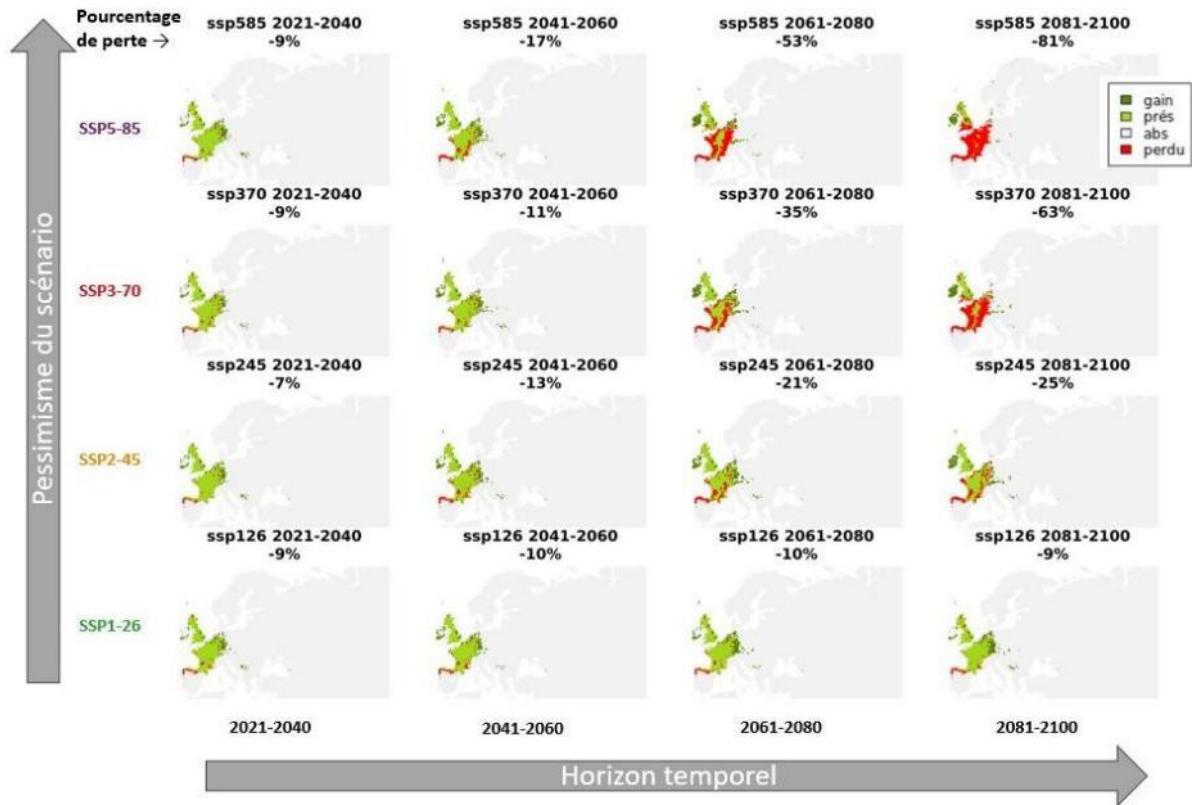
plus, dans le cas du triton alpestre et du triton marbré, une grande partie des aires gagnées sont situées au Royaume-Uni et en Irlande. Cependant, ces espèces n'y sont pas présentes actuellement et ne peuvent pas y migrer sans intervention humaine.



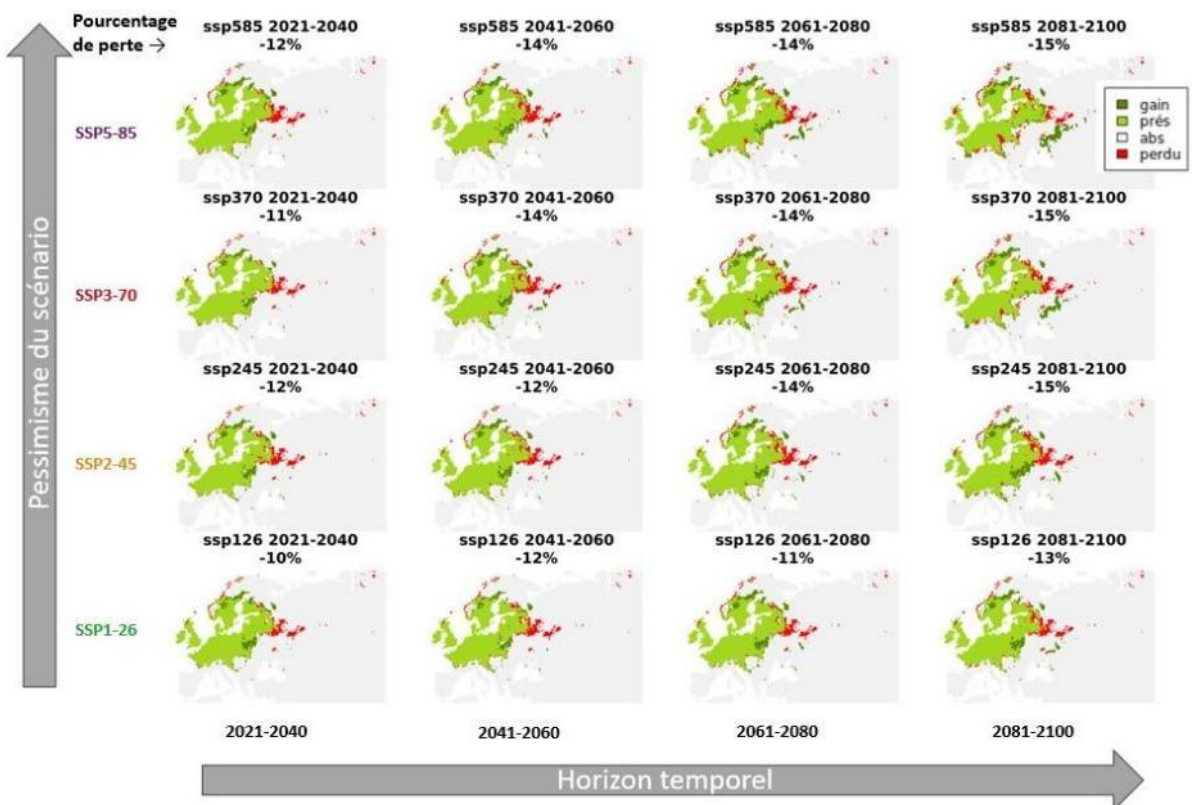




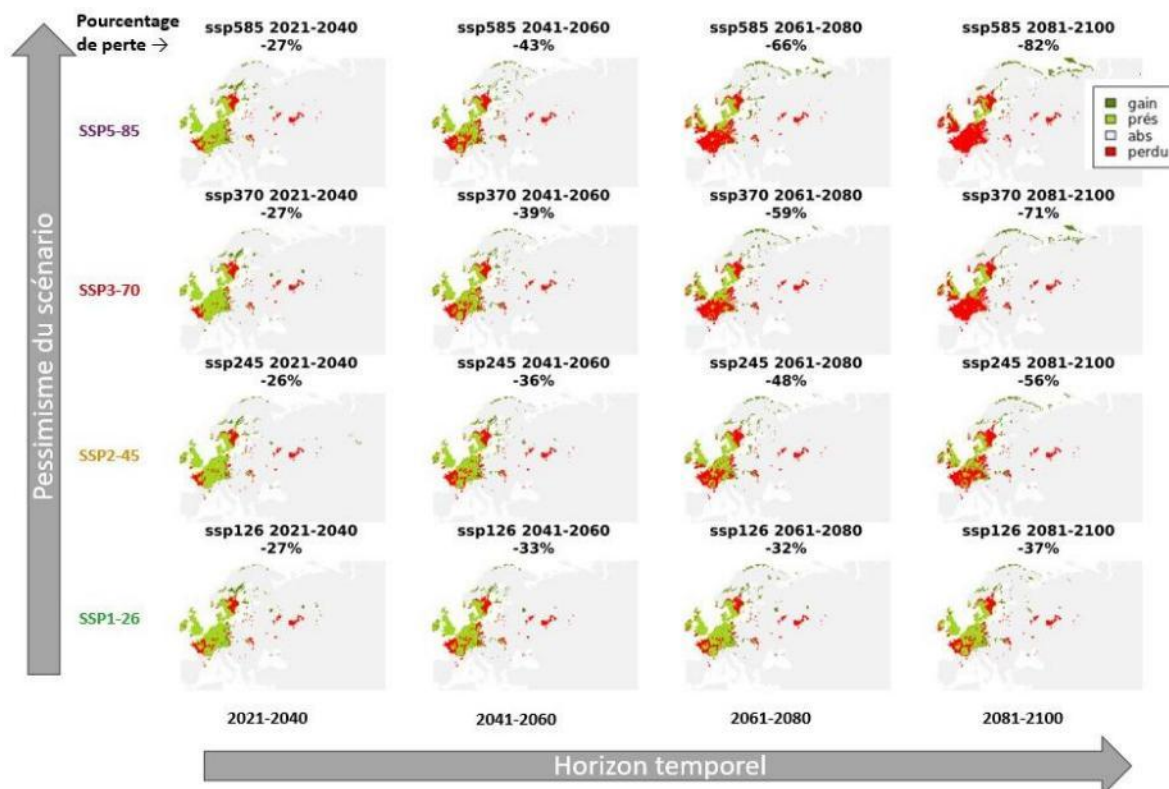
### (b) Triton palmé



### (c) Triton ponctué



### (d) Triton crêté



(e) Triton marbré

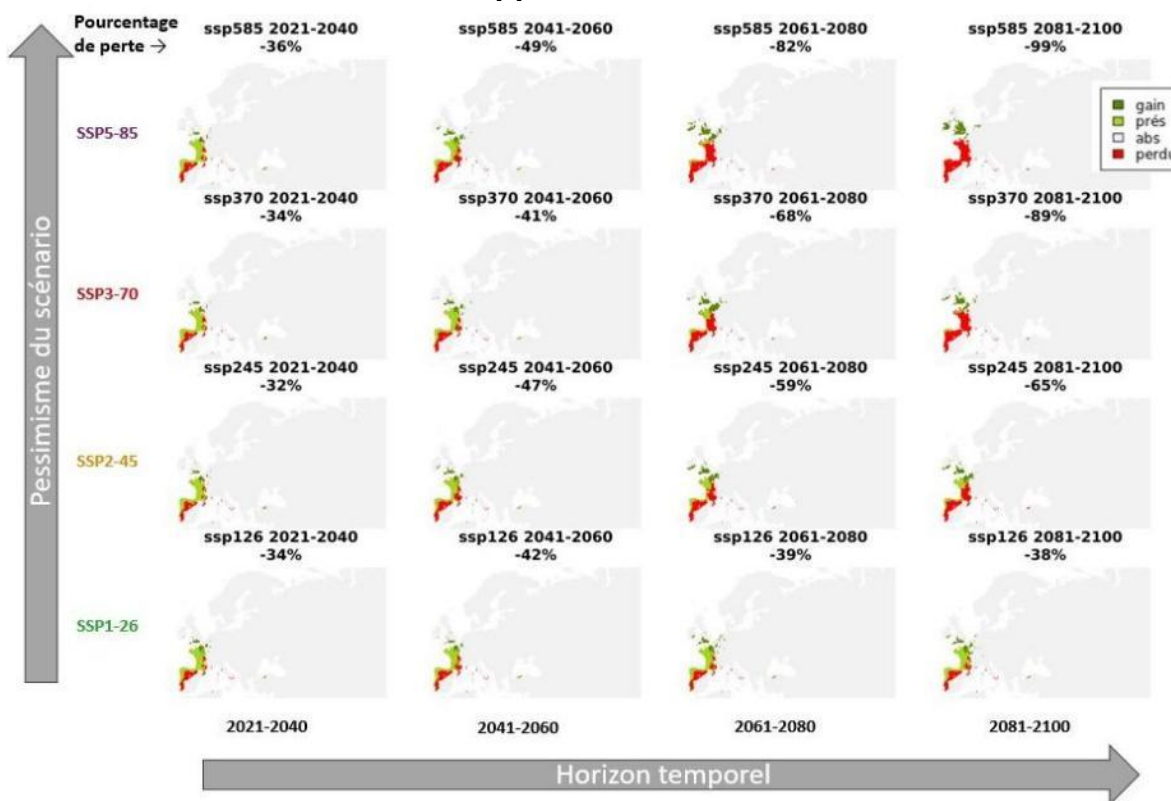


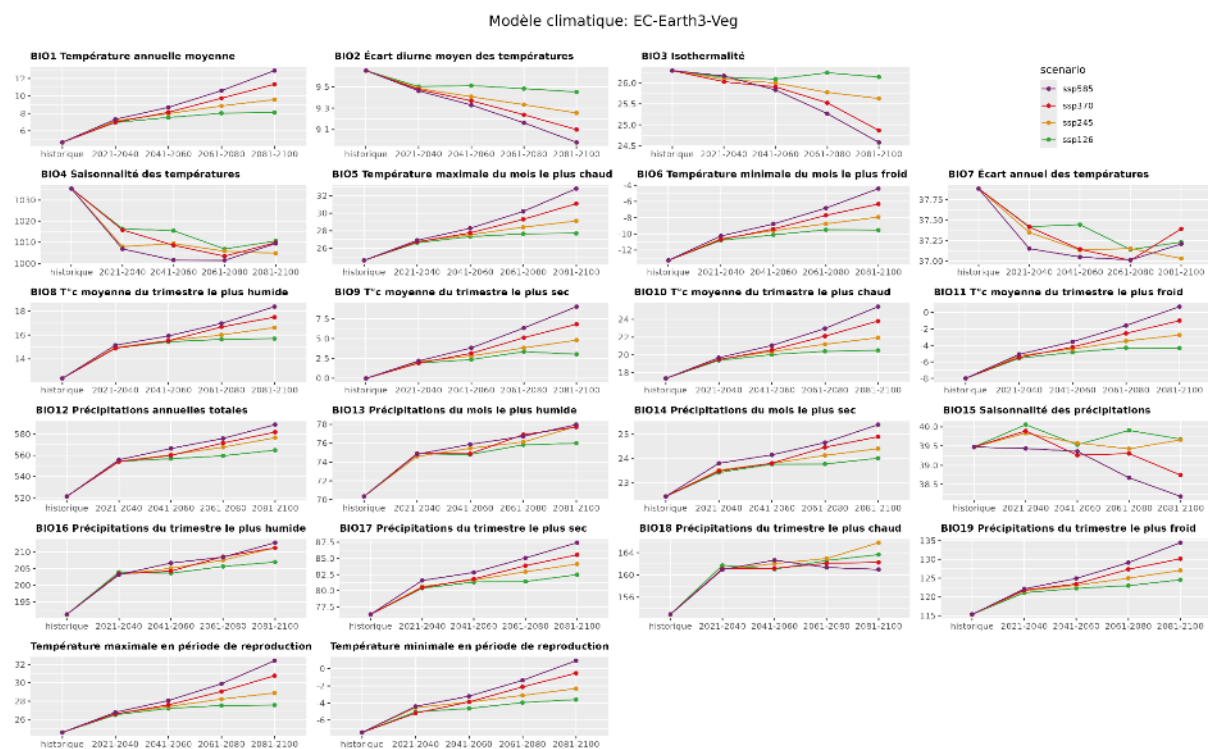
Fig. 33. Aire de répartition future de (a) *I. alpestris*, (b) *L. helveticus*, (c) *L. vulgaris*, (d) *T. cristatus*, et (e) *T. marmoratus*, en fonction des quatre scénarios. Le pourcentage de perte indique la fraction de pixels perdus par rapport à la prédiction actuelle.



## 2.3. Limites et perspectives 2025

Le choix de la résolution à 10 minutes d'arc présente l'avantage de prédictions suffisamment précises géographiquement, mais oblige à filtrer des données de présence GBIF insuffisamment précises. Cela peut impacter les performances du modèle, surtout dans les cas où certaines régions ne possèdent que des informations peu précises géographiquement.

Une analyse plus approfondie de l'influence de chaque variable sur la prédiction permettrait d'affiner notre connaissance de l'impact du changement climatique sur l'aire de répartition future des espèces de tritons considérées. En effet, il est possible de les mettre en relation avec les variations futures prédites par le modèle climatique EC-Earth3-Veg (CONSORTIUM (EC-EARTH), 2019), illustrées en Fig. 34. On pourrait alors identifier les variables climatiques qui contribuent le plus à réduire les aires de répartition.



**Fig. 34. Prédications des variables bioclimatiques futures par le modèle climatique EC-Earth3-Veg. Les valeurs sont moyennées sur l'ensemble de l'aire d'étude européenne la plus large.**

Comme indiqué dans une version antérieure (MALLARD ET AL., 2023), les perspectives futures incluent trois axes principaux.

Premièrement, le modèle sera décliné à l'échelle de la France, puis à l'échelle régionale (Île-de-France et Nouvelle-Aquitaine) afin d'identifier des secteurs à enjeux de conservation plus précis. Les données de présence y sont plus fiables et plus denses. Il est également possible d'utiliser les informations acquises à l'échelle européenne pour affiner le choix des points de pseudo-absence aux échelles plus fines (GALLIEN ET AL., 2012 ; PRÉAU ET AL., 2022).



Deuxièmement, les données d'occupation des sols seront utilisées comme variables explicatives en compléments des variables climatiques. Plusieurs bases de données d'occupation du sol au niveau national sont disponibles comme CORINE Land Cover.

Enfin, les prédictions des modèles de distribution d'espèces peuvent être raffinées en tenant compte des capacités de migration des espèces (ENGLER & GUIBAN, 2009 ; ZURELLE *ET AL.*, 2016). Les modalités varient d'une simple prise en compte de la distance de migration, à des modèles complexes incorporant les affinités d'une espèce à un type d'occupation des sols en fonction de son stade de vie. Cette dernière distinction semble être cruciale pour les amphibiens au cycle de vie biphasique à l'interface des trames vertes et bleues (CLAUZEL *ET AL.*, 2023). Des données précises sur la localisation des mares seront alors nécessaires. Dans ce cadre, un travail sur la cartographie des mares potentielles a été mené et est présenté dans la section suivante.



### 3. Vers un atlas des mares potentielles identifiées par télédétection

#### 3.1. Télédétection pour la localisation de mares

Les différents observatoires régionaux des mares fournissent des informations précieuses sur la localisation et l'état de nombreuses mares (MALLARD *ET AL.*, 2023). La collecte des données est en partie faite de manière collaborative en impliquant des experts comme des citoyens. Cette méthode permet d'accumuler un grand nombre de données mais, en contrepartie, elle est sujette à certains biais. Certaines zones peuvent être par exemple plus échantillonnées que d'autres en fonction de la présence d'experts ou de citoyens motivés.

La télédétection englobe les techniques de mesures à distance, notamment l'analyse du rayonnement de la surface terrestre via un capteur et ce de manière passive ou active (avec émission d'un rayonnement). Les données de télédétection, notamment satellitaires, présentent souvent l'avantage de ne pas être biaisées spatialement dans l'échantillonnage aux échelles régionales ou nationales. Il existe cependant d'autres biais, en particulier sur l'aspect temporel : les images sont prises pendant une saison particulière de l'année ce qui joue sur la visibilité des mares temporaires, ou bien elles sont prises à un moment de la journée, ce qui implique certaines formes d'ombres portées du relief, des boisements et même des bâtiments.

De nombreuses méthodes de télédétection ont été employées pour la détection des mares dans différents contextes. Des exemples sont présentés ci-dessous.

Il est possible de collecter des informations sur les localisations de mares par recherche manuelle sur des photographies aériennes. C'est de cette manière entre autres que des "mares potentielles" ont été identifiées pour l'observatoire participatif des mares d'Île-de-France de la SNPN (SNPN, 2013). Des biais sont inhérents à cette méthode comme la difficulté d'identifier des mares sous un couvert végétal. La recherche manuelle a ses avantages par le degré de confiance accordé, mais n'est pas adéquate pour une zone d'étude de grande ampleur.

Une autre façon de procéder est d'automatiser l'identification des mares à partir de données de télédétection. Des travaux précédents ont utilisé des photographies aériennes (PREVIANT & NAGEL, 2016), des données satellitaires passives dans le visible et l'infrarouge (SOTI *ET AL.*, 2009), des données radar (BOURGEAU-CHAVEZ *ET AL.*, 2016) ou topographiques (CORMIER *ET AL.*, 2013). Des revues plus exhaustives ont été réalisées à ce sujet (BOIVINEAU, 2020 ; PEROUX, 2021 ; HOFMEISTER *ET AL.*, 2022).

De nombreuses données satellitaires sont au format raster, c'est-à-dire une grille constituée de pixels. L'identification des mares correspond alors à un problème de classification : chaque pixel est caractérisé par une ou plusieurs valeurs de rayonnement enregistré par télédétection, et un algorithme est utilisé pour établir la correspondance entre ces valeurs et la présence ou l'absence d'eau.

Un exemple d'algorithme de classification très simple est celui des indices spectraux couplés à des valeurs seuil. Certains ont été développés dans le but de la détection d'eau libre, du taux d'humidité du sol ou de la végétation (NDWI). Un indice a même été créé spécifiquement pour la détection des mares (LACAUX *ET AL.*, 2007). Ces indices spectraux se basent principalement sur des données satellitaires passives dans le visible et l'infrarouge. Leur utilisation pour la détection des mares en Île-de-France a donné lieu à des résultats mitigés liés à la présence de confusions causées notamment par la réflectance des mares, faisant référence à d'autres types d'occupation des sols (BOIVINEAU, 2020).



Un stage ayant eu lieu en 2023-2024 en partenariat avec l'UMR Passages a permis d'explorer d'autres méthodes de classification sur le cas des mares d'Essonne (Perez, 2024).

## 3.2. Méthodes

### *Données satellitaires*

Les données de télédétection utilisées proviennent du programme satellite Sentinel-2. Il s'agit de données satellitaires passives dans le visible et l'infrarouge. La zone d'étude est le département de l'Essonne et les données choisies datent de mars 2016. Le mois de mars correspond à une période avec un excédent en pluie important et dont les images satellites sont disponibles avec une couverture nuage faible. L'année 2016 a été sélectionnée car la plupart des données sur les localisations de mares de l'inventaire participatif de la SNPN ont été enregistrées entre 2010 et 2015. Une date trop récente diminuerait la probabilité que les mares localisées existent toujours. A cette date, 9 bandes spectrales dans le visible et l'infrarouge sont disponibles.

### *Données mares*

Les localisations de mares de la SNPN sont des données ponctuelles. Afin de les confronter aux données raster, il faut donner une surface aux mares répertoriées. Un croisement avec plusieurs bases de données contenant des plans d'eau en format polygonal a été effectué pour identifier celle qui contient le plus de mares enregistrées sur l'observatoire participatif de la SNPN. Le Tableau 1 présente les résultats pour la BD TOPO (IGN, 2023) et pour l'Inventaire National des Plans d'Eau, ou INPE (IGEDD, IGN, CNES, 2023).

**Tableau 1. Croisement des mares SNPN (points) avec les plans d'eau (polygones) de la BD TOPO (IGN, 2023) et de l'INPE (IGEDD, IGN, CNES, 2023). Toutes les données datent de l'année 2023.**

Type de mare	SNPN (nombre de mares)		Intersection SNPN - BD TOPO		Intersection SNPN - INPE	
	ÎdF	Essonne	ÎdF	Essonne	ÎdF	Essonne
Vue	4 100	1 202	2 000 (49%)	595	1 270 (31%)	301
Caractérisée	5 937	1 549	3 536 (60%)	1 092	2 602 (44%)	688
Potentielle	12 837	1 293	10 006 (78%)	963	7 893 (61%)	644
Disparue	744	208	237 (32%)	58	159 (21%)	37
<b>Total</b>	<b>23 618</b>	<b>4 252</b>	<b>15 779 (67%)</b>	<b>2 708 (64%)</b>	<b>11 924 (50%)</b>	<b>1 690 (40%)</b>

Plus des deux tiers des données ponctuelles de la SNPN trouvent une intersection avec un polygone de la BD TOPO, contre la moitié avec l'INPE. L'écart est encore plus grand au niveau de l'Essonne. Les plans d'eau polygonaux de la BD TOPO qui intersectent les points de la base SNPN sont donc choisis comme surfaces où la présence d'une mare est fortement probable en 2016.

Il est à noter que les taux d'intersection sont les plus élevés pour les mares identifiées comme "potentielles" dans la base SNPN (78% pour la BD TOPO et 61% pour l'INPE). Cette forte correspondance





vient du fait que les mares potentielles ont été en partie identifiées par des bases de données reprises dans la BD TOPO et l'INPE (SNPN, 2013). Les taux d'intersection moins élevés pour les autres types de mares semblent indiquer que les données de la SNPN contiennent des plans d'eau non identifiés dans ces bases de référence.

### **Analyse en composantes principales**

Une première approche de classification non supervisée est appliquée avec une Analyse en Composantes Principales sur les données satellitaires sur l'Essonne. A partir des neuf variables spectrales brutes, l'ACP propose neuf nouvelles variables (composantes) par combinaison linéaires. Ces composantes sont créées de manière à réduire les corrélations entre elles et elles sont classées par ordre décroissant de pourcentage de la variance entre les pixels expliquée.

Il est alors possible d'identifier si certaines composantes permettent de distinguer les pixels en fonction de la présence de mare ou d'autres occupations du sol indiquées par la BD TOPO. Selon les composantes utiles à la discrimination des mares, il est possible d'identifier quelles bandes spectrales ou quelles combinaisons de bandes spectrales seraient les plus efficaces pour construire une méthode de classification. L'ACP est ainsi souvent qualifiée d'outil de réduction de dimensionnalité : elle permet d'identifier un petit nombre de variables explicatives faiblement corrélées. Ces variables peuvent être par la suite utilisées dans une classification supervisée.

L'ACP a été réalisée avec le plugin Orfeo ToolBox du logiciel QGIS et les analyses ultérieures sous R.

### **Classification supervisée**

Une classification des pixels en fonction des bandes spectrales issues des données satellitaires de l'Essonne a été proposée. Les classes d'occupation des sols utilisées sont :

- Urbain
- Eau (non mare)
- Forêt
- Agriculture
- Mare (issu du croisement de la base de données SNPN et la BD TOPO)

Des pixels de chaque classe ont été identifiés à la main pour fournir à l'algorithme de classification des données d'entraînement (80% des pixels) ainsi que des données de validation (20% des pixels). Au total, 2 675 pixels ont été utilisés. L'algorithme de classification utilisé est Shark Random Forest. Pendant la phase d'entraînement, l'algorithme optimise ses paramètres pour maximiser sa performance sur les données d'entraînement. La phase de validation permet de tester sa performance sur des données nouvelles, c'est-à-dire pas utilisées pendant l'entraînement.

La performance d'un algorithme de classification pour une classe, par exemple les mares, est estimée à partir de deux métriques complémentaires :

- la **précision** est la capacité à ne pas prédire la présence d'une mare incorrectement : vrai positif / (vrai positif + faux positif)
- le **rappel** est la capacité à ne pas prédire l'absence d'une mare incorrectement : vrai positif / (vrai positif + faux négatif)

Enfin, trois classifications ont été réalisées avec différentes variables spectrales explicatives :

- les 9 bandes spectrales satellitaires brutes

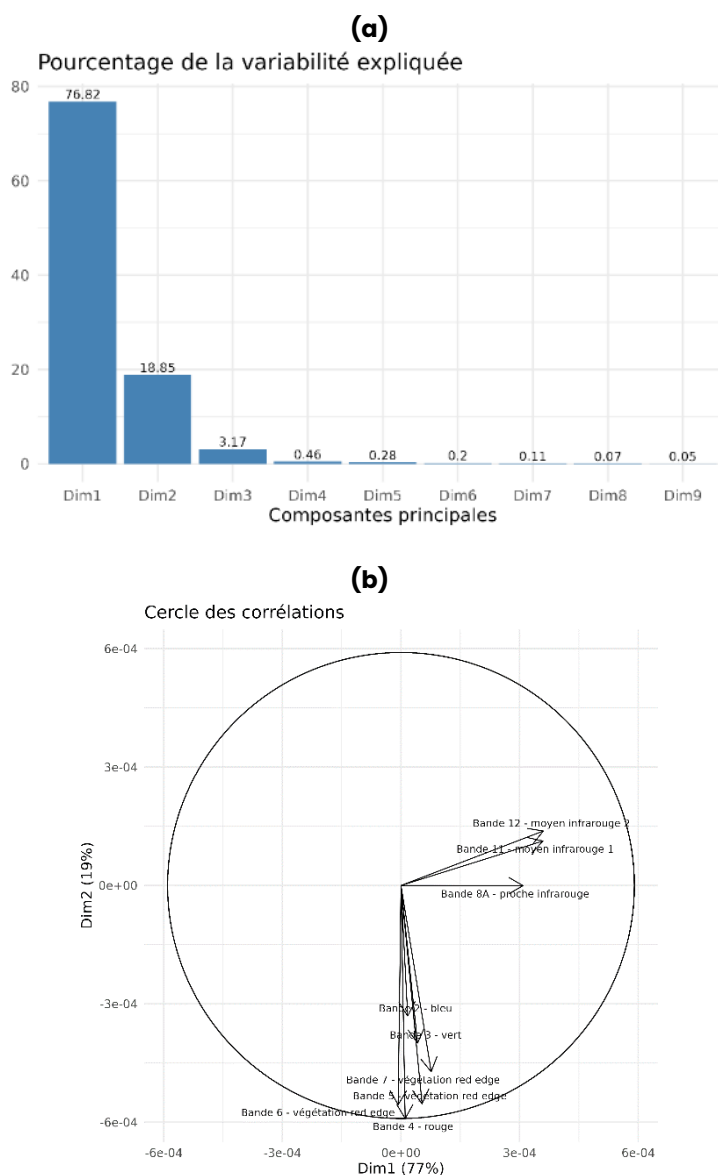


- les 9 composantes principales identifiées par l'ACP
- les 3 premières composantes principales

L'ensemble du processus de classification a été réalisé avec le plugin Orfeo ToolBox du logiciel QGIS.

### 3.3. Résultats

La Fig. 35a montre que les deux premières composantes principales expliquent plus de 95% de la variabilité entre les pixels concernant les données spectrales satellitaires. Cela signifie qu'il existe une forte redondance (corrélation) entre ces variables. Il est possible de le constater avec le cercle des corrélations (Fig. 35b) : la première composante est une combinaison principalement composée des canaux spectraux de l'infrarouge, tandis que la seconde composante est principalement construite à partir des canaux dans le visible (et le très proche infra-rouge).

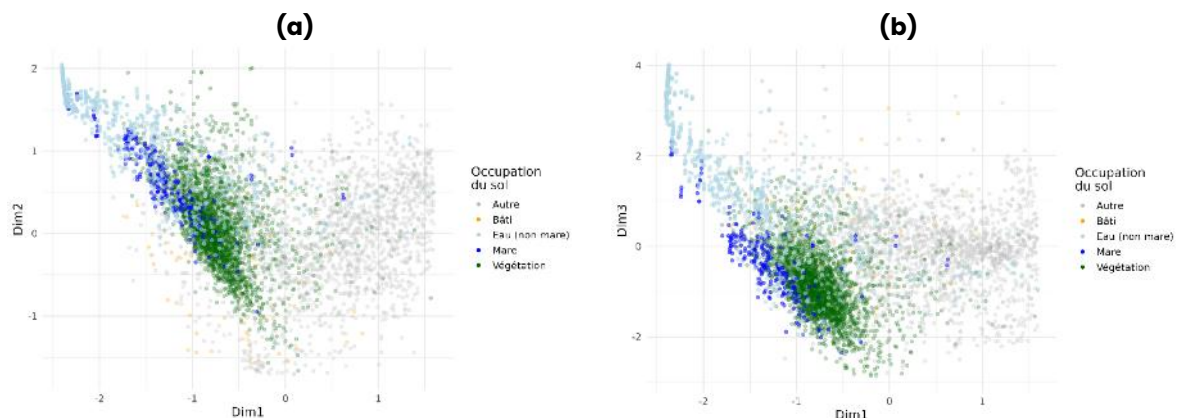


**Fig. 35. (a) Pourcentage de variabilité expliquée de chaque composante principale (b) Cercle des corrélations pour les deux premières composantes principales.**



Il est possible de projeter les pixels de l'image dans un plan défini par les nouvelles composantes principales. La Fig. 36 montre la projection de 5000 pixels choisis aléatoirement sur la commune de Dourdan en Essonne. L'ACP étant une méthode d'apprentissage non supervisé, aucune information sur l'occupation des sols n'a été utilisée. On constate cependant qu'elle permet en partie de mettre en évidence des clusters correspondant à l'occupation des sols fournie par la BD TOPO (couleurs sur la Fig. 36). Les pixels d'eau mais pas de mares se distinguent plutôt bien des autres pixels par la première composante principale (Dim1 sur la Fig. 36a). Cela nous conforte quant à la possibilité de distinguer des plans d'eau par les données satellitaires utilisées.

Les pixels mares sont très largement confondus avec le reste des pixels, notamment ceux correspondant à la présence de végétation (Fig. 36a). La localisation de mares présente une difficulté supplémentaire à la simple localisation de plans d'eau clairs de par la présence de végétation dans et autour de la mare. Cependant, la projection en utilisant la troisième composante principale (Dim3 sur la Fig. 36b) permet de mieux identifier les pixels mares dans un cluster distinct.



**Fig. 36. Projection de 5 000 pixels sur (a) les composantes 1 et 2 issues de l'ACP et sur (b) les composantes 1 et 3.**

Les performances des trois versions du modèle de classification supervisée pour la détection de la classe "mare" sont présentées dans le Tableau 2. De manière générale, les taux de précision et de rappel sont comparables ou plus élevés que ceux issus d'indices spectraux sur des données très proches (BOIVINEAU, 2020). Ils restent cependant assez faibles pour un usage pratique de détection de mares. En effet, dans le meilleur des scénarios, plus de 15 % des pixels correspondant à mares ne sont pas détectés comme tel (rappel de 84.1 % dans le Tableau 2). Les taux de précision et rappel présentés dans le Tableau 2 demandent toutefois à être retravaillés car ils sont issus d'un nombre limité de pixels, identifiés à la main de surcroît.



**Tableau 2. Précision et rappel pour la classe "mare" sur les données de validation selon les variables explicatives**

Variables explicatives utilisées	Précision (mares)	Rappel (mares)
9 canaux spectraux bruts	81.8 %	84.1 %
9 composantes principales	86.7 %	79.4 %
3 premières composantes principales	73.7 %	78.5 %

L'utilisation des composantes principales au lieu des données spectrales brutes a permis d'améliorer la précision du modèle de classification mais ce au prix d'une diminution du rappel. En revanche, la réduction de 9 à 3 composantes principales ne permet pas d'améliorer le modèle. Il semble que, malgré le fort degré de corrélation entre les variables spectrales, elles contiennent ensemble une information assez riche pour être considérées dans leur ensemble. La classification à partir des 9 composantes principales semble la plus pertinente pour l'identification de mares potentielles. En effet, elle présente le plus fort taux de précision et un taux de rappel convenable (2ème ligne du Tableau 2).

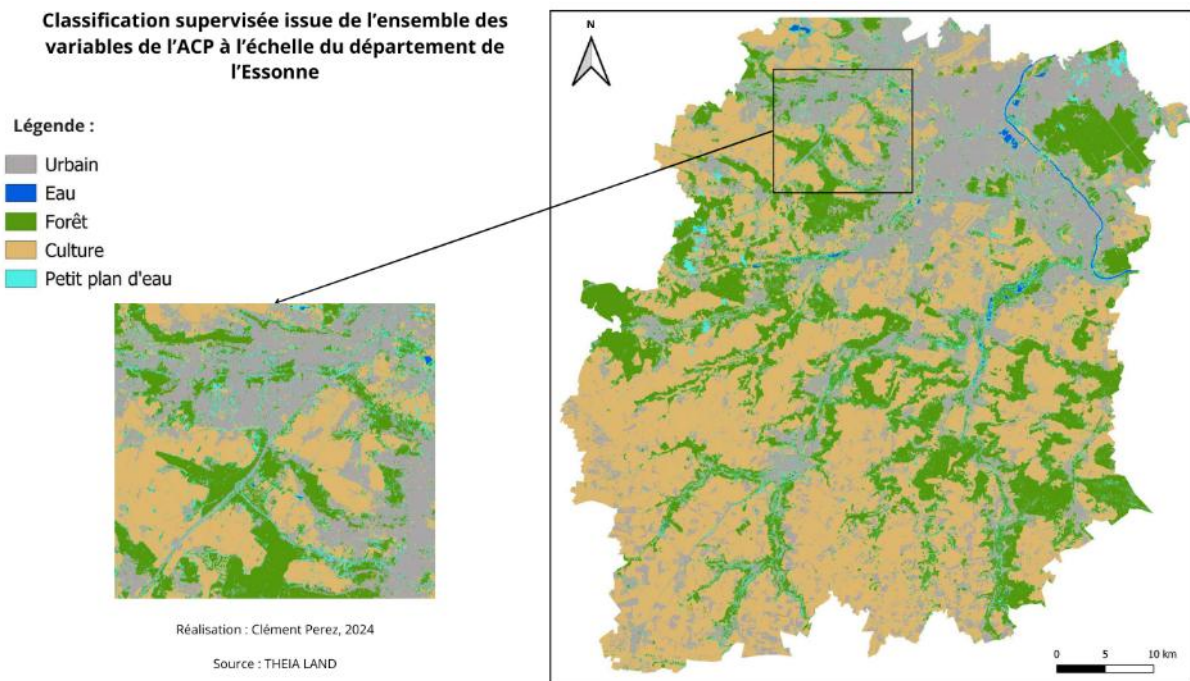
La matrice de confusion (Tableau 3) met en évidence les classes d'occupation du sol avec lesquelles les mares sont le plus souvent confondues. Pour la classification avec les 9 composantes principales, les pixels mares sont le plus souvent confondus avec les pixels de forêts ou de parcelles agricoles (dernière ligne du Tableau 3). De manière surprenante, notre algorithme de classification distingue beaucoup mieux les mares des plans d'eau non affiliés à des mares que les mares avec toutes les autres classes d'occupation du sol. Du point de vue spectral, les mares se distinguent donc bien des plans d'eau clairs ce qui est une bonne nouvelle pour l'étude de la spécificité de ces objets par rapport aux autres milieux aquatiques. En revanche, cela en fait des objets plus difficiles à distinguer des sols occupés par d'autres formes de végétation.

**Tableau 3. Matrice de confusion sur les données de validation pour la classification avec les 9 composantes principales**

		Classe estimée				
		Urbain	Eau (non mare)	Forêt	Culture	Mare
Classe réelle	Urbain	98	0	3	1	5
	Eau (non mare)	0	104	0	0	3
	Forêt	0	0	102	0	5
	Culture	4	0	0	103	0
	Mare	3	2	7	10	85



Comme mentionné précédemment, l'étape de validation a été effectuée sur un petit nombre de pixels : 107 pixels par classe (Tableau 3). Une visualisation des prédictions sur l'ensemble de l'Essonne est proposée en Fig. 37 et met en évidence certains écueils du modèle. La plupart des pixels classés comme des mares sont les zones humides en bordure de cours d'eau ou bien les petits cours d'eau eux-mêmes. Ce résultat nous amène à reconsidérer notre problème de classification. Est-il pertinent de chercher à détecter les mares en particulier ou bien faut-il considérer les autres formes de petites zones humides en même temps ? Enfin, la Fig. 37 permet de mettre en évidence que plusieurs pixels catégorisés comme des mares sont en fait des routes ou d'autres infrastructures urbaines, un problème déjà identifié précédemment (BOIVINEAU, 2020).



**Fig. 37. Classification prédite sur toute l'Essonne par le modèle entraîné avec les 9 composantes principales.**



## 4. Sélection des secteurs à enjeux

Dans une version préliminaire, quatre principaux enjeux ont été retenus pour proposer une carte d'enjeux prioritaires d'actions de création/restauration de mares en Île-de-France. Ils ont été identifiés par la SNPN dans le cadre de son programme de recherche-action à ces petites zones humides (MALLARD ET AL., 2023). Chaque enjeu est détaillé dans la [section suivante](#) et donne lieu à un score entre 0 et 2 pour chaque maille d'une grille de 125\*125 mètres. Les plus hautes valeurs indiquent un enjeu de conservation plus important. La dimension de cette maille permet une analyse fine du territoire et est compatible avec le travail de l'Institut Paris Région sur la renaturation (GAËTANE ET AL., 2022 ; L'INSTITUT PARIS RÉGION, 2023). Un score total compris entre 0 et 8 est calculé en faisant la somme de chacun des scores des enjeux. La première version de la carte des secteurs à enjeux correspondante est disponible dans la [deuxième section](#). D'autres enjeux complémentaires ou à approfondir sont [ensuite présentés](#) de cette partie. Enfin, les enjeux des sites pilotes de création/restauration de mares par la SNPN en 2024 sont étudiés dans la [dernière section](#) de cette partie.

### 4.1. Enjeux retenus

#### ***Enjeu 1: Secteurs à forte concentration de mares et corridors écologiques potentiels***

##### ***Détermination des secteurs à forte concentration de mares***

A la manière du Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Île-de-France (SRCE ÎLE-DE-FRANCE, 2013), des secteurs à forte concentration de mares ont été identifiés. Les données de localisation des mares utilisées résultent de la combinaison de l'inventaire participatif de la SNPN (SNPN, s. d.) intégrant les mares potentielles, et de l'Inventaire National des Plans d'Eau (IGEDD, IGN, CNES, 2024). Afin d'éviter les doublons, les mares des deux bases de données éloignées de moins de 10 mètres (seuil établi en collaboration avec l'UMR Passage) ont été considérées comme identiques. Au total, 23 464 localisations de mares sont disponibles en Île-de-France.

Un secteur à forte concentration de mares est un réseau d'au moins 5 mares éloignées de moins de 500 mètres pour tenir compte des espèces à faible capacité de déplacement (SCHER, 2010 ; SNPN, 2013). Chacun des 815 secteurs identifiés est donc représenté par l'ensemble des zones tampons circulaires de 250 mètres autour de chacune de ses mares (Figure 1).

##### ***Détermination des corridors écologiques potentiels***

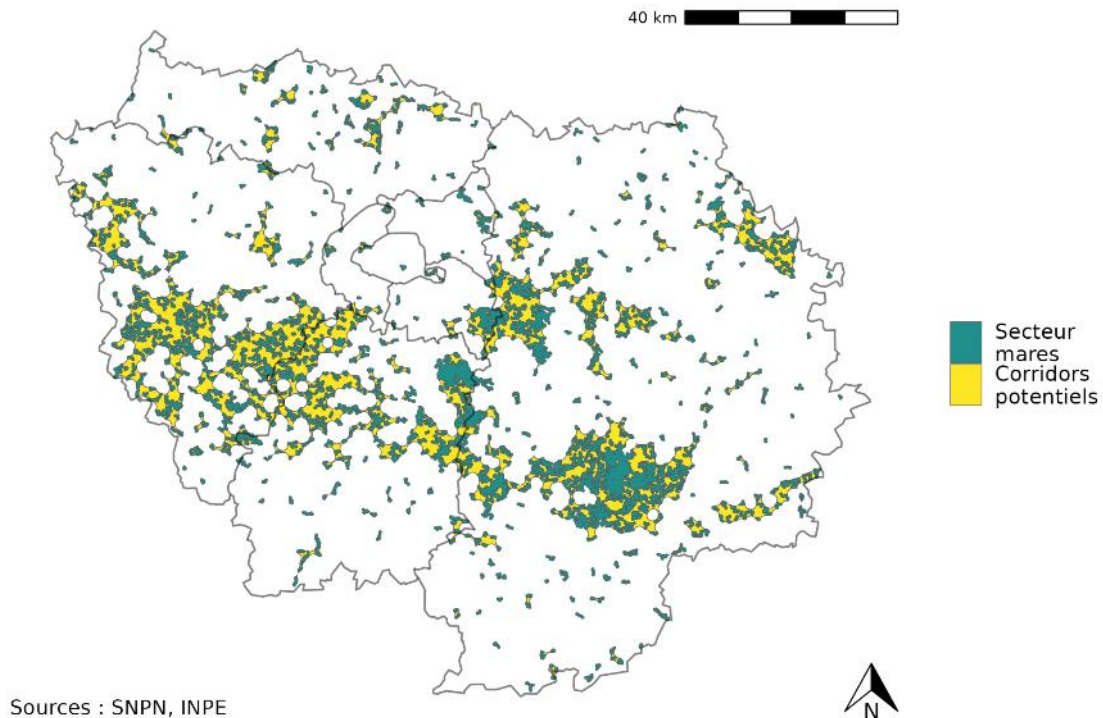
La méthode de dilatation-érosion a été utilisée dans de nombreux SRCE régionaux pour identifier les chemins les plus directs permettant de relier des espaces naturels (AMSALLEM ET AL., 2010 ; SORDELLO ET AL., 2017). Il s'agit d'une approche basée uniquement sur la distance géographique et ne prend pas en compte la perméabilité des milieux au déplacement des espèces.

Comme pour l'analyse de la sous-trame des milieux humides du SRCE de Franche-Comté, une zone tampon d'une largeur d'un kilomètre est construite autour des secteurs identifiés, puis elle est érodée d'une largeur identique (SRCE FRANCHE-COMTÉ, 2015). Ne sont gardées que les zones permettant de relier deux secteurs ainsi que celles étant situées à l'intérieur d'un secteur puisque, de par leur nature de réseaux, ils arrivent que certains secteurs ne soient pas pleins, i.e. aient des trous (Fig. 38).





## Secteurs à forte concentration de mares et dilatation-érosion



**Fig. 38. Carte des réseaux d'au moins 5 mares éloignées de moins de 500 m et corridors écologiques potentiels entre ces réseaux identifiés par la méthode de dilatation-érosion.**

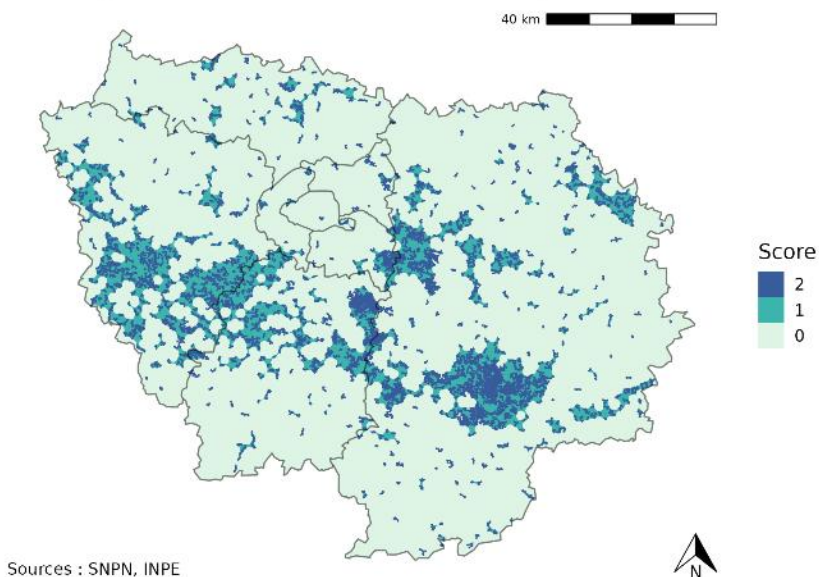
Pour chaque maille de la grille 125\*125 mètres, la présence d'un secteur à forte densité de mares lui donne un score de 2, sinon, la présence d'un corridor potentiel lui attribue un score de 1, et sinon, le score est nul (Fig. 39).

### ***Limites et perspectives***

La méthode de dilatation-érosion ne prend pas en compte les obstacles à la dispersion. Des travaux plus poussés sur la connectivité des habitats des espèces liées aux mares devront être inclus dans une version future de la carte (CLAUZEL, 2020 ; CLAUZEL ET AL., 2023).



### Enjeu réseaux de mares et corridors potentiels



**Fig. 39. Carte du score pour l'enjeu des réseaux de mares (score 2) et de leur connectivité potentielle (score 1).**

#### ***Enjeu 2 : Proximité d'observations d'amphibiens et odonates menacés identifiés par les listes rouges régionales***

L'inventaire des mares d'Île-de-France n'étant pas forcément complets et à jour, il est possible d'identifier des zones à enjeux de biodiversité des mares via les données d'observations d'espèces. Les données des taxons amphibiens et odonates extraites de l'outil régional GeoNat ÎdF sont utilisées (extraction datant d'octobre 2023) (ARB ÎdF, 2023). Les données sont filtrées pour ne garder que les observations :

- faites dans les 10 dernières années (depuis octobre 2013),
- n'étant pas géographiquement floutées (données sensibles),
- avec une détermination faite jusqu'à l'espèce,
- et d'espèces d'affinité pour les milieux lenticules. Il s'agit de toutes les espèces d'amphibiens en Île-de-France, mais pas nécessairement tous les odonates. L'atlas européen des odonates a été utilisé (BOUDOT & KALKMAN, 2015)

Les 32 221 observations d'amphibiens et 59 076 observations d'odonates restantes sont ensuite filtrées pour ne garder que les espèces considérées comme menacées dans les dernières listes rouges régionales des amphibiens et des reptiles (JOHAN ET AL., 2023) et des libellules (HOUARD & MERLET, 2014) d'Île-de-France. Une espèce est considérée comme menacée si son statut de menace a été évalué comme "en danger critique d'extinction" (CR), "en danger" (EN), ou "vulnérable" (VU). Pour les amphibiens, il s'agit de :

- *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758),
- *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768),
- *Pelodytes punctatus* (Daudin, 1803),

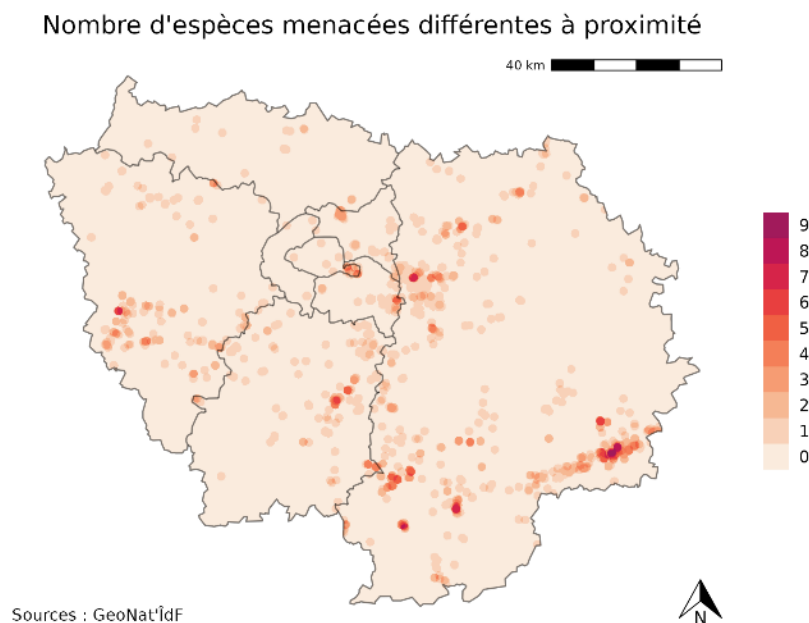


- *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758).

En ce qui concerne les odonates, après n'avoir conservé que les espèces des milieux lenticules, il s'agit de :

- *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825),
- *Sympetrum danae* (Sulzer, 1776),
- *Coenagrion pulchellum* (Vander Linden, 1825),
- *Lestes dryas* (Kirby, 1890),
- *Aeshna isoceles* (O.F. Müller, 1767),
- *Ceriagrion tenellum* (Villers, 1789),
- *Oxygastra curtisii* (Dale, 1834),
- *Somatochlora flavomaculata* (Vander Linden, 1825),
- *Somatochlora metallica* (Vander Linden, 1825),
- *Lestes virens* (Charpentier, 1825),
- *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840).

Pour chaque maille de 125\*125 mètres, on calcule le nombre d'espèces menacées différentes observées dans un rayon d'un kilomètre (Fig. 40). Ce choix est fait, plutôt que celui de calculer la diversité par maille pour mettre en avant à la fois la restauration des habitats actuels, mais aussi la création de nouvelles mares à proximité afin d'étendre ces habitats.



**Fig. 40. Carte du nombre d'espèces menacées différentes d'amphibiens et d'odonates observées dans un rayon d'un kilomètre.**



Pour chaque maille, le score d'enjeu de proximité d'espèces menacées vaut 2 si au moins deux espèces menacées d'amphibiens et d'odonates ont été observées dans un rayon d'1 km, sinon, il vaut 1 pour une espèce, et sinon il est nul (Fig. 41).



**Fig. 41. Carte du score pour l'enjeu de proximité d'espèces menacées d'amphibiens et odonates dans un rayon d'un kilomètre (score 0 si aucune espèce ; score 1 si 1 espèce; score 2 si  $\geq 2$  espèces).**

### ***Limites et perspectives***

L'identification de zones prioritaires pour soutenir des taxons menacés devrait prendre en compte leur répartition probable dans le futur. Certains modèles proposent des prédictions tenant compte des effets du changement climatique, des capacités de dispersion des espèces et de l'occupation des sols (BOYER *ET AL.*, 2021 ; PRÉAU *ET AL.*, 2022). Dans le cadre de son programme de recherche-action pour ces petites zones humides (MALLARD *ET AL.*, 2023), un projet de modélisation dans ce sens a été lancé. Il contribuera à identifier les nouveaux milieux favorables pour ces espèces, façonnés notamment par le changement climatique, ainsi que les corridors potentiels pour y accéder (JOHAN *ET AL.*, 2023).

### ***Enjeu 3 : Faible état de conservation des mares***

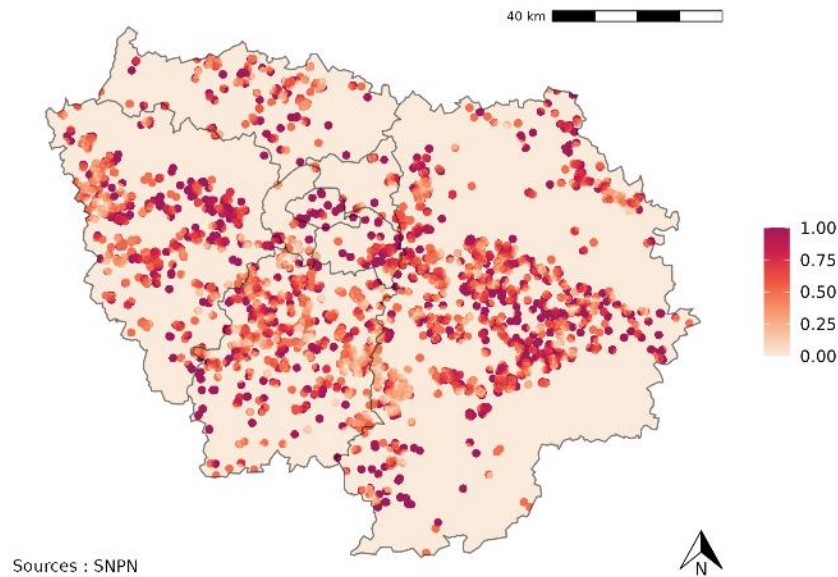
Dans l'inventaire participatif de la SNPN, 6 287 mares ont été caractérisées au moins une fois, c'est-à-dire qu'une fiche de caractérisation générale sur la mare a été remplie, basée sur celle établie par le Programme Régional d'Actions en faveur des Mares de Normandie (SNPN, 2013 ; PRAM NORMANDIE, 2021). Pour 5 148 mares caractérisées, l'information sur le l'état de conservation (Bon, Moyen ou Mauvais) a été rempli. Les zones de mares fortement dégradées présentent un fort enjeu de restauration.

Pour chaque maille, l'état moyen de dégradation des mares dans un rayon d'un kilomètre est calculé, en prenant pour valeur 1 pour Mauvais, 0.5 pour Moyen et 0 pour Bon (SCHER, 2010) (Fig. 42). Si aucune



mare n'est présente à proximité d'une maille, la valeur est 0 par défaut afin de mettre l'accent sur les zones à faible niveau de conservation.

Moyenne de l'état de dégradation des mares à proximité



**Fig. 42. Carte de l'état moyen de dégradation des mares dans un rayon d'un kilomètre.**

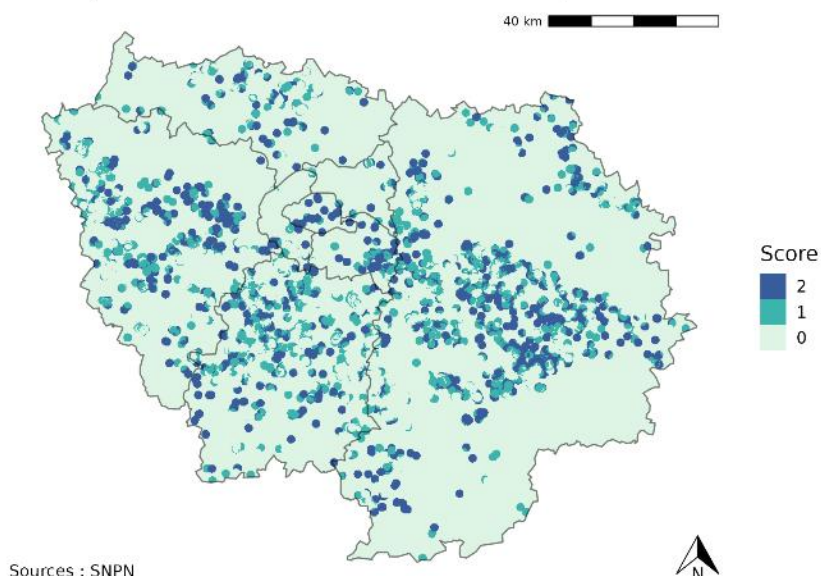
Pour chaque maille, le score d'enjeu de conservation des mares à proximité vaut 2 pour un état moyen de dégradation supérieur à 0.75, il vaut 1 pour un état moyen entre 0.5 et 0.75 et sinon il est nul (Fig. 43).

### ***Limites et perspectives***

Les informations sur l'état de conservation des mares de l'inventaire participatif de la SNPN datent pour la majorité du début des années 2000 et le diagnostic est fait à l'appréciation de l'utilisateur sans grille d'évaluation précise. Une ré-évaluation de l'état de conservation d'un grand nombre de mares sera nécessaire dans le futur pour affiner cet indicateur.



### Enjeu état de conservation des mares à proximité



**Fig. 43. Carte du score pour l'enjeu de l'état de conservation des mares à proximité (score 0 si état < 0.5 ; score 1 si  $0.5 \leq \text{état} < 0.75$  ; score 2 si  $0.75 \leq \text{état}$ ).**

#### ***Enjeu 4 : Forte vulnérabilité aux effets du changement climatique***

Le dernier enjeu retenu de création/restauration de mares est celui de leurs capacités à atténuer localement, et dans une certaine mesure, certains effets du changement climatique. Ceci est notamment le cas dans les milieux urbains où la création de réseaux de mares peut avoir un effet "tampon" limitant les risques de ruissellement et d'inondation (GAËTANE ET AL., 2022). En contribuant à la désimperméabilisation et végétalisation des sols, les créations de mares permettent également de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) (BOWLER ET AL., 2010). Bien que l'effet de chaque mare prise individuellement soit faible, des réseaux suffisamment denses peuvent produire les effets décrits précédemment (OERTLI ET AL., 2023).

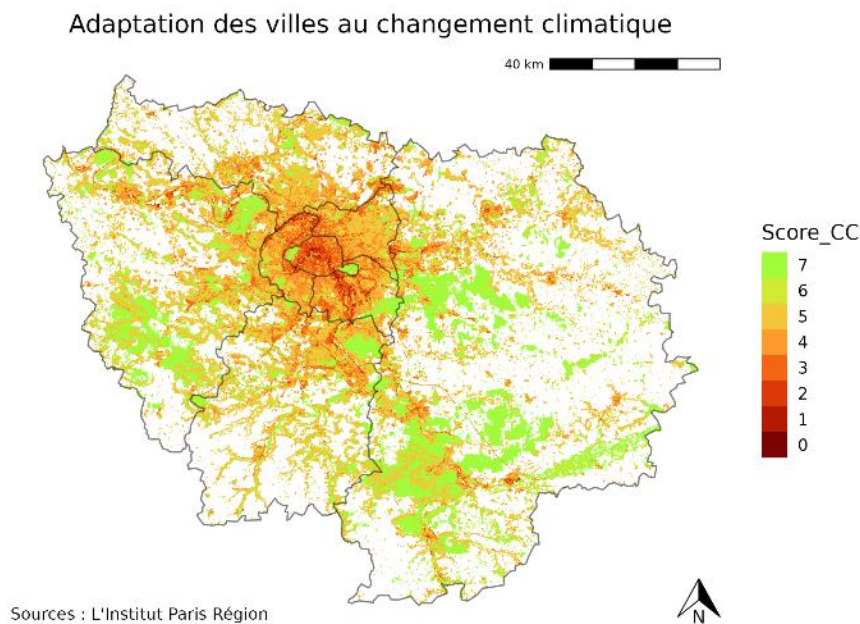
l'Institut Paris Région a produit une carte des "enjeux à la renaturation sur les territoires urbains d'Île-de-France" (GAËTANE ET AL., 2022 ; L'INSTITUT PARIS RÉGION, 2023). Un indice d'adaptation des villes au changement climatique est notamment proposé qui tient compte de l'exposition à l'effet d'ICU, aux inondations et au ruissellement ("Score\_CC" dans le Tableau 4). La carte de cet indice est présentée en Fig. 44 ; les valeurs basses indiquent une plus forte vulnérabilité à ces risques. L'analyse a été faite avec les données de l'Institut Paris Région mises à jour le 5 avril 2023.





**Tableau 4. Construction de l'indice d'adaptation des villes au changement climatique par l'Institut Paris Région. Adapté des métadonnées (L'INSTITUT PARIS RÉGION, 2023).**

Critère	Données utilisées	Description des données produites
Exposition à l'effet d'ICU	Indicateur Aléa jour	Type d'aléa majoritaire dans la maille. 0 : effet fort ; 1 : effet moyen ; 2 : effet faible ; 3 : effet rafraîchissant
Exposition aux inondations	Zones inondables	Croisement des données MOS et zones inondables pour déduire un risque d'exposition aux inondations dans chaque maille. 0 : risque fort ; 1 risque moyen ; 2 : risque faible
	MOS 11 postes	
Exposition au ruissellement	Pentes	Croisement des données de pentes et d'imperméabilisation des sols pour déduire un risque d'exposition au ruissellement dans chaque maille. 0 : fortement exposée ; 1 moyennement exposée ; 2 : faiblement exposée.
	Imperméabilisation des sols	
<b>Score_CC</b>	-	<b>Cumul des scores des différents critères : Alea_ICU + Inondation + Ruiss</b>

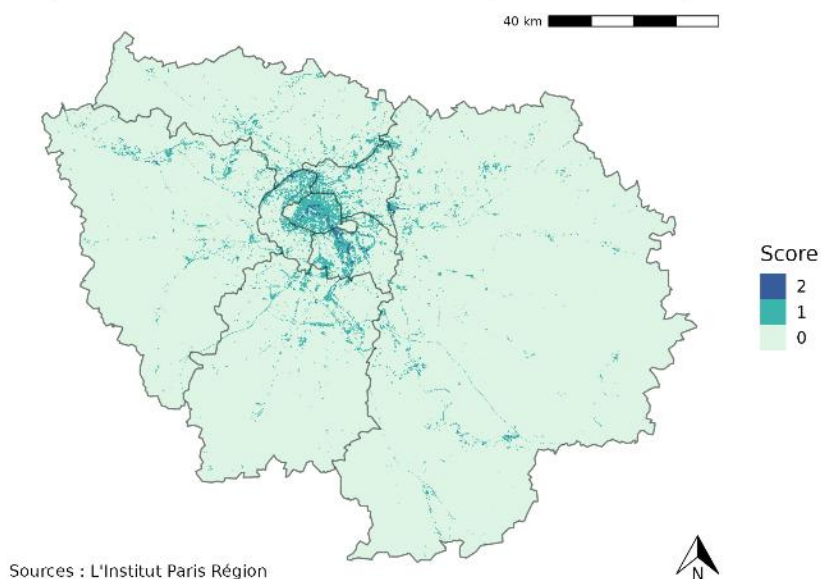


**Fig. 44. Carte des enjeux des effets du changement climatique par l'Institut Paris Région (2023).**

L'Institut Paris Région considère que les mailles avec un "Score\_CC" entre 0 et 3 comme des zones de renaturation prioritaire concernant les effets du changement climatique. En conséquence, pour chaque maille, on simplifie l'indice "Score\_CC" en un score de vulnérabilité au changement climatique qui vaut 2 pour un "Score\_CC" entre 0 et 1, qui vaut 1 pour une "Score\_CC" entre 2 et 3 et qui est nul sinon (Fig. 45). Les mailles qui n'ont pas de valeur pour le "Score\_CC" (zones agricoles principalement) reçoivent une valeur de 0.



## Enjeu vulnérabilité des villes au changement climatique



**Fig. 45. Carte du score pour l'enjeu de vulnérabilité des villes aux effets du changement climatique. Le score est calculé à partir du Score\_CC (L'INSTITUT PARIS RÉGION, 2023). Score 0 si  $\text{Score\_CC} \geq 4$  ; score 1 si  $3 \geq \text{Score\_CC} \geq 2$  ; score 2 si  $1 \geq \text{Score\_CC} \geq 0$ .**

### *Limites et perspectives*

L'indice proposé par l'Institut Paris Région concerne principalement les zones urbaines, mais aussi certains espaces verts et forêts. Le score final est donc biaisé, notamment en défaveur des régions agricoles non représentées qui peuvent être propices à certaines espèces affiliées aux mares (comme le crapaud calamite dans les mouillères agricoles).

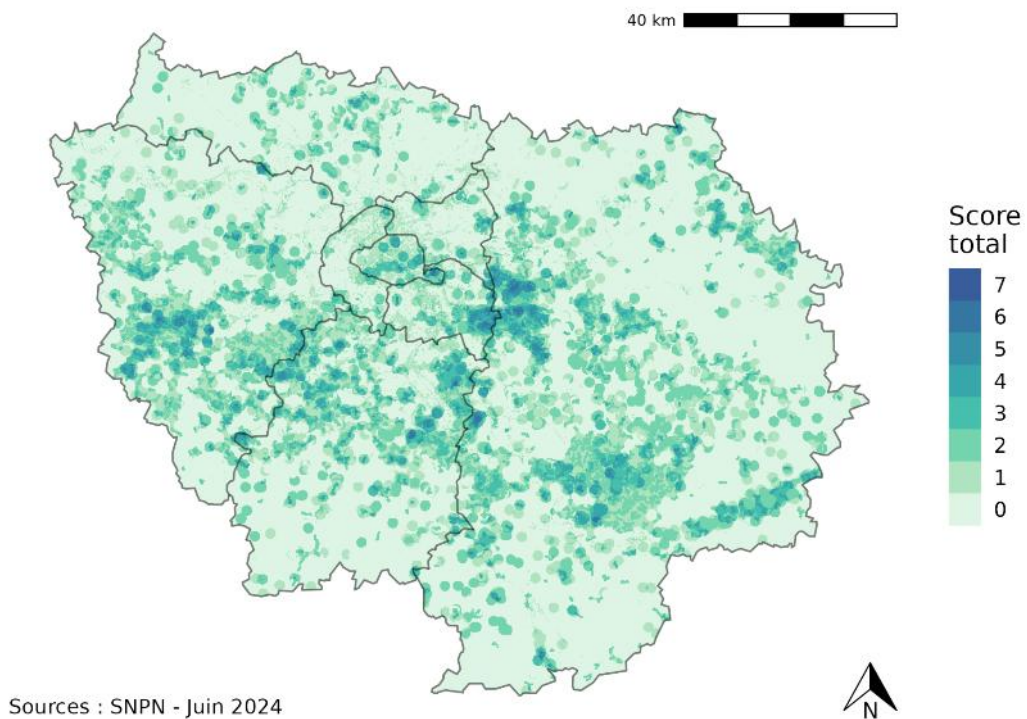
## **4.2. Score total – Carte v1**

Les scores des quatre enjeux retenus sont additionnés sur chaque maille pour obtenir un score total sans pondération. Les plus hautes valeurs indiquent un plus fort enjeu de création/restauration de mares. La première version correspondante de la carte d'enjeux d'actions de conservations des mares d'Île-de-France est présentée en Fig. 46.

Une version plus grossière avec une grille d'1\*1 km est calculée en moyennant la valeur du score total dans chaque nouvelle maille à partir de la carte précédente. Elle permet de faire ressortir les secteurs à enjeux à plus grande échelle (Fig. 47).

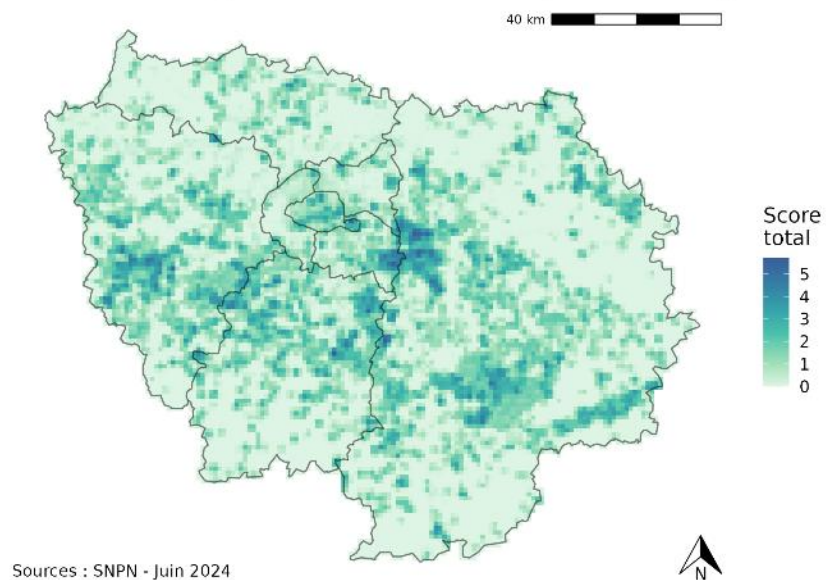


### Score total secteur enjeux conservation mares



**Fig. 46. Carte des secteurs à enjeux de conservation mares d'Île-de-France.**

### Score secteur enjeux conservation mares (maille 1\*1 km)



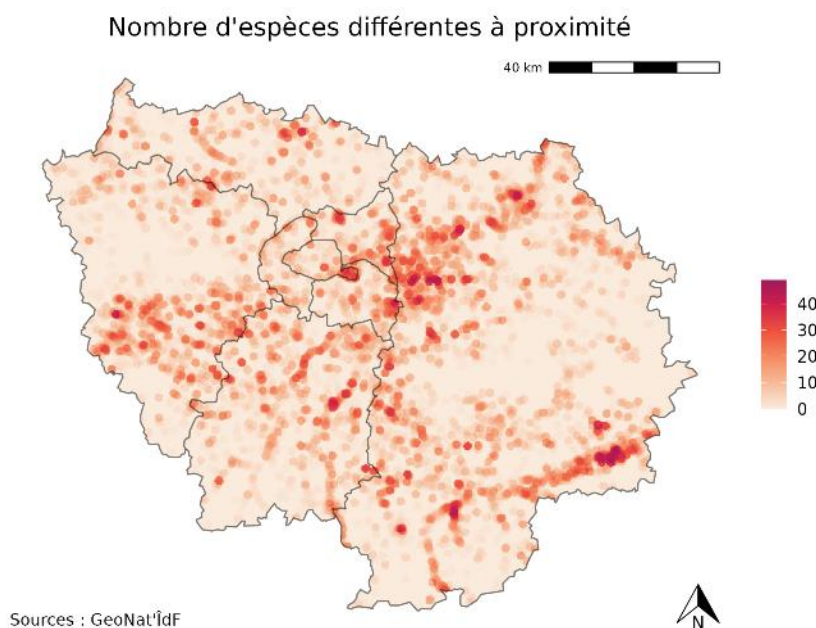
**Fig. 47. Carte grossière des secteurs à enjeux de conservation mares d'Île-de-France (scores moyennés sur une maille 1\*1 km).**



### 4.3. Enjeux complémentaires et perspectives

#### *Richesse spécifique en amphibiens et odonates*

L'enjeu retenu sur les espèces menacées ne permet pas la prise en compte de la diversité plus ordinaire dans les actions de conservation autour des mares. Il est alors possible d'utiliser toutes les données (ARB ÎDF, 2023) et de calculer, pour chaque maille de 125\*125 mètres, le nombre d'espèces différentes observées dans un rayon d'un kilomètre (Fig. 48).

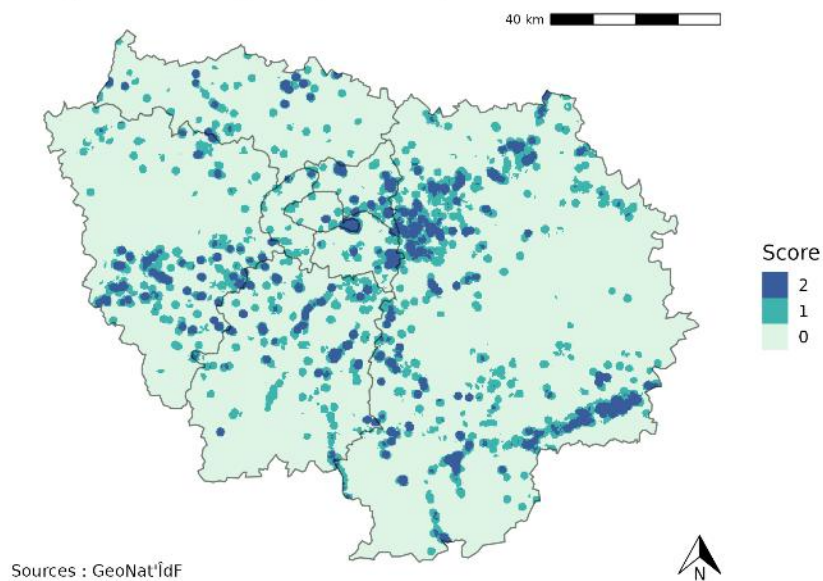


**Fig. 48. Carte du nombre d'espèces différentes d'amphibiens et d'odonates observées dans un rayon d'un kilomètre.**

Pour chaque maille, le score d'enjeu de richesse spécifique vaut 2 si au moins 20 espèces d'amphibiens et d'odonates ont été observées dans un rayon d'1 km, sinon, il vaut 1 pour au moins 10 espèces, et sinon il est nul (Fig. 49).



### Enjeu richesse spécifique en amphibiens et odonates



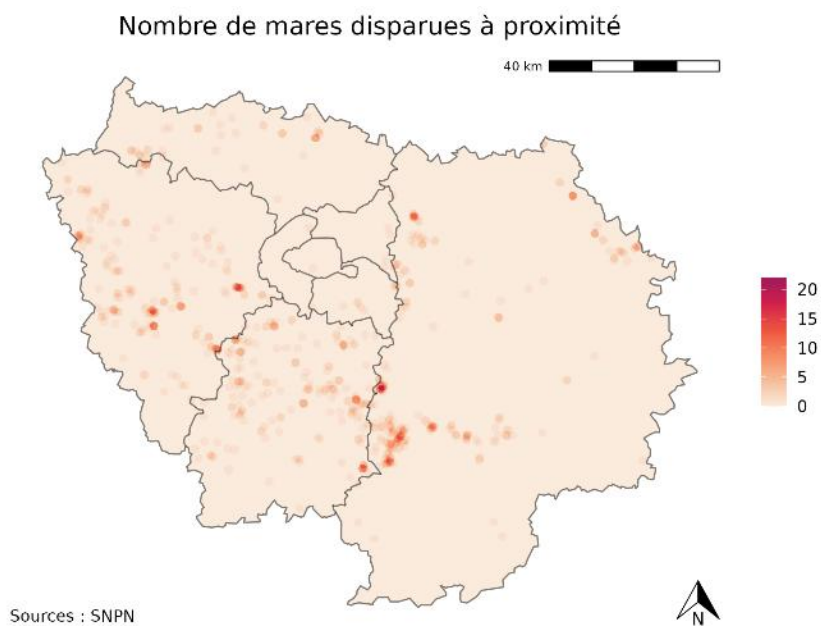
**Fig. 49. Carte du score pour l'enjeu de richesse spécifique en amphibiens et odonates dans un rayon d'un kilomètre (score 0 si  $< 10$  espèces ; score 1 si entre 10 et 20 ; score 2 si  $\geq 10$ ).**

#### ***Proximité de mares disparues***

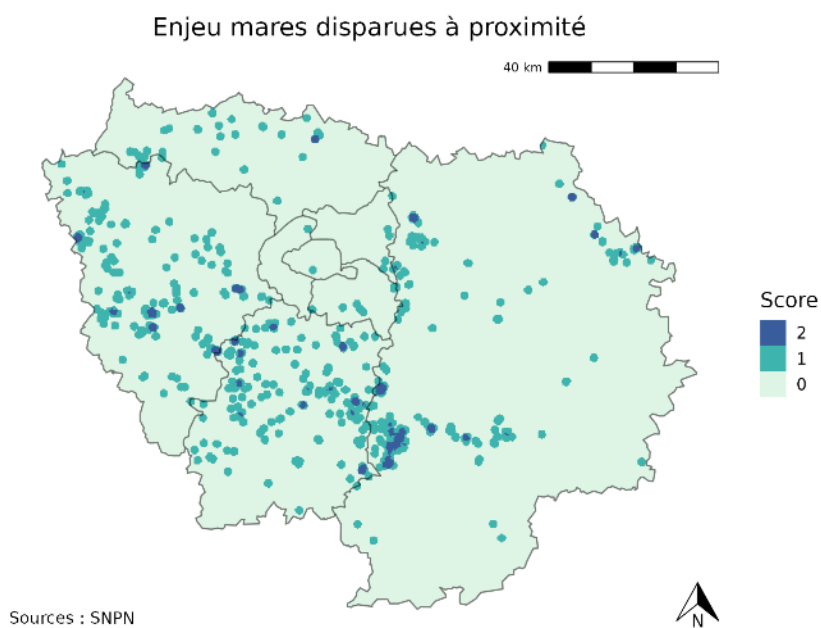
L'inventaire participatif de la SNPN compte 747 mares "disparues." Il peut s'agir de mares présentes sur des cartes mais non retrouvées sur le terrain, ou bien de mares identifiées sur le terrain à un moment  $t$ , mais non retrouvées par la suite (SNPN, 2013). La disparition d'une mare peut résulter d'un comblement volontaire comme d'un atterrissement naturel. Compte tenu de la vitesse alarmante de la disparition des mares – environ 90% en France depuis le début du XXe siècle (SAJALOLI & DUTILLEUL, 2001) – la création/restauration de mares autour des zones les plus touchées par ce phénomène est un enjeu qui pourrait être intégré. Mais le nombre de données de mares disparues est actuellement faible.

Afin de localiser les zones à fort taux de disparition de mares, pour chaque maille, le nombre de mares disparues dans un rayon d'un kilomètre est calculé (Fig. 50). Le score d'enjeu de mares disparues à proximité vaut 2 si 5 mares ou plus ont disparu dans ce rayon, il vaut 1 pour entre 1 et 5 mares disparues et sinon il est nul (Fig. 51).





**Fig. 50. Carte du nombre de mares disparues dans un rayon d'un kilomètre.**



**Fig. 51. Carte du score pour l'enjeu de mares disparues à proximité (score 0 si # mares disparues < 1 ; score 1 si  $1 \leq \#$  mares disparues < 5 ; score 2 si  $5 \leq \#$  mares disparues).**



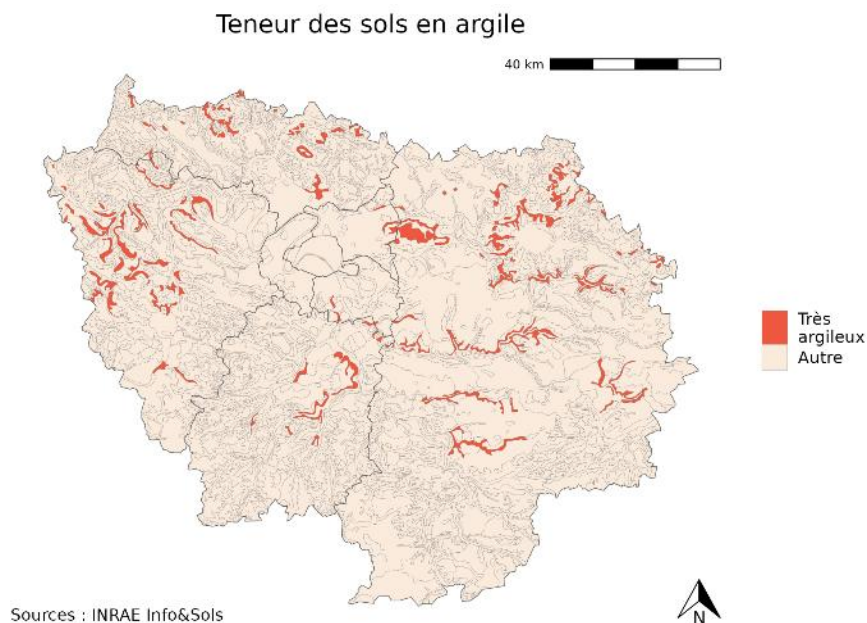


## Sols argileux

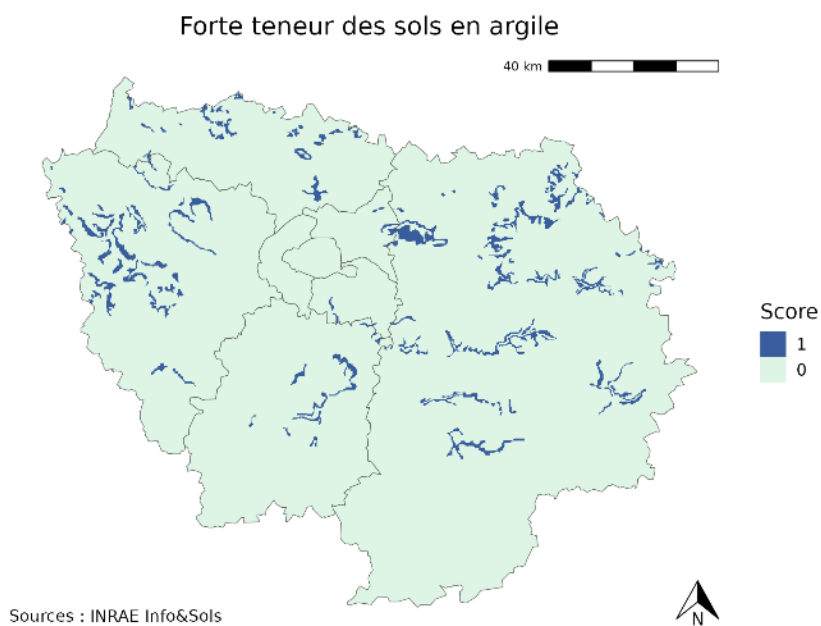
Le dernier enjeu non retenu concerne la teneur des sols en argile. En effet, les sols argileux présentent un intérêt particulier pour la création de mares : leur propriété imperméable permet d'éviter l'emploi de liners

Le référentiel régional pédologique de la région Île-de-France à 1/250 000 de l'INRAE Info&Sols (ROQUE, 2004) nous renseigne sur les types de sols à grande échelle. Une extraction de la version révisée le 5 septembre 2023 a été utilisée pour identifier les sols riches en argile, à l'aide également des actes des rencontres Sols & biodiversité de Natureparif (NATUREPARIF, 2013). Ils sont présentés en Fig. 52 et peuvent être traduits en un score binaire illustré en Fig. 53.

Cette sélection est cependant incomplète et doit être poussée pour identifier plus en détail la teneur en argile des sols d'Île-de-France, c'est pourquoi ce critère n'a pas été retenu en l'état.



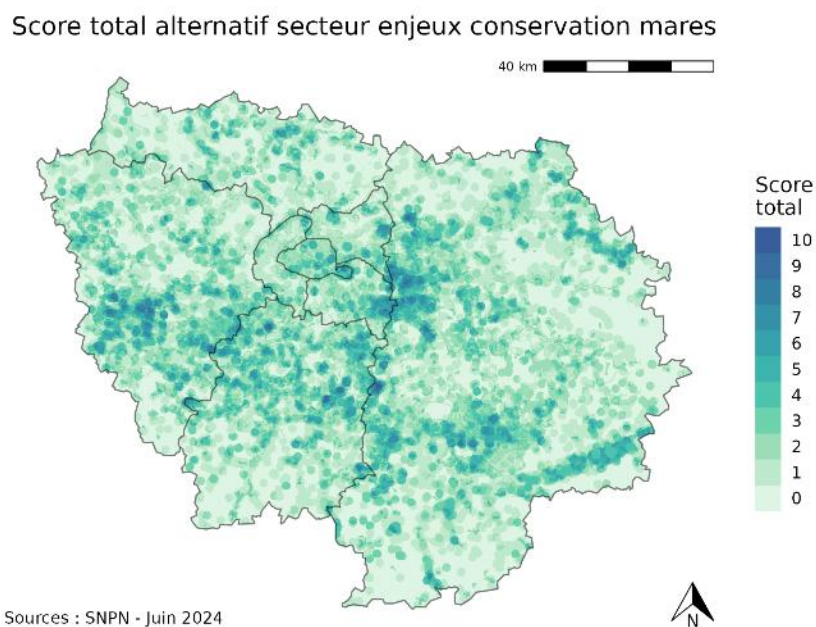
**Fig. 52. Carte de la localisation de sols à forte teneur en argile.**



**Fig. 53. Score de l'enjeu de forte teneur des sols en argile.**

### **Score total alternatif**

Le score total alternatif qui cumule les 7 enjeux présentés (les quatre retenus ainsi que les trois mis de côté pour le moment) est présenté à titre indicatif en Fig. 54.



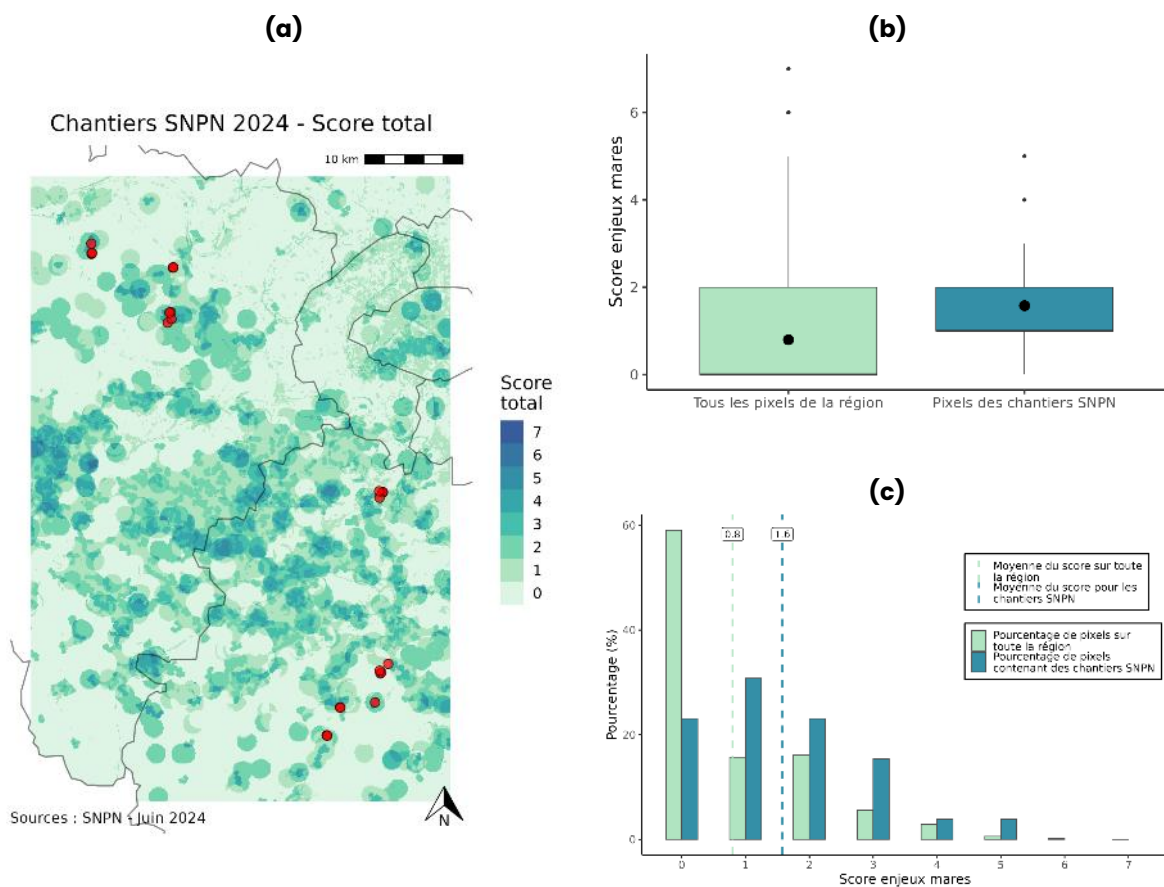
**Fig. 54. Carte alternative des secteurs à enjeux de conservation mares d'Île-de-France avec les enjeux non retenus pour la VI.**



#### 4.4. Enjeux des chantiers SNPN 2024

Les chantiers de création et de restauration de mares menés par la SNPN en 2024 (Fig. 55a) ont été choisis à dire d'expert et par opportunité. Les scores d'enjeux mares attribués aux pixels correspondant à la localisation des chantiers sont détaillés sur les Fig. 55b-c.

En moyenne, les scores des pixels des chantiers ont un score deux fois plus élevé que si les chantiers avaient été choisis arbitrairement sur la région. De nombreux chantiers sont situés sur des pixels où les enjeux sont faibles à intermédiaires (score de 1 à 3). Le score maximum pour les chantiers 2024 est de 5.



**Fig. 55. Score enjeux mares des chantiers SNPN 2024. (a) Localisation des chantiers, (b-c) score des pixels chantiers comparés à l'ensemble de la région**

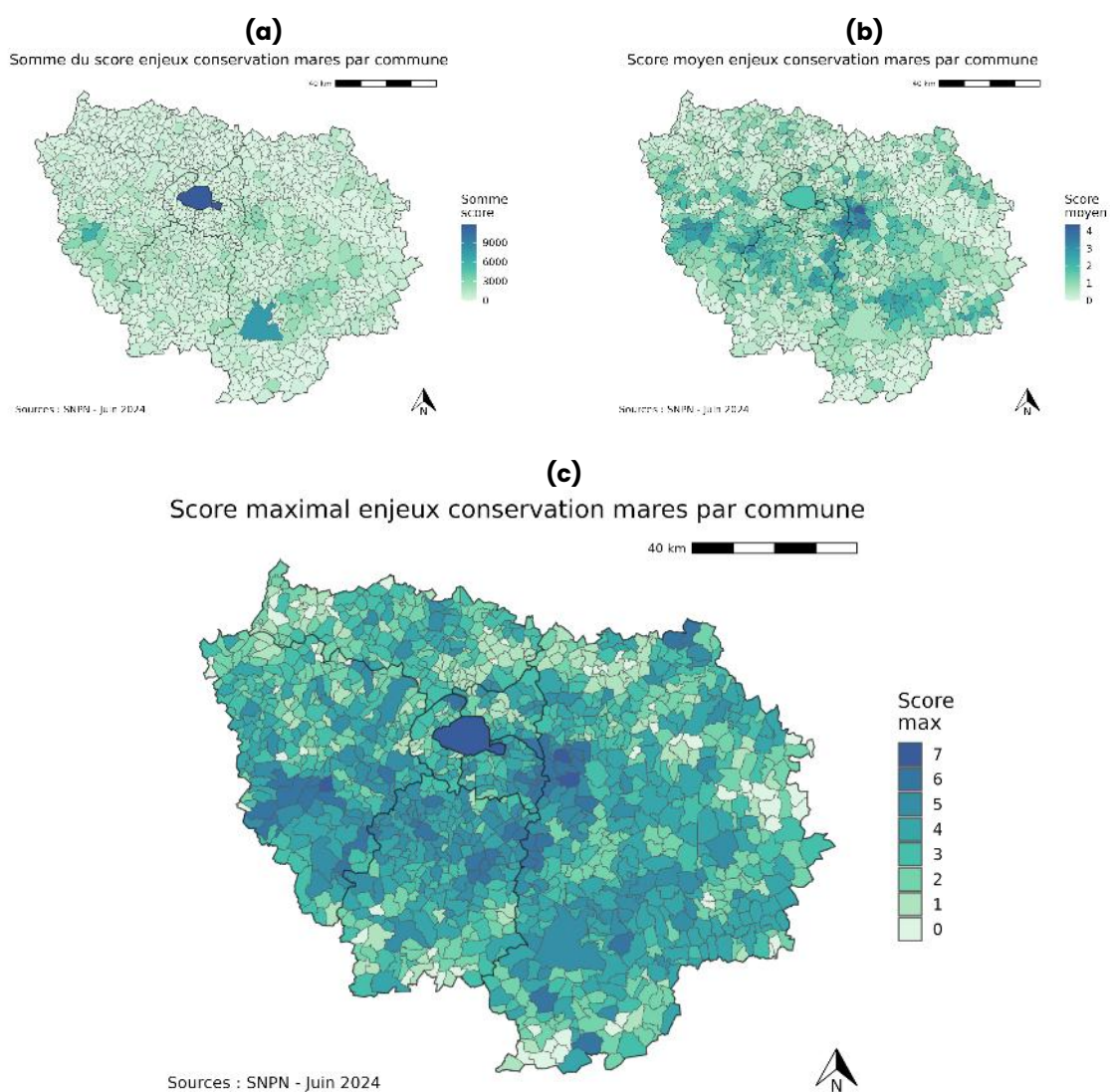
#### 4.5. Sélection des communes

La recherche de chantiers de création et de restauration de mares se fait en grande partie en collaboration avec les communes. La commune est donc une échelle spatiale privilégiée pour la sélection de nos actions de conservation.



Une méthode est proposée afin d'aider à l'identification de communes à fort enjeu de conservation mares. Il s'agit d'agrégier les scores des pixels d'une commune de manière à faire ressortir les plus prioritaires. La simple somme des scores des pixels est intuitive mais conduit à favoriser arbitrairement les communes les plus grandes (Fig. 56a). A l'inverse, la moyenne des scores des pixels d'une commune conduit au biais inverse qui est de défavoriser les grandes communes qui possèdent seulement une petite surface avec un fort enjeu mare (Fig. 56c).

Le choix a donc été fait d'attribuer à chaque commune le score maximum de tous les pixels de son étendue (Fig. 56c). Cette méthode est appropriée aux chantiers écologiques portant sur des mares car ils ne concernent souvent qu'une petite partie de l'étendue d'une commune.

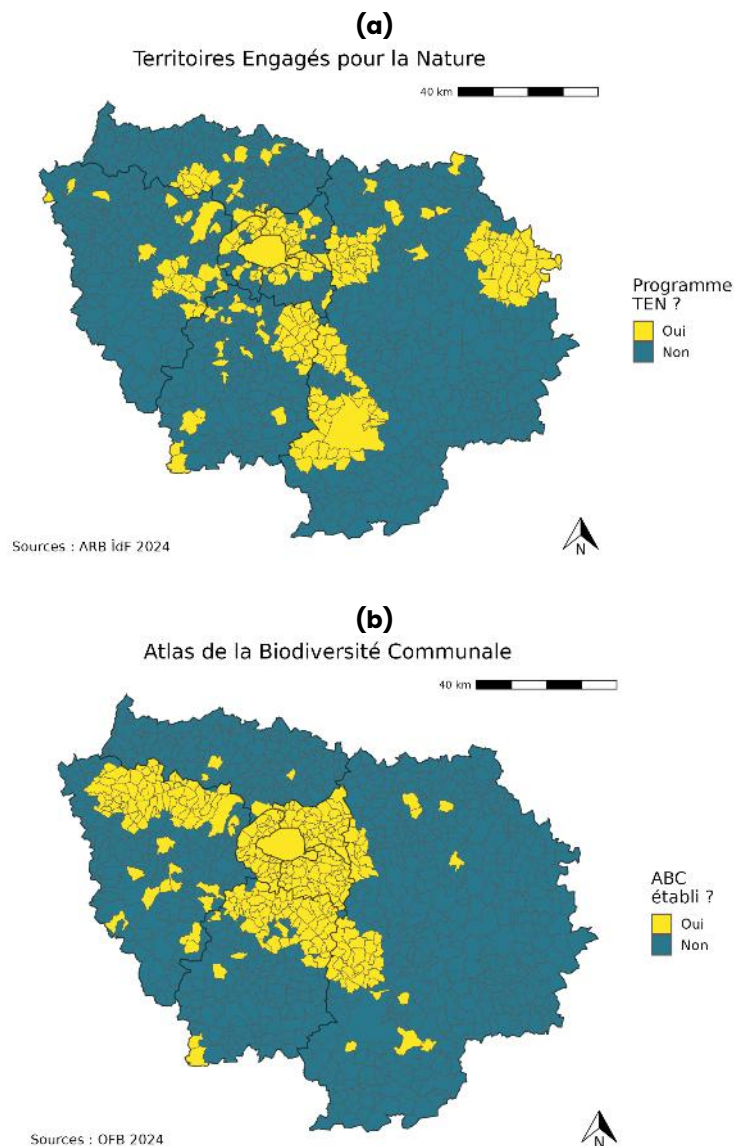


**Fig. 56. Agrégation des scores au niveau des communes par (a) somme, (b) moyenne et (c) maximum**



Pour finir, des informations sont disponibles au niveau communal et qui sont pertinentes pour la sélection de secteurs de chantiers écologiques autour des mares.

Par exemple, sur les 1 276 communes en Île-de-France, on en compte 258 qui font partie du programme des Territoires Engagés pour la Nature (programme TEN) et 331 communes ayant établi un Atlas de la Biodiversité Communale (ABC). Ces chiffres datent de juin 2024 et sont issus respectivement des sites de l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France (ARB ÎdF, 2024) et de l'Office Français de la Biodiversité (OFB, 2024). Les communes concernées sont illustrées en Fig. 57. Ces informations aident à la recherche de projets mares car elles permettent d'identifier des communes possédant des informations précises sur la biodiversité locale, la localisation des mares et/ou des moyens dédiés à des projets d'aménagement des habitats naturels.



**Fig. 57. Localisation des communes d'Île-de-France (a) faisant partie des Territoires Engagés pour la Nature ou (b) ayant établi un Atlas de la Biodiversité Communale**





## 5. Conclusion et perspectives

Les modèles de distribution des cinq espèces de tritons présentés dans cette partie présentent des scores d'évaluation corrects. Ils ne tiennent compte que de variables climatiques. Les résultats issus de notre méthodologie prédisent un recul des régions favorables aux cinq espèces de tritons dans un contexte de changement climatique. Ce recul est particulièrement marqué pour les tritons alpestres, crêtés et marbrés, et ce même dans les scénarios les plus optimistes de changement climatique. Les opportunités de nouvelles régions favorables dans le futur sont peu nombreuses et incertaines, à la fois par la forte incertitude des prédictions et les capacités migratoires limitées des tritons.

Ces modèles demandent cependant à être améliorés sur trois points en particulier. Les résultats à grande échelle peuvent être utilisés pour alimenter des modèles à des échelles plus fines, comme au niveau régional. A cette échelle, les variables d'occupation du sol ont un rôle important dans l'explication de la répartition d'une espèce. Enfin, les capacités de dispersion des espèces peuvent être utilisées pour affiner les prédictions aires de répartitions futures.

Afin d'alimenter les modèles de distribution d'espèces et notre connaissance des mares, un projet de détection des mares par télédétection a été lancé. Les algorithmes de classification proposés ont des performances meilleures que ceux développés précédemment sur la même zone d'étude (Essonne). Ils restent cependant à perfectionner en utilisant de plus nombreuses données d'entraînement et de validation avant d'en faire des outils pratiques dans l'identification automatisée de mares. D'autres pistes d'amélioration sont l'utilisation d'un plus grand nombre de classes d'occupation des sols afin de mieux distinguer les mares d'autres types de zones humides, ainsi que l'utilisation d'autres métriques de performance comme le coefficient de Kappa ou l'aire sous la courbe ROC.

Enfin, la première version d'une carte de secteurs à enjeux prioritaires pour les créations/restaurations de mares a été proposée pour l'Île-de-France. Elle est construite sur les enjeux (i) de réseaux de mares, (ii) d'espèces menacées, (iii) d'état de dégradation des mares et (iv) de vulnérabilité au changement climatique. De nombreuses pistes d'amélioration sont possibles. L'une des pistes prioritaires est la meilleure détermination des réseaux de mares franciliens, notamment en prenant en compte la véritable connectivité fonctionnelle entre les mares au-delà de la simple distance géographique. Un travail a déjà été mené dans ce sens sur les mares de la commune de Dourdan pour mieux comprendre les potentialités de recolonisation des mares créées et présentées dans le chapitre suivant. Un aspect essentiel qui n'a pas encore été pris en considération est l'identification des écarts entre les enjeux de biodiversité et les niveaux de protection (RNN, PNR, CEN) comme cela a été fait par l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine (CBNSA, LPO, 2021).





## **Chapitre 3. Actions : protection, restauration et création de réseaux de mares**



## 1. Contexte et objectifs

La restauration et la création de réseaux de mares sont des actions clés pour renforcer la résilience écologique des zones humides et restaurer des habitats essentiels à la biodiversité locale. En 2023, une méthodologie de terrain a été mise en place pour les actions de protection, de restauration et de création de mares sur des sites pilotes, en partenariat avec des acteurs tels que les collectivités territoriales, des associations, et des citoyens (MALLARD ET AL., 2023). Ces projets représentent des prototypes de référence pour le déploiement général en 2024 d'une trentaine de projets de restauration et création de mares en région Île-de-France et en région Nouvelle-Aquitaine.

Le succès de ces actions nécessite une combinaison de compétences scientifiques, techniques, mais aussi politiques, sociales, et culturelles (HOWELL ET AL., 2011). La collaboration avec les décideurs locaux et les acteurs du territoire est cruciale pour définir des zones prioritaires et impulser l'action nécessaire à la conservation. Le groupe zones humides, par exemple, joue un rôle déterminant pour porter la voix de ces milieux auprès des décideurs, tandis que le pôle relais mares s'attache à partager les connaissances et à former un centre de ressources accessible aux acteurs de terrain. Toutefois, le contexte socio-économique et politique peut représenter un obstacle à la mise en œuvre effective des actions de conservation *in situ*.

La sensibilisation du grand public et l'engagement de la communauté sont également des éléments fondamentaux du succès de la conservation des zones humides. La fête des mares est un exemple d'initiative visant à sensibiliser et à mobiliser tous les publics en faveur de la protection de ces habitats uniques. En combinant des actions de terrain basées sur la restauration écologique et des efforts d'éducation et de mobilisation communautaire, la plateforme cherche à développer des solutions basées sur la nature pour faire face aux défis climatiques actuels.

Ce chapitre présente la méthodologie de restauration et de création des mares, en se basant sur les projets concrets mis en œuvre pour optimiser les stratégies de gestion.



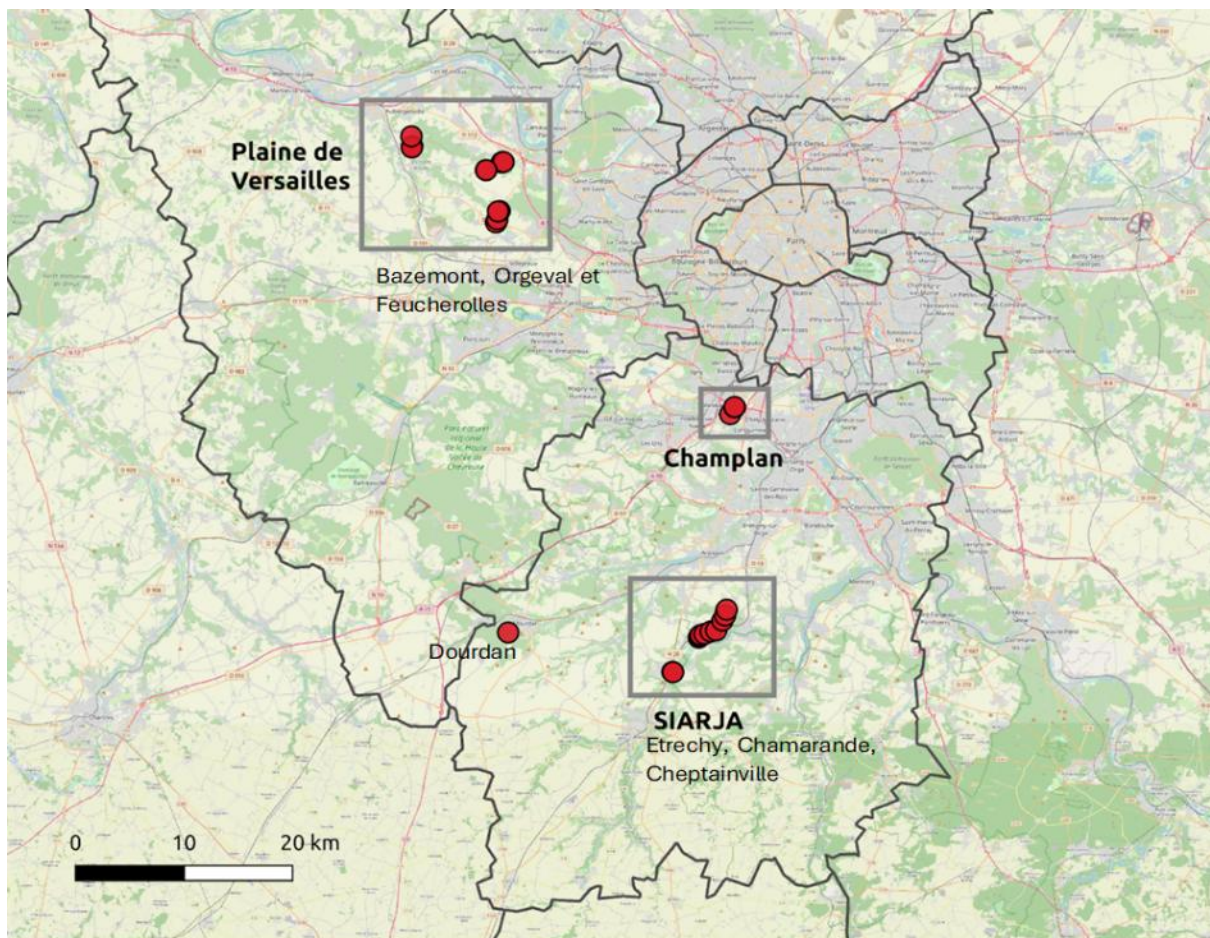
## 2. Chantiers de restauration et création de mares en contexte francilien

### 2.1. Présentation des sites et types de chantiers

Sur l'année 2024, 30 chantiers sont programmés, avec 8 communes partenaires, dans 2 principaux secteurs géographiques :

- **Vallée de la Juine**, en partenariat avec le SIARJA.
- **Plaine de Versailles**, en partenariat avec l'association Plaine de Versailles.

Un autre secteur de travail est retenu avec la commune de Champlan, en Essonne, dans la continuité de premiers travaux réalisés en 2023.



**Fig. 58. Carte des projets de création et restaurations de mares en 2024, A. Bernard, 2024**

Ces regroupements de projets permettent une considération des semis et réseaux de mares, et favorisent une approche basée sur une vue d'ensemble, à l'échelle d'un territoire.

Ils sont organisés avec des acteurs "têtes de réseaux", importants dans le processus de travail avec une grande diversité d'acteurs locaux, et dans la bonne intégration des projets à long terme dans le paysage écologique mais aussi socio-économique des territoires visés. Ces acteurs nous mettent en relation avec les communes, qui correspondent à l'échelle de travail privilégiée. Enfin, ils permettent une optimisation des déplacements et autres aspects logistiques importants à l'échelle régionale.



Avec chaque commune, un état des lieux des connaissances sur les mares est réalisé et présenté aux élus et autres personnes intéressées (service technique, associations locales), puis une visite de sites potentiels est organisée sur les sites publics proposés par la commune, et autant que possible ciblés pour leur intérêt dans les continuités écologiques locales. Si possible, plusieurs projets sont retenus sur une même commune (entre 2 et 5 projets).

L'ensemble de la démarche est réalisé en étroite collaboration avec la commune concernée. Chaque projet suit alors le processus suivant :

1. **Rencontre** de la commune, discussions sur le semis de mares local et les possibilités de projets.
2. **Visite** de site et étude de faisabilité pré-projet.
3. **Concertation** / validation des projets désignés avec la commune, et autres acteurs intéressés.
4. **Études** (pédologie, urbanisme, faune / flore notamment en cas de restauration de mare.)
5. Dépôt de demande (dérogation espèces protégées, déclaration préalable, etc.)
6. **Conception**, organisation et planification du chantier.
7. **Réalisation** du chantier
8. Dialogue et élaboration de **gestion** adaptée avec le gestionnaire du site.
9. **Suivi** par mail et téléphone, photos, et inventaires naturalistes programmés (animation nature possible).

## 2.2 Descriptifs des chantiers

Plusieurs types de projets peuvent être distingués :

- **Restauration de mare** : travaux types de réouverture / remise en lumière, rajeunissement de milieu par curage, reprofilage de berge.
- **Amélioration de milieu aquatique existant** : concerne notamment des bassins paysagers à faible capacité d'accueil de la biodiversité. Formation de zones de transition douce entre terre et eau, et constitution de milieux favorables à l'établissement d'une diversité végétale. Gestion des poissons et autres espèces à fort impact sur le milieu aquatique.
- **Création de mare sur sol argileux** : création d'une cuvette par terrassement simple dans un sol à très forte teneur en argile.
- **Création de mare par apport d'argile** : imperméabilisation par apport d'argile, en cas d'opportunité de récupération d'argile à proximité.
- **Création de mare sur opportunité hydrologique** : création de mare par terrassement simple, alimentée par nappe alluviale, ou par la proximité d'une source, ou positionnée à proximité d'une zone humide.
- **Création de mare sur nappe phréatique** : notamment sur une nappe perchée en forêt littorale.
- **Création de mare sur liner** (membrane EPDM).

Les créations de mares peuvent répondre à différents enjeux à l'échelle de la mare (restauration) ou de réseau de mares (création) :

- **Conservation** de réseau de mare (restauration, amélioration de milieux aquatiques existants)



- **Renforcement** de réseau de mare : création dans un réseau existant
- **Extension** de réseau de mare : création en périphérie d'un réseau existant
- **Connexion** entre réseaux de mares : création d'une mare entre deux réseaux existants.

Plusieurs possibilités d'organisation peuvent être employées, en fonction des projets et du budget nécessaire aux travaux.

- **Chantier de prestataire** : réalisation par un prestataire sur devis au forfait ou à la tâche, avec accompagnement par un écologue tout au long des travaux.
- **Chantier en interne SNPN** : réalisation directe par les employés de la SNPN. Travaux manuels.
- **Chantier collaboratif** : réalisation par les employés du service technique de la commune, ou du partenaire de projet (Syndicat de bassin versant par exemple).
- **Chantier participatif** : réalisation par un groupe de bénévoles encadrés par un écologue.
- **Chantier hybride** : réalisation d'une partie des travaux par un prestataire et/ou par le service technique, notamment travaux mécanisés de terrassement, et en partie par groupe de bénévoles.

Les travaux de création de mares sont réalisés entre avril et octobre. Pour les travaux de restauration et d'amélioration écologique, la période d'octobre à la mi-décembre est privilégiée.

### ***Projets 2024 réalisés***

Au moment de l'écriture de ce rapport, la programmation et réalisation des chantiers suit son cours. Les projets réalisés sont présentés ci-dessous dans un premier temps, suivis d'une courte présentation des chantiers programmés. Les chantiers récents ne sont pas systématiquement mis en eau et leur valorisation photographique ne s'appuie pas encore sur un écosystème à minima stabilisé. Les années suivantes permettront d'observer l'aboutissement plus complet des projets présentés.

Chaque projet réalisé est présenté par photo avant, pendant et après chantier, accompagné d'un descriptif technique synthétique.





## Cheptainville – création de la mare du verger



Site avant travaux - Avril 2024



Site pendant travaux - Avril 2024



Site après travaux - Janvier 2025 (photo Sabine Carlach)

**Travaux** : dans le jardin / verger pédagogique de la commune, chantier hybride prestataire / participatif. Préparation et terrassement mécanisé par prestataire paysagiste, imperméabilisation et finitions manuelles en chantier participatif, avec bénévoles, mairie et service technique de la commune. Orientation pédagogique : renfort de berge par pierres plates, pour accès public, observation et gestion. Mise en eau naturelle par impluvium direct (en attente de pluviométrie hivernale pour remplissage). Ce projet a rencontré un grand succès auprès des participants.

**Adresse** : Chemin du Potager, 91 630 Cheptainville  
**Dates** : 8-9-10 avril 2024  
**Partenaires** : SIARJA, Cheptainville  
**Prestataire** : Les Jardins de Benjamin  
**Bénévoles** : 20 personnes / 1,5 jours  
**Autres participants** : service technique, mairie de Cheptainville, équipe SIARJA.

**Dimension de la mare** : 6\*6 m / prof. max : 1,2 m.  
**Forme type** : Haricot  
**Matériel** : Pelle Mécanique 5 T - godet inclinable, Plaques de roulage, Membrane EPDM 1,2 mm (10\*10 m) + géotextile (300 g/m<sup>2</sup>), Mire optique, Outils à main (pelles, râteliers, etc.), Motoculteur, Pierres plates.





## Cheptainville – création de la mare n°1 du Boulodrome



Site avant travaux – avril 2024



Site pendant travaux – avril 2024



Site après travaux – Janvier 2025 (photo Sabine Carlach)

**Travaux :** création de mare par terrassement dans sol argileux à tendances humides. 2 mares sont créées à proximité l'une de l'autre. La mare présentée ici vise un régime permanent, tandis que la seconde est orientée pour un régime temporaire. Ce chantier a été interrompu par de fortes pluies, nécessitant un report de la fin des opérations de terrassement au mois suivant.

**Adresse :** 47 route de Marolles, 91630 Cheptainville

**Dates :** 3-4 avril ; 13 mai 2024

**Partenaires :** Siarja, Commune de Cheptainville

**Prestataire :** Les Jardins de Benjamin

**Bénévoles :** 2 personnes

**Autres participants :** Service technique de cheptainville, personnels SNPN.

**Dimension de la mare :** 4\*5 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 1,5 T, tracteur, camion benne, outils à main.





## Cheptainville – création de la mare n°2 du Boulodrome



Site avant travaux – novembre 2023



Site pendant travaux – avril 2024



Site après travaux – janvier 2025 (photo Sabine Carlach)

**Travaux :** création de mare par terrassement dans sol argileux à tendances humides. 2 mares sont créées à proximité l'une de l'autre. La mare présentée ici vise un régime temporaire, (enjeux Branchiopodes), tandis que la seconde est orientée pour un régime permanent. L'argile décaissée ici, est utilisée pour l'imperméabilisation d'une autre création de mare sur la même commune.

**Adresse :** 47 route de Marolles, 91630 Cheptainville

**Dates :** 3-4 avril ; 13 mai 2024

**Partenaires :** Siarja, Commune de Cheptainville

**Prestataire :** Les Jardins de Benjamin

**Bénévoles :** 2 personnes

**Autres participants :** Service technique de cheptainville, personnels SNPN.

**Dimension de la mare :** 3\*4 m / prof. max : 0,8 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** Pelle mécanique 1,5 T, Tracteur, Camion Benne, Outils à main.





## Cheptainville – création de la mare n°1 du Parc du château



Site avant travaux - Novembre 2023



Site pendant travaux - Avril 2024



Site après travaux - Mai 2024

**Travaux :** création de mare par imperméabilisation à l'argile apportée, sur opportunité locale. Enjeu expérimental. Pré-terrassement à la pelle 5T, puis apport, pose, tassement et étalement de 50 à 70 cm d'épaisseur d'argile. Confinement en terre sur le haut de pentes, et mise en défens. Vérification d'étanchéité à N+1, et potentiels travaux de reprise envisagés.

**Adresse :** Chemin du parc, 91630 Cheptainville

**Dates :** 7 avril ; 14 mai 2024

**Partenaires :** Siarja, Commune de Cheptainville

**Prestataire :** Les Jardins de Benjamin

**Bénévoles :** 1

**Autres participants :** SNPN interne, service technique de Cheptainville.

**Dimension de la mare :** 5\*4 m / prof. max : 1m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 5 T, pelle 1,5 T, camion benne, outils à main. Argile (~8 m<sup>3</sup>)





## Cheptainville – création de la mare n°2 du parc du château



Site avant travaux - novembre 2023



Site après travaux - mai 2024



Site pendant travaux - Avril 2024

**Travaux :** préparation et terrassement mécanisé par prestataire paysagiste, imperméabilisation et finitions manuelles en chantier participatif, avec bénévoles, mairie et service technique de la commune. Mise en eau naturelle par impluvium direct (en attente de pluviométrie hivernale pour remplissage). Etalement de la terre excavée à proximité de l'ouvrage.

**Adresse :** Chemin du parc, 91630 Cheptainville

**Dates :** 10-11 avril 2024

**Partenaires :** Sjarja, Commune de Cheptainville

**Prestataire :** Les Jardins de Benjamin

**Bénévoles :** 15 personnes

**Autres participants :** SNPN interne, service technique de cheptainville.

**Dimension de la mare :** 4\*5 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** haricot.

**Matériel :** Pelle Mécanique 5 T - godet inclinable, Plaques de roulage, Membrane EPDM 1,2 mm (10\*10 m) + géotextile (300 g/m<sup>2</sup>), Mire optique, Outils à main (pelles, râteliers, etc.).





## Feucherolles – création de la mare de la bibliothèque



Site avant travaux - avril 2024



Site pendant travaux - avril 2024



Site après travaux - Août 2024

**Travaux** : création d'une petite mare pédagogique, à destination d'un public d'enfants, dans l'arrière-cour / jardin de la médiathèque communale. Chantier manuel réalisé par le personnel SNPN, avec l'aide des documentalistes de la médiathèque, imperméabilisation par membrane EPDM. Mise en eau via récupération d'eau pluviales, mise en sécurité par barrière bois basse.

**Adresse** : Médiathèque, place du 18 juin 1940, Feucherolles 78810.

**Dates** : 17-18 Avril 2024

**Partenaires** : Association Plaine de Versailles, Commune de Feucherolles

**Prestataire** : / **Bénévoles** : 2

**Autres participants** : SNPN interne (3 personnes)

**Dimension de la mare** : 2\*2 m / prof. max : 0,7 m.

**Forme** : haricot

**Matériel** : outils à main, Membrane EPDM 1,2 mm (10\*10 m) + géotextile (300 g/m<sup>2</sup>).





## Feucherolles - restauration de la mare du jardin Alania



Site avant travaux - Novembre 2023



Site pendant travaux - Août 2024



Site après travaux - Août 2024

**Travaux :** rectification / amélioration écologique et paysagère de mare pédagogique et de démonstration, via confinement et reprofilage de berge (adoucissement pour développement de ceintures végétales et gradients d'habitats) par apport de terre du site.

**Adresse :** Jardin Alania, 28 rue des Petits prés, 78819 Feucherolles.

**Dates :** 28 août 2024

**Partenaires :** Association Plaine de Versailles.

**Prestataire :** Amalia Garden

**Bénévoles :** 1

**Autres participants :** Personnel SNPN (2 personnes)

**Dimension de la mare :** 3\*4 m / prof. max : 0,8 m.

**Forme :** circulaire.

**Matériel :** Pelle mécanique 0,9 T. Géotextile Jute, terre du site, graviers, pierres du site.





## Champlan - restauration de la mare de la maison de l'environnement



Site en début travaux - Juillet 2024



Site en fin de travaux - Juillet 2024



Site après travaux - Septembre 2024

**Travaux :** restauration / re-création de mare, par terrassement manuel dans lentille d'argile accueillant un filet d'eau de source. Chantier manuel réalisé par le personnel SNPN, pour la ville de Champlan à l'occasion de la fête des mares. La mise en eau est naturelle et remplit rapidement le profil complet. D'importants amas d'algues vertes filamenteuses sont observés dans les semaines suivantes. Selon l'évolution du milieu, une étude de qualité des eaux du micro-bassin versant est envisagée.

**Adresse :** Maison de l'environnement, 1 ruelle d'Yon, 91160 Champlan.

**Dates :** 7 Juillet 2024

**Partenaires :** ville de Champlan

**Prestataire : / Bénévoles : /**

**Autres participants :** SNPN interne (7 personnes)

**Dimension de la mare :** 3\*2 m / prof. max : 0,6 m.

**Forme :** ellipse

**Matériel :** outils à main





## Etrechy – création de mare n° 1 du bassin de Gravelle



Site avant travaux - Septembre 2024



Site pendant travaux - Septembre 2024



Site après travaux - Septembre 2024

**Travaux :** création de mare sur nappe alluviale, par terrassement simple (sans liner). Chantier réalisé avec les personnels du SIARJA et de la SNPN, dans un ancien bassin de rétention, dont le seuil a été retiré en 2020. Mise en eau par la nappe phréatique et débordement du ru en période de crue. Adossement de la terre excavée au bord du bassin, pour éviter perte de zone à potentiel humide. D'importantes pluies lors du 3ème jour de chantier ont nécessité le report des finitions.

**Adresse :** bassin de Gravelle, 40 impasse de Gravelle, 91580 Etrechy.

**Dates :** 2-3 Septembre 2024

**Partenaires :** SIARJA, CCEJR.

**Prestataire :** SIARJA

**Bénévoles :** /

**Autres participants :** personnel SNPN (3 personnes)

**Dimension de la mare :** 5\*4 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** haricot

**Matériel :** pelle 1,7 T, puis pelle 5 T, outils à main (pelles, rateau). Debroussailleuse, tronçonneuse.





## Etrechy – création de mare n° 2 du bassin de Gravelle



Site avant travaux - Septembre 2024



Site pendant travaux - Septembre 2024

(Photo M. Bailleul, SIARJA)



Site après travaux - Septembre 2024

**Travaux :** création d'une petite mare temporaire, par les enfants des centres de loisirs d'Etrechy, encadrés par le SIARJA et la CCEJR. Terrassement simple (sans liner). Création d'hivernaculum pédagogique. Mise en eau par nappe alluviale et débordement du ru (distant de 15m). Suivi et ajustements possibles à venir.

**Adresse :** bassin de Gravelle, 40 impasse de Gravelle, 91580 Etrechy.

**Dates :** 2-3 Septembre 2024

**Partenaires :** SIARJA, CCEJR.

**Prestataire :** SIARJA

**Bénévoles :** 15 enfants

**Autres participants :** CCEJR

**Dimension de la mare :** 3\*3 m / prof. max : 0,6 m.

**Forme :** haricot

**Matériel :** Outils à main (pelles, râteaux).  
Debroussailluse, tronçonneuse.





## Etrechy – création de mare n° 3 du bassin de Gravelle



Site avant travaux - Septembre 2024



Site pendant travaux - Septembre 2024



Site après travaux - Septembre 2024

**Travaux :** création de mare sur nappe alluviale, par terrassement simple. Chantier réalisé avec les personnels du SIARJA et de la SNPN, dans un ancien bassin de rétention, dont le seuil à été retiré en 2020. Mise en eau par la nappe phréatique et débordement du ru (à 15 m) en période de crue. Adossement de la terre excavée au bord du bassin, pour éviter perte de zone à potentiel humide.

**Adresse :** bassin de Gravelle, 40 impasse de Gravelle, 91580 Etrechy.

**Dates :** 3-4 Septembre 2024

**Partenaires :** SIARJA, CCEJR.

**Prestataire :** SIARJA

**Autres participants :** personnel SNPN (3 personnes)

**Dimension de la mare :** 7\*6 m / prof. max : 1,2 m.

**Forme :** haricot avec annexes de hauts fonds temporaires

**Matériel :** pelle mécanique 5 T. Debroussailleuse, tronçonneuse.





## Orgeval - création de mare en bordure de zone humide - Parc de la Brunetterie



Site avant travaux - Novembre 2024



Site pendant travaux - Novembre 2024



Site après travaux - Novembre 2024

**Travaux :** création de mare par terrassement en déblai-remblai, sur banquette argileuse formant une partie de zone humide alimentée par trois sources. Positionnement de la mare sur le point haut de la banquette, pour ne pas drainer le milieu humide. Positionnement de son exutoire en direction du milieu humide. L'une des sources est captée par une mare plus haut, créée dans un second temps, et dont l'exutoire alimente celle-ci. La terre argileuse excavée est exportée par un dumper pour former une berge végétalisée en pente douce sur une partie de bassin maçonné à bordures abrupte, situé à 100m. Remplissage naturel de la dépression en 3 jours.

**Adresse :** Parc de la Brunetterie, 1 Rue de Colombet, 78630 Orgeval

**Dates :** 5-6 Novembre 2024

**Partenaires :** Plaine de Versailles, Amis de la Brunetterie.

**Prestataire :** Global Paysage

**Autres participants :** personnel SNPN (2 personnes)

**Dimension de la mare :** 6\*4 m / prof. max : 0,8 m.

**Forme :** ovoïde avec exutoire empierré

**Matériel :** pelle mécanique 3 T. à godet inclinable. Débroussailleuse, outils à main.





## Orgeval - création de mare sous source - Parc de la Brunetterie



Site avant travaux - Novembre 2024



Site pendant travaux - Novembre 2024



Site après travaux - Novembre 2024

**Travaux :** création de mare par terrassement en déblai-remblai, en sol argileux sous sortie d'une petite source. Le site comprend quelques milieux humides, qui ont été balisés et protégés. La mare est créée dans un massif de Renouée du Japon annexe. Aucune terre n'est déplacée en dehors de la zone, et le matériel est nettoyé rigoureusement en fin de chantier. La mise en eau complète a pris 3 jours. Évolution du projet à suivre. Pose d'une ganivelle châtaignier au-dessus pour sécurité, et création d'un panneau / stèles, à partir du bois tombé du parc, en partenariat avec l'association locales Les Amis de la Brunetterie.

**Adresse :** Parc de la Brunetterie, 1 Rue de Colombet, 78630 Orgeval

**Dates :** 5-6 Novembre 2024

**Partenaires :** Plaine de Versailles, Amis de la Brunetterie.

**Prestataire :** Global Paysage

**Autres participants :** personnel SNPN (2 personnes)

**Dimension de la mare :** 7\*5 m / prof. max : 0,8 m.

**Forme :** ovoïde avec exutoire empierré

**Matériel :** pelle mécanique 3 T. à godet inclinable. Débroussailluse, outils à main.





## Orgeval - adaptation écologique de bassin paysager - Parc de la Brunetterie



Site avant travaux - Novembre 2024



Site pendant travaux - Novembre 2024



Site après travaux - Novembre 2024

**Travaux :** formation d'une rampe de terre, pierres, et bois, en pente douce par-dessus une berge abrupte de bassin paysager maçonné. L'objectif est à la fois de favoriser la rencontre terre-eau, l'accessibilité au milieu pour la faune, telle que les amphibiens, et la formation d'habitats pour un gradient de végétation des zones humides et aquatiques. Tous les matériaux viennent du parc, et la terre argileuse utilisée provient du terrassement d'une mare à proximité. Des mottes de carex, joncs, prêles, fougères sont transplantées depuis le parc pour favoriser la prise de la terre, et la bonne réception visuelle de l'ouvrage par les amis du parc, impliqués aussi dans la conception. Le retrait de grandes carpes introduites et déplacement vers un étang de pêche est réalisé avec une association de pêche locale, associé à un curage du bassin par pompage. Introduction de Grenouillette (*Limnobium laevigatum*) et Cornifle nageant (*Ceratophyllum demersum*) acquis chez Pariciflore (Pépinière de plantes aquatiques francilienne, en végétal local).





## Orgeval - adaptation écologique de bassin paysager - Parc de la Brunetterie

**Adresse :** Parc de la Brunetterie, 78630 Orgeval

**Dates :** 5-6 Novembre 2024

**Partenaires :** Amis de la Brunetterie.

**Prestataire :** Global Paysage, Pariciflore

**Autres participants :** personnel SNPN (2 personnes)

**Dimension de la mare :** 30\*20 m / prof. max : 0,8 m.

**Forme :** Haricot

**Matériel :** pelle mécanique 3 T. à godet inclinable.  
Dumper. outils à main.

## Orgeval - Restauration et adaptation écologique d'un chemin d'eau maçonné



Site avant travaux - Novembre 2024



Site pendant travaux - Novembre 2024



Site en finitions - Novembre 2024

**Travaux :** Un historique cheminement d'eau à travers plusieurs vasques capte les eaux d'une source du coteau pour les acheminer vers le grand bassin du parc de la Brunetterie. Cet aménagement oublié n'était plus visible, caché sous de grands ronciers sans lame d'eau disponible. L'ensemble est rouvert par débroussaillage, curée, et les seuils de meulières formant des cascades sont restaurés et légèrement rehaussés par petite maçonnerie. L'objectif est de permettre à chacune des 5 vasques de former une petite mare attractive pour la mise bas et





## Orgeval - Restauration et adaptation écologique d'un chemin d'eau maçonné

croissance des larves de Salamandre tachetée, présente dans le parc. Le chantier est participatif, réalisé avec les amis de la Brunetterie, avec l'aide de l'entreprise Global paysage. Autres photos à venir.

**Adresse :** Parc de la Brunetterie, 78630 Orgeval

**Dates :** 12-13-27 Novembre 2024

**Partenaires :** Plaine de Versailles, Amis de la Brunetterie.

**Prestataire :** Global Paysage

**Autres participants :** personnel SNPN (2 personnes)

**Dimension de l'ouvrage :** 25\*3 m / prof. max : 0,5 m.

**Forme :** succession de vasques en cascades.

**Matériel :** outils à main, débroussailleuse, tronçonneuse, ciment compatible, pierres de meulière.

## Bazemont - Restauration et adaptation écologique d'un lavoir



Site avant travaux - Novembre 2024



Site pendant travaux - Novembre 2024



Site après travaux - Novembre 2024

**Travaux :** le lavoir du chemin du parc à Bazemont n'étant pas en eau et valorisé, un milieu apparenté à celui de la mare est formé directement sur l'ouvrage, sans le détériorer. Un seuil est posé pour retenir l'eau, sur une faible profondeur demandée par la mairie (30 cm). Une rampe / cascade de pierres, terre, et végétation est constituée sur un tiers du bassin, pour éviter un effet piège concernant les amphibiens, et leur permettre de faire usage du milieu. Elle permet aussi de



## Bazemont – Restauration et adaptation écologique d'un lavoir

former des habitats et accroches pour une végétation associée aux zones humides, favorables aux libellules, demoiselles et autres invertébrés. Plusieurs espèces végétales sont introduites, avec le soutien de la pépinière spécialisée **Pariciflore** : carex, joncs, iris, scirpe, callitriches, plantain d'eau, natifs du bassin parisien Les pierres de meulières sont récupérées dans la commune. L'ensemble est réalisé avec le soutien de l' élu à l'environnement et du service technique. L'aspect paysager est validé par le maire de la commune a posteriori.

**Adresse** : Chemin du parc, 78580 Bazemont

**Dates** : 28 Novembre 2024

**Partenaires** : Plaine de Versailles, mairie de Bazemont

**Prestataire** : SNPN (2 personnes)

**Autres participants** : Service technique de bazemont et Thierry Nigon, élu à l'environnement.

**Dimension de l'ouvrage** : 5\*3 m / prof. max : 0,4 m.

**Forme** : Rectangulaire.

**Matériel** : outils à main, pierres de meulière, terre, flore.

### **Projets 2024 en cours de réalisation ou programmation**

#### **Champlan 91160**

*Plateau des balances*

Création de 3 mares sur liner EPDM  
Chantier -Octobre 2024 - avec le service  
technique de la ville



#### **Champlan 91160**

*Plateau des Grenouillères*

Création de 2 mares sur liner EPDM  
Chantier -Octobre 2024 - avec le service  
technique de la ville



#### **Lardy 91510**

*Parc de l'Hôtel de ville*

Création d'une mares sur nappe alluviale à  
proximité de zone humide.  
Chantier -programmation en cours



#### **Lardy 91510**

*Parc de l'Hôtel de ville*

Création d'une mare sur nappe alluviale dans  
l'ancien verger.  
Chantier -programmation en cours







**Chamarande 91730**

*Salle des associations*

Restauration d'une mare - ré-ouverture et  
remise en lumière.  
Chantier -Novembre 2024



**Chamarande 91730**

*Salle des associations*

Création de 2 petites mares de jardin sur liner  
EPDM  
Chantier -Novembre 2024



**Feucherolles 78810**

*Butte de la sablière*

Création d'une mare sur lentille d'argile  
existante, et opportunité hydrologique.  
Chantier -Octobre 2024



**Feucherolles 78810**

*Terrain multisports*

Création de 2 mares sur opportunité  
hydrologique, par terrassement  
Chantier -Octobre 2024



**Bazemont 78580**

*Jardin partagé*

Création de 2 mares pédagogiques sur liner  
EPDM.  
Chantier -Novembre 2024



**Bazemont 78580**

*Rue des gardes*

Restauration / amélioration de mare  
artificialisée.  
Chantier en Novembre 2024





**Bazemont 78580**  
*Bassin de la comédie*

Restauration / amélioration écologique de  
bassin paysager.  
Chantier - Novembre 2024



Plusieurs aléas, contraintes et/ou opportunités peuvent intervenir dans le portage et la réalisation des projets. Les aléas d'une météo très pluvieuse en 2024 ont pu impacter certains chantiers, nécessitant annulation de journée, livraison retour du matériel (pelle mécanique), et report. Les enjeux urbanistiques peuvent être aussi source d'aléas, par méconnaissance ou méprise sur les nécessités de démarches à réaliser selon les zones. Ainsi certains projets font l'objet d'un report à la saison 2025 suivante, dans l'attente d'une instruction de démarches qui n'avaient pas été envisagées initialement. Enfin certains projets faisant appel à plusieurs acteurs, les temps de concertation longs peuvent être importants à prendre pour réaliser au mieux et avec l'ensemble des personnes concernées, le bon déroulé des opérations.



Photo V. Dupuy, octobre 2024 : report de chantier car accès impossible sur sol engorgé par pluies continues.





### 3. Chantiers de restauration et création de réseaux de mares de dunes boisées en Nouvelle-Aquitaine

#### 3.1. Présentation des sites et types de chantiers

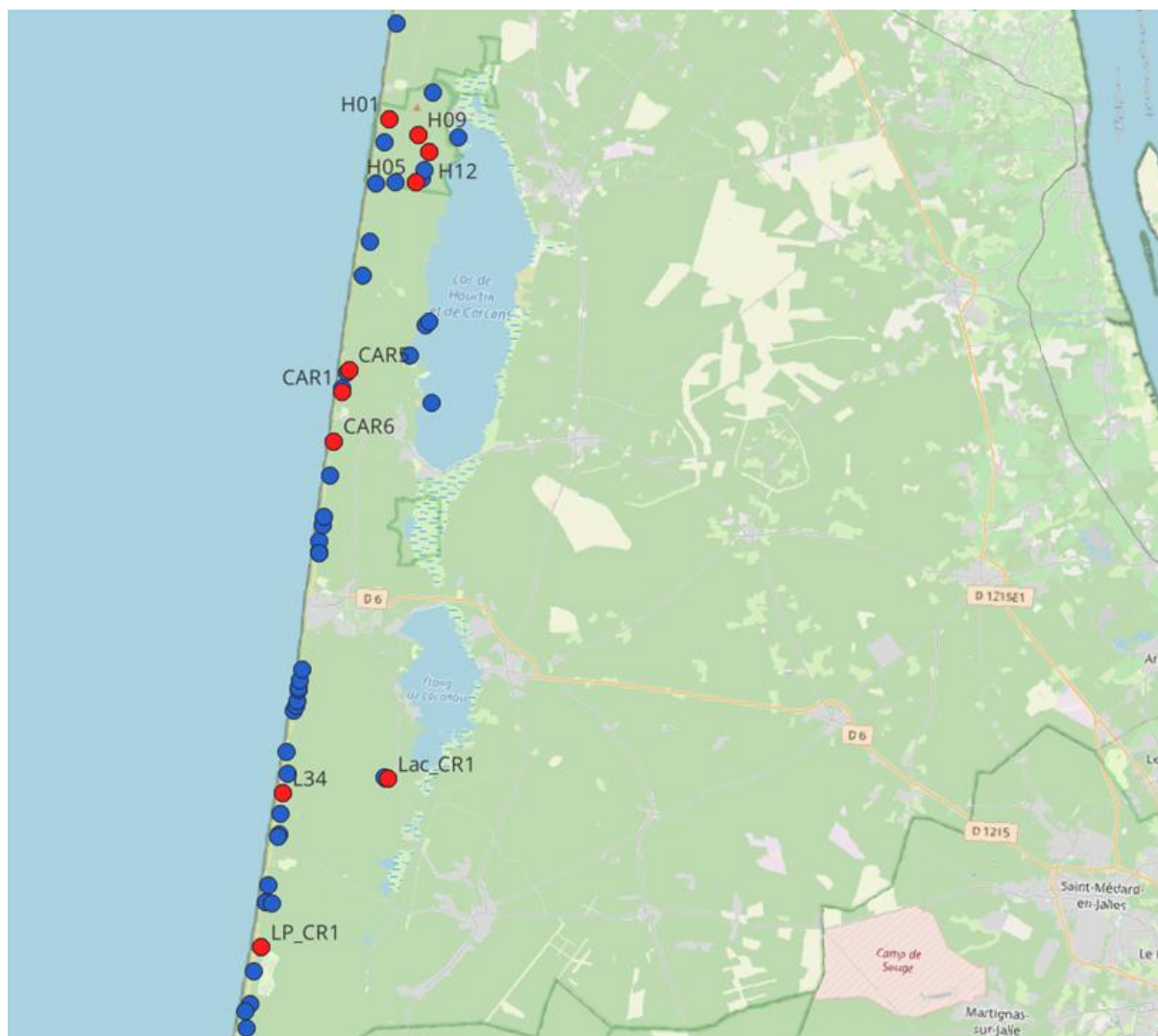
La région de transposition de la démarche ciblée à partir de 2024 est celle de la région Nouvelle-Aquitaine. D'après Le Treut (2013), la région Nouvelle-Aquitaine est un terrain d'étude privilégié, doté d'une grande variété d'écosystèmes naturels particulièrement sensibles à l'évolution du climat. Avec sa très longue façade océanique, son milieu dunaire est particulièrement vulnérable face à l'augmentation de la sécheresse et la température.

Les dépressions humides arrière-dunaires constituées de mares sont aujourd'hui assez rares en Aquitaine. Communes au XIXème siècle avant les grands travaux de boisement en pin maritime, elles se cantonnent aujourd'hui sur des secteurs proches de petits cours d'eau. La plupart des zones basses se sont en effet comblées parfois rapidement par la présence des espèces ligneuses influençant la hauteur de la nappe superficielle. Ces milieux sont pourtant essentiels et renferment une biodiversité fragile, exceptionnelle et menacée comme le Pélobate cultripède.

A la suite d'un inventaire des mares de milieu dunaire réalisé en 2023 par l'ONF sur le littoral aquitain (DECROCK ET AL., 2023), et suite à une étude de terrain réalisé conjointement avec la SNPN en février 2024, 10 projets de créations et restaurations ont été identifiés sur les secteurs des communes d'Hourtin, Carcans, Lacanau et Le Porge Fig. 59.

Le projet se situe en région Nouvelle-Aquitaine plus spécifiquement sur le littoral aquitain pour le volet 1 connaissance et 2 recherche et sur les communes Hourtin/Lacanau/Le Porge et Carcans pour le volet 3 et 4 (chantiers participatifs). Les 10 projets de restauration de mares ont été sélectionnés selon le pré-diagnostic de 80 mares évaluées réalisé par l'ONF, complété par une étude sur le terrain réalisée par la SNPN. La zone d'étude du département de la Gironde a été sélectionnée en lien avec le rapport Acclimaterra qui mentionne que ce secteur est vulnérable au changement climatique avec un réchauffement climatique de plus de 1,5°C sur certaines zones (<https://www.acclimaterra.fr>). Les mares ont ensuite été sélectionnées parmi celles ayant les menaces listées les plus importantes : comblement, piétinement important de gibier ou humain. Enfin, il a été envisagé de sélectionner les secteurs potentiellement moins impactés dans le futur par une remontée des eaux (<https://ss2.climatecentral.org>) et enfin des secteurs proches permettant d'optimiser les déplacements pour les suivis et les chantiers de restauration.

La Fig. 59 présente le nombre total de visites effectuées sur cinq sites de restauration (H01, H09, H12, L34, et LP\_CR1), en différenciant les protocoles utilisés : Amphibien (en vert) et STELI (en rouge). Chaque site a été visité à la fois dans le cadre des protocoles POP Amphibien et STELI. Le site L34 a eu une visite en moins Pop amphibien en raison de la non possibilité d'accès au site. Le protocole STELI a été appliqué de manière uniforme sur l'ensemble des sites. Le Tableau 5 représente le calendrier des visites, avec une différenciation entre les protocoles Amphibien et STELI au cours des mois d'avril, mai, juin, juillet et août 2024. Ces suivis de la faune ont été couplés à des observations de flore à chaque session.

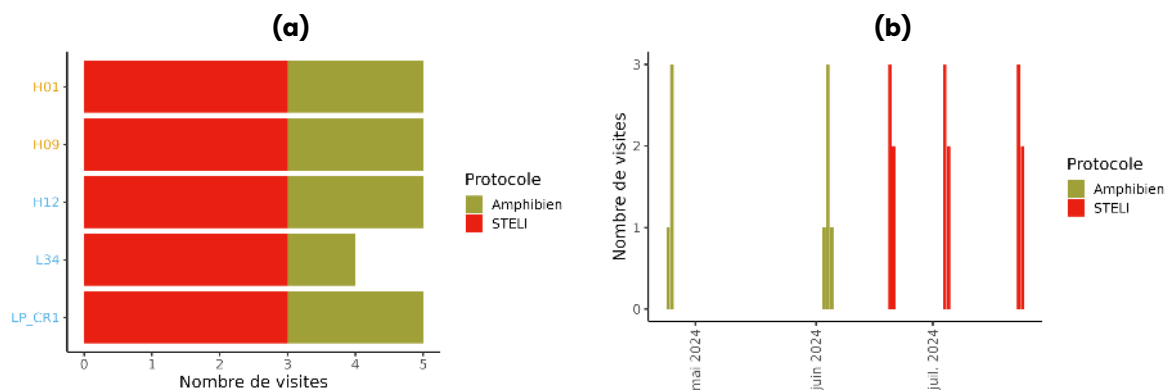


**Fig. 59. Carte des projets de création et restaurations de mares en 2024 en rouge et des réseaux de mares recensés par l'ONF Aquitaine en bleu, A. Bernard, 2024**



**Tableau 5. Présentation des projets potentiels de restauration et création de mares en 2024.**

N°	Nom du projet	Adresse	Code projet	Types d'interventions
1	Restauration 1 Hourtin	Réserve naturelle des dunes et marais d'Hourtin	RMAR_33990_HO1	Restauration
2	Restauration 2 Hourtin	Réserve naturelle des dunes et marais d'Hourtin	RMAR_33990_HO5	Restauration
3	Restauration 3 Hourtin	Réserve naturelle des dunes et marais d'Hourtin	RMAR_33990_HO9	Restauration
4	Restauration 4 Hourtin	Réserve naturelle des dunes et marais d'Hourtin	RMAR_33990_H12	Restauration
5	Restauration 1 Le Porge	Forêt domaniale du Porge	RMAR_33680_L34	Restauration
6	Création 1 Le Porge	Forêt domaniale du Porge	CMAR_33680_LCR1	Création (+ Restauration)
7	Création 1 Lacanau	Forêt domaniale de Lacanau	CMAR_33680_Lac_CR1	Création
8	Création 1 Carcans	Forêt domaniale de Carcans	CMAR_33121_CAR1	Création
9	Création 2 Carcans	Forêt domaniale de Carcans	CMAR_33121_CAR5	Création
10	Création 3 Carcans	Forêt domaniale de Carcans	CMAR_33121_CAR6	Création

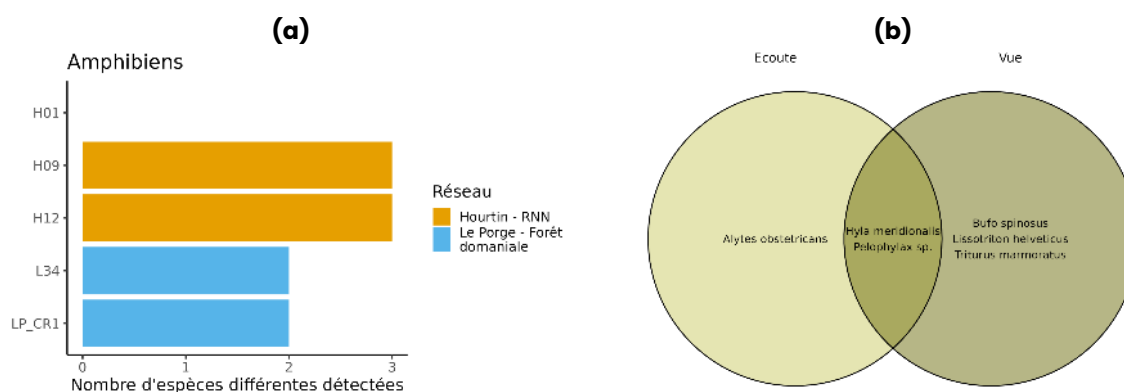


**Fig. 60. Synthèse des suivis sur les sites de restauration. (a) Nombre de visites par protocole. (b) Calendrier des visites.**

Le graphique Fig. 61a présente le nombre d'espèces différentes d'amphibiens détectées dans les cinq mares situées dans deux réseaux distincts : Hourtin - Réserve naturelle nationale (en orange) et Le



Porge - Forêt domaniale (en bleu). Les sites H09 et H12, appartenant au réseau de Hourtin, montrent une richesse spécifique plus élevée, avec trois espèces détectées, tandis que les mares L34 et LP\_CR1 dans la forêt domaniale présentent une richesse spécifique plus faible, avec une seule espèce détectée. La Fig. 61b illustre les espèces détectées selon deux méthodes : écoute (détection des chants) et vue (observation directe). Deux taxons (*Hyla meridionalis*, *Pelophylax sp.*) ont été détectés par les deux méthodes. *Alytes obstetricans* a été uniquement détectée par écoute. D'autre part, les espèces *Bufo spinosus*, *Lissotriton helveticus*, et *Triturus marmoratus* ont été exclusivement détectées par observation directe. Le site H09 accueille une population importante de *Triturus marmoratus* et *Lissotriton helveticus* avec respectivement une dizaine d'individus adultes observés et plus d'une centaine de larves de *Triturus marmoratus* (Annexe 2).



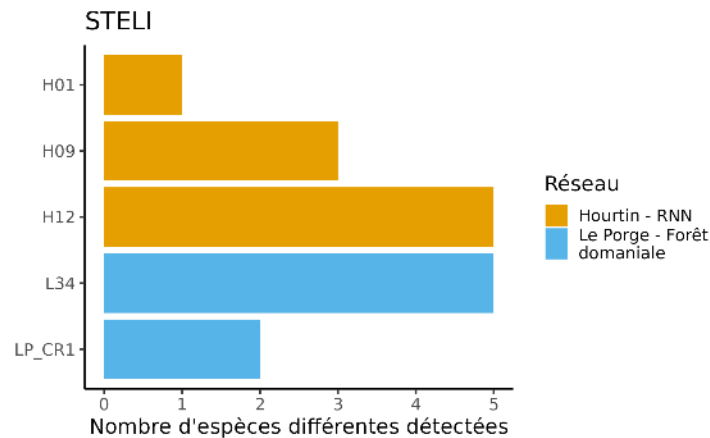
**Fig. 61. Espèces d'amphibiens détectées (a) par mare (richesse spécifique) et (b) par méthode de détection.**

Le graphique Fig. 62 présente la richesse spécifique en odonates détectée des cinq mares (H01, H09, H12, L34, et LP\_CR1), réparties dans les deux réseaux : Hourtin - Réserve naturelle nationale (RNN) représenté en orange, et Le Porge - Forêt domaniale représenté en bleu.

Les résultats montrent une variation de la richesse spécifique entre les différents sites. Le site H12 (Hourtin - RNN) et le site L34 (Le Porge - Forêt domaniale) présentent la plus grande diversité en odonates, avec cinq espèces détectées. Ces mares bénéficient de la qualité des habitats environnants. Les actions de restauration ont pour objectif de permettre d'augmenter la profondeur en eau en intervenant sur un profil de la berge. Le site H09 (Hourtin - RNN) montre une richesse spécifique intermédiaire, avec trois espèces détectées, tandis que le site LP\_CR1 (Le Porge - Forêt domaniale) a deux espèces observées et H01, également à Hourtin, n'a révélé qu'une seule espèce.

Les espèces observées sur les sites sont les suivantes (Annexe 2): *Aeshna affinis*, *Aeshna cyanea*, *Anax imperator*, *Ceriagrion tenellum*, *Chalcolestes viridis*, *Coenagrion puella*, *Libellula depressa*, *Libellula quadrimaculata*, *Orthetrum cancellatum*, *Somatochlora flavomaculata*, *Sympetrum sanguineum*.





**Fig. 62. Richesse spécifique en odonates par mare.**

Des relevés de la flore des 5 mares ont également été réalisés. La liste des espèces détectées est disponible en Annexe 2. Les mares de la réserve naturelle d'Hourtin H01 et H09 se distinguent par la présence d'espèces protégées, notamment *Utricularia neglecta* dans H01, protégée en Aquitaine. H12 est moins diversifiée, abrite *Tuberaria guttata*. Les mares LP\_CR1 et L34 présentent une plus grande diversité végétale, notamment avec des espèces comme *Phragmites australis* et *Scirpoides holoschoenus*, qui jouent un rôle clé dans la stabilisation des sols et la filtration de l'eau.

Ces observations ont conduit à la décision de ne pas intervenir sur la mare H09 afin de préserver les populations présentes. Concernant la mare H01 l'intervention est réalisée sur la partie boisée de pins à proximité de la mare ne touchant pas à la zone de présence d'espèces protégées. Par ailleurs, l'absence de lame d'eau observée sur la mare H05, malgré des niveaux élevés de la nappe phréatique cette année particulière, suggère qu'il n'est pas opportun de creuser plus profondément. Les projets retenus sont les suivants : H01, H12, CAR01, CAR5, CAR6, LCRI, L34, CRI.

### 3.2. Descriptifs des chantiers

Au total, ce sont treize chantiers qui ont été réalisés en 2024 par ordre chronologique des travaux :

- Lacanau : 4 créations de mares
- Le Porge : 2 restaurations et 2 créations de mares
- Hourtin : 2 restaurations de mares
- Carcans : 3 créations de mares

Chaque projet est présenté par une photo avant - pendant - après chantier, accompagné d'un descriptif technique synthétique. À Lacanau, un réseau de quatre mares a été créé dans une zone de Phragmite, avec une nappe phréatique affleurante. Les travaux, menés en septembre, incluent le creusement de mares circulaires, en forme de haricot ou de goutte d'eau, avec des dimensions variant de 6x6 m à 11x11 m et des profondeurs allant jusqu'à 1,50 m. Le bois coupé a été valorisé sur site pour créer des micro-habitats pour la faune. Au Porge, les projets ont combiné la restauration de deux mares envahies sur une partie par les pins et la création de deux nouvelles mares. À Hourtin, deux mares temporaires en cours de comblement ont été ciblées pour la restauration. Les interventions comprennent un recreusement avec pente douce et l'éclaircissement de la végétation environnante pour améliorer l'ensoleillement et limiter les risques de colmatage. À Carcans, trois nouvelles mares sont créées dans des zones semi-ouvertes proches du littoral. Ces sites présentent des signes



d'humidité dans le sol, et les travaux ont inclus des actions de débroussaillage et la coupe de pins pour optimiser la lumière et la biodiversité.

De septembre à décembre 2024, les travaux de création ont été complexes en raison des conditions climatiques exceptionnelles, caractérisées par une pluviométrie abondante et des niveaux d'eau anormalement élevés. Le sol sableux associé à la remontée rapide d'eau a rendu difficile la stabilisation des parois et le creusement du fond de la mare. Un suivi lors des années plus sèches sera nécessaire pour évaluer si la profondeur de la mare est suffisante pour maintenir un niveau d'eau stable et garantir la survie des espèces aquatiques. La mare étant soumise aux variations de niveaux d'eau de la nappe, ce suivi permettra d'anticiper d'éventuels ajustements sur la profondeur de la mare. La terre excavée a été utilisée pour créer au nord de la mare un talus.

### **33680 Lacanau**

*Forêt domaniale de Lacanau*

*CMAR\_33680\_Lac\_CR1-CR4*

Création d'un réseau de 4 mares  
Chantier -Septembre 2024 - en partenariat  
avec l'ONF

Contexte de la mare : Zone située dans la forêt domaniale de Lacanau au niveau des parcelles 217-218, à environ 5 km du littoral. La zone naturellement humide, comprend deux mares existantes proches. L'objectif du projet est la création d'une troisième mare mesurant 6x6m avec une profondeur maximale de 1.20m.

Régime hydro : Un peu d'eau est naturellement présente sur le site de création au mois de février, laissant supposer que la nappe est peu profonde.

Faune : Pas d'observation d'amphibiens lors du passage de février. Plusieurs passages amphibiens et odonates sont prévus entre avril et juillet.

Flore : Présence de molinie, pins, genêts callunes, mousses et lichens.

Actions requises : Il est nécessaire de dégager un accès pour les véhicules, le chemin se situant à ~20m. Une coupe des pins sur la parcelle a eu lieu la semaine du 4 mars. Le bois laissé en tas sur le site a été utilisé pour créer des micro-habitats pour la faune.



site en février 2024



## Lacatau – création de la mare n°1



Site avant travaux - septembre 2024



Site pendant travaux - septembre 2024



Site après travaux - septembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** Av. du Porge, 33680 Lacatau

**Dates :** 10-12 septembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 11\*11 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





## Lacatau – création de la mare n°2



Site avant travaux - septembre 2024



Site pendant travaux - septembre 2024



Site après travaux - septembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** Av. du Porge, 33680 Lacatau

**Dates :** 10-12 septembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 11\*11 m / prof. max : 1 m50.

**Forme :** haricot

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





### Lacatau – création de la mare n°3



Site avant travaux - septembre 2024



Site pendant travaux - septembre 2024



Site après travaux - septembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** Av. du Porge, 33680 Lacatau

**Dates :** 10-12 septembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 4\*11 m / prof. max : 1 m50.

**Forme :** goutte d'eau

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





### Lacanau - création de la mare n°4



Site avant travaux - septembre 2024



Site pendant travaux - septembre 2024



Site après travaux - septembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** Av. du Porge, 33680 Lacanau

**Dates :** 10-12 septembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 11\*11 m / prof. max : 1 m50.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.



### **Le Porge 33680**

*Forêt domaniale du Porge RMAR\_33680\_L34*

Restauration d'une mare et création de 2 mares.

Chantier -Novembre 2024 - en partenariat avec l'ONF

Contexte de la mare : Mare ronde située à une centaine de mètres derrière la dune. Présence de pentes douces sur les trois quarts du pourtour de la mare. Quelques pins et saules apportent de l'ombre sur ~20% de l'eau. Les pentes sont douces sur plus de la moitié du pourtour.

Régime hydro : En eau sur 30x15m en février, il s'agit d'une mare permanente. La profondeur maximale est inconnue mais semble importante au centre.

Menace : La mare est en cours d'envahissement par des roseaux (phragmites) et des saules.

Actions requises : La mare aurait besoin de travaux d'entretien afin de rouvrir le milieu qui est en cours de fermeture par la végétation. Un faucardage des roseaux est nécessaire, de même que la coupe de saules et d'environ 13 petits pins.



site en février 2024





## Le Porge – restauration de la mare n°1



Site avant travaux – novembre 2024



Site pendant travaux – novembre 2024



Site après travaux – novembre 2024

**Travaux :** Restauration d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** près du Carrefour de la Cantine N, 33680 Le Porge

**Dates :** 13-14 novembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 10\*3 m / prof. max : 80 cm.

**Forme :** ovale

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





## Le Porge – création de la mare n°2



Site avant travaux - novembre 2024



Site pendant travaux - novembre 2024



Site après travaux - novembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** près du Carrefour de la Cantine N, 33680 Le Porge

**Dates :** 13-14 novembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 11\*11 m / prof. max : 80 cm.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





### Le Porge – création de la mare n°3



Site avant travaux - novembre 2024



Site pendant travaux - novembre 2024



Site après travaux - novembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** près du Carrefour de la Cantine N, 33680 Le Porge

**Dates :** 13-14 novembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 4\*11 m / prof. max : 80 cm.

**Forme :** goutte d'eau

**Matériel :** pelle mécanique.





### **Le Porge 33680**

*Forêt domaniale du Porge RMAR\_33680\_LCRI*

Création d'une mare.

Chantier -Novembre 2024 - en partenariat avec l'ONF

Contexte de la mare : Ancienne mare située au sein d'une forêt de pins à 500 m du littoral. La mare se trouve dans un processus de comblement avancée, et est en majeure partie envahie par les roseaux. La mare est également ombragée avec plusieurs pins la surplombant. Les pentes sont douces sur la majorité du pourtour, et notamment aux côtés Nord et Sud.

Régime hydro : Présence d'un peu d'eau en février, mais très peu de surface libre. L'implantation des roseaux sur l'ensemble de la mare laisse penser que la profondeur y est faible même au centre. Le régime hydrique est probablement temporaire, mais l'information doit être vérifiée en été.

Menace : La mare est en cours de comblement par le sable, et est largement envahie par les roseaux.

Actions requises : Un faucardage de la végétation est nécessaire sur au moins 75% de la mare afin de permettre la réouverture du milieu. Par ailleurs, des travaux de recréusement peuvent être réalisés afin de garantir la mise en eau de la mare.

Quelques pins sont à couper (<5 individus) afin de permettre l'élargissement de la cuvette.



Site en février 2024



## Le Porge - restauration de la mare n°4



Site avant travaux - novembre 2024



Site pendant travaux - novembre 2024



Site après travaux - novembre 2024

**Travaux :** Restauration d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** près du 7 Village la Jenny Îlot 70, 33680 Le Porge

**Dates :** 13-14 novembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** MANTHE TP

**Dimension de la mare :** 11\*4 m / prof. max : 80 cm.

**Forme :** ovale

**Matériel :** pelle mécanique.





### **Hourtin 33990**

*Forêt domaniale d'Hourtin RMAR\_33990\_HO1*

Restauration d'une mare

Chantier - Décembre 2024 - en partenariat avec l'ONF

Contexte de la mare : Mare en forme de haricot située dans une forêt de pins à ~500 m du littoral, le long d'un pare feu. Présence de pentes douces sur les côtés Nord et Sud. Plutôt bien ensoleillée en été, quelques pins apportent un peu d'ombre.

Régime hydro : En eau sur 10x5m en février, profondeur maximale faible (~40 cm). La mare est cependant très temporaire et s'assèche rapidement dès l'arrivée du printemps.

Menace : La mare est en cours de comblement par le sable

Actions requises : La mare mérite d'être recreusée sur 1m – de profondeur afin de garantir son maintien en eau. Attention cependant, la cuvette étant déjà profonde, une action de creusement nécessitera également d'évaser plus largement les abords afin de garantir des pentes douces et éviter un nouveau comblement rapide par le sable.

Quelques pins sont à couper sur le versant Ouest afin de permettre l'élargissement de la cuvette (<10 individus)



site en février 2024



## Hourtin - restauration de la mare n°1 H01



Site avant travaux - février 2024



Site pendant travaux - décembre 2024



Site après travaux - décembre 2024

**Travaux :** Restauration d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante. Intervention sur la partie de pins maritime avec déboisement et création d'une pente douce sur ce secteur dégradé.

**Adresse :** dans le secteur Rue des Chênes Verts,  
33990 Hourtin

**Dates :** 2-3 décembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** ETF Videau

**Dimension de la mare :** 8\*8 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





### **Hourtin 33990**

*Forêt domaniale d'Hourtin - RMAR\_33990\_H12*

Restauration d'une mare

Chantier -Novembre 2024 - en partenariat avec l'ONF

Contexte de la mare : Très large cuvette en cours de comblement située dans une forêt de pins à ~2.5km du littoral. Présence de pentes douces sur les côtés Nord et Sud. Plusieurs pins surplombants apportent de l'ombre sur la mare.

Régime hydro : En eau sur seulement 1x2m en février, profondeur maximale faible (~10 cm). La mare est très temporaire et s'assèche rapidement dès l'arrivée du printemps.

Menace : La mare est presque intégralement comblée par le sable.

Actions requises : La mare mérite d'être recreusée sur une bonne profondeur (1m50-2m ?) afin de garantir sa remise en eau. Un test à la tarière permettra de préciser la profondeur à creuser. Attention cependant, la cuvette étant déjà profonde, une action de creusement nécessitera également d'évaser plus largement les abords afin de garantir des pentes douces et éviter un nouveau comblement rapide par le sable.

Quelques pins sont à couper sur le versant Ouest (5-6 individus) afin de permettre l'élargissement de la cuvette et un meilleur ensoleillement de la mare.



site en février 2024





## Hourtin - restauration de la mare n°2 H12



Site avant travaux - février 2024



Site pendant travaux - décembre 2024



Site après travaux - décembre 2024

**Travaux :** Restauration d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** dans le secteur 9 Av. de la Voile, 33990 Hourtin

**Dates :** 2-3 décembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** ETF Videau

**Dimension de la mare :** 8\*11 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.



### **Carcans 33121**

*Forêt domaniale de Carcans CMAR\_33121\_CAR1*

Création d'une mare.

Chantier - Décembre 2024 - en partenariat avec l'ONF

Contexte de la mare : Zone située dans la forêt domaniale de Carcans, à environ 300m du littoral. Le milieu est ouvert avec présence de quelques joncs qui indiquent une certaine humidité du sol.

Régime hydro : Absence d'eau, mais la végétation laisse penser que la nappe est peu profonde.

Actions requises : La zone est déjà dégagée, l'action principale à réaliser est donc le creusement de la mare. La terre excavée pourra être utilisée pour la création d'un talus au nord de l'ouvrage.



site en février 2024





## Carcans – création de la mare n°1 CARI



Site avant travaux – février 2024



Site pendant travaux – décembre 2024



Site après travaux – décembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** 45.092685, -1.187260

**Dates :** 3-4 décembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** ETF Videau

**Dimension de la mare :** 8\*8 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





**Carcans 33121**

*Forêt domaniale de Carcans*

CMAR\_33121\_CAR5

Création d'une mare.

Chantier -Novembre 2024 - en partenariat  
avec l'ONF

Contexte de la mare : Zone située dans la forêt domaniale de Carcans, à environ 500m du littoral. Le milieu est ouvert avec présence de quelques joncs et de nombreux roseaux qui indiquent une certaine humidité du sol.

Régime hydro : Absence d'eau, mais la végétation laisse penser que la nappe est peu profonde.

Actions requises : La zone est déjà dégagée, l'action principale à réaliser est donc le creusement de la mare. La terre excavée pourra être utilisée pour la création d'un talus au nord de l'ouvrage.



site en février 2024



## Carcans – création de la mare n°2 CAR5



Site avant travaux - février 2024



Site pendant travaux - décembre 2024



Site après travaux - décembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** 45.102471, -1.183689

**Dates :** 3-4 décembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** ETF Videau

**Dimension de la mare :** 10\*10 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** haricot

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.



### **Carcans 33121**

*Forêt domaniale de Carcans*

*CMAR\_33121\_CAR6*

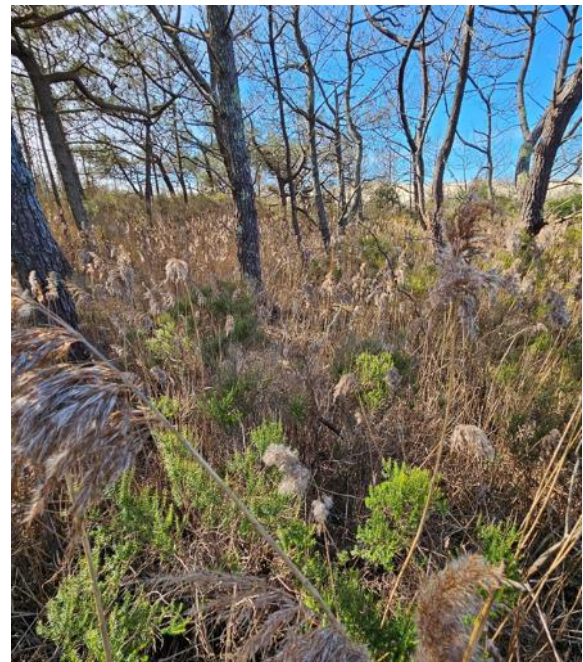
Création d'une mare.

Chantier -Novembre 2024 - en partenariat  
avec l'ONF

Contexte de la mare : Zone située dans la forêt domaniale de Carcans, à environ 250m du littoral. Le milieu est semi ouvert et se trouve proche de la dune littorale. La présence de très nombreux roseaux indique la présence d'eau dans le sol, ce qui en fait un site privilégié pour une création de mare.

Régime hydro : Absence d'eau, mais la végétation laisse penser que la nappe est peu profonde.

Actions requises : Travail de débroussaillage nécessaire ainsi que la coupe de quelques pins qui permettrait l'ouverture du milieu et un meilleur ensoleillement de la mare. Le bois pourra être laissé en tas sur le site et utilisé pour créer des micro-habitats pour la faune. La terre excavée pourra être utilisée pour la création d'un talus au nord de l'ouvrage.



site en février 2024





### Carcans - création de la mare n°3 CAR6



Site avant travaux - février 2024



Site pendant travaux - décembre 2024



Site après travaux - décembre 2024

**Travaux :** Création d'une mare sur sol sableux avec nappe affleurante.

**Adresse :** 45.071832, -1.190420

**Dates :** 3-4 décembre 2024

**Partenaires :** ONF Aquitaine

**Prestataire :** ETF Videau

**Dimension de la mare :** 11\*11 m / prof. max : 1 m.

**Forme :** circulaire

**Matériel :** pelle mécanique 8 tonnes.





#### 4. Suivis des chantiers 2023 en Île de France - un an après

En 2023, plusieurs chantiers de créations de mares ont été réalisés sur le site de la Belette, à Dourdan, et sur la commune de Champlan, en Essonne. Ces mares ont fait l'objet de suivis différents, dont les retours sont présentés ci-après par projet.

##### Champlan - Mare du plateau des Grenouillères



Site avant travaux - Septembre 2023



Site pendant travaux - Octobre 2023



Site après travaux - Juillet 2024





**Ouvrage et travaux** : création de mare sur liner (EPDM 1,2 mm), géotextile (300 g/m<sup>2</sup>) en sous et sur-couche, confinement en terre. Réalisée avec le service technique de la ville de Champlan, à l'aide d'une pelle mécanique 8T, en octobre 2023. Le sol, remblai très hétérogène, a requis un doublage de protection de la membrane en sous-couche, par tapissage de moquette de récupération. Des translocations de mottes d'herbacées prélevées sur site, sont utilisées pour renforcer / protéger les berges et diversifier les niches écologiques sur le pourtour de la mare, en Avril 2024. Un panneau de sensibilisation est posé. Remplissage naturel par impluvium direct. Site géré en fauche tardive partielle.



**Photo** : V. Dupuy, herbier de *Chara vulgaris*.

Suivis réalisés : 2 passages diurnes en Avril et Juillet 2024.

**Général** : eau claire, bonne tenue et niveau d'eau général. Dégradations des berges par piétinements et fréquentation des chiens. Baguettes de pain et panneau routier retrouvés dans l'eau.

**Flore** : mousses aquatiques, herbiers de characées (*Chara vulgaris*, var *Longibracteata*). premières pousses de *Typha* sp.



**Photo** : A. Bernard, *Sympetrum sanguin*

**Amphibiens** : pas d'espèce contactée.

**Odonates** : Libellule déprimée (*Libellula depressa*), Agrion élégant (*Ishnura elegans*), *Sympetrum sanguin* (*Sympetrum sanguineum*), une Aeshne indéterminée (*Aeshna* sp.) sont observés

**Autres** : Nombreux invertébrés aquatiques, dont Gerris (*Gerris* sp.), Notonecte glauque, Coléoptères sp., larves d'odonates (zygoptères et anisoptères sp.).





## Dourdan - La Belette / mare du bassin



Site avant travaux - décembre 2022



Site pendant travaux - Juin 2023



Site à n+1 - Juillet 2024

**Ouvrage et travaux** : création de mare sur liner (EPDM 1,2 mm), géotextile 300 g/m<sup>2</sup> en sous et sur-couche, confinement en terre / sable. Réalisée manuellement, en chantiers participatifs (scolaires, bénévoles, personnel SNPN), en Juin 2023. Mise en eau via récupérateur d'eau de pluie.





**Photo** V. Dupuy : pousse de Callitriche sp, très utilisée par les tritons pour pontes.



**Photo** A. Bernard : Sympétrum fascié



**Photo** : A. Bernard - chevreuil

**Suivis réalisés** : (STELI complet 9 passages, Popamphibien communauté, Inventaire de la flore, indications de qualité d'eau, pièges vidéo)

**Général** : Bonne tenue en eau, mais niveau maximum observé inférieur au point bas de la membrane. Coloration de l'eau par le phytoplancton.

**Flore** : Premières pousses de Callitriche (*Callitriche sp.*), Renoncule rampante. Jonc articulé et Jonc des crapauds sur les berges.

**Amphibiens** : pontes, et têtards et juvéniles de Grenouille agile (*Rana dalmatina*), adultes et larves de Triton palmé (*Lissotriton helveticus*).

**Odonates** : Sympétrum fascié (*Sympetrum striolatum*), Sympétrum sanguin (*Sympetrum sanguineum*) Aeshne bleue (*Aeshna cyanea*), Agrion jouvencelle (*Coenagrion puella*).

**Autres** : nombreux invertébrés aquatiques (dont larves d'odonates et coléoptères, dont Dytique bordé), forte abondance de Perlidae. Les camera traps révèlent une utilisation importante (abreuvement et nettoyage) par de nombreux oiseaux (passereaux, buse variable), et mammifères (renard, chevreuils, sanglier, blaireau, fouine, écureuil roux)





## Dourdan - La Belette / mare de la maison



Site avant travaux - décembre 2022



Site pendant travaux - Juin 2023



Site à n+1 - Juillet 2024

**Ouvrage et travaux** : Création de mare sur liner (EPDM 1,2 mm), géotextile 300 g/m<sup>2</sup> en sous et sur-couche, confinement en terre / sable. Réalisée manuellement, en chantiers participatifs (scolaires, bénévoles, personnel SNPN), en Juin 2023.





Photo : V. Dupuy, Renoncule rampante, dans la mare



Photo : V. Dupuy, Triton palmé femelle gravide



Photo : V. Dupuy, Ponte de Grenouille agile

Suivis réalisés (STELI complet, Popamphibien communauté, Inventaire de la flore, indices de qualité d'eau, pièges vidéo)

**Général** : Bonne tenue en eau, eau très claire.

**Flore** : Renoncule rampante. Jonc articulé et Jonc des crapauds sur les berges.

**Amphibiens** : pontes, têtards et juvéniles de Grenouille agile (*Rana dalmatina*), adultes et larves de Triton palmé (*Lissotriton helveticus*). Crapaud commun observé.

**Odonates** : Sympétrum fascié (*Sympetrum striolatum*), Sympétrum sanguin (*Sympetrum sanguineum*), Aeshne bleue (*Aeshna cyanea*).

**Autres** : nombreux invertébrés aquatiques (dont larves d'odonates et coléoptères, dont Dytique bordé), forte abondance de Perlidae. Les camera traps révèlent une utilisation importante (abreuvement et nettoyage) par de nombreux oiseaux (passereaux, buse variable), et mammifères (Renard, Chevreuils, sanglier, blaireau, fouine, écureuil roux).

Les camera traps révèlent une forte utilisation (abreuvement et nettoyage) par de nombreux oiseaux (passereaux, corvidés, buse variable), et mammifères (renard, chevreuils, sanglier, blaireau, fouine, écureuil roux)





## Dourdan - La Belette / mare du poulailler



Site avant travaux - décembre 2022



Site pendant travaux - Juillet 2023



Site après travaux - Juillet 2024

**Ouvrage et travaux** : création de mare sur liner (EPDM 1,2 mm), géotextile 300 g/m<sup>2</sup> en sous et sur-couche, confinement en terre / sable. Réalisée par un prestataire paysagiste, pelle mécanique 1,5 T, en Juillet 2023.



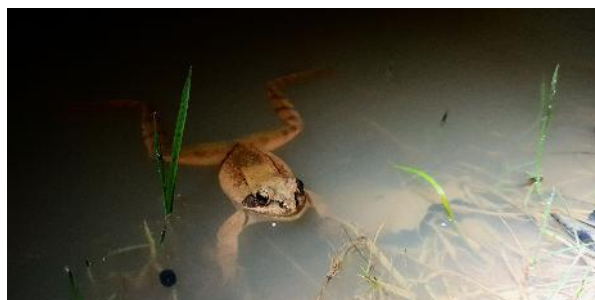


Photo : V. Dupuy, Grenouille agile



Photo : A. Bernard, Aeshne bleue



Photo : A. Bernard, Fouine

Suivis réalisés : STELI complet, Popamphibien communauté, Inventaire de la flore, indices de qualité d'eau, pièges vidéo)

**Général** : Bonne tenue en eau. Coloration de l'eau par les tanins.

**Flore** : Pas d'hydrophytes. Jonc articulé et Jonc des crapauds sur les berges. *Lemna minor*.

**Amphibiens** : pontes, et têtards et juvéniles de Grenouille agile (*Rana dalmatina*), adultes de Triton palmé (*Lissotriton helveticus*).

**Odonates** : Sympétrum fascié (*Sympetrum striolatum*), Aeshne bleue (*Aeshna cyanea*).

**Autres** : nombreux invertébrés aquatiques (dont larves d'odonates et coléoptères, dont Dytique bordé), forte abondance de Perlidae. Nombreuses larves de moustiques.

Les camera traps révèlent une utilisation importante (abreuvement et nettoyage) par de nombreux oiseaux (passereaux, buse variable), et mammifères (renard, chevreuils, sanglier, blaireau, fouine, écureuil roux).

Les camera traps révèlent une forte utilisation (abreuvement et nettoyage) par de nombreux oiseaux (passereaux, corvidés, buse variable), et mammifères (Renard, chevreuils, sanglier, blaireau, fouine, écureuil roux)





## Champlan – Gestion des mares des Jardins familiaux



Mare du bas avant travaux - Septembre 2023



Mare du bas après travaux - Novembre 2023



Mare du haut pendant travaux - Juillet 2024



Puit central après travaux - Avril 2024

**Travaux / interventions** : ensemble d'interventions et petits travaux de gestion, restauration et/ou optimisation des petits milieux aquatiques existants dans les jardins familiaux de la ville de Champlan :

- Faucardage et retrait manuel de rhizomes de *Typha latifolia* sur la mare du bas pour remise en lumière
- Retrait de bâche et fumier en amont de la mare du haut pour éviter eutrophisation de l'eau.
- Mise en place d'une rampe de sortie empierrée dans le puits d'interception central du site, pour éviter la possibilité de piège et proposer un petit milieu aquatique accessible aux amphibiens. Ce puits allait être refermé, et cette expérience cherche à tirer parti de l'existant.

Ces mesures cherchent à optimiser la capacité d'accueil de ces milieux existants, pour les amphibiens et odonates notamment. Une animation nocturne sur les amphibiens lors de la fête des mares a été réalisée et a permis de sensibiliser à la gestion, notamment au fait d'éviter les interventions sur la végétation au printemps lors de la présence des stades larvaires dans l'eau.



Photo : V. Dupuy, Juillet 2024

**Suivis réalisés** : en 2024, les interventions sont récentes, et font l'objet de passages et observations opportunistes des amphibiens. Dans l'ensemble les mêmes espèces qu'avant travaux sont observées soit Grenouille verte (*Pelophylax sp.*) et Triton palmé (*Lissotriton helveticus*), en reproduction sur les mares du haut et du bas. Ces espèces sont identifiées sur



Photo : V. Dupuy, Juillet 2024



Photo : Pelophylax sp. V. Dupuy, Août 2019



Photo : Tritons palmés mâle, femelle et larve en animation nocturne (dérogation espèce protégée effective pour la SNPN sur la commune). M. Ledru, 2024.

ces localités aussi dans l'Atlas de la Biodiversité Communale (ABC) de Champlan.

Dans le puits aménagé, des grenouilles vertes sont observées profitant du soleil sur les rochers ajoutés. Pas de triton observé dans ce milieu aquatique cette année.

Dans la mare du bas, les roseaux ont repris, et proposent un recouvrement et un ombrage moins important qu'en 2023, laissant filtrer des puits de lumière sur l'eau. Mais l'opération se montre insuffisante pour maintenir une zone ensoleillée et une colonne d'eau libre plus pérenne dans le temps.

Un suivi au printemps 2025 permettra d'observer plus avant les effets des gestions développées.

Dans la mare du haut, d'importants amas d'algues vertes filamenteuses continuent de se développer, mais en moindres proportions d'après le gestionnaire, et se retrouvent aussi dans la mare du bas. Il est possible, voire probable que l'eau arrivant des sources en amont soit déjà enrichie en nutriments captés plus haut. Une étude de qualité d'eau, appuyée d'une petite enquête sur le réseau d'eau, est recommandée pour mieux comprendre et trouver des leviers à cette eutrophisation apparente.

Sur chaque milieu, *Sympetrum sanguin*, *Sympetrum fascié*, *Libellule déprimée* et *Aesche bleue* sont observés.



## 5. Diagnostic post-chantier

Une présynthèse bibliographique des indicateurs, boîtes à outils et protocoles utilisés en France pour le suivi des mares a été réalisée, et l'interview de 20 acteurs pratiquants des chantiers de création ou restauration de mares (notamment des associations de protection de la nature) a permis de faire un premier état, non exhaustif, de pratiques mises en place pour évaluer le succès naturaliste des chantiers sur les mares. Ces informations sont en cours de précision et finalisation d'écriture ; et pourront être communiquées dans un rapport ultérieur.

L'une des problématiques rencontrées est celle du rapport entre l'efficacité de la prise d'information et les moyens à mettre en œuvre. Par exemple, lorsqu'une structure réalise 30 chantiers par an, si elle décide de suivre ces ouvrages tous les ans sur 5 ans, le nombre de suivis se cumule pour aboutir à n+5 en routine, à 120 mares suivies dans l'année.

Un enjeu est la recherche d'une optimisation des suivis, notamment par simplifications, et réduction du nombre de passages par mare et dans le temps.

D'après les entretiens réalisés, la réussite des chantiers de restauration de mares semble reposer sur plusieurs critères écologiques et pratiques, généralement définis dans les objectifs initiaux du projet. L'un des principaux indicateurs est l'observation de la présence ou de l'absence d'espèces cibles, comme le Triton crêté, ainsi que le nombre d'espèces et les effectifs par espèce avant et après les travaux. Ces interventions sont considérées comme un succès s'il est constaté une augmentation de la diversité des espèces ou si certaines espèces patrimoniales ou protégées, telles que le Sonneur à ventre jaune, le Pélobate cultripède ou encore la Cistude d'Europe, réapparaissent. Le recouvrement des espèces végétales patrimoniales constitue un autre critère de réussite. Lorsque des plantes rares colonisent les zones restaurées, cela montre l'efficacité de l'opération. De même, l'amélioration de la rétention d'eau est un signe de succès important.

De manière plus générique, l'étude fait observer que les principaux taxons suivis pour évaluer le succès naturaliste de chantiers sur les mares sont par ordre d'utilisation, pour 20 acteurs :

- Les amphibiens (100% des acteurs interrogés)
- Les odonates (95% des acteurs interrogés)
- La flore (80% des acteurs interrogés)
- Les coléoptères aquatiques (30% des acteurs interrogés)
- Autres taxons (mollusques, orthoptères, hémiptères, hétérocères, rhopalocères, crustacés, oligochètes. Enfin reptiles et oiseaux sont parfois suivis)

Les méthodes employées sont dans la plupart des cas dérivées de grands protocoles nationaux, tels que Pop Amphibiens, ou STELI, lorsqu'ils ne sont pas utilisés au complet. Chaque acteur utilise alors une combinaison propre, en fonction des financements, de l'expertise disponible, et de la quantité de travaux réalisés notamment.

Un modèle de suivi type, basé sur une simplification de la prise d'information, pourrait être proposé tel que :

- un passage d'étude de l'état global de l'ouvrage à n+1 (mise en eau ou tenue de l'eau, dégradations, espèces exotiques, autres), couplé à un inventaire de la flore, et des odonates. Ce passage doit ainsi être réalisé à la fin du printemps / début d'été (Mai à Juillet). La présence d'amphibiens (larves ou adultes) contactés à vue ou à l'oreille, est notée.





- un passage d'étude nocturne des amphibiens à n+2 ou n+3. Avec observations des caractéristiques générales de la mare. Ce passage est réalisé au printemps (Mars à Juin).

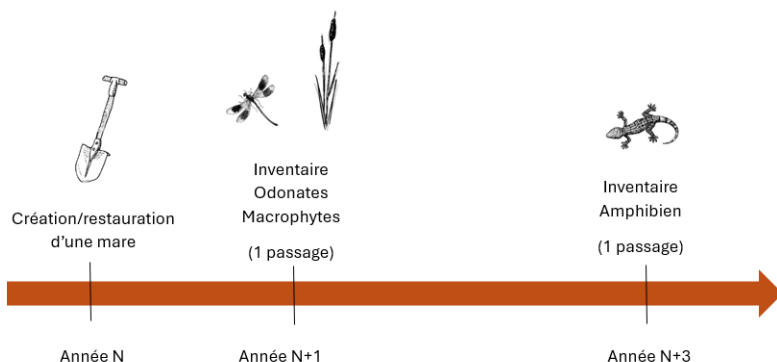


Schéma récapitulatif (S. Marguerite, 2024)

Ce système de suivi est limité, notamment en matière de robustesse statistique et de renseignements comparables entre mares par exemple. D'un point de vue naturaliste, il semble pour autant pouvoir permettre d'appréhender globalement les principales réussites naturalistes, en matière de colonisation par 3 taxons phares, d'un projet de création et ou de restauration générique d'une mare. Cette option doit faire l'objet de discussions, de premiers essais et de précisions de protocoles, dès 2025 sur les mares travaillées en 2024.

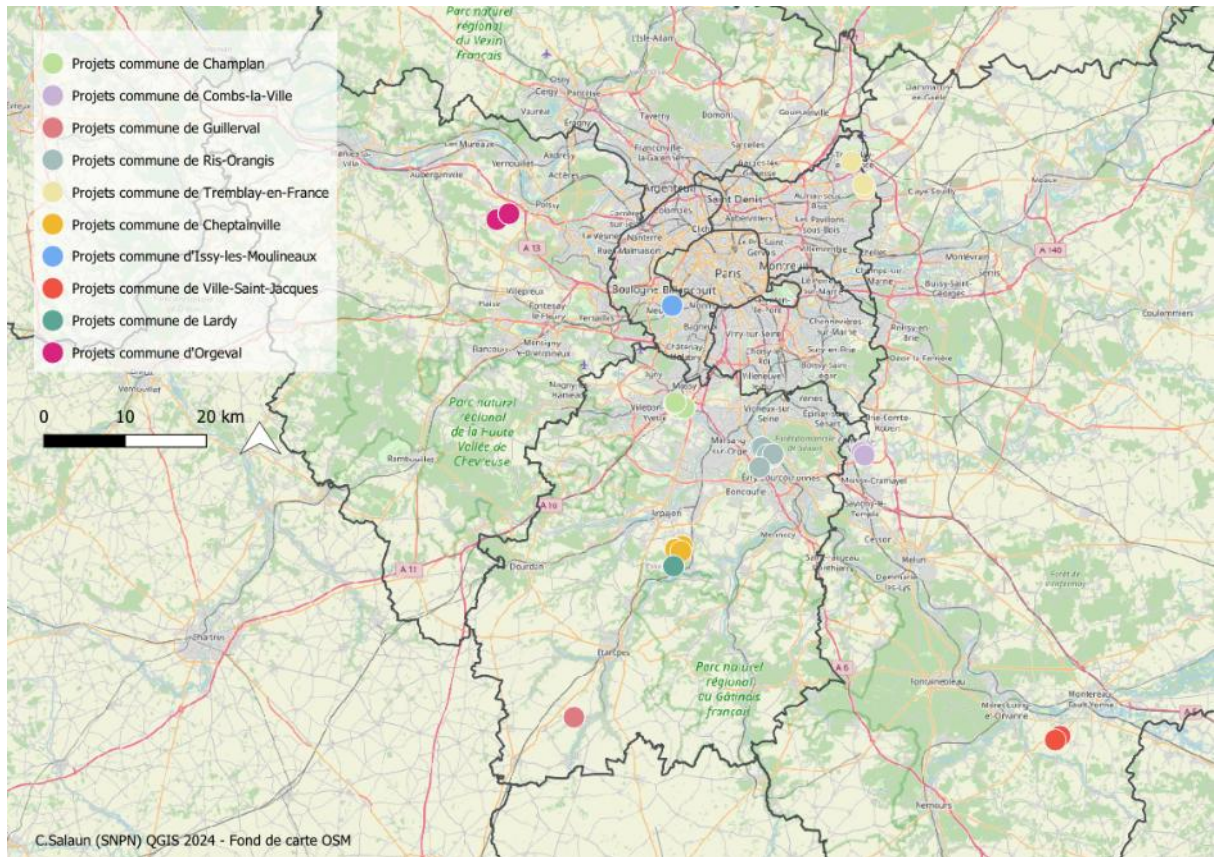
## 6. Chantier mares en Île-de-France - Perspectives 2025

A partir des modèles de sélection de secteurs à enjeux, et en collaboration avec le réseau Territoire Engagé pour la Nature, plusieurs communes et secteurs ont été ciblés et démarchés pour montage de projet de restauration de réseaux de mares communales, sur l'année 2025. Certaines communes en collaboration sur 2024, ou communes limitrophes, feront l'objet de poursuites de projets complémentaires.

Chaque projet a fait l'objet d'une première présentation du programme, de ses financements et possibilités techniques, puis d'une visite de site, en préfiguration avant études.

En tout, environ 45 projets sont envisagés, à horizon 2025 - 2026, avec 10 communes partenaires, dans plusieurs secteurs géographiques :

- **Secteur de Sénart**, en relation avec le réseau Territoires Engagés pour la Nature
- **Tremblay en France**, en Seine Saint Denis
- **La ville Saint Jacques**, en Seine et Marne
- **Vallée de la Juine** en partenariat avec le SIARJA, dans la continuité de projets réalisés en 2024
- **Plaine de Versailles**, en partenariat avec l'association Plaine de Versailles, dans la continuité de projets réalisés en 2024
- **Champlan**, au nord de l'Essonne, dans la continuité de projets réalisés en 2024, et 2023
- **Issy-les-Moulineaux**, en partenariat avec GPSO (Grand Paris Sud-Ouest)



Carte des projets de création et restaurations de mares en 2025



## 7. Communauté d'acteurs engagés pour les mares et petites zones humides d'Île-de-France

Comme identifié lors de l'enquête dans le cadre de l'état des lieux sur la situation des mares en France, la perspective d'une gestion pérenne du bon état des mares à l'échelle régionale implique une action collective et partagée. Elle s'ancre dans une démarche territoriale et culturelle sur le long terme.

Le succès des programmes régionaux repose avant tout sur une concertation efficace et une animation dynamique d'un réseau d'acteurs robuste, pour accompagner les acteurs du local au global et changer l'échelle d'impact des projets de terrain. L'appropriation culturelle des mares par la population, le partage et le développement de compétences, l'essor d'usages anciens et nouveaux partagés sont également cruciaux. Ils forment avec des financements adéquats et un investissement humain conséquent les piliers d'une dynamique mare réussie pour un impact plus efficace d'une multitude d'actions de terrain.

Une instance de coordination régionale est nécessaire pour envisager de répondre aux objectifs du projet 1000 mares lancé par la Région Île-de-France au mois de juillet 2024, et pour œuvrer à une action à long terme pour les réseaux de mares d'Île de France.

Une structure de gouvernance, légitimée par la concertation des acteurs territoriaux les plus actifs sur les mares, permettra d'aller au-delà de cet objectif et d'ancrer une action pérenne pour l'entretien, la création, la restauration de mares en Île-de-France, ayant un impact sur la biodiversité et les communautés humaines.



### OBJECTIFS GÉNÉRAUX DES DYNAMIQUES TERRITORIALES

- **Promouvoir la réalisation d'inventaires** et augmenter la connaissance autour des mares
- **Développer des actions** d'entretien et de restauration de réseaux de mares ;
- **Accompagner** les services de l'Etat et les acteurs des territoires ;
- **Faire connaître** les enjeux de protection des mares;
- **Créer une synergie** entre les différents acteurs agissant en faveur des mares

Fig. 63. Carte des dynamiques mares en France et objectifs généraux types





Plusieurs dynamiques autour des mares existent aujourd'hui en France, parmi les plus anciennes :

- **Le projet Restauration et Entretien des Mares des Antilles (REMA)** vise à restaurer et entretenir les mares des Antilles, en fournissant un appui technique, en animant un réseau d'acteurs, et en expérimentant de nouvelles méthodes de gestion pour préserver ces écosystèmes essentiels face à des menaces croissantes.
- **Le Programme Régional d'Action pour les Mares (PRAM) Normandie** s'engage à enrayer la disparition des mares en Normandie en renforçant les connaissances, en encourageant la restauration et la gestion durable de ces milieux, et en créant une synergie entre les acteurs locaux. Le PRAM Normandie a été créé en 2006.
- **Le Groupe Mare Haut-De-France** est une plateforme collaborative dédiée à la protection et à la gestion des mares, facilitant l'échange de connaissances, la sensibilisation du public, et le conseil aux acteurs locaux.
- **Le PRAM Grand-Est** œuvre à préserver le réseau de mares en Lorraine et dans la région Grand-Est, en impulsant une dynamique de protection et en sauvegardant la biodiversité spécifique à ces milieux.
- **Le programme Objectif MARES Centre-Val-De-Loire** mobilise les acteurs pour améliorer la connaissance, restaurer, conseiller et sensibiliser autour des mares, en favorisant la biodiversité et la résilience des écosystèmes.
- **Mares, où êtes-vous**, programme participatif d'inventaire et de sauvegarde des mares et des libellules en Auvergne-Rhône-Alpes, visant à localiser, décrire, et sensibiliser le public à l'importance de ces milieux pour la biodiversité
- **Le PRAM Occitanie** vise à créer une synergie régionale pour la préservation des mares, en améliorant les connaissances, en soutenant la gestion conservatoire, et en sensibilisant à l'importance de ces écosystèmes.

## 5.1. Création d'un Pôle Mares Ile-de-France - Des besoins identifiés et nécessité d'une dynamique mares franciliennes

### *Des acteurs engagés de longue date*

- **Le lancement d'une dynamique mare francilienne est plébiscitée par les 27 acteurs** ayant participé à l'enquête dans le cadre de l'état des lieux sur la situation des mares:
  - La majorité des acteurs franciliens mènent des actions liées aux mares depuis 20 ans, ce qui fait état d'une compétence de longue date et d'un engouement pérenne;
  - **93% des acteurs expriment** le besoin d'une plateforme qui recense les mares, les données liées à leur biodiversité, qui mutualise également les RETEX ;
  - Une majorité d'entre eux considère qu'une instance de gouvernance régionale, structurant et coordonnant un réseau des acteurs est nécessaire ;

### *Un contexte régional qui atteste de la nécessité d'un plan pour les mares*

- 23 659 (et plus) mares à entretenir, restaurer, protéger mais aussi à recenser, confirmer, caractériser, suivre.
- 1267 communes sur toute l'île de France, soit un vaste potentiel mais un défi si les acteurs ne travaillent en concertation



- Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles d'Île-de-France : une biodiversité dépendante des mares qui nécessite des actions mises à l'échelle sur de longues années pour perdurer
- Potentiel de sensibilisation, de reconnexion à la nature immense, avec 1/6<sup>ème</sup> (ou 18%) de la population française présente sur ce petit territoire (2,2% du territoire national)

### Une réponse locale aux défis globaux

- Des pressions et menaces grandissantes sur les mares, notamment les conséquences du changement climatique, la perte d'usage, l'urbanisation ou encore la déconnexion des réseaux écologiques
- Les mares jouent un rôle crucial dans l'atténuation des impacts du changement climatique. Un réseau animé de façon coordonnée permet d'adapter rapidement les pratiques en réponse aux défis climatiques, permettant une couverture territoriale agrandie par les acteurs.

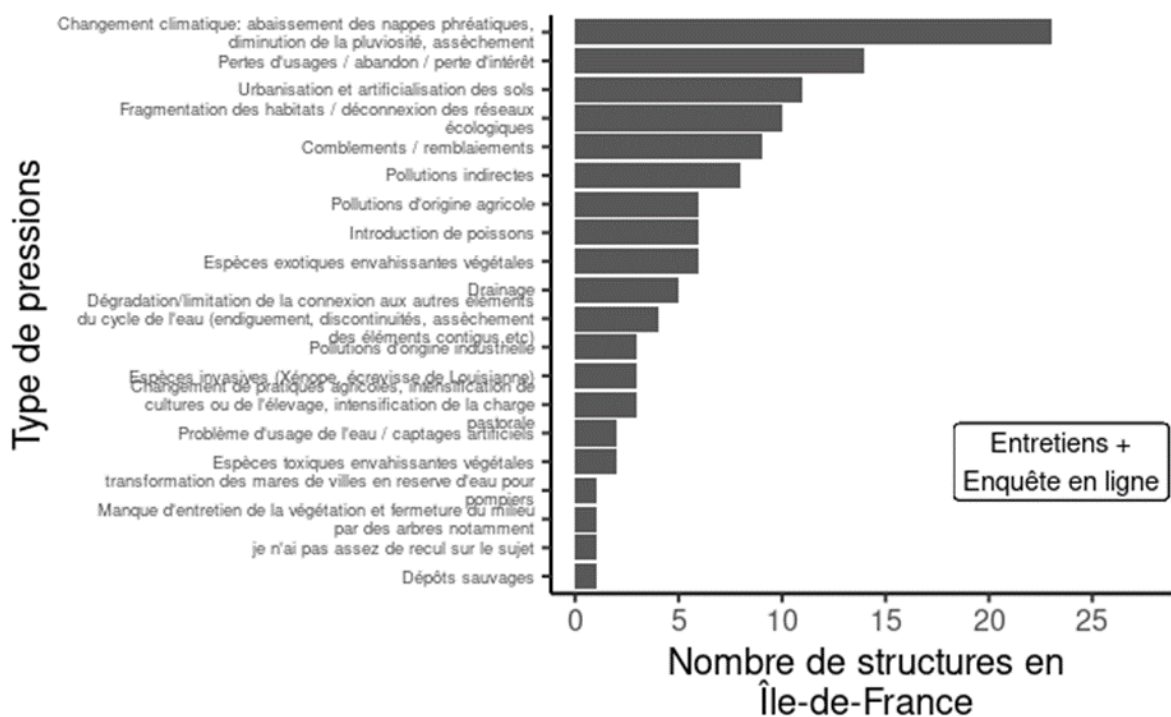
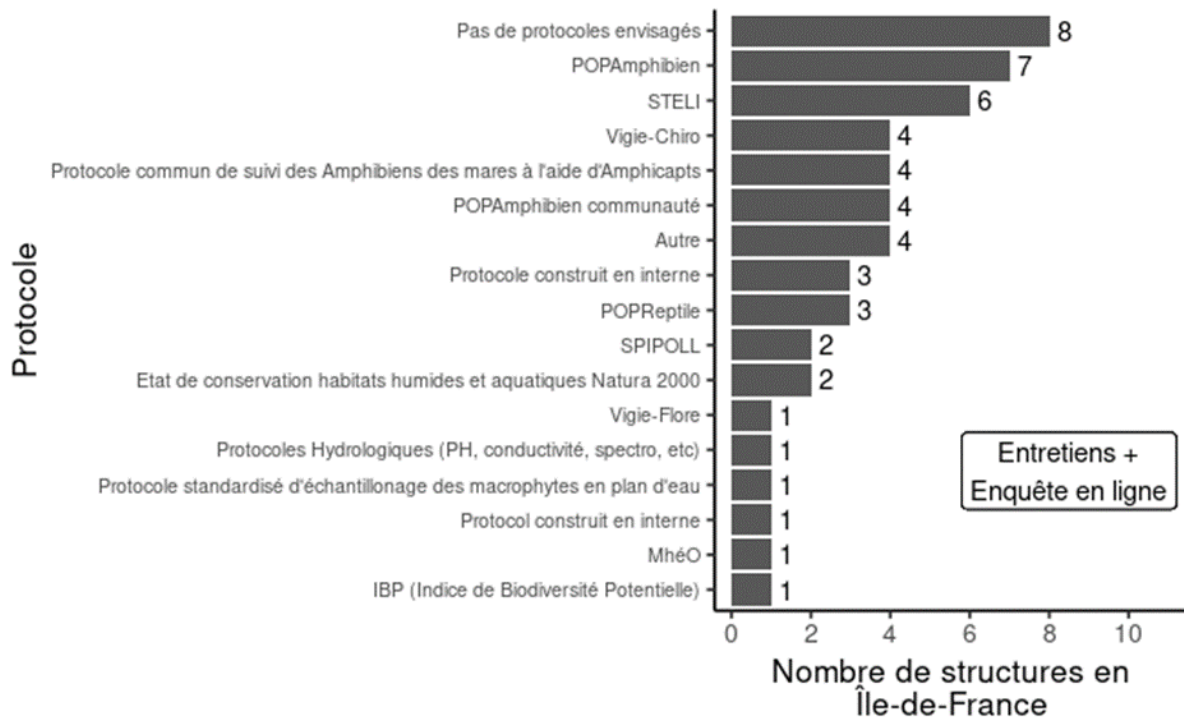


Fig. 64. Pressions et menaces sur les mares d'Île-de-France

- La réunion d'un réseau d'acteurs permettra de valoriser les projets novateurs en milieu urbain ou périurbain dense et anthropique



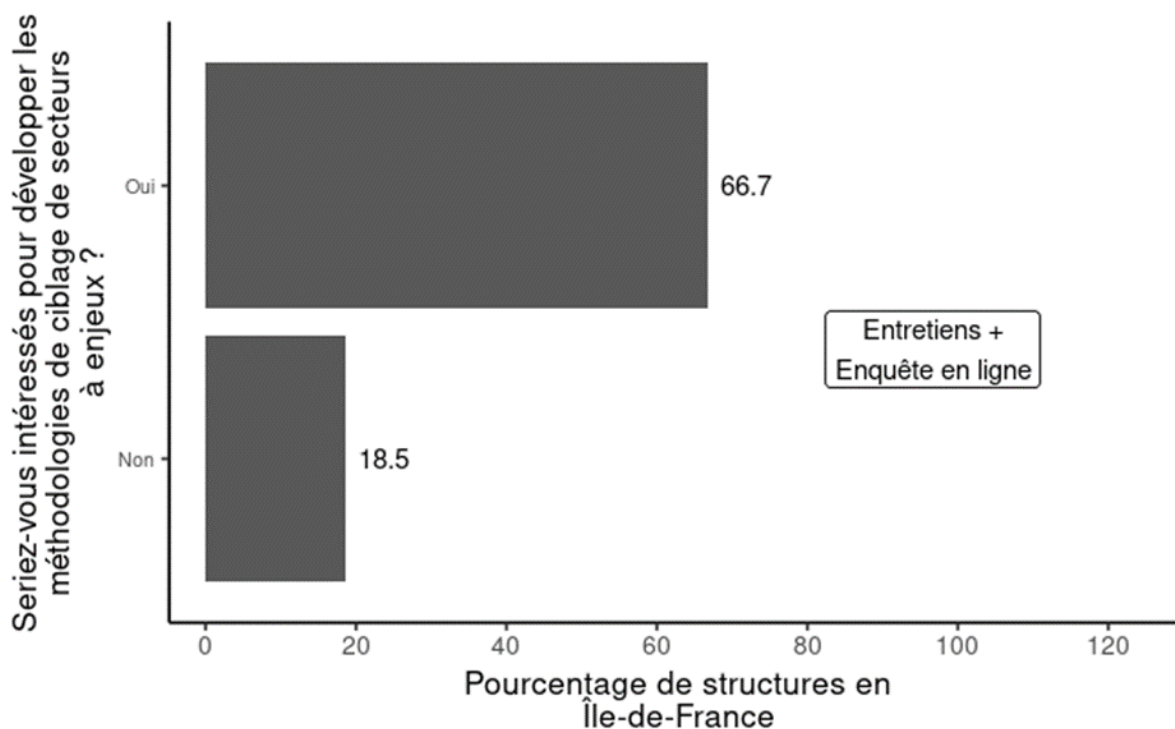
### Des connaissances à développer pour garantir des actions mises à l'échelle



**Fig. 65. Diversité des protocoles utilisés par les acteurs d'Île-de-France**

- Aujourd'hui, une multitude de protocoles est utilisée par les acteurs mares.
- Une approche collaborative et intégrée (scientifique, culturelle, patrimoniale, etc.) en réunissant les réseaux permet la mutualisation des connaissances, le partage de moyens, fluidification des processus de données, harmonisation et amélioration dans les techniques utilisées sur le terrain.
- Cela garantira à terme une meilleure connaissance des mares d'Île-de-France. Dans une démarche de recherche-action de grande envergure, il est nécessaire de faire avancer les connaissances dans tous les domaines par des échanges répétés et pérennes
- Les acteurs franciliens, sont d'autant plus motivés pour lancer des projets d'inventaire et de recherche autour des mares afin de mieux agir sur le terrain:





**Fig. 66. Pourcentage des acteurs d'Île-de-France intéressés par les méthodologies de ciblage de secteurs à enjeux**

#### **Accompagner la mise à échelle pour améliorer l'impact des actions de terrain**

- Si l'on se fonde sur les capacités annuelles d'actions de la SNPN et si chaque structure tente de poursuivre **l'objectif 1000 mares individuellement, il leur faudrait en moyenne 60 ans pour l'atteindre.**
- Le PRAM Normandie a permis de comptabiliser une moyenne **de 200 à 300 mares restaurées par an** en 2024.
- **En Ile-de-France et sur 27 acteurs,** les résultats de l'enquête montrent que le **nombre de créations/restaurations de mares s'élève à 256 mares ces 20 dernières années,** pour la région qui affiche le plus d'acteurs agissant sur la thématique sur tout le territoire.
- L'animation et l'union des réseaux permettent de coordonner les actions locales de manière plus efficace, maximisant ainsi les impacts des projets de restauration. Sans un réseau bien coordonné, les initiatives locales risquent d'être morcelées et de manquer de cohérence.
- Les mares ne sont que très rarement intégrées à des espaces naturels protégés, les réseaux de mares constituent des éléments de petite taille répartis sur tout le territoire. Les mares doivent donc être gérées par une multitude d'acteurs, en ce qu'elles sont présentes sur tous les territoires.

**Une coordination du local au global qui, fondée sur le suivi et l'évaluation, permet d'optimiser les moyens financiers**



- La réunion de réseaux d'acteurs permettra une plus grande force de frappe pour capter des financements publics et privés, pour informer les acteurs locaux des possibilités et les accompagner.
- Une telle dynamique contribuera à une simplification et une facilitation des démarches administratives, en constituant force de frappe collaborative pour faire aboutir des projets de fonds. C'est le cas de la réussite en Normandie.
- Un portage politique de la région qui se base sur des réseaux organisés du plus local au régional, avec des objectifs chiffrés et une optimisation des actions dans le temps. Ce réseau animé facilitera la mise en place de mécanismes de suivi et d'évaluation des actions environnementales.
- Le territoire jouit d'un potentiel de partenariat important à différents niveaux :
  - Toutes les têtes de réseaux nationales sur les mares sont présentes en Ile-de-France,
  - Qui réunit, sera en mesure de développer des liens avec les aménageurs, promoteurs, architectes, paysagistes afin de garantir une montée en compétence de ces acteurs et de tous les acteurs pour mieux protéger la nature francilienne.

## **5.2 Opportunités actuelles pour impulser la dynamique du Pôle Mares IDF**

- Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles d'Île-de-France
- Plateforme des oasis du climat et de la biodiversité comme trait d'union pour les acteurs franciliens
- Une carte d'identification de zones à enjeux régionale en cours, permettant d'embarquer tous les acteurs dans une dynamique de restauration avec des objectifs temporels à la clé
- La dynamique nationale du plan d'action pour les mares, dont le portage est mené en partie par la SNPN:

La SNPN est engagée à toutes les échelles d'actions, et la dynamique francilienne s'intègre dans un mouvement national pour les mares.

La SNPN a été mandatée par le Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires en janvier 2023 pour mener lancer un état des lieux de la situation des mares en France.

Cet état des lieux a permis d'éclaircir l'état écologique des mares, les acteurs et les pratiques engagées pour leur préservation ainsi que leurs besoins (réglementaires, financiers, de connaissance, etc.).

La finalité de ce diagnostic était l'élaboration d'un plan d'action pour la protection des mares, fondé sur la collaboration et la coordination entre les acteurs du secteur à l'échelle des régions mais aussi à l'échelle nationale. La première version de l'enquête est disponible dans le premier rapport du programme recherche-action "Les oasis du climat et de la biodiversité" de la SNPN (MALLARD ET AL., 2023).



**Fig. 67. Image des logos de toutes les structures participantes à l'enquête et à la co-construction du plan d'actions pour les mares**

## **1- Objectifs**

La mise en place d'un Plan d'actions pour les mares a pour objectif de coordonner les actions à tous les niveaux, de renforcer les connaissances sur ces écosystèmes et de mobiliser les acteurs, tout en assurant des financements pérennes. Ce plan vise à établir un cadre durable pour la gestion, la restauration et la création des mares, en valorisant leur rôle dans la biodiversité, la régulation hydrique, la vie des communautés humaines. Il doit harmoniser les efforts nationaux et régionaux, avec des objectifs clairs, des indicateurs de suivi, des mécanismes d'évaluation périodique et un comité de pilotage composé d'acteurs nationaux et territoriaux compétents, garantissant l'évolution de la stratégie dans le temps. Ce plan et ses substitue pas aux actions territoriales liées aux mares, mais doit soutenir leur mise à échelle optimale sur tout le territoire afin de rechercher un impact déterminant.

Ce plan évolue sous l'égide du 4<sup>ème</sup> Plan National Milieux Humides et à la Stratégie Biodiversité 2030.

## **2-Méthodes**

Pour l'année 2024, l'objectif était, à travers la co-construction, d'enrichir le rapport de l'état des lieux sur la situation des mares et de faire émerger un plan d'action cohérent. Cette co-construction a été effectuée avec un Groupe de Travail Mares, constitué des représentants et représentantes des organisations actives sur les mares au niveau national, interrégional ou interbassins:

- Fédération des CEN (FCEN)
- Fédération Nationale des Chasseurs (FNC)
- France Nature Environnement (FNE)
- Réserve Naturelle de France (RNF)





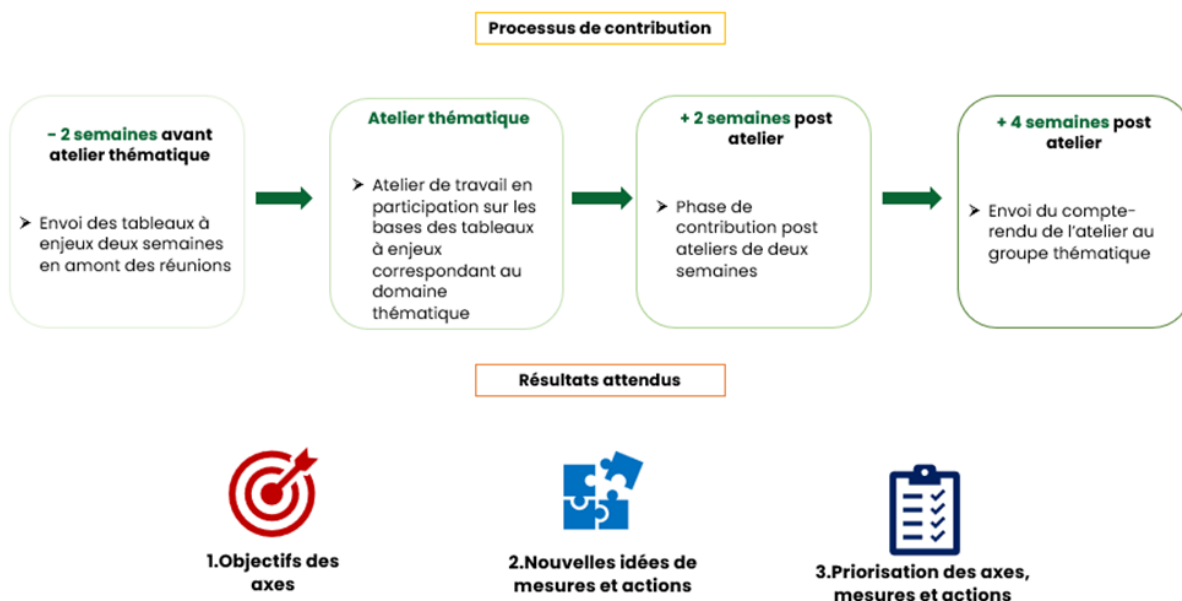
- Société Herpétologique de France (SHF)
- UNCPIE
- LPO France
- Association de Développement, d'Aménagement et de Services en Environnement et en Agriculture (ADASEA)
- Conseil National de la Propriété Forestière
- Office National des Forêts
- Pôle relais zones humides tropicales
- Chambre d'Agriculture France
- Fédération des Parcs Naturels Régionaux
- Les Agences de l'eau
- L'Office National des Forêts (ONF)
- L'Office Français de la Biodiversité (OFB)

La SNPN a effectué, sur la base des analyses précédentes, une synthèse pour dégager des conclusions initiales de l'enquête effectuée dans le cadre de l'état des lieux sur la situation des mares en France. Cette synthèse a pris la forme de grands enjeux, réunissant des recommandations thématiques issues des besoins et des idées des acteurs territoriaux recueillis lors de l'enquête de 2023 :

- 1.** Politiques publiques et Réseaux
- 2.** Connaissance et Recherche
- 3.** Action territoriale : Gestion, Protection, Restauration
- 4.** Mobilisation, Médiation de la population et des professionnels
- 5.** Financements

La SNPN a proposé pour la co-construction du plan l'organisation d'atelier de travail thématiques sur une journée, en groupes constitués des acteurs mares nationaux en fonction de leurs souhaits et de leurs compétences cœurs pour déterminer pour chaque enjeu :

- Quels objectifs
- Quelles nouvelles mesures et enjeux,
- Quelles priorités à donner aux actions



**Fig. 68. Processus de contribution en amont, pendant et après un atelier de travail thématique**

Pour chaque enjeu, des ateliers thématiques ont permis de définir objectifs, mesures et priorités :

- **Atelier 1** : Politiques publiques et réseaux (09/04/2024)
- **Atelier 2** : Connaissance et recherche (14/05/2024)
- **Atelier 3** : Gestion, protection et restauration (06/06/2024)
- **Atelier 4** : Médiation et mobilisation (18/06/2024)
- **Atelier 5** : Stratégie et financement (18/07/2024).



### **3- Résultats des ateliers**

Au terme de ces 5 ateliers, la SNPN a réuni tous les éléments de contribution le plus fidèlement possible, pour les réunir dans un document brut du plan divisé en 12 axes (y compris l'axe financement), 39 mesures, 59 sous-mesures et 190 actions ont été identifiées pour organiser les enjeux liés aux 5 premiers ateliers (Tableau 6).

**Tableau 6. Axes dégagés pendant l'année de cocréation**

<b>Axe 1</b> – Animer et accompagner les acteurs territoriaux
<b>Axe 2</b> – Valoriser et faire reconnaître les enjeux de la préservation des mares dans les politiques publiques
<b>Axe 3</b> – Définitions, cadre réglementaire clair en faveur de la préservation des mares et organisation des données
<b>Axe 4</b> – Mieux connaître les mares du territoire et informer les acteurs de terrain
<b>Axe 5</b> – Développer la recherche, valoriser les données pour augmenter l'impact des actions de terrain
<b>Axe 6</b> – Améliorer les méthodes de gestion et de l'organisation autour des actions pour les mares afin d'assurer leur mise en œuvre pérenne
<b>Axe 7</b> – Améliorer la protection des habitats mares et petites zones humides
<b>Axe 8</b> – Restaurer, Créer, des mares, dans le cadre de micro-réseaux et réseaux de mares
<b>Axe 9</b> – Outils pour communiquer et sensibiliser aux enjeux des mares
<b>Axe 10</b> – Sensibilisation, éducation, animation nature et formation
<b>Axe 11</b> – Engagement sociétal des communautés locales pour préserver la biodiversité de proximité en commençant par les mares





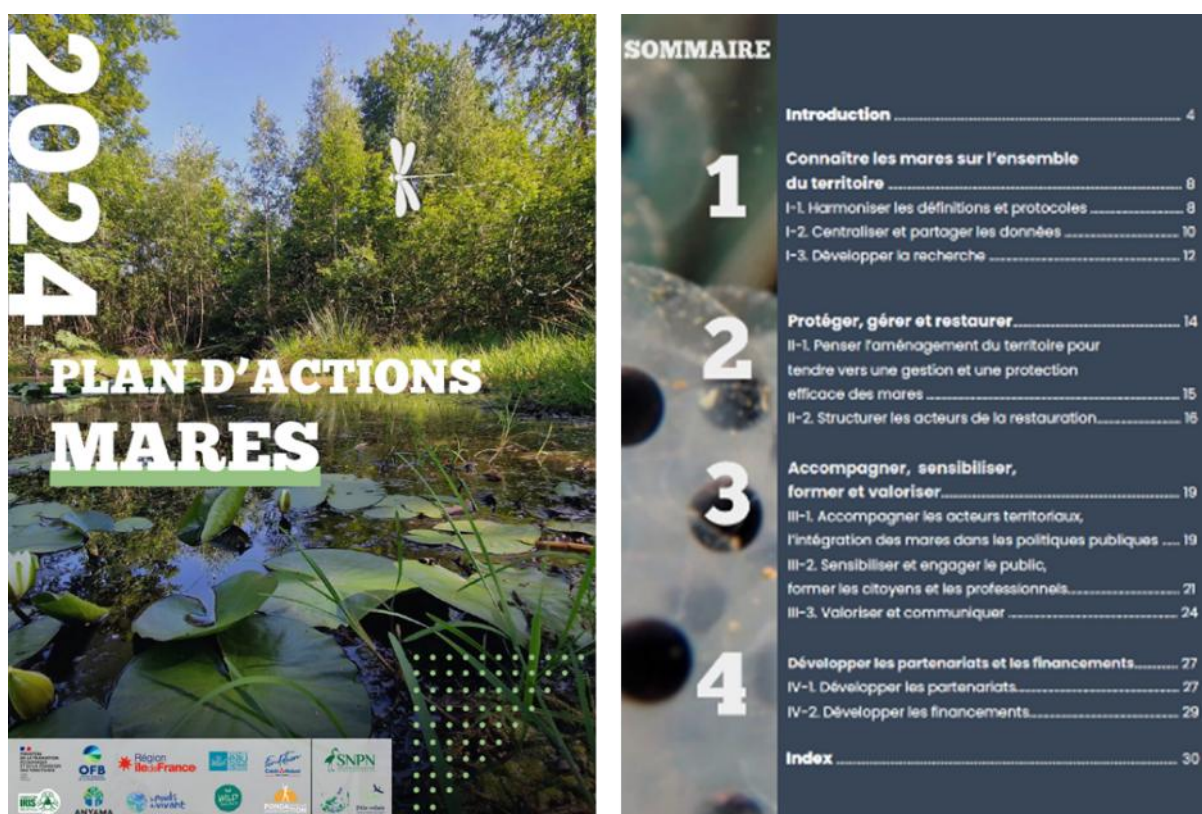
Ce document cadre a été proposé au Groupe de Travail Mares pour clôturer la phase de contribution, du 26/07/2024 au 30/09/2024 inclus en suivant une méthodologie structurée, pour proposer :

1. **Des contributions rédactionnelles** en utilisant un processus de révision sur Microsoft Word
2. **La priorisation des axes, mesures et actions** du plan via un tableau Microsoft Excel en fonction de critères d'efficacité, de faisabilité, d'urgence et de synergie (capacité de l'action à générer des actions complémentaires sur le long terme)
3. **Définition des rôles des organisations** : Le tableau inclut également une section permettant aux organisations de définir leur rôle vis-à-vis des mesures ou actions proposées, pilotage ou copilotage, participation, intérêt.

#### **4-Présentation de la version stabilisée du plan le 28/11/2024 et suite**

Ce processus structuré a servi à dresser une liste des mesures phares en fonction de politiques publiques nationales en cours à lancer dans les prochaines années, ainsi que l'investissement souhaité des structures, à communiquer au Ministère de la Transition Écologique.

La SNPN a collaboré avec les services du Ministère afin de présenter une proposition stabilisée du plan le 28 novembre aux partenaires de la cocréation, aux régions, aux ARB et aux agences de l'eau. Celle-ci comporte 42 actions, réunies en 4 axes complémentaires. Voici un lien pour accéder à cette version du plan : [2024\\_12\\_02\\_Plan D'Actions Mares\\_SNPN](#)



**Fig. 69. Version stabilisée du Plan d'Actions Mares présenté lors de la réunion du 28 novembre 2024**

Le séminaire de présentation s'est tenu le 28 novembre 2024 à l'Académie du Climat à Paris. **46 participants** se sont réunis, dont les membres du Groupe National Mares, des représentants du Ministère de l'Écologie, de l'OFB ainsi que **trois agences de l'eau**. 3 temps forts ont marqué cette journée :



- Prises de parole du MTE, de la SNPN, et de trois agences de l'eau (Seine-Normandie, Rhône-Méditerranée-Corse, Rhin-Meuse)
- 4 tables rondes pour valoriser le Groupe National Mares
- 4 ateliers participatifs pour jauger l'adhésion des participants au Plan et élucider des moyens efficaces pour porter les actions prioritaires du plan jusqu'en 2030



**Fig. 70. Photo d'une partie des participants à la journée du 28 novembre 2024**

Les participants, à chaque table des ateliers, ont exprimé leur adhésion au Plan d'Actions Mares , attestant du succès de cette année de collaboration.

Avec la clôture de ces deux années de collaboration du local au national, démarre une nouvelle phase d'actions, dont le Pôle-relais Mares et Vallées Alluviales est pressenti d'avoir une partie de sa coordination à charge.

A la suite de cette réunion, la SNPN et le MTE ont proposé une ultime phase de contribution pour aller au bout de la démarche. Le Plan d'Actions Mares finalisé sera présenté lors d'une webconférence en mars 2025, où plus de 180 personnes sont déjà inscrites. Courant mars, l'Etat des Lieux sur la Situation des mares complet sera remis au Ministère.

La SNPN mènera les actions jugées prioritaires du plan en poursuivant rigoureusement le principe qui l'a porté au cours de ces deux dernières années : la coopération des structures engagées pour la biodiversité et l'eau, afin d'amener les acteurs de terrain vers des pratiques de collaborations communes, débouchant sur la multiplication des actions de terrain en poursuivant un objectif commun face aux défis globaux.

- La SNPN est co-animatrice du Pôle relais mares et vallées alluviales (PRMVA), en contact avec toutes les autres dynamiques liées aux mares permettant :



- Un portage des objectifs régionaux en cohérence avec les objectifs nationaux
- Une transmission accrue de connaissances pour améliorer les pratiques liées aux mares
- La valorisation des actions menées au niveau de la région
- Une montée en compétences qui vise au lancement de plus de projets

La SNPN a repris la coordination du Pôle relais mares et vallées alluviales aux côtés de l'Association Nationale des Elus de Bassins (ANEB). La SNPN a validé les perspectives stratégiques jusqu'en 2027 :

### Fonctionnement

Le PRMVA doit créer dès 2025 un comité de pilotage, garni de représentants des partenaires existants et des agences de l'eau, leurs sujets étant intimement liés à celui du PRMVA.

**Doter le PRMVA d'un plan d'action Stratégique 2025-2027** qui donne un cadre autour d'une vision et d'une mission empreintes des valeurs suivantes. Ce plan intégrera une partie des mesures du prochain plan d'action sur les mares cocréé en 2024:

- Rechercher un impact concret du pôle sur le terrain
- Être au service des acteurs
- Engager des dynamiques pérennes avec tous les acteurs adéquats
- Faire exister les mares et les petits milieux humides dans un cadre intégré, pas uniquement dans les milieux écologues ou naturalistes

### Objectifs pour le futur plan d'action stratégique du Pôle-relais

- **Objectif 1: mener à bien les actions principales des Pôles relais** - diffusion de connaissances, promotion de bonnes pratiques (rencontre, valorisation des initiatives locales, diffusion à l'échelle nationale de retour d'expériences) accompagnement des acteurs pour les faire monter en compétences, etc.
- **Objectif 2 : Renforcer le réseau d'acteurs privés et publics compétents engagé pour les mares**
  - **Action 1 :** Renforcement des partenariats: établir des collaborations avec des acteurs clés comme les collectivités, les syndicats de bassins, acteurs de l'urbanisme et les entreprises. Également, avec des acteurs en proximité avec les petits milieux humides, comme les éleveurs et les agriculteurs.
  - **Action 2 :** Promotion de bonnes pratiques (rencontres, valorisation des initiatives locales, diffusion à l'échelle nationale de retour d'expériences).
  - **Action 3 :** Accompagnement des acteurs sur les aspects juridiques, financiers et techniques pour les faire monter en compétences.
  - **Action 4 :** Contribuer à la création de synergies publics/privées territoriales pour engager
- **Objectif 3 : Faciliter l'accès aux financements des acteurs pour leurs projets de restauration et de création de mares.**
  - **Action 1:** Collaborer étroitement avec les agences de l'eau et l'administration, pour faciliter l'accès des acteurs locaux aux financements, souvent complexes.





- **Objectif 4 : Engager une dynamique pour la mise en place de projets en faveur des mares**
  - **Action 1 :** Pousser des initiatives spécifiques pour la restauration et la création de mares, liées à la recherche
  - **Action 2 :** Recenser les projets nationaux et européens et embarquer les acteurs locaux en fonction des zones à enjeux identifiées.
  - **Action 3 :** Coopérer avec l'ANEB, pour engager le plus de projets possibles et massifier la restauration des petits milieux humides à long terme.

**Voici un aperçu des actions réalisées et les perspectives d'améliorations pour 2025 et 2026**

Thématique	Actions réalisées (mi-2023-2024)	Perspectives 2025-2026
<b>Réunir et analyser les connaissances</b>	Alimentation du site PRMVA sur <a href="http://bassinversant.org">bassinversant.org</a> . Publication de 61 actualités locales et nationales, 15 actualités sur le Portail national Zones humides. Développement d'une base documentaire enrichie de 88 nouvelles références (total de 3333 ressources). Travail en cours pour améliorer les ressources sur les mares.	Améliorer le lien avec la plateforme Oasis afin d'augmenter la visibilité du travail du PRMVA, notamment l'expérience utilisateurs
<b>Sollicitations et assistance technique</b>	Réponses à 61 sollicitations, sur des thématiques comme la création de mares, la mise en contact avec des acteurs locaux pour l'entretien, des conseils réglementaires, et la gestion des poissons rouges dans les mares. Aide à l'utilisation des obligations réelles environnementales (ORE) pour la préservation des mares.	Augmenter le nombre de sollicitations, réunir les guides existants pour des informations clés en main
<b>Lettre d'informations</b>	8 lettres « À Fleur d'Eau » envoyées à 1408 abonnés. Les lettres comprennent des rubriques variées (Focus, En ce moment, Offres d'emploi, Agenda, Formations, Ressources) visant à partager les dernières actualités et opportunités dans le domaine des zones humides.	Étendre l'audience de la lettre
<b>Cartographie de réseaux</b>	210 acteurs identifiés au niveau national (acteurs publics et associatifs). Travail de catégorisation des acteurs en cours pour la mise en ligne d'une cartographie sur le site PRMVA en 2025, selon la méthodologie de la	Construction des cartographies schématiques par bassins versants <ul style="list-style-type: none"> <li>● Soutien à la construction schématique par région</li> <li>● Création de liens en fonction de ces cartographies</li> </ul>



	<p>stratégie CESP 2020-20230 de l'OFB[1]. Renforcement des dynamiques locales par la mise en relation d'acteurs publics et associatifs.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Focus sur les acteurs privés liés aux mares</li></ul>
<b>Organisation de webinaires et conférences</b>	<p>Soutien à l'organisation de webconférences, telles que « Les mares comme infrastructures agro-environnementales » et « La richesse des mares d'Île-de-France ». Soutien à la mise en relation des parties prenantes et experts. Contribution à l'élaboration de la trame des webinaires avec l'OiEau et les ARB</p>	<p>Plusieurs priorités identifiées pour la sensibilisation et les formations :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Formations techniques : Cibler la gestion, restauration et création des mares, ainsi que les aspects législatifs et financiers. Objectif : former les acteurs à partager leurs connaissances et techniques.</li><li>• Formations en Outre-Mer : Destinées aux agents de l'eau, pour les sensibiliser aux enjeux spécifiques des mares.</li><li>• Sensibilisation des agences de santé (ARS) : Harmoniser les messages pour éviter les classifications des mares comme insalubres, qui entraînent des actions négatives (comblements, remblaiements).</li><li>• Sensibilisation des agences de l'eau : Former les agences, unités territoriales et comités de bassin sur le rôle des mares dans le cycle de l'eau.</li></ul>
<b>Formations et renforcement des compétences</b>	<p>État des lieux des formations existantes sur les mares. Identification des besoins de formation pour la gestion, la restauration, la création de mares, ainsi que les aspects législatifs. Développement d'un plan d'action pour des formations spécifiques (y compris en Outre-Mer) par types d'acteurs cibles, pour sensibiliser et garantir une appréhension des enjeux zones humides par tous les acteurs</p>	

<sup>1</sup> Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, OFB, Ramsar France, 2024 Stratégie 2030 « Communication, Education, Sensibilisation, Participation »



<p><b>Support aux politiques régionales, aux EPCI, aux entreprises – Stratégie CESP</b></p>	<p>Portage de l'objectif 9 de la stratégie CESP « : <b>Assurer un appui aux politiques régionales en faveur de la biodiversité sur les milieux humides auprès des collectivités territoriales et des entreprises »</b></p> <p>Organisation d'ateliers, mobilisation des acteurs publics et privés (filières industrielles, collectivités). Collaboration pour valoriser les zones humides dans les territoires, notamment en Centre-Val-de-Loire, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne et PACA et identifier les dispositifs de valorisation répliquables dans d'autres territoires.</p> <p>Organisation d'une réunion de coordination pour établir un processus d'échange afin de soutenir les territoires dans le cadre des réseaux TEN et ABC qui s'engagent à travers l'entrée zones humides</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Grâce aux outils cartographiques, mettre en lien les différents acteurs d'un territoire pour impulser des projets d'actions multipartites pour les mares</li> <li>● Pack d'outils clés en main pour la valorisation des zones humides dans le cadre de l'objectif 9, en coordination avec les ARB</li> <li>● Identifier tous les TEN et ABC en lien avec les zones humides.</li> <li>● Présenter aux acteurs TEN et ABC potentiels l'écosystème d'acteurs liés aux zones humides,</li> <li>● Cibler les filières d'industries par territoire, s'appuyer sur les réseaux gemapiens, mise à d'outils mutualisés pour démontrer l'investissement possible des entreprises pour les zones humides</li> </ul>
<p><b>Interventions lors de séminaires</b></p>	<p>Participation à des séminaires internationaux (REMA, Île de la Réunion, Comité parisien de la nature). Contributions aux tables rondes et ateliers pour partager les bonnes pratiques en matière de préservation et restauration des mares, avec un focus sur la mobilisation des communautés locales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Présence à la conférence internationale des mares (en ligne)</li> <li>● Valorisation des mares et petites zones humides à la 3<sup>ème</sup> conférence internationale sur les Océans (UNOC)</li> <li>● Habiter deux salons des industries en lien avec les zones humides</li> </ul>
<p><b>Fête des mares</b></p>	<p>Organisation de la 9e édition de la Fête des mares (thème : « des mares pour retisser le vivant »). Valorisation des acteurs de la restauration en faveur des mares à travers une exposition lors du lancement le 1<sup>er</sup> juin dernier. L'événement est devenu un rendez-vous annuel important pour sensibiliser le grand public.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Faire de l'île de France un épicode de la valorisation des actions de restauration des mares en France lors de la fête des mares, en augmentant le nombre d'animation restauration d'ici 2026</li> </ul>
<p><b>Protocoles et standards techniques</b></p>	<p>Participation au développement du Référentiel technique pour les infrastructures agro écologiques dans le cadre de l'éco contribution</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contribuer à la simplification de l'intégration des mares dans les documents d'urbanisme</li> </ul>





- La SNPN est animatrice de la Fête des Mares, qui fait de la région Ile-de-France un épicode pour valoriser les dynamiques mares du territoire :

### **Qu'est ce que la fête des mares ?**

Depuis 2016, **la Société nationale de protection de la nature (SNPN) coordonne l'événement national La Fête des mares**. Chaque année au début du mois de juin, la *Fête des mares* propose dans toute la France des événements pour **faire connaître les mares auprès du grand public**. Ces animations sensibilisent à protection de la nature et de la biodiversité, expliquent les services écosystémiques et écologiques rendus par les milieux zones humides, alertent sur les conséquences du changements climatiques et font découvrir les enjeux des solutions fondées sur la nature, mais aussi le bien-être et les bénéfices d'une meilleure relation homme-nature.

**Le rôle de la SNPN est de coordonner l'événement au niveau national** : elle produit des **ressources pédagogiques et un kit de communication** permettant aux organisateurs d'animations de s'affranchir de la conception de supports de communication et de **bénéficier d'une meilleure visibilité, via l'outil de cartographie de la plateforme J'agis pour la nature**.

**La SNPN et ses partenaires incitent les associations spécialisées, collectivités locales, naturalistes passionnés, gestionnaires d'espaces naturels et bien d'autres à créer des événements afin de faire découvrir au plus grand nombre les vertus des mares et des zones humides**. Sorties nature, ateliers, chantiers, conférences-débats sont les principaux types d'événements labellisés, mais sont également proposés des activités culturelles, des projets pédagogiques et des opérations de sciences participatives.

### **La Fête des mares, un événement qui contribue aux politiques publiques**

La Fête des mares est un levier d'action pour fédérer des acteurs autour de programmes de sensibilisation ou d'actions en faveur de l'environnement et s'inscrit dans les politiques publiques :

- o **Stratégie nationale biodiversité 2030**

**Mesure 32** : Mobiliser tous les citoyens, sensibiliser, informer et encourager les expériences de nature respectueuses de la biodiversité.

Cette mesure explique que « parallèlement à une approche scientifique et technique, les expériences sensibles de nature permettent d'élargir les publics et de déclencher l'envie d'agir ».

**Mesure 33** : Éduquer et mobiliser les jeunes générations, depuis l'école jusqu'à l'université.

C'est notamment dans l'action 1 de cette mesure, qui s'intitule « Renforcer l'éducation et l'action à l'école, au collège et au lycée notamment par le déploiement du réseau des aires éducatives à grande échelle », que la Fête des mares apparaît comme un outil utile à sa réalisation.

- o **4ème plan national milieux humides. 2022 - 2026.**



## **AXE II – MOBILISER –**

**Mesure 22 :** Mettre en œuvre la stratégie de CESP 2021–2030 sur les milieux humides afin d’inciter et accompagner des changements de politiques et de comportements par et pour une meilleure appropriation des enjeux milieux humides

La CESP (communication, sensibilisation, éducation, participation) a pour objectif de renforcer la visibilité et la prise en compte globale des milieux humides parmi les autres sujets de la biodiversité, de la nature et de l’eau.

**Mesure 23 :** Mettre en visibilité les milieux humides par les manifestations nationales

La Journée mondiale des zones humides, Fréquence Grenouille, la Fête de la nature, la Fête des mares, des Journées européennes du patrimoine, de l’opération « Un dragon! Dans mon jardin ? », etc. sont autant d’occasions de communication et de sensibilisation qui valorisent la richesse et l’intérêt de préserver les milieux humides. Ces manifestations annuelles motivent l’organisation de nombreuses animations nationales et locales. Le soutien à l’effort déployé pour ces manifestations sera pérennisé.

La Fête des mares contribue également à 4 indicateurs de l’Observatoire National de la Biodiversité (ONB) :

- Présence des milieux humides dans les médias français
- Nombre d’animations "Zones Humides"

### **Un événement en progression constante**

#### Evolutions du nombre d’animations

**102 animations** durant la *Fête des mares 2024* (contre 84 en 2023 et 89 en 2022).

#### Évolutions des retombées presse

**109 retombées presse** ont été comptabilisées durant la *Fête des mares 2024* (contre 79 en 2023 et 23 en 2022).

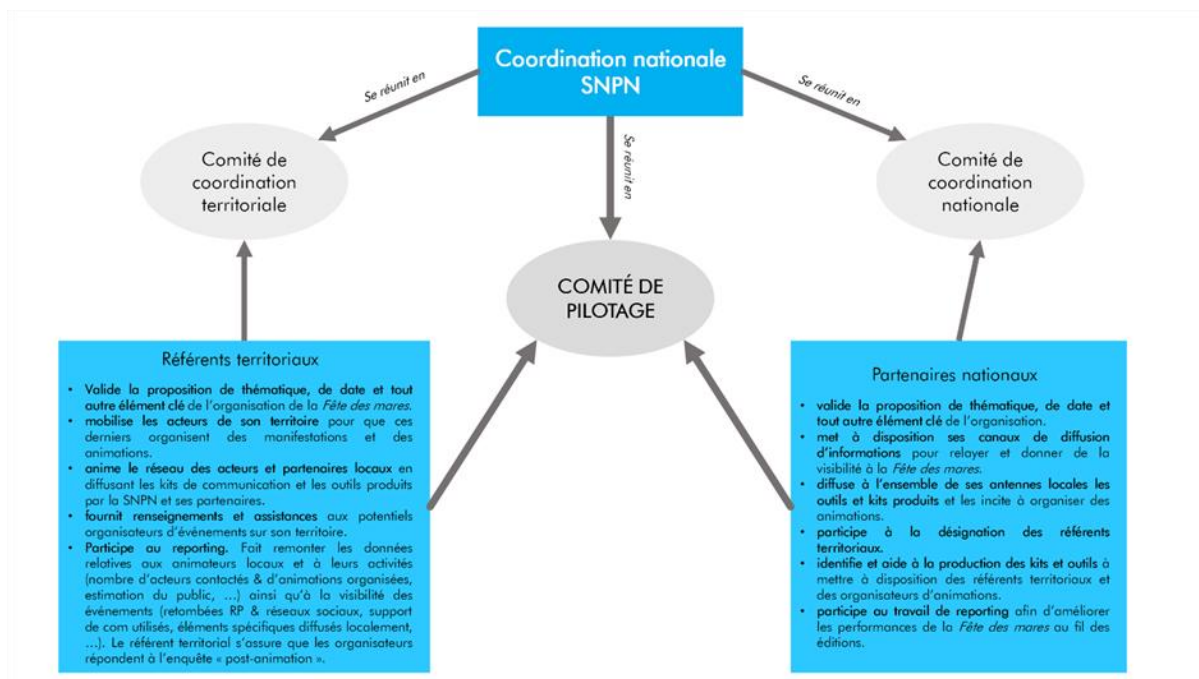
#### Évolutions des médias sociaux

**50 690 impressions** durant la Fête des mares 2024 (contre 49 166 en 2023 et 42 700 impressions en 2022)

### **Une consolidation du pilotage en 2024**

L’édition de deux chartes d’engagement pour définir clairement le rôle des partenaires, une nouvelle organisation et un nouveau pilotage avec une amélioration du maillage territorial et l’intégration de 2 nouveaux partenaires nationaux d’envergure (OPIE & Humanité et biodiversité).

La SNPN coordonne aujourd’hui 19 référents territoriaux, pour assurer un portage local robuste des actions, ainsi qu’une remontée efficace des informations.



**Fig. 67. Nouvelle forme du pilotage de la fête des mares**

### **Un événement spécifique afin de valoriser les acteurs de la protection, restauration et création de mares**

La SNPN, dans le cadre de son action avec le Pôle-relais mares vallées alluviales, a organisé une exposition présentant les actions d'une dizaine d'acteurs de la protection, restauration et création des mares en France via des panneaux pédagogiques et exposant 18 clichés issus des participations au concours photos des mares. Cette exposition a duré 2 semaines, en libre accès au tiers-lieu Village Reille, 11 impasse Reille, 75014 Paris. Elle a été intégrée à l'événement « L'essence de l'essaim » organisé par un collectif d'acteurs associatifs et artistiques qui a eu lieu le week-end du samedi 1er & dimanche 2 juin 2024, concomitamment au lancement de la Fête des mares.

On comptabilise environ 600 participants sur les 2 semaines.

### **Perspectives**

- Continuer de développer l'événement dans les DROM-COM et faire connaître l'événement au-delà de nos frontières ;
- Continuer à développer le réseau d'acteurs (écoles, entreprises...) et de partenaires (associations, institutionnel, syndicats de bassin, ...) impliqué dans l'événement ;
- Continuer d'augmenter la visibilité de l'événement dans les médias (notamment nationaux) et sur les réseaux sociaux (via partenariat médias et influenceurs)
- S'inscrire au sein du plan et des objectifs du Plan d'actions pour les mares ;
- Organiser un événement spécifique pour célébrer les 10 ans de la Fête des mares en 2025.
- Utiliser le site de l'observatoire Oasis du climat et de la biodiversité comme portail d'accès aux animations (en lieu et place de *J'agis pour la nature*)





### 5.3. Préfiguration de la dynamique francilienne - Pôle mares IDF

#### Pistes d'objectifs à l'horizon 2030

Ces objectifs seront proposés au groupe mares franciliens, lors d'un séminaire de travail au premier semestre 2025.

Objectifs et thématique	Horizon 2030
<b>Améliorer la gouvernance régionale autour des mares</b>	La région Île-de-France est dotée d'une instance de gouvernance permettant la poursuite des objectifs ci-dessous, avec un réseau d'acteurs couvrant tous les départements, ayant eu un lien avec 50% des EPCI et communes ayant un enjeux mares
<b>Structurer une dynamique de restauration</b>	Objectifs liés à la restauration, au-delà du projet 1000 mares portés par la région IDF : <ul style="list-style-type: none"><li>- Structuration d'un réseau de la restauration des mares en Ile-de-France pour une remontée de données de tous les acteurs</li><li>- Atteindre 30% de restauration dans les secteurs géographiques où les actions sont nécessaires</li></ul>
<b>Augmenter la connaissance des mares d'Île-de-France</b>	Localisation de 90% des mares d'Île-de-France d'ici 2030
	Harmonisation des suivis protocolés : dans les processus de remontées des données, suivis et évaluation de création/restauration de mares, suivis biodiversité
	Connaître l'état écologique de 30% des mares d'Île-de-France



<b>Protection des mares</b>	30% des mares restaurées et créées bénéficient d'une protection ORE
<b>Mobilisation de la population et des professionnels</b>	30% des intercommunalités franciliennes mènent des actions en faveur des mares d'ici 2030
	100 événements franciliens dans le cadre de la fête des mares
	30,000 franciliens se sont investis au moins une fois pour la nature avec un lien à la thématique mares

### Étapes pressenties – Horizon 2030

L'objectif est de cocréer avec les acteurs une dynamique pérenne, avec un horizon temporel respectant les temps de la biodiversité. Les années 2025, 2026 et 2027 stabilisent sa mise en place de la dynamique. La SNPN, en fonction des différentes avancées dans le cadre du programme, ainsi que de ses échanges avec l'ARB Ile-de-France, propose pour réflexions un calendrier provisoire des actions afin d'embarquer les acteurs franciliens.

### Focus 2025 – Démarrage

1. Dès janvier/février 2025- Réunion d'un Groupe de travail sur les mares d'île de France

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer un échange entre les acteurs de base du réseau francilien des mares dans le cadre d'une dynamique mare nationale</li> <li>• Identifier les souhaits des acteurs en termes de gouvernance</li> <li>• Identifier des référents chargés de mener la cocréation de la dynamique régionale des mares d'Île-de-France en 2025</li> </ul>
<b>Parties prenantes</b>	À ce jour, nous avons identifié un réseau de 148 acteurs franciliens actifs sur les mares : des associations loi 1901, des syndicats de bassins,



	<p>les conseils départementaux, des bureaux d'études, des entreprises, écoles du paysage, de nombreuses communes et communautés de communes, etc. Cet annuaire sera mise en ligne sur la plateforme Oasis du Climat et de la Biodiversité en 2025.</p>
--	--

**Vers 2027, en fonction des objectifs**

Objectifs	Actions prévues		
	2025	2026	2027
<p><b>Gouvernance régionale</b> Dynamique pour les mares franciliennes pérenne</p>	<p>1.Préfiguration avec les acteurs du territoire du pôle mares IDF 2.Création du comité de pilotage stratégique avec les financeurs</p>	<p>1.Mise en place de l'instance de gouvernance régionale pour les mares</p>	<p>1.Adoption d'une stratégie pluriannuelle pour les mares franciliennes</p>
<p><b>Structuration de la dynamique de restauration</b> 1.Structurer un réseau de la restauration des mares en Île-de-France 2.Atteindre 30% de restauration dans les secteurs géographiques où les actions sont nécessaires</p>	<p>1.Identification des acteurs de la restauration et caractérisation selon la méthode de cartographie d'acteurs de la stratégie CESP développée par l'OFB 2.Mutualisation et co animation du projet 1000 mares, diffusion au groupe mares franciliens pour toucher les porteurs de projets, mise en place d'indicateurs de suivis 3.Première phase pour relier la carte des secteurs à enjeux à l'annuaire territorial des acteurs comme outil d'aide à la décision pour la restauration</p>	<p>1.Première phase de structuration des réseaux avec une réunion de ces acteurs fin 2025 afin de déterminer les objectifs précis 2.Rédaction d'un plan régional d'accompagnement pour la restauration des mares</p>	<p>Suite ou en parallèle du projet 1000 mares, déploiement de projets de restauration dans les zones prioritaires avec suivi protocolé, atteinte de 30% de restauration.</p>





<p><b>Augmenter la connaissance des mares d'Île-de-France</b></p> <p>1. Localisation de 90% des mares d'Île-de-France d'ici 2030</p> <p>2. Connaître l'état écologique de 30% des mares d'Île-de-France</p>	<p>1. Mise en place d'un groupe de travail pour connaître les besoins, les obstacles afin d'harmoniser les processus de remontées des données, suivis et évaluation de création/restauration de mares, suivis biodiversité, et état des lieux des pratiques.</p> <p>2. Recueil des points de vue des acteurs franciliens sur ce qui constitue un bon état écologique d'une mare</p>	<p>1. Harmonisation des protocoles en fonction de ceux les plus utilisés au niveau national, mise en cohérence des acteurs</p> <p>2. Suivi du travail effectué au niveau national sur ce qui relève de l'état écologiques des mares, réunion des acteurs franciliens pour harmoniser les pratiques en fonction</p> <p>3. Etablir le processus de centralisation de données mares</p>	
<p><b>Mobilisation de la population et des professionnels</b></p> <p>1. 30% des intercommunalités franciliennes mènent des actions en faveur des mares d'ici 2030</p> <p>2. 100 événements franciliens dans le cadre de la fête des mares</p> <p>3. 30,000 franciliens se sont investis au moins une fois pour la nature avec un lien à la thématique mares</p>	<p>1. Identifier les communes et intercommunalités engagées pour les mares (tous domaines thématiques confondus)</p> <p>2. Identifier les acteurs qui organisent des événements pour la fête des mares. Inviter les acteurs relais des territoires au lancement de la fête des mares 2025</p>	<p>1. Engager plus de communes et intercommunalités dans la dynamique mare, notamment à travers les programmes ABC et TEN</p> <p>2. Proposer un concept de sciences participatives via la fête des mares, couplé au plan régional de restauration des mares</p> <p>3. Développer avec les acteurs une méthode de comptabilisation des franciliens s'engageant pour la nature et les mares</p>	<p>1. Lancer les premières expérimentations liées aux sciences participatives</p>
<p><b>Protection des mares</b></p> <p>1. 30% des mares franciliennes protégées (Tous modèles de protection)</p>	<p>1. Construction d'une formation protection des mares : mares pédagogiques, conventionnement ORE Labellisation et tous autres modes de protection légaux ou non, impliquant la population ou non</p>	<p>2. Diffusion de la formation et des outils pour protéger les mares existantes</p>	
<p><b>Financement</b></p> <p>Soutenir les acteurs franciliens des mares en dévelo</p>	<p>1. Veille permanente sur les opportunités pour les acteurs franciliens, mise en relation quand c'est possible</p> <p>2. Assurer une représentation du réseau mares à au moins deux salons professionnels de secteurs ou d'industries connexes</p>	<p>1. Veille permanente sur les opportunités pour les acteurs franciliens, mise en relation quand c'est possible</p> <p>2. Assurer une représentation du réseau mares à au moins deux salons professionnels de secteurs ou industries connexes</p>	<p>Captation de financements supplémentaires grâce aux succès constatés.</p> <p>Partenariats public-privé renforcés, opportunités de financements européens et régionaux.</p>



**FOCUS - Réussites collaboratives : quand la coordination multiplie les impacts**



## 1. Exemple de la Baie de Chesapeake (USA)



Fig. 71. Vue aérienne de la Baie de Chesapeake, États-Unis

**Date de lancement du programme :** 1983  
**Collaboration :** États (Virginie, Maryland, Pennsylvanie), agriculteurs, entreprises, collectivités locales.

**Résultats clés :**  
- **Réduction des nutriments :** Azote (-42%) via des pratiques agricoles améliorées et la gestion des eaux pluviales et phosphore (-40%) grâce à des techniques de rétention et de filtration des sédiments et polluants, entre 1985 et 2018  
- **Restauration des zones humides :** 83 000 hectares restaurés/protégés  
- **Augmentation des populations de poissons :** particulièrement du Bar rayé, population record atteinte en 2017.

**Facteur de réussite :** La coordination entre les États, les collectivités locales, les agriculteurs et le secteur privé a permis une réduction massive des nutriments, de restaurer les zones humides et soutenu la biodiversité. L'animation du réseau a maintenu la coopération à long terme entre tous les partenaires, facilitant la réalisation des objectifs de conservation à large échelle.

**Source :** [Site internet du projet](#)

## 2. Projet LIFE Albufera (Espagne)





**Fig. 72. Lagon d'Albufera, Valence, Espagne, ©Justino Bordallo**

**Contexte :** Projet européen visant à restaurer les zones humides du Parc Naturel de l'Albufera près de Valence.

**Résultats clés :**

- **Réduction de la pollution :** -50% des concentrations en nitrates dans l'eau. Grâce à la mise en place de zones tampons naturelles autour du parc et la collaboration avec les agriculteurs locaux pour réduire l'utilisation de pesticides et d'engrais
- **Augmentation de la diversité biologique :** +40% d'espèces d'oiseaux observées en 2015, y compris des espèces menacées comme le héron pourpré et la foulque macroule.

**Facteur de réussite :** La coordination entre ONG, scientifiques et agriculteurs locaux a été centrale pour aligner les priorités écologiques avec les pratiques agricoles. Une animation régulière des acteurs a permis de concilier les intérêts des différents groupes, aboutissant à une réduction significative de la pollution et une augmentation notable de la biodiversité.

**Source:** [Site internet du projet](#)

### **3. Écosystèmes et économies locales (FAO, Afrique de l'Est)**



**Fig. 73. Lac Naivasha, Kenya, ©Shutterstock**

**Contexte :** Études menées par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) sur l'impact économique et écologique de la restauration des zones humides dans plusieurs pays d'Afrique de l'Est (Kenya, Tanzanie, Ouganda). Les zones humides africaines sont souvent menacées par les activités agricoles intensives, la pollution, et l'urbanisation croissante. Ce projet de restauration vise donc à rétablir l'équilibre entre l'utilisation durable des ressources naturelles et la préservation des écosystèmes tout en améliorant les conditions économiques des populations qui en dépendent.

**Résultats clés :**

- **Augmentation des revenus :** +30% à 40% pour les communautés locales. Cela est dû à la régénération des ressources naturelles qui ont soutenu les activités économiques comme la pêche, l'agriculture durable et le tourisme écologique. La restauration des zones humides a permis de maintenir des sources d'eau plus fiables, d'améliorer la qualité du sol et de stimuler les récoltes dans les zones avoisinantes.

- **Création d'emplois :** Plus de 5 000 emplois générés. Grâce aux initiatives locales de gestion durable des zones humides, avec des postes dans la conservation, l'entretien des infrastructures liées à la gestion de l'eau, et l'écotourisme. Cela a fourni des revenus réguliers pour les populations locales, renforçant l'acceptabilité et la participation active aux projets de restauration.

**Facteur de réussite :** le facteur clé de réussite dans ce projet a été la coordination entre les autorités locales, les ONG, les agriculteurs et les communautés locales. L'implication active des populations dans les décisions relatives à l'utilisation des terres a permis de concilier la conservation avec les besoins économiques locaux. La mise en réseau des acteurs a facilité le partage des connaissances et des ressources, maximisant ainsi l'efficacité des interventions. Pour ce faire, des programmes d'éducation et de sensibilisation ont été lancés pour informer les communautés locales sur les pratiques agricoles durables, l'importance de la conservation des zones humides et les avantages à long terme associés à leur conservation.



#### Sources:

- FAO, *Mainstreaming Ecosystem Services and Biodiversité into agricultural production and management in East Africa*, 2016
- FAO, *Nature&Faune - Les écosystèmes aquatiques continentaux d'Afrique et leur contribution à l'amélioration de la sécurité alimentaire et de la nutrition*, 2019

## 5.5. Valorisation des actions pour améliorer la prise en compte des zones humides dans les politiques publiques de l'environnement

La SNPN a œuvré sur 2024 à la mise en œuvre de la refonte du Groupe Zones Humides (GZH), instance historique qui a contribué à faire exister les zones humides dans les politiques publiques au tournant des années 1990.

Le Groupe Zones Humides est un laboratoire d'idées représentant et portant la voix des acteurs œuvrant à la préservation des zones humides. Il le fait à travers une approche collaborative, en rassemblant un large éventail d'acteurs, directement impliqués dans leur préservation ou non.

En 2024, la SNPN s'est investie dans la consolidation du Groupe, notamment à travers le comité de rédaction de Zones Humides Infos, où participent à chaque réunion les représentants de Ramsar France et des relais institutionnels des zones humides, en plus d'experts pluridisciplinaires. **À ce titre, 6 réunions ont été organisées pour améliorer la revue** et relancer la dynamique du GZH avec de nouveaux acteurs, en créant les bases d'un laboratoire d'idées.

L'objectif est désormais de favoriser un dialogue constructif et d'encourager une collaboration renforcée entre toutes les parties prenantes, dans un contexte où de forts enjeux se croisent autour des zones humides.

Par ailleurs, dans le cadre d'une approche plus globale, la SNPN prépare activement la contribution des partenaires zones humides dans le cadre du **plan national de restauration**.





Trois actions de plaidoyer menées, majeures pour les zones humides :

Actions	Résultat de l'action
<p>Continuation de l'action de plaidoyer à travers des actions de communication groupées avec plus de 200 ONG au sein du collectif <a href="#">#RestoreNature</a>, afin de garantir l'adoption du règlement sur la Loi de la Nature, menacée par la crise agricole de 2024.</p>	<p>Le règlement a été promulgué avec succès le 18 août dernier, moins ambitieux que la mouture initiale cependant.</p>
<p>Mobilisation du réseaux zones humides (400 acteurs) pour répondre à la Consultation publique sur la création de retenues d'eau sur des zones humides, pour modifier modifiant l'arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau</p>	<p>Malgré une mobilisation forte du réseau et une majorité d'avis négatifs, l'implantation des petits plans d'eau dans une zone humide est désormais assouplie, l'arrêté modificatif a été publié au Journal Officiel le 16 juillet 2024 supprimant les contraintes précédentes garantissant une action dans le sens de la restauration du milieu. Cette simplification administrative facilite la réalisation de plans d'eau inférieur ou égaux à 1ha en zones humides agricoles.</p>
<p>Rédaction d'un courrier, d'un communiqué de presse inter associations et Pôle-relais zones humides à l'intention du gouvernement français et de la Commission européenne afin de demander un compromis réaliste au zonage des Bonnes Conditions Agroenvironnementales relatives aux zones humides (BCAE2) de la Politique Agricole Commune (PAC), dont la mise en œuvre est attendue pour 2025. Pour rappel, la version revue du zonage de la BCAE2, bien plus restrictive qu'attendu, se limiterait aux parcelles agricoles situées dans les zones RAMSAR et les habitats tourbeux, réduisant la surface protégée à seulement 3,6 millions d'hectares. La SNPN s'est également exprimée à ce sujet dans un édito dans le n°342 du <i>Courrier de la Nature</i>, publié en septembre 2024.</p>	<p><i>Actions en cours, mais peu d'attente quant au changement de cap attendu.</i></p>



La restructuration du GZH est en cours, avec plusieurs jalons franchis :

➤ **Recherche d'un ou d'une future présidente pour mener cette restructuration : Intention de Patrick Bazin.**

Patrick Bazin est une figure marquante dans le domaine de la conservation de la nature, particulièrement dans les domaines des zones humides et du littoral. Diplômé d'AgroParisTech, il a d'abord travaillé au sein du bureau d'étude Ecosphère, où il a été confronté aux défis liés à l'application des réglementations environnementales. Cette expérience l'a conduit à intégrer en 1987 le ministère de l'Écologie, à la direction de la Protection de la Nature (DPN). Sous la tutelle de personnalités influentes comme François Letourneux et Geneviève Barnaud, il a contribué au développement de programmes nationaux et européens pour la conservation des écosystèmes.

Au début des années 1990, Patrick Bazin a joué un rôle pionnier dans la création du Groupe Zones Humides. Ce groupe a élaboré un plan d'action complet, couvrant les volets législatifs, de terrain, de communication et de financement des actions pour les zones humides. Tout au long de sa carrière au ministère de l'Écologie, il a consolidé cette démarche avec une approche intégrée axée sur le développement des connaissances, la gestion des territoires et la mise en réseau des acteurs. Grâce à ses efforts, la France a pu honorer ses engagements internationaux, notamment en vertu de la convention de Ramsar.

Son engagement s'est poursuivi au sein du Conservatoire du littoral, où il a dirigé la Gestion patrimoniale. Reconnu pour sa discrétion et son esprit vif, Patrick Bazin a su fédérer autour de lui et continuer à faire avancer la cause des zones humides et de la protection environnementale, toujours guidé par un sens aigu de l'humour et une profonde conviction dans la pertinence de ses actions.

➤ **Structuration opérationnelle du groupe pour une action de plaidoyer active :**

Une note de cadrage stratégique a été élaborée, définissant les orientations du groupe pour 2026. Ce document, partagé avec diverses parties prenantes du groupe, vise à mutualiser les efforts et à favoriser une action collective coordonnée, dans le but d'avoir un impact tangible sur l'amélioration des politiques publiques relatives aux zones humides. Une réunion de lancement stratégique est prévue en décembre 2024 afin d'officialiser cette refonte et de renforcer la coopération entre les différents pôles relais zones humides.

Valorisation des actions communication/médiation : Zones humides Infos (ZHI) et le Bulletin Groupe Zones Humides (BGZH)

Les outils présentés ci-dessous, la revue Zones Humides Infos (ZHI), et le Bulletin Groupe Zones Humides, développée par la SNPN, méritait d'une dynamique de développement dédiée, accomplie en 2024. Complémentaires, ils permettent aujourd'hui une transmission d'information à un réseau étendu. L'objectif est de les moderniser et de les mettre au service d'une stratégie identifiée de transmission d'informations cruciales et de remontées des besoins, au service des organisations et instances œuvrant pour les zones humides.



## ➤ **Modernisation de ZHI : une revue au service des acteurs engagés pour les zones humides**

Les points ci-dessous ont été actés par un comité de rédaction renouvelé et stabilisé, constitué de représentants des Pôles relais zones humides, de Ramsar France, en plus des personnes expertes des milieux humides ou sujets connexes engagés de longue date auprès du GZH et du comité de rédaction ZHI.

### Structure du comité de rédaction

Le fonctionnement du comité a été stabilisé, avec une charte d'engagement symbolique, des termes de références pour garantir une présence des membres du comité et un portage plus efficace de la revue, qui seront signées en 2025 :

### Fonctions :

Supervision de la publication, production de connaissances pour orienter le positionnement, choix des sujets, mobilisation des réseaux des membres pour trouver de nouveaux auteurs.

### Composition :

- Un directeur de la publication,
- Un coordinateur de la revue et co responsable d'édition
- « Noyau dur » du comité, jusqu'à 10 membres,
- Des relecteurs qui s'engagent en amont à réserver du temps pour la correction

### Evolution de l'objet et le positionnement de la revue:

- Objectifs identifiés à l'horizon 2026 :
  - Diffuser des expériences des ZH au plus grand nombre progressivement : augmenter d'1/3 le nombre de lecteurs d'ici 2026 et en avoir dans tous les départements de France
  - Développer une ligne éditoriale en cohérence avec les besoins des Pôles relais zones humides, un représentant des pôles présent à tous les comités de rédactions
- Proposition d'évolution dans la ligne éditoriale de la revue
  - S'emparer de sujets actuels liés à la gestion, la restauration, la renaturation
  - Donner la parole aux acteurs de terrain : une rubrique dédiée dans la revue, notamment aux gestionnaires des sites ou villes Ramsar
- Donner la parole aux acteurs de terrain
  - Mettre l'accent sur les expériences de terrain, sans passer outre les aspects négatifs
  - Avec un accent sur la renaturation, la restauration, gestion écologique, sachant que la réglementation en la matière évolue assez rapidement
- Réagir à l'actualité avec réactivité, en lien avec les pôles :
  - Pour permettre également à la revue de garder des sujets actuels dans l'actualité zones humides
  - Se concentrer sur les sujets transversaux qui coïncident avec les objectifs dans le cadre du portage du 4<sup>e</sup> PNMH

### Développement de l'audience et de la diffusion des ZHI : Objectifs et cibles de lecteurs

- Former une liste des têtes de réseaux pour diffuser plus largement la revue aux professionnels dans les secteurs connexes (biodiversité, eau en général, gestionnaires d'espaces naturels etc.):





- Conseils régionaux et départementaux
  - Syndicats de bassins
  - Acteurs Gemapiens
  - Associations locales et associations naturalistes
  - Parlementaires et sénateurs
  - CESE, CESER
  - DREAL, Agences
  - FCEN
  - FNE
  - FPNR
  - RNF
  - Universités/unités de recherches
  - Diffuser au réseau des sites Ramsar
- Mieux connaître le lectorat afin de proposer une revue adéquate une fois que ZHI est identifié, et mettre des outils « marketing » de suivi, de développement de l'audience :
    - Connaître les zones géographiques des lecteurs actuels
    - Proposer au lectorat de réagir avec des appels à contribution dans les revues sur les prochains sujets
    - Renforcer la connaissance de l'audience avec indicateurs : nombre de clic sur les liens, nombre de téléchargements sur la page SNPN ZHI, etc.
    - Moyens pour étendre l'audience
    - Envoyer les anciens numéros en plus aux différentes têtes de réseaux et cibles identifiées dessus

➤ **Numéros ZHI en 2024**

- Le n°106 a été publié en septembre 2024 concernant les Plans Nationaux d'actions, en coopération avec les coordinateurs nationaux et locaux
- Le n°107, intitulé « Agriculture et zones humides, meilleures ennemies ? » illustre les nombreux exemples, à tous les niveaux, des possibilités de mêler agriculture, élevage et respect des zones humides ?



Fig. 74. Couvertures des deux numéros ZHI de 2024

#### Chiffres 2024

- **Abonnements** : les deux numéros totalisent 120 abonnements (abonnement annuel pour deux numéros)
- **Téléchargements/lecture** : suite au changement de site et une nouvelle procédure de téléchargement, nous totalisons cependant plus de 350 téléchargements par numéro

#### ➤ Développement Du Bulletin Groupe Zones Humides (BGZH)

**Diffusé à 30 personnes** en 2022, le Bulletin Groupe Zones Humides a fait peau neuve et est maintenant transmis à un réseau de plus de **300 professionnels des zones humides**. Un sondage lancé début 2024 nous a permis d'affiner les contenus en fonction des rubriques jugées les plus utiles par les répondants.

#### Chiffres clés de 2025 :

- **12 bulletins envoyés en 2024**
- **Le bulletin a contribué à faire connaître des opportunités et appels à projets pour des initiatives concrètes de terrain :**
  - **20% des acteurs ont répondu à un AAP ou une opportunité de financement grâce au BGZH.** Chiffres issus d'un sondage où ont répondu 22 lecteurs du BZGH. 5 acteurs ont utilisé le BZGH pour répondre à un AAP
  - Taux de satisfaction **de 80% de ses lecteurs**



- Le Bulletin est également diffusé sur les sites des ARB Occitanie et Centre-Val-De-Loire, attestant d'un potentiel de transmission au local en constante augmentation
- Tous les bulletins depuis 2023 sont disponibles sur une page dédiée à ZHI et le BZGH : <https://www.snpn.com/actions/groupe-zones-humides/>

La SNPN a également modernisé l'aspect graphique, pour rendre le bulletin plus agréable à lire :



**Fig. 75. Couverture du Bulletin Actualisé de janvier 2025**

**En 2025**, de nouveaux objectifs sont poursuivis :

- Diffusion à 400 professionnels des zones humides
- Nouer des partenariats avec les autres ARB et les réseaux Gemapiens pour diffuser les BGZH plus localement, et ainsi garantir une remontée d'informations plus efficaces
- Garantir une remontée d'informations rapide des opportunités de financement disponibles

**A l'horizon 2026**, l'objectif est d'identifier des indicateurs de suivis pour connaître le nombre d'acteurs territoriaux qui utilisent le BGZH pour s'informer sur les opportunités de projets, s'en saisir et créer des projets par la suite.





## 8. Conclusion et perspectives

Les perspectives pour 2025 s'orientent vers une continuation et expansion des projets initiés en 2024, avec une programmation en cours visant à identifier de nouvelles communes cibles. Cette démarche se base sur une analyse des enjeux écologiques identifiés en Île-de-France, notamment en croisant la cartographie des mares et le réseau des communes "Territoires Engagés pour la Nature" (TEN), en collaboration avec l'Agence Régionale de la Biodiversité (ARB). Une sélection de vingt communes a été retenue pour étendre et renforcer les actions de conservation et de restauration des mares dans cette région.

En parallèle, un projet de recherche sur une histoire technique des mares, focalisé les aspects culturels, principalement techniques et opérationnels utilisés dans la gestion traditionnelle des mares, a été initié dans un travail de recherche de master, encadré par M. C. F. Mathis à l'Université Paris-Sorbonne. Leur compréhension, lors de ce qui semble être historiquement leur « âge d'or », pourrait permettre un renfort de technicité favorable à une meilleure accessibilité et popularité de la gestion des mares, dont l'existence dépend. Les connaissances historiques ainsi observées pourraient déboucher sur des expérimentations pratiques et des valorisations diverses.

Les projets en Nouvelle-Aquitaine, amorcés en 2024, démontrent une volonté de restaurer les écosystèmes humides dans une région particulièrement exposée aux effets du changement climatique. L'expansion potentielle de ces projets vers l'intérieur des terres, notamment dans les forêts des Landes de Gascogne, s'appuie sur l'idée que les mares créées ou restaurées pourraient non seulement favoriser la biodiversité locale, en offrant des habitats à des espèces rares comme le Pélobate cultripède, mais aussi jouer un rôle clé dans la prévention des incendies. Ces points d'eau, répartis stratégiquement dans la matrice forestière, pourraient en effet servir de réserves pour les équipes de pompiers, réduisant ainsi le risque de propagation des incendies en période estivale.

En Île-de-France, la préfiguration d'un "Pôle-Mares" met en avant l'importance de la coopération entre les acteurs locaux, régionaux et nationaux pour maximiser l'impact des actions. La coordination avec la SNPN (Société Nationale de Protection de la Nature) et l'Agence Régionale de la Biodiversité (ARB) permet de structurer un réseau d'acteurs, de développer des plans d'action alignés avec les objectifs stratégiques et de valoriser les actions de terrain via des événements comme la Fête des Mares. Les efforts pour structurer un Pôle Mares en Île-de-France s'appuient sur des besoins clairement identifiés : une majorité des acteurs locaux souhaitent l'apparition d'une telle instance pour mutualiser moyens, données, pratiques, et les initiatives en cours, comme la Liste Rouge des amphibiens, l'engouement autour du Plan d'actions pour les Mares, le développement du Pôle-relais Mares et Vallées alluviales et de sons réseaux, sont autant d'opportunités pour impulser cette dynamique. Cela permettra non seulement de répondre aux objectifs du projet "1000 Mares", lancé en juillet 2024, mais aussi d'assurer une coordination à long terme, en ancrant toutes les actions locales dans une stratégie régionale intégrée, permettant un impact plus grand des actions pour la restauration et la protection des mares franciliennes à l'horizon 2030

Les actions de valorisation des actions et de plaidoyer autour des zones humides se sont également intensifiées en parallèle, notamment à travers la revitalisation du Groupe Zones Humides (GZH) et l'évolution de Zones Humides Infos (ZHI), ainsi que du Bulletin Groupe Zones Humides (BGZH). Le GZH joue un rôle crucial dans la protection réglementaire des zones humides, en plaidant pour une meilleure intégration dans les politiques publiques et le développement d'un cadre optimal pour la restauration des milieux humides. Ce dans un contexte de pressions croissantes et de volontés de reculer sur la réglementation liée aux zones humides. ZHI et le BGZH, qui voient une augmentation constante de leurs audiences, assurent la diffusion des initiatives des acteurs de terrains, des sujets urgents de plaidoyers, informent des pratiques de gestion et des opportunités de financements auprès des acteurs environnementaux des territoires. Cela permet non seulement de valoriser les



acteurs de terrain, mais aussi d'optimiser les actions de plaidoyer à travers une communication coordonnée, un partage des bonnes pratiques et un suivi des politiques publiques. La SNPN, en collaboration avec ses réseaux, contribue ainsi à renforcer la visibilité des zones humides, de ses acteurs de terrain, et à inscrire leur protection dans des stratégies environnementales durables et cohérentes.



## **Conclusion**





Les zones humides, en particulier les mares, jouent un rôle essentiel, elles représentent moins de 1 % du territoire mais hébergent potentiellement 20 % des espèces protégées en France. Cependant, la situation des mares est alarmante : environ 90 % d'entre elles ont disparu depuis le siècle dernier, et celles qui subsistent sont souvent fortement dégradées. Malgré leur importance écologique et leur rôle dans la séquestration du carbone, aucune protection légale spécifique ne leur est dédiée.

Les chapitres de ce rapport ont illustré comment la démarche expérimentale de « Protection, Restauration, Création » (PRC) mise en œuvre par la SNPN et ses partenaires depuis 2023 s'appuie sur un modèle de recherche-action pour répondre aux défis posés. Cette approche combine la connaissance scientifique, la recherche appliquée et les actions concrètes sur le terrain, impliquant les communautés humaines et promouvant l'écologie de réconciliation. La méthodologie DPSIR (Driver - Pressure - State - Impact - Response) contribue à la compréhension des pressions anthropiques, de leur impact sur l'état de conservation des mares et au développement de réponses adaptées.

## **1. Importance des suivis naturalistes et des nouvelles technologies**

Les suivis naturalistes réalisés dans le cadre de protocoles nationaux tels que POPAmphibien, STELI et les transects de flore contribuent à l'étude de l'évolution de l'état de conservation des mares. Ces suivis permettent de mesurer la diversité fonctionnelle et de mieux comprendre l'impact des actions PRC sur la biodiversité. Toutefois, les observations peuvent être limitées par la détection visuelle, l'accessibilité et les variations saisonnières.

L'utilisation complémentaire des technologies, telles que l'imagerie par drone, représente une opportunité. En offrant une couverture spatiale détaillée et continue, l'imagerie par drone permet une analyse précise de la morphologie des mares, de la dynamique des berges et des variations de la couverture végétale. Associée à l'ADN environnemental (ADNe), cette technologie enrichit les suivis en détectant la présence d'espèces rares ou difficiles à observer. La combinaison de ces méthodes contribue à un inventaire plus précis et renforce la capacité à évaluer la santé de ces écosystèmes.

## **2. Modélisation et prédictions à long-terme**

Les modèles de distribution d'espèces, bien qu'encore perfectibles, ont révélé des évolutions dans les aires de répartition des tritons et d'autres espèces aquatiques sous l'effet du changement climatique. Ces prédictions exploratoires permettent d'apporter des informations pour anticiper et cibler les interventions de conservation. Le chapitre consacré aux modèles multi-espèces a mis en lumière la nécessité d'intégrer des variables supplémentaires, telles que l'occupation des sols et les capacités de dispersion des espèces, pour affiner les projections. Ces améliorations sont essentielles pour élaborer des stratégies de conservation régionales adaptées, notamment dans des régions vulnérables comme la Nouvelle-Aquitaine.

## **3. Actions de conservation et participation des acteurs**

Les actions de restauration et de création de réseaux de mares s'inscrivent dans une démarche de conservation proactive. En Île-de-France, la création d'un « Pôle-Mares » et la coordination entre la SNPN et l'Agence Régionale de la Biodiversité (ARB) permettraient de structurer un réseau d'acteurs pour maximiser l'impact des actions. Ce pôle facilite la mutualisation des moyens, l'échange de bonnes pratiques et l'alignement des projets sur les objectifs stratégiques, notamment le projet « 1000 Mares » lancé en 2024 par la région Ile-de-France.



La participation des communautés locales est un facteur clé de la réussite des initiatives PRC. En intégrant les citoyens et les acteurs locaux dans les processus de protection et de restauration, la démarche favorise l'appropriation des projets et l'adhésion à long terme. L'écologie de réconciliation prônée dans le programme démontre que la conservation de la nature est indissociable des dynamiques sociales, renforçant ainsi l'efficacité des interventions.

#### **4. Perspectives et défis pour l'avenir**

Les résultats obtenus et les initiatives amorcées offrent des perspectives prometteuses pour la protection des mares et la restauration des écosystèmes humides. L'extension des projets à d'autres régions, comme la Nouvelle-Aquitaine, où les effets du changement climatique se font déjà ressentir avec une hausse des températures, montre la pertinence de déployer la méthodologie PRC à une échelle plus large. L'identification des zones à enjeux prioritaires, la sélection de nouveaux sites et l'intégration des résultats des modèles de distribution permettront d'optimiser la planification des actions.

Les défis à relever comprennent l'amélioration continue des modèles de prédiction, l'augmentation de la précision des outils de télédétection et l'approfondissement des connaissances sur la connectivité fonctionnelle des mares. La transposition des actions dans des climats variés, allant de l'océanique au méditerranéen, représente également un enjeu stratégique pour tester la robustesse des solutions expérimentales mises en œuvre et élargir leur applicabilité.



# Bibliographie

- ACEVEDO P., JIMÉNEZ-VALVERDE A., LOBO J. M. & REAL R., 2012. – Delimiting the geographical background in species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, **39** (8) : 1383-1390 doi : 10.1111/j.1365-2699.2012.02713.x.
- AEE, 2015. – *L'environnement en Europe : état et perspectives 2015 – Synthèse*. Copenhague : Agence européenne pour l'environnement, 208 p.
- AMSALLEM J., DESHAYES M. & BONNEVIALLE M., 2010. – Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. *Sciences Eaux & Territoires*, (3) : 40-45.
- ARB ÎDF, 2023. – GeoNat ÎDF. <https://geonature.arb-idf.fr/> Consulté le 2/6/2024.
- , 2024. – Territoire engagé pour la nature. *Agence Régionale de la Biodiversité en Île-de-France*, <https://www.arb-idf.fr/ceremonies-des-reconnaissances-territoire-engage-pour-la-nature/> Consulté le 1/10/2024.
- ARNABOLDI F. & ALBAN N., 2006. – *La gestion des mares forestières de plaine*. Office National des Forêts, 214 p.
- ASTRUC G., MIAUD C., BESNARD A. & BARRIOZ M., 2021. – Le déclin alarmant des amphibiens de France: L'exemple étayé de la Normandie. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, (178) : 57-74.
- BARNAUD G. & FUSTEC É., 2007. – *Conserver les milieux humides: pourquoi ? comment ?* Editions Quae.
- BEEBEE T. J., 1992. – Amphibian decline? *Nature*, **355** (6356) : 120-120.
- BESNARD A. & SALLES J. M., 2000. – Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. *Rapport DREAL PACA, pôle Natura*, **62** : 169.
- BŒUF G., ALLAIN Y.-M. & BOUVIER M., 2012. – L'apport des sciences participatives à la connaissance de la biodiversité en France. *La Lettre de l'OCIM. Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques*, **144** : 8-18 doi : 10.4000/ocim.1119.
- BOIVINEAU A.-S., 2020. – *Rapport de stage-CEA Géomatique-AgroParisTech Identification des mares en Ile-de-France par télédétection Étude de faisabilité*. SNPN, AgroParisTech, LADYSS.
- BOUDOT J.-P. & KALKMAN V., 2015. – *Atlas of the European dragonflies and damselflies*.
- BOURGEAU-CHAVEZ L. L., LEE Y. M., BATTAGLIA M., ENDRES S. L., LAUBACH Z. M. & SCARBROUGH K., 2016. – Identification of woodland vernal pools with seasonal change PALSAR data for habitat conservation. *Remote Sensing*, **8** (6) : 490.
- BOWLER D. E., BUYUNG-ALI L., KNIGHT T. M. & PULLIN A. S., 2010. – Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, **97** (3) : 147-155.
- BOYER I., CAYUELA H., BERTRAND R. & ISSELIN-NONDEDEU F., 2021. – Improving biological relevance of model projections in response to climate change by considering dispersal amongst lineages in an amphibian. *Journal of Biogeography*, **48** (3) : 561-576 doi : 10.1111/jbi.14019.
- BROTONS L., THUILLER W., ARAÚJO M. B. & HIRZEL A. H., 2004. – Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography*, **27** (4) : 437-448 doi : 10.1111/j.0906-7590.2004.03764.x.
- CBNSA, LPO., 2021. – *Cartographie des hotspots de biodiversité et des lacunes de protection en Nouvelle-Aquitaine*, 105 p.
- CEBALLOS G., EHRLICH P. R., BARNOSKY A. D., GARCÍA A., PRINGLE R. M. & PALMER T. M., 2015. – Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, **1** (5) : e1400253 doi : 10.1126/sciadv.1400253.
- CEBALLOS G., EHRLICH P. R. & DIRZO R., 2017. – Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **114** (30) : E6089-E6096 doi : 10.1073/pnas.1704949114.
- CÉRÉGHINO R., BOIX D., CAUCHIE H.-M., MARTENS K. & OERTLI B., 2014. – The ecological role of ponds in a changing





- world. *Hydrobiologia*, **723** (1) : 1-6 doi : 10.1007/s10750-013-1719-y.
- CHAO A., GOTELLI N. J., HSIEH T. C., SANDER E. L., MA K. H., COLWELL R. K. & ELLISON A. M., 2014. – Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, **84** (1) : 45-67 doi : 10.1890/13-0133.1.
- CLAUZEL C., 2020. – *Rapport du projet TRAMARE (2019-2022)*. Ladyss; Université de Paris.
- CLAUZEL C., BAILLEUL M., EGGERT C., GODET C., MIAUD C., TARABON S. & VUIDEL G., 2023. – *Rapport final du projet INTERFACE (2022-2023) : Modélisation de réseaux multi-habitats pour la conservation intégrée des milieux d'interface*. Université paris 1 Panthéon- Sorbonne ; Ladyss UMR CNRS 7533 doi : 10.13140/RG.2.2.24102.09288.
- CLIMATE CENTRAL., *Surging Seas Risk zone map*. .
- COLWELL R. K., CHAO A., GOTELLI N. J., LIN S.-Y., MAO C. X., CHAZDON R. L. & LONGINO J. T., 2012. – Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of plant ecology*, **5** (1) : 3-21.
- CONSORTIUM (EC-EARTH) E.-E., 2019. – EC-Earth-Consortium EC-Earth3-Veg model output prepared for CMIP6 ScenarioMIP. doi : 10.22033/ESGF/CMIP6.727.
- CORMIER T. A., CONGALTON R. G. & BABBITT K. J., 2013. – Spatio-statistical predictions of vernal pool locations in Massachusetts. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, **79** (1) : 25-35.
- DECROCK L., BOULET D., DESTRIEATS B., BERRONEAU M., DEVAUX B. & TOURNEUR P., 2023. – *Inventaire des mares retro-littorales de Gironde et des Landes*. ONF.
- DESJONQUÈRES C., RYBAK F., DEPRAETERE M., GASC A., VIOL I. L., PAVOINE S. & SUEUR J., 2015. – First description of underwater acoustic diversity in three temperate ponds. *PeerJ*, **3** : e1393 doi : 10.7717/peerj.1393.
- DEVARAJAN K., MORELLI T. L. & TENAN S., 2020. – Multi-species occupancy models: review, roadmap, and recommendations. *Ecography*, **43** (11) : 1612-1624 doi : 10.1111/ecog.04957.
- DORAZIO R. M. & ROYLE J. A., 2005. – Estimating Size and Composition of Biological Communities by Modeling the Occurrence of Species. *Journal of the American Statistical Association*, **100** (470) : 389-398 doi : 10.1198/016214505000000015.
- DORAZIO R. M., ROYLE J. A., SÖDERSTRÖM B. & GLIMSKÄR A., 2006. – Estimating species richness and accumulation by modeling species occurrence and detectability. *Ecology*, **87** (4) : 842-854 doi : 10.1890/0012-9658(2006)87[842:ESRAAB]2.0.CO;2.
- DOWNING J. A., 2010. – Emerging global role of small lakes and ponds: little things mean a lot. *Limnetica*, **29** (1) : 9-24 doi : 10.23818/limn.29.02.
- ENGLER R. & GUISAN A., 2009. – MigClim: Predicting plant distribution and dispersal in a changing climate. *Diversity and Distributions*, **15** (4) : 590-601 doi : 10.1111/j.1472-4642.2009.00566.x.
- EUROPEAN COMMISSION., 2007. – *LIFE and Europe's wetlands: restoring a vital ecosystem*. Luxembourg : Off. for Official Publ. of the Europ. Communities.
- FICK S. E. & HIJMANS R. J., 2017. – WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **37** (12) : 4302-4315 doi : 10.1002/joc.5086.
- FOLTÊTE J.-C., CLAUZEL C., VUIDEL G. & TOURNANT P., 2012. – Integrating graph-based connectivity metrics into species distribution models. *Landscape Ecology*, **27** (4) : 557-569 doi : 10.1007/s10980-012-9709-4.
- FOURCADE Y., BESNARD A. G. & SECONDI J., 2018. – Paintings predict the distribution of species, or the challenge of selecting environmental predictors and evaluation statistics. *Global Ecology and Biogeography*, **27** (2) : 245-256 doi : 10.1111/geb.12684.
- GAËTANE D. D. L. R., MARC B. & GWENDOLINE G., 2022. – *Renaturer les villes. Méthode, exemples et préconisations*. ARB îdF, L'Institut Paris Région, 148 p.
- GALLIEN L., DOUZET R., PRATTE S., ZIMMERMANN N. E. & THUILLER W., 2012. – Invasive species distribution models – how violating the equilibrium assumption can create new insights. *Global Ecology and Biogeography*, **21** (11) : 1126-1136 doi : 10.1111/j.1466-8238.2012.00768.x.
- GBIF.ORG USER., 2023. – Occurrence Download. doi : 10.15468/DL.MEUJ9Y.
- GIEC., 2013. – *Changements climatiques 2013 les éléments scientifiques : extraits de la contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Geneva, Switzerland : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du



climat.

- GILBERT P. J., COOKE D. A., DEARY M., TAYLOR S. & JEFFRIES M. J., 2017. – Quantifying rapid spatial and temporal variations of CO<sub>2</sub> fluxes from small, lowland freshwater ponds. *Hydrobiologia*, **793** (1) : 83-93 doi : 10.1007/s10750-016-2855-y.
- GILBERT P. J., TAYLOR S., COOKE D. A., DEARY M. E. & JEFFRIES M. J., 2021. – Quantifying organic carbon storage in temperate pond sediments. *Journal of Environmental Management*, **280** : 111698 doi : 10.1016/j.jenvman.2020.111698.
- GOURMAND A.-L. & VANAPPELGHEM C., 2012. – *Bilan 2012 du suivi Temporel des libellules en France*. SFO-OPIE-MNHN-CEN, 32 p.
- GUISAN A. & THUILLER W., 2005. – Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, **8** (9) : 993-1009 doi : 10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x.
- GUISAN A., THUILLER W. & ZIMMERMANN N. E., 2017. – *Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R*. 1<sup>re</sup> éd., Cambridge University Press doi : 10.1017/9781139028271.
- GUITTET V., LAPORTE M., SEGUIN S. & ZIMOLO A., 2015. – *Prendre en compte la préservation des mares dans la gestion forestière – Guide pratique*. SNPN/CRPF, 24 p.
- HOFMEISTER K. L., EGGERT S. L., PALIK B. J., MORLEY D., CREIGHTON E., RYE M. & KOLKA R. K., 2022. – The identification, mapping, and management of seasonal ponds in forests of the great lakes region. *Wetlands*, **42** (1) : 9.
- HOUARD X. & MERLET F., 2014. – *Liste rouge régionale des libellules d'Île-de-France*. Natureparif – Office pour les insectes et leur environnement – Société française d'Odonatologie, 80 p.
- HOWELL E. A., HARRINGTON J. A. & GLASS S. B., 2011. – *Introduction to Restoration Ecology*. 2 edition., Washington, DC : Island Press.
- HSIEH T. C., MA K. H. & CHAO A., 2016. – iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, **7** (12) : 1451-1456 doi : 10.1111/2041-210X.12613.
- IGEDD, IGN, CNES., 2023. – INPE | Géoservices. <https://geoservices.ign.fr/inpe> Consulté le 15/10/2024.
- , 2024. – *INPE Version 1.0 – Descriptif de contenu*, 31 p.
- IGN., 2023. – BD TOPO® | Géoservices. <https://geoservices.ign.fr/bdtopo> Consulté le 15/10/2024.
- INDERMUEHLE N., OERTLI B., BIGGS J., CÉRÉGHINO R., GRILLAS P., HULL A., NICOLET P. & SCHER O., 2008. – Pond conservation in Europe: the European Pond Conservation Network (EPCN). *SIL Proceedings, 1922-2010*, **30** (3) : 446-448 doi : 10.1080/03680770.2008.11902163.
- INSTITUT PARIS RÉGION., 2022. – *L'environnement en Ile-de-France: diagnostics et enjeux*.
- IPBES., 2019. – *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany : IPBES secretariat, 1148 p. doi : 10.5281/zenodo.6417333.
- JOHAN H., ARNABOLDI F., BAK A., BETTENCOURT-AMARANTE S., CHEVREAU D., FLANDIN J., LOÏS G., PATEK G., RIVALLIN P., SERRE-COLLET F., TAQARORT M. & DEWULF L., 2023. – *Liste rouge régionale des amphibiens et des reptiles d'Île-de-France*. Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France – L'Institut Paris Région, 132 p.
- LACAUX J. P., TOURRE Y. M., VIGNOLLES C., NDIONE J. A. & LAFAYE M., 2007. – Classification of ponds from high-spatial resolution remote sensing: Application to Rift Valley Fever epidemics in Senegal. *Remote Sensing of Environment*, **106** (1) : 66-74 doi : 10.1016/j.rse.2006.07.012.
- LE FOULER A. & BLANCHARD F., 2011. – *Méthodologie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des lagunes du plateau landais et première lecture d'un échantillon de 86 lagunes*. CBNSA, DREAL Aquitaine, 47 p.
- LE TREUT H., 2013. – *Les impacts du changement climatique en Aquitaine: un état des lieux scientifique*. Pessac, France : Presses universitaires de Bordeaux : LGPA-Éditions, 360 p.
- L'INSTITUT PARIS RÉGION., 2023. – Grille d'analyse des enjeux à la renaturation sur les territoires urbains d'Île-de-France. .
- MACKENZIE D. I., NICHOLS J. D., ROYLE J. A., POLLOCK K. H., BAILEY L. & HINES J. E., 2017. – *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence*. Elsevier, 668 p.
- MALLARD F., GEOFFROY F., ARDUINO L., DUPUY V., BERNARD A., NIELEN M., LEMOINE N. & JEANMAIRE E., 2023. – *Programme recherche-action – Les oasis du climat et de la biodiversité – Anticiper et intégrer le changement climatique dans la protection, la restauration et la création de réseaux de mares et petites zones*



*humides: Mise en place de la démarche sur le secteur d'étude pilote la région Ile-de-France.*

Société Nationale de Protection de la Nature, 243 p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT., 2005. – *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis.* Washington, DC : World Resources Institute.

NATUREPARIF., 2013. – *Sols & biodiversité Rencontres de Natureparif 19 et 20 juin 2012 – Paris.*, 58 p.

O'DONNELL M. S. & IGNIZIO D. A., 2012. – *Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States.* US Geological Survey.

OERTLI B., BIGGS J., CÉRÉGHINO R., GRILLAS P., JOLY P. & LACHAVANNE J.-B., 2005. – Conservation and monitoring of pond biodiversity: introduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **15** (6) : 535-540 doi : 10.1002/aqc.752.

OERTLI B., DECROY M., DEMIERRE E., FAHY J. C., GALLINELLI P., VASCO F. & ILG C., 2023. – Ornamental ponds as Nature-based Solutions to implement in cities. *Science of The Total Environment*, **888** : 164300 doi : 10.1016/j.scitotenv.2023.164300.

OFB., 2024. – ABC – Atlas de la Biodiversité Communale | ABC – Atlas de la Biodiversité Communale, <https://abc.naturefrance.fr/> Consulté le 1/10/2024.

PALAU DAVAL N., 2019. – *Diagnostic des mares et points d'eau de propriété publique en Indre-et-Loire. Etat des lieux, moyens existants et perspectives d'actions pour agir en faveur des mares.* Conseil départemental d'Indre et Loire.

PEROUX T., 2021. – *Détection et caractérisation des zones humides d'altitude par télédétection à haute et très haute résolution spatiale.* INRAE, FNE, OFB, Université Rennes 2, Agrocampus Ouest.

PIMM S. L., JENKINS C. N., ABELL R., BROOKS T. M., GITTLEMAN J. L., JOPPA L. N., RAVEN P. H., ROBERTS C. M. & SEXTON J. O., 2014. – The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, **344** (6187) : 1246752 doi : 10.1126/science.1246752.

PRAM NORMANDIE., 2021. – Observer les mares – PRAM Normandie.

<https://www.pramnormandie.com/jagis/observer-les-mares/> Consulté le 2/6/2024.

PRÉAU C., BERTRAND R., SELLIER Y., GRANDJEAN F. & ISSELIN-NONDEDEU F., 2022. – Climate change would prevail over land use change in shaping the future distribution of *Triturus marmoratus* in France. *Animal Conservation*, **25** (2) : 221-232 doi : 10.1111/acv.12733.

PREVIANT W. J. & NAGEL L. M., 2016. – Vernal Pool Inventory and Classification at Pictured Rocks National Lakeshore, Michigan, USA. *Natural Areas Journal*, **36** (2) : 124-136 doi : 10.3375/043.036.0203.

PRONOST M., 2019. – *Le rôle des mares pour une meilleure résilience des territoires face aux changements climatiques – Synthèse bibliographique 2019.* PRAM Normandie, 43 p.

RIAHI K., VANVUUREN D. P., KRIEGLER E., EDMONDS J., O'NEILL B. C., FUJIMORI S., BAUER N., CALVIN K., DELLINK R., FRICKO O., LUTZ W., POPP A., CUARESMA J. C., KC S., LEIMBACH M. ET AL., 2017. – The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, **42** : 153-168 doi : 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009.

ROQUE J., 2004. – Base de données du Référentiel Régional Pédologique de la région Île-de-France à 1/250 000, en format DoneSol. INRA InfoSol. .

SAJALOLI B. & DUTILLEUL C., 2001. – *Les mares, des potentialités environnementales à revaloriser – Programme national de recherche sur les zones humides. Rapport final.* Centre de Biogéographie-Écologie (UMR 8505 CNRS – ENS LSH), 142 p.

SCHER O., 2010. – Conserver des réseaux de mares. *Espaces naturels*, (30) : 47-48.

SIMON M., LÓPEZ-GARCÍA P., DESCHAMPS P., MOREIRA D., RESTOUX G., BERTOLINO P. & JARDILLIER L., 2015. – Marked seasonality and high spatial variability of protist communities in shallow freshwater systems. *The ISME journal*, **9** (9) : 1941-1953.

SNPN., 2013. – *Inventaire des mares d'Île-de-France – Bilan 2011-2012.* Société Nationale de Protection de la Nature, 134 p.

—, Si les mares m'étaient comptées – Inventaire des mares d'Île-de-France.

<https://www.snpn.mares-idf.fr/> Consulté le 1/6/2024.

SNPN & CAUE-IDF., 2016. – *À vos mares ! Prendre en compte les mares dans les projets d'aménagement communaux. Guide à l'usage des collectivités territoriale.*, 24 p.

SORDELLO R., BILLON L., AMSALLEM J. & VANPEENE S., 2017. – *Bilan technique et scientifique sur l'élaboration des*





*Schémas régionaux de cohérence écologique – Volume 1 – Méthodes d'identification des composantes de la TVB*. Centre de ressources TVB, 104 p.

SOTI V., TRAN A., BAILLY J.-S., PUECH C., SEEN D. L. & BÉGUÉ A., 2009. – Assessing optical earth observation systems for mapping and monitoring temporary ponds in arid areas. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, **11** (5) : 344-351.

SRCE FRANCHE-COMTÉ., 2015. – *Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Franche-Comté – Tome 2: Rapport cartographique.*, 112 p.

SRCE ÎLE-DE-FRANCE., 2013. – *Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Île-de-France – Tome 1: Les composantes de la trame verte et bleue.*, 102 p.

THUILLER W., LAFOURCADE B., ENGLER R. & ARAÚJO M. B., 2009. – BIOMOD – a platform for ensemble forecasting of species distributions. *Ecography*, **32** (3) : 369-373 doi : 10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x.

TROCHET A., MOULHERAT S., CALVEZ O., STEVENS V. M., CLOBERT J. & SCHMELLER D. S., 2014. – A database of life-history traits of European amphibians. *Biodiversity Data Journal*, (2) : e4123 doi : 10.3897/BDJ.2.e4123.

VOLLERING J., HALVORSEN R., AUESTAD I. & RYDGREN K., 2019. – Bunching up the background betters bias in species distribution models. *Ecography*, **42** (10) : 1717-1727 doi : 10.1111/ecog.04503.

WILCOXON F., 1945. – Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, **1** (6) : 80-83 doi : 10.2307/3001968.

ZURELL D., THUILLER W., PAGEL J., CABRAL J. S., MÜNKEMÜLLER T., GRAVEL D., DULLINGER S., NORMAND S., SCHIFFERS K. H., MOORE K. A. & ZIMMERMANN N. E., 2016. – Benchmarking novel approaches for modelling species range dynamics. *Global change biology*, **22** (8) : 2651-2664 doi : 10.1111/gcb.13251.

# **Annexes**



## **Annexe 1 - Fiches de présentation des mares du réseau de surveillance**

## 1 - Réseau de mare de Fontainebleau

### 1.1 - Fontainebleau - Mare aux pigeons

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.405752008

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Fontainebleau

**Longitude :** 2.634097972

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Julien Simon - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible à pied (10 min) depuis parking public

**Parking le plus proche :** Parking Raymond - Rte des Gorges de Franchard, 77300 Fontainebleau

#### Caractéristiques abiotiques de la mare

**Longueur :** 70m

**Stade d'évolution :** B-C

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanent

**Liaison hydrologique :** Aucune

**Altération de la mare :** Piétinement humain de certaines berges

**Usages :** Ornemental, réserve de biodiversité, patrimoine culturel ou paysager

**Largeur :** 30m

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 50-75%

**Trop plein :** Absent

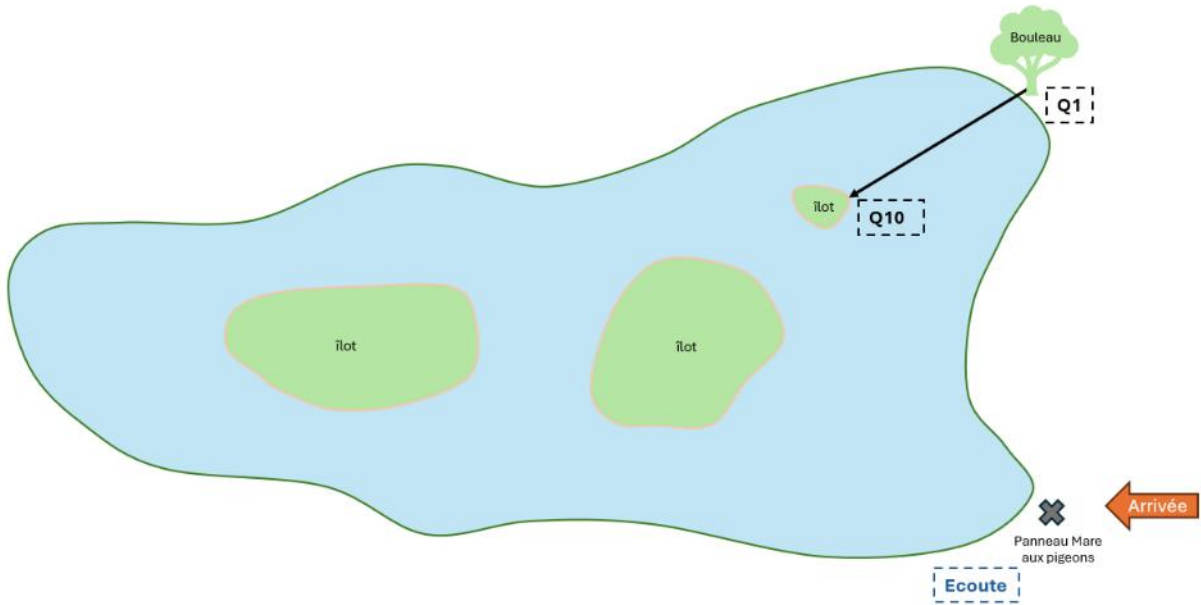
**Berge entretenues :** Oui

#### Espèces remarquables sur le site

Végétales	Amphibiens	Odonates
Sphaigne Utriculaire	Triton marbré Triton palmé Grenouille agile Pelophylax sp.	Leucorrhinia pectoralis Ceriagrion tenellum Cordulia aenea Erythromma viridulum Lestes dryas Lestes barbarus Lestes virens

#### Schémas et repères





#### Modalités des protocoles

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 1h de chasse à vue totale

**STELI** : 1h de chasse

**Flore** : 10 quadrats / départ depuis bouleau berge de pointe orientale dans renforcement, arrivée sur premier îlot central. (Photos : départ / arrivée transect flore)



#### Remarques

Mare para-tourbeuse patrimoniale de grande taille. Le transect est placé dans une zone peu profonde de la mare suivant un gradient de profondeur.

## 1.2 – Fontainebleau – Mare Mazarin

**Département :** Essonne  
**Latitude :** 48.404569669  
**Propriété :** Public  
**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Fontainebleau  
**Longitude :** 2.641407882  
**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Julien Simon – ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** Parking Raymond – Rte des Gorges de Franchard, 77300 Fontainebleau

### Caractéristiques abiotiques de la mare

**Longueur :** 30m

**Stade d'évolution :** B-C

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanent

**Liaison hydrologique :** Aucune

**Altération de la mare :** Aucun

**Largeur :** 20m

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 100%

**Trop plein :** Absent

**Berge entretenues :** Non

**Usages :** Aucun

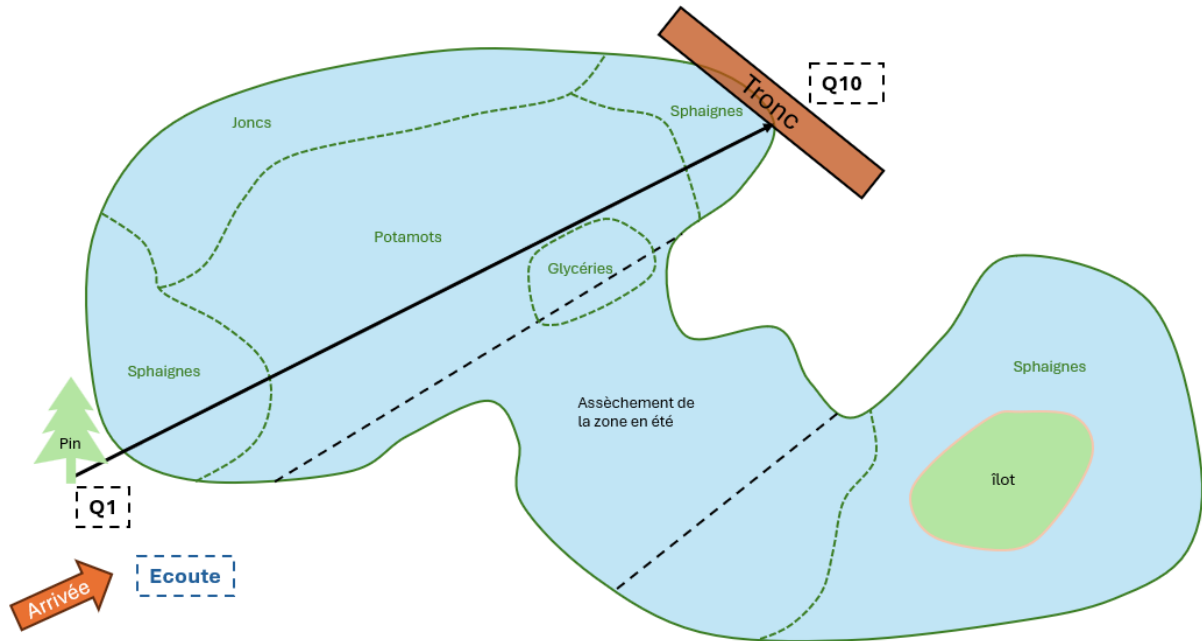
### Espèces remarquables sur le site

Végétales	Amphibiens	Odonates
Sphaigne	Triton marbré	Coenagrion scitulum
Potamogeton natans	Triton palmé	Ceriagrion tenellum
Ranunculus flammula	Grenouille agile	Cordulia aenea
Hydrocotyle	Pelophylax sp.	Erythromma viridulum
	Crapaud commun	Lestes dryas
		Lestes virens





## Schémas et repères



### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 10 quadrats / départ d'un grand pin sylvestre, arrivée sur la berge opposée à la base d'un tronc couché.

### Photo du transect



### Remarques :

Mare de platière tourbeuse de taille moyenne, se séparant en deux petites mares lorsque le niveau d'eau baisse.



### 1.3 - Fontainebleau - Mare de la roche qui pleure

**Département :** Essonne  
**Latitude :** 48.408752979  
**Propriété :** Public  
**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Fontainebleau  
**Longitude :** 2.629828216  
**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Julien Simon - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** Parking des gorges de Franchards - 1 Rte de l'Ermitage - 77300 Fontainebleau

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** 34m

**Largeur :** 16m

**Stade d'évolution :** B

**Alimentation en eau :** Pluie

**Fond de la mare :** Naturel

**%Pente douce :** 75-100%

**Régime hydrologique :** Permanent

**Trop plein :** Absent

**Liaison hydrologique :** Aucune

**Berge entretenues :** Oui

**Altération de la**

**mare :** Aucune

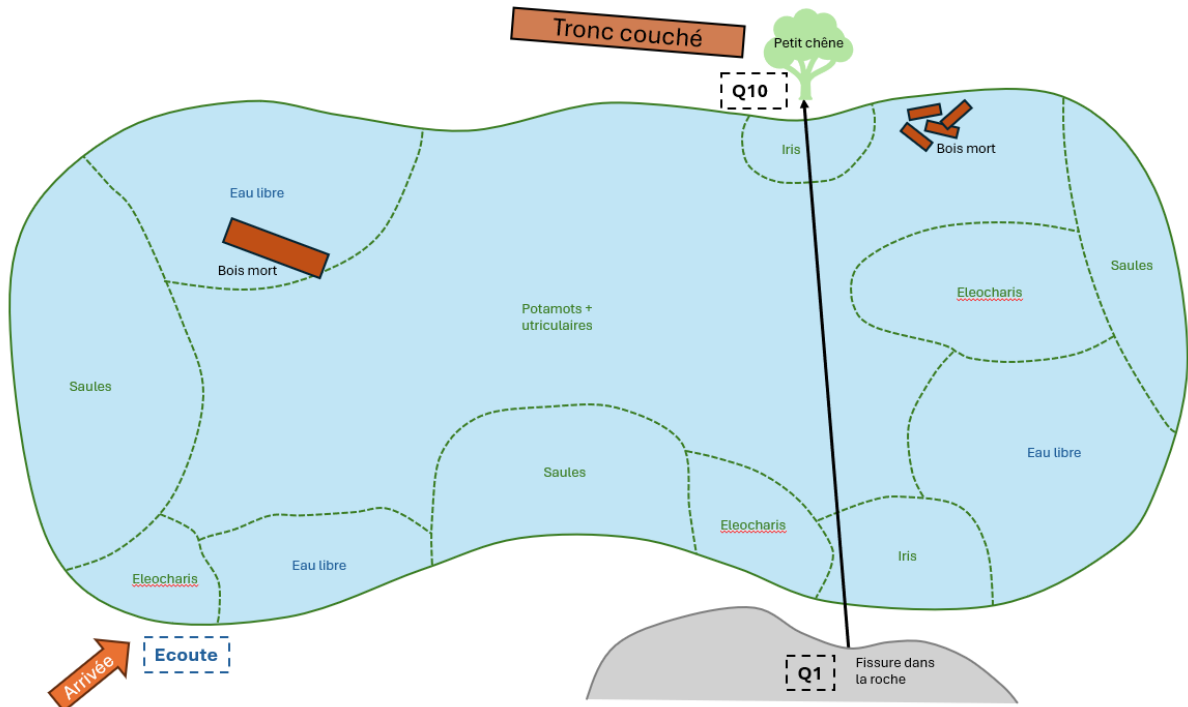
**Usages :** Ornemental, réserve de biodiversité, patrimoine culturel ou paysager, Pédagogique

#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Ceratophyllum demersum	Triton marbré	Coenagrion scitulum
Potamogeton natans	Triton palmé	Ceriagrion tenellum
Ranunculus flammula	Grenouille agile	Cordulia aenea
Hydrocotyle	Pelophylax sp.	Erythromma viridulum
Eleocharis palustris	Crapaud commun	Lestes dryas
Utricularia australis		Lestes virens

[Schémas et repères](#)





Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 10 quadrats / départ à la base d'une faille dans un bloc rocheux, arrivée sur un arbre de la berge opposée.

**Photo du transect**



Remarques :

Mare de platière profonde de taille moyenne. Tapis important d'Eleocharis, et de potamots dans les zones profondes. Forte fréquentation du site en période estivale.



## 2 - Réseau de mare de Rambouillet

### 2.1 - Poigny la Forêt - Mare aux rubaniers

**Département :** Yvelines

**Latitude :** 48.699350881

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Poigny-la-forêt

**Longitude :** 1.710805483

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Valérie Delage, Frédéric Arnaboldi - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public (10 min à pied)

**Parking le plus proche :** 48.698267435, 1.717103804

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** 34.6m

**Stade d'évolution :** C

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanent

**Liaison hydrologique :** Fossé

**Altération de la mare :** Aucune

**Largeur :** 20.3m

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 100%

**Trop plein :** Présent

**Berge entretenues :** Non

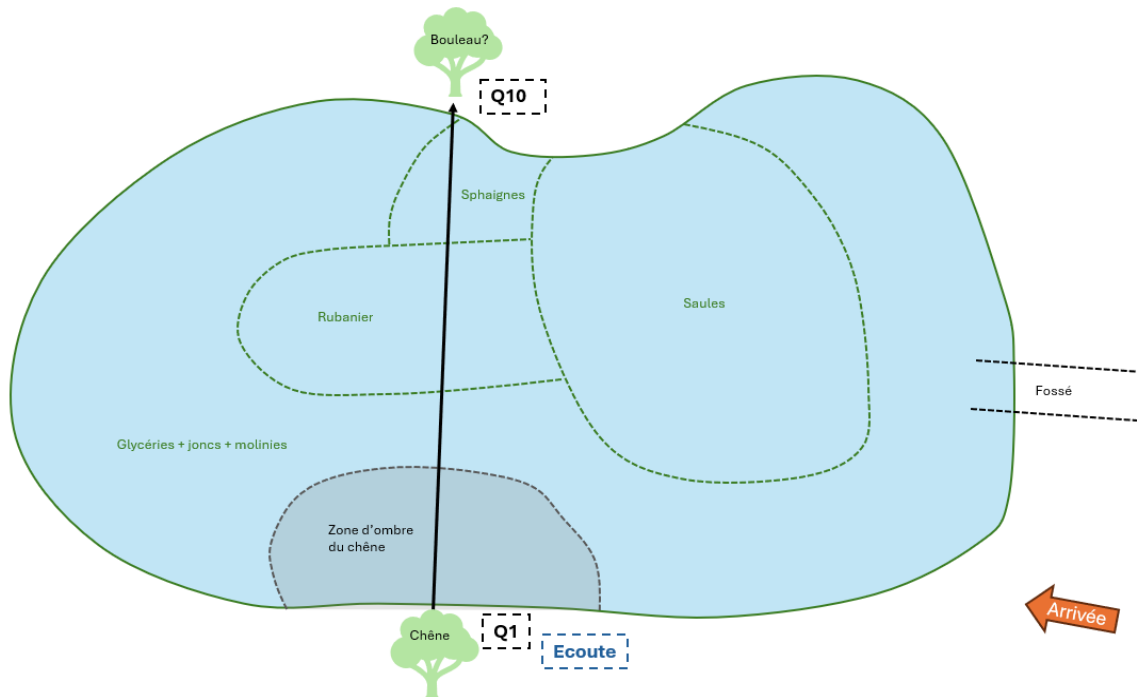
**Usages :** Aucun

#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Sparganium sp.	Triton palmé	Enallagma cyathigerum
Callitriche stagnalis	Triton alpestre	
Riccia sp.	Grenouille agile	
Sphaignes	Pelophylax sp.	
	Crapaud commun	
	Salamandre tachetée	



## Schémas et repères



### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 10 quadrats / départ d'un grand chêne, arrivée sur la berge opposée - double boulot.

### Photo du transect



### Remarques :

Mare tourbeuse en partie fermée. S'assèche en grande partie durant l'été.



## 2.2 - Poigny la Forêt - Mare au flûteau

**Département :** Yvelines

**Latitude :** 48.693542615

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Poigny-la-forêt

**Longitude :** 1.712053082

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Valérie Delage, Frédéric Arnaboldi - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** 48.698267435, 1.717103804

### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** 22m

**Largeur :** 21m

**Stade d'évolution :** B

**Alimentation en eau :** Pluie

**Fond de la mare :** Naturel

**%Pente douce :** 100%

**Régime hydrologique :** Permanent

**Trop plein :** Absent

**Liaison hydrologique :** Aucune

**Berge entretenues :** Non

**Altération de la mare :** Aucune

**Usages :** Aucun

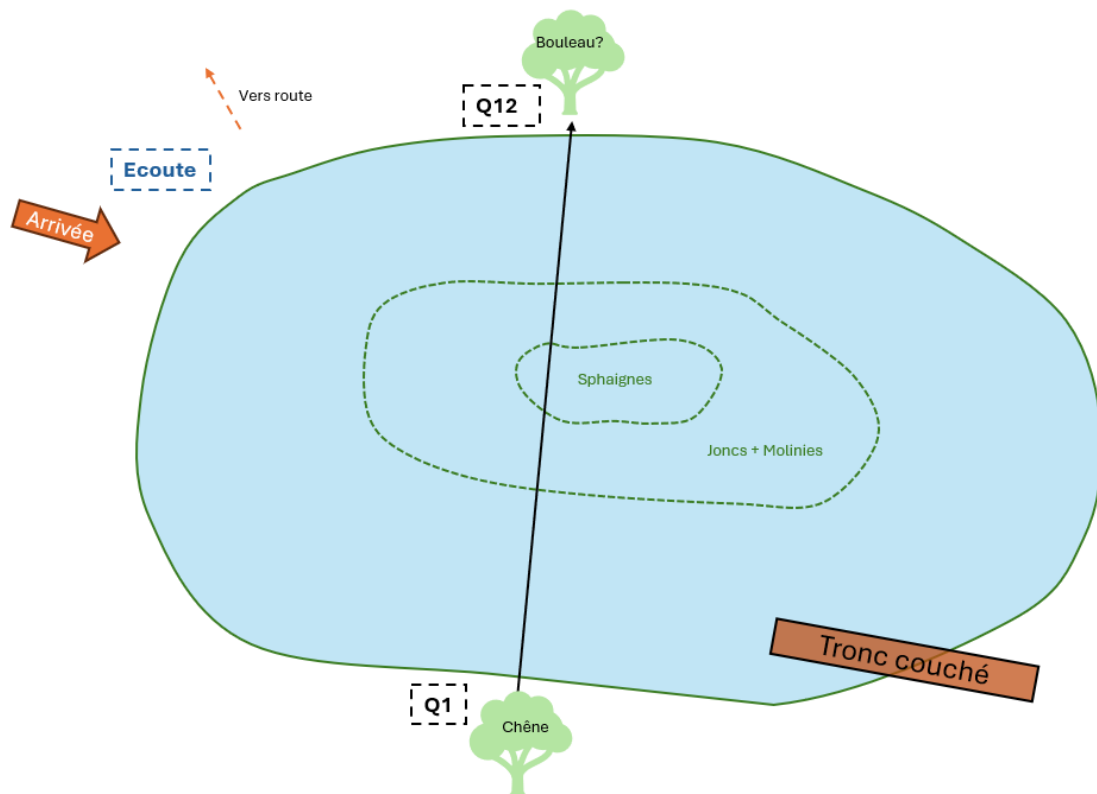
### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Hydrocotyle vulgaris	Triton palmé	Ceriagrion tenellum
Potamogeton sp.	Triton alpestre	
Callitriche sp.	Triton marbré	
Sphaignes	Grenouille agile	
Ranunculus flammula	Pelophylax sp.	
Utriculaire	Crapaud commun	
Flûteau nageant	Salamandre tachetée	





## Schémas et repères



### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 12 quadrats / départ d'un grand chêne, arrivée sur un petit bouleau de la berge opposée.

### Photos du transect :



### Remarques :

Très belle mare tourbeuse, avec présence de flûteau nageant (non observé sur le transect en 2024), triton marbré et lézard vivipare notamment.

### 2.3 - Poigny la Forêt - Mare aux moustiques - 11\_15

**Département :** Yvelines

**Commune :** Poigny-la-forêt

**Latitude :** 48.696478447

**Longitude :** 1.716984358

**Propriété :** Public

**Début des suivis :** février 2024

**Gestionnaire :** ONF



**Contact référent :** Valérie Delage, Frédéric Arnaboldi - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** 48.698267435, 1.717103804

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** 30m

**Largeur :** 16m

**Stade d'évolution :** C

**Alimentation en eau :** Pluie

**Fond de la mare :** Naturel

**%Pente douce :** 100%

**Régime hydrologique :** Permanent

**Trop plein :** Oui

**Liaison hydrologique :** Fossé

**Berge entretenues :** Non

**Altération de la mare :** Aucune

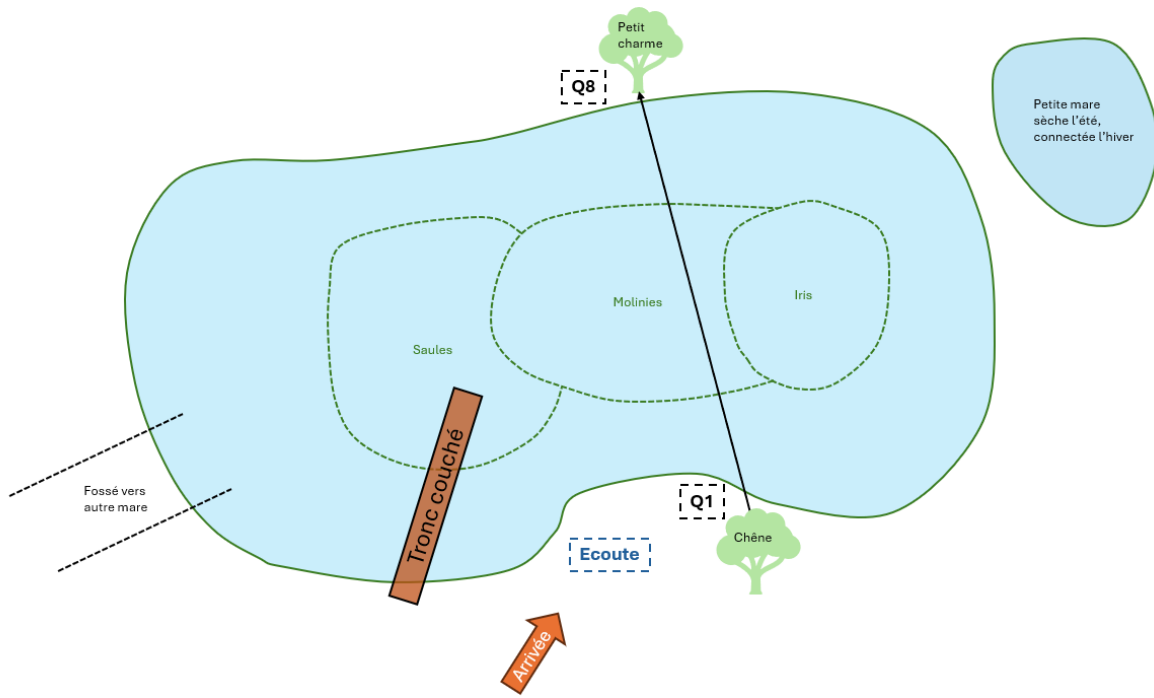
**Usages :** Aucun

#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Callitriche sp. Riccia sp.	Triton palmé Grenouille agile Alyte accoucheur (à proximité) Pelophylax sp.	

#### Schémas et repères





Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 8 quadrats / départ d'un grand chêne, arrivée sur un petit charme de la berge opposée.



Remarques :

Mare ombragée



### 3 - Réseau de mare de Sénart

#### 3.1 - Montgeron - Mare du parking

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.6863297

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Montgeron

**Longitude :** 2.4640899

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Julien Simon - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** Parking du carrefour de Montgeron

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :**

**Stade d'évolution :** B

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanent

**Liaison hydrologique :** Aucun

**Altération de la mare :** Piétinement humain des berges

**Largeur :**

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 100

**Trop plein :** Absent

**Berge entretenues :** Non

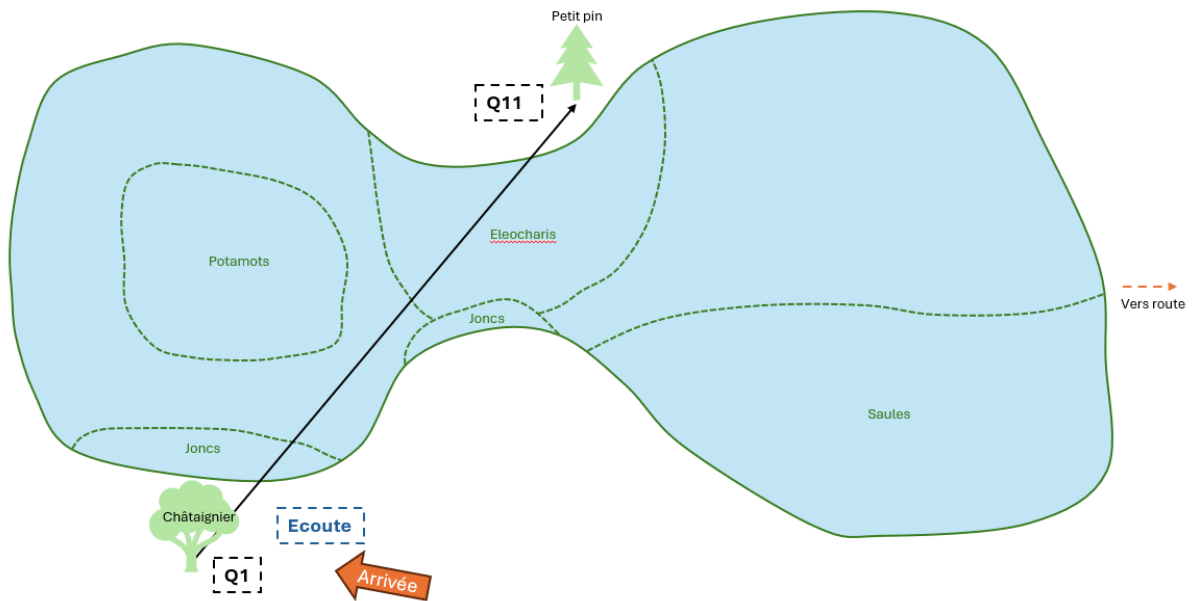
**Usages :** Aucun

#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Potamogeton natans Utrriculaire Eleocharis multicaulis	Triton palmé Grenouille agile Pelophylax sp. Crapaud commun	

#### Schémas et repères





#### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 11 quadrats / Départ d'un châtaignier, arrivée sur un petit pin de la berge opposée au niveau de l'herbier d'eleocharis.



#### Remarques

Présence d'un Eleocharis rare en île-de-france (*Eleocharis multicaulis*)

Fréquentation régulière du site par des chiens.

### 3.2 - Montgeron - Mare aux biches

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.6779491

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Montgeron

**Longitude :** 2.4580517

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Julien Simon - ONF

**Conditions d'accès :** Soumis à autorisation de circulation ONF

**Parking le plus proche :** Accessible en voiture en passant une barrière ONF.

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** ~25m

**Stade d'évolution :** B

**Fond de la mare :** Naturel, argile compacté

**Régime hydrologique :** Permanente

**Liaison hydrologique :** Fossés

**Altération de la mare :** Piétinement humain des berges

**Usages :** Réserve de biodiversité

**Largeur :** 15m

**Alimentation en eau :** Pluie, Buse

**%Pente douce :** 75-100

**Trop plein :** Présent

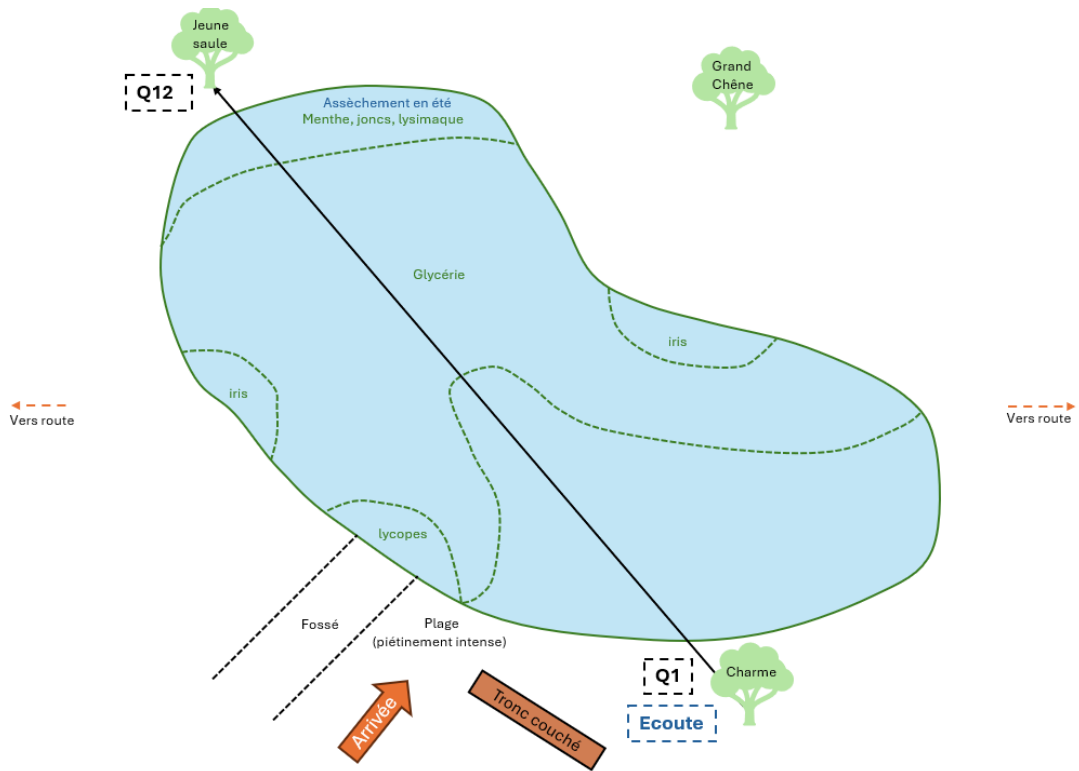
**Berge entretenues :** Non

#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Mentha aquatica Carex otrubae Lysimachia nummularia	Triton palmé Triton crêté Alyte accoucheur Grenouille agile Pelophylax sp. Crapaud commun	Lestes virens

#### Schémas et repères





Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 12 quadrats



Remarques :

Présence d'une population importante d'Alytes aux alentours de la mare.



### 3.3 - Montgeron - Mare aux trembles

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.6776690

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Montgeron

**Longitude :** 2.4775788

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Julien Simon - ONF

**Conditions d'accès :** Soumis à autorisation de circulation ONF

**Parking le plus proche :** Accessible en voiture en passant une barrière ONF.

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :**

**Stade d'évolution :** B-C

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanente

**Liaison hydrologique :** Fossé

**Altération de la mare :** Aucune

**Largeur :**

**Alimentation en eau :** Pluie, canalisation

**%Pente douce :** 75-100

**Trop plein :** Présent

**Berge entretenues :** Non

**Usages :** Aucun

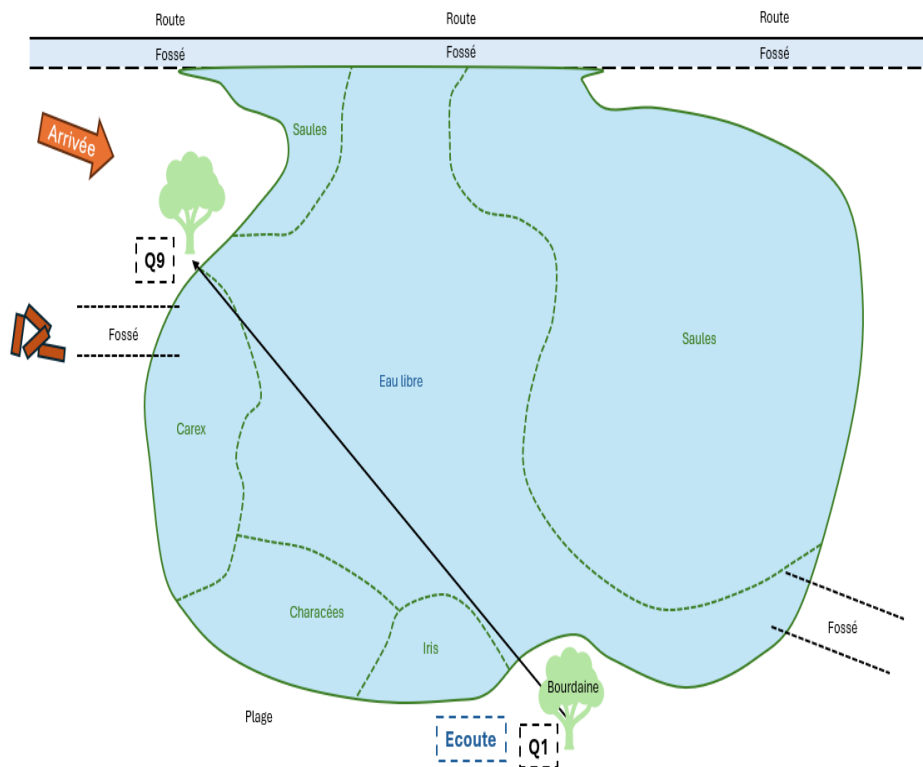
#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Ranunculus flammula	Triton palmé	Somatochlora flavomaculata
Galium palustre	Grenouille agile	Brachytron pratense
Characeae	Pelophylax sp.	Cagrion Tenellum
	Crapaud commun	





## Schémas et repères



### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 9 quadrats



### Remarques :

Large herbier aquatique de characeae (*Nitella polyacantha*) sur la partie ouverte de la mare.

## 4 - Réseau de mare de Dourdan

### 4.1 - Dourdan - Mare du péage -13\_A

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.5572822

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Dourdan

**Longitude :** 1.9484863

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Valérie Delage, Frédéric Arnaboldi - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** 48.559081764, 1.949715156

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** 26

**Stade d'évolution :** B

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanente

**Liaison hydrologique :** Aucune

**Altération de la mare :** Aucune

**Usages :** Pédagogique, Patrimoine culturel ou paysager

**Largeur :** 23

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 75-100%

**Trop plein :** Absent

**Berge entretenues :** Non

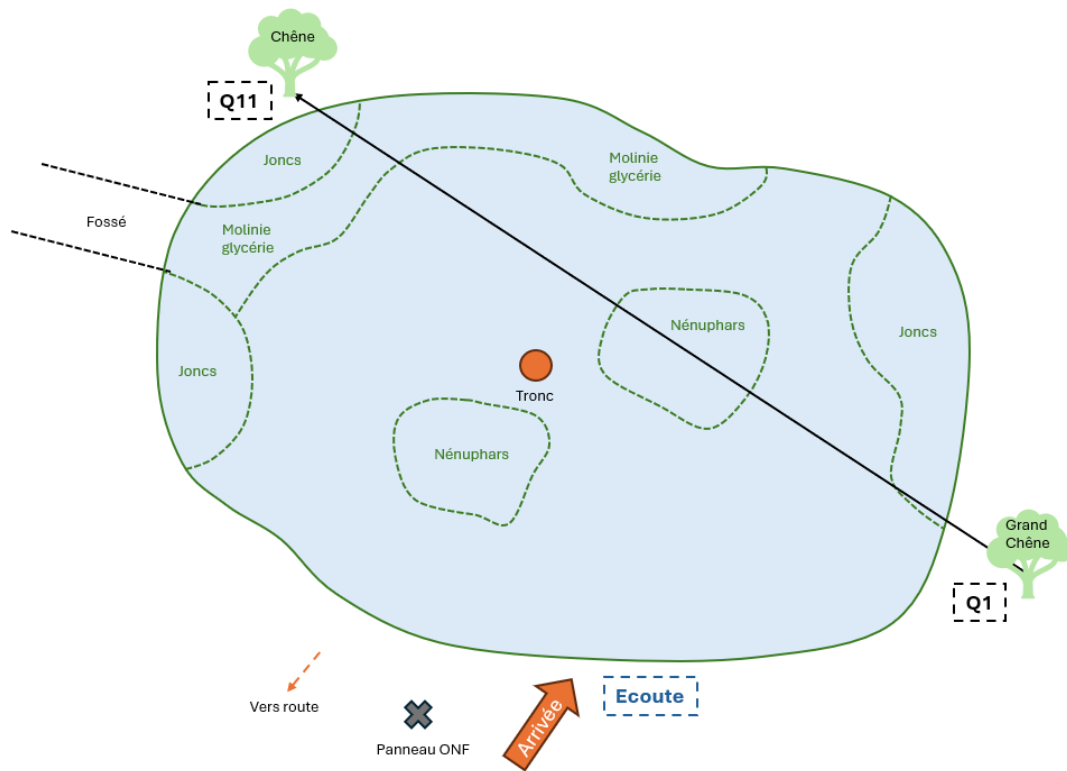
#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
	Triton palmé Grenouille agile Pelophylax sp.	Lestes dryas Cordulia sp.





## Schémas et repères



### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 11 quadrats





#### 4.2 - Dourdan - Mare du milieu

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.5523714

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Dourdan

**Longitude :** 1.9432205

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Valérie Delage, Frédéric Arnaboldi - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** 48.559081764, 1.949715156

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :**

**Stade d'évolution :** C

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanent

**Liaison hydrologique :** Fossé

**Altération de la mare :** Aucune

**Usages :** Aucun

**Largeur :**

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 75-100

**Trop plein :** Présent

**Berge entretenues :** Non

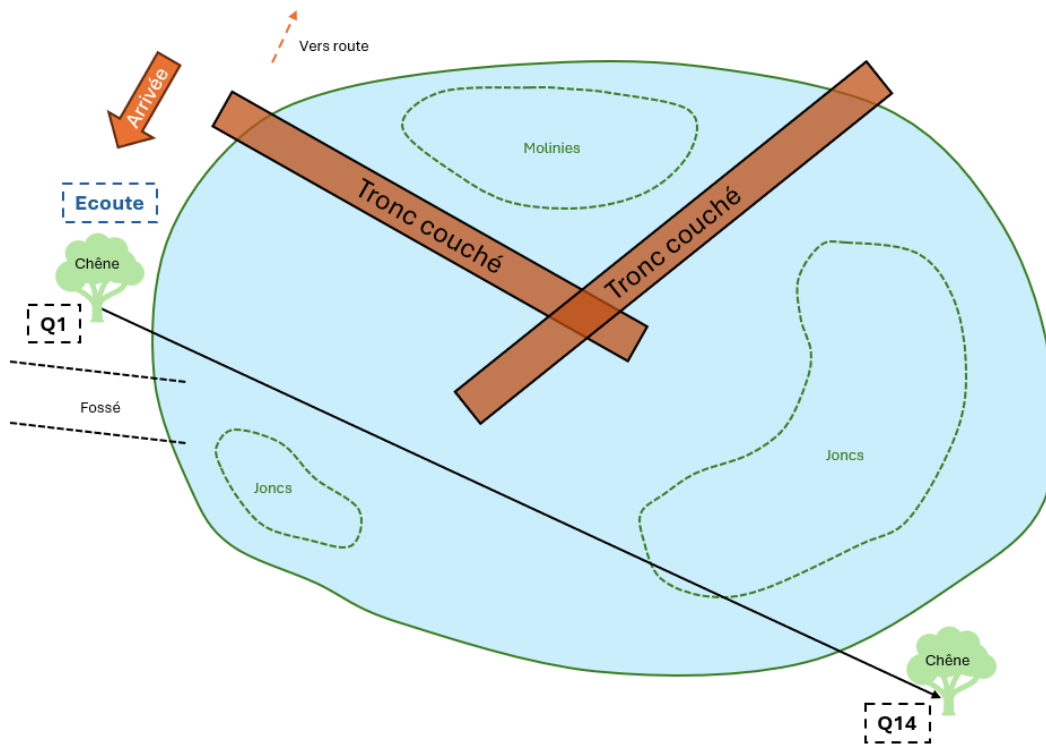
#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
	Triton palmé Triton ponctué Grenouille agile Pelophylax sp. Crapaud commun	Coenagrion scitulum





## Schémas et repères



### Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 30mins de chasse à vue totale

**STELI** : 30mins de chasse

**Flore** : 14 quadrats



### Remarques

Petite mare ombragée en cours d'atterrissement. Observation d'un Triton ponctué mâle en mars 2024.



### 4.3 - Dourdan - Mare aux menyanthes - 56\_A

**Département :** Essonne

**Latitude :** 48.5478165

**Propriété :** Public

**Gestionnaire :** ONF

**Commune :** Dourdan

**Longitude :** 1.9391803

**Début des suivis :** février 2024



**Contact référent :** Valérie Delage, Frédéric Arnaboldi - ONF

**Conditions d'accès :** Accessible depuis parking public

**Parking le plus proche :** 48.559081764, 1.949715156

#### Caractéristiques abiotiques de la mare :

**Longueur :** 63

**Stade d'évolution :** C

**Fond de la mare :** Naturel

**Régime hydrologique :** Permanent

**Liaison hydrologique :** Fossés

**Altération de la mare :** Envahissement végétal

**Usages :** Aucun

**Largeur :** 46

**Alimentation en eau :** Pluie

**%Pente douce :** 100

**Trop plein :** Présent

**Berge entretenues :** Non

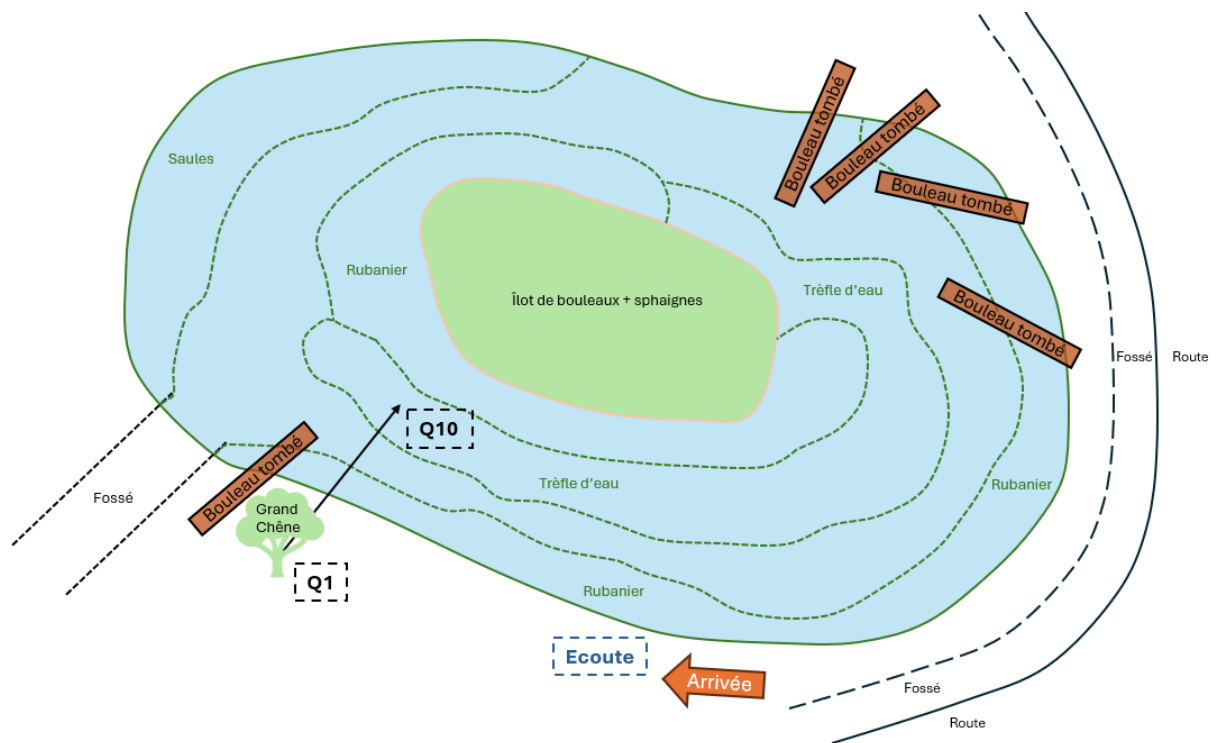
#### Espèces remarquables sur le site :

Végétales	Amphibiens	Odonates
Menyanthes trifoliata	Triton palmé Grenouille agile	Coenagrion scitulum





## Schémas et repères



Modalités des protocoles :

**Pop'Amphibien** : 1 point d'écoute / 1h de chasse à vue totale

**STELI** : 1h de chasse

**Flore** : 10 quadrats



Remarques :

Grande mare partiellement couverte d'îlots flottants de *Menyanthes trifoliata*

## Annexe 2 - Liste des espèces détectées

### Réseau de surveillance Île-de-France

#### Odonates

<i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820	<i>Aeshna cyanea</i> (O.F. Müller, 1764)	<i>Aeshna mixta</i> Latreille, 1805
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	<i>Brachytron pratense</i> (O.F. Müller, 1764)
<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers, 1789)	<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden, 1825)	<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)	<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)	<i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier, 1840)	<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)
<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius, 1798)	<i>Lestes dryas</i> Kirby, 1890	<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)
<i>Leucorrhinia pectoralis</i> (Charpentier, 1825)	<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	<i>Libellula fulva</i> O.F. Müller, 1764
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	<i>Somatochlora flavomaculata</i> (Vander Linden, 1825)
<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)		

#### Amphibiens

<i>Alytes obstetricans</i> (Laurenti, 1768)	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Ichthyosaura alpestris</i> (Laurenti, 1768)
<i>Lissotriton helveticus</i> (Razoumowsky, 1789)	<i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pelophylax</i> sp.
<i>Rana dalmatina</i> Fitzinger in Bonaparte, 1838	<i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758	<i>Salamandra salamandra</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Triturus cristatus</i> (Laurenti, 1768)	<i>Triturus marmoratus</i> (Latreille, 1800)	



## Flore

<i>Agrostis canina</i> L., 1753	<i>Agrostis capillaris</i> L., 1753	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L., 1753
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer, 1838	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth, 1788	<i>Callitriche</i> sp.
<i>Carex canescens</i> L., 1753	<i>Carex otrubae</i> Podp., 1922	<i>Carex pseudocyperus</i> L., 1753
<i>Carex remota</i> L., 1755	<i>Carex vesicaria</i> L., 1753	<i>Carpinus betulus</i> L., 1753
<i>Castanea sativa</i> Mill., 1768	<i>Ceratophyllum demersum</i> L., 1753	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult., 1817
<i>Frangula alnus</i> Mill., 1768	<i>Galium palustre</i> L., 1753	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br., 1810
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L., 1753	<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	<i>Juncus articulatus</i> L., 1753
<i>Juncus bulbosus</i> L., 1753	<i>Juncus conglomeratus</i> L., 1753	<i>Juncus effusus</i> L., 1753
<i>Juncus inflexus</i> L., 1753	<i>Juncus tenuis</i> Willd., 1799	<i>Lemna minor</i> L., 1753
<i>Lemna minuta</i> Kunth, 1816	<i>Lonicera periclymenum</i> L., 1753	<i>Lycopus europaeus</i> L., 1753
<i>Lysimachia nummularia</i> L., 1753	<i>Lysimachia vulgaris</i> L., 1753	<i>Lythrum portula</i> (L.) D.A.Webb, 1967
<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	<i>Mentha aquatica</i> L., 1753	<i>Menyanthes trifoliata</i> L., 1753
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench, 1794	<i>Nitella translucens</i> (Pers.) C.Agardh, 1824	<i>Nymphaea alba</i> L., 1753
<i>Poa annua</i> L., 1753	<i>Populus tremula</i> L., 1753	<i>Potamogeton natans</i> L., 1753
<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn, 1879	<i>Ranunculus flammula</i> L., 1753
<i>Salix aurita</i> L., 1753	<i>Scutellaria galericulata</i> L., 1753	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid., 1839
<i>Utricularia neglecta</i> Lehm., 1828		

## Mares Nouvelle-Aquitaine

### Odonates

<i>Aeshna affinis</i> Vander Linden, 1820	<i>Aeshna cyanea</i> (O.F. Müller, 1764)	<i>Anax imperator</i> Leach, 1815
<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers, 1789)	<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)



<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Somatochlora flavomaculata</i> (Vander Linden, 1825)	

---

### **Amphibiens**

<i>Alytes obstetricans</i> (Laurenti, 1768)	<i>Bufo spinosus</i> (Daudin, 1803)	<i>Hyla meridionalis</i> Böttger, 1874
<i>Lissotriton helveticus</i> (Razoumowsky, 1789)	<i>Pelophylax</i> sp.	<i>Triturus marmoratus</i> (Latreille, 1800)

---

### **Flore**

<i>Carex arenaria</i> L., 1753	<i>Cistus salviifolius</i> L., 1753	<i>Holcus lanatus</i> L., 1753
<i>Juncus bufonius</i> L., 1753	<i>Laurus nobilis</i> L., 1753	<i>Lemna minor</i> L., 1753
<i>Melampyrum pratense</i> L., 1753	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	<i>Rumex acetosa</i> L., 1753
<i>Salix atrocinerea</i> Brot., 1804	<i>Salix repens</i> L., 1753	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják, 1972
<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr., 1868	<i>Utricularia neglecta</i> Lehm., 1828	

---



