



**HAL**  
open science

**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**

Fanny Mallard, F. Geoffroy, L. Arduino, V. Dupuy, A. Bernard, M. Nielen, N. Lemoine, E. Jenmaire

► **To cite this version:**

Fanny Mallard, F. Geoffroy, L. Arduino, V. Dupuy, A. Bernard, et al.. 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. 2023, Société Nationale de Protection de la Nature. hal-04459166

**HAL Id: hal-04459166**

**<https://hal.science/hal-04459166>**

Submitted on 15 Feb 2024

**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.

Décembre 2023



## Programme recherche-action

**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**



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 :





« La notion de nature [...] implique le respect de la diversité du vivant, ainsi que celui de sa spontanéité, ce qui signifie, en résumé, garantir aux autres qu’humains les conditions permettant de se nourrir, de se déplacer, de se reproduire, d’exprimer leurs caractères propres en relation avec les autres composantes de l’écosphère, de s’adapter, d’évoluer -en un mot d’exister- de façon satisfaisante. [...] [Les êtres humains] exercent désormais une action telle qu’ils la transforment en profondeur, en dégradant sa diversité et ses fonctionnalités, en limitant son expression spontanée, en remettant en cause ses capacités adaptatives et évolutives, en réduisant les espaces non ou peu soumis aux influences anthropiques [...]. Toutes ces pratiques altèrent gravement les fonctionnalités des écosystèmes et leurs capacités de résilience. [...] La Société nationale de protection de la nature estime prioritaire de réduire les pressions anthropiques, quelles qu’elles soient, afin de permettre aux autres qu’humains et aux écosystèmes d’exister et d’exprimer leurs caractères spontanés. »

Rémi Luglia,  
Président de la Société Nationale de Protection de la Nature,  
*Déclinaison opérationnelle du projet associatif.*  
*Une identité scientifique affirmée et trois missions.*  
Mars 2021.



# 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 la biodiversité pour la protection de la biodiversité, polyvalents, 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 création de réseaux de mares sont 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. La nouvelle plateforme sera disponible en 2024.

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 pour un objectif à partir de 2024 30 mares protégées, restaurées et créées par an sur les zones à enjeux de la région Île-de-France.

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, réseaux, restauration, SDM, odonates.



## 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 Iris et la Fondation Anyama 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 : 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 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 Lieuvin Pays d'Auge, Commune de Combs-la-Ville, Commune de Villers-en-Vexin, 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, 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, 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

Félix Geoffroy, Chargé de recherche, Pôle national recherche-action, Société Nationale de Protection de la Nature, [felix.geoffroy@snpn.fr](mailto:felix.geoffroy@snpn.fr)

Lorenzo Arduino, Coordinateur des réseaux zones humides, Pôle national recherche-action, Société Nationale de Protection de la Nature, [lorenzo.arduino@snpn.fr](mailto:lorenzo.arduino@snpn.fr)

Victor Dupuy, Responsable des études naturalistes, Pôle national recherche-action, Société Nationale de Protection de la Nature, [victor.dupuy@snpn.fr](mailto:victor.dupuy@snpn.fr)

Arthur Bernard, Chargé de missions scientifiques, Pôle national recherche-action, Société Nationale de Protection de la Nature, [arthur.bernard@snpn.fr](mailto:arthur.bernard@snpn.fr)

Et avec la participation de : Marguerite Nielen, Natacha Lemoine, Elisa Jeanmaire.

### **Référence :**

Mallard F. (dir .), Geoffroy F., Arduino L., Dupuy V., Bernard A., Nielen M., Lemoine N., Jenmaire 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, Paris, France, 242 p.

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

Site internet de la Société Nationale de Protection de la Nature : <https://www.snpn.com/snpn/pole-national-recherche-action/>



## Quelle stratégie du pôle national de recherche-action ?

**S**elon les dernières estimations scientifiques, le taux d'extinction des espèces animales et végétales est particulièrement rapide. Cette perte exceptionnelle de la biodiversité est liée à la combinaison de facteurs interagissant réduisant la capacité d'adaptation et de résilience de nombreuses espèces animales et végétales. Rassemblés sous le terme de changements globaux, ils sont multiscalaires dans le temps et l'espace et impliquent des analyses combinant des diagnostics à différentes échelles et des scénarios prospectifs.

Le changement climatique a la particularité d'être de plus en plus intense et d'amplifier les autres facteurs. Face à l'urgence, les actions du processus PRC (Protection, Restauration et Création de réseaux fonctionnels des milieux naturels) sont des leviers indispensables, une des solutions fondées sur la nature pour relever les défis de lutte contre le changement climatique et l'érosion de la biodiversité.

Dans ce contexte, l'association scientifique la Société nationale de protection de la nature a créé depuis la fin de l'année 2022 un pôle national de recherche-action. Les thématiques de recherche concernent l'anticipation et l'intégration des impacts du changement climatique et des autres enjeux environnementaux dans la protection des milieux aquatiques, de zones humides et de forêts de France. Ces recherches se basent sur la co-construction et l'implication des parties prenantes dans le processus PRC. Le pôle développe ainsi des programmes scientifiques nationaux à l'interface entre la recherche et l'expertise naturaliste, entre la science et la société.

Pour le développement de ses programmes 2023-2028, de grandes lignes directrices de la stratégie scientifique nationale du pôle ont été déclinées suivant le triptyque vision-mission-objectifs.

- **Vision** : Co-construire avec les acteurs locaux, une expertise de recherche-action sur la mise en place de mosaïques de milieux aquatiques, humides et forestiers dans le contexte des changements globaux.

- **Mission** : Développer des méthodes et actions sur le terrain intégrant les impacts du changement climatique pour protéger, restaurer et créer des réseaux fonctionnels de milieux humides, aquatiques et forestiers.

- **Objectifs** : Participer aux orientations nationales, tendre vers les 10 % de protection forte en France (Stratégie nationale biodiversité 2030 : objectif 1, cible 2) et restaurer 50 000 ha de zones humides d'ici 2026 (Plan national d'actions en faveur des milieux humides n°4, action 7).

Pour atteindre ces objectifs, le pôle recherche-action décline quatre axes d'actions :



Fanny Mallard

- **Axe Connaissance** : développement d'observatoires participatifs et de réseaux de surveillance de suivis protocolés sur l'évolution de l'état des milieux naturels.

- **Axe Recherche** : modélisation mécanistique et corrélatrice des réponses des espèces cibles face aux changements globaux pour identifier des secteurs à enjeux d'actions au niveau régional et national.

- **Axe Actions** : mise en place des actions de protection, de restauration et de création de réseaux fonctionnels (PRC) anticipant les changements globaux et mobilisant une communauté d'acteurs.

- **Axe Évaluation** : mise en place des indicateurs de résultats pressions-état-réponses sur les terrains d'action PRC.

Pour mener ces actions, le pôle est constitué d'une direction scientifique et de trois services interconnectés composés d'une équipe transdisciplinaire regroupant des experts naturalistes, en sciences humaines, et des chercheurs en modélisation et en écologie. Ces services sont également liés et s'appuient sur les équipes scientifiques expertes des Réserves naturelles nationales de la SNPN. ■

Texte : Fanny Mallard,  
directrice scientifique SNPN

### L'équipe du pôle national recherche-action



De gauche à droite : Victor Dupuy, Elisa Jeanmaire, Lorenzo Arduino, Arthur Bernard, Félix Geoffroy, Thibault Dragon (Réserve naturelle nationale de la plaine des maures).

**Fanny Mallard** : Directrice scientifique SNPN

- **Service Connaissance et gestion des écosystèmes Forêts**

**Victor Dupuy** : Responsable des études naturalistes mares

**Arthur Bernard** : Chargé de missions scientifiques

**Thibault Dragon** : Chargé de suivis floristiques et phytosociologiques

- **Service Analyse et modélisation en écologie**

**Félix Geoffroy** : Chargé de recherche en biostatistique et modélisation en écologie

- **Service Valorisation de la recherche et développement du pôle**

**Lorenzo Arduino** : Coordinateur réseaux et plaidoyer zones humides

**Elisa Jeanmaire** : Chargée de mission animation d'acteurs et plaidoyer (alternance M2 2023-2024)

Pour en savoir plus : [fanny.mallard@snpn.fr](mailto:fanny.mallard@snpn.fr)



## SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1. Contexte : Pré-étude de l'état des lieux sur la situation des mares</b>	<b>6</b>
1. Contexte et objectifs	7
2. Protocole et méthodologie d'analyse de l'enquête	7
3. Analyse descriptive des résultats	13
<b>Chapitre 2. Connaissance : Observatoire participatif sur l'inventaire des mares et petites zones humides</b>	<b>86</b>
1. Contexte et objectifs	87
2. Plateforme de l'observatoire les oasis du climat et de la biodiversité	88
3. Réseau de surveillance de l'évolution de l'état des mares	99
<b>Chapitre 3. Recherche : Sélection des zones à enjeux d'actions et analyse de l'évolution de l'état de conservation des mares</b>	<b>114</b>
1. Contexte et objectifs	115
2. Modélisation corrélative sur l'évolution de la répartition des espèces cibles et sélection des zones à enjeux assistée par modélisation	116
3. Sélection des secteurs à enjeux à dire d'expert	128
4. Analyse de suivis de l'évolution de l'état de conservation des mares	147
<b>Chapitre 4. Actions : protection, restauration et création de réseaux de mares</b>	<b>172</b>
1. Contexte et objectifs	173
2. Méthodologie de création, restauration et création des mares	173
3. Partage des connaissances et sensibilisation à la protection des petites zones humides à différentes échelles	200
<b>Conclusion</b>	<b>203</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>206</b>
<b>Annexes</b>	<b>212</b>





# Introduction

*Auteur : Fanny Mallard*

---



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, par son ampleur et sa rapidité, le changement climatique est une préoccupation majeure à prendre en compte par sa particularité d'alimenter et d'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). 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> (CÉRÉGHINO *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, 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 le niveau de 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 ?*

La première hypothèse pose que l'évolution de l'état de conservation des mares peut être suivi, 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, globales (nationales/régionales) – locales (sites) et à diverses échelles temporelles (le passé, les horizons projetés proches 2050, moyen 2070, lointain 2100).

La deuxième 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, les connaissances associées, des moyens adaptés, des méthodes répertoriées, conduisant à des démarches scientifiques pour appliquer des actions concrètes à impacts de solutions 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.

Pour la mise en place de la démarche en France en 2023, l'échelle d'action régionale choisie 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. Les méthodologies et protocoles sont développés dans une région fortement urbanisée, le secteur pilote est celui de la région Ile-de-France. Il permet un panel de contextes différents et par retour d'expériences une transposition dans d'autres territoires.

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 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. 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, près de 30 000 mares sont estimées (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.

L'objectif à terme sera de transposer la démarche dans d'autres régions avec trois climats différents allant : du climat semi-océanique au climat océanique de la région Pays-de-la-Loire ; du climat océanique aquitaine et montagnard de la Nouvelle-Aquitaine au climat méditerranéen de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ces actions contribueront 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 [Contexte : Pré-étude de l'état des lieux sur la situation des mares](#),
- Chapitre 2. [Connaissance : Observatoire participatif sur l'inventaire des mares et petites zones humides](#) (Objectif 1),
- Chapitre 3. [Recherche : Sélection des zones à enjeux d'actions et analyse de l'évolution de l'état de conservation des mares](#) (Objectif 2),
- Chapitre 4. [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. Contexte : Pré-étude de l'état des lieux sur la situation des mares**

*Auteurs : Lorenzo Arduino, Félix Geoffroy, Contributeur : Fanny Mallard*

---



La SNPN est mandatée par le Ministère de la transition écologique et de la Cohésion des territoires pour réaliser un état des lieux sur la situation des mares en France. Cet état des lieux permet d'éclaircir l'état écologique des mares (S), les acteurs (D) et les pratiques engagées pour leur préservation ainsi que leurs besoins (réglementaires, financiers, de connaissance, etc.). La finalité de ce diagnostic est l'élaboration d'un plan d'action (R) 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.

Cette partie présente des premières tendances qui se dégagent de la préanalyse à l'échelle nationale et les perspectives pour le secteur pilote de la région Île-de-France. Ces premiers résultats permettent d'appuyer les objectifs du programme déclinés en Chapitres 2, 3 et 4.

## 1. Contexte et objectifs

Les mares méritent une attention particulière et une stratégie coordonnée entre les différents acteurs du territoire pour atteindre les objectifs globaux de la Loi sur la restauration de la nature en Europe, du 4e Plan National Milieux Humides et de la stratégie nationale pour la biodiversité 2030. Dans ce cadre, la SNPN enquête depuis le mois d'avril 2023. Elle est à la recherche des acteurs et des pratiques qu'ils engagent sur le terrain, ce, en métropole comme dans les Outre-mer.

La ligne directrice de la SNPN tout au long de ce travail est à terme de mettre en valeur les initiatives et expertises des territoires et de faire remonter les besoins du terrain afin d'engager une dynamique nationale pour mieux préserver ces écosystèmes peu considérés.

La première étape de cette étude consiste à interroger le plus largement possible les structures publiques, associatives et/ou privées engagées (2. [Protocole et méthodologie d'analyse de l'enquête](#)), afin de connaître le plus précisément :

- Le nombre et les types d'acteurs engagés sur les mares (D);
- Les territoires où les plus grandes capacités d'action sont aujourd'hui déployées (R);
- Le nombre de mares recensées et leur état de conservation (S);
- Le nombre de mares restaurées ou créées ;
- Les méthodes, protocoles, bases de données, utilisés ;
- Les actions de tous types pour préserver et restaurer les mares (R) ;
- Les besoins et ressentis des acteurs sur les questions de connaissance, de gestion, de financement, de réglementation et d'organisation.

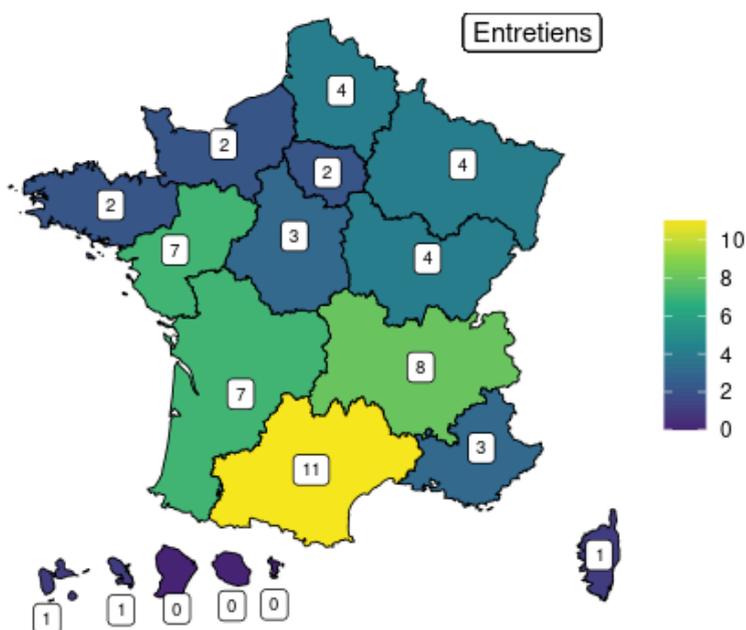
En poursuivant ces objectifs de recherche, ce rapport permet de dresser un premier panel de recommandations et d'actions à entreprendre, pour déboucher sur des collaborations concrètes entre les différents acteurs afin d'améliorer progressivement l'état de conservation des mares en France (3. [Analyse descriptive des résultats](#)).

## 2. Protocole et méthodologie d'analyse de l'enquête

La première étape de l'étude s'est focalisée sur les acteurs référents des mares en France. Depuis avril 2023 plus de 70 représentants de 59 organisations dans la préservation des mares (Fig. 1): associations, syndicats de bassins, départements, collectivités, etc.



+4 structures nationales



**Fig. 1. Nombre d'acteurs interviewés en France métropolitaine.**

Le protocole suivant a été mis en place afin de recueillir les données et constituer l'état des lieux.

- **Protocole de recueil des données**

**Objectif** : recueillir des données qualitatives et quantitatives pour établir des recommandations et résultats statistiques à l'appui.

En collaboration avec le Ministère de la Transition écologique et l'Office Français de la Biodiversité, le questionnaire a été construit en 6 parties à partir des objectifs de recherche, concernant les domaines d'actions principaux liés aux mares :

1. **Généralités** : typologie de l'organisation, missions, échelle d'intervention, zone d'intervention, types et nombre de mares en gestion, échelle d'intervention, pressions subies par les mares ;
2. **Inventaires/observatoires, protocoles et techniques** : projets d'inventaires menés et dans quels objectifs, méthodes utilisées pour ce faire, nombre de mares recensées/observées et nombre de mares potentielles estimées sur sa zone d'intervention, protocoles et techniques utilisés pour collecter les données terrains liés aux mares, volonté de l'acteur de participer à un atlas national mares ;
3. **Gestion des données** : outils utilisés, partage des données de l'acteur, questions relatives à la documentation liées aux mares dont dispose le répondant, connaître les projets et méthodes d'identification de secteurs à enjeux pour leurs projets liés aux mares et intérêt du répondant pour ces méthodologies ;
4. **Projets et actions des répondants** : années d'investissement du répondant sur les mares, typologie des actions menées, focus sur la création et la restauration des mares (nombres de mares créées/restaurées, difficultés rencontrées, cadre dans lesquels ces actions ont été menées), temps de travail et budget alloués aux actions mares ;
5. **Cadre institutionnel, réglementaire et financements** : textes de loi/documents stratégiques nationaux utilisés par le répondant, méthodes de



protection des mares, financeurs, types de financements et niveau de connaissance sur les financements disponibles, pérennité des financements ;

6. **Coordination/partenariats** : volonté du répondant de participer à des dynamiques nationales et concrètes liées aux mares, référents identifiés par le répondant sur sa zone d'action, recueil d'idées du répondant quant à la gouvernance ou autre pour lancer une dynamique pour mieux préserver les mares.

Dans un second temps, deux méthodes de recueil de données ont été utilisées, à travers des entretiens qualitatifs et une enquête en ligne.

- Entretiens semi-directifs :

**Objectif** : Identifier de manière nuancée et approfondie des besoins, défis et idées, permettant une exploration détaillée des réponses fournies par les interlocuteurs pour faire émaner des pistes de recommandations.

Afin d'identifier les acteurs, plusieurs critères de recherche ont été établis pour identifier les acteurs avec lesquels nous entretenir :

- Tout type de structure privée/publique ;
- Mènent-elles ou ont-elles mené un ou plusieurs programmes correspondant à ces domaines d'actions : connaissance ; protection ; gestion/restauration ; sensibilisation ;
- En plus de recenser les acteurs, cette étape a permis d'identifier les prémisses d'un réseau d'acteurs des mares sur le territoire français.

Pour garantir l'objectivité et l'intégrité de l'étude, une approche de sélection des acteurs délibérément non orientée a été adoptée. Cette démarche vise à minimiser les biais potentiels et à éviter l'influence de préconceptions ou d'attentes préalables par les acteurs les plus visibles. En adoptant cette stratégie, l'objectif recherché est de tendre le plus possible vers une représentation la plus exhaustive possible.

### **Biais majeurs identifiés :**

1. **Biais de sélection**: Les acteurs qui communiquent le plus au sujet des mares, sur internet ou auprès de leurs partenaires ont été recensés. Bien qu'une démarche non orientée ait été adoptée pour sélectionner les acteurs, un biais dans le choix des organisations ou des individus interrogés existe. Par exemple, certaines structures de plus petite taille ont pu être omises.
2. **Biais de confirmation**: Ce biais survient lorsque les données sont interprétées d'une manière qui confirme les hypothèses ou croyances préexistantes. Il a été attentivement veillé à rester ouvert à des résultats pouvant contredire les attentes initiales.
3. **Biais géographique**: Étant donné que l'étude couvre une aire vaste allant de la France métropolitaine aux Outre-mer, il est possible que certaines régions soient moins représentées ou que les conditions locales spécifiques ne soient pas pleinement prises en compte.
4. **Biais de déclaration** : Les répondants peuvent avoir tendance à répondre d'une manière qui peut ne pas refléter entièrement la réalité, souvent influencée par le désir



de paraître sous un jour favorable ou par la perception de ce qui est socialement acceptable.

5. **Biais de mesure:** Cela concerne la manière dont les données sont recueillies et interprétées.
6. **Biais de non-réponse :** Se produit lorsque les personnes qui ne répondent pas à l'enquête diffèrent significativement celles qui y répondent, ce qui peut entraîner des distorsions des résultats
7. **Biais d'auto-sélection :** Ce biais se produit lorsque les participants à l'enquête sont ceux qui choisissent de répondre, ce qui ne peut pas être représentatif de la population générale. En effet, seuls les acteurs les plus engagés sont susceptibles d'avoir répondu, car le manque de temps et de moyens ne permettant pas de rechercher tous les acteurs locaux présents dans chaque département.

Des entretiens ont été conduits avec un échantillon de **70 participants** sélectionnés à partir de connaissances sur les acteurs visibles sur les mares, cumulant approximativement 80 heures d'enregistrements audio. Ces entretiens, structurés autour du questionnaire, ont permis la collecte de données à la fois quantitatives et qualitatives. Plus spécifiquement, l'approche qualitative a été essentielle pour une identification nuancée et approfondie des besoins, permettant une exploration détaillée des réponses fournies par les interlocuteurs.

○ Enquête en ligne :

**Objectif :** Augmenter le nombre de données, pour avoir un échantillon enrichi et faire remonter les besoins, défis et idées non identifiés lors des entretiens semis-directifs.

La collecte de données via l'enquête en ligne s'est appuyée sur le questionnaire, adapté et intégré à la plateforme Google Form en laissant des champs libres pour les questions liées aux idées/observations/besoins.

Afin de renforcer le protocole de collecte et d'assurer une couverture exhaustive des acteurs pertinents, divers réseaux ont été sollicités. En collaboration avec le Ministère de la Transition écologique et l'Office français de la biodiversité, un appel à participation a été largement diffusé à travers :

- Les acteurs identifiés par la SNPN en France, à travers le réseau de partenaires,
- Les acteurs liés aux label Aires Terrestres Éducatives (ATE), Territoires Engagés pour la Nature (TEN), Entreprises engagées pour la Nature (ENN) et les participants des Atlas de la Biodiversité Communale (ABC),
- Les réseaux des services déconcentrés de l'Etat notamment les DREAL, DEAL et Agences de l'eau ainsi que leurs réseaux locaux respectifs,
- Les pôles relais zones humides et leurs réseaux respectifs,
- Les réseaux locaux des acteurs identifiés lors de la phase d'entretiens semi-directifs.

Au total , **142 participants** reçues, dont 20 provenaient d'interlocuteurs déjà rencontrés lors des entretiens semi-directifs.



- **Protocole d'analyse des données**

L'analyse des résultats a été effectuée deux temps:

- Analyse des résultats des entretiens semi-directifs,
- Analyse des résultats de l'enquête en ligne,

- **Résultats des entretiens semi-directifs :**

L'analyse des résultats des entretiens est réalisée en deux temps :

**Analyse quantitative :** création d'une base de données consolidée des réponses, suivie d'une analyse multivariée pour déceler des corrélations pertinentes. L'analyse est menée en suivant un plan qui détaille les objectifs de recherche précités pour les différentes sections du questionnaire, précisant la forme du résultat attendu.

Les données sont analysées avec Python pour une visualisation optimale.

**Analyse qualitative :** Compilation des besoins exprimés par domaines d'action et thématiques récurrentes, permettant d'identifier des tendances communes à tous les acteurs interrogés et de formuler des recommandations.

**L'hypothèse** sous-jacente est que les observations, sentiments et idées exprimées aideront à structurer le plan d'action futur du plan d'actions pour les mares.

- **Résultats de l'enquête en ligne**

Tout comme pour les entretiens semi-directifs, l'analyse est à la fois qualitative et quantitative.

**Analyse quantitative :** Création d'une base de données des éléments quantitatifs extraits de Google Form, en utilisant certaines visualisations de données mises à dispositions par la plateforme. Une analyse quantitative sous Python complète si nécessaire l'analyse.

**Analyse qualitative :** Les champs libres remplis dans le Google Form seront compilés, comme pour l'analyse des résultats des données des entretiens semi-directifs.

**L'hypothèse** sous-jacente était que ces données, étant plus nombreuses, soient plus riches sur le plan statistique. Bien que des éléments qualitatifs étaient attendus, il était attendu que les résultats statistiques soient plus significatifs.

Les bases de données des entretiens et de l'enquête ont été structurées de la même manière pour être fusionnées. Cette fusion a permis une analyse conjointe des **181 contributions**, et d'approfondir les éléments statistiques de l'enquête en effectuant des analyses multivariées pour faire apparaître des corrélations pertinentes.

**L'hypothèse** est que la consolidation des résultats statistiques de l'enquête globale renforce la robustesse des recommandations. Nous pouvons pour ce faire nous appuyer sur plusieurs principes fondamentaux de la recherche :



- **Principe de Complétude** : La consolidation des données permet d'obtenir une vue d'ensemble plus complète du phénomène étudié. En combinant diverses sources de données ou en intégrant différents aspects d'une enquête, on peut obtenir une image plus holistique et complète du sujet (CRESWELL & CLARK, 2017),
- **Principe de validité** : La consolidation des résultats statistiques peut augmenter la validité convergente, c'est-à-dire la mesure dans laquelle différentes méthodes de collecte de données aboutissent à des conclusions similaires (CAMPBELL & FISKE, 1959). Des recommandations basées sur des données consolidées sont donc plus susceptibles d'être valides et fiables,
- **Principe de triangulation** : La triangulation, qui consiste à utiliser plusieurs méthodes ou sources de données pour étudier un phénomène, est une stratégie couramment utilisée pour renforcer la crédibilité des résultats de recherche (DENZIN, 1978). En consolidant les résultats statistiques, on applique une forme de triangulation, ce qui peut rendre les recommandations plus robustes,
- **Principe de Représentativité** : Une consolidation efficace des résultats statistiques peut garantir que les recommandations sont basées sur des données représentatives de la population étudiée. Des recommandations basées sur des données représentatives sont plus susceptibles d'être généralisables et applicables à des contextes plus larges (COOK ET AL., 2002),
- **Principe de Réduction des Biais** : La consolidation des résultats peut également aider à atténuer les biais potentiels associés à une seule source de données ou à une seule méthode de collecte de données. Des recommandations basées sur des données moins biaisées sont plus fiables et précises (BORENSTEIN ET AL., 2021).

À ce stade, les résultats obtenus sont relatés de façon neutre, avant de se lancer dans leur interprétation.

### ● Synthèse et interprétation

Sur la base des analyses précédentes, une synthèse est réalisée pour dégager les principales conclusions de l'étude. L'objectif est de comprendre les implications des résultats combinés et de déterminer comment ils peuvent informer des recommandations finales. Ce, également à l'aide d'une analyse multivariée des résultats.

En combinant les perspectives des entretiens et de l'enquête en ligne, les recommandations sont affinées pour être plus robustes et pertinentes soit au total **181 contributions (59 entretiens et 122 enquêtes en ligne pour un total de 192 participants)**. Cette étape garantit que les recommandations finales tiennent compte de la diversité des points de vue et des expériences des participants.

Les faisceaux d'indices utilisés pour mener à bien la synthèse et l'interprétation sont les suivants :

- **Interprétation contextuelle** : suite à l'identification de tendances majeures, les résultats sont contextualisés dans le contexte et l'objectif de l'étude (MUCCHIELLI, 2009),
- **Discussion critique** : Ensuite une réflexion critique est effectuée sur les résultats pour comprendre leur portée et leurs implications (SARDAN, 2008),



- **Évaluation des Implications** : Chacune de ces tendances est ensuite évaluée en termes d'implications pour l'étude. De ce fait, les conséquences sur la gestion des mares en France, permettent de faire apparaître des recommandations fondées (CRESWELL & CRESWELL, 2017),
- **Formulation des recommandations Préliminaires** : Les recommandations découlent directement des résultats et sont formulées de manière à être opérationnalisables (CAMPENHOUDT & QUIVY, 2011 ; YIN, 2017),
- **Validation par des experts** : Les recommandations seront consultées par des experts du domaines, afin de renforcer la crédibilité des interprétations (LINCOLN & GUBA, 1985). A ce titre, en coopération avec le ministère et l'OFB, une liste de 18 acteurs à réunir a été proposée dans le cadre d'un groupe de travail pour commenter ces recommandations.

### 3. Analyse descriptive des résultats

Les résultats ont été analysés de la manière la plus neutre possible. Ce, en identifiant les biais si besoin. L'analyse suivra une approche par grandes thématiques s'étant dégagées des contributions. Les résultats au niveau de la France et d'île de France se succèdent.

#### ● Description de l'échantillon

Cette sous-partie concerne les répondants de l'échantillon : la typologie de l'organisation dont dépend le répondant, les missions de cette organisation, son échelle et sa zone d'intervention.

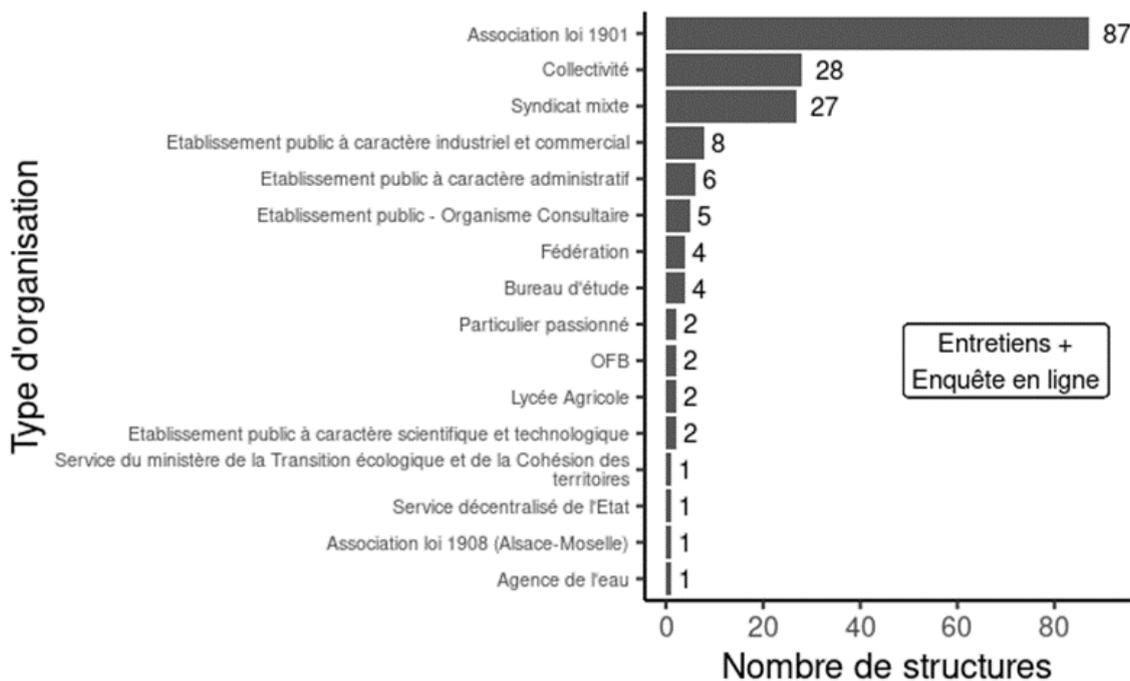
Les trois types d'organisations les plus représentées dans l'étude, **soit 78% du total** (Fig. 2), sont les suivantes :

- **87** sont des Associations loi 1901, **soit 48%** des répondants
- **28** sont des Collectivités, soit 15% des répondants
- **27** sont des Syndicats mixtes 15% des répondants

Une grande diversité d'organisations sont représentées :

Associations loi 1908 (Alsace-Moselle), fédérations, services décentralisés de l'état, service du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, agence de l'eau, Office français de la biodiversité (OFB), entreprises et bureaux d'études, établissements publics à caractère industriel et commercial, établissements publics à caractère scientifique et technologique, chambres d'agriculture, lycées agricoles.

Des mots redondants reviennent fréquemment dans les contributions des répondants au sujet des missions des organisations qu'ils représentent : Gestion, naturels, protection, actions, biodiversité, préservation, espaces, milieux, environnement (Fig. 3).



**Fig. 2. Types de structures représentées dans l'échantillon**

**- Q.1.1. Quel est le type de votre organisation ?**



**Fig. 3. Nuages de mots formés à partir d'une analyse textuelle des missions de l'échantillon**

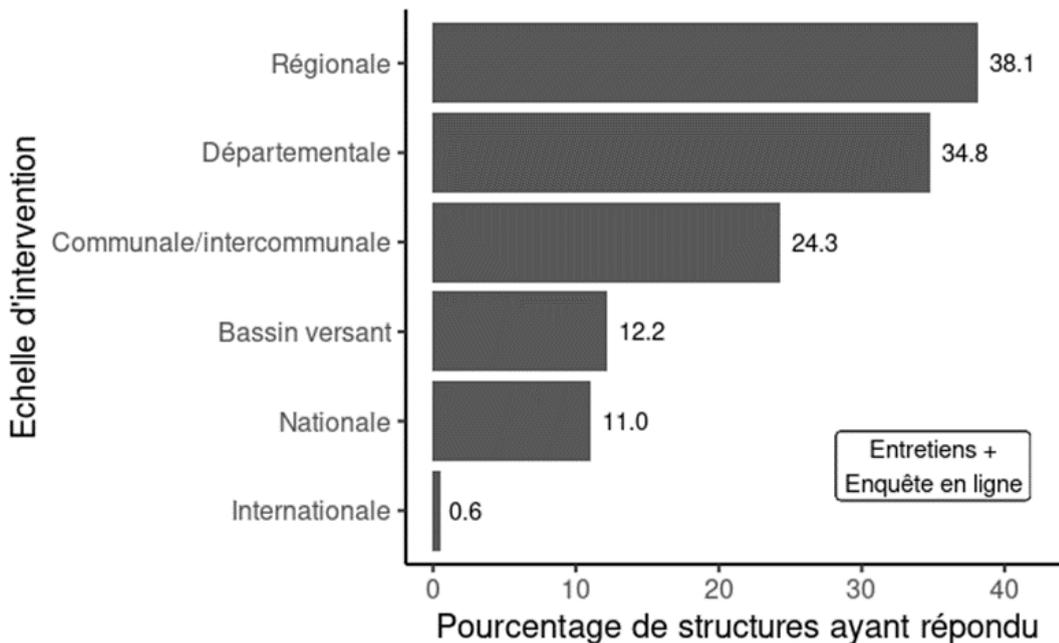
**-Q.1.2. Quelles sont les missions de votre organisation ?**



○ Répartition géographique des répondants – échelles d'interventions et zones d'interventions

La répartition des échelles d'intervention est hétérogène (Fig. 4) bien que les approches de gestion des mares semblent être locales:

- **71%** des répondants opèrent à l'échelle départementale, des bassins versants et à l'échelle communale ;
- **38%** des répondants opèrent à l'échelle régionale



**Fig. 4. Répartition des échelles d'interventions de l'échantillon**

**- Q.1.3. Quelle est l'échelle d'intervention de votre structure ?**

Les organisations de l'échantillon sont présentes dans toutes régions françaises métropolitaines et certaines des Outre-Mer, et mènent des actions dans plusieurs d'entre elles à la fois:

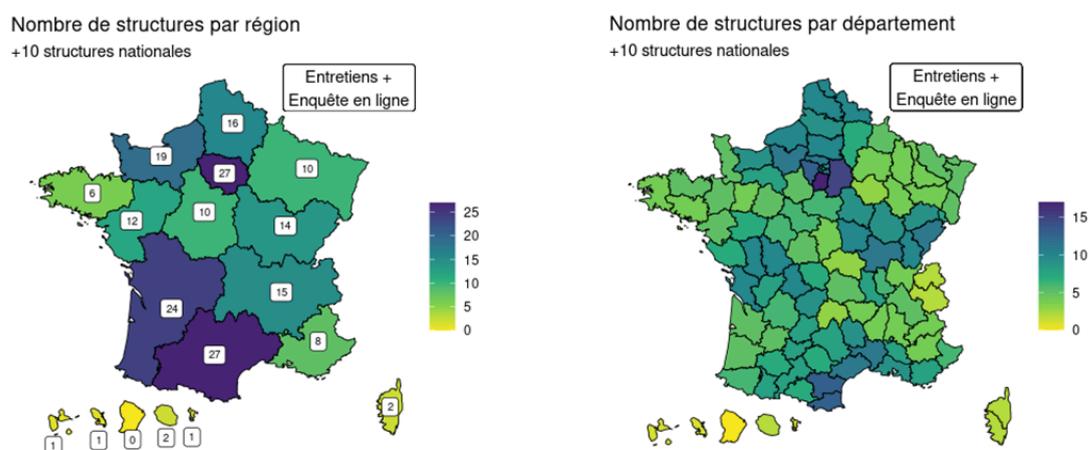
- Occitanie - **27 organisations**
- L'Île-de-France – **27 organisations**
- Nouvelle-Aquitaine – **24 organisations**
- Normandie – **19 organisations**
- Hauts-de-France - **16 organisations**
- Auvergne-Rhône-Alpes – **15 organisations**
- Bourgogne-Franche-Comté – **14 organisations**
- Pays de la Loire – **12 organisations**
- Centre-Val de Loire – **10 organisations**



- Grand Est – **10 organisations**
- Provence-Alpes-Côte d’Azur – **8 organisations**
- Bretagne – **6 organisations**
- Corse – **2 organisations**
- Guadeloupe – **1 organisation**
- La Réunion – **2 organisations**
- Mayotte – **1 organisation**

10 Organisations œuvrent à l’échelle nationale.

Il en est de même pour les départements : au fur et à mesure de l’étude, des structures ancrées localement actives ont été identifiées dans presque tous les départements. Bien qu’il y ait des disparités en termes de représentation, une grande partie des départements est représentée. Cela se reflète dans la variété des réponses (Fig. 5).



**Fig. 5. Répartition des zones d’intervention des répondants dans les régions et départements français métropolitains et des Outre-mer**

**-Q.1.4. Merci de nous indiquer le nom du/des départements/régions dans lesquels votre structure est active**

**En Île-de-France**, les quatre types d’organisations les plus représentées dans l’échantillon, **soit 81% du total** (Fig. 6), sont les suivantes :

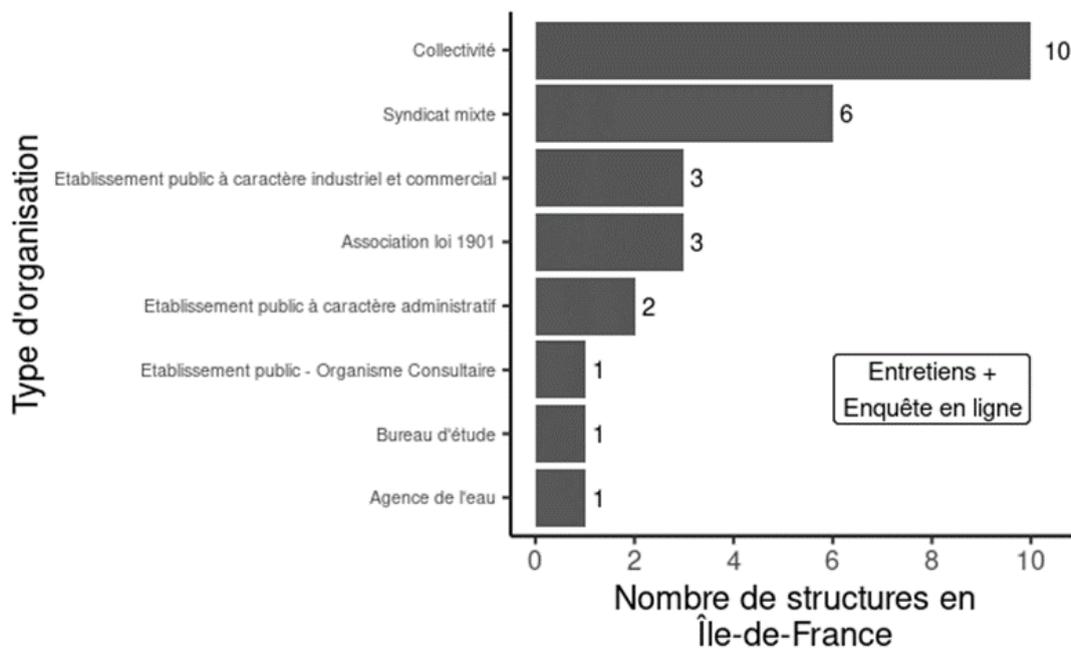
- **10** sont des Collectivités, soit 37% des répondants
- **6** sont des Syndicats mixtes, soit 22% des répondants
- **3** sont des Associations loi 1901, 11% des répondants
- **3** des établissements publics à caractère administratif, soit 11% des répondants

**27 répondants franciliens aux compétences diverses. Tous les départements de la région Île-de-France sont représentés**

- Le CNPF Ile-de-France,
- L’agence de l’eau Seine-Normandie,
- L’ONF, direction territoriale Seine Nord (*deux réponses du service*)
- Le Bureau d’étude Auddicé
- L’ONF, Oise Ouest
- Le SyAGE,
- Le SIARCE



- L'Association Espaces,
- La Chambre d'agriculture d'Île-de-France,
- La ville de Versailles,
- La collectivité CE Cergy Pontoise,
- Le SyAGE EPAGE de l'Yerres
- Syndicat de l'Orge, de la Remarde et de la Predecelle (SYORP)
- Syndicat Mixte du Bassin Verdant de la Bièvre
- Mairie de Coignières
- Mairie de Neuilly Plaisance
- Collectivité du 92 – Hauts-de-Seine
- La commune de Boutigny Sur Essonne
- L'association NaturEssonne
- Mairie de Montgé en Goele
- Commune de Combs-la-Ville
- Le SEMEA
- L'agence d'Ecologie Urbaine – Ville de Paris
- La ville de Melun
- Ile-de-France Nature
- La SNPN.



**Fig. 6. Types de structures représentées dans l'échantillon francilien**

**- Q.1.1. Quel est le type de votre organisation ?**



• **Les mares de France**

Cette sous-partie concerne les types et le nombre de mares en gestion, les pressions qu'elles subissent, ainsi que leur perception par les répondants de l'échantillon.

- **Une grande diversité de types de mares gérées:**

Une grande diversité des types de mares gérées par l'échantillon, également par région , (**Fig. 7**) . À l'échelle nationale, les mares les plus couramment gérées sont :

- Les mares de prairie
- Les mares forestières
- Les mares de culture/mares agricoles
- Les mares urbaines/jardin
- Les mares de friche
- Les mares de carrière
- Les mares tourbeuses
- Les mares temporaires méditerranéennes

La répartition des mares sur le territoire dépend des spécificités régionales, bien que les types de mares indiqués soient présents, en des proportions différentes, sur tout le territoire (Fig. 8).

**Selon les répondants, les objets suivants sont inclus dans la nomenclature mares :**

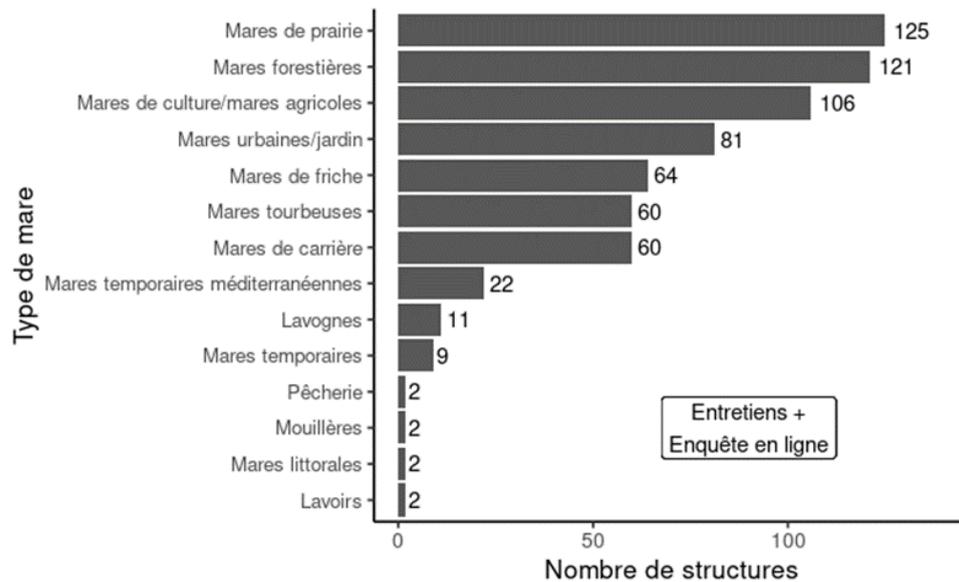
<b>Territoire de la structure</b>	<b>Autres types de mares</b>
Seine-et-Marne	Bassins de rétention
Somme	Bassins hydrauliques (aménagement écologiques)
Corse	Lagunes temporaires méditerranéennes ou permanentes
Tarn	Mare ancienne
Île-de-France; Hauts-de-France; Normandie	Mare de platière à exondation temporaire
Aveyron	Mares d'alpage
Nationale	Mares d'altitude
Normandie; Île-de-France; Hauts-de-France	Mares de platière à exondation temporaire
Aveyron	Mares d'alpage
Nationale	Mares d'altitude
Normandie; Île-de-France; Hauts-de-France	Mares de platière à exondation temporaire
Yvelines; Essonne; Val-de-Marne; Hauts-de-Seine; Paris	Mares qui ont des propriétés de zones humides (celles inventoriées à la cartographie ZH du SAGE)



Lot	Mares rocheuses de cause dite "Lac de Saint-Namphaise"
Hauts-de-France	Mares sur bêche
Paris	Mares temporaires à Branchiopodes

Voici les types de mares les plus communément gérées en **Île-de-France** (Fig. 8):

- Mares forestières
- Mares urbaines/de jardin
- Mares de culture/mares agricoles
- Mares tourbeuses
- Mares de carrière
- Mares de friche

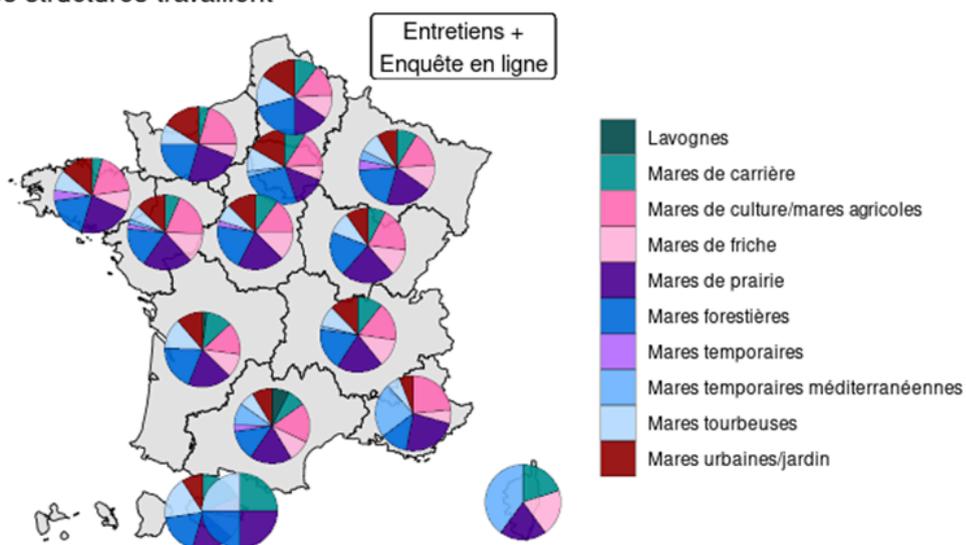


**Fig. 7. Types de mares gérées par l'échantillon**

**- Q.1.5. Types de mares sur lesquelles vous travaillez**



Types de mares sur lesquelles  
les structures travaillent



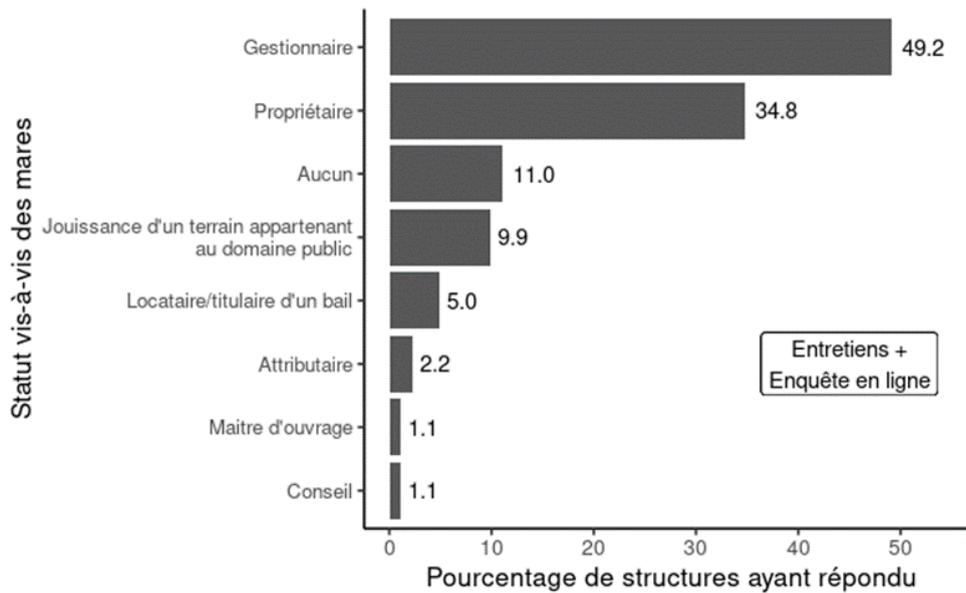
**Fig. 8. Répartition des types de mares gérées par régions**

*-Q.1.5.Types de mares sur lesquelles vous travaillez*

**- Statuts divers des répondants**

Dans l'échantillon (Fig. 9) les statuts des répondants varient :

- **49% des répondants** déclarent être gestionnaires de mares
- **34% des répondants** déclarent être propriétaires
- **10% des répondants déclarent** jouir d'un terrain appartenant au domaine public
- **5% des répondants** déclarent être locataires/titulaires d'un bail



**Fig. 9. Répartition des statuts des répondants**

– Q.1.6. *Quel est le statut de votre organisation vis-à-vis des mares ?*

**- Nombre de mares en gestion**

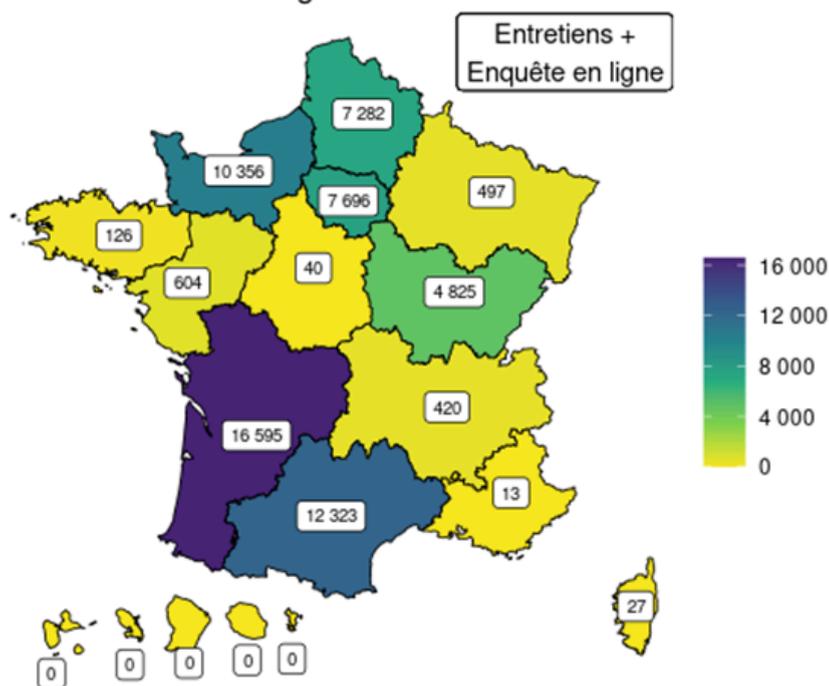
Au total, 60 804 mares sont gérées par les répondants (Fig. 10). En Île-de-France, ce sont 7 696 mares gérées.

**Biais :**

- Une partie des répondants ont considéré que le nombre de mares en gestion équivalait aux nombres de mares recensées sur leur zone d'intervention, affectant la fiabilité des résultats.
- Certains répondants proviennent de structures intervenant sur plusieurs régions à la fois. En l'absence d'informations complémentaires, et pour éviter de compter certaines mares en gestion plusieurs fois dans des régions différentes, le choix a été fait de diviser équitablement les mares en gestion de ces structures entre les régions sur lesquelles elles interviennent.



## Nombre de mares en gestion



**Fig. 10. Répartition du nombre de mares en gestion selon les régions**  
- Q.1.7. De combien de mares votre organisme s'occupe-t-il ?

- **Des pressions similaires ressenties sur tout le territoire**

Les mares subissent différentes pressions selon les régions (Fig. 10). Toutefois, 8 pressions se démarquent sur tout le territoire, (Fig. 11 et Fig. 12):

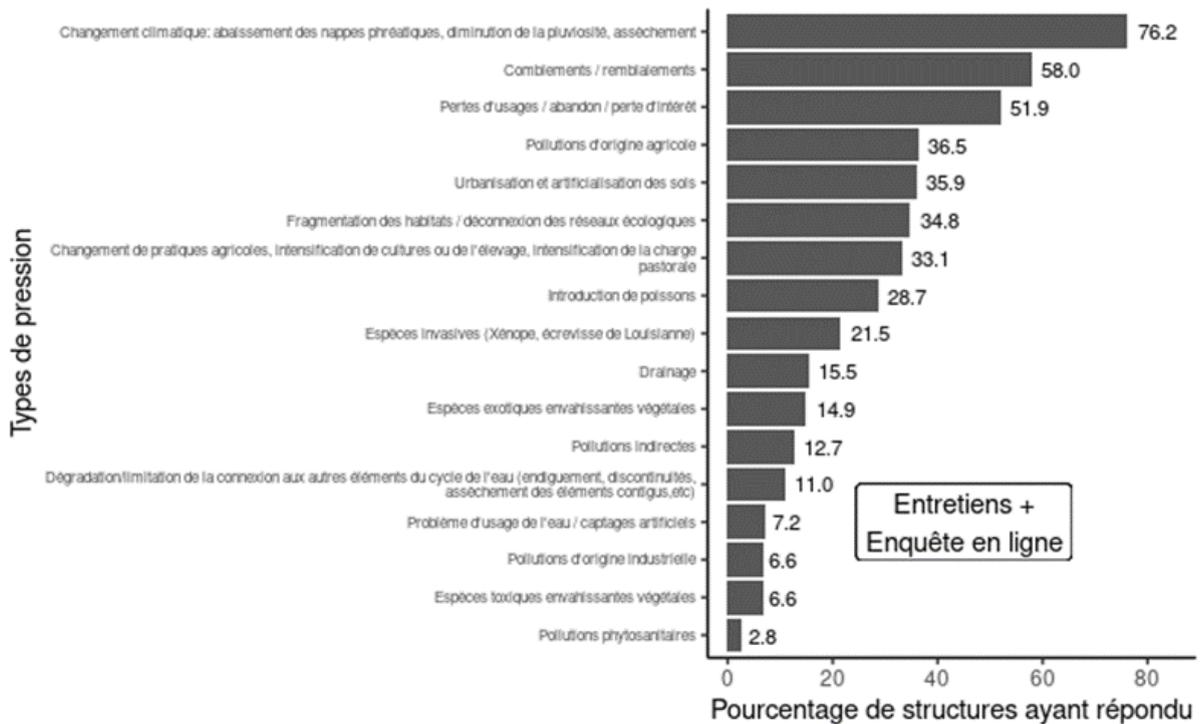
1. L'impact du changement climatique : abaissement des nappes phréatiques, diminution de la pluviosité, assèchement
2. Les comblements/remblaiements, volontaires ou non
3. Pertes d'usages/abandon/perte d'intérêt
4. Les pollutions d'origine agricoles
5. L'urbanisation et l'artificialisation des sols
6. La fragmentation des habitats et la déconnexion des réseaux écologiques
7. Les changements de pratiques agricoles, l'intensification des cultures ou de l'élevage, augmentation de la charge pastorale
8. Introduction de poissons

En Île-de-France, voici les 8 pressions les plus importantes, (Fig. 13) :

1. L'impact du changement climatique : abaissement des nappes phréatiques, diminution de la pluviosité, assèchement
2. Pertes d'usages/abandon/perte d'intérêt
3. L'urbanisation et l'artificialisation des sols



4. La fragmentation des habitats et la déconnexion des réseaux écologiques
5. Les comblements/remblaiements, volontaires ou non
6. Les pollutions indirectes
7. Les pollutions d'origine agricoles
8. Introduction de poissons



**Fig. 11. Listes des pressions et menaces pesant sur les mares**

**– Q.1.8. Quelles sont, selon vous, les pressions les plus importantes qui pèsent sur les mares au niveau de votre zone d'action ?**



## Types de pression majoritaires

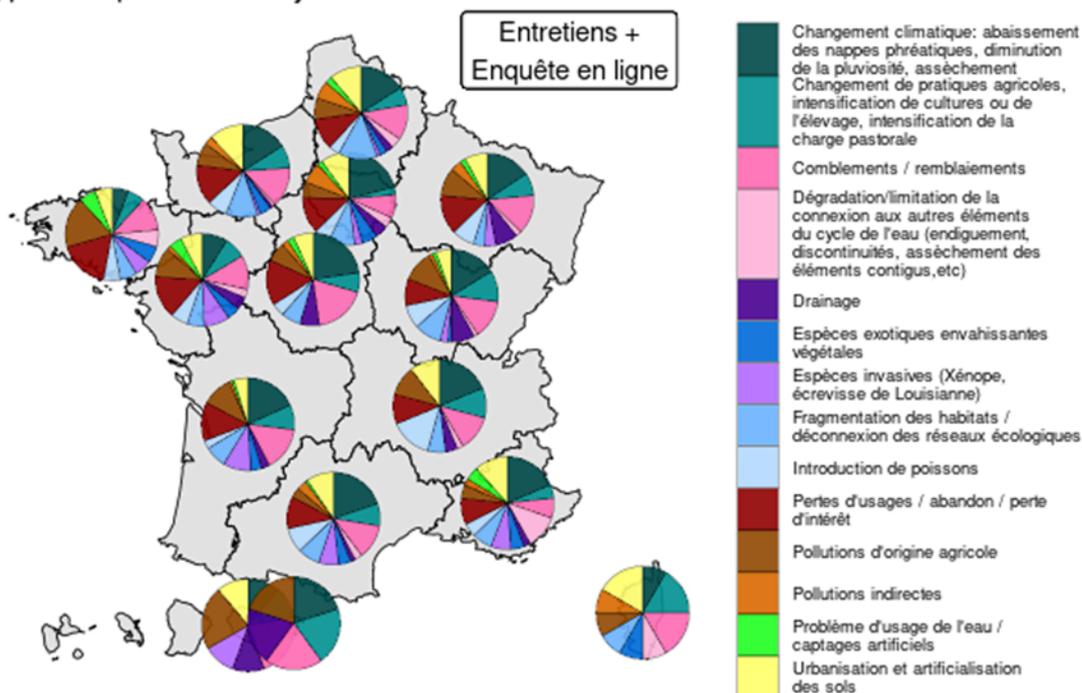


Fig. 12. Types de pressions majoritaires par région

– Q.1.8. Quelles sont, selon vous, les pressions les plus importantes qui pèsent sur les mares au niveau de votre zone d'action ?

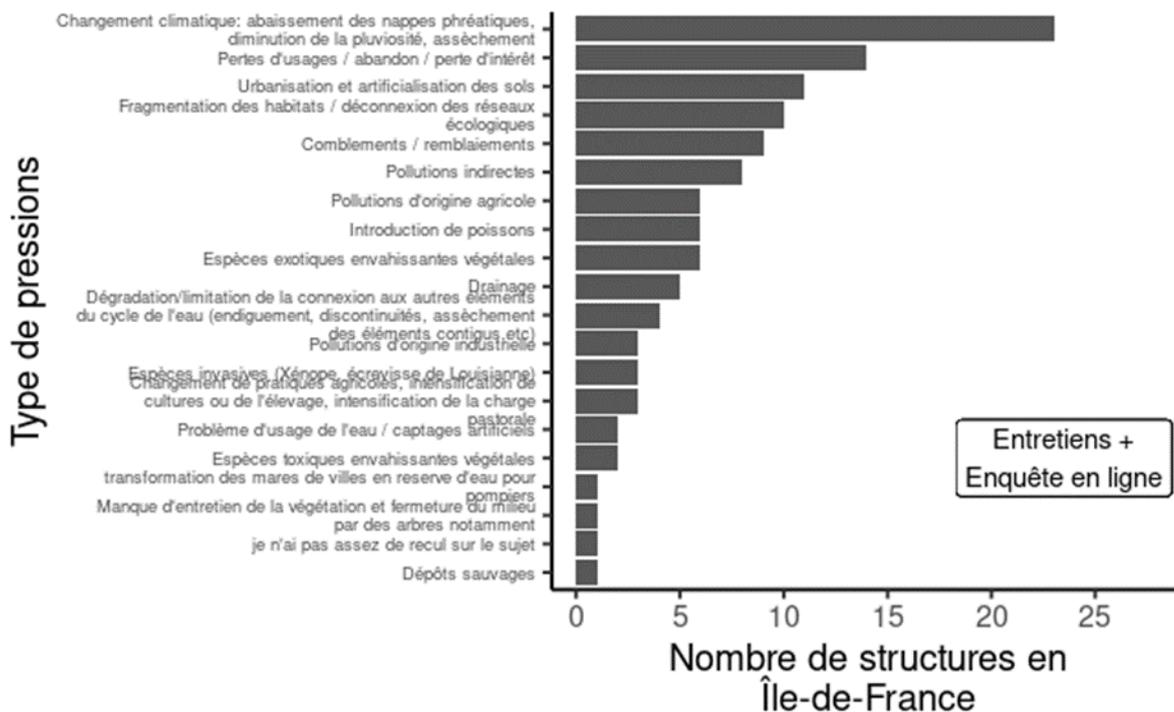


Fig. 13. Types de pressions en Île-de-France

– Q.1.8. Quelles sont, selon vous, les pressions les plus importantes qui pèsent sur les mares au niveau de votre zone d'action ?



## - Perception des mares

La majorité, soit 95% des répondants, utilise le mot mares pour les désigner, (Fig. 14).

Le terme « mare » est privilégié. D'autres termes locaux existent cependant :

Territoire de la structure	Autres termes utilisés pour nommer les mares
Seine-et-Marne	Bassins de rétention
Paris	Bassins végétalisés
Nord;Pas-de-Calais	Flot
Indre-et-Loire	Fosse (en Touraine)
Puy-de-Dôme	Fosse de tourbage
Nouvelle-Aquitaine	Mouillères
Nouvelle-Aquitaine	Gouille
Nouvelle-Aquitaine	Gouille (mare tourbeuse)
Nouvelle-Aquitaine	Pêcherie
Nouvelle-Aquitaine	Serre
Corrèze;Creuse;Haute-Vienne	GOUILLES (Tourbières)
Aude;Pyrénées-Orientales	Gourgues
Lot	Lacs
Landes;Gironde;Lot-et-Garonne;Dordogne;Charente;Charente-Maritime;Deux-Sèvres;Vienne	Lagunes des landes de Gascogne
Nationale;Régionale;Départementale	Lieux d'eau
Est;Bourgogne-Franche-Comté	Mouillères
Cantal;Haute-Loire;Puy-de-Dôme	Nom local de boutasse
Nationale	Points d'eau
Calvados;Orne;Eure	Mare tampon

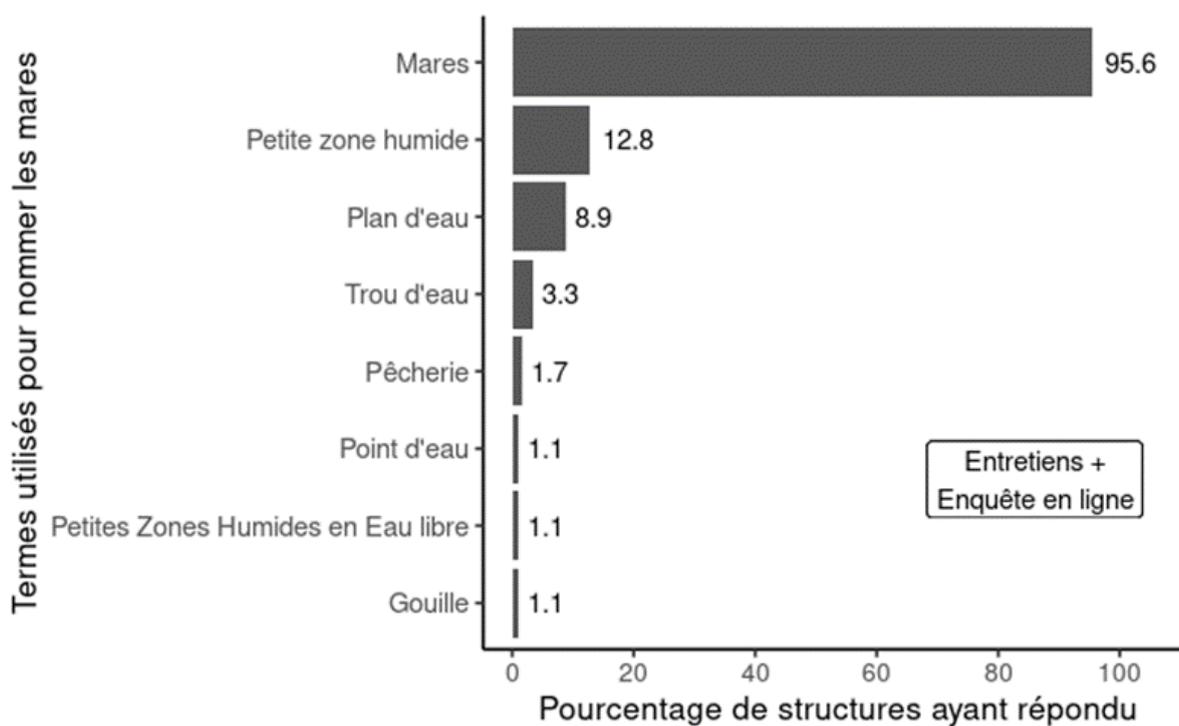
**82%** des répondants considèrent que les mares sont incluses dans la catégorie des zones humides (Fig. 15) .

**Seulement 8% des répondants utilisent une même définition des mares**, soit celle de Sajaloli B. et Dutilleul C. (2001). Une grande majorité de répondants utilisent leur propre définition des mares.

*« La mare est une étendue d'eau à renouvellement généralement limité, de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5 000 m<sup>2</sup>. Sa faible profondeur, qui peut atteindre*



environ deux mètres, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire et aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. De formation naturelle ou anthropique, elle se trouve dans des dépressions imperméables, en contextes rural, périurbain voire urbain. Alimentée par les eaux pluviales et parfois phréatiques, elle peut être associée à un système de fossés qui y pénètrent et en ressortent ; elle exerce alors un rôle tampon au ruissellement. Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. La mare constitue un écosystème au fonctionnement complexe, ouvert sur les écosystèmes voisins, qui présente à la fois une forte variabilité biologique et hydrologique interannuelle. Elle possède un fort potentiel biologique et une forte productivité potentielle". Les mares, des potentialités environnementales à revaloriser.



**Fig. 14. Noms utilisés par les répondants pour nommer les mares**

**-Q.1.9. Dans le cadre de vos missions, quels termes utilisez-vous pour nommer une mare ?**



Considérez-vous que les mares font partie  
des zones humides ?  
Entretiens + Enquête en ligne

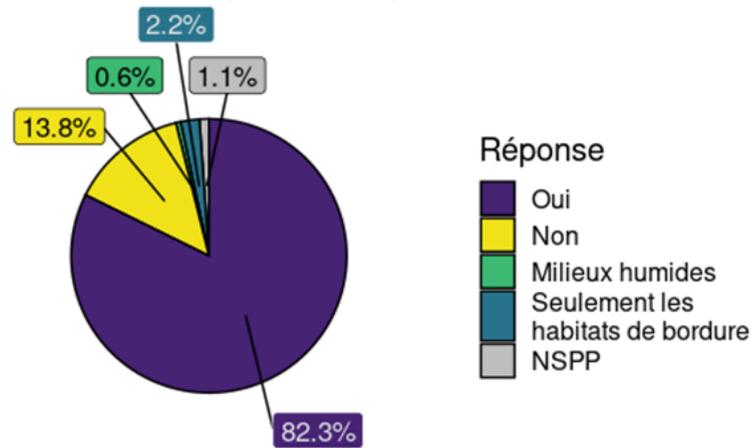


Fig. 15. Perception des mares selon les répondants

- Q.1.10. Considérez-vous que les mares font partie des zones humides ?

- **Connaissances liées aux mares: estimation du nombre de mares en France, inventaires, observatoires, protocoles et techniques en France**

- *Estimation du nombre de mares en France*

Comme pour la carte des mares en gestion, les mares recensées par des structures travaillant sur plusieurs régions ont été équitablement réparties entre les régions. Pour les régions disposant d'un observatoire régional des mares, leurs données sur les nombres de mares ont été utilisées à la place des résultats des questionnaires.

En l'état actuel des connaissances, et compte tenu des biais des répondants aux questionnaires, le nombre de mares total en France est d'environ 1 121 179.

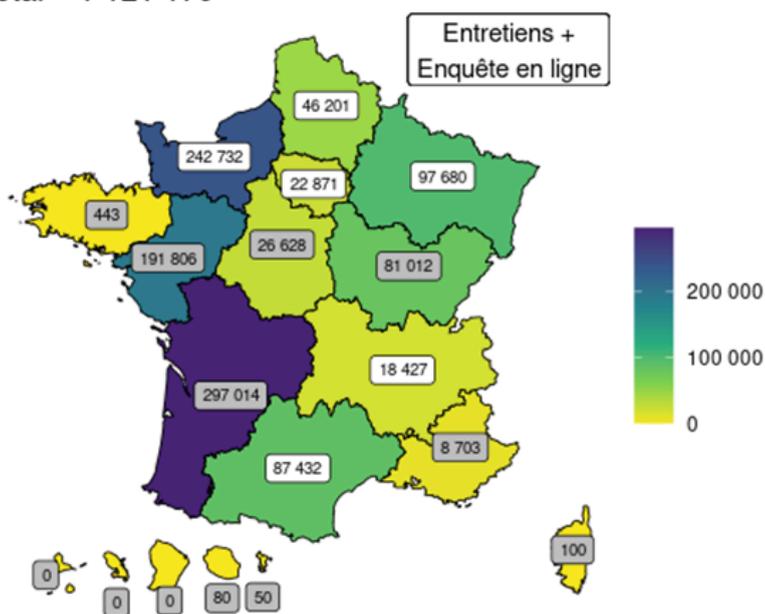
**En Île-de-France**, ce chiffre est de 22 871 mares (Fig. 16).

Cette estimation porte à une moyenne nationale de 1,77 mares par km<sup>2</sup> (Fig. 17). La densité varie très fortement selon les régions. Le nombre de mares dans certaines régions comme la Bretagne est clairement sous-estimé, indiquant à la fois une absence d'observatoire régional et un faible nombre de réponses à ce sujet dans nos questionnaires.

En Île-de-France, ce sont ~2 mares par Km<sup>2</sup>



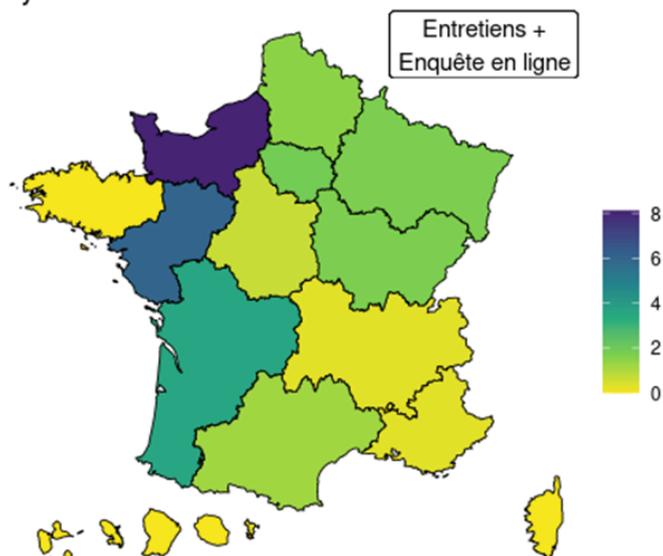
Nombre de mares total  
Total = 1 121 179



**Fig. 16.** Estimation du nombre de mares total. Les labels blancs indiquent les régions pour lesquelles les données d'un observatoire régional mares ont été utilisées.

- Q.2.4/2.5. Combien de mares avez-vous recensées ? Combien de mares potentielles estimez-vous dans votre zone d'action ?

Nombre de mares total par km<sup>2</sup>  
Moyenne nationale = 1.77



Densité de mares par km<sup>2</sup>

**Fig. 17.**

- Q.2.4/2.5. Combien de mares avez-vous recensées ? Combien de mares potentielles estimez-vous dans votre zone d'action ?



## - Inventaires et observatoires

**69%** des répondants ont mené des inventaires des mares au cours de ces 20 dernières années (Fig. 18).

Ces inventaires ont été menés dans le cadre de protocoles naturalistes experts, d'observatoires participatifs, d'Atlas de la Biodiversité Communales, d'inventaires généraux relatifs aux Zones humides, ou encore dans le cadre de Programme Régionaux des Mares ou équivalents (Fig. 19).

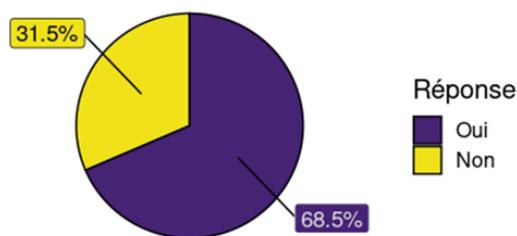
Les régions où ont engagés des projets d'observatoires participatifs:

- Grand-Est,
- Normandie,
- Hauts-de-France,
- Île-de-France,
- Occitanie,
- Nouvelle Aquitaine - spécifiquement l'ancienne région Poitou-Charentes,
- Centre Val de Loire,
- Auvergne-Rhône-Alpes
- La Région PACA et la Corse.

En Île-de-France, 17 projets d'inventaires ont été menés (Fig. 20).

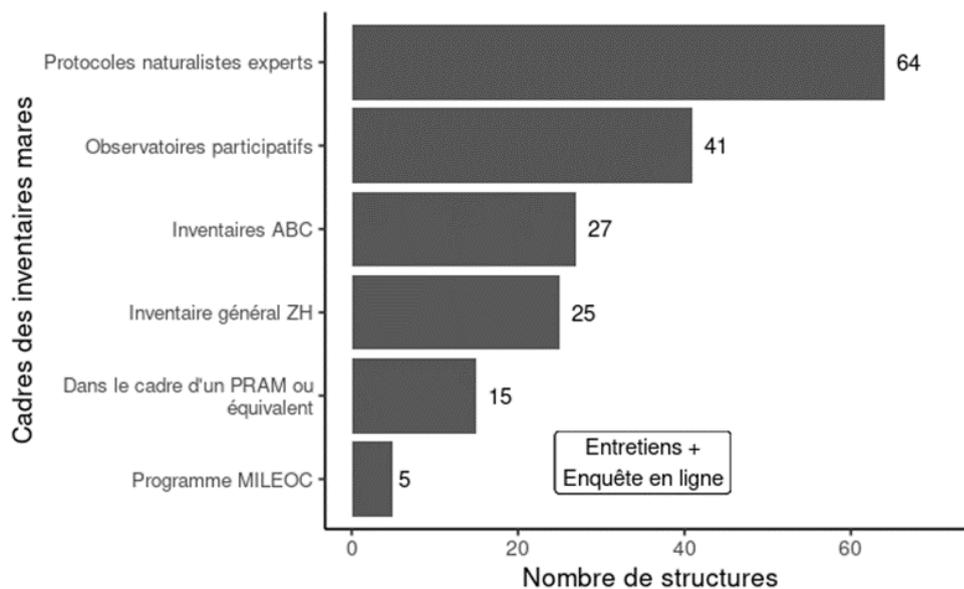
Sur les mares inventoriées, 32% sont considérées en bon état (Fig. 21). **Biais :** *La quantité insuffisante de données ne permet pas d'attester de la véracité de ce pourcentage.*

**80%** des répondants pensent utile d'effectuer un inventaire sur leur zone d'action (Fig. 22).



**Fig. 18. Part des répondants ayant mené des inventaires ces 20 dernières années**

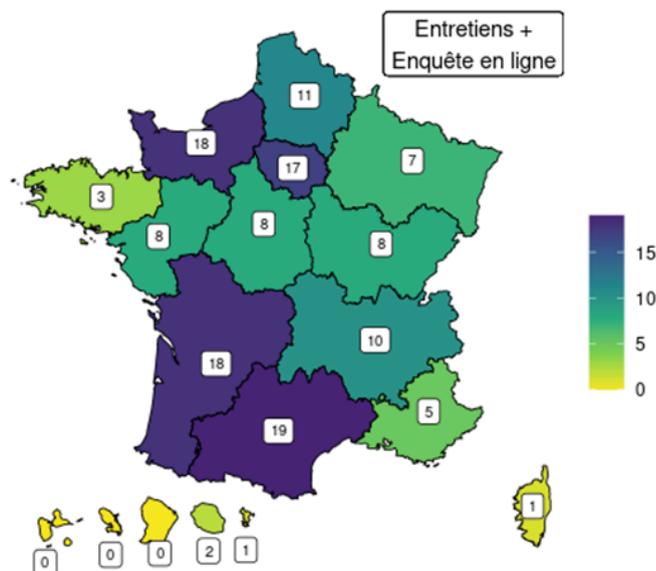
**-Q.2.1. Votre structure a-t-elle effectué ou effectue-t-elle actuellement un inventaire des mares dans votre zone d'action ?**



**Fig. 19.** Part des répondants ayant mené des entretiens ces 20 dernières années

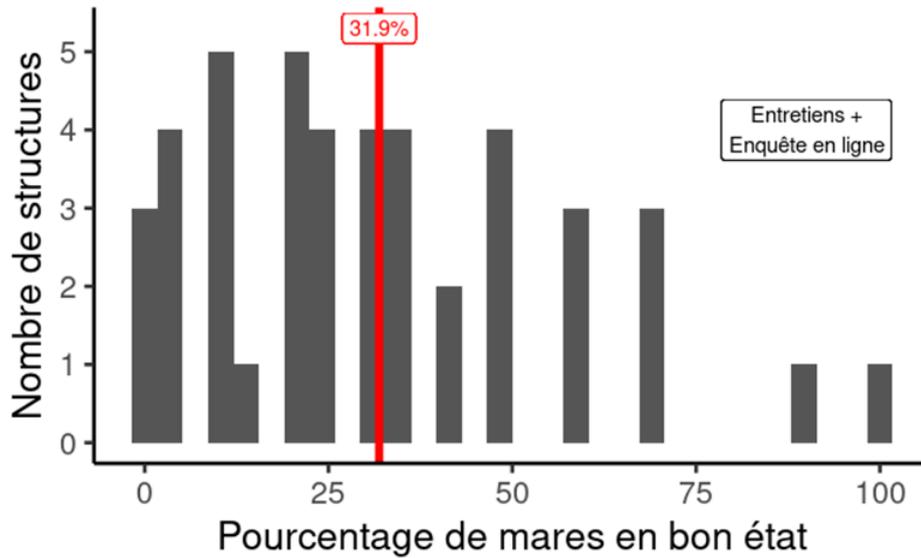
*-Q.2.2. Si oui, dans quel cadre avez-vous mené cet inventaire ?*

Nombre de structures menant des inventaires mares



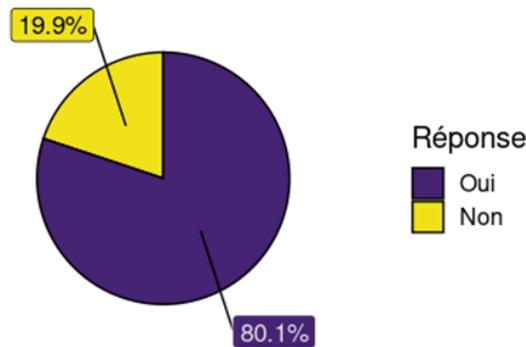
**Fig. 20.** Répartition régionale des structures menant ou ayant mené à bien des inventaires mares

*-Q.2.1. Votre structure a-t-elle effectué ou effectue-t-elle actuellement un inventaire des mares dans votre zone d'action?*



**Fig. 21. Pourcentage de mares en bon état. La moyenne sur toutes les réponses est indiquée en rouge**

**-Q.2.6. Avez-vous évalué l'état de conservation des mares que vous avez recensées ? Si oui, merci de nous indiquer le pourcentage des mares considérées en bon état de conservation**



**Fig. 22. Part des répondants considérant utile de mener à bien des programmes d'inventaires sur leur zone d'action**

**-Q.2.7. Pensez-vous utile de mener à bien un programme d'inventaire sur votre zone d'action?**



- **Une grande diversité de protocoles naturalistes utilisés pour recueillir les données sur les mares**

En ce qui concerne les protocoles naturalistes, il n'existe pas de standardisation à l'échelle nationale, (Fig. 23).

Une majorité des répondants utilisent cependant les protocoles nationaux suivants, les protocoles POP, Steli, les protocoles issus de la boîte à outils Mhéo (Fig. 23).

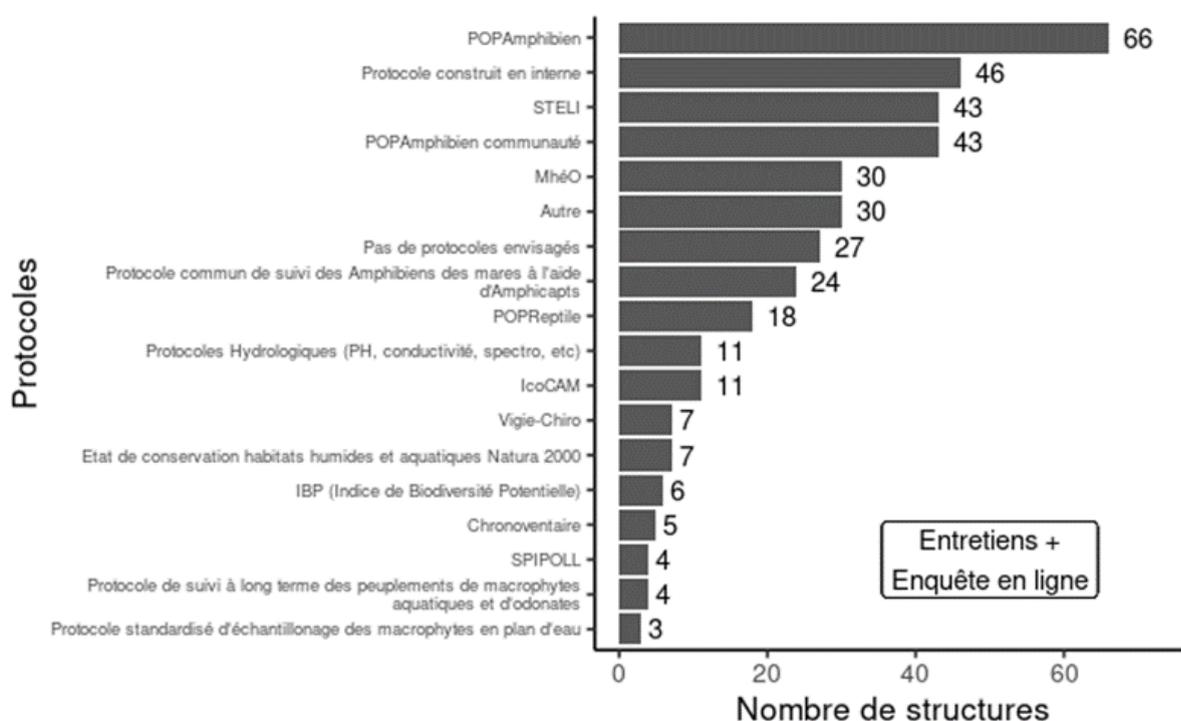
Au niveau national (Fig. 24) :

- **53%** des répondants utilisent des protocoles nationaux,
- **33%** des répondants utilisent d'autres protocoles que les protocoles nationaux,
- **15%** déclarent ne pas utiliser de protocoles

**En Île-de-France**, **70%** envisagent l'utilisation de protocoles, avec une majorité des répondants optant pour les protocoles POP Amphibien, et Steli (Fig. 25).

Les mares sont le plus souvent étudiées selon un prisme faune/flore: Végétation – 54% des répondants ; Herpétologie – 42% ; Odonates – 40% (Fig. 26). 35% des répondants utilisent des critères d'évaluation intégrés (faune, flore, pédologie, hydrologie, etc.)

**En Île-de-France**, les mares sont également étudiées selon un prisme faune/flore et milieux intégrés : Végétation – **57%** des répondants ; Odonates – **48%** ; Milieux, point d'entrée mares et indicateurs intégrés – **37%** ; Herpétologie – **37%** (Fig. 27).



**Fig. 23. Protocoles utilisés par les répondants pour recueillir des données sur les mares à échelle nationale**

**-Q.2.8. Quels protocoles utilisez-vous pour collecter les données faune/flore, habitats relatifs aux mares ?**

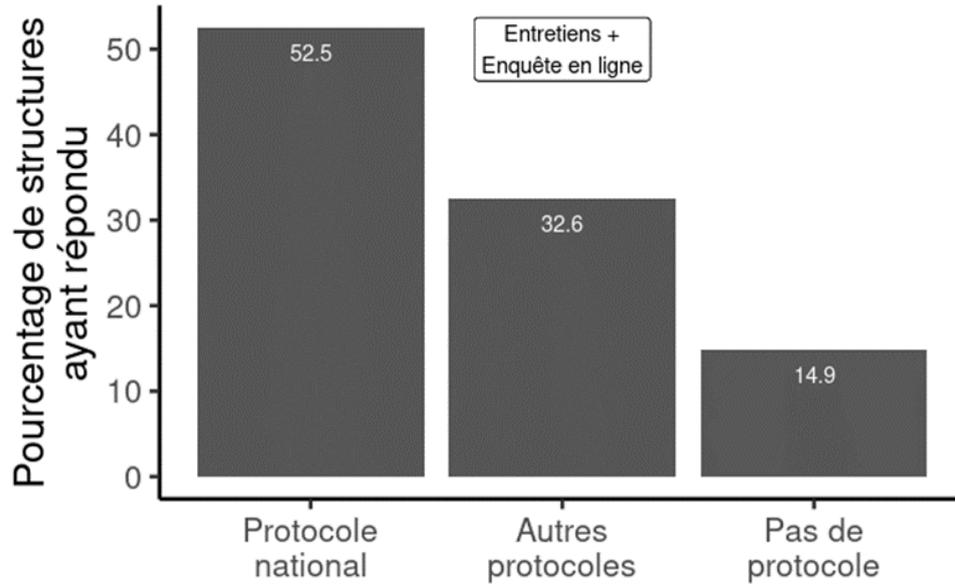


Fig. 24. Répartition de l'utilisation des protocoles nationaux

-Q.2.8. Quels protocoles utilisez-vous pour collecter les données faune/flore, habitats relatifs aux mares ?

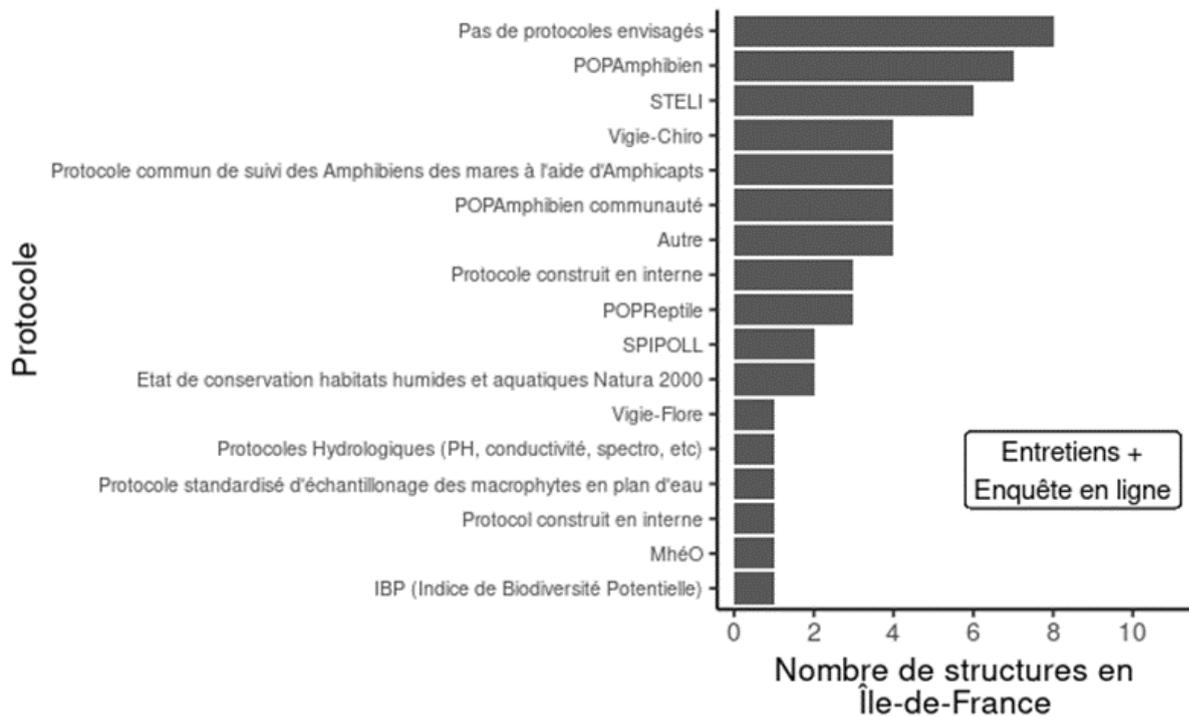
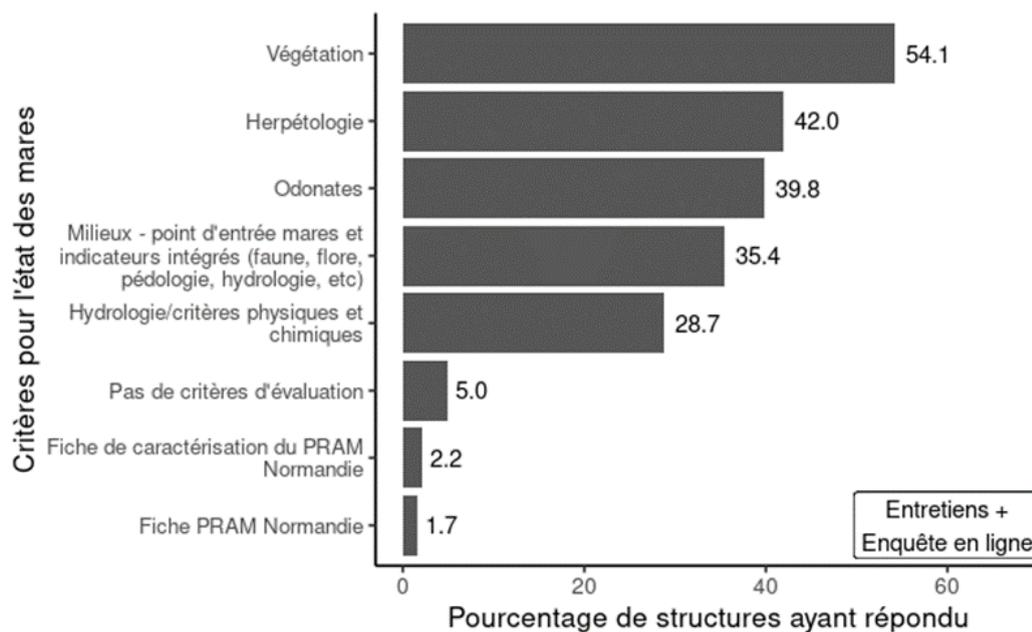


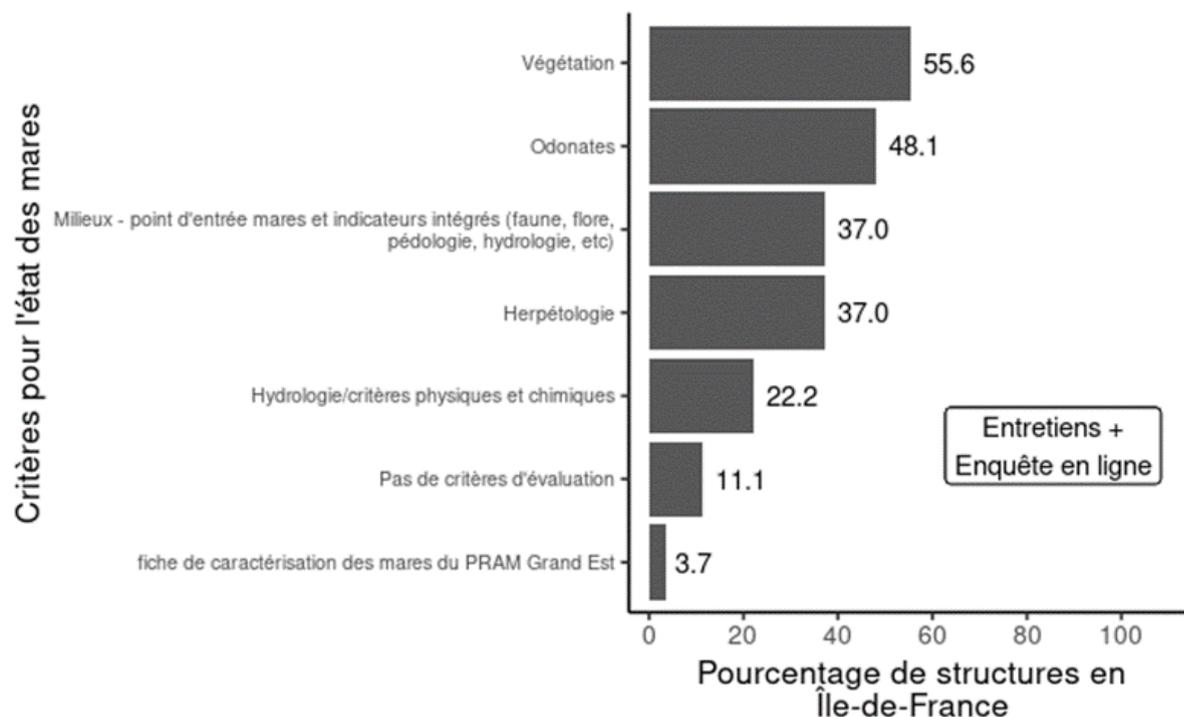
Fig. 25. Protocoles utilisés par les répondants pour recueillir des données sur les mares en Île-de-France

-Q.2.8. Quels protocoles utilisez-vous pour collecter les données faune/flore, habitats relatifs aux mares ?



**Fig. 26. Critères d'évaluation utilisés par les répondants pour évaluer l'état des mares**

*-Q.2.10. Quels critères d'évaluation utilisez-vous pour apprécier l'état des mares ?*



**Fig. 27. Critères d'évaluation utilisés par les répondants franciliens pour évaluer l'état des mares**

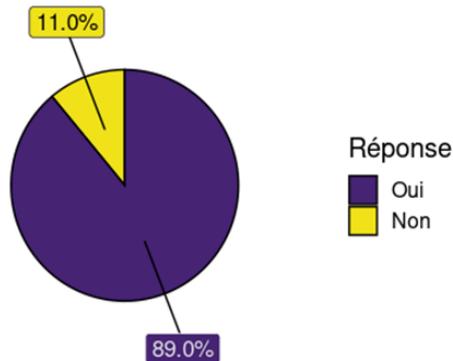
*-Q.2.10. Quels critères d'évaluation utilisez-vous pour apprécier l'état des mares ?*



- **Une volonté d'agir ensemble pour développer et centraliser des connaissances**

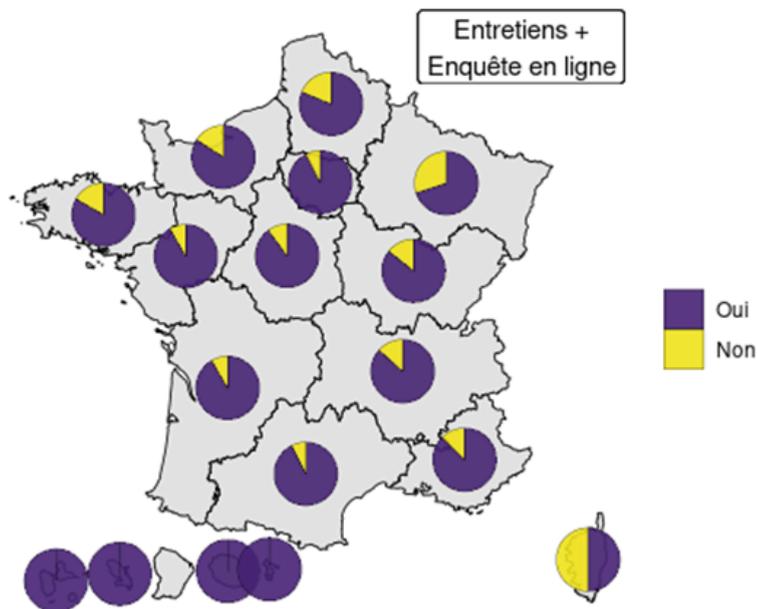
**89% des répondants** sont intéressés par un atlas national des mares qui remplirait les fonctions suivantes : Recensement des mares ; centralisation des outils relatifs aux mares ; mise en avant des initiatives des acteurs sur les territoires (Fig. 28).

Cette tendance se vérifie au niveau de l'Île-de-France, où ce sont **93%** des répondants intéressés par un atlas national des mares (Fig. 29 et Fig. 30).



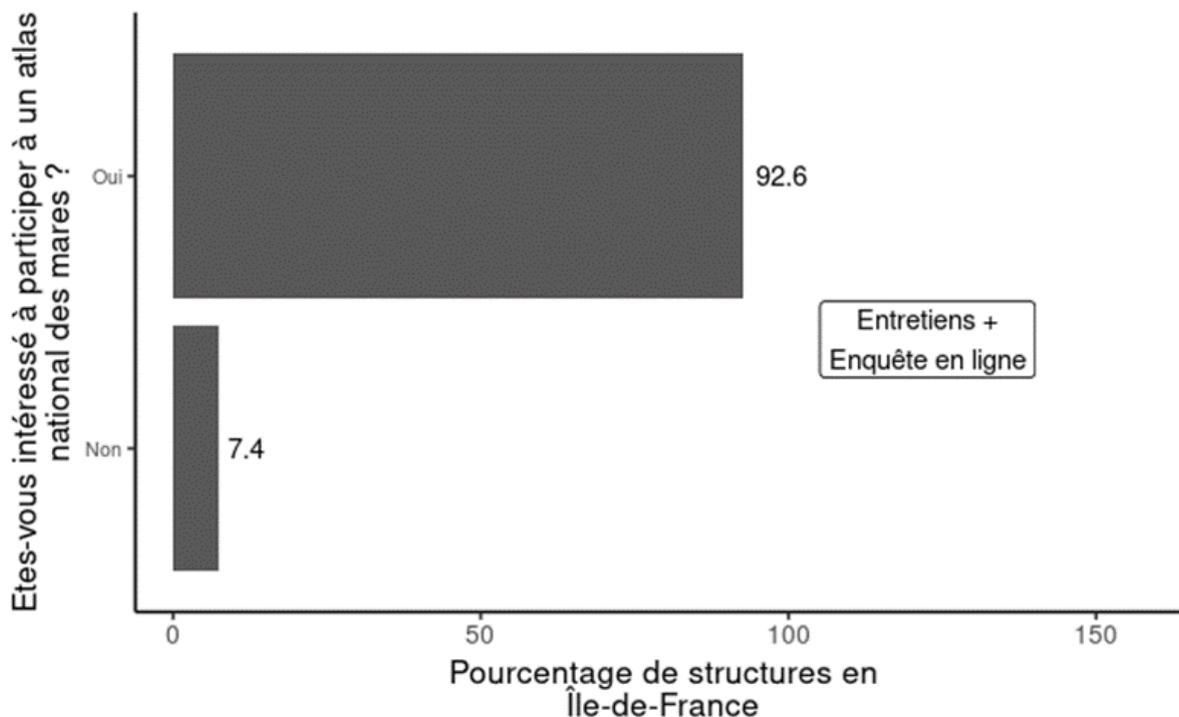
**Fig. 28. Part des répondants intéressés par un Atlas national des mares**

-Q.2.11. *Sont-ils intéressés par un atlas national des mares ?*



**Fig. 29. Répartition régionale - part des répondants intéressés par un Atlas national des mares**

-Q.2.11. *Sont-ils intéressés par un atlas national des mares ?*



**Fig. 30.** Part des répondants franciliens intéressés par un Atlas national des mares

**-Q.2.11. Sont-ils intéressés par un atlas national des mares ?**

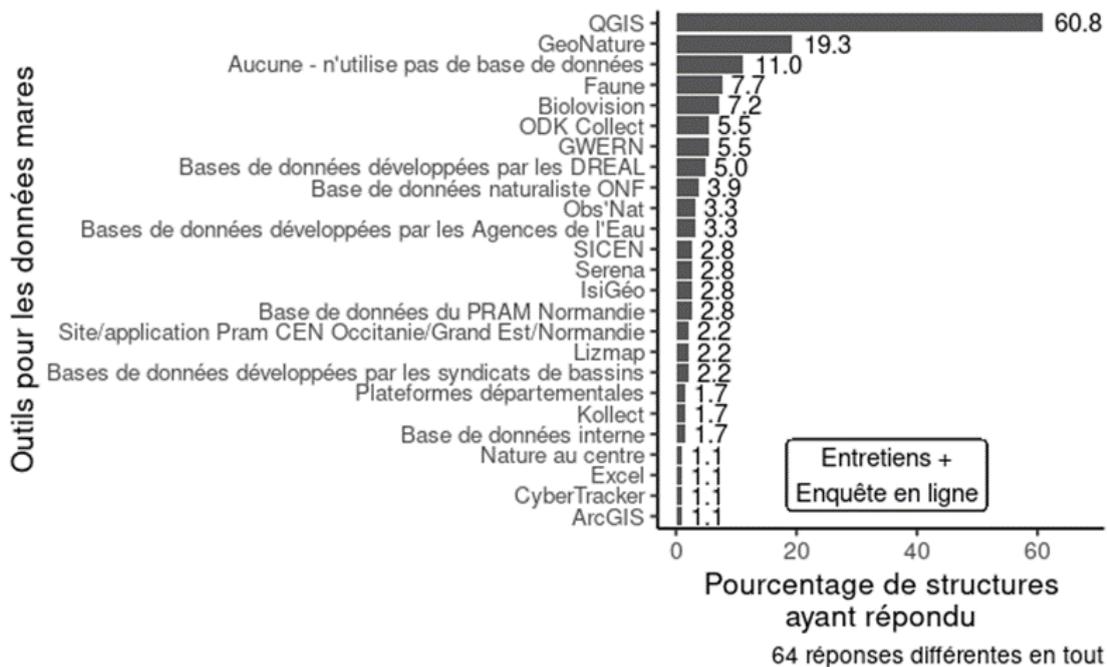
- **Gestion des données**

- **Utilisation hétérogène pour gérer les données mares à travers le territoire**

Les répondants utilisent des outils de collecte et des bases de données diverses à travers le territoire. Les outils de collecte/bases de données les plus couramment utilisés sont les suivants: QGis – **59%** des répondants ; GeoNature – **18%** des répondants ; Faune – **8%** ; BioloVision – **7%** (Fig. 31). Les outils de base de données ont été classés en deux catégories : (i) les outils standardisés dédiés à la gestion des données et qui permettent par exemple une saisie normalisée des données, et (ii) les outils non-dédiés à la gestion des données mais permettant un affichage non standardisé. **65%** des répondants utilisent des outils et bases de données standardisées, contre 24% qui utilisent des outils et bases de données non standardisées, et **11%** des répondants n'utilisent pas d'outils ou de bases de données dédiées (Fig. 32).



**Les répondants franciliens** utilisent le plus couramment les outils de collecte et bases de données comme suit: GeoNature – **41%** des répondants ; QGIS – **33%** ; Base de données naturaliste ONF – **11%** **33%** des répondants franciliens n'utilisent pas de base de données ou outils de collecte données (Fig. 33). **59% des répondants franciliens** utilisent des outils et bases de données standardisées, contre **7%** qui utilisent des outils et bases de données non standardisées, et **33%** des répondants n'utilisent pas d'outils ou de bases de données dédiées (Fig. 34). **53%** des répondants téléversent ces données directement ou indirectement ses données aux SINP locaux (Fig. 35)



**Fig. 31. Outils et bases de données utilisés par les répondants pour collecter et gérer leurs données mares**

*-Q.3.1. Utilisez-vous un de ces outils pour gérer vos données mares ?*

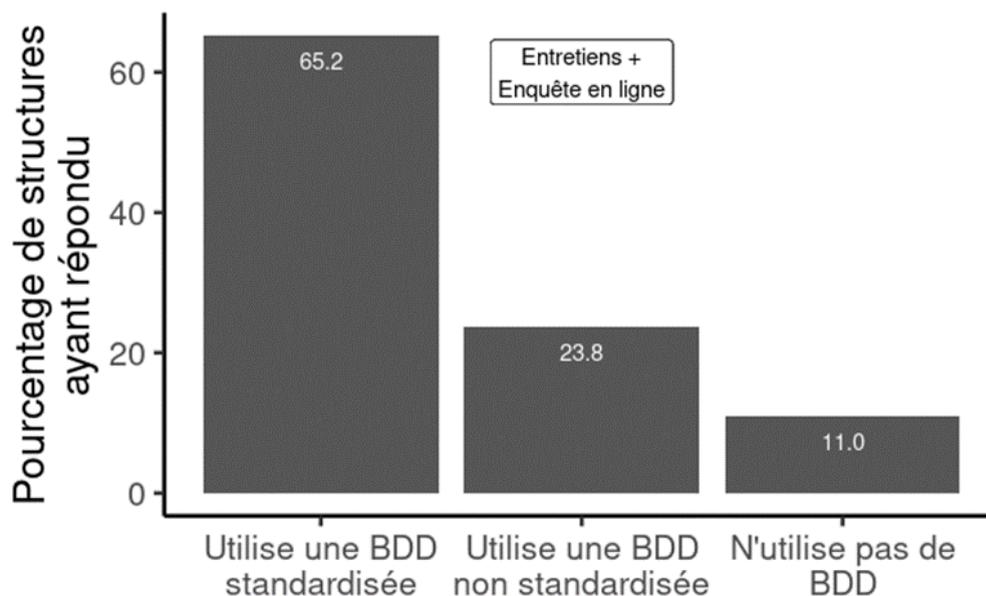


Fig. 32. Part des outils et bases de données standardisés utilisés par les répondants

*-Q.3.1. Utilisez-vous un de ces outils pour gérer vos données mares ?*

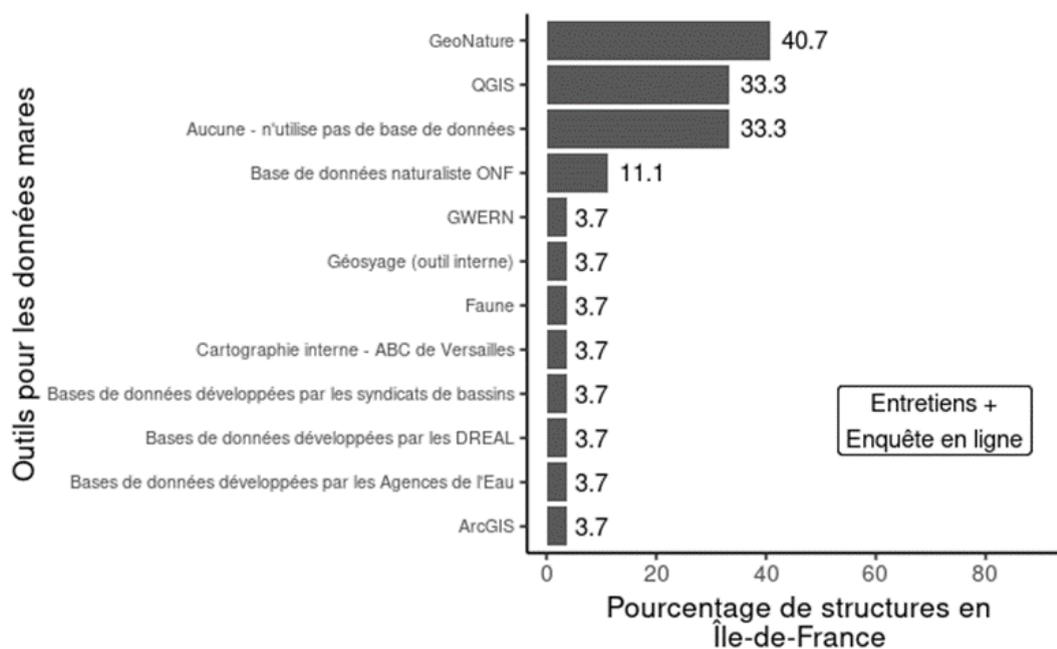
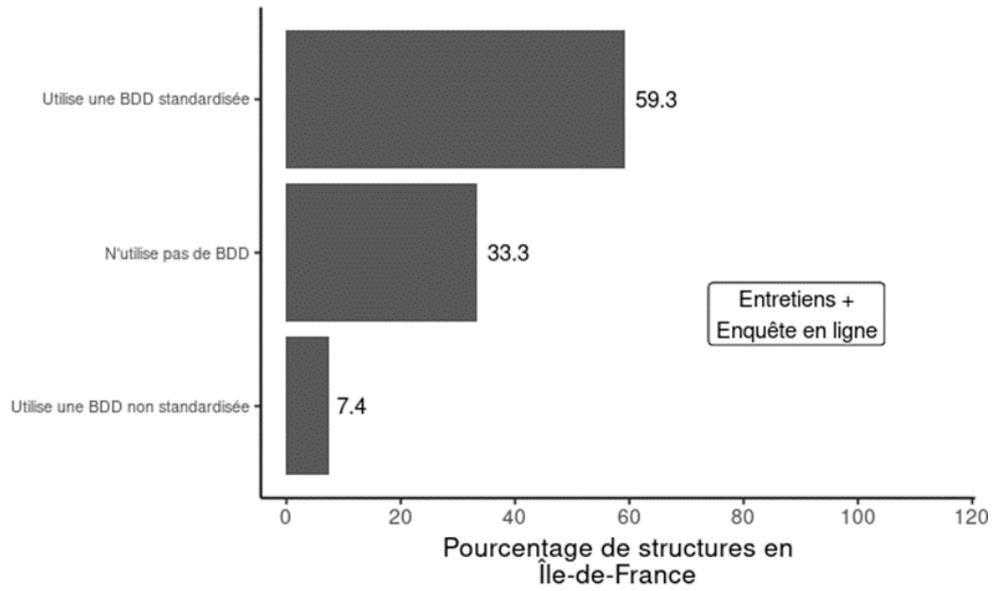


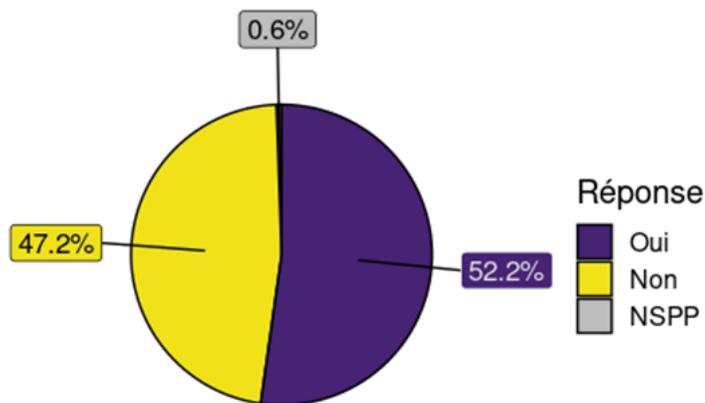
Fig. 33. Outils et bases de données utilisés par les répondants franciliens pour collecter et gérer leurs données mares

*-Q.3.1. Utilisez-vous un de ces outils pour gérer vos données mares ?*



**Fig. 34. Part des outils et bases de données standardisés utilisés par les répondants franciliens**

*-Q.3.1. Utilisez-vous un de ces outils pour gérer vos données mares ?*



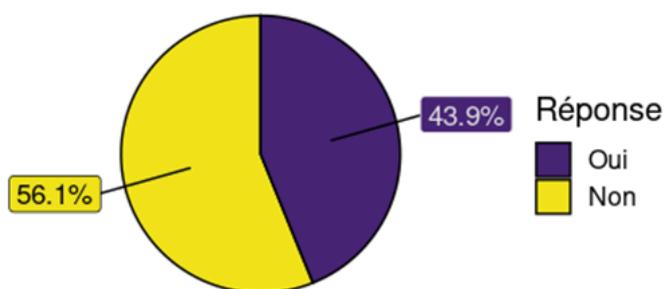
**Fig. 35. Part des acteurs téléversant directement ou indirectement leurs données aux SINP locaux**

*-Q.3.2. Vos données sont-elles téléversées au SINP ?*



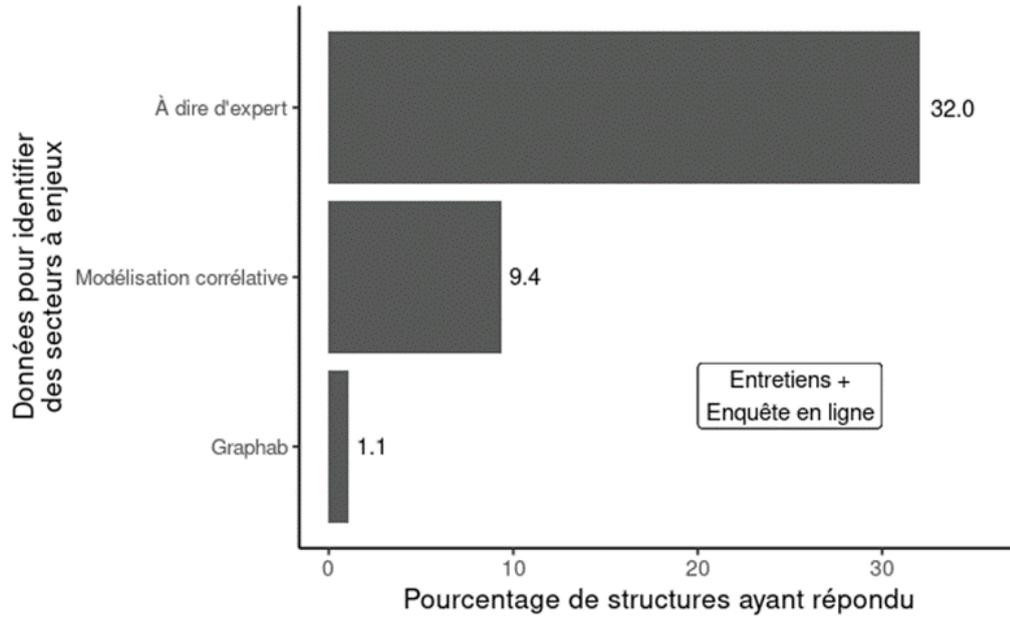
- **Méthode d'identification de secteurs à enjeux**

- **44% des répondants** déclarent identifier des secteurs à enjeux. (Fig. 36)
- **32%** d'entre eux le font à dire d'experts et **9.5%** en utilisant des techniques de modélisation corrélative (Fig. 37)
- **En Île-de-France**, ce sont **2** structures sur **27** qui utilisent la modélisation corrélative, soit **7%** des répondants de la région. (Fig. 38)
- **63%** des répondants se prononçant sont intéressés pour développer ces méthodologies (Fig. 39).
- **En Île-de-France**, **67%** des répondants sont intéressés par le développement de ces méthodologies (Fig. 40).



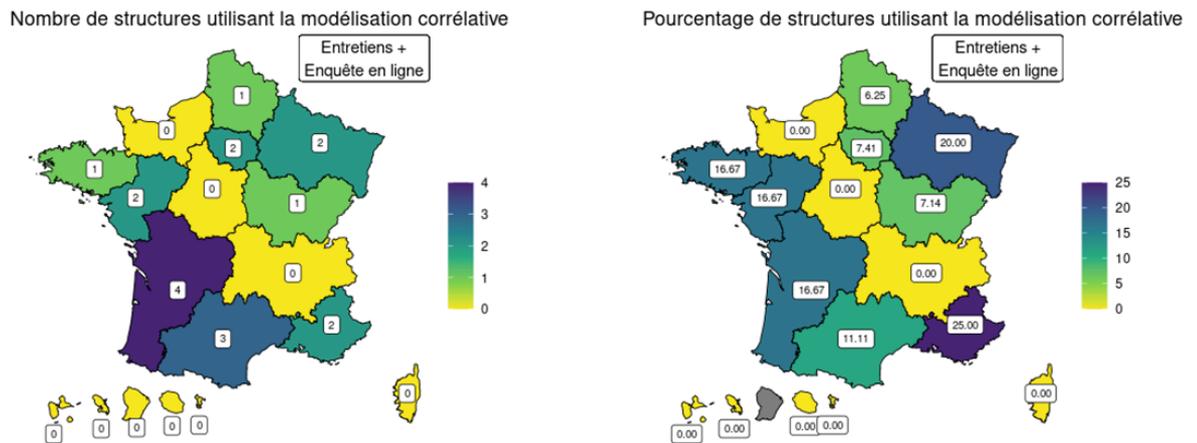
**Fig. 36. Part des répondants qui utilisent leurs données pour identifier des secteurs à enjeux**

**-Q.3.4. Utilisez-vous ces données pour identifier des secteurs à enjeux ?**



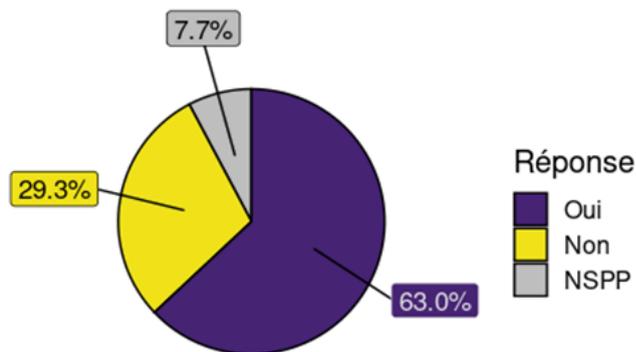
**Fig. 37. Types de méthodes utilisées par les répondants pour identifier des secteurs à enjeux**

*-Q.3.4. Si oui, quelles méthodes utilisez-vous ?*



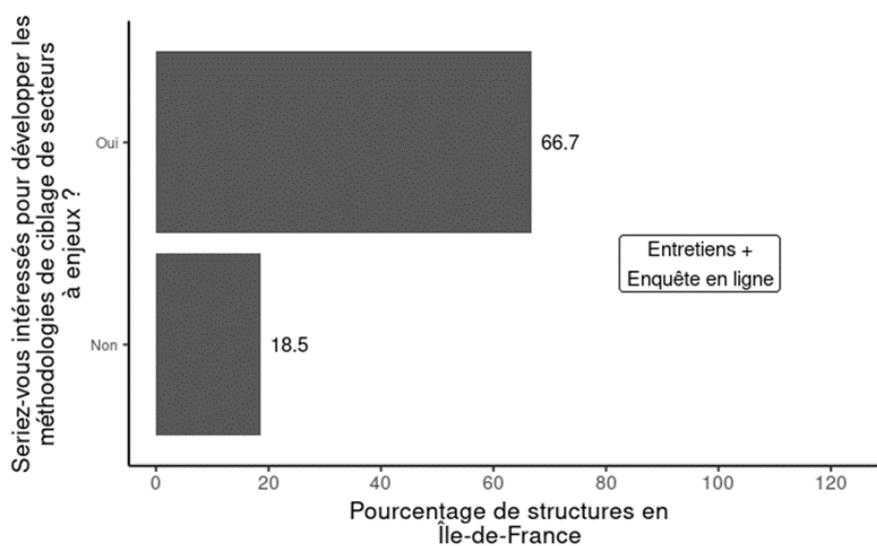
**Fig. 38. Répondants utilisant la modélisation corrélative pour identifier des secteurs à enjeux – répartition régionale**

*-Q.3.4. Si oui, quelles méthodes utilisez-vous ?*



**Fig. 39. Intérêt des répondants pour le développement de méthodes d'identification de secteurs à enjeux**

*-Q. 3.6.Seriez-vous intéressés pour développer ces méthodologies ?*



**Fig. 40. Intérêt des répondants franciliens pour le développement de méthodes d'identification de secteurs à enjeux**

*-Q. 3.6.Seriez-vous intéressés pour développer ces méthodologies?*



- **Projets, actions et compétences relatives aux mares en France**

- *Des répondants engagés depuis de longues années aux compétences diverses*

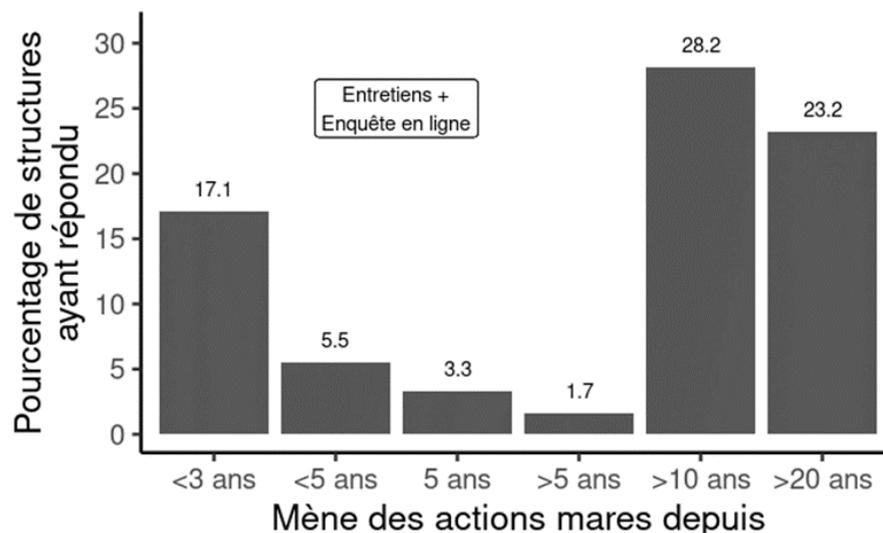
**51% des répondants** interrogés mènent depuis plus de 10 ans, des actions liées aux mares. (Fig. 41)

**En Île-de-France**, comme dans presque toutes les régions de France, au moins un répondant mène des actions liées aux mares depuis plus de 20 ans (Fig. 42).

Les répondants mènent à bien un large éventail de projets, avec pour 50% d'entre eux menant à bien ces différents types de projets : Restauration, projets liés à la connaissance (inventaires, recensement, identification, etc.), création de mares, conservation/gestion, suivis/évaluation, Conseil et accompagnement de tous types d'interlocuteurs publics ou privés (Fig. 43).

**67%** des répondants mènent ou ont mené à bien des actions de sensibilisation (Fig. 44).

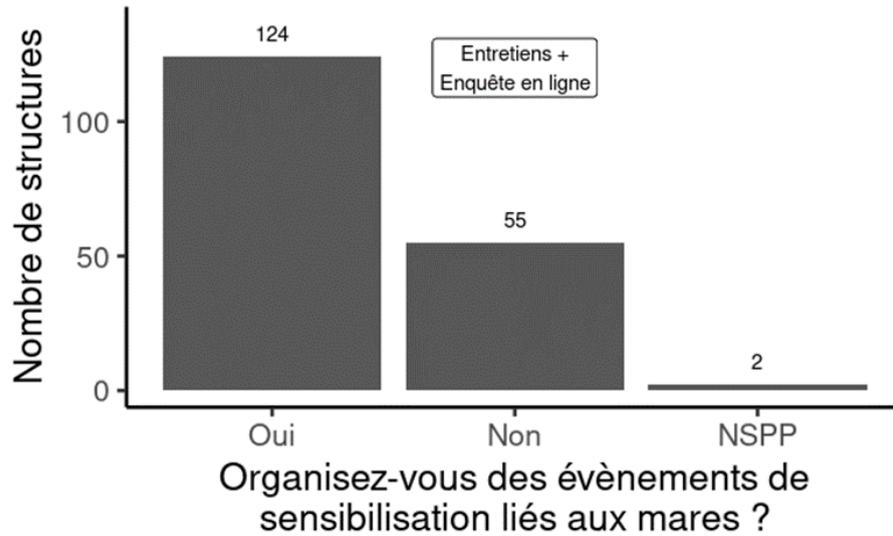
Une part d'entre eux participe aux évènements de sensibilisation nationaux : Journée mondiale pour les zones humides – **40.3%** ; Fréquence Grenouille – **25.4%** ; Fête des mares – **26.5%** ; Fête de la nature – **1.7%** (Fig. 45).



**Fig. 41. Temporalité des actions pour les mares des répondants**

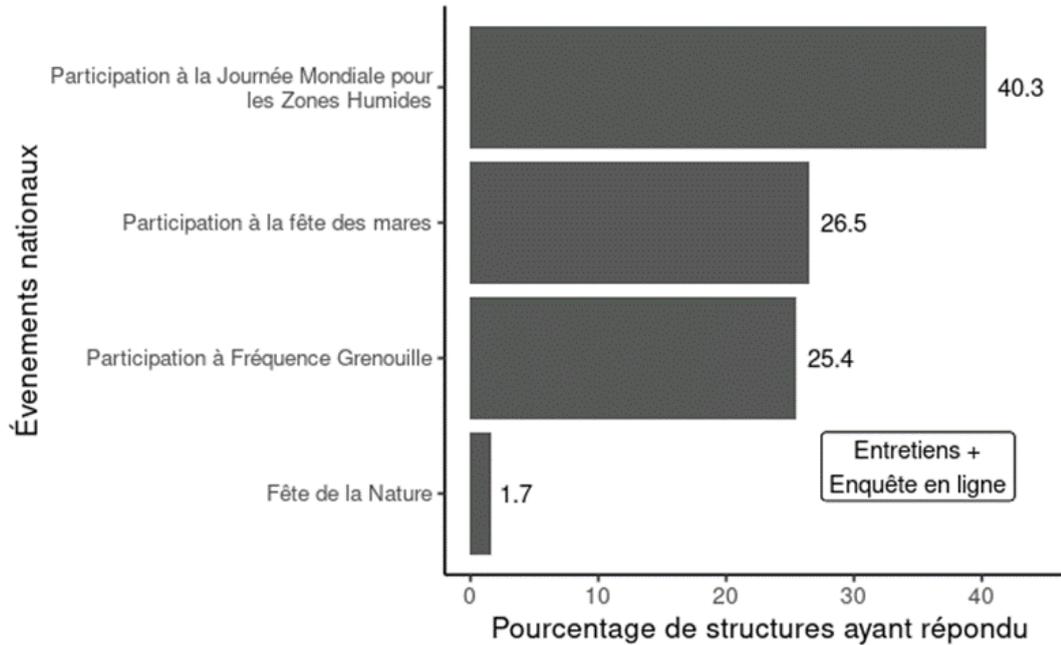
*-Q. 4.1. Depuis combien d'années menez-vous des actions sur les mares*





**Fig. 44. Part des répondants organisant des évènements de sensibilisation liés aux mares**

*-Q. 4.3. Avez-vous organisé ou organisez-vous des évènements de sensibilisation liés aux mares?*



**Fig. 45. Part des répondants participant aux évènements nationaux suivants : Journée Mondiale pour les Zones Humides, Fête des mares, Fréquence Grenouille, la fête de la Nature**

*-Q. 4.4. Participez-vous aux évènements nationaux suivants: Journée Mondiale pour les Zones Humides, Fréquence Grenouille, Fête des mares*



- **Des répondants engagés pour la restauration et la création de mares**

**Respectivement 70% et 57% des répondants mènent** à bien des projets de restauration et de création des mares (Fig. 43)

En l'état actuel des connaissances, **2 172** mares ont été créées en France depuis 20 ans. Soit, 0,00343 mares par km<sup>2</sup>. En Île-de-France, ce sont 54 mares créées sur la même période (Fig. 46).

En l'état actuel des connaissances, **6477** mares ont été restaurées en France depuis 20 ans. **En Île-de-France**, ce sont **202 mares** restaurées sur la même période (Fig. 47).

Les actions de restauration et de création des mares sont aujourd'hui menées majoritairement : dans des actions ciblées dans des programmes mares – **32% des répondants** ; Actions ciblées dans des programmes zones humides – **17% des répondants** ; actions ciblées dans le cadre des programmes trames vertes, bleues et turquoises – **10.5%** (Fig. 48).

Les difficultés majeures rencontrées par les acteurs dans le cadre de leurs projets de restauration ou création de mares sont principalement : le financement, l'accord des propriétaires privés, la réglementation et le manque de moyens humains (Fig. 49).

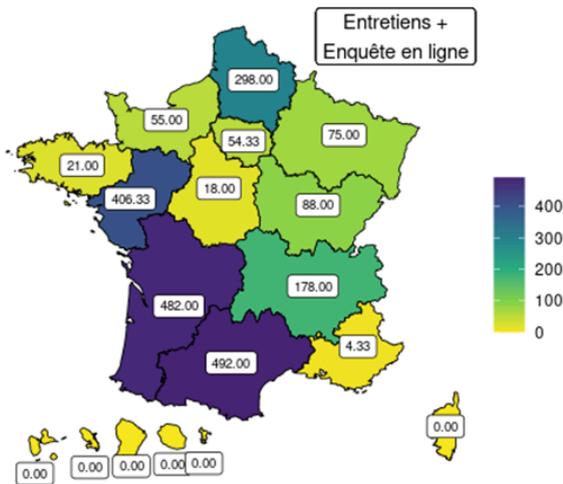
**En Île-de-France**, une tendance majeure ne se dégage pas, bien que le manque de moyens humains et le financement apparaissent comme des difficultés à la restauration sur le territoire (Fig. 50).

Voici certaines des difficultés inscrites dans la case « autres » par les répondants franciliens:

- Ile-de-France : Mobiliser les moyens financiers, trouver les entreprises spécialisées
- Paris ; Hauts-de-Seine ; Yvelines : subventionnement
- Yvelines : Trouver un partenaire pour nous accompagner dans nos projets de chantiers participatifs
- Seine-Saint-Denis : Manque de moyens humains spécialisés dans le domaine
- Hauts-de-Seine : Entreprises peu sensibles au travail en douceur
- Essonne : Communication/information avec l'organisme gestionnaire (lorsque privé)
- Essonne : L'accompagnement des acteurs de la restauration
- Seine-et-Marne : Informations liées aux fonctionnalités hydrologiques (compétence du gestionnaire en charge de l'assainissement), pas de compétence directe sur le suivi et l'entretien



Nombre de mares créées  
Total = 2 172



Nombre de mares créées par km<sup>2</sup>  
Moyenne nationale = 0.00343

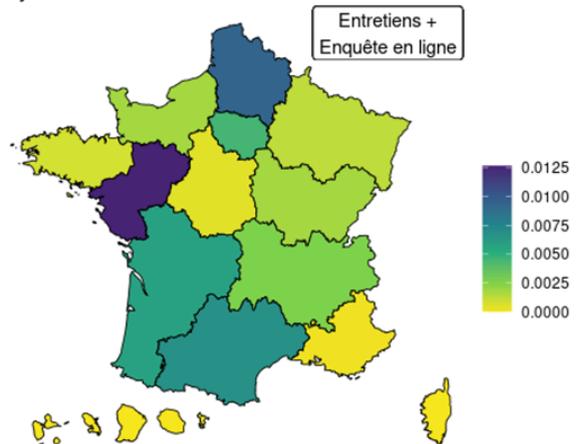
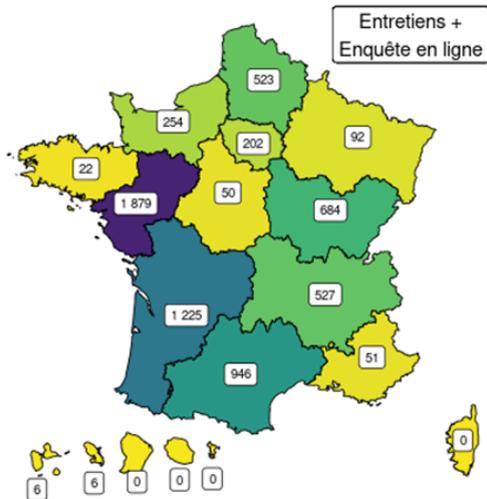


Fig. 46. Nombre de mares créées par les répondants

*-Q. 4.6. Si vous avez créé ou contribué à créer une ou plusieurs mares ces 20 dernières années, merci de répondre uniquement en chiffres*

Nombre de mares restaurées



Nombre de mares restaurées  
Moyenne nationale = 0.0102

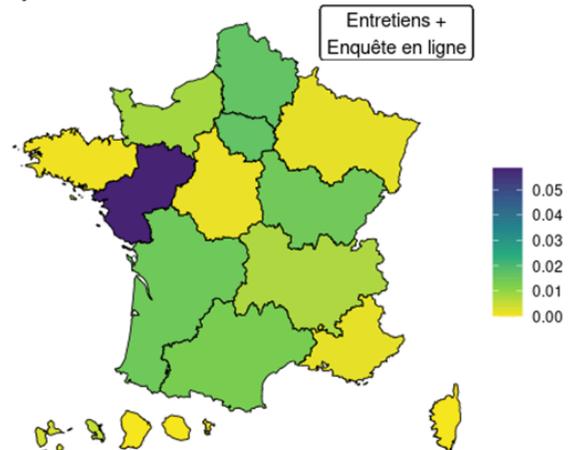
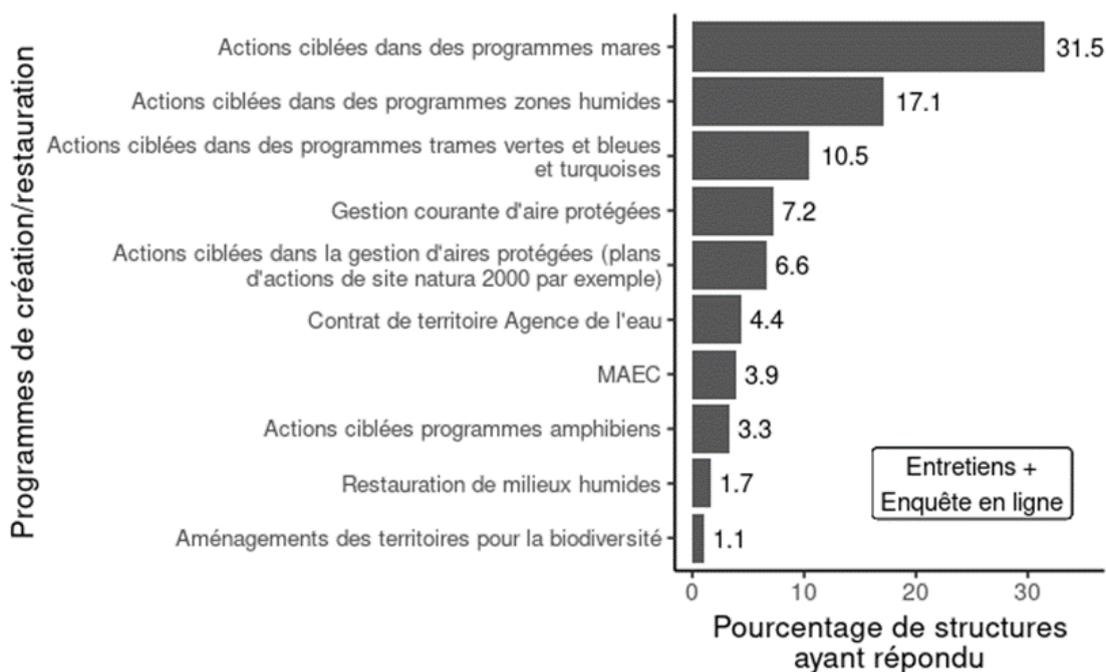


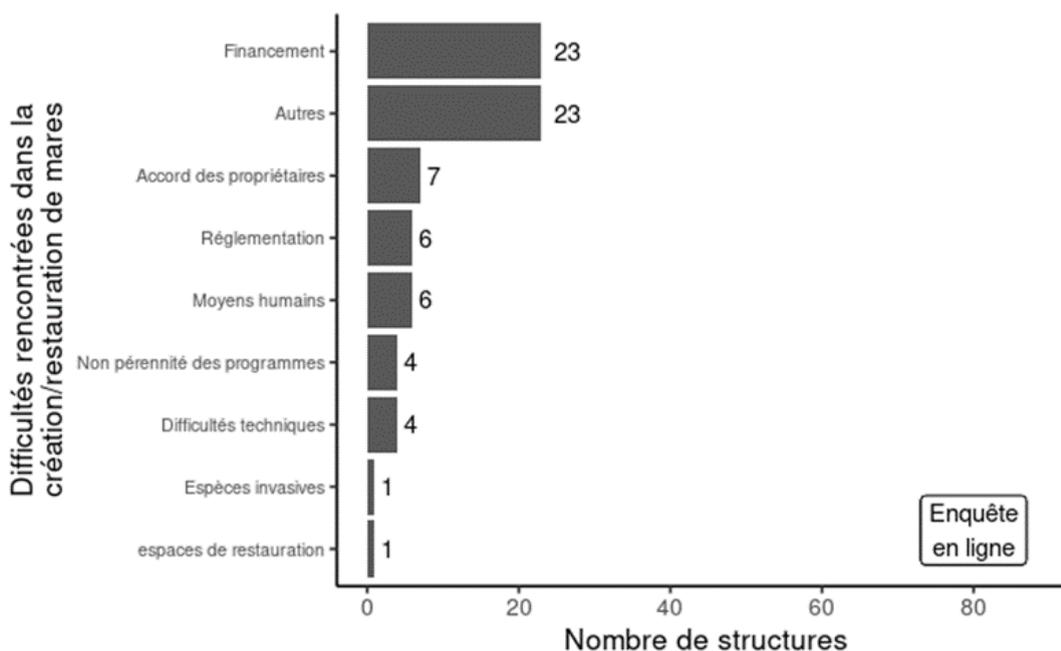
Fig. 47. Nombre de mares restaurées par les répondants

*-Q. 4.7. Si vous avez restauré ou contribué à restaurer une ou plusieurs mares, merci de répondre uniquement en chiffres*



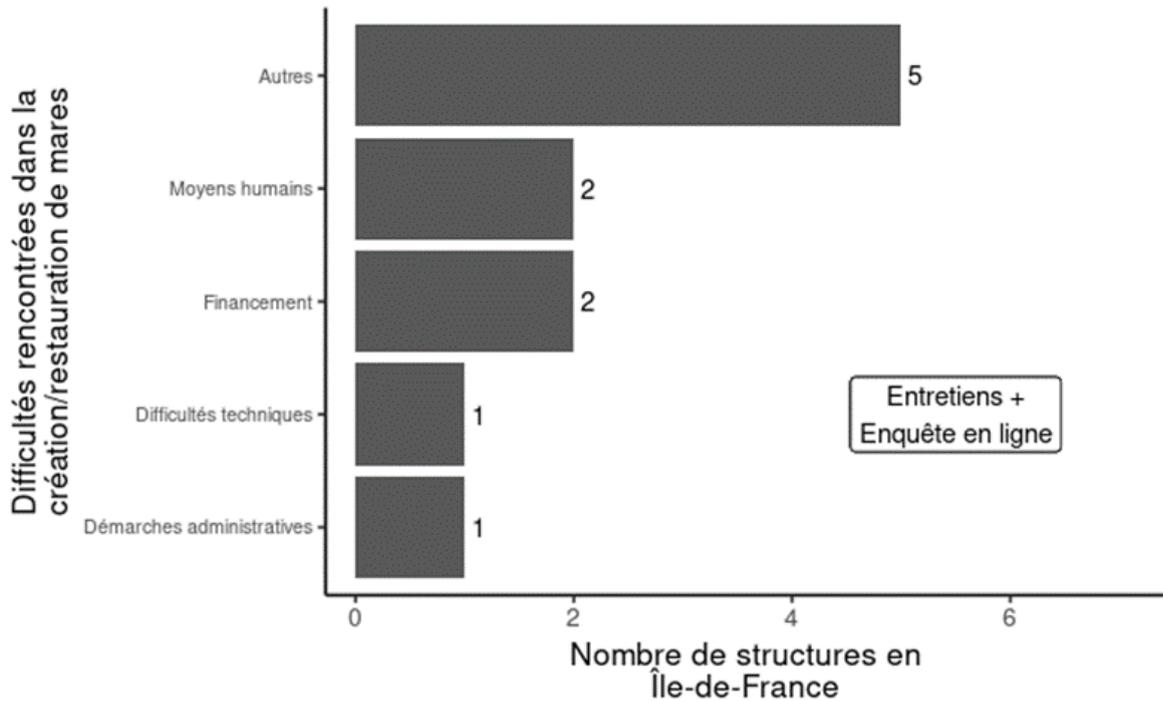
**Fig. 48. Cadres dans lesquels les répondants ont effectué leurs programmes de création/restauration des mares**

**-Q. 4.8. Avez-vous effectué ces deux actions dans le cadre de programmes ciblés mares ou dans un cadre plus large (concernant par exemple la restauration de milieux aquatiques ou humides)? Merci de préciser votre réponse**



**Fig. 49. Difficultés rencontrées par les répondants pour leurs projets de création et restauration**

**-Q. 4.11. Quelles difficultés rencontrez-vous dans vos projets de création ou de restauration de mares ?**

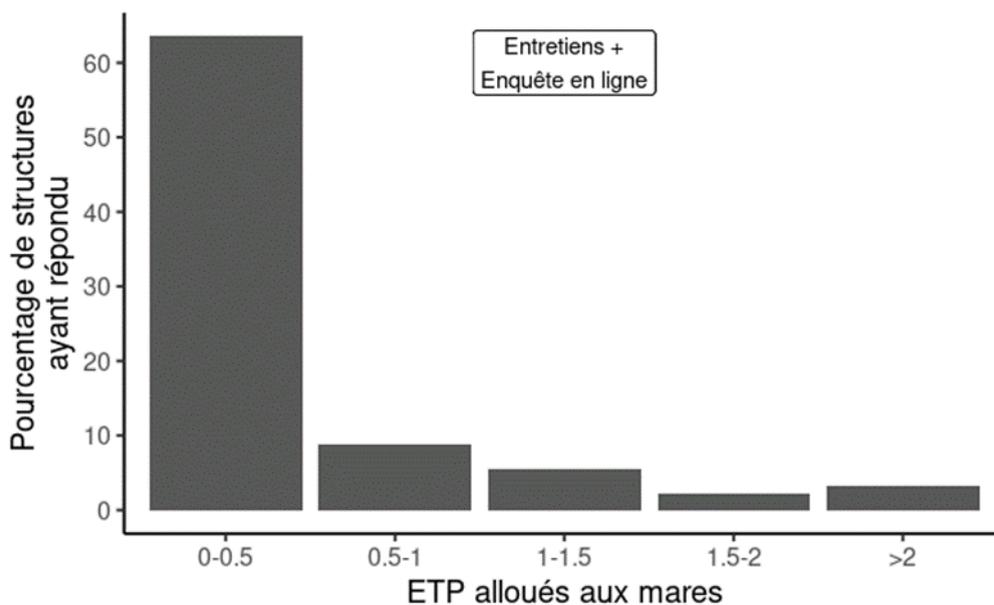


**Fig. 50. Difficultés rencontrées par les répondants franciliens pour leurs projets de création et restauration**

**-Q. 4.11. Quelles difficultés rencontrez-vous dans vos projets de création ou de restauration de mares ?**

**- Moyens humains et budgets**

- Plus de **60%** des répondants allouent de 0 à 0.5 équivalent temps plein (ETP) à leurs actions mares.(Fig. 51)
- La répartition régionale du nombre d'ETP indique les régions dont les répondants ont le plus d'ETP à disposition sur les actions mares (Fig. 52).
- 8 régions (Fig. 53) capitalisent des budgets alloués aux actions mares supérieurs à 100 000 € : Occitanie – **964 000 €** ; Île-de-France – **577 467 €** ; Pays de la Loire – **403 000 €** ; Normandie – **237 167 €** ; Bourgogne-Franche-Comté– **216 500 €** ; Hauts-de-France – **199 967 €** ; Auvergne-Rhône-Alpes – **192 500 €** ; Nouvelle-Aquitaine – **149 500 €**.
- La répartition départementale du budget alloué aux actions mares indique les départements spécifiques où les budgets sont les plus élevés, en cohérence avec les 8 régions précédemment citées (Fig. 54). Certains départements se démarquent cependant avec des budgets supérieurs à **100 000 €**: L'Aveyron (12), le Maine-et-Loire (49), la Vendée (85), la Vienne (86), le Tarn (81), le Tarn-et-Garonne (82), l'Aude (11), le Rhône (69), l'Orne (61), l'Eure (27), la Seine-Maritime (76), le Val d'Oise (95), les Hauts-de-Seine (92).



- Fig. 51. Nombre d'ETP alloués par les répondants à leurs projets mares
- -Q. 4.12. Quel est, approximativement, le temps de travail alloué à vos actions mares annuellement ?

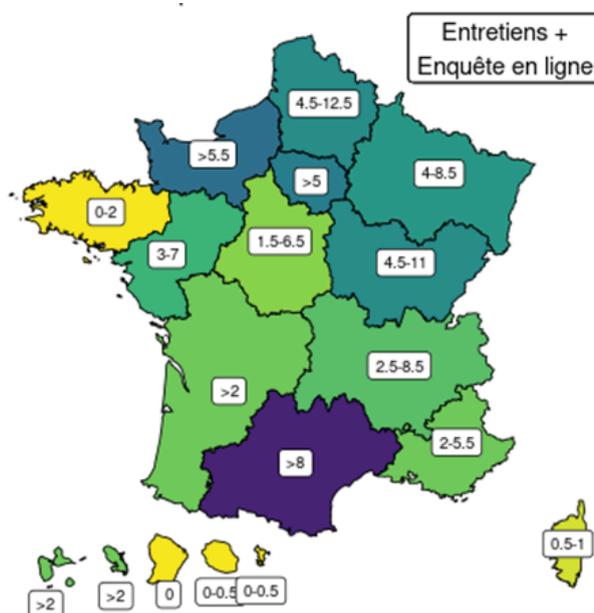
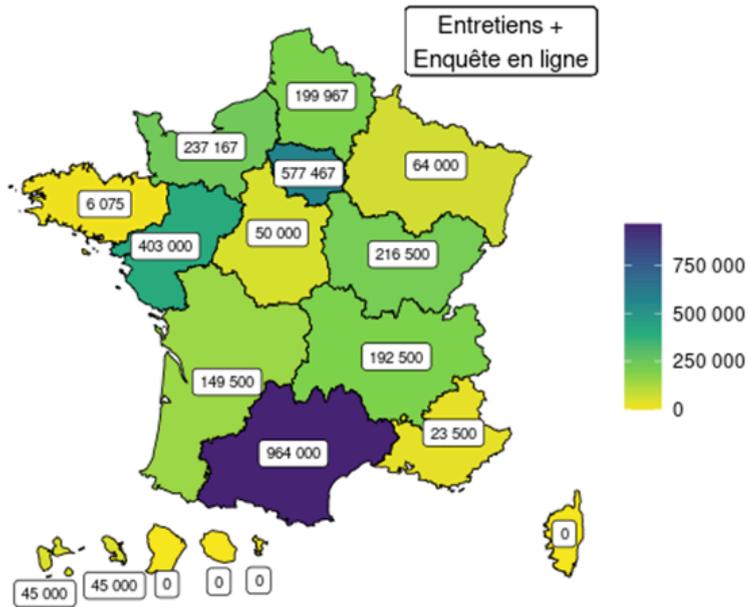


Fig. 52. Nombre d'ETP alloués par les répondants à leurs projets mares – répartition régionale

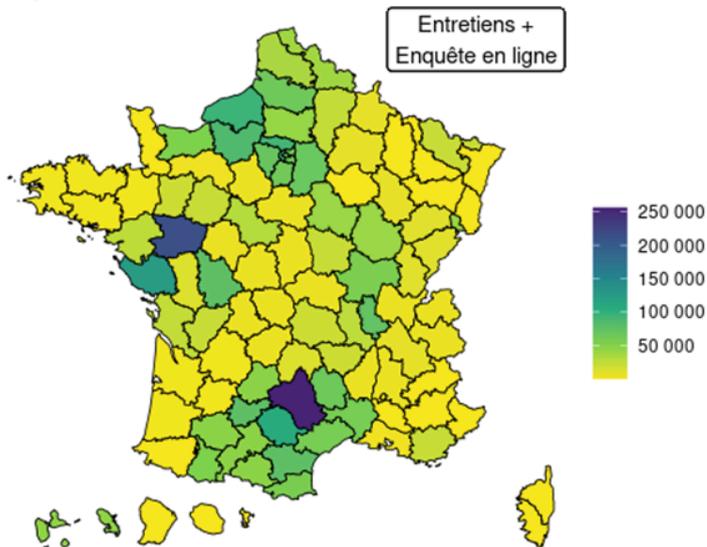
- -Q. 4.12. Quel est, approximativement, le temps de travail alloué à vos actions mares annuellement ?



**Fig. 53.** Budget annuel alloué en euros par les répondants aux actions mares

*-Q. 4.13. Quel est, approximativement, le budget alloué à vos actions mares annuellement ?*

Budget annuel mares en euros



**Fig. 54.** Budget annuel alloué en euros par les répondants aux actions mares – répartition départementale

*-Q. 4.13. Quel est, approximativement, le budget alloué à vos actions mares annuellement ?*



- **Cadre juridique, institutionnel et financement des actions sur les mares**

- *Des politiques publiques pas adoptées dans les territoires, un cadre juridique divers pour les mares*

**83% des répondants** ne se fondent pas sur les documents stratégiques des politiques publiques environnementales nationales (4<sup>e</sup> PNMH, SNB 2030) pour élaborer leurs programmes relatifs aux mares. (Fig. 55)

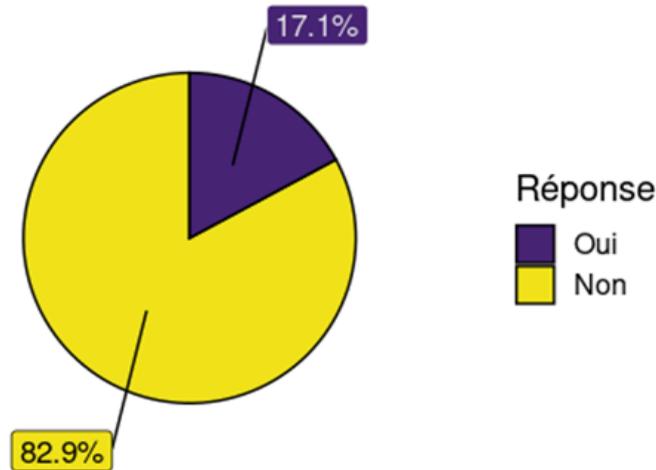
**En Île-de-France, 82% des répondants** ne se fondent pas sur les documents stratégiques des politiques publiques environnementales nationales pour élaborer leurs programmes relatifs aux mares. (Fig. 56)

Les répondants se basent sur des textes officiels – lois, décrets, arrêtés et règlements locaux (SDAGE, SAGE, règlements d'aires protégées, PLU, etc.) divers dans le cadre de leurs programmes d'actions pour les mares. Principalement les SDAGE/SAGE à **29%** ; les Plans locaux d'urbanisme (PLU) à **22%** et les règlements aires protégées à **12%** (Fig. 57).

**En Île-de-France, les répondants** se basent sur les SAGE/SDAGE pour **56%** d'entre eux, les PLU pour **26%** d'entre eux, et les Site Natura 2000, le schéma régional de cohérence écologique (SRCE), les règlements aires protégées pour **7%** respectivement (Fig. 58).

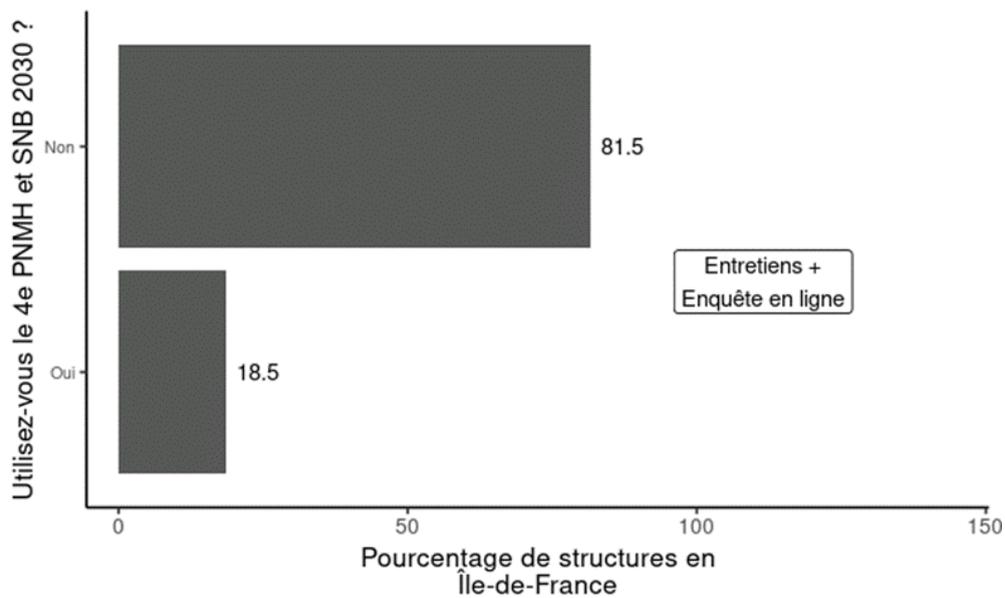
Un large éventail de méthodes sont utilisées pour protéger les mares, bien que celles-ci ne soient pas toutes spécifiques aux mares (Fig. 59).

- Règlements espèces protégées (APB, APPB)
- La création d'aires protégées (Natura 2000, Réserves Biologiques ONF, ENS, RNN, RNR, PN, PNR, etc.),
- Les conventions ORE,
- L'achat foncier de mares (CEN, départements et le conservatoire du littoral),
- Intégration aux documents d'urbanisme
- Le label Refuge Mare
- Natura 2000
- Les réserves biologiques
- Refuge Grenouille
- Protection forêts domaniales ONF



**Fig. 55. Part des répondants utilisant les documents stratégiques des politiques publiques de l'environnement**

*-Q. 5.1. Utilisez-vous les stratégies et politiques publiques (4e PNMH, SNB 2030) pour construire vos programmes mares sur le long terme?*



**Fig. 56. Part des répondants franciliens utilisant les documents stratégiques des politiques publiques de l'environnement**

*-Q. 5.1. Utilisez-vous les stratégies et politiques publiques (4e PNMH, SNB 2030) pour construire vos programmes mares sur le long terme?*

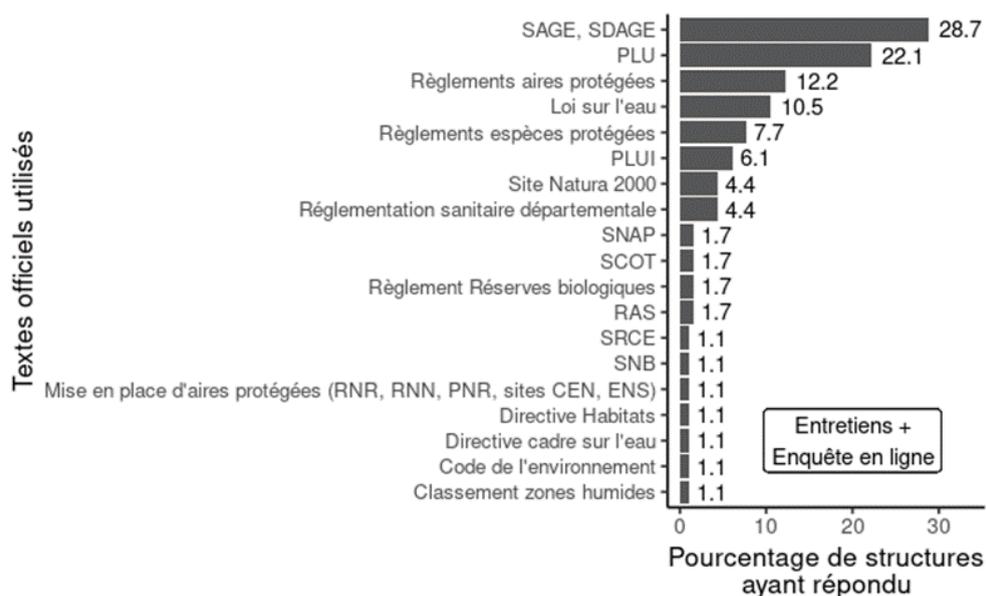


Fig. 57. Liste des textes réglementaires utilisés par les répondants

**-Q. 5.2. Sur quels textes officiels - lois, décrets, arrêtés, cadres et règlements locaux vous appuyez-vous dans le cadre de vos programmes d'actions mares?**

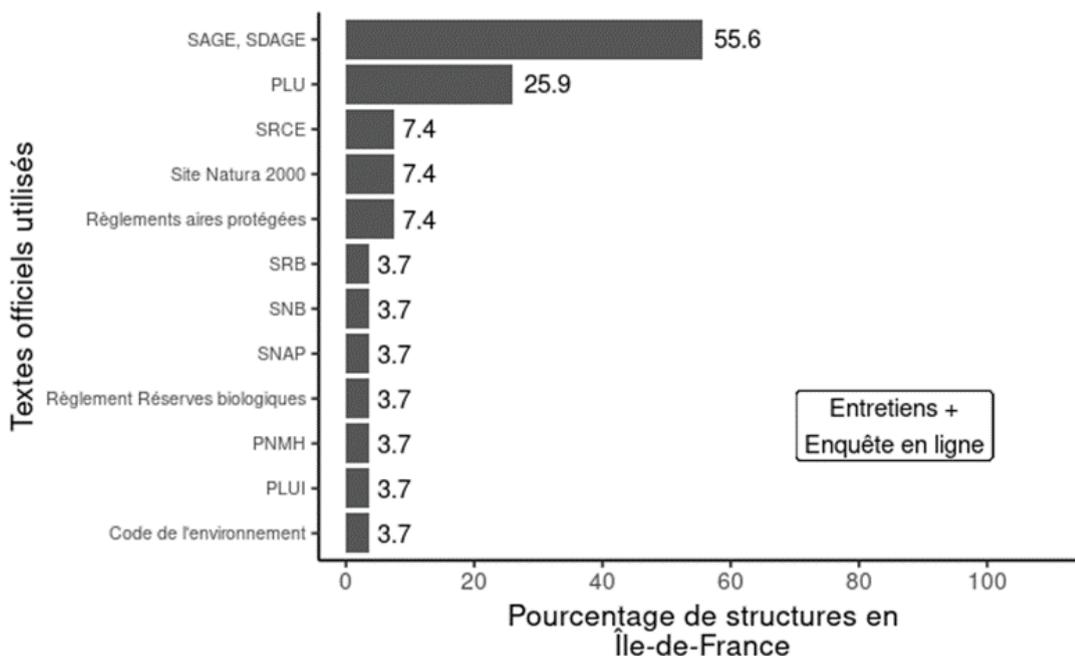
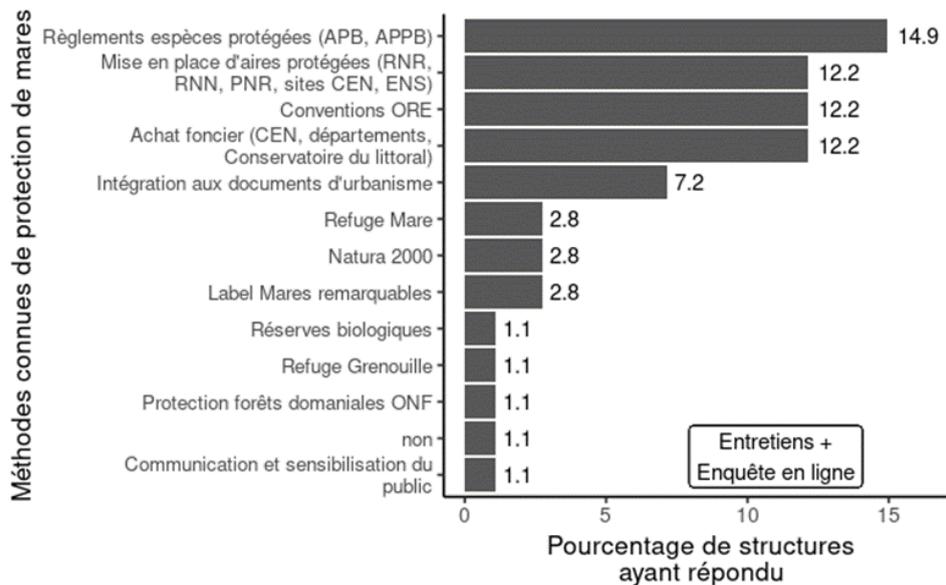


Fig. 58. Liste des textes réglementaires utilisés par les répondants franciliens

**-Q. 5.2. Sur quels textes officiels - lois, décrets, arrêtés, cadres et règlements locaux vous appuyez-vous dans le cadre de vos programmes d'actions mares?**



**Fig. 59. Méthodes utilisées par les répondants pour protéger les mares**

**Q. 5.3. Avez-vous connaissance de labels, de mécanismes ou de méthodes efficaces pour protéger les mares? si oui, lesquels. Par mécanismes ou méthodes, nous incluons tous types d'aires protégées, mais aussi d'autres méthodes spécifiques aux mares.**

- **Des types de financements, financeurs divers sur les actions mares, des besoins concrets émanant du terrain**

Voici, dans l'ordre, les financeurs/types de financements majeurs mobilisés pour les actions mares (Fig. 60)

1. Agences de l'eau,
2. Les régions,
3. Les départements,
4. Les fonds européens,
5. Appels à projets ponctuels sur des subventions étatiques,
6. Les communes,
7. Les financeurs privés,
8. L'OFB
9. La DREAL

Cette tendance varie selon les régions, bien que l'Agence de l'eau, les régions et les départements restent les financeurs majeurs des projets liés aux mares (Fig. 61).

**Pour l'Île-de-France**, la tendance se confirme, avec un financement à part égale des Agences de l'eau et de la région (**26%**), ainsi que des communes et des départements (**22%**). (Fig. 62)

**49%** des répondants ne disposent pas de financements pérennes pour leurs programmes mares. **24%** d'entre eux ne se prononcent pas, **23%** déclarent disposer d'assez de



financements, 4% d'entre eux considèrent que leurs financements leur permettent moyennement la pérennité de leurs programmes (Fig. 63).

Dans les régions de France, les résultats varient significativement selon les régions.(Fig. 64)

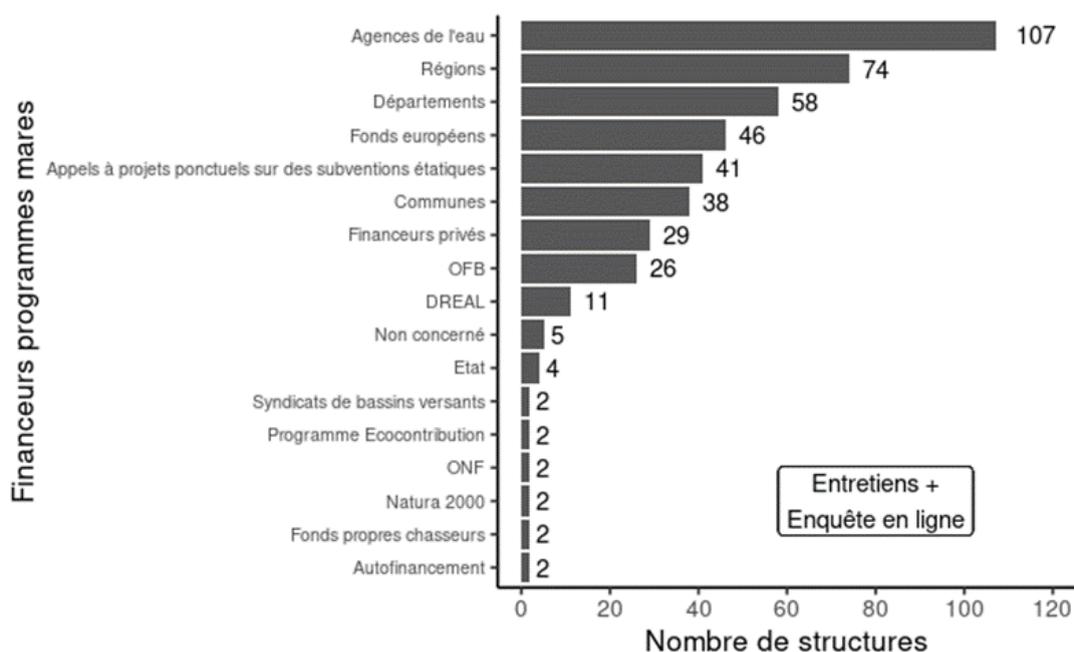
**Pour l'île de France**, sur le pourcentage de réponses obtenues (**moins de 40% de réponses**), **30%** des répondants déclarent ne pas disposer de financements pérennes (Fig. 65).

**61%** des répondants déclarent ne pas disposer d'assez de financements pour leurs programmes mares. **25%** d'entre eux déclarent disposer d'assez de financements. 13% des répondants ne se prononcent pas (Fig. 66).

**En Île-de-France**, la **48%** des répondants déclarent ne pas disposer d'assez de financement pour leurs programmes mares, contre **4%** qui déclarent en disposer suffisamment, les **48%** restants ne se prononcent pas (Fig. 67 et Fig. 68).

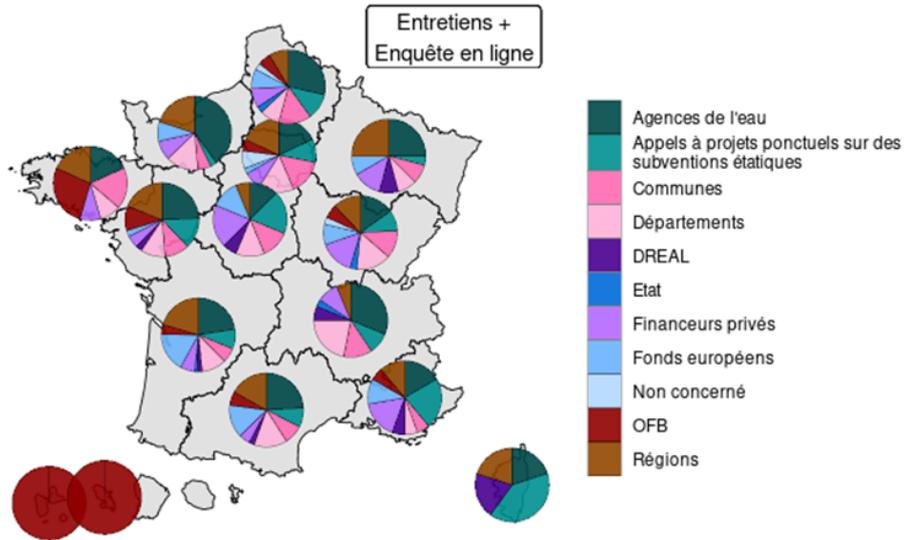
**56% des répondants** ne disposent pas d'assez de connaissances sur les financements disponibles (Fig. 69).

**En Île-de-France**, cette tendance se confirme (Fig. 70). Par ailleurs, les répondants franciliens sont intéressés pour **78%** d'entre eux par des informations actualisées sur les opportunités de financement.



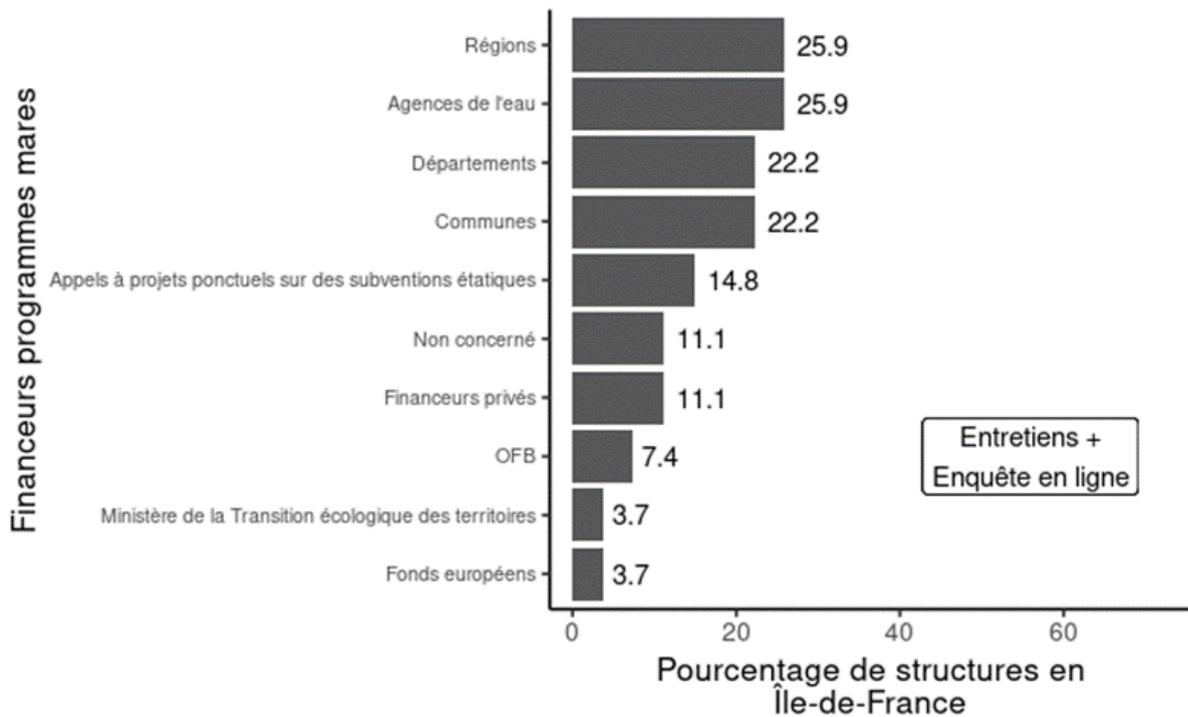
**Fig. 60. Financeurs et types de financements sollicités par les répondants**

**Q. 5.4. Quels sont vos financeurs/types de financements, si vous en avez, pour vos programmes mares?**



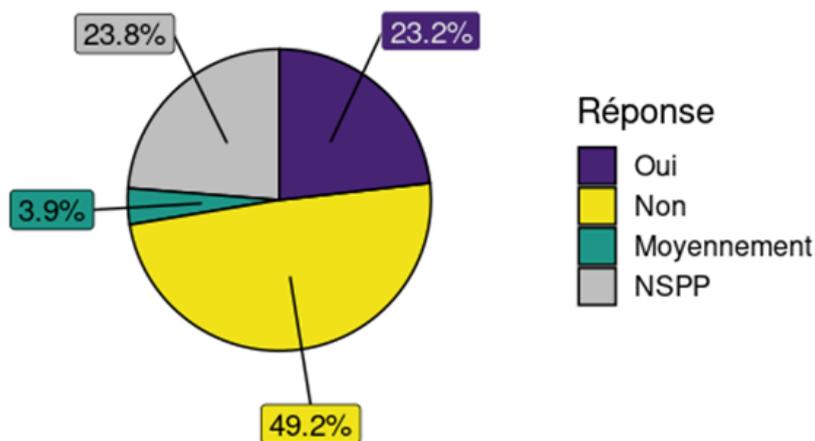
**Fig. 61. Financeurs et types de financements sollicités par les répondants – répartition régionale**

*Q. 5.4. Quels sont vos financeurs/types de financements, si vous en avez, pour vos programmes mares?*



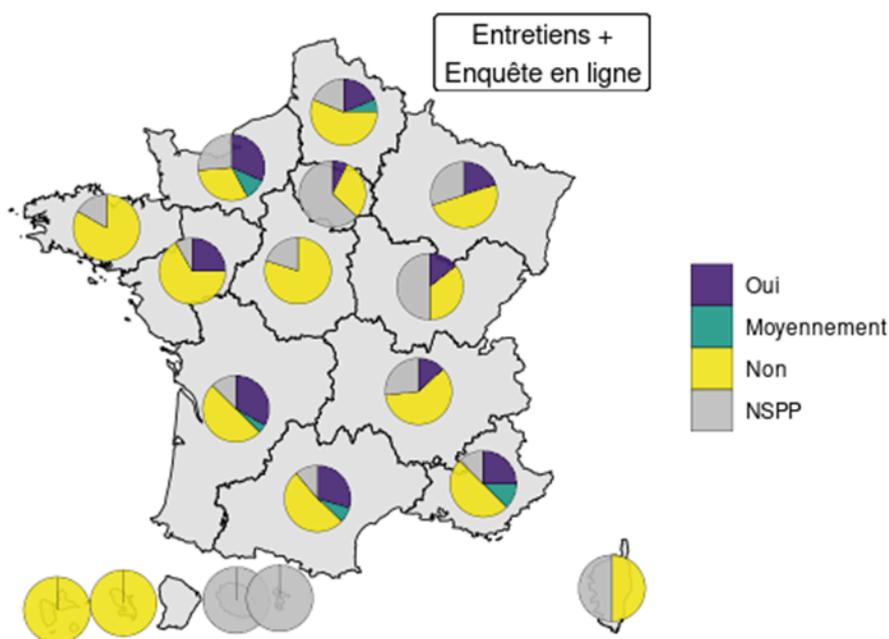
**Fig. 62. Financeurs et types de financements sollicités par les répondants franciliens**

*Q. 5.4. Quels sont vos financeurs/types de financements, si vous en avez, pour vos programmes mares?*



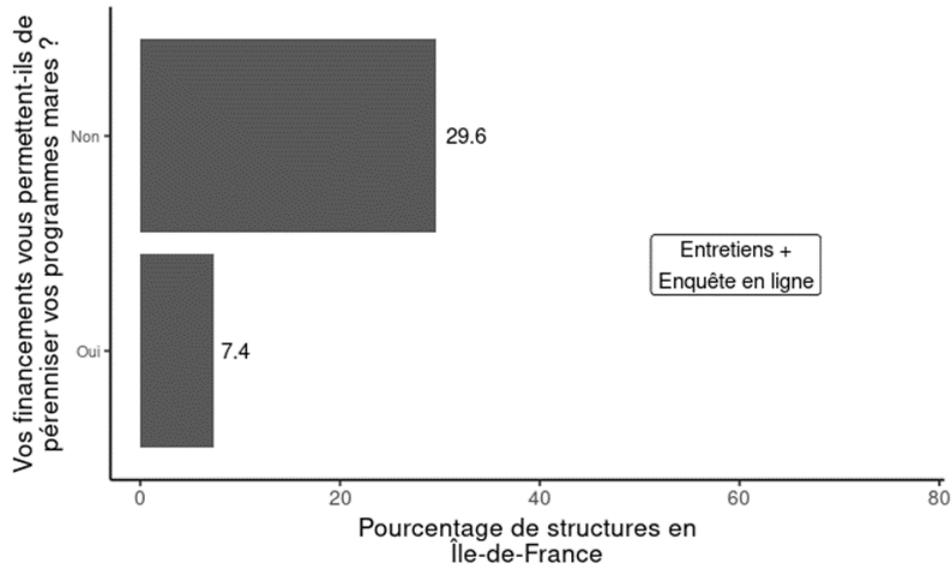
**Fig. 63. Part des répondants qui disposent de financements leur permettant de pérenniser leurs programmes mares**

*Q. 5.5. Vos financements vous permettent-ils de pérenniser vos programmes mares? Nous recherchons ici à savoir si les financements dont vous disposez vous permettent de mener des actions de long terme (suivis naturalistes, suivis après travaux de création/restauration, etc)*



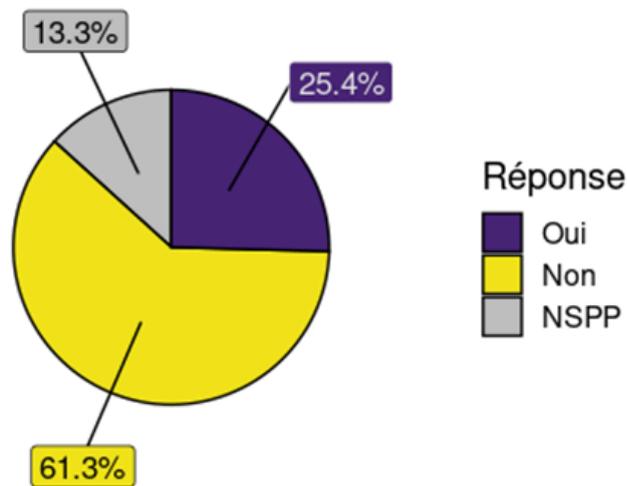
**Fig. 64. Part des répondants qui disposent de financements leur permettant de pérenniser leurs programmes mares – répartition régionale**

*Q. 5.5. Vos financements vous permettent-ils de pérenniser vos programmes mares? Nous recherchons ici à savoir si les financements dont vous disposez vous permettent de mener des actions de long terme (suivis naturalistes, suivis après travaux de création/restauration, etc)*



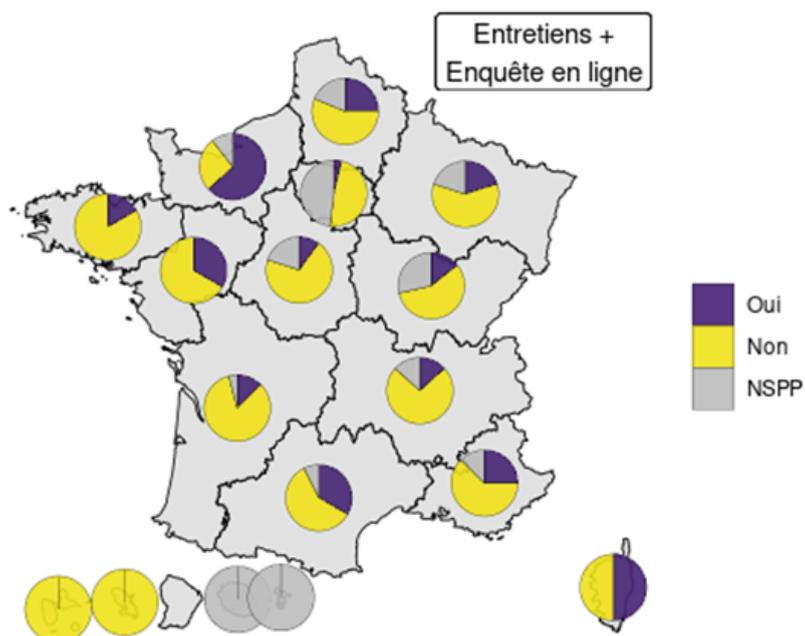
**Fig. 65. Part des répondants franciliens qui disposent de financements leur permettant de pérenniser leurs programmes mares – répartition régionale**

**Q. 5.5. Vos financements vous permettent-ils de pérenniser vos programmes mares?**  
*Nous recherchons ici à savoir si les financements dont vous disposez vous permettent de mener des actions de long terme (suivis naturalistes, suivis après travaux de création/restauration, etc)*



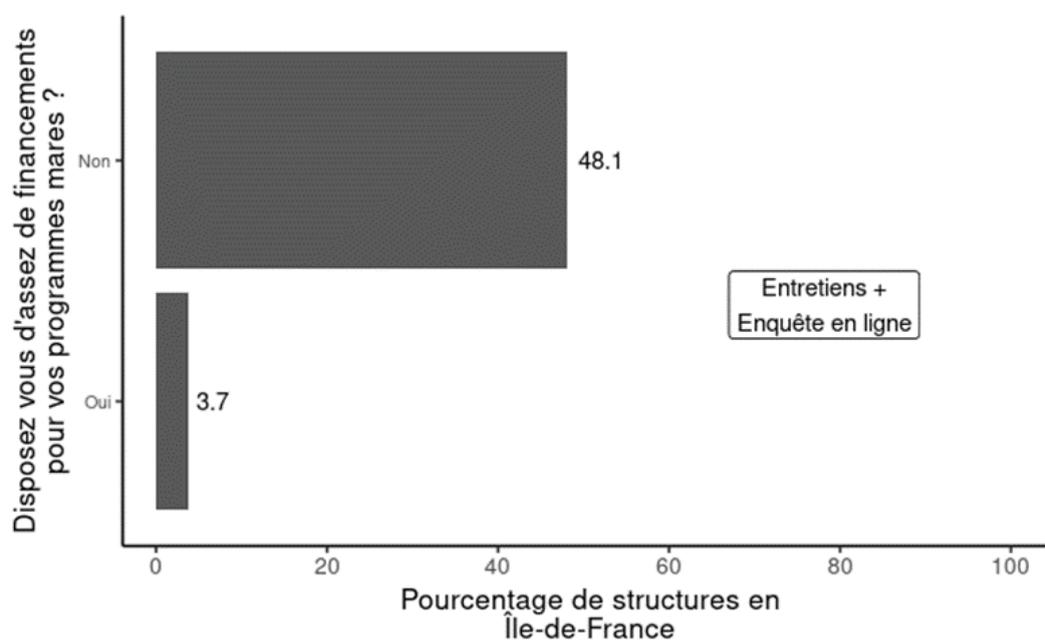
**Fig. 66. Part des répondants qui disposent de financements suffisant pour leurs programmes mares**

**Q. 5.6. Disposez-vous d'assez de financements pour vos programmes mares?**



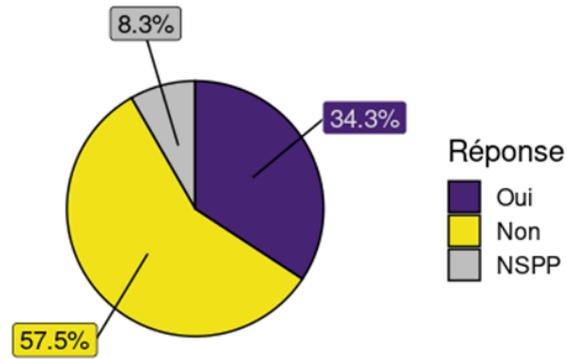
**Fig. 67. Part des répondants qui disposent de financements suffisant pour leurs programmes mares**

*Q. 5.6. Disposez-vous d'assez de financements pour vos programmes mares?*



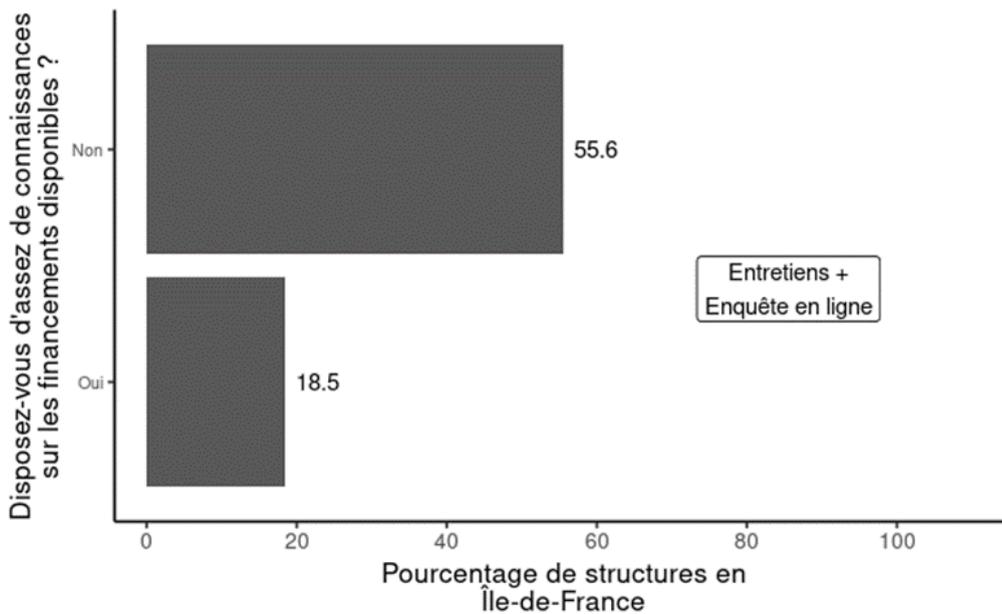
**Fig. 68. Part des répondants franciliens qui disposent de financements suffisant pour leurs programmes mares**

*Q. 5.6. Disposez-vous d'assez de financements pour vos programmes mares?*



**Fig. 69. Part des répondants qui disposent d'assez de connaissance sur les financements disponibles**

*Q. 5.7. Disposez-vous d'assez de financements pour vos programmes mares?*



**Fig. 70. Part des répondants qui disposent d'assez de connaissance sur les financements disponibles**

*Q. 5.7. Disposez-vous d'assez de financements pour vos programmes mares?*

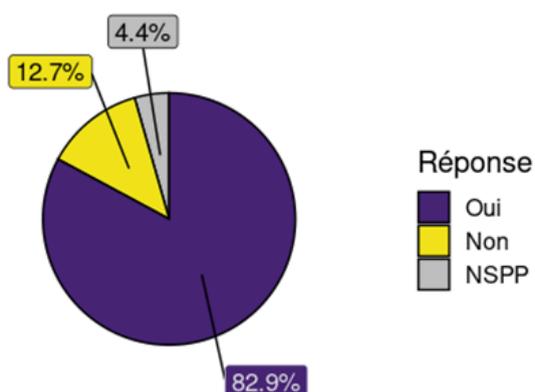


- **Gouvernance**

- **Réseau national opérationnel pour les mares**

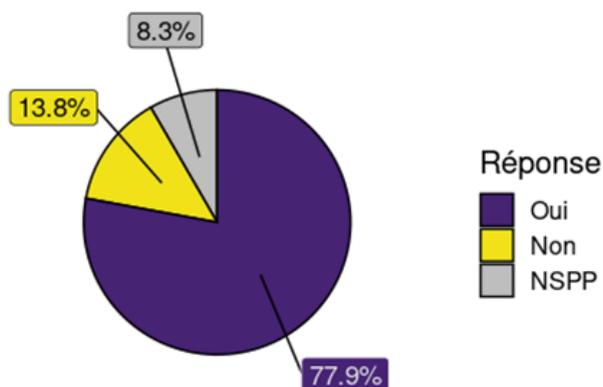
**83% des répondants** souhaitent rejoindre un réseau national pour les mares (Fig. 71).

**78% des répondants** souhaitent intégrer un ou plusieurs groupes d'échanges qui débouchent sur des collaborations concrètes (Fig. 72).



**Fig. 71. Part des répondants intéressés de rejoindre un réseau national**

**Q. 6.3. Seriez-vous intéressés de rejoindre un réseau national mares?**



**Fig. 72. Part des répondants intéressés de faire partie de groupes d'échanges qui débouchent sur des collaborations concrètes**

**Q. 6.2. Seriez-vous intéressés de faire partie d'un groupe d'échange qui débouche sur des collaborations concrètes?**



## - *Dynamiques régionales*

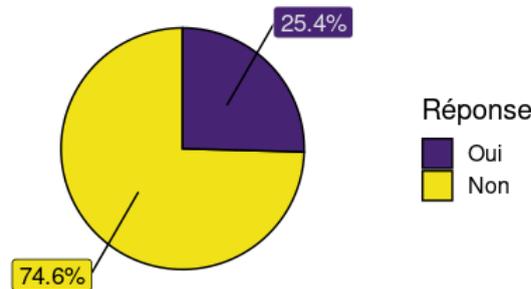
**75% des répondants** ne participent pas à un programme mares au niveau régional (Fig. 73).

**72% des répondants** souhaitent apparaître une coordination sur les actions mares du local au global (départemental, régional, national), porté par un réseau d'acteurs, dans le cadre de politiques publiques nationales dédiées aux mares (Fig. 74).

**En Île-de-France**, **34%** des répondants plébiscitent ces méthodes pour lancer une dynamique sur les mares. *Les idées des acteurs sont détaillées dans la partie perspectives 2024* (Fig. 75).

**En Île-de-France**, 4 structures sont désignées par les répondants en tant que référentes pour d'éventuelles dynamiques mares : l'ARB Île-de-France ; La SNPN; le CEN Île-de-France; l'ONF (Fig. 76).

Coordonnent/participent à un programme pour les mares au niveau régional ?  
Entretiens



**Fig. 73. Part des répondants qui coordonnent/participent à un programme pour les mares au niveau régional**

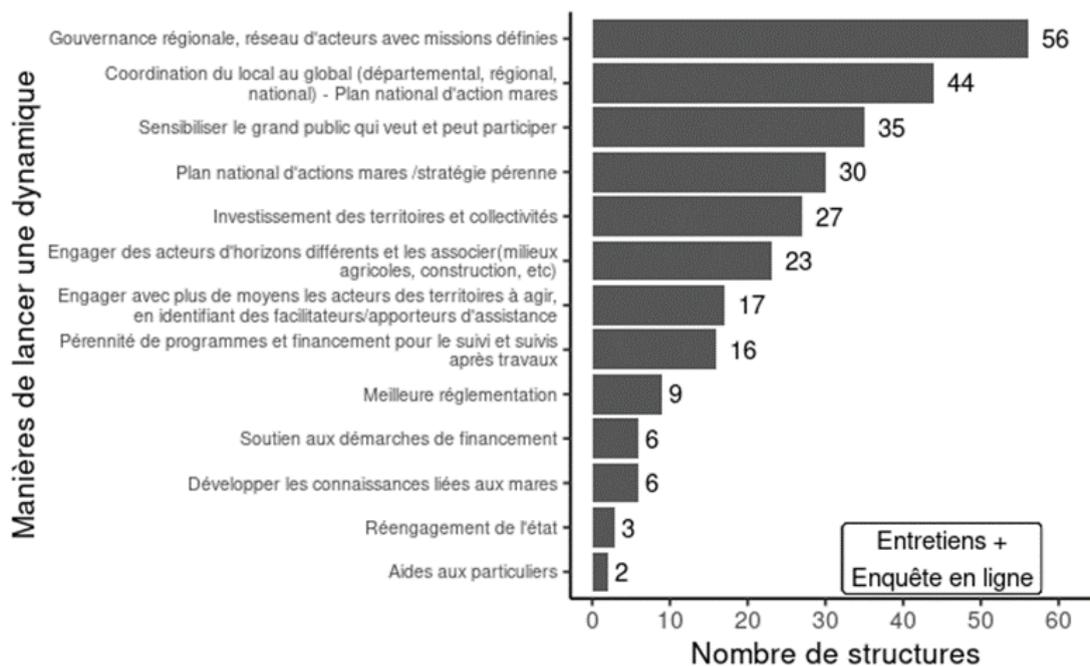


Fig. 74. Manières les plus efficaces évoquées par les répondants pour lancer une dynamique nationale pour les mares

Q. 6.1. Quelle est selon-vous la meilleure manière de lancer une dynamique pour la protection, restauration et création des mares sur votre territoire?

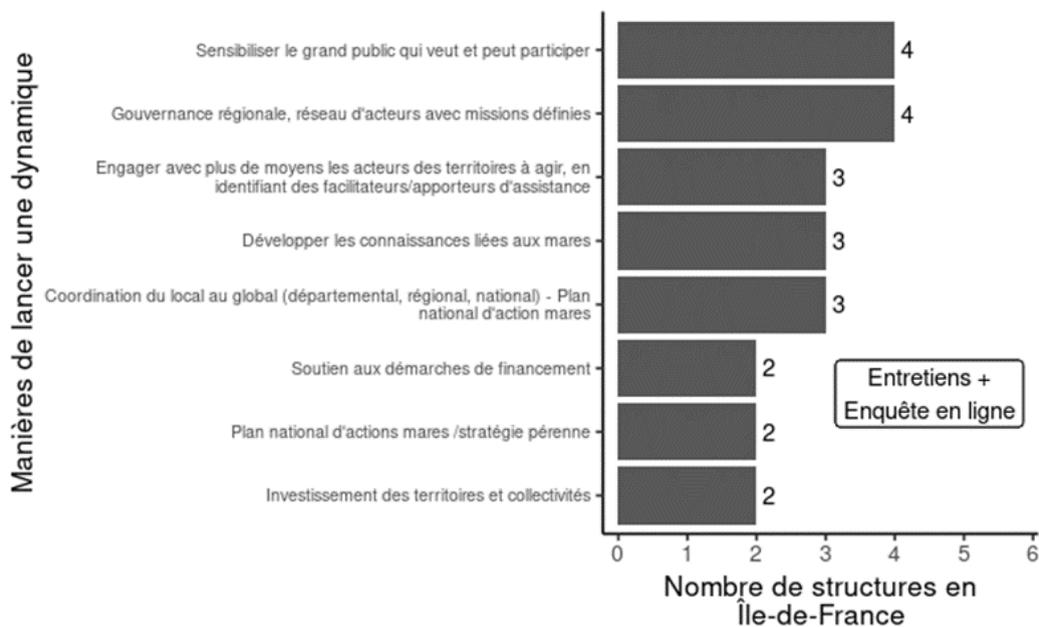
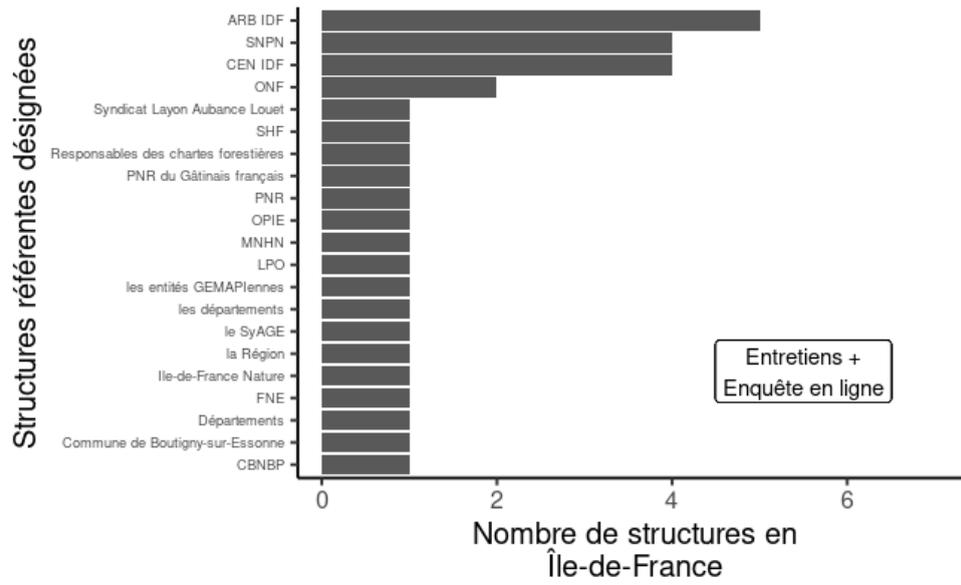


Fig. 75. Manières les plus efficaces évoquées par les répondants franciliens pour lancer une dynamique nationale pour les mares

Q. 6.1. Quelle est selon-vous la meilleure manière de lancer une dynamique pour la protection, restauration et création des mares sur votre territoire ?



**Fig. 76. Structures référentes en île de France pressenties pour une dynamique régionale sur les mares**

***Q. 6.4. Dans le cadre de ces dynamiques, il faudra une ou plusieurs structures référentes par région - lesquelles seraient idéales selon vous dans votre région ou zone d'action 8***



- **Analyse multivariée par région**

Afin d'identifier les capacités et les besoins régionaux en termes de programmes mares, une analyse multivariée a été menée selon plusieurs variables calculées pour chaque région. Cette partie de l'analyse permet d'affiner les recommandations afin de donner plus de robustesse au plan d'action futur.

- **Méthodes**

Les réponses des entretiens semi-directifs ainsi que celles de l'enquête en ligne sont utilisées pour calculer 14 variables régionales présentées ci-dessous.

- Le *Nombre de structures par km<sup>2</sup>* pour une région est simplement le nombre total de structures actives dans cette région ayant répondu aux questionnaires. Afin de comparer les dynamiques mares entre régions de tailles différentes, cette valeur est normalisée en la divisant par la surface de la région.
- De nombreuses structures ayant répondu aux questionnaires sont actives sur plusieurs régions. Ceci implique que leurs réponses concernent plusieurs régions à la fois. Pour cette raison, certaines valeurs indiquées par ces structures sont divisées équitablement entre les régions sur lesquelles elles sont actives. Par exemple, si une structure est active sur deux régions, l'hypothèse la plus simple en l'absence d'informations plus précises est que son budget mares est divisé équitablement entre ces deux régions. Le budget mares d'une région sera donc la somme des budgets des structures ayant répondu aux questionnaires en appliquant cette division équitable (probablement fausse, mais utile en première approximation) pour les structures actives sur plusieurs régions. Comme précédemment, ces variables régionales sont normalisées par la surface régionale. Ce calcul a été fait pour les variables suivantes :
  - *Budget annuel par km<sup>2</sup>*
  - *Nombre d'ETP par km<sup>2</sup>* (estimation inférieure)
  - *Nombre de mares en gestion par km<sup>2</sup>*
  - *Nombre de mares créées par km<sup>2</sup>*
  - *Nombre de mares restaurées par km<sup>2</sup>*
  - *Nombre de mares recensées par km<sup>2</sup>*
  - *Nombre de mares potentielles par km<sup>2</sup>*

Dans certaines régions, il existe des observatoires régionaux dont l'objectif est de recenser les mares. Pour ces régions, leurs données, plus fiables, concernant le nombre de mares recensées et potentielles sont utilisées plutôt que celles calculées à partir des réponses à l'enquête, à dire d'expert.

- À ces réponses quantitatives chiffrées, s'ajoutent des réponses qualitatives auxquelles les structures peuvent répondre par oui ou non. Dans ces cas, la variable régionale est la fraction de structures actives dans cette région ayant répondu oui à la question :
  - *Fraction considérant leurs financements comme suffisants*
  - *Fraction intéressée par un atlas national des mares*
  - *Fraction utilisant la modélisation corrélative*
- Pour certaines questions qualitatives, une réponse intermédiaire entre oui et non a été utilisée. A chaque réponse est attribuée une valeur parmi trois possibles (0 ou 0.5 ou 1) et un indice moyen par région est calculé :



- *Indice pour financements considérés comme suffisants* (0 pour Non, 1 pour Oui et 0.5 pour Moyennement)
- *Indice pour l'utilisation d'une base de données* (0 pour Non, 0.5 pour Base de données non standardisée, 1 pour Base de données standardisée)
- Enfin, pour chaque région, s'ajoute la variable binaire *Programme régional mares* valant 1 si un tel programme existe à l'échelle de cette région et 0 si non.

Dans un premier temps, une analyse des corrélations entre ces variables est menée. Les relations entre ces variables n'étant pas nécessairement linéaires, le coefficient de corrélation de Spearman ( $p=0.05$ ) est utilisé (-1 pour une relation complètement négative entre deux variables et 1 pour complètement positive). La significativité des corrélations est testée en utilisant l'approximation par une loi de Student.

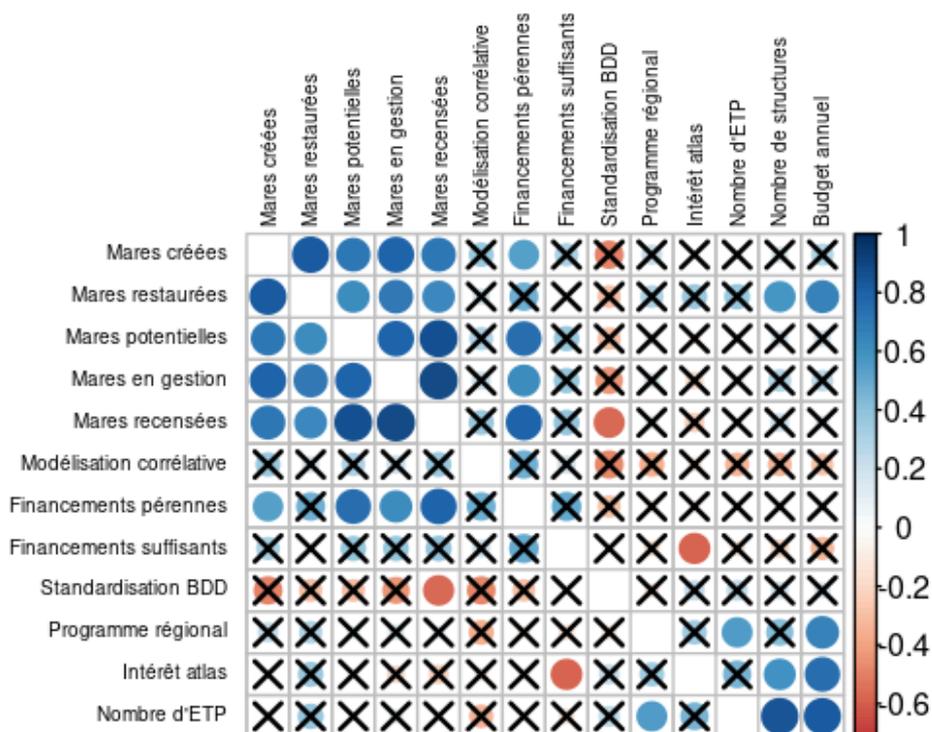
Dans un second temps, les variables *Fraction intéressée par un atlas national des mares*, *Fraction utilisant la modélisation corrélative*, et *Indice pour l'utilisation d'une base de données* sont écartées afin de ne garder que les 11 autres variables reflétant les moyens et les besoins des régions en termes de programmes mares. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) et une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sont utilisées afin d'identifier si des groupes de régions se démarquent par des moyens et des besoins différents. L'ACP consiste à projeter les régions dans de nouvelles dimensions créées à partir de nos variables régionales de manière à réduire les différences entre régions à un nombre limité de variables. La CAH permet de regrouper les régions les plus similaires entre elles et d'identifier les proximités entre ces groupes de manière hiérarchique. La méthode de Ward est préférée, elle consiste à rapprocher des régions ou des groupes de régions selon le carré de leur distance euclidienne.

Du fait du très faible nombre de réponses de structures provenant de Guyane, de la Réunion et de Mayotte, ces régions sont écartées de l'analyse multivariée.

### - **Résultats**

La Fig. 77 montre les corrélations entre les 14 variables régionales. On peut distinguer deux groupes de variables fortement corrélées à l'intérieur de chaque groupe mais pas entre groupes : d'un côté, les variables concernant la densité de mares recensées/gérées/créées par km<sup>2</sup>, et de l'autre les variables concernant les moyens régionaux (budget, ETP et structures mares par km<sup>2</sup> et présence d'un programme régional mares). Il semble que la corrélation entre moyens mis en œuvre pour les projets mares ne sont que faiblement corrélés avec la présence de mares et les actions de création de mares. En revanche, les régions dans lesquelles la densité de structures et le budget au km<sup>2</sup> sont élevés ont également en moyenne plus de restaurations de mares au km<sup>2</sup>.

Les régions avec les structures mares les plus intéressées pour participer à un atlas des mares sont également en moyenne celles avec le plus de moyens (budget, nombre de structures). Les régions ayant recensé le plus de mares au km<sup>2</sup> sont également en moyenne celles dont peu de structures utilisent une base de données mares. Concernant les variables régionales sur l'utilisation de la modélisation corrélative, aucune corrélation informative n'a été trouvée.



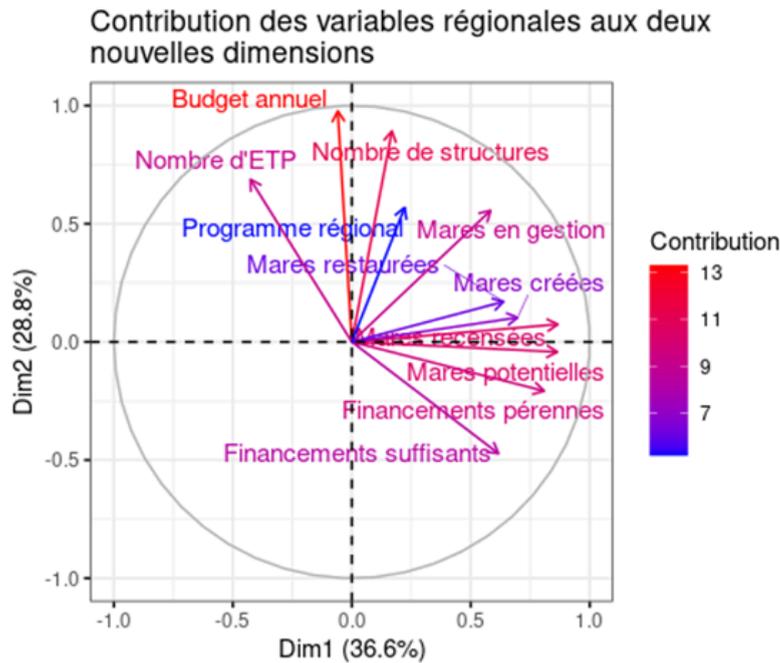
**Fig. 77. Indice de corrélation de Spearman entre les 14 variables régionales. Le signe (positif ou négatif) de la corrélation est indiqué par la couleur et la taille des cercles. Les corrélations statistiquement non significatives ( $p$ -valeur  $< 0.05$ ) sont indiquées par une croix.**

Les résultats de l'Analyse en Composante Principale (ACP) sont présentés en Fig. 78. Près des 2/3 de la variance entre régions sont expliquées par deux dimensions construites à partir des variables régionales. En d'autres termes, on peut assez bien résumer les différences entre régions en les comparant via ces deux nouvelles variables qui résument les 11 variables régionales. Comme identifié par l'analyse des corrélations de Spearman, les deux nouvelles dimensions correspondent à la densité de mares recensées/gérées/créées (Dim1) et aux moyens en termes de budget/ETP/structures (Dim2). On note également que les différences de moyens entre régions (Dim2) se reflètent également dans la présence ou l'absence d'un programme régional mares.

Les régions dans lesquelles les structures considèrent leur financements mares comme plus pérennes ou suffisants ne sont pas nécessairement celles qui sont dotés de moyens importants (budget, ETP). En effet, ces variables présentent une corrélation très faible. En revanche, il semble exister une relation positive entre la densité de mares recensées/gérées/créées et la satisfaction des structures de leurs budgets mares.



(a)



(b)

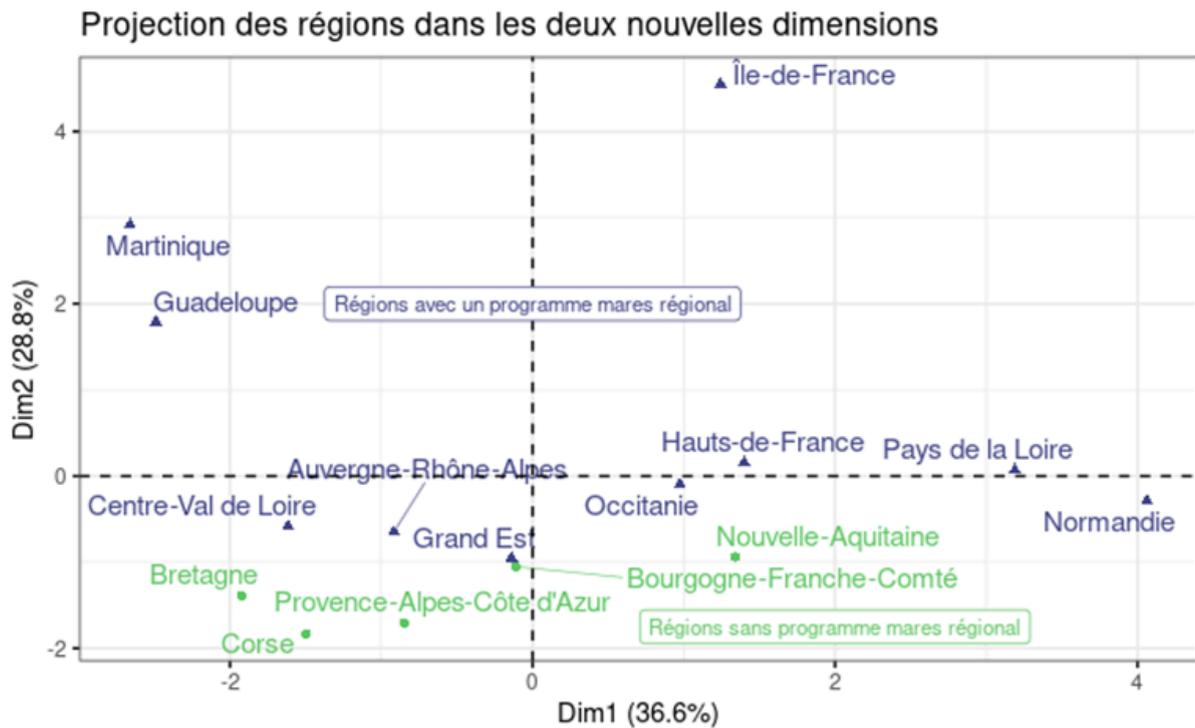


Fig. 78. Analyse en Composantes Principales. (a) Pour chaque variable régionale, la direction indique si la contribution se fait plutôt pour la première ou la seconde nouvelle dimension et la couleur indique l'importance de la contribution. (b) Chaque région est projetée dans les deux nouvelles dimensions. La couleur indique si la région possède un programme mares régional.



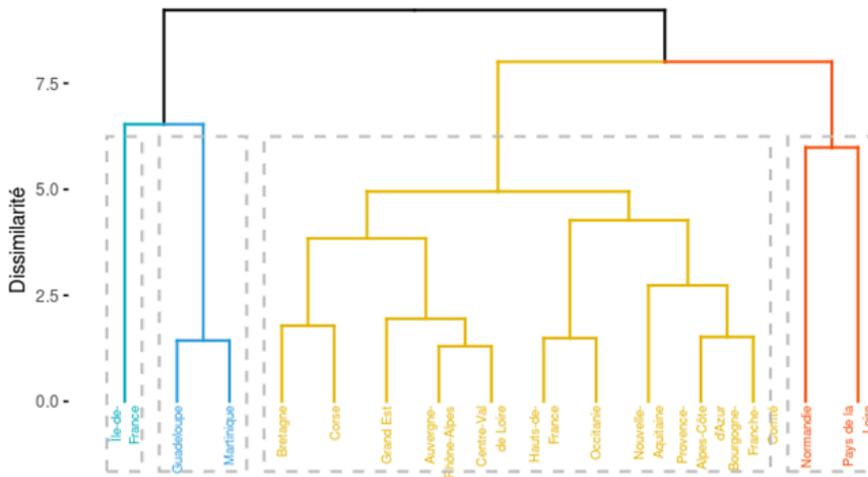
La Fig. 79 présente les résultats de la classification ascendante hiérarchique. De cette classification, quatre groupes principaux de régions émergent.

- Le premier groupe est composé uniquement de la région Île-de-France. Cette région se démarque des autres principalement par sa très forte densité de structures mares (ayant répondu aux entretiens et enquête en ligne) et son haut budget par km<sup>2</sup>.
- Le second groupe est composé de la Guadeloupe et de la Martinique. En raison de leur petite surface, ces régions ont un budget mares et surtout nombre d'ETP par km<sup>2</sup> plus élevés que les autres. D'après l'arbre de classification, ces deux régions sont assez similaires à l'Île-de-France en ce qui concerne les variables régionales (notamment les variables de moyens, celles reliées à la première nouvelle dimension Dim1), mais elles diffèrent par le faible nombre de mares recensées/gérées/créées au km<sup>2</sup> (Dim2).
- Les deux autres groupes se distinguent des régions précédentes principalement par des différences concernant les variables de moyens (Dim1 : budget, ETP, nombre de structures). Le troisième groupe correspond à des régions avec en moyenne peu de mares recensées au km<sup>2</sup> ainsi que peu d'actions de création/restauration de mares.
- Le quatrième groupe est constitué des régions Normandie et Pays de la Loire qui comptent en moyenne plus de mares recensées/gérées/créées au km<sup>2</sup>.

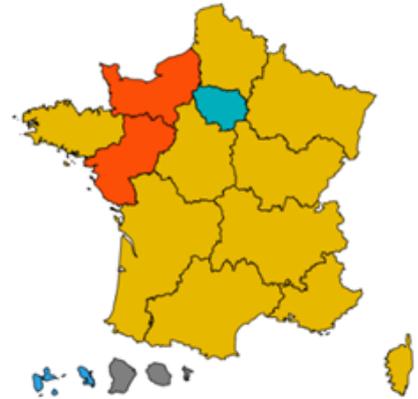


(a)

Classification ascendante hiérarchique

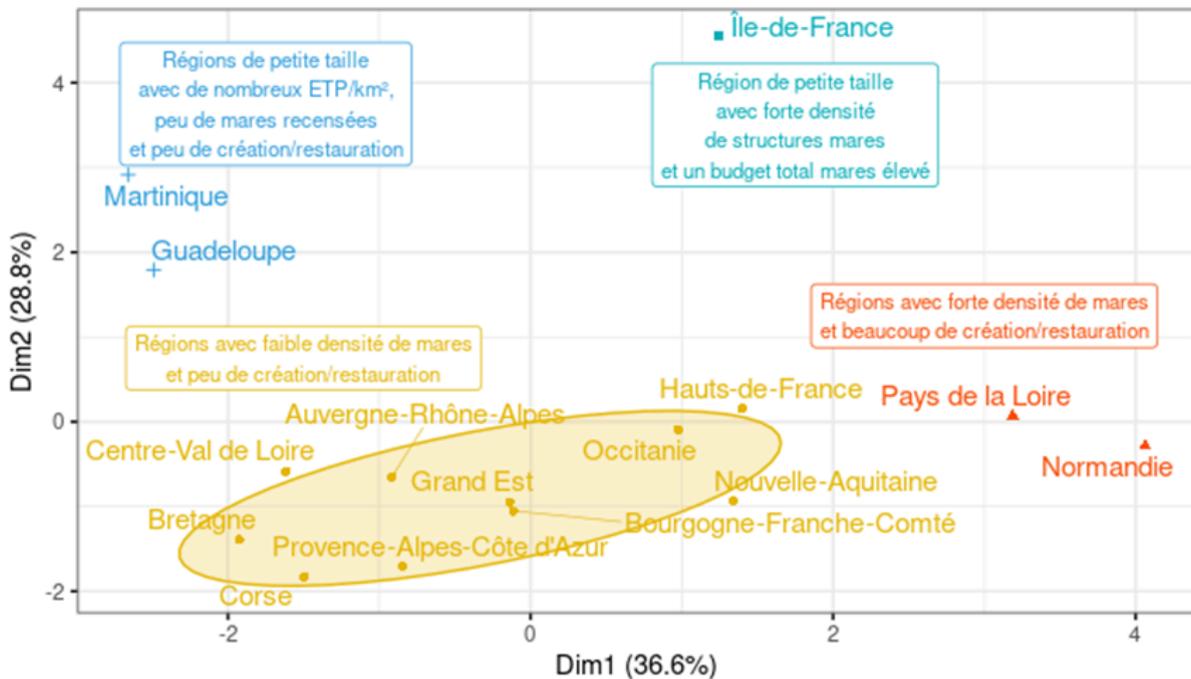


(b)



(c)

Représentation de la classification



**Fig. 79. Classification Ascendante Hiérarchique. (a) Arbre représentant la classification des régions par similarité sur les variables régionales (b) Carte correspondant aux quatre groupes de régions les plus différents (c) Projection des quatre groupes de régions dans les deux nouvelles dimensions de l'ACP.**



## - *Synthèse*

L'analyse multivariée par région révèle trois observations principales :

- Il existe une grande disparité entre régions à la fois en termes de moyens mis en œuvre pour les programmes mares (par exemple l'Île-de-France se démarque nettement), mais aussi en termes de besoins (densité de mares recensées et financements estimés insuffisants) et de résultats (actions de création/restauration).
- La corrélation/adéquation est très faible entre les besoins régionaux, les moyens mis en œuvre et les résultats.
- Les régions présentant un programme mares régional sont aussi en moyenne celles avec les meilleurs moyens mis en œuvre pour les programmes mares.

Ces éléments, couplés aux besoins émanant des acteurs du terrain, permettent de proposer des recommandations plus proches du réel.

### • **Perspectives 2024 sur les recommandations de la stratégie nationale en faveur des mares**

La SNPN en est à l'interprétation des résultats, l'affinage des recommandations, et de la préparation de la première réunion du groupe de travail, ou comité de pilotage sur les mares.

En poursuivant la volonté de donner à cet état des lieux une dimension de co-construction, un groupe de travail a été monté (D), constitué des structures suivantes après concertation avec les services de l'état :

- Fédération des Conservatoires d'Espaces naturels (FCEN),
- Fédération Nationale des chasseurs (FNC),
- France Nature Environnement (FNE),
- Fédération des Parcs naturels régionaux (FPNR)
- Réserves naturelles de France (RNF),
- Société herpétologique de France (SHF),
- Union nationale des CPIE (URCPIE),
- Ligue de Protection des Oiseaux (LPO),
- Associations départementales des structures des exploitations agricoles (ADASEA),
- Centre national de la propriété forestière (CNPF),
- Office national des forêts (ONF),
- Représentants techniques de l'Agence de l'eau,
- Pôle relais zones humides tropicales,



- Office français de la biodiversité (OFB),
- Association nationale des élus de bassins (ANEb),
- Chambres d'agriculture en France,
- Forum des marais atlantiques,
- Réseau Conservatoires botaniques nationaux (CBN)

Ce groupe (D) constitue le comité de pilotage d'un plan national d'action (R) pour la préservation des mares à partir de 2025, co-construit tout au long de l'année 2024.

Suite à une réunion avec le Ministère de la Transition Écologique, il apparaît nécessaire d'avoir plus de temps de co-construction autour des recommandations. Ainsi, il est possible de retravailler à un planning plus étalé sur l'année 2024 permettant d'organiser des ateliers de co-construction, afin d'enrichir le rapport et de faire émerger un plan d'action cohérent. Cette perspective majeure impactera tous les domaines d'actions et tous les acteurs avec pour objectif d'améliorer, à long terme, l'état des mares en France (S).

L'Annexe 1 combine un rappel des résultats de l'enquête à une interprétation de ces derniers. Sont également inscrits les recommandations, besoins, idées des répondants, affinés et réunis en de grandes thématiques permettant d'identifier les axes de travail du comité de pilotage.

Les axes de travail déterminés par le comité de pilotage national nourriront également les bases d'un plan d'action spécifique à l'Île-de-France, à l'analyse des acteurs de la région détaillée et interprétée et interprétée en fonction du contexte francilien.

L'analyse des résultats franciliens et nationaux, les besoins et idées des répondants franciliens, permettent tout de même de dégager une liste de pistes de réflexions et des actions à mener dès 2024 pour lancer une dynamique pérenne de préservation des mares en Île-de-France.

### ● Une dynamique nationale autour des mares

Les besoins, recommandations, idées émanant des répondants à l'enquête sont consultables en [annexe 1](#). Ils servent à identifier de grands enjeux afin de nourrir les axes de travail du comité de pilotage national, réunis dans une proposition d'articulation ci-dessous.

### **Promotion d'une approche intégrée au niveau national : Mise en place d'une Stratégie Nationale pour la préservation et la valorisation des Mares**

La mise en place d'une stratégie nationale pour les mares s'appuie sur la nécessité de coordonner les actions à tous les niveaux, de renforcer les connaissances sur ces écosystèmes, de mobiliser les acteurs et le public, et de sécuriser les financements nécessaires pour assurer une dynamique pérenne. Elle vise à créer un cadre durable pour la gestion, restauration et création des mares en France, en tenant compte de leur importance pour la biodiversité, la régulation hydrique et le bien-être des communautés locales.



Son élaboration doit coordonner les actions au niveau national tout en tenant compte des spécificités régionales et locales. Cette stratégie devrait viser à établir des **objectifs temporels clairs**, des **indicateurs de suivi** et des **mécanismes d'évaluation dans le temps**.

Le suivi doit être assuré par un comité de pilotage holistique constitué d'acteurs nationaux et compétents sur chacun des enjeux, ainsi que par les services et agences d'État, financeurs et garants de l'évolution de cette stratégie dans le temps.

Elle vise à harmoniser les efforts à travers les territoires, en s'appuyant sur les enjeux identifiés et en mobilisant l'ensemble des acteurs concernés autour de cinq grands axes:

## **1. Politiques Publiques et Réseaux**

### **○ Mise en Réseau**

- Relier, redynamiser le réseau d'acteurs existants pour coordonner les efforts de tous les acteurs impliqués dans la préservation des mares (autorités locales et régionales, associations, chercheurs, entreprises, etc.), afin de faciliter le partage d'informations, de ressources et de bonnes pratiques.
- Mise en réseau également les acteurs du financement, afin d'explorer le croisement des dossiers de financement des actions sur les mares.

### **○ Coordination des Acteurs - du local au global**

- Renforcer et soutenir les programmes régionaux ou stratégies dédiés aux mares existants, en soutenant des modes de coordination efficaces qui permettent la mise à échelle des actions en faveur des mares: développement de la connaissance, protection, restauration, création des mares et mobilisation de la population.
- Instaurer, dans les régions où il n'en existe pas encore, des programmes ou stratégies régionales pour les mares, à l'image des Programmes Régionaux d'Actions pour les Mares (PRAM) développés par les CEN ou les programmes de France Nature Environnement, comme Objectifs Mares. Ces programmes permettent de favoriser la mutualisation des ressources et de lancer des dynamiques régionales pérennes, soutenus par des instances de gouvernance dédiées, constituée d'acteurs menant à bien des actions dans divers domaines thématiques:
  - Acteurs coordonnant au niveau régional les organisations engagées pour les mares.
  - Acteurs intervenant directement sur les mares : connaissance, suivi, conservation, restauration, création.



- Acteurs spécialisés dans le conseil et l'accompagnement pour renforcer les compétences des décideurs et des acteurs économiques locaux.
  
- **Élaboration et Renforcement des Politiques Publiques**
  - Cadre Législatif et Réglementaire : Clarifier le cadre réglementaire appliqué aux mares pour accorder les acteurs sur des définitions claires et agir plus efficacement pour leur préservation.
  - Intégration des Mares dans les politiques publiques environnementales : Assurer que les mares soient intégrées de manière transversale dans les politiques publiques environnementales, notamment dans les plans d'action pour la biodiversité, la gestion de l'eau et l'adaptation au changement climatique. Dans les prochaines années, il convient de la construire en fonction du développement du 4e plan national pour les milieux humides (PNMH 4), de l'application de la Stratégie Nationale Biodiversité 2030 (SNB 2030) et de ses déclinaisons en stratégies régionales pour la biodiversité.
  - Généralisation des programmes des trames (vertes, bleues, turquoises) et des marathons de biodiversité par les agences de l'eau, en reliant aux objectifs régionaux et nationaux de la stratégie Mare.
  
- **Mobilisation et Sensibilisation des Décideurs**
  - Mobiliser les décideurs pour mettre en évidence l'importance écologique, sociale et économique des mares, encourager la prise de décision informée et promouvoir l'adoption de politiques locales favorables aux actions mares.
  - Resserrer les liens entre départements et associations pour massifier les projets à l'échelle des collectivités dans tous les domaines thématiques liés aux mares, particulièrement sur les possibilités d'achat foncier de mares ou réseaux de mares.

## **2. Connaissance et Recherche**

- **Standardisation des Protocoles**
  - Harmonisation des Méthodologies : s'accorder sur l'utilisation protocoles standardisés pour le recensement des mares, l'évaluation de leur état écologique et la surveillance de leur évolution, en vue d'une application homogène sur l'ensemble du territoire.
  - Harmonisation dans la gestion des données: Choisir des modes de recueil de données unifiés sur tous les territoires, en encourageant la transmission de celles-ci aux SINP locaux pour assurer une remontée à l'échelle nationale. Sur ce



point, les acteurs chargés de coordination régionale ou départementale seront cruciaux.

- **Développement des Connaissances sur les Mares**

- Inventaires Nationaux et Régionaux: Soutenir la réalisation d'inventaires complets des mares sur le territoire national pour établir une base de données exhaustive qui servira de référence pour toutes les actions futures.
- Atlas national: créer une plateforme nationale des mares qui recense les mares existantes en regroupant les observatoires existants, qui centralise les outils relatifs aux mares et qui met en avant les initiatives des acteurs des territoires.
- Recherche scientifique: Investir dans la recherche scientifique pour améliorer la compréhension des fonctions écologiques des mares, de leur biodiversité, de leur fonction dans le cycle de l'eau, de la relation entre les mares et le CO<sub>2</sub>.
- Une attention particulière doit être portée sur les espèces exotiques envahissantes végétales ou animales. Elles posent une menace concrètes sur l'équilibre des mares.

- **Recherche et identification de secteurs à enjeux dans un contextes de changements globaux - développement d'outils d'aide à la décision**

- Le changement climatique et ses conséquences sont identifiés comme étant une menace majeure pour les mares. Il convient donc d'utiliser les données disponibles pour identifier des secteurs à enjeux, en utilisant des méthodes de modélisation corrélatives pour prédire les évolutions futures et orienter les stratégies de terrain.

### **3. Action Territoriale : Gestion, Protection, Restauration**

- **Gestion Durable des Mares**

- Plans de Gestion Locaux et Régionaux: Encourager l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion spécifiques pour les mares, intégrant des mesures de protection, de gestion durable des usages, et de restauration écologique. Il est primordial de se concentrer sur les pressions et menaces subies par les mares aux niveaux locaux afin d'inverser la tendance de leur disparition.
- Élaborer ces plans avec des objectifs concrets et un suivi dans le temps, en s'appuyant sur l'instance de coordination régionale pour assurer une remontée optimale des données liées à la restauration des mares.



- **Protection et Restauration**

- Programmes de Restauration: Lancer des programmes de restauration des mares dégradées, en privilégiant les approches douces, fondées sur la nature pour renforcer leur résilience écologique et leur multifonctionnalité en réseaux. Cibler les zones de restauration à l'aide de méthodes d'identification de secteurs à enjeux préalablement évoquées.
- Mesures de Protection Réglementaire: Renforcer la protection légale des mares par des mesures réglementaires adaptées, et veiller à leur application effective. D'autres modes de protections doivent être développés, comme les labellisations ou le conventionnement avec les propriétaires qui sont de réels leviers pour préserver une partie importante des mares dans le temps.

- **Formation des acteurs**

- Au sein de l'atlas national, garantir un retour et une transmission d'expériences de gestion, restauration, création des mares pour soutenir les acteurs de terrain et harmoniser les actions à termes.
- Développer des formations sur la restauration, la création et la protection des mares auprès de publics clés: jeunes agriculteurs, élus locaux, agents d'État et des collectivités, entreprises du génie écologique et du bâtiment, etc.
- Doter les porteurs de projets et coordinateurs de programmes régionaux et locaux d'un arsenal argumentaire pour engager plus de projets liés à la restauration des mares

#### **4. Mobilisation, Médiation de la population et des professionnels**

- **Homogénéisation et mutualisation des outils de communication**

- Développer des outils nationaux ou par région, qui reprennent les connaissances générales sur les mares permettant d'intégrer les spécificités régionales et locales, d'apposer les logos des structures relais, afin de créer une identité globale des moyens de communication pour faire connaître la stratégie autour des mares.



- Développer à travers la même approche des guides techniques plus ciblés : particuliers qui veulent restaurer leurs mares; entreprises spécialisées; collectivités; agences d'État.

- **Sensibilisation, éducation, et formation**

- Encourager les acteurs à mener des campagnes nationales pour sensibiliser le grand public et les acteurs locaux à l'importance des mares et à la nécessité de les préserver, en s'inscrivant dans les dynamiques nationales de la Journée Mondiale pour les Zones humides, Fréquence Grenouille et la Fête des mares.
- Programmes Éducatifs: Intégrer la thématique des mares dans les programmes éducatifs scolaires et universitaires, et développer des activités pédagogiques spécifiques.
- Développer en priorité des programmes de renforcement des capacités pour les acteurs locaux, incluant des formations spécifiques sur les techniques de gestion, de restauration et de création des mares, ainsi que sur les aspects législatifs et financiers.

- **Appropriation et Participation Citoyenne**

- Implication des Communautés Locales: Favoriser la participation des citoyens et des communautés locales dans les projets de conservation et de restauration des mares, y compris par des initiatives de sciences participatives. Penser les mares comme outil pédagogique, de réinsertion sociale, de liant culturel
- Généraliser la création d'Aires Terrestres éducatives (ATE) autour de mares, pour augmenter la connexion culturelle des habitants à leur biodiversité de proximité
- Harmonie humains-nature: Générer une dynamique culturelle autour des mares à travers des expérimentations de terrain, pour que les populations locales se sentent responsables et s'activent afin de préserver activement la biodiversité de proximité.

## **5. Financements**

- **Stratégies coordonnées**

- Aujourd'hui, les principaux bailleurs de fonds, notamment les agences de l'eau, ne présentent pas de cohérence dans leurs politiques de financements des actions mares.
- Il est nécessaire d'engager une réflexion à long terme entre les financeurs majeurs (Agences de l'eau, régions, départements) pour développer des stratégies de financement à long terme afin d'éviter une allocation fragmentée des ressources. Ces stratégies doivent être adaptées aux temps et répartitions géographiques des écosystèmes, en fonction des objectifs nationaux liés à la biodiversité.



- Il faut pallier le manque de financements à long terme pour les inventaires et les suivis. Ces domaines thématiques doivent être considérés comme des outils d'aide à la décision pour mieux prioriser les projets de financement et leur développement permettrait la massification des actions à grande échelle.

- **Identification des Sources de Financement**

- Identifier de manière proactive les sources de financement publiques et privées, nationales et européennes, pour soutenir les actions de préservation des mares. Ce en développant des outils de veille dynamique qui ruissellent l'information efficacement vers le terrain.
- Explorer la création d'une ou plusieurs cellules de soutien des acteurs pour augmenter la captation des fonds européens disponibles, notamment en lien avec les départements.
- Innovations Financières: Explorer des mécanismes financiers innovants, tels que les paiements pour services écosystémiques pour les agriculteurs, les financements participatifs, et les partenariats public-privé, pour générer des investissements durables dans la gestion des mares.
- Les départements sont des acteurs cruciaux à mobiliser, qui disposent d'outils d'achats foncier pour préserver les mares, pour développer la restauration et la création des propriétaires grâce aux aides départementales. Sur ce point, il convient de pousser des alliances associations/département pour engager des communes à acquérir, restaurer, protéger des mares sur les territoires.

- **Soutien aux associations**

- Les associations sont des acteurs clés des prochaines stratégies liées à la biodiversité et la transition écologique en général. Celles-ci manquent de ressources, surtout humaines, pour mettre en avant les différentes actions menées.
- Un levier à été identifié: il existe une réticence à financer les frais de fonctionnement ou de structures des associations, qui sont fondamentales au développement à long terme d'actions sur le terrain. Ces postes permettent de pérenniser les actions d'une association et de se structurer pour capter des financements d'agences d'État ou européens, qui demandent un temps de travail non négligeable et une trésorerie importante.



- **Une dynamique autour des mares pour l'île-de-france**

Les idées et besoins émanent directement de l'enquête et des acteurs, qui ont été compilés ci-dessous. Une liste des priorités (Fig. 75) a été établie, en compilant dans des catégories similaires les besoins évoqués. Cette liste n'est cependant pas fiable à 100%, les 27 répondants franciliens n'ayant pas répondu dans leur totalité.

- **Besoins et idées des acteurs**

- **Gouvernance - Mettre en place un réseau d'acteurs avec des missions définies, qui agissent de concert dans le cadre d'un plan national pour les mares**
  - Stratégie nationale durable pour les mares;
  - Administration à l'échelle régionale, réseau de collaborateurs aux rôles spécifiques.
  - Coordination du niveau local au niveau global
- **Communication, Éducation, Sensibilisation et Participation**
  - Éveiller l'intérêt du public et des responsables de l'espace public
  - Mise en place d'un réseau d'acteurs (échanges, retours d'expérience), formations et sensibilisation
  - Diffuser des retours d'expériences sur la création et restauration de mares; diffuser des retours d'expérience de mobilisation des acteurs locaux
- **Financement et moyens humains :**
  - Dédier une personne à temps plein à ce sujet et organiser des discussions avec les intervenants locaux (par le biais d'un groupe de travail sur la gestion des mares, par exemple).
  - Assistance dans les procédures de financement
  - Avoir un ETP sur cette thématique et une animation/concertation avec les acteurs du territoire
  - Employer du personnel spécialisé
- **Connaissance**
  - Décliner l'inventaire des mares de la SNPN sur les territoires afin de pouvoir contribuer à la connaissance régionale, prioriser les actions de gestion et de restauration et identifier des zones favorables pour la création/restauration des mares
  - Approfondir l'expertise générale concernant les mares



- Créer un diagnostic de l'existant pour ensuite avoir un point de départ permettant la mise en place d'actions ciblées et transversales
  - Établir une évaluation de la situation actuelle pour initier des actions spécifiques et intersectorielles.
- 
- **Engager avec plus de moyens les acteurs des territoires à agir, en identifiant des facilitateurs/apporteurs d'assistance**
    - Mobiliser davantage de ressources pour impliquer les acteurs locaux, en repérant des aides et des conseillers.
    - Engagement financier des régions et des collectivités.
    - Les acteurs déplorent un manque de moyens pour accompagner les acteurs de territoire à la mise en œuvre de projets : financement, encadrement technique à la maîtrise d'œuvre, etc.
- 
- **Programmes d'actions à l'échelle de sous bassin versant**
    - Initiatives à mettre en œuvre au niveau des sous-bassins hydrographiques.
    - Intégrer les actions pour les mares dans les Contrats territoriaux de l'Agence de l'eau
    - Faciliter l'action des acteurs qui appliquent les SAGE, en leur fournissant des outils pour mieux connaître, protéger, gérer des réseaux de mares
    - Prendre en compte les défis associés aux bassins de rétention d'eau.
- 
- **Montée en compétence des acteurs**
    - Il est essentiel de se former pour mieux assister les propriétaires et gestionnaires des mares de mares dans leur gestion.
    - Former les agents, leur proposer des ressources sur cette thématique
    - Augmenter le nombre de formations
- 
- **Améliorer la réglementation pour mieux préserver les mares**
    - Nous manquons de moyen pour les accompagner pour la mise en œuvre (recherche de financement, encadrement technique à la maîtrise d'œuvre etc.)

**- *Corpus de recommandations préalables***

**1. Regrouper le réseau des acteurs franciliens relais sur les mares**

Il apparaît en observant les modèles existants, que ce soit les PRAM lancés par la FCEN en Normandie, en Occitanie dans le Grand-Est, ou encore les modèles FNE, que la co-construction est le point de départ de toute stratégie, en suivant plusieurs étapes :



- **Identification des acteurs :**

- Identification des acteurs relais de la région, ainsi que les acteurs institutionnels clés (financeurs, facilitateurs),
- Identifier les acteurs avec des rôles spécifiques, qu'ils soient privés ou publics
- Assurer une gouvernance régionale efficace, en Identification des acteurs relais par départements,

- **Création d'un groupe de travail :**

La seconde étape consiste à réunir ces acteurs en un comité de pilotage pérenne, avec pour objectif qu'il devienne un groupe d'échange dont émanent des collaborations concrètes.

**Le travail de consultation effectué par la SNPN pour l'état des lieux** permettra d'identifier une partie de ces acteurs.

**Objectif:** développer une gouvernance régionale et un réseau d'acteurs avec des missions définies qui agissent à long terme

## **2. Améliorer la connaissance des mares de la région : engager les acteurs sur le long terme pour faire face aux pressions futures**

### **Engagement des acteurs dans les projets existants**

Il est primordial d'engager les acteurs franciliens pour améliorer les connaissances sur les mares et faire face aux pressions identifiées (P), notamment dans le contexte d'intensification des effets du changement climatique :

1. Unifier, avec un objectif à 5 ans et en cohérence avec les autres acteurs régionaux de France, les protocoles et techniques de recueil de données, afin qu'ils soient robustes et analysables,
2. Engager les acteurs ensemble dans les inventaires, observatoires en cours, afin d'avoir une connaissance de la répartition des mares, de l'évolution de leur état, ce sur au moins 10 ans, (S),
3. Expérimenter des protocoles pour considérer les mares en tant qu'écosystèmes intégrés, pour qu'ils soient les plus adaptés, les plus efficaces, les moins chronophages et les moins coûteux pour les acteurs locaux de terrain,
4. Engager les acteurs dans la co-construction d'un atlas régional, afin de centraliser les informations, et de mettre en lumière les initiatives à succès, intégrer également les acteurs liés à l'eau dans la dynamique
5. Diffuser au maximum aux acteurs (D) sur les nouvelles méthodologies d'identification de secteurs à enjeux.
6. Assurer un transfert de connaissances aux gestionnaires et propriétaires des mares pour avoir des acteurs de terrain formés



- **Outils d'aide à la décision**

Ces actions permettront de développer des outils d'aides à la décision pour adapter les objectifs de gestion/conservation, suivis, protection et restauration des mares.

### **3. Opérer un transfert de connaissances pour améliorer les pratiques et la mobilisation des financements**

- **Formation et montée en compétence**

Émanant d'un réel besoin des acteurs franciliens, il faut prévoir dans la stratégie un ou plusieurs coordinateurs spécialisés dans chaque domaine pour faire monter en compétence les autres acteurs, notamment à travers un programme de formation sur plusieurs années.

- **Soutien pour les financements : création d'une cellule de soutien auprès des acteurs locaux**

- Informer le réseau des mares sur les subventions disponibles pour la restauration et la création de mares;
- Dans un deuxième temps, la région pourrait entamer une réflexion à la mise en place d'une cellule de soutien pour capter plus de financements, notamment les fonds de la Commission européenne (Horizon, Biodiversa+, life, etc.)

### **4. Mise en œuvre et suivi des projets**

- **Objectifs concrets par département**

- Garantir dans la stratégie des objectifs concrets de protection, création, restauration par département, en fonction des moyens disponibles et de la réalité du terrain.

- **Suivi et évaluation des projets**

- Assurer par tous les moyens que ces projets ne tombent pas en désuétude après quelques années. Monter un groupe de travail avec les bailleurs de fonds principaux pour faire émerger des méthodes de financement plus durable, en mobilisant notamment le secteur privé de la région Île-de-France.
- Mettre en place un système de suivi pour évaluer l'efficacité des actions menées,

### **5. Communication, Sensibilisation, Éducation et participation du public**

La réussite d'une stratégie de préservation des mares ne repose pas uniquement sur la collaboration entre institutions et experts. Elle nécessite également l'adhésion, la compréhension et la participation active du public.



- **Communication**

- Lancer des campagnes d'information pour sensibiliser le grand public à l'importance des mares et des zones humides en général.
- Utiliser les médias sociaux, les applications et les sites web pour diffuser des informations, des actualités et des réussites liées à la préservation des mares.

- **Sensibilisation**

- Organiser des journées portes ouvertes, des ateliers et des visites guidées pour permettre au public de découvrir la richesse des mares.
- Eveiller avec les mêmes méthodes, l'intérêt des gestionnaires de l'espace public
- Collaborer avec les médias locaux pour diffuser des reportages, des documentaires et des articles sur les mares et leur importance.
- La SNPN, en tant que coordinatrice de la Fête des Mares, se tient à disposition de la région pour engager plus d'évènements sur les mares et les zones humides.

- **Éducation**

- Intégrer la préservation des mares dans les programmes scolaires pour sensibiliser, éduquer.
- Développer au maximum l'apparition d'Aires terrestres éducatives (ATE) autour des mares, souvent à proximité de zones urbaines.
- Coupler les ATE avec la création de mares pédagogiques dans les plans de restauration, pour créer les bases d'une appropriation culturelle autour des mares
- Proposer des formations et des ateliers pour les adultes intéressés par la préservation des mares et la biodiversité.

- **Participation**

- Encourager le public à participer activement à la préservation des mares, que ce soit par le biais de nettoyages, de plantations ou de suivis.
- Solliciter l'avis du public sur les projets et les initiatives liés aux mares pour garantir une approche inclusive et participative.
- Encourager le public à participer à des projets de science citoyenne, tels que l'observation et le suivi des espèces, pour recueillir des données précieuses tout en sensibilisant à l'importance des mares, en poursuivant et diffusant le projet d'observatoire en cours.
- En intégrant la communication, la sensibilisation, l'éducation et la participation du public dans la stratégie, il est possible de créer un mouvement plus large et plus impactant en faveur de la préservation des mares en Île-de-France.



## 6. Intégration des écosystèmes humides

La préservation des mares ne peut être envisagée de manière isolée. Les mares, bien qu'elles soient des écosystèmes spécifiques, font partie d'un réseau plus vaste d'écosystèmes humides. Il est donc essentiel d'adopter une approche intégrée pour garantir leur préservation et leur restauration. Il est crucial de reconnaître la richesse et la variété des petites zones humides et des différents types de mares. Chaque type joue un rôle unique dans le réseau biologique et le cycle de l'eau.

- **Favoriser une approche holistique**

Plutôt que de se concentrer uniquement sur un type spécifique de mare ou de zone humide, il est essentiel d'adopter une vision globale. Cela permettra d'assurer la connectivité entre les différents écosystèmes et de renforcer la résilience face aux effets du changement climatique et autres pressions.

- **Collaboration avec d'autres entités**

Il convient dès 2024 de réfléchir à l'intégration dans la dynamique des agences de l'eau, des syndicats de bassins, des services Gemapiens, des associations naturalistes et autres structures de protection de la nature pour porter des actions et poursuivre des objectifs communs.

La SNPN, en tant que rédactrice de l'état des lieux sur la situation des mares, Co animatrice du pôle relais mares et vallées alluviales avec l'ANEB, et ayant une connaissance fine de la région par son engagement local en cours sur les mares, se tient à disposition pour soutenir la région Île-de-France dans le lancement de la dynamique générale des mares.



## **Chapitre 2. Connaissance : Observatoire participatif sur l'inventaire des mares et petites zones humides**

*Auteur : Fanny Mallard, Victor Dupuy, Arthur Bernard, Contributeur : Natacha Lemoine*

---



## 1. Contexte et objectifs

En 2010, la Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN) a créé l'un des premiers observatoires régionaux participatifs sur les mares en région Île-de-France. Une plateforme internet a été créée afin de faire connaître l'initiative et de récolter des données auprès des citoyens et des acteurs du territoire de la région Île-de-France. Cette plateforme est nommée «Si les mares m'étaient comptées » (Lien internet : [www.snpn.mares-idf.fr](http://www.snpn.mares-idf.fr)).

Les objectifs de ce projet d'observatoire sont de compléter la première démarche, d'améliorer la connaissance et le suivi des mares afin de contribuer aux exigences de solutions face au défi climatique.

La plateforme d'origine a été initiée il y a plus de dix ans. Elle nécessite une mise à jour de l'outil. Il s'agit de profiter des moyens, des méthodes et des techniques nouvelles pour répondre aux besoins. Cela conduit à réactualiser les formulaires de saisie et à permettre son utilisation sur téléphone mobile pour faciliter cette dernière.

A l'échelle nationale, plusieurs initiatives locales se sont déjà mises en place. Il existe un réel besoin de coordination de ces travaux pour échanger et standardiser les protocoles permettant d'analyser et de comprendre l'évolution de la protection des mares.

Dans ce contexte, le projet en 2023 est de développer une plateforme informatique qui servira d'observatoire régional en Île-de-France, avec pour objectif de la mettre à disposition d'autres régions (2. [Plateforme de l'observatoire les oasis du climat et de la biodiversité](#)). Le site de base est évolutif dans sa construction par modules (saisie des mares, cartographie, actions, contacts, etc.). Dans un premier temps, la zone d'étude cible de l'application est l'Île-de-France, puis elle vise à s'ouvrir à l'échelle nationale par la mise en valeur des observatoires régionaux existants.

Les objectifs de l'observatoire des mares sont :

- Réunir les données existantes pour établir un atlas,
- Développer, compléter la connaissance sur leur localisation et leur état de conservation pour identifier les zones à enjeux afin de mettre en place des stratégies de moyens, de méthodes, d'actions ciblées en réseau sur les territoires,
- Améliorer l'accès à la connaissance des mares, et faciliter leur intégration dans les projets d'aménagement et documents d'urbanisme.
- Valoriser et insuffler une dynamique d'actions de restauration et de création de mares fondée sur une démarche écologique et scientifique,
- Cibler des sites pilotes de références pour définir une veille de l'évolution de l'état global des mares à partir de protocoles scientifiques sur le long-terme,
- Sensibiliser les parties prenantes à la protection spécifique des zones humides en créant une dynamique d'acteurs impliqués dans le suivi, la restauration et la création de solutions nature face au défi climatique,
- Créer une plateforme d'échanges ouverte (documentation, outils de traitement de données, mise en réseaux, annuaires d'acteurs, valorisation des travaux, publication, journées techniques, colloques).

Les observations sur le terrain et leur analyse exigent des suivis protocolés des milieux et des populations. Le réseau de surveillance de l'évolution de l'état des mares s'appuie sur des méthodes de localisation des mares et leur caractérisation et des protocoles standardisés d'observation de la flore et de la faune (3. [Réseau de surveillance de l'évolution de l'état des mares](#)). Cette approche permet de garantir une cohérence dans la collecte de données et de



favoriser une compréhension durable des changements observés dans ces milieux naturels au fil du temps.

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

### **• Identité de l'observatoire**

L'observatoire ayant pour objectif d'être participatif et mis à disposition des partenaires, une identité propre à l'observatoire a été créée. L'observatoire a pour titre « Les oasis du climat et de la biodiversité ».

Le titre de l'observatoire a été travaillé à la suite de deux ateliers brainstormings composés de personnes au parcours et fonctions divers au sein de l'équipe de la SNPN permettant de rassembler des profils de chercheurs, naturalistes et représentatifs des citoyens amateurs. L'objectif a été de mettre en avant dans le titre les notions suivantes :

- Les milieux naturels étudiés : Les petites zones humides comprennent les milieux humides inférieurs à 2 hectares avec comme référence majeure les mares.
- Les fonctions et “services écosystémiques” rendus par les mares : Elles sont des sources et refuges de biodiversité, ainsi que des puits de carbone dans la lutte contre le changement climatique,
- La zone d'étude globale ciblée : l'échelle nationale,
- La notion de réseaux écologiques,
- Une image positive des mares : Le terme « mare » peut avoir pour le grand public une connotation de « mare à canards »/« mares à moustiques » éloignée de la thématique conservation de la nature. La notion de « petites zones humides » est technique et peut ne pas être parlante pour le grand public.

Le titre principal retenu est celui des « Oasis du climat et de la biodiversité : observatoire participatif sur les mares et petites zones humides ». Les oasis évoquent dans l'imaginaire un lieu de vie foisonnant autour d'un point d'eau qui existe dans un environnement hostile. Cela vise à associer cet imaginaire au terme de mare. L'utilisation du terme *climat* représente les fonctions de puits de carbone et de lutte contre le changement climatique de ces petites zones humides et celui de *biodiversité*, fait référence à la grande richesse et à la vulnérabilité des espèces spécifiques qui se développent dans ces milieux. Le pluriel « les oasis » est relié à la notion de réseau des mares dans le territoire.

Le logo de l'observatoire représente ces oasis comme des petites bulles qui renferment une biodiversité fragile et foisonnante : plantes, insectes, amphibiens. Les couleurs bleues et vertes permettent d'évoquer que ces petits milieux sont à l'interface entre terre et eau (Fig. 80).



# LES OASIS DU CLIMAT ET DE LA BIODIVERSITÉ

**Fig. 80. Logo de l'observatoire participatif sur les mares.**

Le titre principal est associé à un sous-titre technique destiné aux professionnels qui est le suivant : observatoire participatif des mares et petites zones humides.

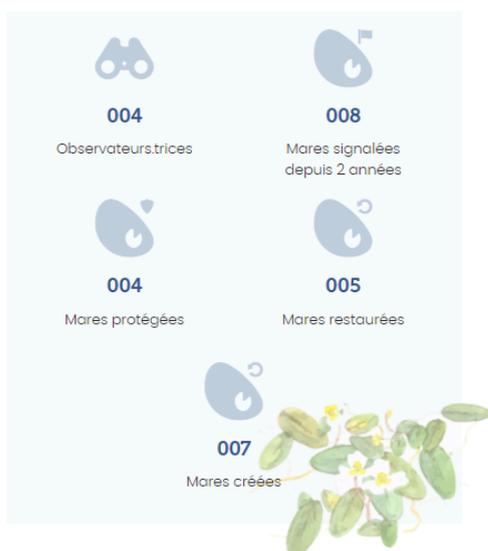
Cette identité se retrouve sur la page d'accueil du site internet qui est décliné en 6 onglets : Observatoire, Cartographie, Participer, Agir, Actualités, Ressources, Contacts.

- **Structure de la plateforme**

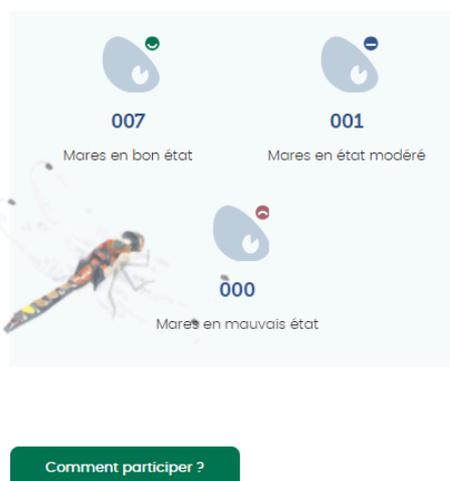
Sur la page d'accueil (Fig. 81), une présentation courte et illustrée avec une mare, permet d'expliquer les enjeux de l'observatoire qui sont la connaissance et l'action de terrain. Les statistiques de l'observatoire sont affichées et comprennent le nombre de mares signalées, les indicateurs d'état de conservation, le nombre d'observateurs et le nombre de mares restaurées et créées. En dessous, une visualisation sur cartographie du nombre de mares par départements est obtenue en zoomant par clusters. Les dernières actualités de l'observatoire seront présentées sur cette page. Avec l'intégration des autres observatoires régionaux, l'objectif est de leur laisser la possibilité d'intégrer leur actualité. La SNPN réalisera une modération de validation des actualités des autres partenaires avant affichage sur le site avec la possibilité d'en modifier directement le texte. Les partenaires ne pourront pas modifier les actualités des autres partenaires et les actualités validées. Ils pourront commenter et diffuser les actualités. L'utilisateur du site aura la possibilité de filtrer des actualités en fonction de sa localisation (département, région) en cliquant sur une carte de France à côté de la liste. Enfin, une partie « partenaires » présentera les logos des partenaires institutionnels, techniques et scientifiques.



## Statistiques du site



## Etat de conservation



**Fig. 81. Page d'accueil observatoire des Oasis du climat et de la biodiversité.**

La Page « Observatoire » (Fig. 82) présente les objectifs, les missions, le fonctionnement, les partenaires, le programme d'action de création et restauration des petites zones humides. Plusieurs illustrations, schémas et graphiques sont affichés, notamment une carte de visualisation des observatoires sur les mares existantes en France (Fig. 83).



## Observatoire

L'observatoire est un programme participatif animé par la Société nationale de protection de la nature (SNPN). Depuis 2010, la SNPN a mis en place un inventaire des mares en région Ile-de-France qui a déjà permis de recenser plus de 23 300 mares.

## Nos objectifs

A l'échelle nationale, les mares sont les zones humides les plus présentes sur le territoire métropolitain mais aussi les plus menacées par leur fragilité. Les objectifs de l'observatoire des mares sont les suivants :



### Centraliser

Les données existantes pour établir un atlas



### Identifier

Les zones à enjeux, avec une stratégie ciblée de conservation et localisation.



### Définir

des sites pilotes, veille de l'état d'évolution, et protocoles scientifiques à long-terme.



### Valoriser

une dynamique d'actions fondées sur une démarche scientifique



### Sensibiliser

Les parties prenantes à la protection des zones humides en créant une dynamique d'acteurs impliqués face au défi climatique



### Créer

Une plateforme d'échanges ouverte avec de multiples types de documentations



**Fig. 82.** Page de présentation de l'observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.



**Fig. 83. Carte des observatoires mares locaux de France.**

Sur la page « Participer » (Fig. 84), une présentation pédagogique explique comment contribuer sur la plateforme avec deux cibles : « les citoyens engagés » et les « experts ». Cette page est une interface de saisie pour l'utilisateur. Les données seront ainsi intégrées dans la plateforme GeoNature. L'extraction des données sera réalisée à partir de cette plateforme.

L'observateur grand public ou expert aura ainsi la possibilité d'ajouter une mare et autres petites zones humides avec un compte. Il pourra accéder à ses données d'observations ainsi qu'à des données et graphiques statistiques sur ses performances d'utilisateur en comparaison aux statistiques globales. La version grand public est associée à des modules simples de localisation de mares et d'observations des animaux et plantes avec des listes fermées par champ. Dans une première phase, un travail définira les éléments indispensables de caractérisation des mares dans l'objectif d'utiliser ces données pour analyser scientifiquement l'état de conservation des mares. Certains champs de saisie seront également obligatoires à remplir et d'autres resteront optionnels.

Le terme "experts" réfère aux professionnels travaillant dans des organismes ou aux experts naturalistes indépendants qui sont dans la capacité de réaliser les protocoles scientifiques. La version de saisie experte est ainsi associée à des protocoles standardisés d'observations des espèces et des variables environnementales présentés dans les parties suivantes ([Réseau de surveillance de l'évolution de l'état des mares](#)).

Chaque protocole expert et grand public est associé à un module de saisie « monitoring » de GeoNature (Fig. 85), un outil open source développé par les parcs nationaux français (<https://geonature.fr/>).



La carte de visualisation des mares recensées des deux bases “experts” et “grand public” sera commune afin d’éviter des doublons de saisies par les observateurs. La saisie sera réalisée pour la région Île-de-France et pour les régions n’ayant pas d’observatoires si les acteurs souhaitent utiliser l’outil. Sinon il pourra être proposé que l’utilisateur soit redirigé vers les observatoires régionaux existants.



## Comment participer ?

L’observatoire est un programme participatif accessible à tous, que vous soyez déjà un naturaliste confirmé ou tout simplement curieux de découvrir la nature. La SNPN lance ainsi un appel à participation auprès de l’ensemble des citoyens souhaitant s’impliquer dans la protection des mares et petites zones humides.

### Qu’est-ce qu’une mare ou petite zone humide ?

D’après le Programme national de recherche sur les zones humides (Sajaloli B. et Dutilleul C., 2001), une mare :

- une étendue d’eau naturelle ou anthropique en milieu rural, péri-urbain et urbain,
- une surface au maximum de 5 000 m<sup>2</sup>,
- une profondeur inférieure à 2 mètres,
- Alimentée par les eaux pluviales, parfois phréatiques, ou encore un système de fossés qui y pénètrent et en ressortent.



#### Vous êtes **Un expert**

La version experte vous permet d’accéder aux formulaires simples de localisation, caractérisation de la mare mais également des modules des protocoles standardisés de suivis des espèces.

[Je suis expert](#)



#### Vous êtes **Un citoyen engagé**

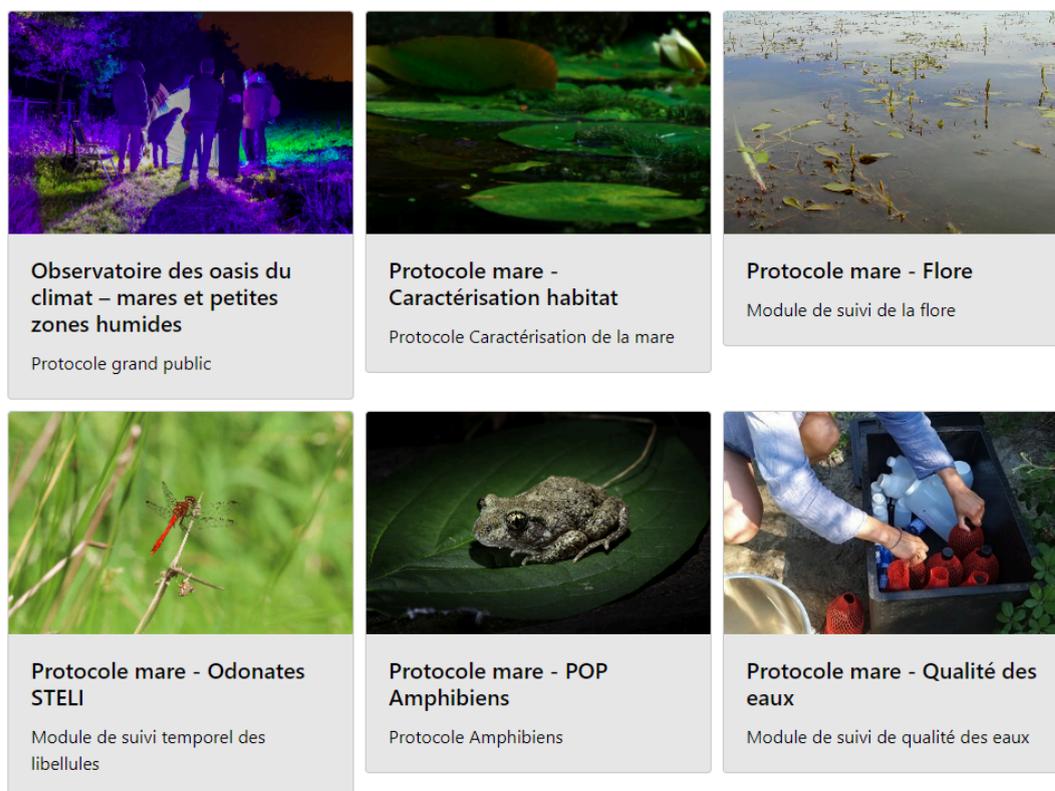
La version citoyen engagé est un formulaire accessible à tous et permet aux petites et grands de partager leur observation.

[Je suis un citoyen engagé](#)

**Fig. 84. Page “Participer” de l’observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.**



## Modules de suivi



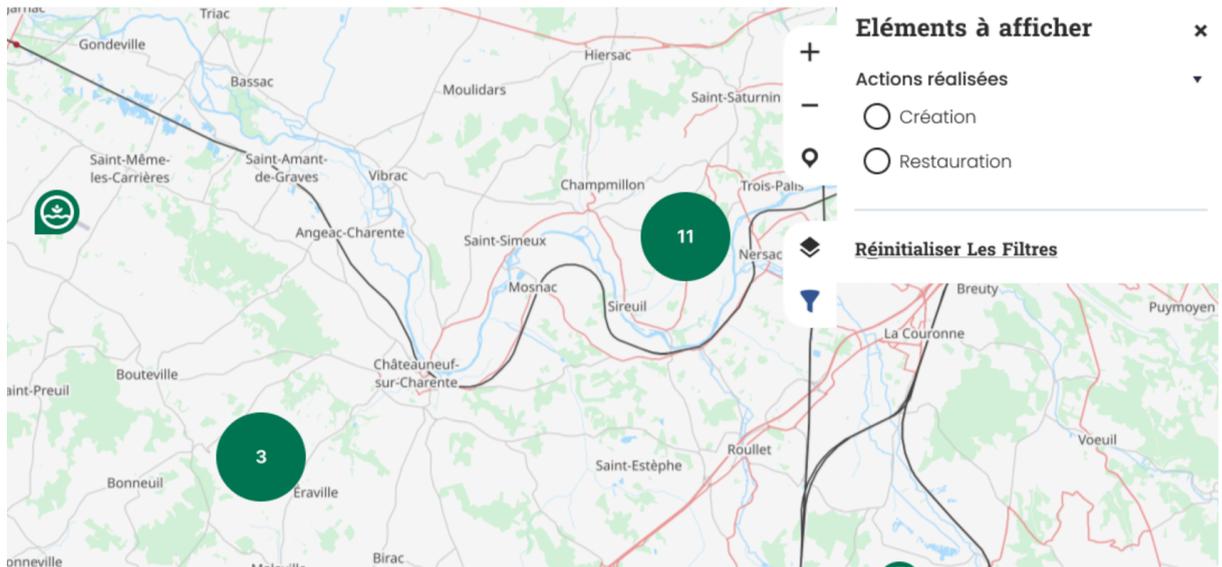
**Fig. 85. Modules de suivis protocolés des mares dans Geonature.**

La page “Cartographie” (Fig. 86) est une carte où la répartition des mares sera affichée. L'utilisateur pourra créer des cartes avec différentes couches d'informations concernant les habitats et les espèces observées. La visualisation des données espèces pourra être présentée par maille selon le floutage des données. Des indices statistiques agrégeant les informations seront également présentés par taxon : indice de richesse, de présence, d'absence, d'effort d'échantillonnage, taux de couverture, similarités, etc.



## Cartographie

Sur cette page, vous pouvez créer des cartes pour visualiser les différentes données de l'observatoire.



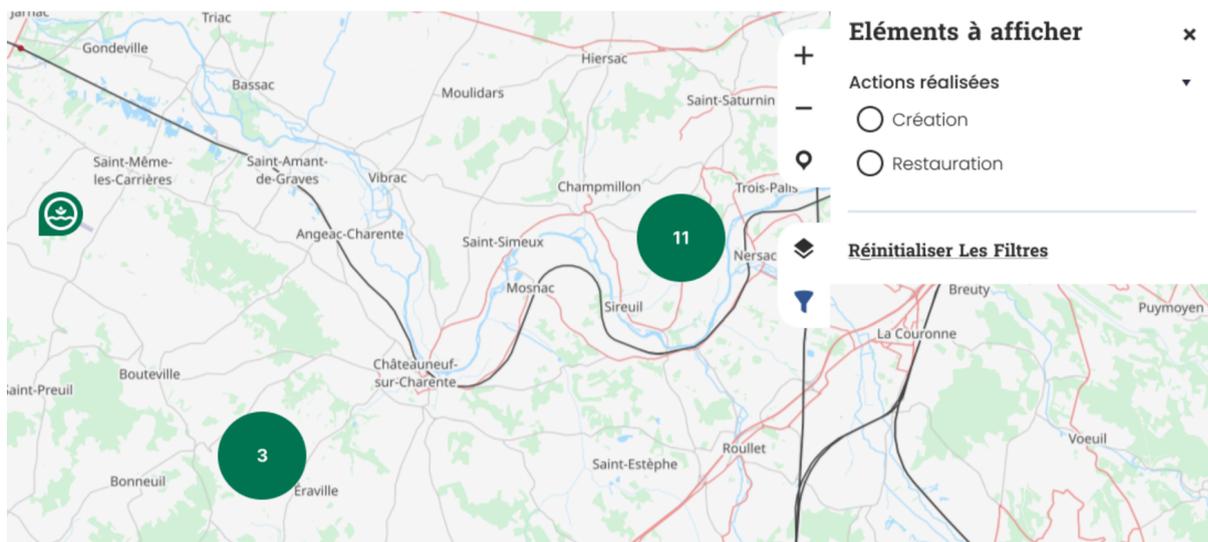
**Fig. 86. Page “Cartographie” de l’observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.**

Sur la page « Agir » (Fig. 87), les actions de restauration et création de mares seront recensées par localisation. Des statistiques seront également présentées sur cette page avec le nombre de projets par région. Des éléments de méthodologies seront détaillés pour répondre à la question « Comment agir ? » avec la mise en avant de guides de création, restauration et entretien des mares.



## Agir

Vous souhaitez agir pour la protection des mares ? Cette page permet de recenser et de mettre en lumière toutes les actions de protection, de restauration et de création de mares sur le territoire. L'objectif est également de partager les retours d'expérience afin d'impulser une dynamique d'actions.



**Fig. 87. Page "Agir" de l'observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.**

La page « Ressources » (Fig. 88) présente la centralisation de toutes les productions référentes concernant les mares ainsi que celles liées à l'observatoire. Un filtre de recherche est créé afin de trouver les informations pertinentes.



## Ressources

Présentation pédagogique expliquera comment contribuer sur la plateforme. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc commodo libero at rhoncus finibus. Aliquam id lectus fermentum, auctor nisi sit amet, vehicula est. Aliquam eu sapien blandit, congue diam ac, cursus libero. Vivamus tortor libero, rhoncus sed metus suscipit, porta efficitur ex. Suspendisse venenatis eros ac ornare aliquet.

Rechercher une ressource ...

[Recherches avancées](#)

**Catégorie de documents**

- Articles scientifiques
- Rapports et ouvrages
- Communications à des congrès et colloques
- Communications à des conférences grand public
- Document de communication et pédagogique
- Vidéos
- Presse
- Photos
- This is a checkbox
- This is a checkbox
- This is a checkbox

**Tags**

- Publications de l'observatoire
- Création de mares
- Restauration de mares
- Amphibiens

### [X] Résultats correspondants à votre recherche

 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>	 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>
 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>	 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>
 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>	 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>
 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>	 <p><b>Nom du document</b> Publié le XX/XX/XX - Lieu - Type de document</p> <p>Texte descriptif du document qui peut être un peu long, voire même atteindre les trois lignes.</p> <p><a href="#">Télécharger</a></p>

**Fig. 88. Page “Ressources” de l’observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.**

Enfin, la page « contact » (Fig. 89) présente un formulaire pour pouvoir contacter et demander plus d’informations sur la protection des mares. L’objet du message sera associé à une liste déroulante afin de pouvoir classer automatiquement les demandes envoyées. En fonction de ces demandes, des emails différents seront associés. A l’échelle nationale, l’objectif de cette page est d’identifier des contacts référents par région en présentant un annuaire, et en permettant à l’utilisateur de joindre directement le contact associé à sa localisation via le formulaire. Une carte de France pourra être présentée. En cliquant sur la région ou le département, l’utilisateur sera renvoyé sur une fenêtre de formulaire où il pourra renseigner sa demande d’information.



## Contact

L'objectif de cette page identifiera des contacts référents par région en présentant un annuaire et en permettant à l'utilisateur de joindre via le formulaire directement le contact pertinent en fonction de sa localisation

### Formulaire de contact

Texte explicatif du processus de prise de contact

Sélectionnez votre région ▼ Sélectionnez votre sujet ▼

Sélectionnez votre profil ▼

Nom E-mail

Saisissez votre message

J'autorise la SNPN et ses partenaires à traiter mes informations personnelle pour être recontacté dans le cadre de projets de construction de mare.

Envoyer



L'observatoire du climat et de la biodiversité est animé par la Société Nationale de Protection de la Nature.

#### Accès rapide

Accueil  
Observatoire  
Cartographie  
Participer  
Agir  
Actualités

**Fig. 89. Page “Contact” de l’observatoire les oasis du climat et de la biodiversité.**

### ● Perspectives 2024

La création de la nouvelle plateforme d’observatoire participatif « Les oasis du climat et de la biodiversité » permet d’améliorer la connaissance et le suivi des mares afin de contribuer aux exigences de solutions face au défi climatique. L’objectif de cet observatoire est de faire participer le plus grand nombre à son développement mais également d’impulser l’action à l’échelle locale pour restaurer et créer des réseaux de mares à travers le territoire.

L’année 2023 a permis la création du site internet de la nouvelle plateforme et les modules des protocoles de saisie pour les experts. L’année 2024 sera consacrée à l’intégration de toute la base de données de l’ancien site internet “Si les mares m’étaient comptées” et du



développement de la page cartographie de visualisation des données. Le prestataire « Natural solutions »<sup>1</sup> apporter son expertise informatique pour la réalisation du projet.

La SNPN gère au quotidien la plateforme « Si les mares m'étaient comptées » en apportant des conseils aux utilisateurs mais également en validant les données intégrées par les observateurs. Ce sont ainsi 66 nouvelles mares répertoriées en 2023. L'association est de ce fait régulièrement sollicitée pour apporter des données de connaissance sur les mares de la région Ile-de-France.

La nouvelle plateforme utilise l'outil GeoNature compatible avec le GeoNature-idf de l'ARB IDF. L'année 2024 sera consacrée aux échanges avec l'ARB-IDF afin de mettre en place une méthodologie structurée de transmission des données entre les deux bases.

Le Ministère de la Transition Écologique a mandaté la SNPN pour réaliser un état des lieux sur les acteurs et les projets mares en France. A l'échelle nationale, plusieurs initiatives régionales hétérogènes se sont déjà mises en place. Il existe un réel besoin, une réelle demande, de coordination de ces travaux pour échanger et standardiser les protocoles permettant d'analyser et de comprendre l'évolution de la protection des mares. Dans ce contexte, cette plateforme d'observatoire pourra être mise à disposition.

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

Les observations de terrains et leurs analyses nécessitent des suivis protocolés des populations naturelles sur le terrain. Les suivis à long terme des populations naturelles sont généralement considérés comme indispensables et les observations directes devront s'effectuer sur des périodes de plusieurs décennies. Rappelons qu'une période d'observation minimale de deux décennies est recommandée par exemple pour les espèces végétales (BERTIN, 2008). Dans une région climatique donnée, le climat n'est pas le même en tout lieu, les climats locaux sont variables suivant l'altitude et la latitude (FAURIE ET AL., 2011). La mise en place de protocoles de suivis des indicateurs climatiques et biologiques standardisés et adaptés à la problématique du changement climatique est nécessaire et permet la création d'un réseau de surveillance de l'évolution de l'état de conservation des mares dans l'espace et le temps.

Dans ce cadre, des protocoles de suivis des habitats, des espèces et de la qualité de l'eau sont développés en 2023, ils se basent et sont compatibles avec des méthodes reconnues au niveau national adaptées à la problématique du programme. Concernant les suivis des communautés végétales, les protocoles appliqués sont les suivants :

- BAOM1 Flore : intégrant le SM5 (Stade d'évolution et végétation de la mare) de l'UMS PatriNat.
- SM3 : Photographies

Les protocoles de suivis des espèces animales sont les suivants :

- Suivi Temporel des Libellules (STELI), avec des références aux protocoles Mhéo & Natura 2000.
- Pop Amphibiens - Communautés (POPA), avec des références aux protocoles Mhéo & Natura 2000.

---

<sup>1</sup> <https://www.natural-solutions.eu/>



Le protocole de caractérisation de mare se base sur le PRAM Normandie et les protocoles Natura 2000.

En fonction des indicateurs, les périodes optimales de suivi des espèces seront proposées pour éviter des covariables importantes.

Le réseau de surveillance de l'évolution de l'état des mares, se base sur la structure de l'inventaire des mares "Si les mares m'étaient comptées", et continue de proposer, de manière accessible au grand public ("citoyens engagés") la localisation des mares, et leur caractérisation, toujours sous la même forme, pour permettre de garder une continuité avec le travail réalisé.

La caractérisation des mares cette fois ci conçue sous forme de "visites", permettant d'établir une forme de carnet de bord, gardant accessible l'historique des observations sur chaque entité de mare, et mettant en avant l'aspect dynamique de ces écosystèmes. C'est sur ces entités que viennent s'appliquer les suivis protocolés.

#### • Localisation des mares

La localisation des mares est la donnée de base dans l'inventaire. Tous les observateurs ont la possibilité de localiser de nouvelles mares, vues, potentielles, ou disparues. Une localisation correspond à une donnée : un observateur, une date, des coordonnées GPS (Latitude et Longitude). L'utilisateur est également invité à ajouter une photo du site, et il peut compléter son observation par des commentaires. Il est maintenu possible de localiser une mare en précisant qu'elle est potentielle, pour les cas de suspicion de mare, sans avoir accès au site par exemple.

La localisation d'une nouvelle mare, saisie dans la base de données, est associée à un identifiant unique, non modifiable, et ouvre les possibilités de caractérisation, et de mise en place des suivis protocolés.

#### • Caractérisation des mares

La caractérisation des mares est l'étape suivante qui peut se faire à tout moment sur une mare déjà localisée (potentielle, vue, caractérisée ou disparue). Le module se base sur la caractérisation des mares produite par le Conservatoire Fédératif des Espaces Naturels de Basse-Normandie dans le cadre de son Programme régional d'action pour les mares (<http://www.cfen-bassenormandie.org/presentation/actions/pram.html>), repris par la SNPN dans *Si les mares m'étaient comptées*. Elle permet de noter, à un temps donné, des informations générales sur la mare, ses caractéristiques abiotiques et biotiques générales, son état écologique, son stade d'évolution et les menaces effectives.

Elle peut être complétée et actualisée aussi souvent que souhaité, par des observateurs différents, sous forme de "visites", ne recouvrant pas les anciennes observations, mais venant apporter une information complémentaire d'évolution. Il est recommandé d'actualiser cette caractérisation tous les 5 ans maximum.

Les informations suivantes sont renseignées :

- Informations sur la propriété du site : Gestionnaire, Propriétaire, Type de propriété : Public, Privé, Mixte, Inconnu,



- Type de petite zone humide : Mare, Mouillère, Lagune, Panne dunaire, Lacais de montagne, Noue, Lavoir, Bassin routier, Bassin d'orage,
- Habitat environnant : Prairie, Forêt, Bord de route, Culture, Marais, Urbain, Friche, Carrière, Autre,
- Dimensions : Longueur, Largeur, Périmètre, Profondeur,
- Pourcentage de pentes douces : 0, 0-25, 25-50, 50-75, 75-100, 100, Inconnu,
- Fond de la mare : Naturel, Argile compacté, Béton ou minéral, Bâche, Autre, Inconnu,
- Stade (A, AB, B, BC, C, CD, D, Inconnu)

Stade A	Stade B	Stade C	Stade D
Les plantes des berges et les plantes aquatiques enracinées sont absentes ou commencent tout juste à s'implanter et/ou la mare n'est pas envasée.	Les plantes des berges et les plantes aquatiques enracinées ont déjà colonisé une partie de la mare et/ou la mare est peu envasée.	Les plantes des berges et les plantes aquatiques enracinées ont envahi la totalité de la mare et/ou la mare est partiellement envasée.	La mare est quasiment comblée. Elle est colonisée par des ronces et des arbustes et/ou elle est très envasée.

- Régime hydrologique : Permanente, Temporaire, Inconnu,
- Ouvrage de vidange : Oui, Non, Inconnu,
- Trop plein : Oui, Non, Inconnu,
- Turbidité : Limpide, Trouble, Inconnu,
- Alimentation en eau : Pluie, Ruissellement de voirie, Ruissellement de pluie naturel sur cultures, Source, Nappe souterraine, Gouttière de bâtiment, Buse, Canalisations, drainage, Aucune, Autre, Inconnu,
- Liaison au réseau hydrologique : Fossé, Noues, Drainage, Pompes, Cours d'eau, Axe de ruissellement, Aucune, Autre, Inconnu
- Usage anthropique, Baignade, Abreuvoir aménagé, Abreuvoir non aménagé, Collecte d'eau, Pêche, Chasse, Réserve incendie, Ornamental, Réserve de biodiversité, Patrimoine culturel ou paysager, Pédagogique, Abandonné, Lagunage, Infiltration d'eau, Loisir, Fête, Squat, Aucun, Autre, Inconnu
- Entretien des berges : Oui, Non, Inconnu,
- Altération de la mare : Déchets, Algues filamenteuses, Pollution chimique, Pollution organique, Piétinement humain des berges, Piétinement animal des berges, Comblement en cours, Envahissement végétal, Poissons, Aucune, Autre,
- Perturbations : champ libre
- Commentaire : champ libre
- Ajout de photo : préciser l'orientation de votre photo dans le titre (nord / sud / est / ouest)

Un schéma pourra être réalisé pour définir des localisations et dimensions relatives d'habitats sur l'ensemble de la mare.



### • Suivi photographique

Un suivi photographique, basé sur le modèle SM3 (BERNARD, 2019, cf. page 26). est mis en place pour “suivre visuellement l'évolution de la mare et fournir un support de communication évocateur pour tous.”

Il consiste en une prise de 3 photos de la mares, en 3 points de vue complémentaires, aux mêmes emplacements et même périodes chaque année (Juin-Juillet). Les photos sont prises , toujours à la même hauteur et orientation, avec un appareil photo numérique ou téléphone configuré de la même manière à chaque passage (notamment au même format photo 4:3). Les emplacements sont localisés précisément au GPS par pointage, pris en photo avec repères visuels.

Ce suivi photo depuis les berges pourra être complété par une photo d'ensemble de la mare vue de haut, prise par Drone.

## Suivis naturalistes protocolés

### • Choix des 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 1600 espèces sur près de 5000 à 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 hélrophytes, 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 y 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.

### ● **Protocole flore**

Le suivi de la Flore sélectionné est le protocole Flore (BAOM1) complété par le protocole SM5 sur les stades d'évolution et la structure de la végétation, développé par l'UMS PatriNat dans le cadre des suivis des zones Natura 2000 (BERNARD, 2019, cf. pages 28-29 et 37-38).

Ce dispositif permet notamment de suivre dans le temps :

- Des variations de composition des communautés floristiques.
- Des variations de la structure générale de la végétation.

Les informations générales suivantes sont renseignées :

- Conditions météorologiques au moment du passage (pluviosité, vent, couverture nuageuse, etc.)
- Présence de certains types de plantes (lentilles d'eau, algues filamenteuses, horticoles)
- Présences de certains habitats type alentours (saulais, roselières, prairies humides)
- Le recouvrement de certains types de végétation (hydrophytes, hélrophytes, exotiques envahissantes)
- La surface d'eau libre et l'embroussaillage des abords

Un échantillonnage par quadrat est réalisé le long de transects de 4 mètres de long pour une mare de surface comprise entre 16 et 23 m<sup>2</sup>. Le nombre de transects dépend de la taille de la mare avec l'ajout d'un transect de 4 mètres par tranche de surface de 8 m<sup>2</sup> (Fig. 90).



**Fig. 90. Exemple de positionnement des transects flore**

Le long de ces transects seront placés des quadrats de 50 x 50 cm, espacés de 1 mètre. L'un des bords du quadrat devra être collé à la ligne du transect. L'échantillonnage se fait le long d'un transect matérialisé en début et fin par des piquets et/ou par des points GPS et photographies. L'objectif étant que le même transects soit réalisé pour chaque année de suivi.

Pour chaque quadrat, sont relevés : La surface d'eau libre, La liste des espèces vasculaires enracinées ou flottantes et le recouvrement en pourcentage pour chaque espèce (précision de 5 %). Si ce recouvrement est inférieur à 5 % on attribue arbitrairement un recouvrement de 1 %. Ces recouvrements s'estiment avec une projection au sol, donc le total peut dépasser 100 %. De plus, si une espèce est enracinée hors du quadrat mais qu'une partie de la plante le surplombe, l'espèce pourra être notée comme "recouvrante".

Un relevé de profondeur est intégré à ce suivi, et consiste à l'aide d'une perche graduée, de 3 cm de diamètre, à mesurer, au centre du quadra, la hauteur de la colonne d'eau (perche enfoncée jusqu'à première résistance), la hauteur de la couche sédimentaire (perche enfoncée au maximum jusqu'au fond "dur"), et la hauteur de l'eau vis à vis de hauteur de surface normale en eau, délimitée par la flore hygrophile en bord de mare (mesure reprise du protocole d'atterrissement (SM7) dans Bernard (2019)).

Un temps de prospection supplémentaire optionnel permettra de relever les éventuelles autres espèces associées au milieu, notamment patrimoniales, qui ne se trouvent pas sur le transect, en parcourant la mare librement, depuis les berges autant que possible. Elles seront relevées également sur une liste à part comme un relevé sur la globalité de la mare.

Deux passages sont réalisés le premier entre mai à juin, le second entre mi-juillet et septembre.

L'usage de waders est nécessaire à cette étude, et il sera recommandé de n'avoir qu'un seul opérateur dans l'eau, avançant avec grande précaution à distance des quadrats étudiés, pour éviter de piétiner les herbiers et remuer le fond de la mare, créant une potentielle turbidité.



En cas d'impossibilité d'identification sur pied, et sous réserve de proportions suffisantes d'individus présents sur le site, un échantillon de plante pourra être prélevé et conservé dans un sachet de congélation hermétique avec de l'eau, pour être identifié à la loupe binoculaire, ou partagé à d'autres experts.

### • Suivi des amphibiens

Le suivi des amphibiens est basé sur le protocole national **POPAmphibien Communauté**, tel que défini par la Société Herpétologique de France (BARRIOZ & MIAUD, 2016a).

Le respect des protocoles de prévention sanitaire (MIAUD, 2022) et de la réglementation sur la protection des espèces sont de vigueur pour le suivi des amphibiens.

Dans le cadre du programme de surveillance des effets du changement climatique sur les mares, des compléments de cadrage sont apportés pour renforcer la standardisation du protocole, s'adapter aux enjeux de compatibilité avec le suivi des autres groupes (Odonates, Flore) tout en restant compatible avec POP Amphibien communauté.

Pour chaque mare, 3 passages sont réalisés dans l'année, lors d'une période comprise entre début février et début juillet, qui semble être la plus favorable pour détecter les différentes espèces de la communauté des amphibiens de France

- Une première session en fin d'hiver pour détecter les espèces précoces (février-mars),
- Une deuxième session de milieu de saison (avril-mai),
- Une troisième session en fin de printemps / début d'été pour détecter les espèces tardives (juin-juillet).

Des informations générales sont renseignées au moment de chaque passage : conditions météorologiques (température de l'eau et de l'air, humidité relative de l'air, pluviosité, couverture nuageuse, vent, turbidité de l'eau, estimation de la surface en eau, végétation majoritaire dans l'eau et sur les rives).

Chaque visite des sites répond au protocole sanitaire faisant référence pour le contrôle des maladies des amphibiens (MIAUD, 2022).

La méthode de détection privilégiée est la prospection visuelle et auditive si les sites aquatiques le permettent, afin de réduire au maximum l'impact sur les espèces et les habitats. Ces méthodes peuvent être complétées par l'utilisation d'épuisettes et/ou amphicaps si nécessaires. Une dérogation espèce protégée doit être accordée au préalable pour les personnes manipulant les espèces d'amphibiens rencontrées. L'ensemble des sessions seront réalisées de nuit, après la tombée du jour, pour optimiser les chances de contacts de la communauté d'espèces.

Tel que présenté précédemment, après évaluation de l'utilisation des pièges Amphicaps en 2023, le rapport entre l'information apportée (cf. Chapitre 3. [Recherche : Sélection des zones à enjeux d'actions et analyse de l'évolution de l'état de conservation des mares](#)), et les contraintes logistiques et sanitaires, amènent à ne pas retenir le protocole Pop Amphibiens - Tritons, en plus du protocole Pop Amphibiens - Communauté. L'usage d'amphicaps reste envisagé en compléments des méthodes visuelles, auditives et à l'épuisette, de difficultés d'accès et suspicions d'espèces ciblées, de tritons notamment). Dans ces cas, on utilisera le protocole recommandé dans le quart nord ouest de la France » : trois nasses



immergées déposées dans les herbiers, espacées de 5-10 m, en début de soirée et laissées au moins 2h dans l'eau, sinon la nuit entière, pour relevage le plus tôt possible au lendemain.

Pour chaque amphibien observé on note l'espèce, le genre, le stade. Tous les individus adultes sont comptés. L'observation d'un individu peut être complémenté des informations suivantes : sexe de l'individu, stade de vie (oeuf, têtard, juvénile, adulte), comportement (chasse/alimentation, déplacement, repos, chant, accouplement, territorial, etc.), état biologique (observé vivant ou mort).

Par session, 3 étapes sont réalisées (Fig. 91) :

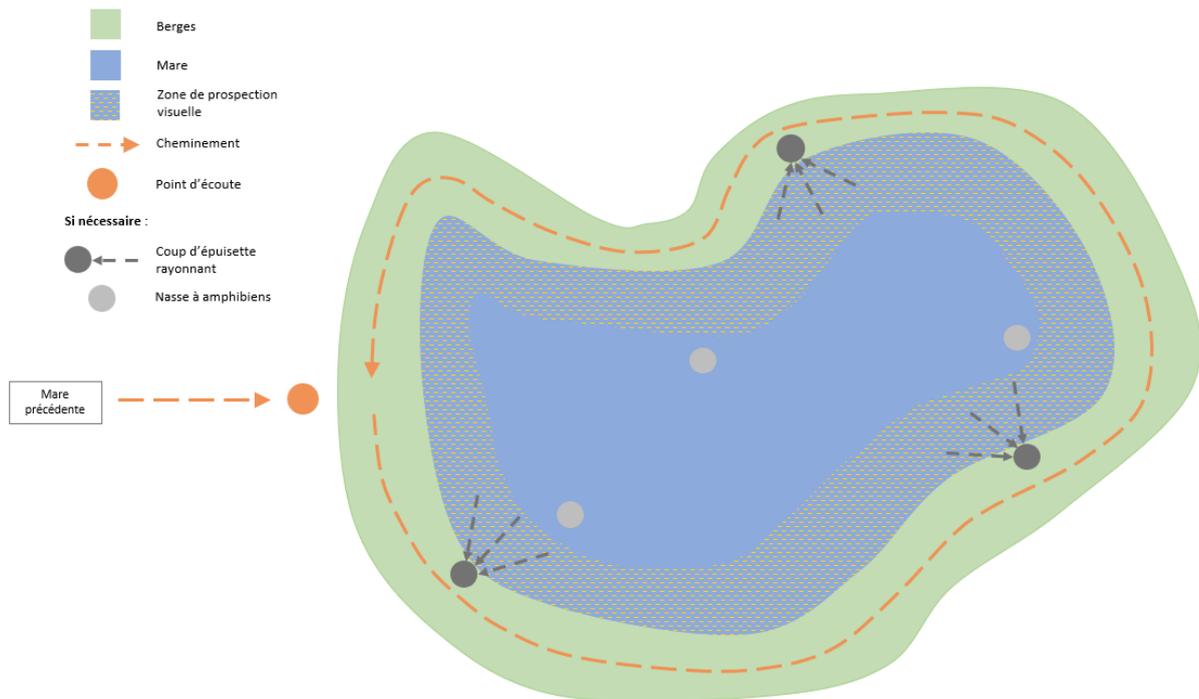
- 1ère étape : Un point d'écoute fixe de 5 minutes est réalisé à proximité de la mare. Pour les grands plans d'eau, plusieurs points d'écoute pourront être réalisés en respectant une distance de 100 m entre deux points. Lors des 5 minutes d'écoute, tous les individus entendus, pour chaque espèce identifiée, sont notés. Pour chaque espèce, le nombre d'individus entendus est également évalué selon les classes d'abondances suivantes : 1-10, 10-50, 50-100, >100 individus. Des enregistrements sonores peuvent être effectués afin de confirmer les espèces à détermination délicate comme celles du genre *Pelophylax*.

- 2ème étape : Prospecter le site aquatique pour repérer les amphibiens à l'aide d'une lampe torche (d'une puissance recommandée de l'ordre de 150 lumens). Le temps de cette prospection est cadré, notamment lors des comptages d'individus adultes : 15 minutes de prospection des 2 premiers mètres d'eau depuis la berge, pour une mare de 50 m<sup>2</sup> de surface ou moins, 30 minutes pour une mare de 50 à 100 m<sup>2</sup>, etc. Les temps dédiés à l'identification ne sont pas comptés et le chronomètre peut être interrompu lorsqu'une capture est nécessaire.

- 3ème étape, si nécessaire (eau trouble, végétation abondante...) : Pêcher, à l'épuisette : l'observateur se positionne proche de la berge et donne trois coups d'épuisette du large vers lui suivant trois directions rayonnantes. Cette pêche est réalisée dans trois emplacements (distants de plusieurs mètres) du site échantillonné (par exemple, trois points de pêche pour 50 m<sup>2</sup>). Des amphi-captifs pourront être utilisés dans les cas de difficultés d'accès et suspicion d'espèces à faible détectabilité tritons notamment. Les coups d'épuisette sont précisés : on utilise un troubleau de diamètre de 30 cm et maille de 2mm). 5 coups d'épuisette dans trois directions rayonnantes autour de l'observateur près de la berge sont réalisés du large en ramenant vers l'observateur en effleurant le sol. Les espèces piégées hors amphibiens sont également inventoriées.

Les sessions de terrain s'effectuent avec des conditions climatiques particulières :

- Les visites nocturnes s'effectuent une fois la nuit tombée, à environ 2h du matin.
- Eviter les nuits trop fraîches (gelées) en début de saison (mars-avril),
- Eviter les phases de pleine lune et les nuits venteuses.



**Fig. 91. Schéma théorique du protocole de suivi des amphibiens**

Pour respecter une condition d'analyses d'occurrence des espèces, les mares sont suivies par groupes de 3 minimum, dans un même paysage relativement homogène. Pour respecter une phénologie comparable, l'ensemble des sites suivis dans le cadre du réseau de surveillance, pour une session de passage, sont prospectés sur une période maximale de 2 semaines.

### **Protocole odonates**

L'objectif du protocole odonates est d'évaluer et suivre les populations de la mare au cours du temps.

Le suivi des odonates est basé sur un protocole validé au niveau national : le Suivi Temporel des Libellules (STELI) élaboré par l'Office Pour les Insectes et leur Environnement (OPIE) en partenariat avec le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), le CEN Nord-Pas-de-Calais (CEN NPdC) et la Société Française d'Odonatologie (SFO) dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des Odonates (SFO & MNHN, 2011).

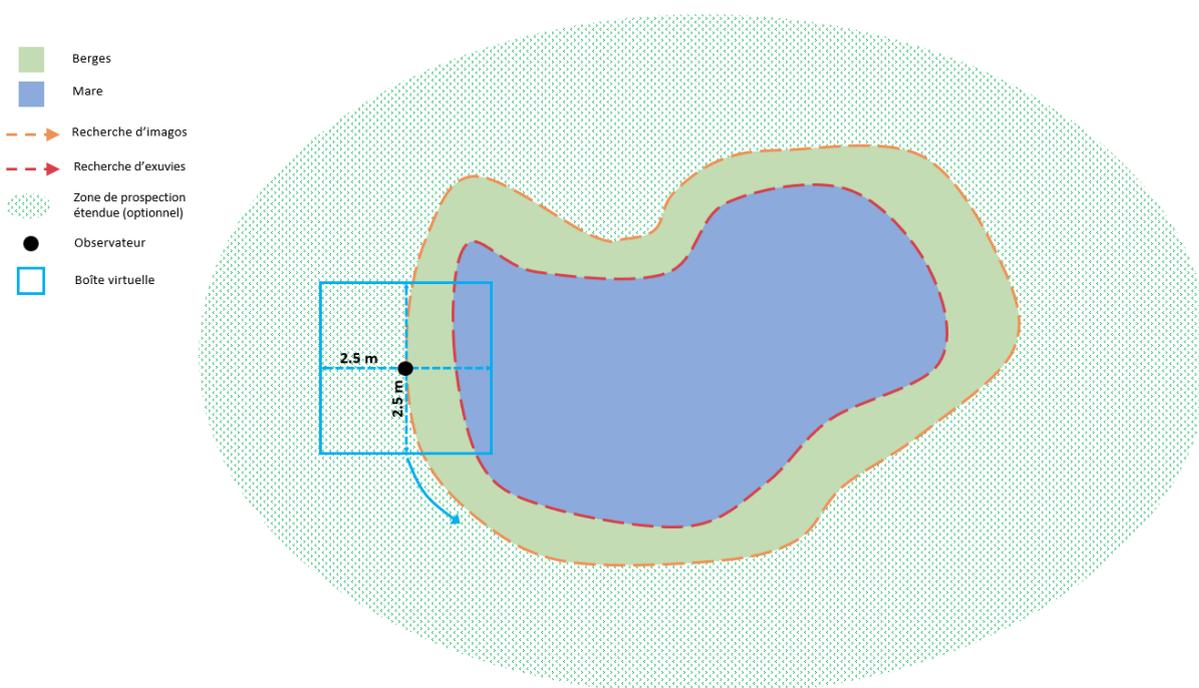
Le protocole STELI préconise d'effectuer 9 passages répartis sur trois périodes (avant le 15 juin / entre le 16 juin et le 31 juillet / entre le 1er août et la fin de la saison). La répartition temporelle des relevés sur trois périodes permet de contacter le cortège odonatologique complet de chaque site, prenant en compte à la fois les espèces précoces (leucorrhines, etc.) et les espèces plus tardives (sympétrums, aeschnes, lestes, etc.). Les dates de prospection seront identiques d'année en année et réalisées aux heures chaudes.

De manière à pouvoir observer les imagos sur la zone d'eau libre et sur les berges, l'observateur effectue le tour de la mare en suivant le niveau d'eau. La durée du relevé est fixée à 30 minutes afin de standardiser les observations en vue des analyses. 30 minutes supplémentaires pourront être ajoutées par tranche de 500 m<sup>2</sup> de surface de la mare. Une



mare de 1000m<sup>2</sup> comportera donc deux suivis de 30 mins, chacun correspondant à une prospection de la moitié de la mare. A titre d'exemple, une mare de 5000 m<sup>2</sup> correspondant à la surface maximale pour une mare (SAJALOLI & DUTILLEUL, 2001), comptera 10 prospections de 30 minutes, soit 5h au total. Un dénombrement des individus sera réalisé indépendamment pour chaque tranche de 30 minutes.

Afin de standardiser davantage la méthode d'échantillonnage des odonates et rendre les résultats exploitables à une échelle plus réduite, les imagos sont observés dans une boîte virtuelle de 5m<sup>2</sup> (MALLARD, 2021a) qui avance avec l'observateur de part et d'autre de la ligne berge et complétée à la fin du transect par une observation au niveau du centre de la lagune (Fig. 92). Le comportement des individus observés est noté (ponte, tandem, cœur copulatoire, comportement d'appétence sexuelle, etc.), ainsi que le sexe majoritaire de la population, le stade de vie des individus et leur état biologique (si l'individu est observé vivant ou mort). Le chronomètre est arrêté si besoin pour permettre la détermination d'un individu capturé, en limitant au maximum la durée de détermination sur le transect (1 à 2 minutes au total) (MALLARD, 2021a). Les individus nécessitant une détermination plus longue pourront être mis en boîte et déterminés à la fin du transect.



**Fig. 92. Schéma théorique du protocole de suivi des odonates**

Dans le cadre du protocole de suivi, une détermination la plus précise possible est demandée. Cependant, il n'est pas toujours possible d'observer les critères ou de capturer les imagos pour les déterminer. Par conséquent, afin d'avoir des données les plus précises possible, différents niveaux sont constitués selon le degré de détermination et basés sur les niveaux établis dans le cadre du protocole STELI. Trois niveaux sont utilisés : niveau 1 : grande catégorie basée essentiellement sur la couleur et la taille ; niveau 2 : catégorie plus précise listant plusieurs espèces potentielles ; niveau 3 : nom de l'espèce.

Dans la mesure du possible, il est recommandé aux observateurs de limiter l'utilisation du niveau 1. Dans le cas d'individus isolés d'espèces non identifiées, l'observateur note l'individu en « indéterminé ».



Les conditions météorologiques requises pour la réalisation des sessions sont les suivantes d'après le protocole STELI :

		Température			
		<17°C	<17°C	<17°C	<17°C
Nébulosité	>75%	non	oui	oui	oui
	<75%	oui	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non	non
Force du vent	>5 Beaufort	non	non	non	non
Heure		10h-16h	10h-16h	10h-17h	9h-18h

Il est demandé à l'observateur de renseigner ces conditions météorologiques au moment du relevé : Température de l'air, humidité relative de l'air, pluviosité, couverture nuageuse, vent.

Dans un second temps, les exuvies seront collectées sur les sessions de terrain. La récolte des exuvies permet d'obtenir une image de la population larvaire et d'inventorier des espèces difficilement observables à l'état d'imago, notamment les Anisoptères (capacités de déplacement élevées, caractère territorial pour certains, périodes de maturation des adultes parfois longues. Cette information est importante pour évaluer l'évolution d'une population. La recherche des exuvies s'effectue en réalisant un second tour de la mare avec un temps de recherche maximal d'une heure (MALLARD, 2021a). La détermination sera réalisée en laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un zoom continu (x7 à x45).

Certaines conditions météorologiques doivent être réunies pour la mise en œuvre du protocole d'échantillonnage des exuvies. Ces dernières étant très fragiles et très facilement emportées par la pluie, une période d'au moins trois jours sans pluie en amont de ce suivi doit être respectée.

### ● Protocole qualité de l'eau

L'objectif du protocole sur la qualité de l'eau est d'évaluer et suivre les variations de la chimie de l'eau au cours du temps.

Dans un premier temps, des tests sont effectués avec du matériel simple et peu coûteux. Des tests des principales caractéristiques chimiques de l'eau de la mare sont réalisés à partir du kit JBL PROAQUATEST 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 pendant le pic de diversité végétale et animale (Juin-Juillet).

KH	<p>Le test KH est un test de titrage qui détermine la dureté carbonatée. Elle donne la concentration totale d'hydrogencarbonates dans l'eau. Dans une mare d'eau douce le niveau KH doit être maintenu &gt;5°dH au risque de créer une pénurie de CO<sub>2</sub> et donc un déséquilibre important du pH. Dans un espace d'eau salé, il doit se maintenir entre 7°dH et 13°dH.</p> <p>Méthode : Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau et ajouter au goutte à goutte le réactif jusqu'au passage de l'eau d'une couleur bleu au jaune orangé (df degrés français, dH degrés allemands)</p> <p>1 goutte = 1°dH = 1.78°fH = alcalinité de 0.36mmole/L = teneur hydrogencarbonate 21.8mg/L</p>
----	---



GH	<p>Le test GH est un test de titrage permettant de mesurer la dureté totale dans l'eau douce. La dureté totale optimale est entre 8 et 25°dH (celle-ci peut être diluée après de forte pluie dans les petites zones humides).</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau et ajouter au goutte à goutte le réactif jusqu'au passage de l'eau d'une couleur rouge au vert.</p> <p>1 goutte = 1°dH = 1.78°fH = 1°e.</p>
pH	<p>o 3-10 Le test pH3-10 est un test colorimétrique permettant de contrôler le pH sur une large gamme. Le pH en eau douce doit se maintenir autour du neutre 7 entre 7.5 et 8.5 et en eau salé autour de de 7.8 et 8.4.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 5 gouttes de réactif, mélanger, patienter 5 minutes. Comparez la couleur et déterminer le pH.</p> <p>Afin de préciser, les tests complémentaires ci-dessous pourront être réalisés :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>o 6.0-7.6 Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 4 gouttes de réactif, mélanger, patientez 3 minutes Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer le pH.</li><li>o 7.4-9.0 Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 4 gouttes de réactif, patientez 3 minutes Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer le pH.</li></ul>
NH4	<p>Le test NH4 est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en ammonium/ammoniac. Celui-ci s'intègre dans le processus de dégradation de matière organique. Le taux doit être le plus bas possible au risque de présence d'ammoniac toxique.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 4 gouttes de réactif n°1, mélanger. Ajouter 4 gouttes de réactif n°2, mélanger. Ajouter 5 gouttes de réactif n°3, mélanger, patientez 15 minutes Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>
NO2	<p>Le test NO2 est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en nitrite. Celui-ci s'intègre dans le processus de dégradation de matière organique. Le nitrite est un puissant poison pour poisson et amphibien. Dans une concentration de 0.5-1 mg/l peut être mortel. Il est nécessaire de considérer la baisse de température en fin de saison et la baisse d'activité bactérienne.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 5 gouttes de réactif n°1, mélanger. Ajouter 5 gouttes de réactif n°2, mélanger, patientez 5 minutes Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>



NO <sub>3</sub>	<p>Le test NO<sub>3</sub> est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en nitrate. Celui-ci s'intègre dans le processus de dégradation de matière organique. Contrairement au nitrite et à l'ammonium dont le taux doit être le plus bas possible, la teneur du nitrate ne doit pas dépasser 30mg/L en eau douce ou 20mg/L en eau salée. Une proportion trop forte en nitrate pourra être la preuve d'apport en engrais ou de déséquilibre du ratio de végétation. Trop de nitrates risque de favoriser la prolifération de plantes.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 10ml d'eau. Ajouter une grande cuillère de réactif n°1, mélanger. Ajouter 6 gouttes de réactif n°2, mélanger et agiter fortement, patientez 10 minutes</p> <p>Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 10ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>
PO <sub>4</sub>	<p>Le test PO<sub>4</sub> est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en phosphate. Le phosphate est un nutriment important pour la végétation aquatique et de berge. Dans une eau non polluée, la concentration d'eau douce est de 0.01mg/L et dans l'eau salé de 0.07 mg/L. L'augmentation de cette teneur peut être due aux divers engrais ou à la forte présence de poisson. Une forte teneur poussera à la prolifération d'algues et de plantes aquatiques.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 10ml d'eau. Ajouter une petite cuillère de réactif n°1, mélanger. Ajouter 10 gouttes de réactif n°2, mélanger, patientez 10 minutes</p> <p>Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 10ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>
SiO <sub>2</sub>	<p>Le test SiO<sub>2</sub> est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en silicate. Le silicate est un nutriment important pour la végétation aquatique siliceuse. Il influe grandement sur la population de diatomées et leur prolifération.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 10 gouttes de réactif n°1, mélanger, patienter 3 minutes. Ajouter 10 gouttes de réactif n°2, mélanger, patienter 3 minutes. Ajouter une petite cuillère de réactif n°3, mélanger, patienter 3 minutes.</p> <p>Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>
Fe	<p>Le test Fe est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en fer. Le fer est un oligoélément nécessaire à la bonne croissance de la végétation mais peut-être ajouté à des engrais et il favorise la prolifération de végétation. En eau douce, une teneur de 0.1 à 0.2mg/L est suffisante et une teneur de 0.05mg/L en eau salée.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 5 gouttes du réactif, mélanger, patienter 10 minutes.</p> <p>Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>



Cu	<p>Le test Cu est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en cuivre. Le cuivre est un oligoélément nécessaire à la bonne croissance de la végétation mais peut devenir une cytotoxine en forte concentration. La présence de cuivre en quantité notable provient généralement de pollution matérielle déposée dans l'eau ou d'eau stagnante dans des canalisations. En eau douce, une teneur de 0.1 à 0.2mg/L est suffisante et une teneur de 0.05mg/L en eau salée.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir de 5ml d'eau. Ajouter 5 gouttes de réactif n°1, mélanger. Ajouter 5 gouttes de réactif n°2, mélanger, patienter 15 minutes. Comparez la couleur à l'aide d'une éprouvette de 5ml d'eau sans réactif et déterminer la concentration.</p>
O2	<p>Le test O2 est un test colorimétrique permettant de contrôler la teneur en oxygène. La quantité d'oxygène doit être maintenue au taux de saturation. Lorsque le taux d'oxygène est trop faible, la végétation ne survit pas et l'eau est dite de mauvaise qualité.</p> <p>Dans une éprouvette rincée avec l'eau à tester, remplir d'eau. Ajouter 6 gouttes de réactif n°1, mélanger. Ajouter 6 gouttes de réactif n°2, mélanger 30 secondes, patienter 10 minutes. Comparez la couleur au nuancier fourni.</p>

Le dispositif sera ensuite amélioré à l'aide de protocole et matériel de mesures plus robuste : des sondes pour mesurer, la conductivité de l'eau, la salinité, obtenir des mesures plus précises de pH, température, oxygénation etc.



## Critères de sélection des sites d'étude

Pour combiner ces différents protocoles, plusieurs principes sont respectés dans le choix des sites d'étude, dans le cadre du programme de surveillance initié :

- Les sites sont choisis à minima par ensemble de 3 par "secteur", soit au sein d'une unité paysagère relativement homogène, accessibles au cours d'une même soirée ou journée, comme recommandé dans PopAmphibien pour répondre aux enjeux d'analyse probabilistes notamment. Ce principe permet aussi de renforcer l'échantillonnage, la cohérence temporelle des suivis, et l'optimisation des temps et frais de trajets dédiés aux études.
- La distance entre les sites est supérieure à 500 mètres linéaires, pour respecter une certaine indépendance des sites, imposée par le protocole STELI. Ainsi, 3 mares peuvent être suivies dans la même journée, en minimisant les risques de compter deux fois un individu qui se serait déplacé d'un site à l'autre notamment.
- Tous les sites d'un secteur (3 minimum) sont réalisés autant que possible le même jour ou soir, pour chaque passage, qu'il s'agisse de la flore, des amphibiens ou odonates.
- L'ensemble des secteurs et sites par secteurs est suivi sur un pas de temps de 2 semaines maximum, pour réduire autant que possible les biais liés à la phénologie, à garder une comparabilité générale des observations.

### • Perspectives 2024

La SNPN propose des dispositifs spécifiques de connaissance et de préservation de la biodiversité en Île-de-France. En 2023, des protocoles compatibles avec les standards nationaux ont été mis en place et testés sur le suivi de la flore, des odonates et des amphibiens des mares en région Île-de-France notamment sur les sites de Champlan, Les Alluets-le-Roi, Rambouillet, Dourdan et Paris. L'objectif est de créer le réseau de surveillance de l'évolution des mares face au changement climatique, d'évaluer des actions de pré-post-restauration et la colonisation naturelle des créations de mares. Les protocoles scientifiques de suivis s'appuient sur les méthodologies reconnues à l'échelle nationale soit POPAmphibien, STELI, Mhéo et la méthodologie d'évaluation Natura 2000.

A partir de 2024, les protocoles testés et validés seront mis en œuvre sur les secteurs de la Haute vallée de Chevreuse, Forêt de Dourdan, Forêt de Sénart et Gâtinais français avec les autorisations et la collaboration des partenaires et des acteurs du territoire. Ces données seront intégrées dans la base de données régionale. L'analyse des relations entre les 3 groupes biologiques, et leur capacité à couvrir différents enjeux d'évaluation de qualité des mares, et de pressions, seront renforcées par l'échantillonnage. Dans un premier temps, il est orienté sur des mares en contextes forestiers. Une ouverture sur les milieux urbains, agricoles, et/ou l'adaptation à différentes typologies de mares pourra être discutée.

Il est également prévu le développement d'un protocole de suivi des mares par images de drones et analyses photogrammétriques.



## **Chapitre 3. Recherche : Sélection des zones à enjeux d'actions et analyse de l'évolution de l'état de conservation des mares**

*Auteurs : Félix Geoffroy, Fanny Mallard, Contributeurs : Victor Dupuy, Arthur Bernard*

---



## 1. Contexte et objectifs

Le climat joue un rôle fondamental dans la répartition et la vie des êtres vivants. Il est caractérisé, résumé par plusieurs facteurs : température, précipitation, humidité, vent, lumière, etc. Ces facteurs sont définis principalement sur des échelles d'espace et des pas de temps allant du mètre au km, de l'heure à l'année. Dans un contexte de changement climatique, ces pressions modifient l'état des écosystèmes qui en subissent des impacts variables dans le temps, sur un temps court (léthalité pour des niveaux extrêmes d'insolation sur un temps court), plus long (dégradation lente par les sécheresses sur le mois, déficit de pression de vapeur), etc.

Les écosystèmes évoluent de leur côté dans le temps et à différentes échelles, au niveau du nombre d'individus, du nombre d'espèces, voire du nombre de genres, appauvrissant l'arbre du vivant et fragilisant le réseau d'interdépendance. Ils sont à relier à la théorie de la hiérarchie des niveaux d'organisation des systèmes écologiques (BUREL & BAUDRY, 1999). En pratique, ils se retrouvent ainsi à l'échelle du globe (zone climatique-biome/peuplement), de la région (macroclimat-écosystème/communauté), du site d'étude (mésoclimat-habitat/population) ou de l'individu (microclimat-environnement immédiat/organisme) (FAURIE ET AL., 2011 ; MALLARD, 2014).

Des approches cohérentes mixtes biodiversité-climat sont alors nécessaires pour étudier l'effet du changement climatique sur la biodiversité. Les prévisions de l'évolution du climat à l'échelle de la planète avec des modèles statistiques de lissage, permettent un niveau de détail limité allant jusqu'au km en 2023, bien au-delà du domaine des mares qui sont un semis d'écosystèmes au niveau du mètre. Les résultats doivent donc être affinés, adaptés à des domaines spécifiques (LE TREUT, 2013). Les diverses zones géographiques subiront des niveaux différents d'intensité des effets du changement climatique (GIEC, 2013).

Pour étudier les effets du changement climatique sur la biodiversité, la collecte sur le terrain des informations à cette échelle nécessite de nombreuses observations afin d'obtenir des résultats significatifs. Les observatoires régionaux sont des outils permettant d'accéder à une masse d'observations naturalistes validées et réparties sur l'ensemble du territoire (BÉUF ET AL., 2012) comme celles récoltées dans le cadre de l'observatoire participatif. Ces données d'atlas de la biodiversité peuvent être traitées sous la forme de présence d'espèces, plus finement d'occupation probabiliste des lieux, soit les présences et absences. L'effort d'observation est hétérogène sur le territoire, avec des covariables qui les pondèrent et ne permet pas une vision pertinente de présence et d'absence d'espèces. Pour autant, ce type de données est désormais de plus en plus utilisé dans la littérature scientifique avec des analyses numériques et probabilistes. Par exemple, Brotons *et al.* (2004) ont utilisé les données d'atlas d'oiseaux en Catalogne. D'après les auteurs, les données de présence et absence d'espèces permettent des prévisions par des modèles linéaires généralisés (GLM) plus précises que l'analyse de facteur de niche écologique (ENFA) en utilisant uniquement les données de présence. Les espèces ayant des exigences écologiques moins restreintes sont modélisées avec moins de précision que les espèces ayant des exigences plus restreintes (BROTONS ET AL., 2004) comme les espèces spécifiques aux mares.

La modélisation de la répartition actuelle et future des espèces permettra d'identifier des zones à enjeux pour la biodiversité et donc des zones vulnérables à protéger, à restaurer voire à créer en priorité pour l'urgence du présent et pour le futur. En effet, les zones à enjeux d'aujourd'hui peuvent évoluer dans le futur avec le déplacement ou l'extinction des espèces (2. [Modélisation corrélative sur l'évolution de la répartition des espèces cibles et sélection des zones à enjeux assistée par modélisation](#)). Dans l'attente du développement de méthodologies et des résultats, les secteurs à enjeux sont sélectionnables à dire d'expert.



Cette démarche est complémentaire et à mettre en interaction avec celle de la modélisation. Elle permet d'agir rapidement sur des secteurs prioritaires avérés d'après les connaissances opérationnelles du terrain (3. [Sélection des secteurs à enjeux à dire d'expert](#)).

Les données issues d'observations de terrain de présences d'individus sont un premier niveau de caractérisation de la biodiversité d'un milieu. Les données d'abondance des individus sont plus longues et plus difficiles à obtenir. Elles contiennent une mine d'analyses importante et caractérisent en particulier la fragilité des milieux. La combinaison de ces types de données enrichit et valide les modèles pour mesurer l'état de la biodiversité et de sa dynamique. Ces données nécessitent une surveillance protocolisée des populations naturelles sur le terrain. L'analyse « mécanistique » de ces données consiste ainsi en une démarche sous-jacente de compréhension des processus pour caractériser, suivre, restaurer les milieux.

Des premières méthodes d'analyses de ces données protocolées sont présentées : analyse bayésienne et analyse sur les profils de diversité (4. [Analyse de suivis de l'évolution de l'état de conservation des mares](#)). Les données d'abondances d'individus et des proportions relatives associées sont analysés en « nombres de Hill ». Cette analyse est reconnue pour agréger les résultats. Elle prend en particulier en compte le travail de terrain avec l'incertitude d'identifier une espèce choisie au hasard et les probabilités de rencontres entre les individus. Elle donne accès à la notion de fragilité du milieu qui est d'autant plus faible que les espèces y sont nombreuses et en abondances relatives homogènes. Les données d'incidence ou de présence/absence des espèces restent plus faciles à obtenir que les données d'abondances d'individus et de proportions relatives des espèces liées au nombre d'individus observés (HOWARD ET AL., 2014).

La limite des nombres de Hill est de ne pas prendre en compte l'information des données d'absences. Lors du travail d'observation sur le terrain, des espèces peuvent être classées absentes parce que les individus sont non repérés, non repérables, ponctuellement absents ou ont disparu. La notion de biodiversité « sombre », existante mais non visible, intervient. Les espèces ont ainsi une probabilité d'être présentes et une probabilité d'être détectées. Les covariables, des paramètres extérieurs d'influence sur les observations s'ajoutent. Le modèle d'« occupation » probable des lieux, « multi-species occupancy models », devient un outil d'analyse pour un suivi fonctionnel et phylogénétique (CADOTTE & DAVIES, 2016). De plus l'analyse est combinable avec celle en « nombres de Hill » (BROMS ET AL., 2015). Elle fera l'objet de perspectives.

## **2. Modélisation corrélative sur l'évolution de la répartition des espèces cibles et sélection des zones à enjeux assistée par modélisation**

L'utilisation de la modélisation prolonge et permet de mettre en lumière des enjeux autres que ceux identifiés intuitivement par les experts. Elle peut, par exemple, éclairer avec différents scénarios sur des projections dans le temps sur le long terme, sur la prise en compte de réseaux de continuité écologique complexes, sur la conservation de multiples espèces à la fois, et conduit à intégrer, relativiser, classer de multiples enjeux de conservation.

La modélisation permet également de définir des critères plus objectifs, répertoriés, paramétrés avec des incertitudes, inconcevables par l'expertise intuitive. Il est toutefois à noter que ces deux approches sont complémentaires. En effet, la construction de modèles procède toujours par une simplification de la réalité. Ils sont liés aussi à une expertise d'hypothèses, leurs résultats doivent donc toujours être confrontés à la connaissance des experts.

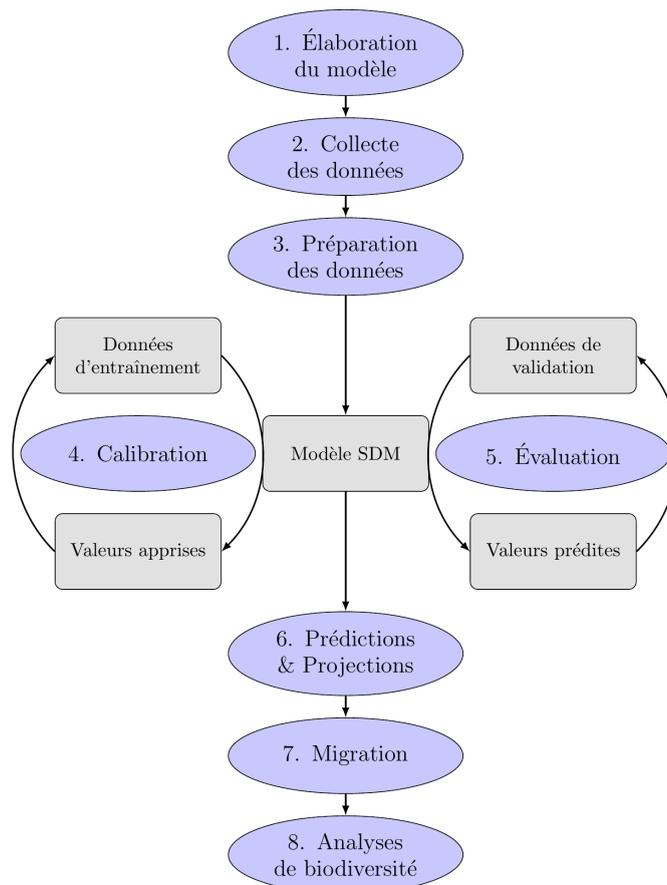


## • Méthodologie proposée

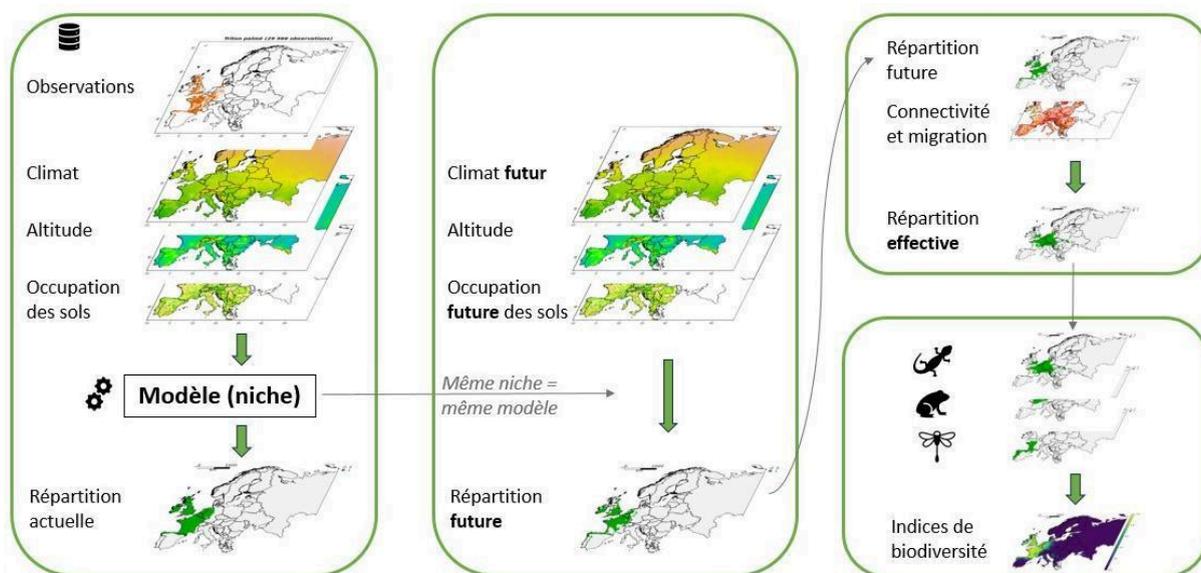
Il existe de nombreuses méthodes pour identifier des secteurs à enjeux dans la conservation. Parmi elles, on peut citer les analyses de viabilité des populations (BROOK *ET AL.*, 2000), les modèles de distribution des espèces (GUISAN & THUILLER, 2005), les simulations individu-centrées (DEANGELIS & MOOIJ, 2005) ou bien les analyses de connectivité par la théorie des graphes (FOLTÊTE *ET AL.*, 2012a).

Les modèles de distribution d'espèces (SDM pour *Species Distribution Models* en anglais) ont été choisis car ce sont les plus adaptés pour évaluer l'impact du changement climatique. De plus, les modèles SDM peuvent être complétés par des analyses postérieures de connectivité (FOLTÊTE *ET AL.*, 2012b). Le principe des modèles de distribution d'espèces est de prédire la présence ou l'absence d'une espèce à partir de multiples variables explicatives environnementales comme des variables climatiques ou d'occupation du sol. En d'autres termes, il s'agit de modéliser la "niche écologique" d'une espèce (HUTCHINSON, 1957). Il est ensuite possible à partir de ce modèle de niche, d'inférer une probabilité de présence de cette espèce en d'autres lieux, ou dans des temps futurs.

La méthodologie proposée actuellement pour l'identification de secteurs à enjeux de conservation se compose de huit étapes (Fig. 93) décrites ci-dessous. La Fig. 94 illustre le fonctionnement des SDM ainsi que les analyses postérieures possibles.



**Fig. 93. Résumé de la méthodologie proposée (adaptée de GUISAN & ZIMMERMANN, 2000)**



**Fig. 94. Fonctionnement des modèles de distribution d'espèces et des analyses complémentaires**

### 1. *Élaboration du modèle*

La première étape consiste principalement à choisir la ou les espèces d'intérêt pour lesquelles la niche écologique est modélisée. Dans le cas où il y a plusieurs espèces d'intérêt, les étapes 2-7 doivent être répétées pour chaque espèce afin d'être intégrées à l'étape 8. De multiples critères de sélection d'espèces cibles sont discutés dans la section suivante de ce chapitre : "Sélection des secteurs à enjeux à dire d'expert".

### 2. *Collecte des données*

Les données de présence de l'espèce étudiée sont collectées et sélectionnées selon leur qualité. Il s'agit par exemple d'éliminer les observations dont les coordonnées géographiques sont peu précises. Les données d'absence de l'espèce n'étant généralement pas disponibles mais nécessaires à l'entraînement du modèle de niche, elles sont remplacées par des données de "pseudo-absence." Ces données sont tirées aléatoirement aux positions géographiques où il n'y a pas eu de présence observée. Cependant, le fait qu'une espèce n'ait pas été détectée à une position géographique donnée peut être due (i) soit à l'absence effective de l'espèce, (ii) soit à une présence non-détectée, ou (iii) soit au fait que la position n'ait pas été visitée. Il est donc préférable d'utiliser des méthodes qui tiennent compte de l'effort d'échantillonnage lorsqu'on choisit les données de pseudo-absence (DUBOS ET AL., 2022).

### 3. *Préparation des données*

Le choix des variables explicatives environnementales est crucial pour garantir que le modèle apprenne bien à prédire la présence d'une espèce dans sa niche écologique et non pas par des variables qui y sont simplement corrélées localement. Dans le cas contraire, les prédictions du modèle dans le temps et dans l'espace seront très probablement erronées. Il est également important de n'utiliser que des variables explicatives faiblement corrélées entre elles pour les mêmes raisons (GUISAN ET AL., 2017).



#### 4. *Calibration du modèle*

Il existe différents types de modèles pouvant être utilisés pour prédiction de présence/absence d'une espèce. Le choix du modèle le plus performant dépend de l'espèce considérée et de la forme de sa niche écologique (VALAVI ET AL., 2022). Il est possible de combiner ces différents modèles en un modèle d'ensemble unique, de manière à affiner les prédictions, par exemple via le package R biomod2 (THUILLER ET AL., 2009).

#### 5. *Évaluation du modèle*

Des études récentes ont montré que la méthode la plus robuste pour évaluer si un modèle est capable de généraliser son apprentissage sur d'autres données est la "block cross-validation" (ROBERTS ET AL., 2017 ; FOURCADE ET AL., 2018). Il s'agit de (i) découper l'ensemble des données en quatre blocs géographiques distincts et égaux, (ii) de créer quatre jeux de données d'entraînement correspondant aux quatre combinaisons possibles de trois blocs, (iii) d'entraîner un modèle pour chaque quatre jeux de données et (iv) de les évaluer chacun sur le bloc manquant.

#### 6. *Prédictions et projections*

Une fois le modèle entraîné sur les données de présence/absence passées, il est possible de lui demander de prédire une présence/absence dans de nouveaux environnements. Dans ce cas, on pourra étudier l'effet du changement climatique en modifiant les variables climatiques selon différentes trajectoires socio-économiques partagées (RIAHI ET AL., 2017), notamment utilisées par le GIEC. De cette manière, on peut identifier les secteurs géographiques à enjeux de conservation. Par exemple, les secteurs dans lesquels le modèle prédit une disparition de l'espèce peuvent faire l'objet d'une attention particulière pour pallier l'effet du changement climatique. De la même manière, les nouveaux secteurs où l'espèce pourrait s'implanter peuvent faire l'objet d'action de préparation pour accueillir cette espèce. Il sera également possible d'étudier l'effet d'une intervention de conservation, comme la création d'une mare, en modifiant les variables d'occupation du sol.

#### 7. *Migration*

Les modèles de répartition d'espèces estiment si une position géographique précise offre un habitat favorable à une espèce. Or il se peut qu'une zone géographique puisse accueillir une espèce mais que celle-ci ne l'atteigne tout simplement pas. Ce problème se pose notamment quand on prend en compte le déplacement des habitats favorables avec le changement climatique. Il est alors possible que de nouvelles régions deviennent des habitats favorables pour une espèce, mais que ses capacités de migration soient insuffisantes pour l'atteindre. Il est alors nécessaire de prendre en compte les mécanismes de dispersion d'une espèce, qui dépendent notamment de l'occupation des sols parcourus pour affiner les prédictions des SDM (PRÉAU ET AL., 2022). Cette approche permet de déterminer des secteurs à enjeux de continuité, c'est-à-dire des régions qui ne sont pas forcément favorables à l'établissement d'une espèce sur le long terme, mais qui doivent être rendues suffisamment favorables pour permettre la dispersion d'une espèce vers d'autres régions plus favorables.

#### 8. *Analyses de biodiversité*

Si l'étude porte sur plusieurs espèces d'intérêt, il est possible d'étudier l'effet d'une intervention sur un indice de biodiversité qui agrège les effets sur chaque espèce (MALLARD, 2022 ; GLAD & MALLARD, 2023). Plusieurs indices de biodiversité existent



comme l'indice de Shannon qui est plutôt sensible à la présence d'espèces rares ou bien l'indice de Simpson qui mesure l'équitabilité entre les espèces (CAZZOLLA GATTI ET AL., 2020). Cependant les indices de biodiversité phylogénétique qui sont corrélés à la diversité en termes des fonctions écosystémiques sont privilégiés (FAITH, 1992). Ces analyses s'appuieront notamment sur la démarche des travaux de Mallard et Glad (MALLARD, 2021b ; MALLARD, 2022 ; GLAD & MALLARD, 2023).

### • Résultats 2023

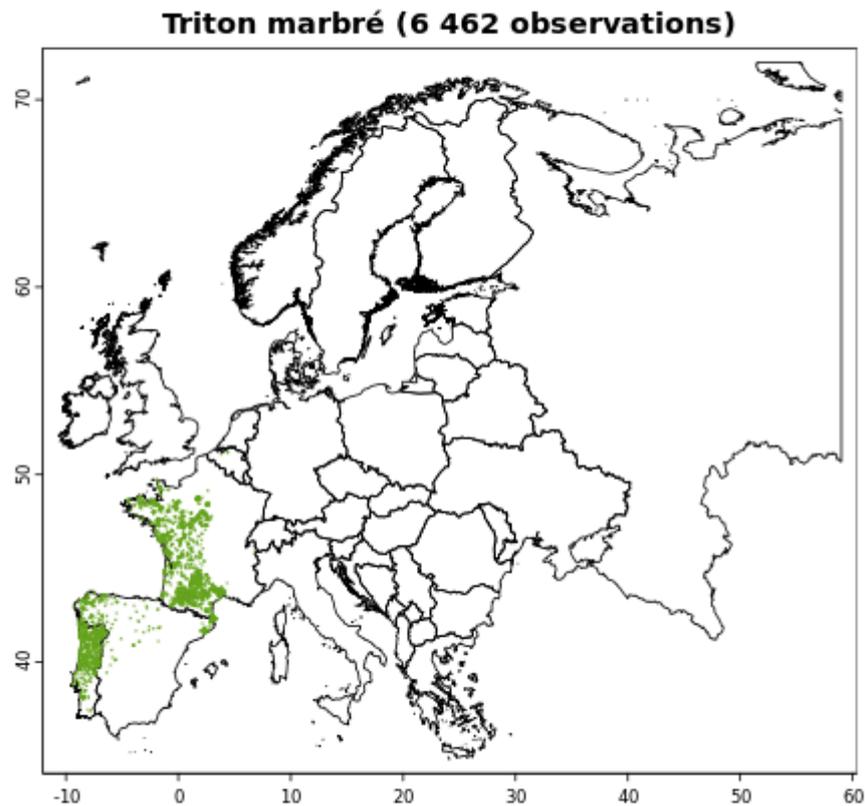
Une première implémentation partielle de la méthode proposée a été réalisée. Les travaux présentés dans cette section sont donc des résultats préliminaires et participent à l'élaboration de la méthode finale. Il s'agit pour le moment des étapes 1 à 6 de la méthode proposée ci-dessus.

Une seule espèce, le Triton marbré, *Triturus marmoratus* a été choisie comme modèle biologique test car il s'agit d'une espèce dont la répartition se cantonne au sud-ouest de l'Europe (Péninsule ibérique et France, biogéo-région atlantique). Elle est considérée comme quasi-menacée dans la Liste rouge des amphibiens de France métropolitaine (2015). Cette espèce est également un bon objet d'étude car elle est connue pour être sensible à la connectivité du réseau de mares (ROGEON & SORDELLO, 2013). Pour finir, *T. marmoratus* est particulièrement sensible aux variables climatiques (PRÉAU ET AL., 2022), qui seront les données environnementales climatiques avec lesquelles ce travail préliminaire a été réalisé. En effet, ces données sont faciles à obtenir et expliquent généralement bien la distribution des espèces à large échelle (GUISAN ET AL., 2017).

L'objectif de ce travail préliminaire est d'entraîner un modèle de répartition de *T. marmoratus* et de projeter les prédictions dans le futur en tenant compte du changement climatique. Afin de mieux déterminer la niche écologique de *T. marmoratus*, une zone d'étude la plus large possible est considérée (Europe continentale entière). Cette approche permet d'identifier des grands secteurs d'intérêt pour la conservation.

## Méthodes

La zone d'étude choisie englobe toute l'Europe continentale. 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 500m. Après le tri, 6462 données de présence ont été conservées (Fig. 95).



**Fig. 95. Données GBIF nettoyées de présence de *T. marmoratus***

Les variables environnementales explicatives ont été collectées sur WorldClim (FICK & HIJMANS, 2017). Il s'agit de douze variables bioclimatiques (O'DONNELL & IGNIZIO, 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 2,5 minutes d'arc.

D'après notre expertise interne, une variable environnementale qui affecte grandement la biologie de *T. marmoratus* 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 multicollinéarité 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). Les neuf variables conservées sont :

- *bio-2* : Écart moyen de température dans le mois
- *bio-8* : Température moyenne dans la saison la plus humide
- *bio-10* : Température moyenne dans la saison la plus chaude
- *bio-13* : Précipitation moyenne dans le mois le plus humide



- *bio-15* : Variation annuelle des précipitations
- *bio-18* : précipitation moyenne dans la saison la plus chaude
- *elev* : Altitude
- *wind* : Vitesse du vent
- *tmin-repr* : Température minimale pendant la période de reproduction

Parmi les 6462 observations de tritons marbrés, seulement 1950 se trouvaient sur des cellules différentes du raster défini par les variables environnementales. Autant de données de pseudo-absence ont été générées aléatoirement sur toute la zone d'étude, à cinq 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 deux fois pour la même raison évoquée précédemment.

Huit algorithmes d'apprentissage ont été utilisés :

- ANN : Artificial Neural Network
- CTA : Conventional Texture Analyst
- GAM : Generalized Additive Model
- GBM : Gradient Boosting Machines
- GLM : Gradient Linear Model
- MARS : Multivariate Adaptive Regression Spline
- RF : Random Forest
- SRE : Surface Range Envelope

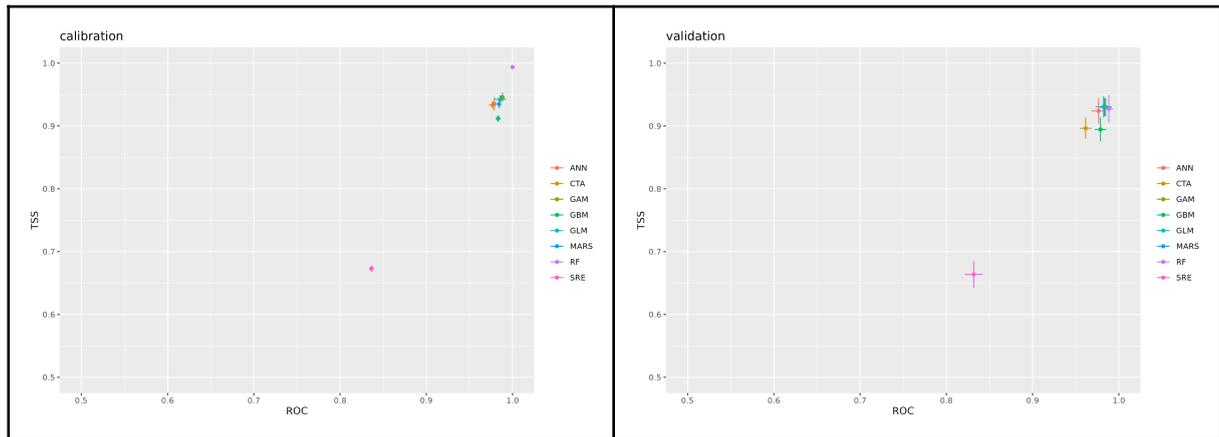
Au total, quatre-vingts modèles (5 tirages de pseudo-absence × 2 tirages de données validation × 8 algorithmes) ont été entraînés. Les prédictions faites par tous ces modèles sont des probabilités de présence entre 0 et 1. Afin de les confronter aux données binaires de présence/absence, un seuil optimal 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.

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

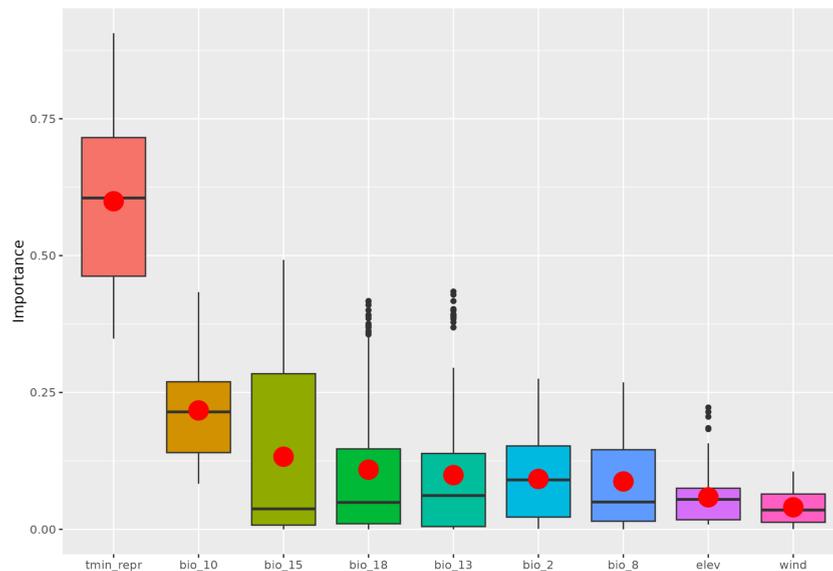
## Résultats

Les performances des quatre-vingts modèles sur les données d'entraînement ainsi que sur les données de validation sont présentés sur la Fig. 96 (rassemblés par algorithme). On note que tous les modèles, mis à part ceux issus de l'algorithme Surface Range Envelope, donnent des résultats très satisfaisants ( $ROC > 0.95$ ).



**Fig. 96. Evaluation des modèles sur les données d'entraînement (gauche) et sur les données de validation (droite)**

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. Comme prédit par les experts, les deux variables ayant la plus grande importance sont celles qui concernent les températures lors de la période de reproduction : *tmin-repr* et *bio-10* (Fig. 97).



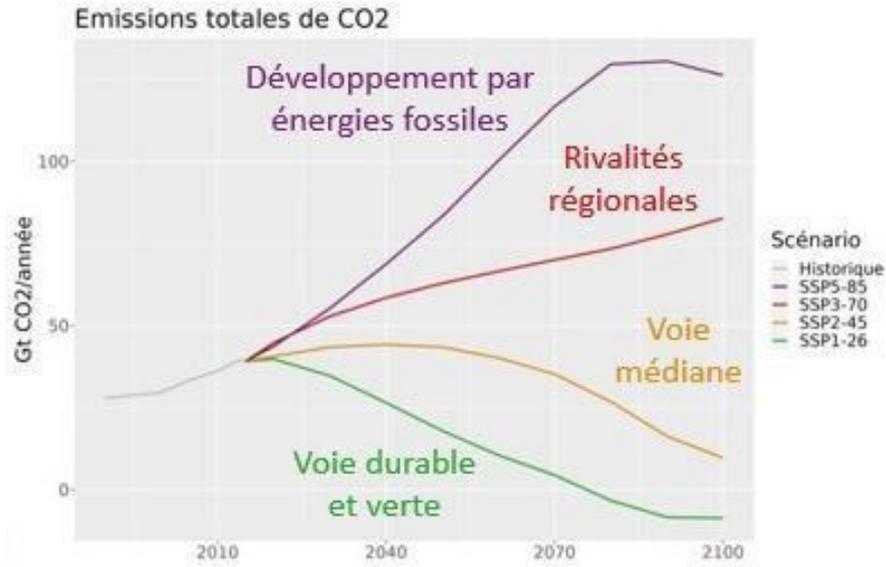
**Fig. 97. Importance des variables environnementales pour tous les modèles entraînés**

Une fois les différents modèles évalués, sélectionnés et combinés en un modèle unique, il est possible de construire une prédiction de l'aire de répartition probable de *T. marmoratus* (Fig. 98).



**Fig. 98. Aire de répartition actuelle prédite de *T. marmoratus***

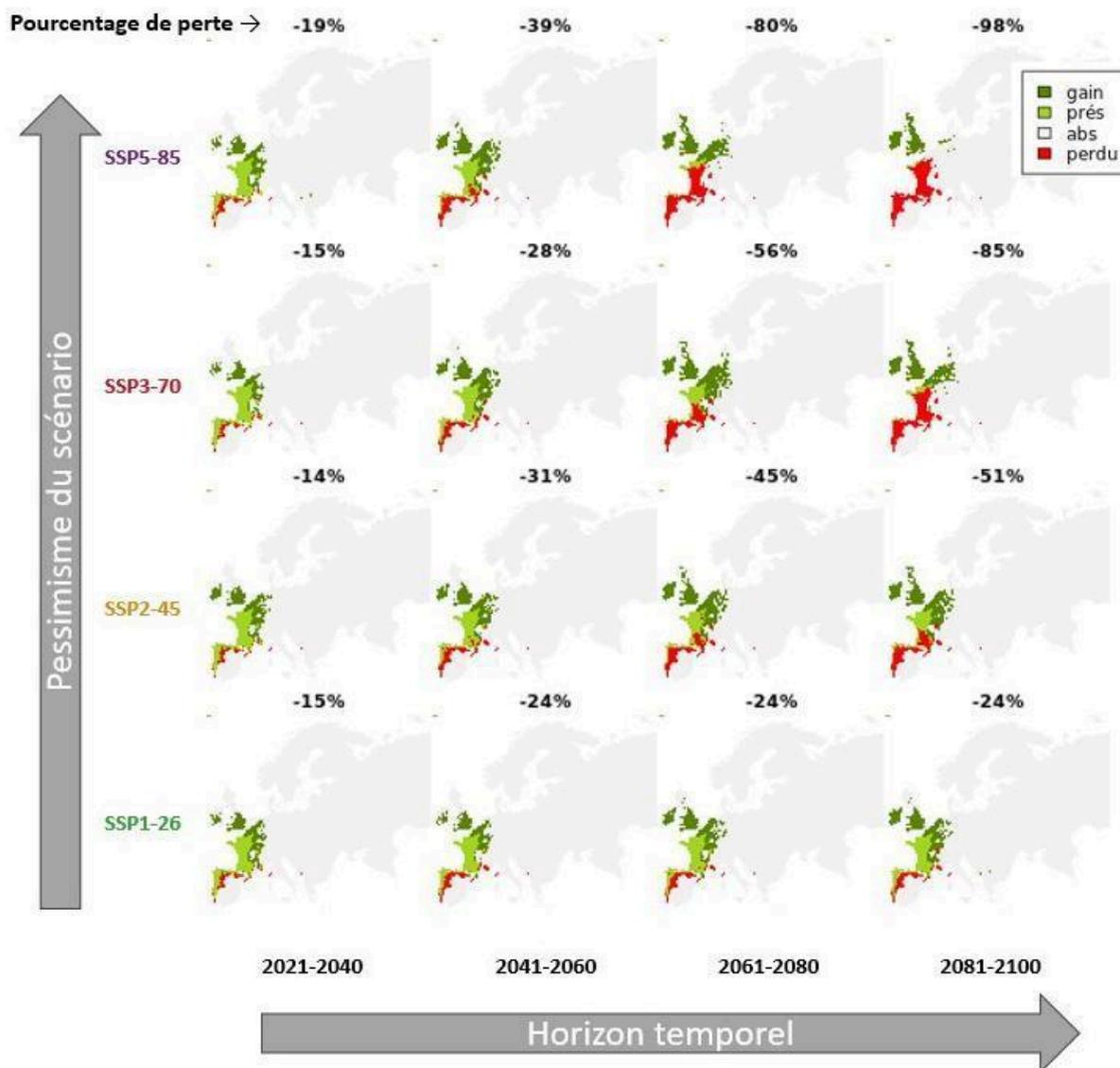
Afin de mettre en évidence des secteurs à enjeux de conservation, le modèle unique est utilisé pour prédire l'aire de répartition future en tenant compte du changement climatique. Quatre scénarios de trajectoires socio-économiques partagées, ou SSP en anglais, ont été utilisés (RIAHI ET AL., 2017). Ils fournissent des prédictions entre autres pour la température et la précipitation jusqu'à l'horizon 2100. Les émissions totales de CO<sub>2</sub> correspondantes sont présentées en Fig. 99.



**Fig. 99. Les quatre scénarios (trajectoires socio-économiques partagées) utilisés pour la projection future (IPCC, 2021).**

La Fig. 100 montre les prédictions faites pour ces scénarios et pour les quatre horizons temporels disponibles. On note dans tous les scénarios une dégradation de l'aire de répartition actuelle, en particulier en Espagne, Portugal et sud de la France. Ces pertes semblent pouvoir être compensées par l'apparition de nouvelles zones favorables au *T. marmoratus*, notamment en Belgique. En revanche, il n'est pas garanti que *T. marmoratus* puisse se disperser jusqu'à ces zones si la dégradation de son aire actuelle de répartition est trop rapide ou s'il n'existe pas de corridors écologiques appropriés. Le cas du Royaume-Uni est particulièrement révélateur, *T. marmoratus* n'y est pas présent mais ce pays pourrait devenir dans les scénarios les plus pessimistes sa seule aire favorable. Ceci pose la question de l'introduction humaine en raison de la barrière maritime qui empêche sa migration jusqu'au Royaume-Uni.

On note que dans de nombreux scénarios, le nord de la France, dont l'Île-de-France, reste l'une des régions favorables à la prolifération de *T. marmoratus*. Ceci en fait un secteur de conservation privilégié, notamment pour améliorer la continuité écologique très réduite dans cette région la plus urbanisée de France.



**Fig. 100. Aire de répartition future de *T. marmoratus* en fonction des quatre scénarios.**

### Conclusion et limites

Le modèle de distribution d'espèce présenté ici présente des bons scores d'évaluation. Ceci semble indiquer que les données climatiques seules sont suffisantes pour prédire la répartition de *T. marmoratus* à large échelle (européenne). Cependant la méthode d'évaluation utilisée est une "cross-validation" avec tirage aléatoire simple et pas la méthode la plus reconnue de "block cross-validation." Dans le futur cette dernière sera utilisée pour garantir une évaluation plus pertinente.



- **Perspectives 2024**

Jusqu'à présent, la distribution présente et future a été étudiée sur une seule espèce, à grande échelle, à l'aide de variables climatiques uniquement. Le programme de travail proposé pour l'année 2024 est donc de compléter ces travaux afin d'arriver à la méthode finale proposée pour identifier les secteurs à enjeux de conservation.

Il s'agira donc en premier lieu d'incorporer des données d'occupation des sols pertinentes parmi les variables explicatives environnementales car il a été montré qu'elles améliorent les performances des SDM chez les amphibiens notamment (MATUTINI ET AL., 2021). La présence de mares est notamment une variable importante. Malgré les nombreuses initiatives d'inventaires des mares à l'échelle nationale, il n'existe pas de carte exhaustive des mares en France métropolitaine. Il est envisagé de travailler à établir une nouvelle carte des mares potentielles, étalonnée d'abord à l'échelle de l'Île-de-France, puis étendue à l'échelle de la France métropolitaine, dont la méthodologie, basée sur les nouvelles technologies de télédétection et données satellites, est en cours d'élaboration. Pour cela, un stage de Master 2 sera co-encadré par le pôle Recherche-Action de la SNPN, en partenariat avec l'UMR Passages (CNRS et Université Bordeaux Montaigne).

En parallèle, un travail sera mené pour décliner le modèle à l'échelle de la France, puis de l'Île-de-France en utilisant des données d'occupation des sols de plus en plus précises. La région Ile-de-France dispose d'un jeu de données fines particulièrement avancés, réalisé par le CBNBP, vegIDF. Le programme national CarHAB par exemple, en cours de développement, pourra aussi à long terme et au fur et à mesure des régions traitées, intégrer le modèle pour apporter une force de précision.

Enfin, les capacités de dispersion seront intégrées aux résultats des SDM. Une fois ce travail effectué sur *T. marmoratus*, le travail sera élargi à d'autres amphibiens, puis aux odonates afin de synthétiser les résultats en un ou plusieurs indices de biodiversité pour identifier les secteurs à enjeux. Le planning prévisionnel de l'année 2024 est présenté en **Tab. 1**.



**Tab. 1. Planning prévisionnel 2024 pour la modélisation des secteurs à enjeux mares.**

	2024											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Modèle de répartition des amphibiens à l'échelle européenne	■	■	■									
Réduction du modèle à l'échelle de la France				■	■	■						
Réduction du modèle à l'échelle de l'Île-de-France							■	■	■			
Projections futures et analyses de dispersion								■	■			
Analyses de biodiversité									■	■		
Proposition d'un outil d'identification des secteurs à enjeux											■	
Stage identification des mares potentielles		■	■	■	■	■	■					
Production d'un livrable												■

### 3. Sélection des secteurs à enjeux à dire d'expert

#### • Sites pilotes 2023

Dans l'attente du développement de cette recherche précédente, une sélection des sites d'étude a été réalisée à dire d'expert selon les critères énoncés ci-dessous. La sélection des sites pilotes à terme sera ensuite basée sur la modélisation précédente pour sélectionner :

- des sites pilotes de suivis pour constituer un réseau de surveillance de l'évolution des mares face au changement climatique,
- des sites de restauration pour améliorer l'état des réseaux de mares,
- des sites de création de mares pour renforcer ou créer des réseaux de mares sur des points stratégiques.

Pour la mise en place de la démarche, les sites pilotes en 2023 ont été sélectionnés afin d'optimiser sur les mêmes sites les tests expérimentaux de méthodologies de réseau de surveillance et de restauration et création de mares et selon les critères énoncés ci-dessous.

Les communes sont sélectionnées en s'appuyant sur des connaissances actuelles à dire d'expert et réunissent la combinaison des critères suivants :

- Gradient rural urbain : de 98% à 15% d'artificialisation du sol,

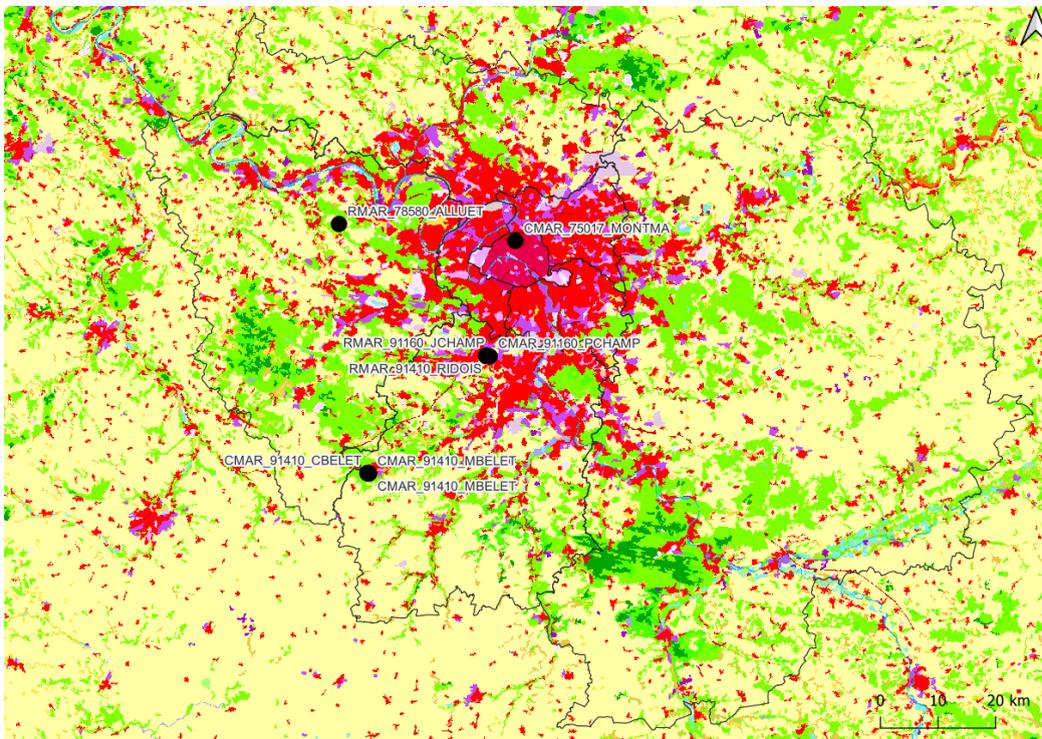


- Gradient de densité de mares : de 0-1.33 km<sup>2</sup> à 8.76-22.00 km<sup>2</sup>,
- Dans le secteur d'occurrence du Triton crêté - *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), Triton ponctué - *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758) et Triton marbré - *T. marmoratus* (Latreille, 1800),
- Dans un rayon de 5 km, présence d'espèces d'odonates menacées et secteur de connexion stratégique avec les noyaux sources,
- Dans un rayon de 5 km, réseaux de mares,
- Secteurs de mares dégradées,
- Dans un secteur de vulnérabilité climatique (zones urbaines les plus exposées au risque d'inondation par crue, au ruissellement et au phénomène d'îlot de chaleur urbain),
- Implications des parties prenantes (communes) dans les projets.

Sur un gradient rural-urbain les sites pilotes sélectionnés sont situés sur les communes de Dourdan (91410), Alluets-le-Roi (78580), Champlan (91160), Quartier de Montmartre (75018) (Fig. 101). L'objectif est de sélectionner différentes situations et contextes permettant d'avoir des projets prototypes de référence pour déployer ensuite l'action générale sur l'ensemble du territoire de 2024 à 2028.

Axes de gradient rural-urbain :

- Nord-ouest : Alluets-le-Roi 85,5 % de surface agricole et forestière ; Quartier de Montmartre, Paris 2% d'espaces verts,
- Sud-Ouest : Dourdan 85 % de surface agricole et forestière ; Champlan 38 % de surface agricole et forestière.



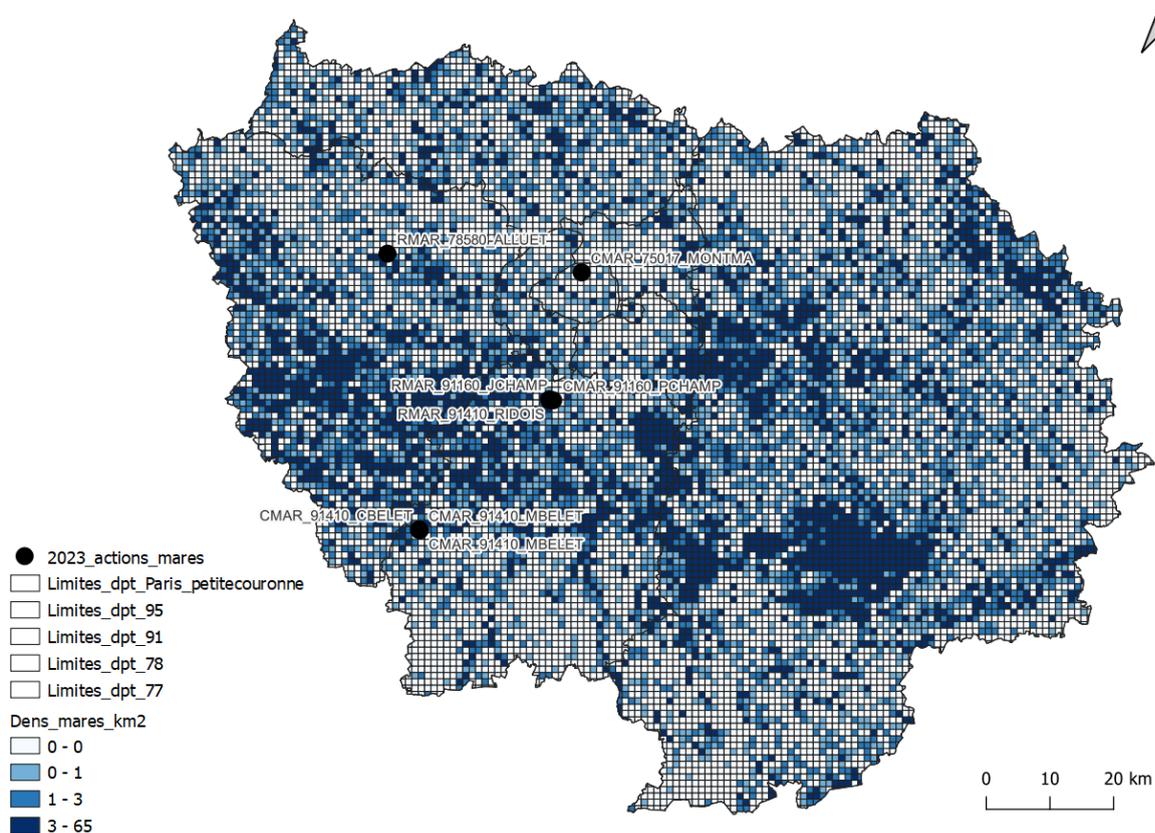
**Fig. 101. Localisation des sites d'actions par rapport à l'occupation du sol Corine Land Cover\* en Île-de-France.**

\*En rouge les zones artificialisées, en vert les forêts, en orange les vignes, en violet les sites d'extraction et commerciaux, en jaune les zones de culture.



Le deuxième gradient analysé est celui de la densité de mares. Les sites sélectionnés se situent sur un niveau allant du moins dense au plus dense (Fig. 102) :

- Quartier de Montmartre, Paris densité de mares 0-1.33 km<sup>2</sup>,
- Alluets-le-Roi densité de mares 1.34-3.78 km<sup>2</sup>,
- Champlan densité de mares 3.79-8.75 km<sup>2</sup>,
- Dourdan densité de mares 8.76-22.00 km<sup>2</sup>

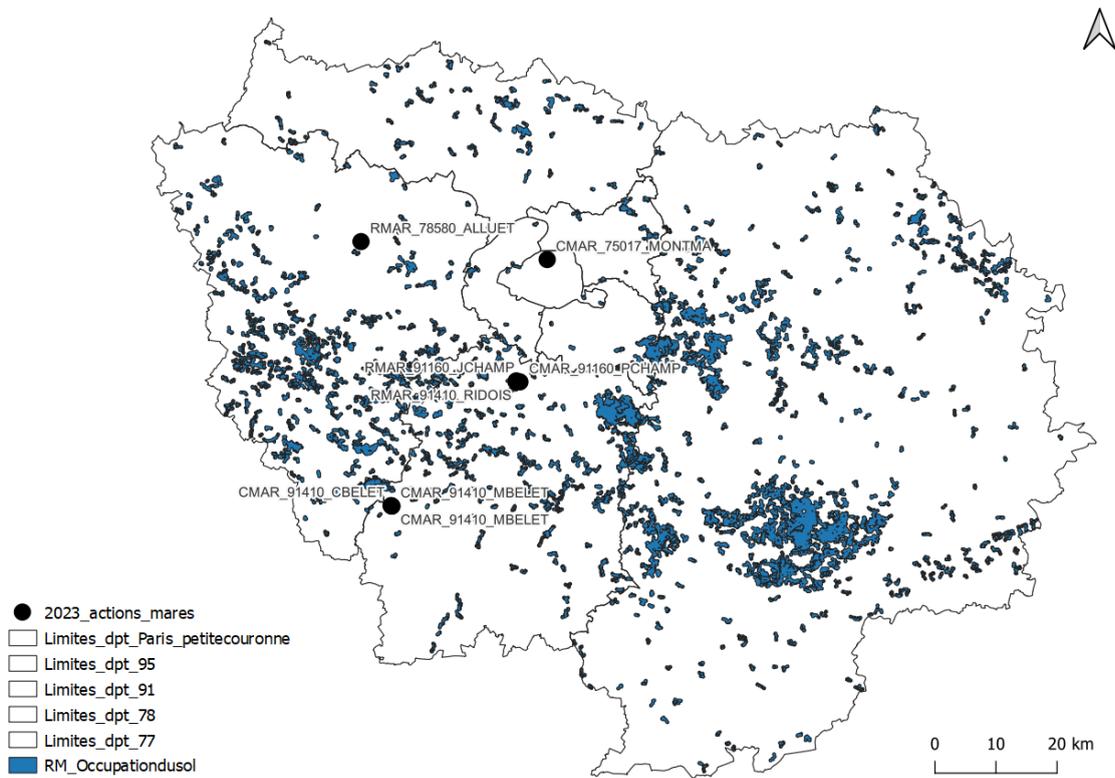


**Fig. 102. Localisation des sites d’actions par rapport à la densité de mares en km<sup>2</sup> en Île-de-France.**

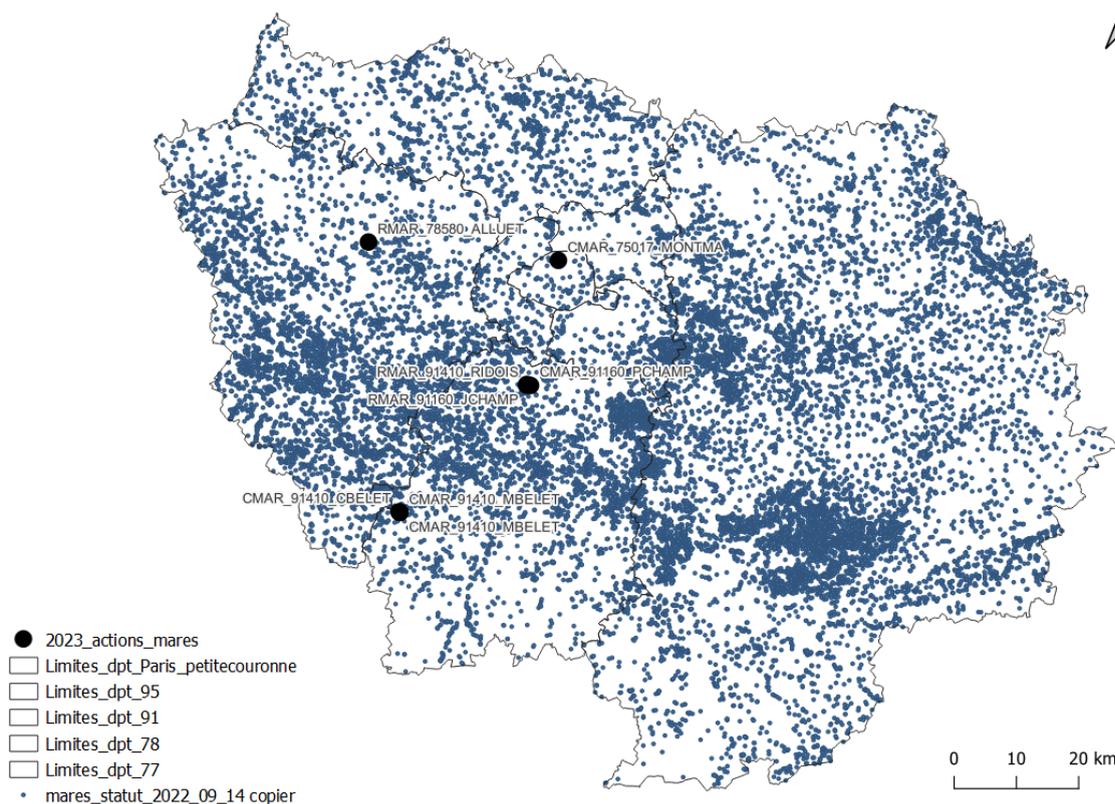
Les sites sont localisés à proximité de réseaux de mares (Fig. 103) et permettront de constituer de nouveaux réseaux de mares en ce qui concerne les projets de création.



Les mares répertoriées par la SNPN en 2023 (Fig. 104) se répartissent entre les latitudes 48.13° et 49.17° et les longitudes 1.49° et 3.4°, soit un rectangle de 116 km en latitude et 142 km en longitude, une surface de 16529 km<sup>2</sup>. Une décomposition en 8 zones en latitude 0.1° et de longitude 0.2° correspond à des distances de 11.13 km en latitude et de 8 zones en longitude de 14.65 km.

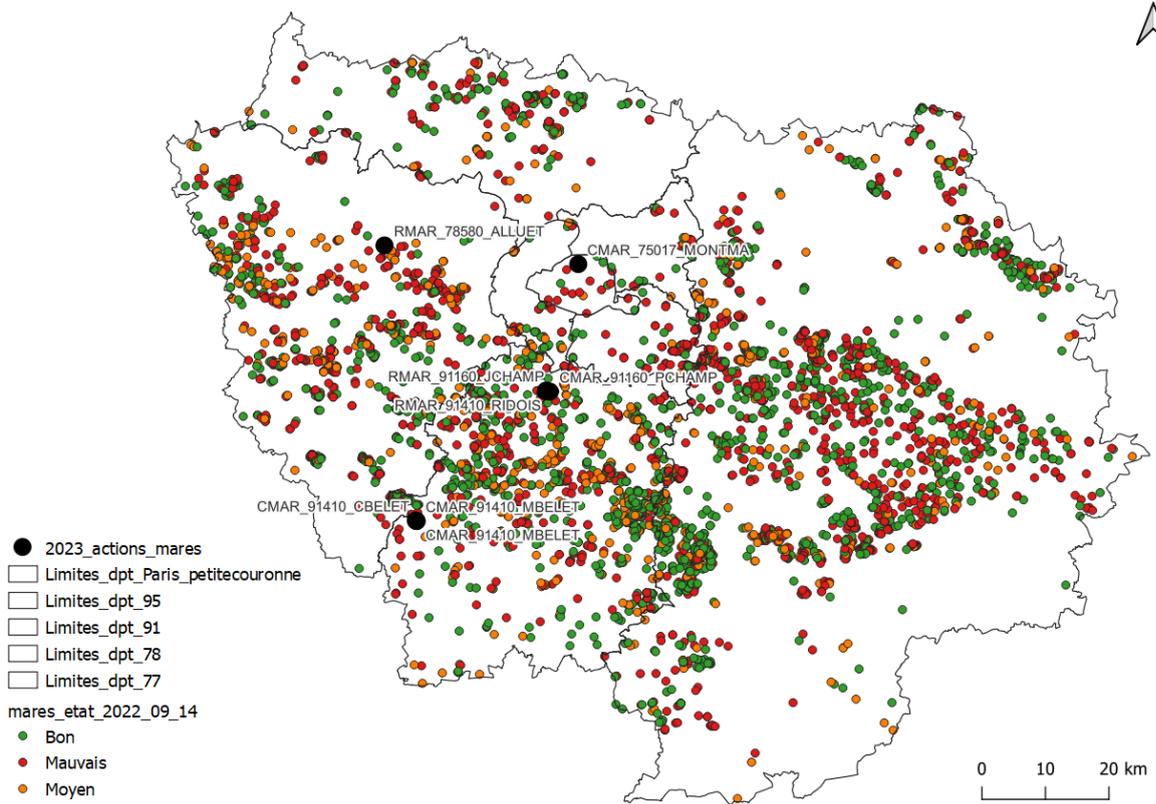


**Fig. 103. Localisation des sites d'actions par rapport aux réseaux de mares en Île-de-France.**



**Fig. 104. Localisation des sites d'actions par rapport aux mares recensées en Île-de-France.**

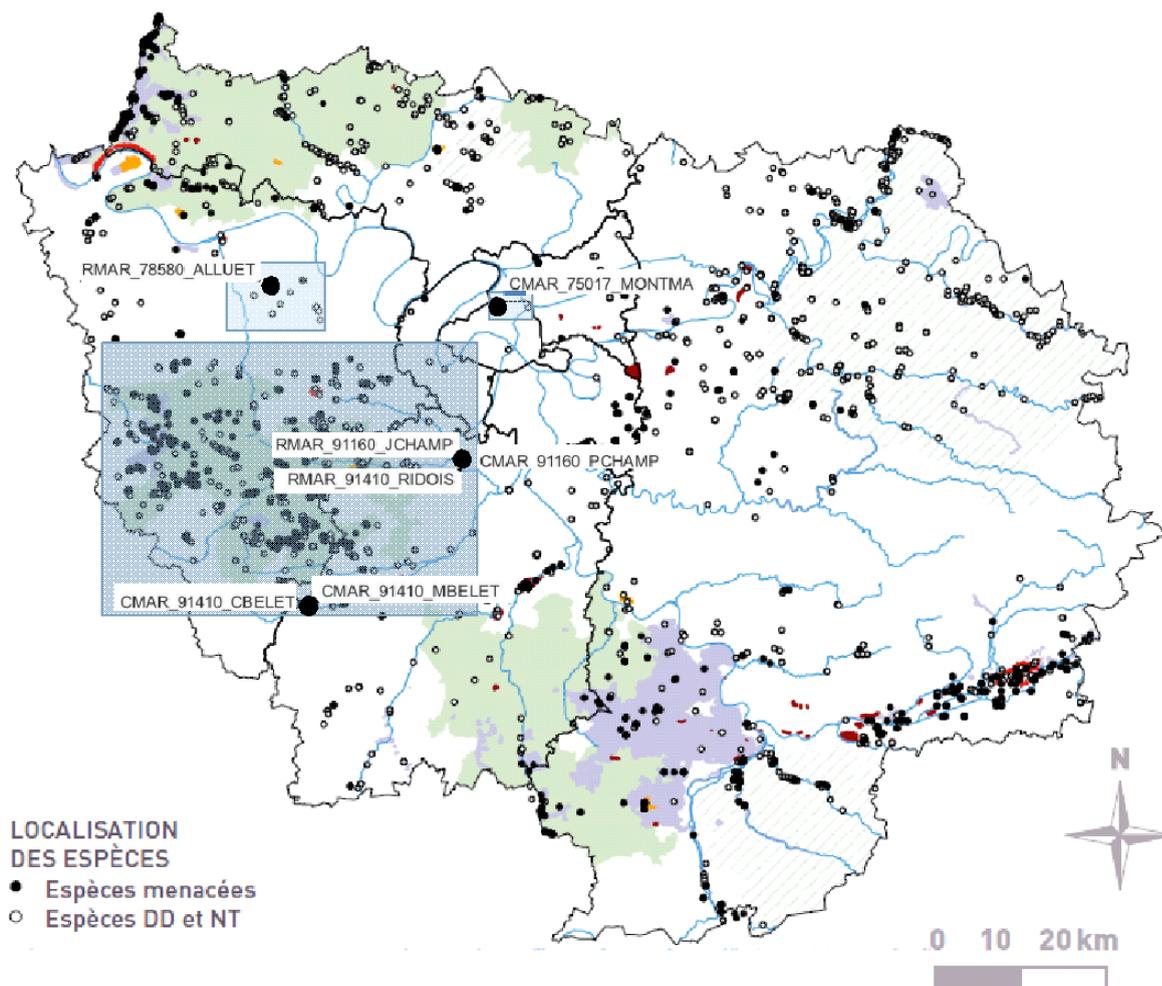
Les mares à restaurer et à créer ont été choisies dans des secteurs avec des mares dégradées (Fig. 105). L'objectif est de permettre l'amélioration de la fonctionnalité du réseau des mares dans ces zones.



**Fig. 105. Localisation des sites d'actions par rapport à l'état de conservation des mares en Île-de-France.**

Les espèces d'odonates sont associées aux milieux aquatiques d'eau douce, soit en eau courante (rivières et ruisseaux) soit en eau stagnante avec les mares et étangs. Dans les paysages anthropisés, les mares constituent alors souvent les seuls plans d'eau présents susceptibles d'héberger des odonates.

Les sites sélectionnés sont situés dans un rayon de 5 km avec la présence d'espèces menacées d'odonates. Ils sont également des zones de connexions stratégiques entre des secteurs clés pour la diversité d'odonates et les noyaux sources des espèces de la liste rouge Île-de-France : Boucles de Moisson et vallée de l'Epte, Massif de Rambouillet avec la Leucorrhine à large queue - *Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840), la Leucorrhine à gros thorax - *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825) et avec l'Agrion de Mercure - *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) pour les deux secteurs (Fig. 106).



**Fig. 106. Localisation des sites d'actions par rapport à celle des espèces menacées et DD et NT d'odonates en Île-de-France (©HOUARD X. & MERLET. Liste rouge régionale des libellules d'Île-de-France, Société française d'Odonatologie).**

Les mares sont les milieux permettant aux amphibiens, tels que les tritons, de se reproduire. Ils peuvent se déplacer d'une mare à l'autre dans un fonctionnement dit métapopulationnel. Les mares représentent pour ces espèces des étapes lors de leurs déplacements. Les sites d'actions se retrouvent dans les zones d'occurrence du Triton ponctué - *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758) et Triton crêté - *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) à proximité de mailles d'occupation et du Triton marbré - *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) (Fig. 107-Fig. 108).



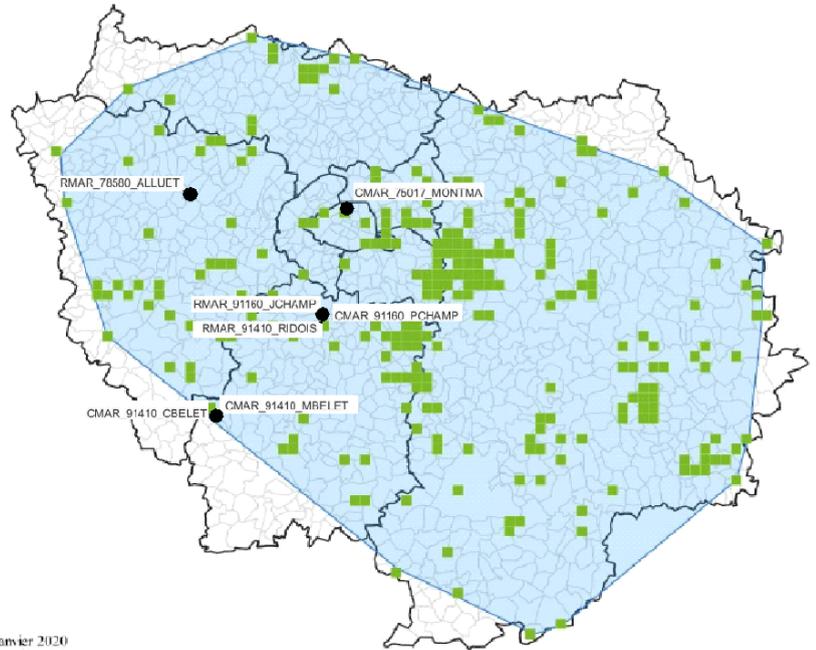
- Nombre de mailles : 259  
- Surface d'occupation : 1036 km<sup>2</sup>  
- Surface d'occurrence : 10308 km<sup>2</sup>  
- Date ancienne : 2000-01-01  
- Date récente : 2020-01-13

### Légende

■ Zone d'occupation  
■ Zone d'occurrence  
□ Limites communales  
□ Limites départementales



Mustapha TAQARORT & Hemminki JOHAN - Janvier 2020  
© Institut Paris Région



**Fig. 107. Localisation des sites d'actions dans la zone d'occurrence du Triton ponctué - *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758) en Île-de-France (©Institut Paris Région, source : TAQARORT M., JOHAN H., 2020).**

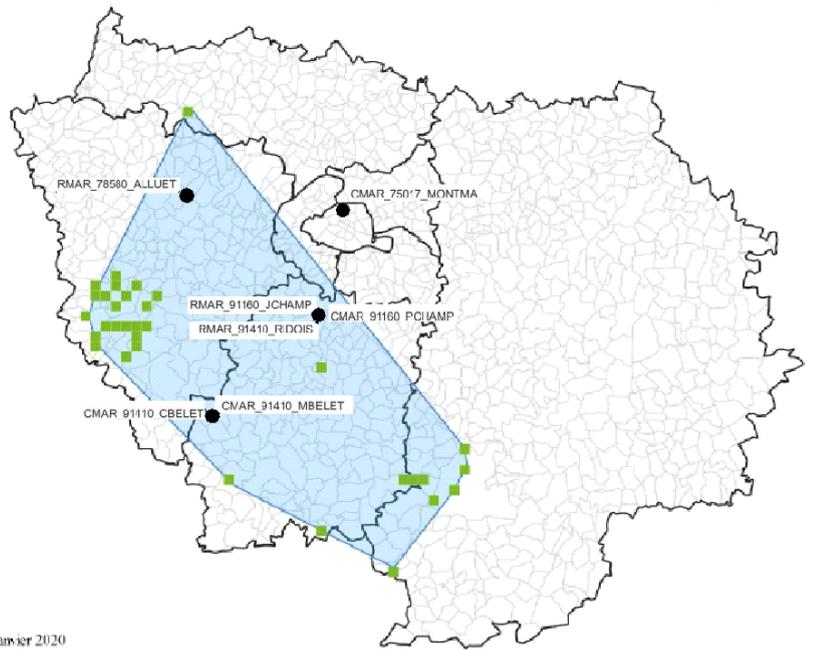
- Nombre de mailles : 33  
- Surface d'occupation : 132 km<sup>2</sup>  
- Surface d'occurrence : 3189 km<sup>2</sup>  
- Date ancienne : 2001-03-24  
- Date récente : 2019-09-03

### Légende

■ Zone d'occupation  
■ Zone d'occurrence  
□ Limites communales  
□ Limites départementales



Mustapha TAQARORT & Hemminki JOHAN - Janvier 2020  
© Institut Paris Région

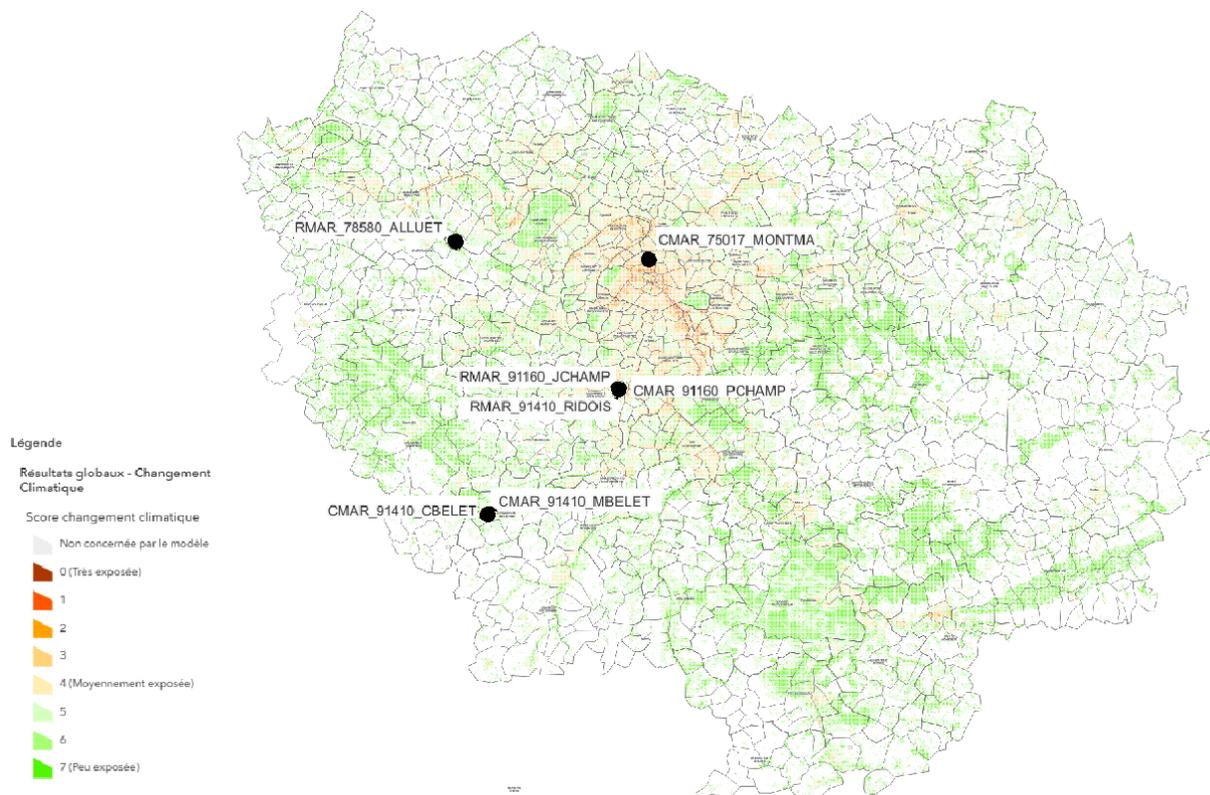


**Fig. 108. Localisation des sites d'actions dans la zone d'occurrence du Triton marbré - *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) en Île-de-France (©Institut Paris Région source : TAQARORT M., JOHAN H., 2020).**



Les sites sont également situés dans des zones à enjeux climatiques sur un gradient de mailles très exposées à peu exposées :

- très exposé site : MONTMA,
- moyennement : PCHAMP/JCHAMP/RIDOIS,
- peu exposé : ALLUET/MBELET/CBELET (Fig. 109).



**Fig. 109. Localisation des sites d’actions par rapport aux zones à enjeux en Île-de-France (©Institut Paris Région, source : [cartoviz2.institutparisregion.fr](http://cartoviz2.institutparisregion.fr))**

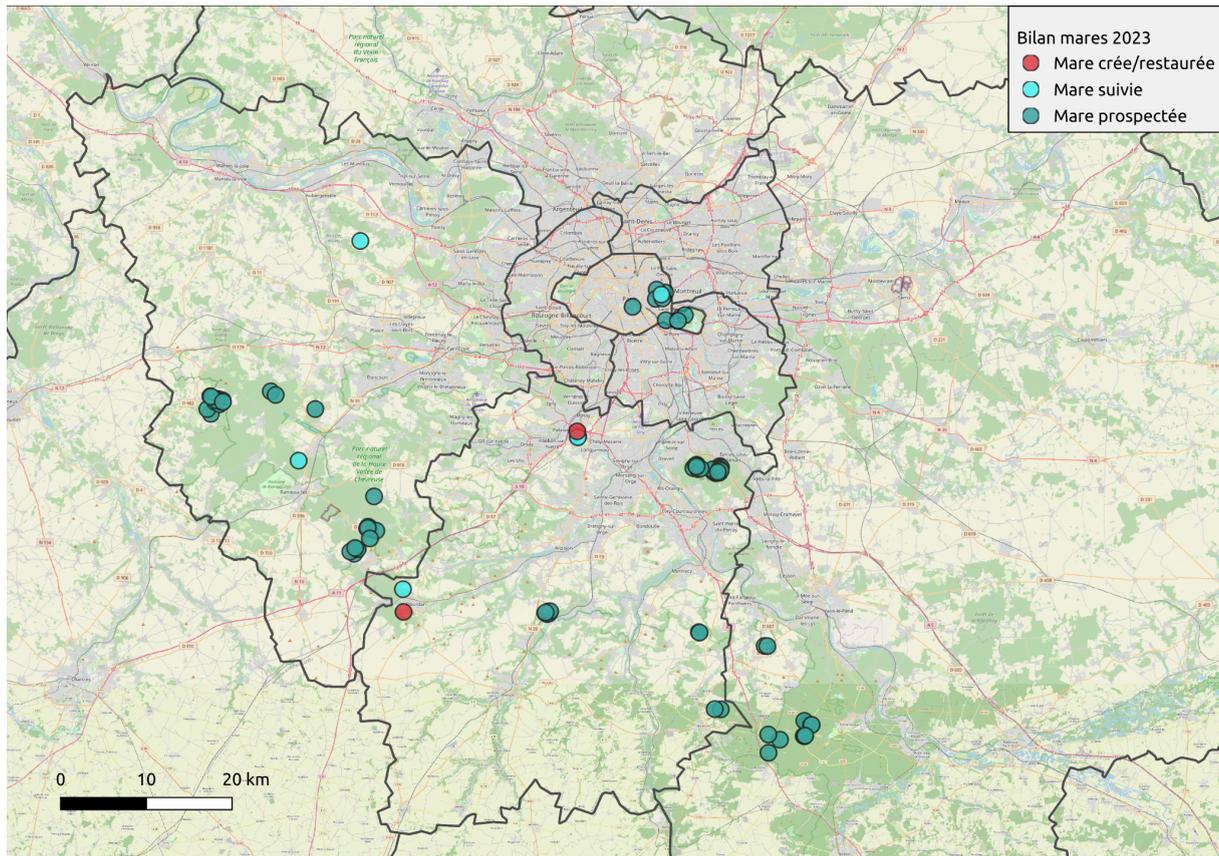
Basées sur les projets prototypes de référence de 2023, les méthodologies PRC présentées dans les paragraphes suivants seront déployées de 2024 à 2028 sur ces territoires.



## ● Bilan des sites 2023

6 mares (Fig. 110) ont fait l'objet de suivis amphibiens (POPAmphibien : au moins 3 passages par site suivi) et odonates (STELI : au moins 7 passages par site suivi). Au cours de l'année 2023, 90 mares ont été prospectées pour identifier les sites du réseau de surveillance.

Trois mares ont été créées dans la commune de Dourdan ainsi qu'une autre dans la commune de Champlan. Dans cette dernière, un chantier de restauration a également été mené.



**Fig. 110. Bilan des suivis et des actions mares 2023**

## ● Perspectives 2024

### **Critères de sélection des mares suivies sur le long-terme**

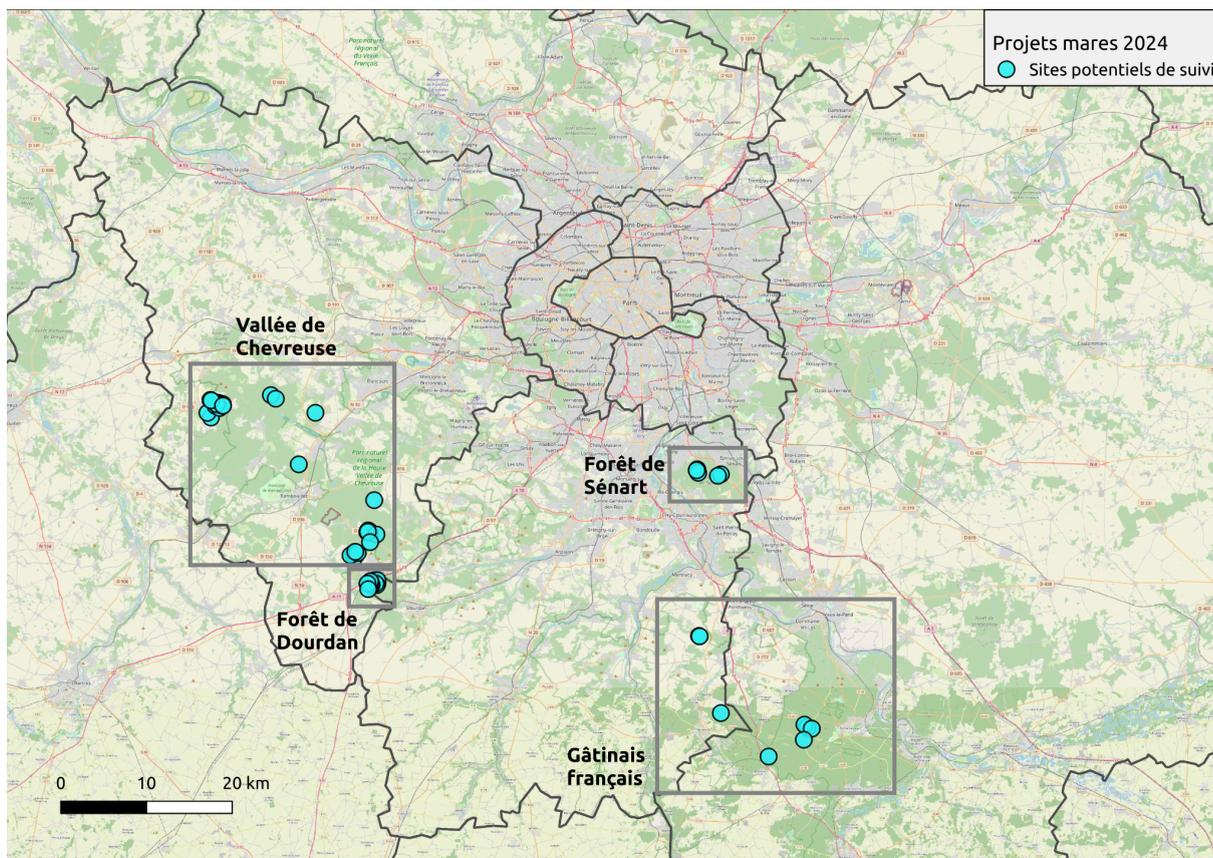
Les prospections de mares menées en 2023 ont permis d'identifier des mares "de bonne qualité" comme de potentiels candidats pour être suivie sur le long-terme par l'Observatoire. La raison est la suivante : ces mares n'étant a priori pas ou peu affectées par des pressions anthropiques locales (urbanisation, agriculture intensive), si l'on observe une dégradation sur le long terme, celle-ci sera probablement due à l'effet du changement climatique.

Les sites potentiels de suivi long-terme (début en 2024) sont localisés dans quatre zones géographiques principales (Fig. 111) :

- Vallée de Chevreuse
- Forêt de Dourdan



- Forêt de Sénart
- Gâtinais français



**Fig. 111. Localisation des sites potentiels de suivi mares 2024 en Île-de-France**

Ces sites potentiels de suivi sont tous situés dans des territoires dont la gestion implique une pression anthropique plus faible que dans le reste de l'Île-de-France : des forêts domaniales pour les zones de Dourdan et de Sénart et des Parc Naturels Régionaux pour les zones de la Vallée de Chevreuse et du Gâtinais français (Fig. 113).

De plus, ces sites sont situés dans des réservoirs de biodiversité identifiés par le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) d'Île-de-France en 2013 (Fig. 114). Ceci témoigne a priori d'une bonne qualité de connectivité écologique aux alentours de ces mares. Ces sites de suivi long-terme sont également pour la plupart localisés dans des zones où les réseaux de mares sont denses (Fig. 115).

Enfin, de nombreuses observations d'espèces menacées d'odonates et d'amphibiens ont été faites dans ces zones (Fig. 116 et Fig. 117). Il sera alors possible pour l'Observatoire de suivre en partie l'état critique de ses populations.

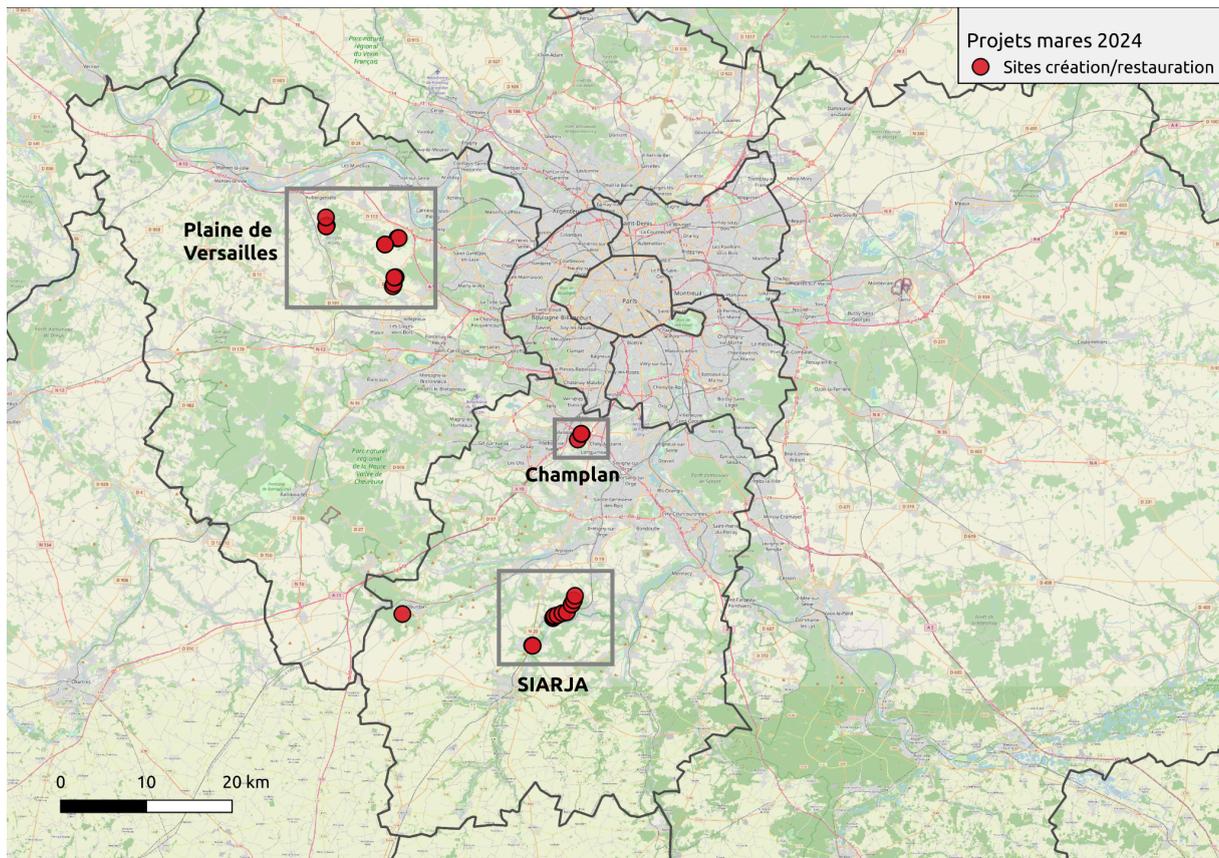


## Critères de sélection des créations et restaurations de mares

A l'inverse, les sites de futures créations et restaurations de mares ont été privilégiés dans des zones n'étant pas directement couvertes par un statut de protection géographique particulier, ou en limites de ceux-ci. Le choix des sites intègre aussi un facteur de rencontre d'acteurs et de possibilités de collaborations disponibles, dans le cadre de cette priorité de secteurs.

Les sites où sont prévues des actions de création/restauration de mares sont principalement localisés dans trois zones géographiques (Fig. 112) :

- Plaine de Versailles
- Syndicat de la rivière La Juine et de ses affluents (SIARJA)
- Commune de Champlan



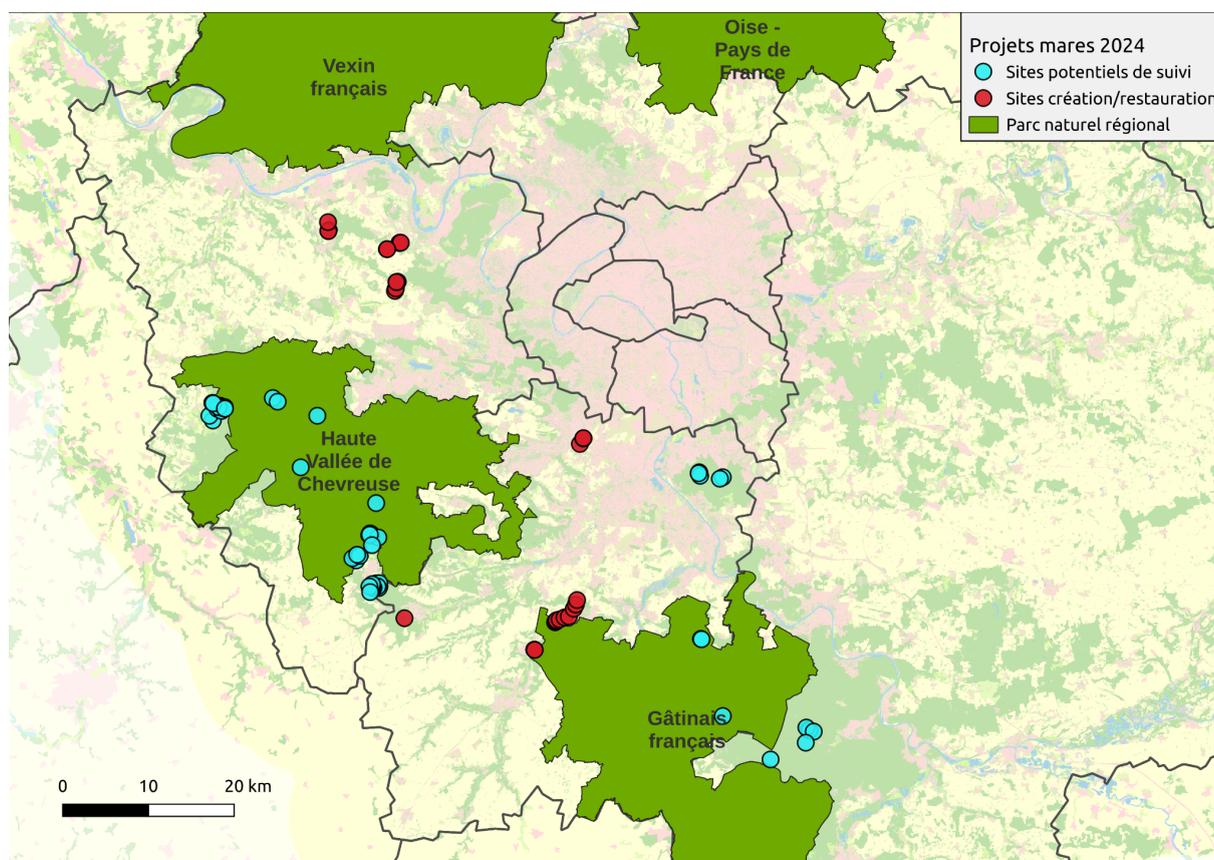
**Fig. 112. Localisation des sites de création et restauration de mares 2024 en Île-de-France**

Les sites considérés pour des projets de restauration et de création de mares ont été principalement choisis dans des zones à enjeux de continuité écologique. De nombreux projets sont situés entre les Parcs Naturels Régionaux du Gâtinais français et de la Haute Vallée de Chevreuse (Fig. 113). De manière plus précise, la majorité des projets sont situés sur les corridors des trames verte et bleue identifiés par le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) d'Île-de-France en 2013 (Fig. 114). Les projets restants sont situés dans des zones identifiées comme des réservoirs de biodiversité, mais fragmentées et de petites tailles, ou bien à leur bordure où les enjeux de connectivité sont également forts.

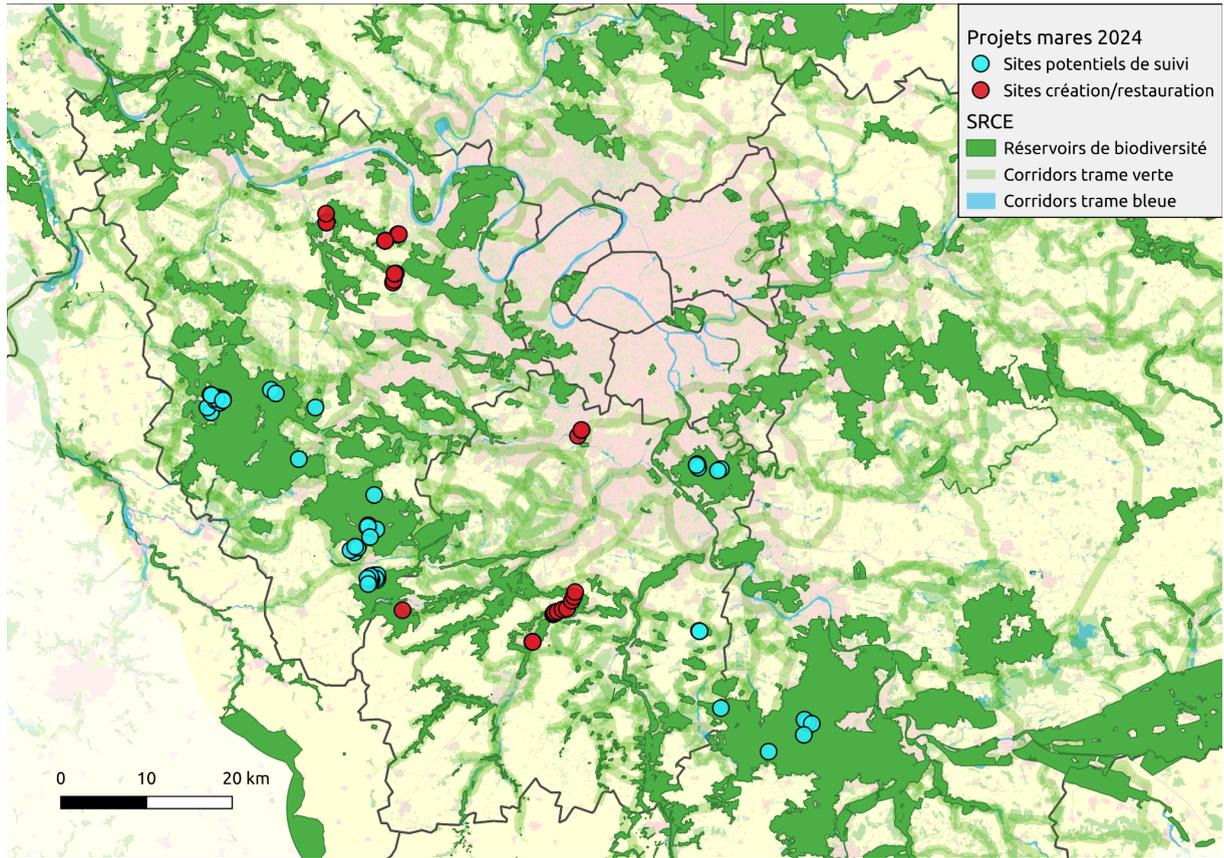


Les lieux identifiés pour des actions de restauration et création sont également inscrits dans une logique de connectivité spécifique aux mares. Ils sont localisés dans des territoires où la densité de mares est faible (Fig. 115). Puisque les capacités de déplacement des espèces caractéristiques des milieux humides sont limitées, les actions de création/restauration contribueront à favoriser le déplacement de ces espèces d'une mare à une autre.

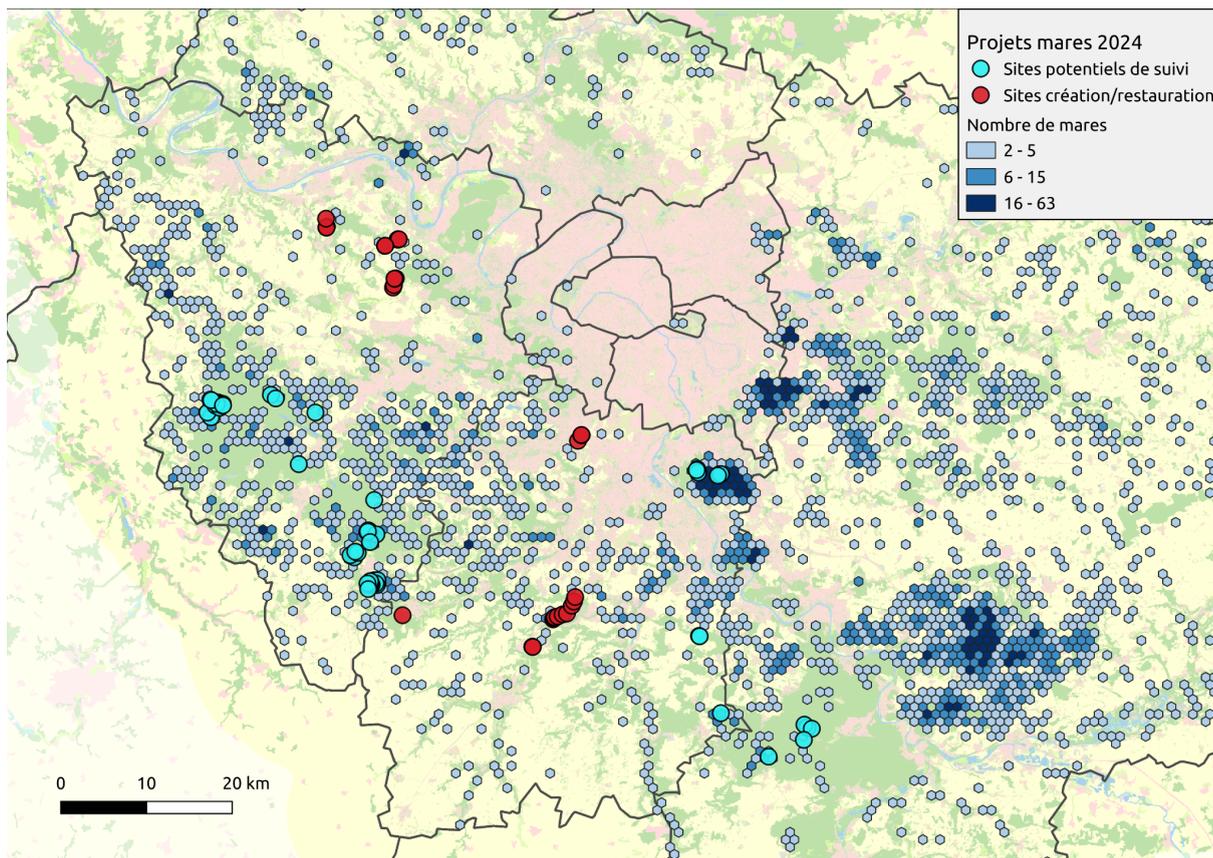
Il est d'ailleurs établi que la fragmentation des habitats contribue fortement à la dégradation de l'état des populations menacées d'extinction. En ce qui concerne les odonates et amphibiens menacés, les Fig. 116 et Fig. 117 montrent effectivement que leurs populations sont isolées les unes des autres. Les sites de création/restauration pour 2024 sont donc en toute logique localisés à l'interface de ces populations afin de connecter ces habitats disparates.



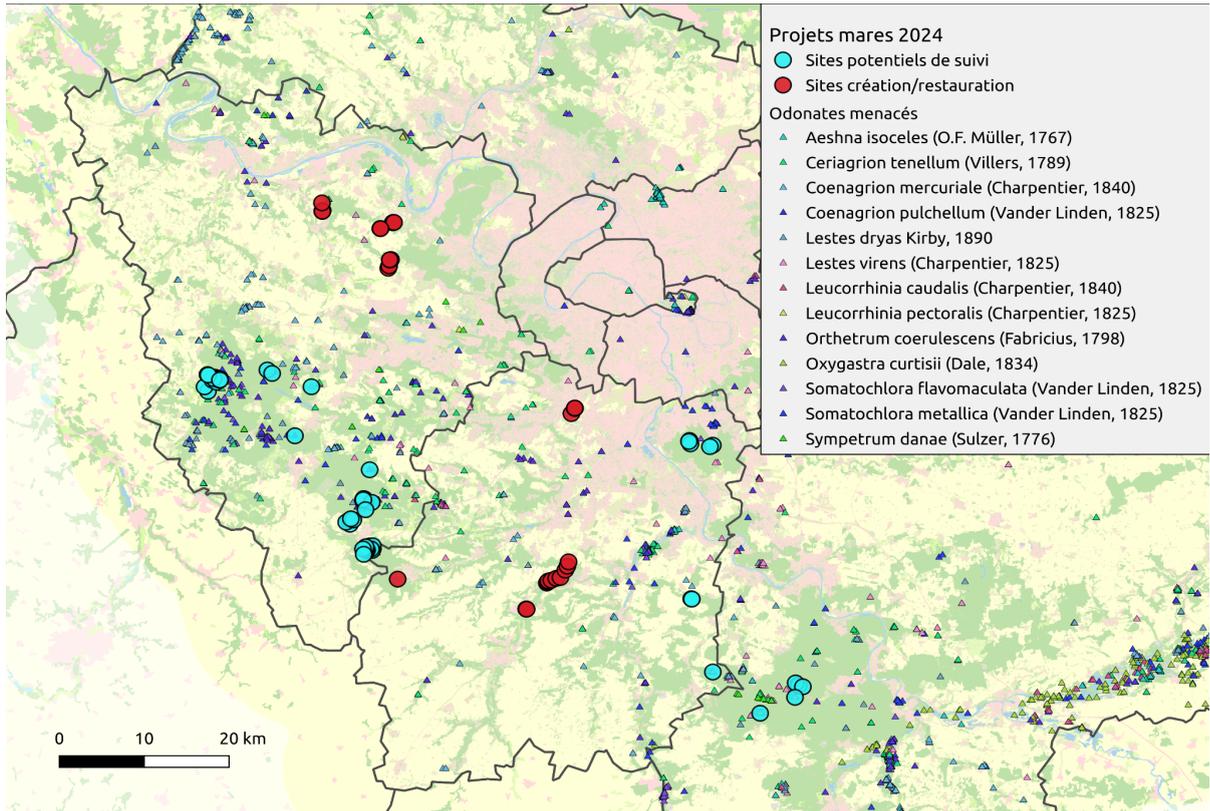
**Fig. 113. Localisation des sites 2024 par rapport aux Parcs Naturels Régionaux**



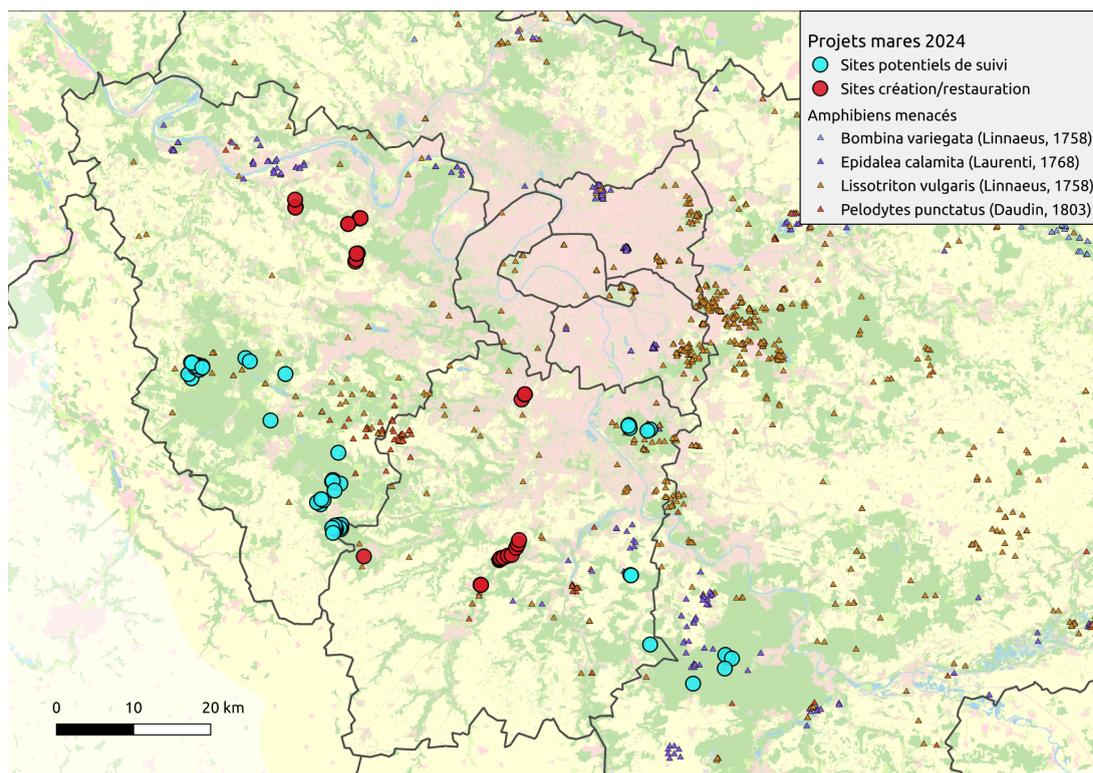
**Fig. 114. Localisation des sites 2024 par rapport au Schéma Régional de Cohérence Ecologique**



**Fig. 115. Localisation des sites 2024 par rapport au réseau de mares**



**Fig. 116. Localisation des sites 2024 par rapport aux espèces d'Odonates menacées (Liste rouge régionale des libellules d'Île-de-France, 2014)**



**Fig. 117. Localisation des sites 2024 par rapport aux espèces d'Amphibiens menacés (Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles d'Île-de-France, 2022)**

La sélection de secteurs à enjeux, s'applique dans un second temps à échelle locale, notamment de la commune

### **Démarche de sélection à échelle locale**

A échelle des territoires de travail (commune ou bassin versant), la démarche suivie intègre nécessairement de nombreux paramètres, notamment de contexte et d'usages des jeux d'acteurs impliqués. En 2023 la sélection de sites a résulté notamment de la combinaison de deux approches :

- La rencontre de personnes ressources impliquées, le recueil des enjeux, propositions et recommandations locales, concernant les sites possibles et les jeux d'acteurs concernés par les projets.
- La recherche de zones stratégiques dans la continuité écologique locale des mares et mouillères.

Pour cela, sur chaque territoire d'intervention, des réunions et entretiens avec les personnes ressources (élus à l'environnement, mairie, services techniques, etc.) ont permis de faire une sélection de secteurs, appuyés sur des cartographies regroupant :

- les éléments principaux du Schémas Régional de Cohérence Ecologique local (données cartographiques 2015),



- le réseau de mares locales d'après les données SNPN 2023, complété par des buffers de 500 m, autour de chaque mare, correspondant à la distance théorique de dispersion moyenne d'un Triton crêté en terrain favorable.
- Les données de biodiversité issues de Geonat'IDF (extraction 2023) consultées à échelle fine, pour cibler la présence potentielle d'espèces à enjeux chez les Amphibiens et les Odonates.

Le choix final des sites d'intervention résulte alors d'un compromis entre enjeux de continuité, possibilité de trouver des sites adaptés au projet, et recommandation de concertations et animations d'acteurs locaux, proposées par les collaborateurs.

Une visite des sites pré-sélectionnés permet alors d'établir un premier diagnostic et de définir les principales recommandations d'interventions et études principales pour réalisation.

### **Perspectives 2024**

A plusieurs échelles, ces méthodes d'identification de secteurs stratégiques d'intervention font l'objet de nombreuses recherches, menées par exemple en île de France avec le projet TRAMARE (CLAUZEL, 2020), en collaboration avec la SNPN depuis 2015. La prise en main et l'utilisation de ces outils, associée au cadre conceptuel de la Trame turquoise, sont des pistes pressenties.

### **Proposition de sélection régionale d'espèces cibles**

À l'échelle régionale, la sélection de secteurs à enjeux prioritaires, doit pouvoir s'intégrer à une réflexion générale sur une stratégie en faveur des mares, associée à des paramètres géographiques, culturels, économiques, politiques et historiques. Ces éléments relèvent de concertation et enjeux de montage d'un groupe de travail, associé à l'état des lieux sur la situation des mares, présenté en chapitre un, dont l'interprétation et les recommandations sont en cours de travail et de discussion.

Dans un premier temps, afin d'affiner l'identification de secteurs à enjeux prioritaires de création/restauration de mares, dans le cadre de cette démarche expérimentale, il est proposé un ensemble d'espèces sur lesquelles on évalue l'impact de telles actions (par la modélisation ou bien à dire d'expert). Le choix de ces espèces est important car il conditionne les pans de biodiversité qui seront favorisés (voire défavorisés) par les actions de conservation.

Il cherche à prendre en considération :

- L'existence d'une grande diversité typologique de mare, qui ne répondent pas de la même façon à un seul modèle de "bon état" de mare (OERTLI & FROSSARD, 2013).
- L'existence d'une diversité d'organismes à enjeux différents pour une même mare, et variant à une échelle intra-annuelle, mais aussi inter-annuelle. En ce sens, chaque mare est unique et doit être considérée sur le terrain pour ses enjeux propres (OERTLI & FROSSARD, 2013).
- L'existence d'enjeux patrimoniaux et/ou de biodiversité ordinaire, mais aussi de fonctionnalités, à l'échelle du réseau de mares. On peut remarquer les approches de gestionnaires tel qu'en forêt de Rambouillet, cherchant une coexistence de plusieurs types et âges de mares dans un même réseau (ARNABOLDI & ALBAN, 2006).



- La diversité de menaces pouvant affecter les cortèges d'une mare ou d'un réseau de mares (changement climatique, disparition et fragmentation d'habitat, espèces exotiques envahissantes, pollutions, etc.).

En ce sens des espèces sont ciblées en tant que “parapluies”, parmi les groupes retenus pour couvrir le plus large spectre biologique possible, mais la démarche devra considérer et mesurer les limites à ce niveau, notamment la non exhaustivité, ou exclusivité, de la couverture apportée.

A ce titre, plusieurs précautions et perspectives sont envisagées.

- L'intégration de plusieurs taxons et paramètres variant dans des directions écologiques différentes.
- L'inscription dans différentes typologies de mares (fonctionnelle, biotique, géographique, etc.) permettant d'adapter chaque stratégie à son contexte notamment (urbain, agricole, forestier, etc.).
- L'appréhension systématique d'une diversité d'enjeux large sur le terrain

Une sélection large, dans un premier temps consacrée aux amphibiens, choisis en priorité pour leurs relativement faible capacité de dispersion terrestre, est proposée ici de manière ouverte, en vue d'essais et calibrage. La construction d'une liste d'Odonates adaptée est en perspective. De même, l'intégration d'un volet flore est une piste complémentaire envisagée.

La liste proposée (**Tab. 2**) est une première proposition indicative, et intègre entre autres les propositions utilisées dans le projet Tramare (CLAUZEL, 2020) et le Schéma Régional de Cohérence Écologique d'Île-de-France (SRCE, 2013) en tant qu'espèces de cohérence trame verte et bleue nationales choisies pour la région, et espèces de cohérence intra-régionale.

**Tab. 2. Espèces cibles envisagées.**

Espèces (IDF)	UICN IDF	TRAMARE	Cibles TVB Nationale	Cibles TVB Régionale	Sélection test 2024
<b>Crapaud calamite (<i>Epidalea calamita</i>)</b>	EN	1	1		<b>1</b>
<b>Triton crêté (<i>Triturus cristatus</i>)</b>	LC	1	1		<b>1</b>
<b>Rainette arboricole (<i>Hyla arborea</i>)</b>	NT	1		1	<b>1</b>
<b>Crapaud commun (<i>Bufo bufo</i>)</b>	LC	1		1	<b>1</b>
<b>Grenouille rousse (<i>Rana temporaria</i>)</b>	NT	1			<b>1</b>
Alyte accoucheur ( <i>Alytes obstetricans</i> )	NT	1			
Salamandre tachetée ( <i>Salamandra salamandra</i> )	LC	1			
<b>Triton ponctué (<i>Lissotriton vulgaris</i>)</b>	VU		1		<b>1</b>
Sonneur à ventre jaune ( <i>Bombina variegata</i> )	EN		1		
<b>Triton alpestre (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)</b>	LC		1		<b>1</b>
<b>Triton marbré (<i>Triturus marmoratus</i>)</b>	NT				<b>1</b>

Cette liste cherche à varier autant que possible, dans les contraintes de la modélisation, une diversité complémentaire de paramètres de capacité de dispersion et migration, exigence écologique, habitats préférentiel de reproduction, contextes paysagers types, répartition,



sensibilités potentielles aux effets du changement climatique, repris notamment dans la base de traits d'histoire de vie des Amphibiens (TROCHET *ET AL.*, 2014), autant que possible adaptés à l'Île de France. Des espèces à enjeux particuliers (Sonneur à ventre jaune, Pelodyte ponctué), ou à faible disponibilité de données sont écartées a priori dans un premier temps, mais pourront être testées et faire l'objet de traitements particuliers. Les couvertures des mares temporaires et des mouillères agricoles par exemple reste à considérer.

#### **4. Analyse de suivis de l'évolution de l'état de conservation des mares**

Au cours de l'année 2023, six mares ont été suivies comme sites pilotes afin de tester le réseau de surveillance de l'évolution des mares face au changement climatique à partir de 2024. La répartition des sites pilotes est indiquée sur la Fig. 118a. Deux mares sont situées dans, ou en bordure du Parc naturel régional de la Haute Vallée de Chevreuse. Deux mares sont situées dans la commune de Champlan. Les dernières sont localisées dans la commune des Alluets-le-Roi et dans la commune de Paris au Jardin Naturel Pierre Emmanuel. Chaque mare a été visitée entre 6 et 8 fois au cours de l'année.

Trois protocoles validés au niveau national ont été menés afin de suivre trois groupes taxonomiques distincts. Les suivis des populations d'amphibiens ont été réalisés avec le protocole POPAmphibien Communauté (BARRIOZ & MIAUD, 2016a) en prenant non seulement les données de présence mais aussi celle d'abondance des espèces observées en suivant le protocole POPAmphibien spécifique Triton (BARRIOZ & MIAUD, 2016b). Conformément à ces protocoles, trois méthodes de détections ont été utilisées : écoute des chants (2 fois par mares, cf. Fig. 118b), pose de nasses (entre 0 et 4 fois par mares) et chasse à vue (entre 1 et 4 fois par mares).

Le protocole STELI a été utilisé pour l'inventaire des Odonates (SFO & MNHN, 2011) avec 6 ou 7 passages par mares (Fig. 118b). Pour les communautés végétales, c'est le protocole pour le suivi des Habitats d'Intérêts Communautaires (HIC) qui a été employé avec 2 ou 3 visites par mares (Fig. 118b). La répartition au cours de l'année des visites est présentée en Fig. 118c.

L'analyse des résultats obtenus permet d'affiner le protocole définitif qui sera utilisé sur tout le réseau de surveillance à partir de 2024. Dans cette section, quatre questions principales sont abordées.

1. Les trois méthodes de détection des amphibiens sont-elles nécessaires ? Plus précisément, la pose de nasse améliore-t-elle la détection des espèces d'amphibiens ?
2. Combien de passages sont nécessaires pour le protocole de suivi des communautés végétales ?
3. Quelles mares abritent la plus grande diversité d'espèces ? En effet, l'objectif est de sélectionner des mares "de bonne qualité" pour le suivi long-terme afin d'étudier un potentiel effet du changement climatique.
4. La couverture d'échantillonnage est-elle appropriée pour comparer les diversités entre mares ?

Pour répondre à ces questions, deux types d'outils statistiques sont utilisés : des tests non-paramétriques des modèles bayésiens de présence/absence multi-espèces.

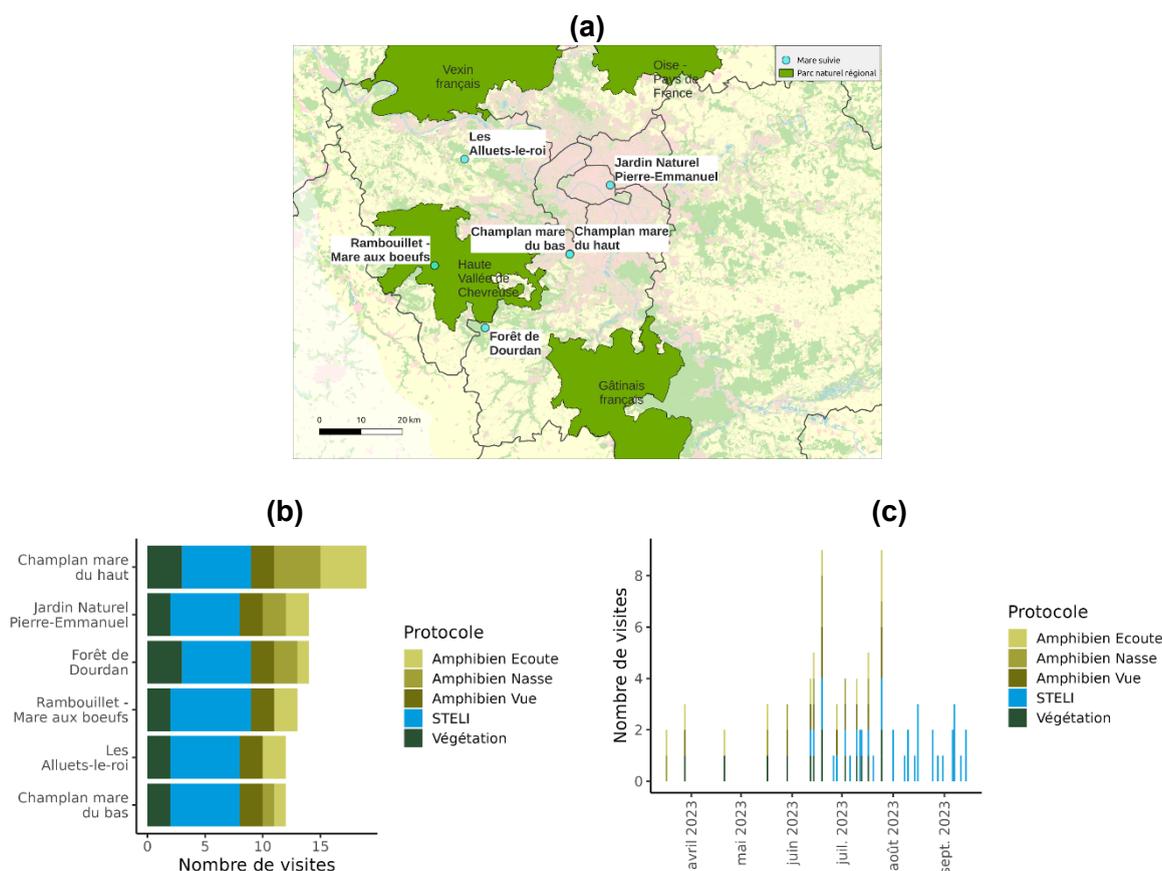


Fig. 118. Synthèse des suivis sur les sites pilotes. (a) Répartition géographique des mares. (b) Nombre de visites par protocole. (c) Calendrier des visites.

## • Méthodes

### - Tests non-paramétriques

Afin de tenter de répondre à la première question, le nombre d'espèces d'amphibiens détectées est comparé par chacune des trois méthodes de détection (Écoute, Nasse, Vue) par mare. Le nombre de mares suivies étant faible, deux tests non-paramétriques sont utilisés par rangs adaptés à de petits échantillons.

Le test de Kruskal-Wallis (KRUSKAL & WALLIS, 1952) permet de vérifier si plusieurs échantillons sont tirés d'une même distribution. Un effet significatif indique qu'il existe au moins une méthode de détection qui détecte plus d'espèces que les autres.

Le test de Dunn (DUNN, 1964) est typiquement utilisé après un test de Kruskal-Wallis et y est similaire à la différence que les méthodes de détection sont comparées deux à deux. Il sert donc à affiner la comparaison entre méthodes de détection. Il est similaire au test plus connu de Wilcoxon-Mann-Whitney deux à deux mais y est préféré car il utilise les mêmes "rangs" (classement) que le test de Kruskal-Wallis. En prenant l'exemple de la comparaison entre chasse à vue et écoute, le test de Dunn permet de détecter si l'hypothèse nulle  $H_0$  (pour une mare, chaque méthode de détection a autant de chance d'être la meilleure) est plus probable que l'hypothèse alternative  $H_a$  (pour une mare, l'une des méthodes de détection a plus de chance d'être meilleure que l'autre) :



$$H_0 : P(S_{Vue} > S_{Ecoute}) = \frac{1}{2}$$

$$H_a : P(S_{Vue} > S_{Ecoute}) \neq \frac{1}{2} .$$

### - **Modèles de présence/absence multi-espèces**

Les tests non-paramétriques décrits précédemment sont limités en ce qu'ils ne prennent pas en compte deux aspects importants des données.

Premièrement, les trois méthodes de détection n'ont pas reçu le même effort d'échantillonnage. En effet, comme indiqué sur la Fig. 118, les méthodes de détection n'ont pas été appliquées le même nombre de fois entre chaque mare. Ainsi une méthode de détection pourrait paraître meilleure simplement parce qu'elle a plutôt été utilisée sur des mares contenant une grande diversité d'amphibiens, ou bien parce qu'elle a été utilisée à de très multiples reprises.

Deuxièmement, les espèces détectées ne sont pas nécessairement les mêmes pour chaque méthode. En effet, toutes les espèces d'amphibiens ne sont pas détectables par leur chant, comme les tritons par exemple.

Pour pallier ces inconvénients et pour répondre aux deux autres questions, des modèles de présence/absence multi-espèces, ou Multi-Species Occupancy Models sont utilisés (DEVARAJAN ET AL., 2020). Le principe est de déterminer 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 le suivant. Chaque site  $j$  a été visité  $V_{jk}$  fois avec la méthode  $k$ . Chaque donnée de détection/non-détection d'une espèce  $i$  sur le site  $j$  avec la méthode de détection  $k$  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

$$y_{ij} \sim \text{Binomial}(V_{jk}, z_{ij} \theta_{ik}) ,$$

avec  $z_{ij}$  la véritable présence/absence de l'espèce  $i$  sur le site  $j$ , et  $\theta_{ik}$  la probabilité, si elle est présente, de détecter l'espèce  $i$  par la méthode  $k$ .

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 les valeurs les plus probables des probabilités de présence  $\psi_{ij}$  et de détection  $\theta_{ik}$ . Pour estimer l'effet des espèces, des sites et des méthodes de détections utilisées, une régression logistique est utilisée sur ces deux paramètres :

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



$$\text{logit}(\theta_{ik}) = v_i + \gamma_k,$$

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,  $v_i$  l'effet de l'espèce  $i$  sur la probabilité de détection et  $\gamma_k$  l'effet de la méthode de détection  $k$  sur la probabilité de détection. Afin d'inférer les valeurs probables de ces quatre paramètres, on détermine leurs valeurs *a priori*, tirées dans une loi normale assez large (moyenne 0 et écart type de 10) car peu d'informations existe *a priori* sur leur distribution.

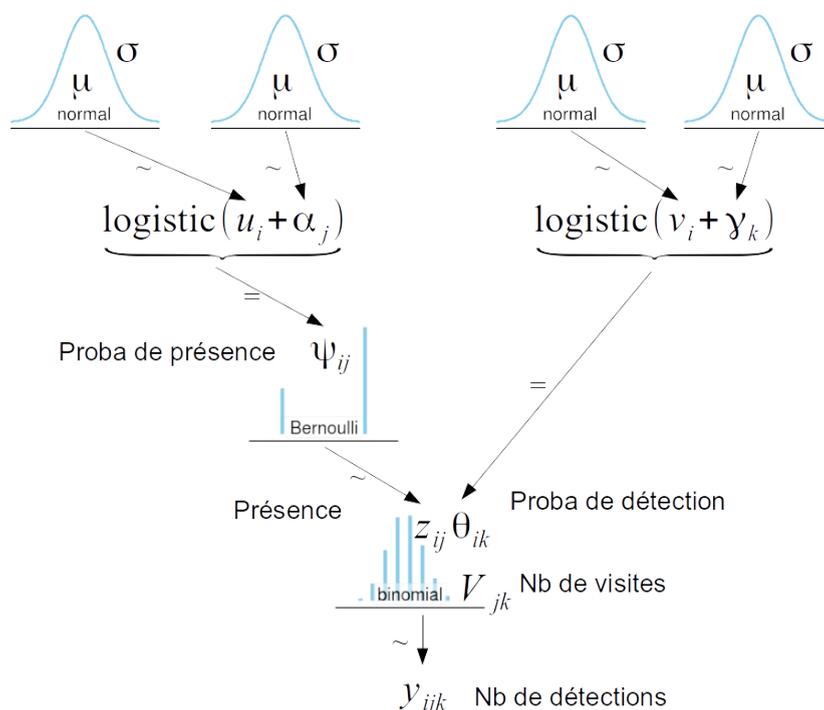
Le modèle est résumé par la Fig. 119. Il est implémenté en langage Stan puis compilé et exécuté via le package R *rstan* avec les paramètres par défaut.

Le modèle décrit ci-dessous est celui utilisé pour comparer les méthodes de détection des amphibiens en moyenne sur toutes les espèces. Une version alternative du modèle est proposée où chaque méthode de détection  $k$  (Ecoute, Nasse, Vue) a un effet différent sur la détection de chaque espèce  $i$  :

$$\text{logit}(\theta_{ik}) = \gamma_{ik}.$$

De même, pour répondre aux questions 2 et 3, la méthode de détection des amphibiens n'a plus d'importance et il n'existe qu'une méthode de détection pour les odonates et pour les plantes, nous cessons donc de la prendre en compte dans la probabilité de détection :

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



**Fig. 119. Représentation du modèle bayésien de présence/absence multi-espèces**



- **Modèle de profil de diversité**

En 2023, 6 mares (**Tab. 3**) ont été étudiées sur le secteur sud-ouest de la région Ile-de-France pour les taxons amphibiens, odonates, et flore sur la période de février à septembre 2023.

**Tab. 3. Localisation des sites d'études 2023 sur le secteur sud de la région Ile-de-France.**

Longitude_	Latitude_	Département	Site	Site_Code
2.268573	48.706904	91	Champlan_bas	CHAMB
2.269126	48.707936	91	Champlan_haut	CHAMH
2.000033	48.543659	91	Foret_Dourdan	DOURD
2.399000	48.858536	75	Jardin_Pierre Emmanuel	JPEMM
1.919403	48.911754	78	Alluets_le_roi	ALLUET
1.826337	48.678584	78	Rambouillet_Mareboeufs	RAMBO

À partir de données d'abondances par espèce, le nombre d'individus observés  $N_i$  est réparti dans celles-ci à l'échelle du site d'abord, ou par cumul pour la région Île-de-France. Si les individus sont nombreux, les valeurs sont résumables par des proportions relatives  $p_i = N_i/N$ , avec  $N$  nombre total d'individus à l'échelle de l'analyse celle du site ou de la région. À partir de cette base de données, l'utilisation des « nombres de Hill » (Hill, 1973) permet de généraliser les indices de diversité classiquement utilisés en écologie (diversité de Shannon-Wiener, indice de Simpson, Berger-Parker, etc.). Le tracé du profil de diversité (avec les proportions relatives des espèces rares, communes, abondantes) est une conséquence de ce choix d'analyse. L'utilisation des nombres de Hill s'impose dans la littérature depuis quelques années (Chiu et al., 2014). Son calcul est donné par :

$$\text{Nombre de Hill} = D(q) = S(q) = \left( \sum_{i=1}^S p_i p_i^{q-1} \right)^{\frac{1}{q-1}}, q = 0, 1, 2, \dots S \text{ Nb d'espèces total}$$

Le profil de diversité met en avant en conséquence la fragilité de l'assemblage des espèces par sa forme. Avec les données des espèces présentes avec 1 ou 2 individus, cela permet d'évaluer dans le prolongement l'effort d'échantillonnage, effort de terrain par le taux de couverture aux différentes échelles (Mallard, 2019).

Le calcul de la diversité équivalente donne un profil de diversité, une courbe concave décroissante  $S(q)$  en nombre d'espèces en fonction d'un paramètre «  $q$  » variant de 0 à l'infini, dit « paramètre d'indifférence aux espèces rares » (MAGURRAN, 2004 ; CHAO ET AL., 2012 ; CHAO & CHIU, 2016). Ces profils sont des représentations graphiques exprimées en nombre d'espèces  $S(q)$ , avec  $q$  partant du nombre total d'espèces observées noté  $S(0)$  pour  $q=0$ . Puis plus la valeur de «  $q$  » est grande et moins les espèces rares sont prises en compte. Le paramètre  $q$  supérieur à 2 (par exemple  $q = 4$ ) est proche de l'équivalent traduit en nombre



d'espèces de la part en individus de l'espèce la plus abondante soit  $S(q=\text{infini})$ . Avec  $q = 2$  (équivalent à l'indice de Simpson), il s'agit en nombre équivalent de la part des espèces communes et abondantes  $S(2)$ . Pour  $q = 1$  (soit l'indice de Shannon), le nombre d'espèces renferme les espèces rares, communes et abondantes  $S(1)$ . Enfin, pour  $q = 0$ , cela revient au nombre total d'espèces observées donc très rares, rares, abondantes (MAGURRAN, 2004 ; CHAO ET AL., 2012 ; MALLARD, 2016b ; CHAO & CHIU, 2016).

Entre la richesse intrinsèque en nombre total d'espèces observées  $S(0)$  et la part en nombre d'espèces équivalentes induite par l'espèce la plus abondante mesurée par  $S(\text{infini})$  (indice de Berger-Parker), la forme du profil montre la part prises par les espèces très « rares », rares, jusqu'à l'espèce la plus abondante en individus. Sa forme est assimilable à un indice d'état de la fragilité du milieu. Pour passer du graphique à une forme mathématique avec quelques paramètres qui la résumant, la forme générale de l'équation retenue est à la base celle de Weibull, soit:

$$S(q) = (S_0 - S_\infty) e^{-\beta q^{[(m_0 - m_\infty)e^{-bq^m} + m_\infty]}} + S_\infty$$

Sa formulation est plus lisible sous la forme décomposée (MALLARD, 2016b ; MALLARD, 2017 ; MALLARD, 2018 ; MALLARD, 2021b):

$$\frac{S(q) - S_\infty}{S_0 - S_\infty} = F(q) = e^{-\beta q^m}, m = [(m_0 - m_\infty)e^{-bq^m} + m_\infty]$$

3 variables principales du profil sont définies : le nombre total d'espèces  $S_0$  ; la part de l'espèce la plus abondante  $S_{\text{inf}}$  ;  $\beta$  correspond à la répartition "moyenne" des abondances relatives des espèces, c'est la concavité de la courbe, plus elle est grande et plus les espèces rares la caractérise. L'intérêt du lissage de cette courbe est de la résumer dans l'intervalle principal  $0 < q < 4$  par 3 paramètres en plus de  $S(0)$  et  $S(\text{infini})$ . L'important est de gérer au mieux la courbure en utilisant les 3 indices ponctuels ( $q=1$  Shannon,  $q=2$  Simpson,  $q=4$ ). Les profils évoluant vers des pentes très grandes près de  $q=0$ , donc avec beaucoup d'espèces très rares, ont une fragilité intrinsèque : une espèce peu nombreuse a plus de chance de disparaître statistiquement simplement par son nombre d'individus dans les températures extrêmes (DAMOS & SOULOPOULOU, 2015). Plus le paramètre  $\beta$  est important et plus le profil est concave en moyenne et plus les espèces rares sont majoritaires et donc plus l'écosystème est vulnérable. Ensuite, le paramètre «  $m$  » évolue à son tour entre  $m_0$  et  $m_{\text{inf}}$ . Plus  $m_0$  est grand et plus les espèces très rares parmi les espèces « rares » sont influentes. Plus  $m_{\text{inf}}$  s'écarte de  $m_0$  et plus l'espèce abondante joue son rôle dans la diversité.

Les tracés suivants de profils de diversité et les figures d'interpolation et extrapolation avec une incertitude à 95 % de confiance estimée à partir de 50 bootstrappings sont obtenus dans ce texte avec le logiciel iNEXT Online : « software for interpolation and extrapolation of species diversity » (CHAO ET AL., 2016).

Des analyses en composantes principales (corrélation de Spearman  $p=0.05$ ) sont réalisées pour comparer les profils de diversité des odonates, des amphibiens et de la flore entre les sites d'études 2023.

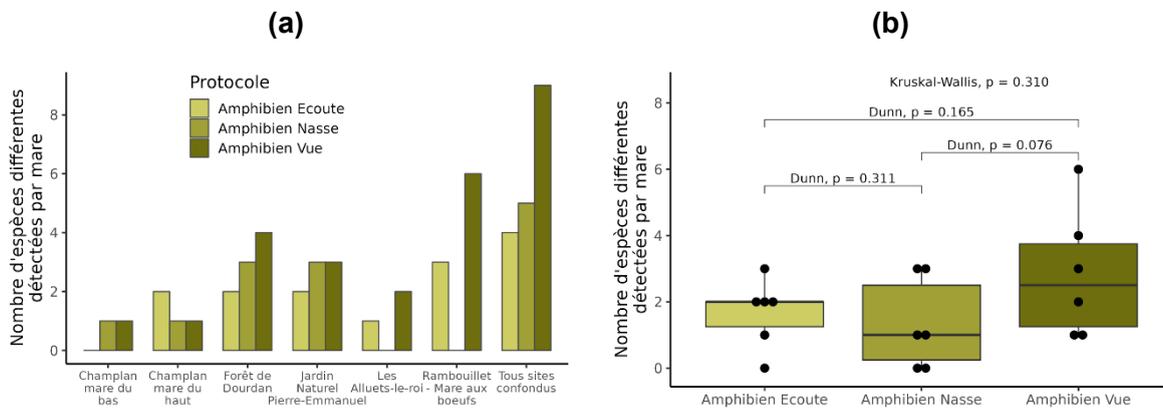


## • Résultats

### - Question 1 - Comparaison des méthodes de détection d'amphibiens

Comme indiqué sur la Fig. 120a, la méthode de détection par Écoute a permis d'identifier 4 espèces d'amphibiens sur l'ensemble des mares, et respectivement 5 et 9 espèces pour les méthodes de Nasse et de Vue.

Tout d'abord les tests non-paramétriques évoqués ci-dessus sont appliqués afin de déterminer si ces différences sont significatives. Les résultats sont présentés en Fig. 120b et sont tous statistiquement non-significatifs. Cela signifie qu'aucune méthode de détection n'a été statistiquement meilleure qu'une autre dans l'échantillonnage. Or, comme constaté précédemment, l'échantillon est potentiellement biaisé. Ce biais peut être contrôlé par le modèle bayésien de présence/absence qui fournit une estimation de l'efficacité d'une méthode en tenant compte du fait qu'elle n'a pas été appliquée le même nombre de fois sur chaque mare.



**Fig. 120. Comparaison des méthodes de détection d'amphibiens. (a) Capacité des trois méthodes à détecter des espèces d'amphibiens par mares. (b) Tests non-paramétriques de différence entre les trois mares (Kruskal-Wallis) et entre chaque paire de mares (Dunn).**

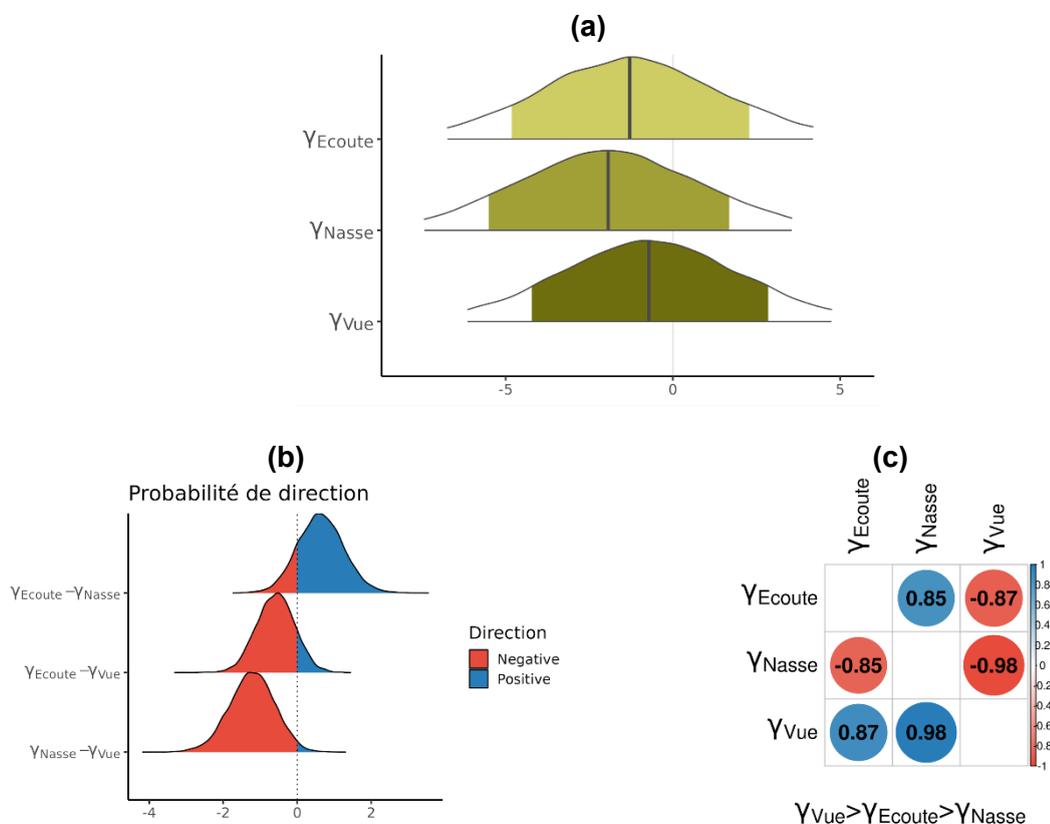
Afin de comparer les mares avec le modèle bayésien de présence/absence, les valeurs des paramètres  $\gamma_k$  sont utilisés et représentent l'effet de la méthode  $k$  sur la probabilité de détection d'une espèce sachant qu'elle est présente. Le modèle donne en sortie la distribution la plus probable de ces trois paramètres compte tenu des données observées. Sur la Fig. 121a, la distribution du paramètre  $\gamma_{Nasse}$  semble être inférieure à celle des deux autres paramètres.

Pour aller plus loin, la différence entre chaque paire de ces trois paramètres, aussi appelée *contraste* est étudiée. On considère que deux paramètres sont significativement différents si la distribution de leur différence est soit très majoritairement positive (>95%), soit très majoritairement négative. Par exemple, si la distribution de la différence entre  $\gamma_{Nasse}$  et  $\gamma_{Vue}$  est très majoritairement négative, alors on dit que la méthode Nasse est significativement moins bonne que la méthode Vue en moyenne pour l'ensemble des espèces. On appelle cette différence la *probabilité de direction*. Les distributions des différences sont représentées en Fig. 121b et les probabilités de direction pour chaque combinaison de deux méthodes sont

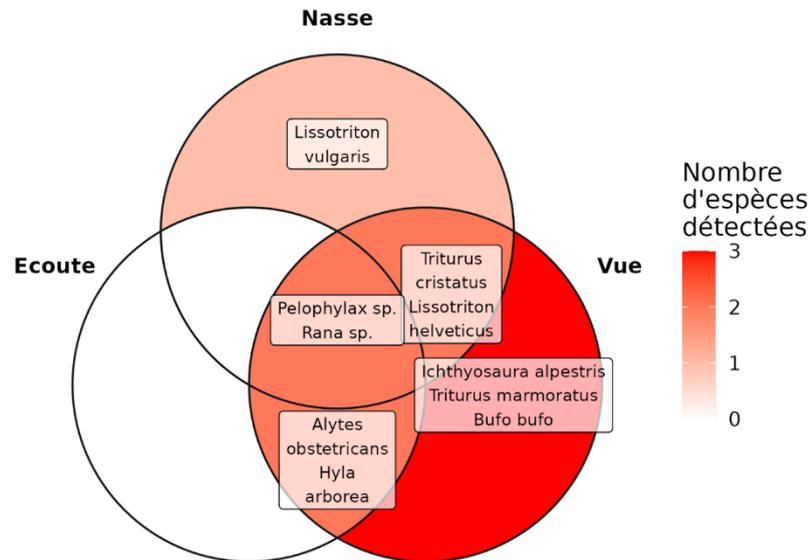


disponibles en Fig. 121c. Le modèle prédit que la méthode Vue est meilleure que la méthode Écoute qui est elle-même meilleure que la méthode Nasse. En revanche, seule la différence entre les méthodes Vue et Nasse est statistiquement significative. Ce résultat vient confirmer la tendance non-significative observée par le test de Dunn entre ces deux variables ( $p=0.076$ , Fig. 120b).

Jusqu'à présent, les effets moyens de chaque méthode sur toutes les espèces d'amphibiens ont été comparés. Or, toutes les méthodes ne permettent pas de détecter les mêmes espèces (Fig. 122). En effet, la méthode Écoute, ainsi que la méthode Nasse, ne permettent pas de détecter 5 espèces. Au contraire, la méthode Vue a permis de détecter toutes les espèces à l'exception du triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*). On notera en revanche que l'observation de cette espèce n'a eu lieu qu'une seule fois dans une nasse. Il s'agit donc d'une espèce rare, voire anecdotique sur l'ensemble des mares suivies.



**Fig. 121. Comparaison des paramètres de méthodes de détection d'amphibiens. (a) Distributions estimées des paramètres qui représentent l'effet de chaque méthode de détection. (b) Distribution des différences (contrastes) entre ces paramètres. (c) Probabilités de direction pour chaque paire possible et classement des méthodes.**

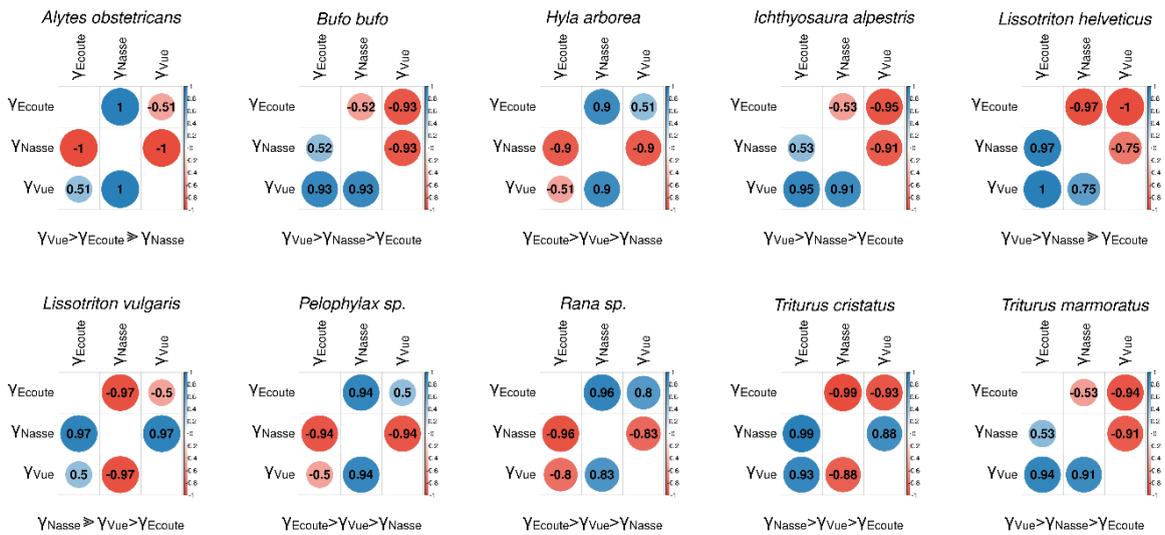


**Fig. 122. Chevauchement des espèces d'amphibiens détectées par les trois méthodes utilisées**

On note que pour les observations d'individus des genres *Pelophylax* et *Rana*, l'information de l'espèce n'a pas été incluse, car l'identification jusqu'à ce niveau n'a pas toujours été possible.

La version alternative du modèle bayésien de présence/absence permet de comparer les méthodes de détection pour chaque espèce. En effet, les différences entre les paramètres  $\gamma_{ik}$  pour chaque  $i$  peuvent être comparés, c'est-à-dire pour chaque espèce. Les probabilités de direction correspondantes sont représentées sur la Fig. 123. A part le cas particulier du triton ponctué où il n'existe qu'une seule observation, il n'y a aucune espèce pour laquelle une méthode est statistiquement meilleure que les deux autres à la fois. Cela semble indiquer qu'aucune méthode ne peut être utilisée seule au risque d'impacter la détection d'au moins une espèce d'amphibien.

On note également le statut particulier de la chasse à vue qui n'est pas classée pire méthode pour aucune des espèces et qui n'est statistiquement moins bonne qu'une autre méthode seulement dans le cas anecdotique du triton ponctué. En ce qui concerne les deux autres méthodes, les tritons n'étant pas détectables au son, l'efficacité des nasses est logiquement supérieure à l'écoute pour ce taxon. Cette dernière méthode est en revanche significativement meilleure que les nasses Amphicaps pour l'alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*) et le genre *Rana*. Ces deux méthodes semblent donc complémentaires.



**Fig. 123. Probabilités de direction pour chaque paire possible de méthode de détection et pour chaque espèce.**

**- Question 2 - Nombre de passages pour le suivi de la végétation**

La question du nombre de passages nécessaires pour le suivi des espèces, notamment pour les communautés végétales est ensuite abordée. En effet, de multiples passages sont coûteux, mais nécessaires pour deux raisons. Premièrement, en raison de leur cycle de vie (larve, reproduction), certaines espèces ne sont détectables qu'à certaines saisons, et qui ne coïncident pas forcément d'une espèce à l'autre. Ceci implique de passer plusieurs fois sur un même site pour observer toutes les espèces présentes.

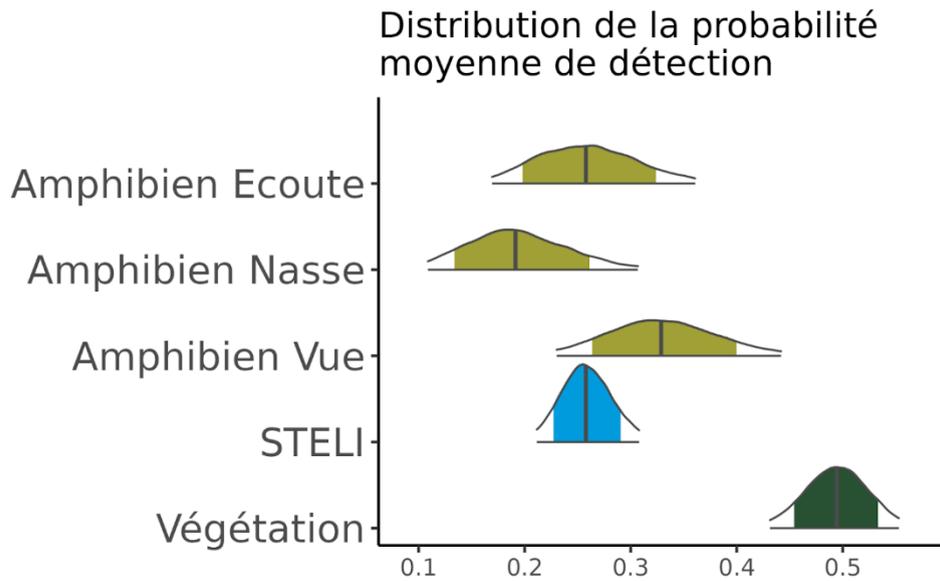
Deuxièmement, pour chaque saison, plusieurs passages sont nécessaires afin de se faire une idée de si une absence d'observation est due à une absence de l'espèce ou bien à une non-détection de l'espèce. En effet, les modèles de présence/absence multi-espèces ne fonctionnent pas sans cette redondance d'information.

Ainsi, plus le nombre de passages (dans une saison donnée) est grand, plus la confiance dans l'estimation de la diversité d'un site sera élevée. Cette relation est particulièrement cruciale dans le cas où la probabilité de détection est faible (BESNARD & SALLES, 2000). Le modèle bayésien de présence/absence permet d'estimer la probabilité de détection d'une espèce sachant qu'elle est présente. Il s'agit du paramètre  $\theta_{ik}$  pour une espèce  $i$  et avec la méthode  $k$ . La Fig. 124 montre la distribution la plus probable de la valeur moyenne pour toutes les espèces  $\bar{\theta}_k$ , et ce par groupe taxonomique. Pour les odonates et les plantes, la version alternative du modèle est utilisée car il n'y a qu'une méthode de détection, la valeur moyenne du paramètre  $\theta_i$  est donc  $\theta$ .

On note que la probabilité de détection est bien meilleure pour les communautés végétales que pour les amphibiens et les odonates. Si une espèce de plante est présente sur un site, il y a environ une chance sur deux pour qu'elle soit détectée lors d'un passage avec le protocole végétation. En revanche, la détection des odonates est bien plus faible (une chance sur quatre



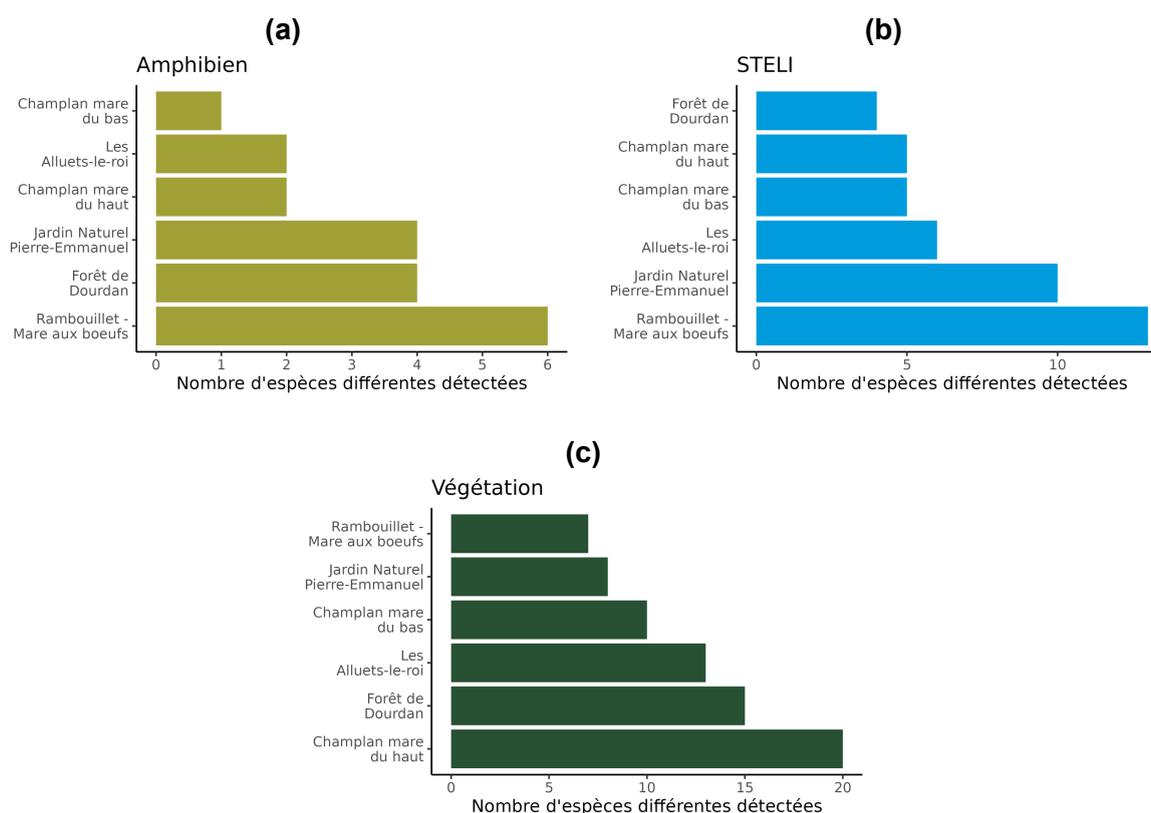
en moyenne), ce qui explique pourquoi de nombreux passages sont préconisés par le protocole STELI (3 par saisons).



**Fig. 124. Comparaison des probabilités de détection moyenne entre groupes taxonomiques (et entre méthodes de détection d'amphibiens)**

### - Question 3 - Comparaison des mares suivies

Les mares abritant la plus grande diversité possible à travers les trois groupes taxonomiques étudiés (amphibiens, odonates et plantes) sont ensuite analysées. Le nombre d'espèces détectées pour chaque mare et pour chaque groupe taxonomique est montré sur la Fig. 125. Cependant ces données sont à analyser avec prudence car, comme indiqué en Fig. 118b, l'effort d'échantillonnage n'est pas le même entre toutes les mares, et ce pour chaque groupe taxonomique.



**Fig. 125. Nombre d'espèces détectées par mare pour les trois groupes taxonomiques : (a) amphibiens, (b) odonates et (c) plantes.**

Il existe plusieurs méthodes pour approcher le vrai niveau de diversité d'un site. Certains indices de diversité intègre l'effort d'échantillonnage, ou utilise le nombre de fois qu'une espèce a été observée, ou bien se basent sur des méthodes de bootstrap (DALY ET AL., 2018).

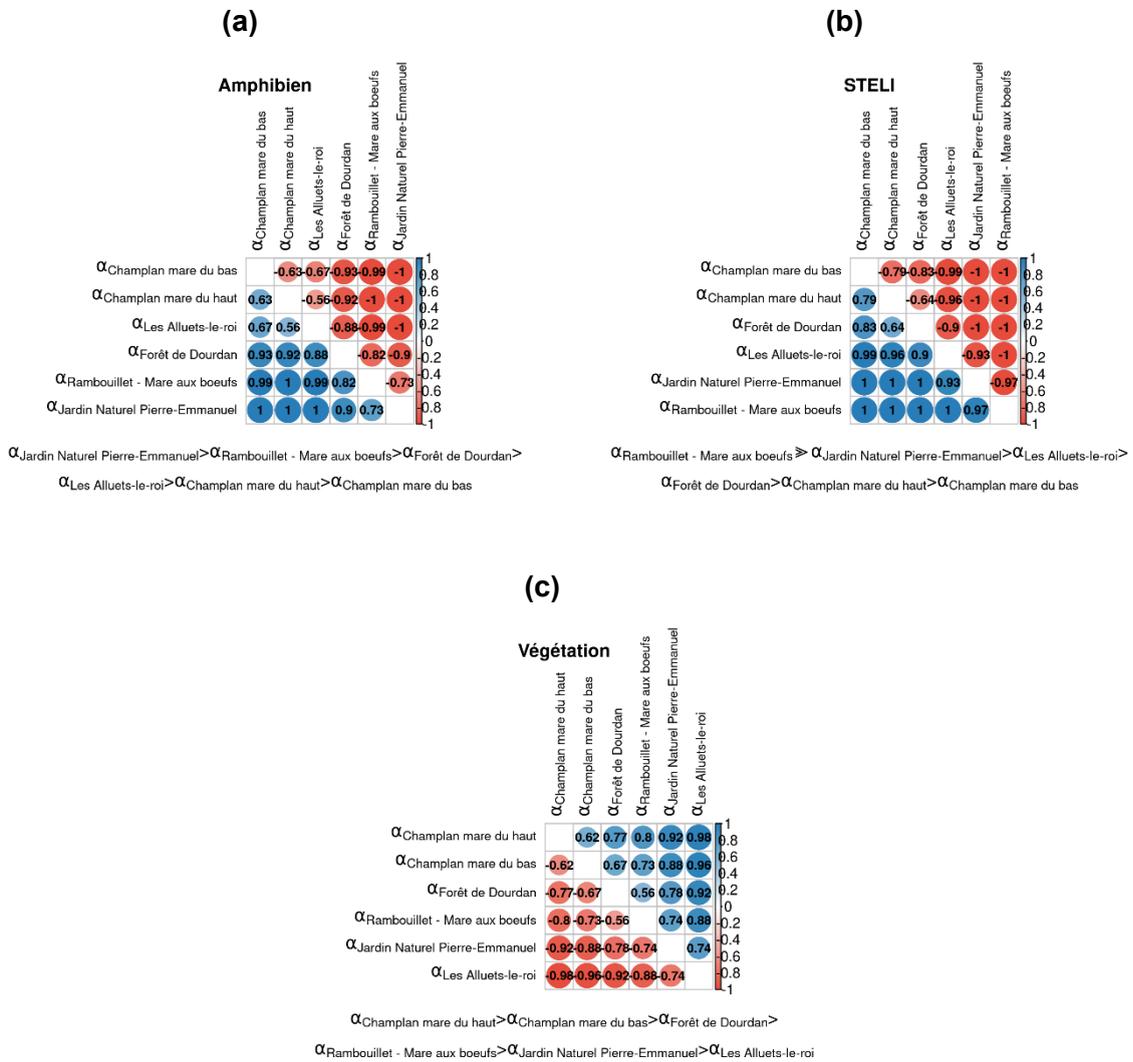
Dans cette partie, la variante du modèle de présence/absence multi-espèces est utilisée où l'effet de la méthode de détection n'est pas prise en compte. Le paramètre d'intérêt est ici  $\alpha_j$ , l'effet du site  $j$  sur la probabilité de présence d'une espèce. Ce paramètre est donc une mesure de la capacité d'un site à être habité par de nombreuses espèces.

La Fig. 126 présente les probabilités de direction pour chaque paire de mares. En ce qui concerne les amphibiens, deux mares se dégagent comme ayant significativement le plus grand effet sur la présence de nombreuses espèces que les trois pires, il s'agit de la mare du Jardin Naturel Pierre-Emmanuel et de celle de Rambouillet. Pour les odonates, la mare du Jardin Naturel Pierre-Emmanuel est significativement meilleure en termes de diversité que toutes les autres mares. Notons également les mares du Jardin Naturel Pierre-Emmanuel et des Alluets-le-roi qui sont statistiquement meilleures que les deux pires sites. Enfin, pour la végétation, les seules différences significatives sont entre les deux mares de la commune de Champlan et celle des Alluets-le-roi qui est la pire estimée.

On observe une corrélation négative entre la capacité pour une mare à accueillir de nombreuses espèces d'amphibiens et d'odonates et sa capacité à accueillir de nombreuses espèces de plantes. En effet, les trois mares qui sortent significativement comme meilleures pour les amphibiens et les odonates sont les pires mares en termes de végétation



(Rambouillet, Jardin Naturel Pierre-Emmanuel et des Alluets-le-roi). À l'inverse, les deux meilleures mares en ce qui concerne la diversité végétale sont également les deux pires pour les amphibiens et les odonates.



**Fig. 126. Probabilités de direction pour chaque paire possible de site et pour chaque groupe taxonomique : (a) amphibiens, (b) odonates et (c) plantes.**



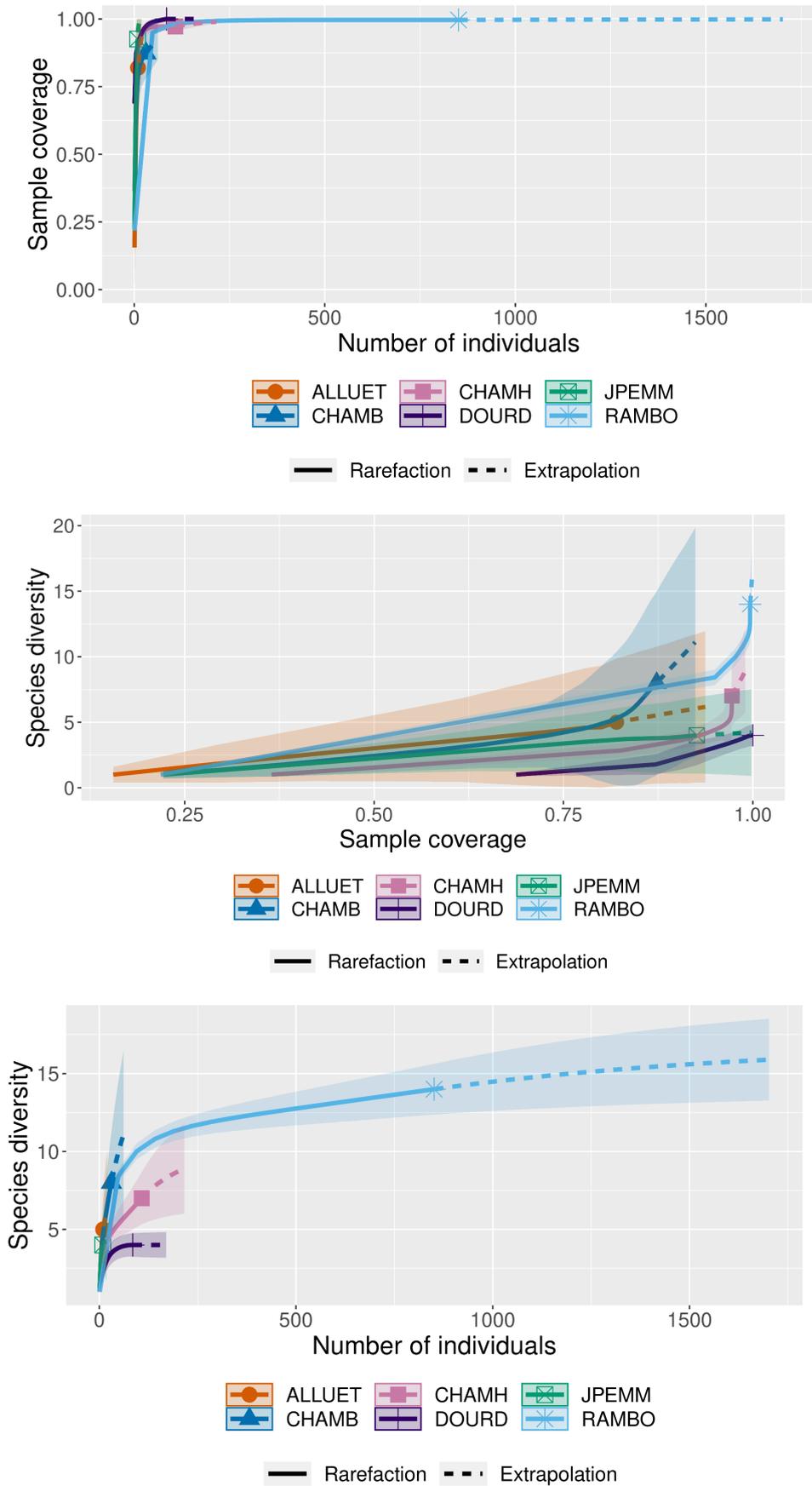
#### **- Question 4 - Taux de couverture et diversité spécifique**

Le nombre d'individus  $N_i$  observés est réparti dans des espèces  $i$ . Ces valeurs sont résumables par des proportions relatives  $p_i = N_i/N$ ,  $N$  nombre total d'espèces dans le site ou la région. À partir de cette base de données, les profils de diversité ont été calculés et tracés.

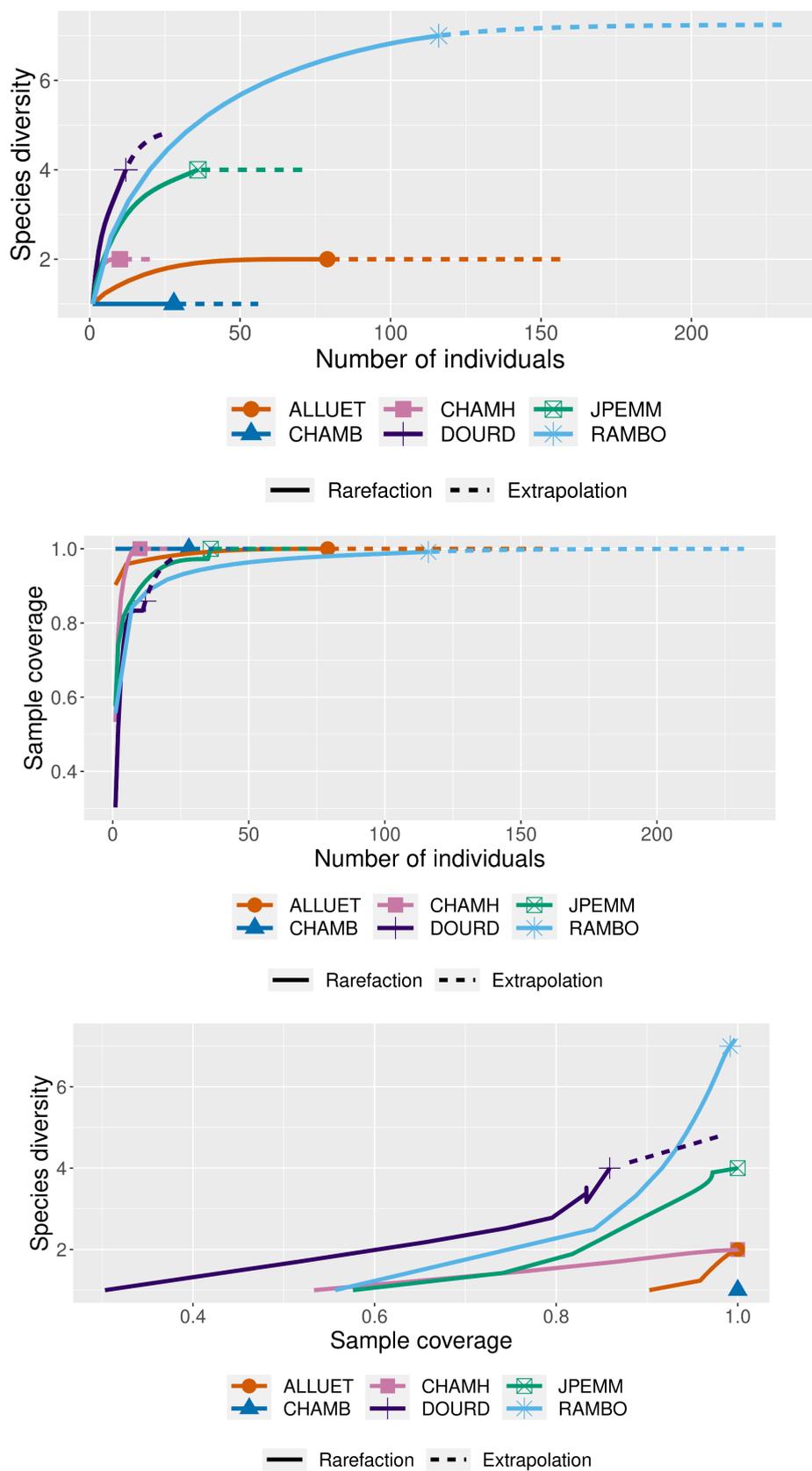
Les profils de diversité des odonates, en particulier le rapport entre les espèces observées avec seulement 1 et avec 2 individus conduit à un taux de couverture de plus de 80% mesurant l'effort d'échantillonnage. Les 5-6 passages par site sont pertinents si le nombre d'individus reste suffisant. Le suivi de 9 passages préconisés par STELI devrait permettre d'atteindre un taux de couverture significatif de plus de 90% (Fig. 127).

Les profils de diversité des amphibiens ont un taux de couverture de plus de 70% (Fig. 128). L'effort d'échantillonnage de 2 passages pour les suivis amphibiens semble déjà être pertinent. Le passage à trois suivis comme préconisé dans Pop Amphibiens permettra de renforcer le suivi avec l'effort d'échantillonnage attendu à plus de 90%.

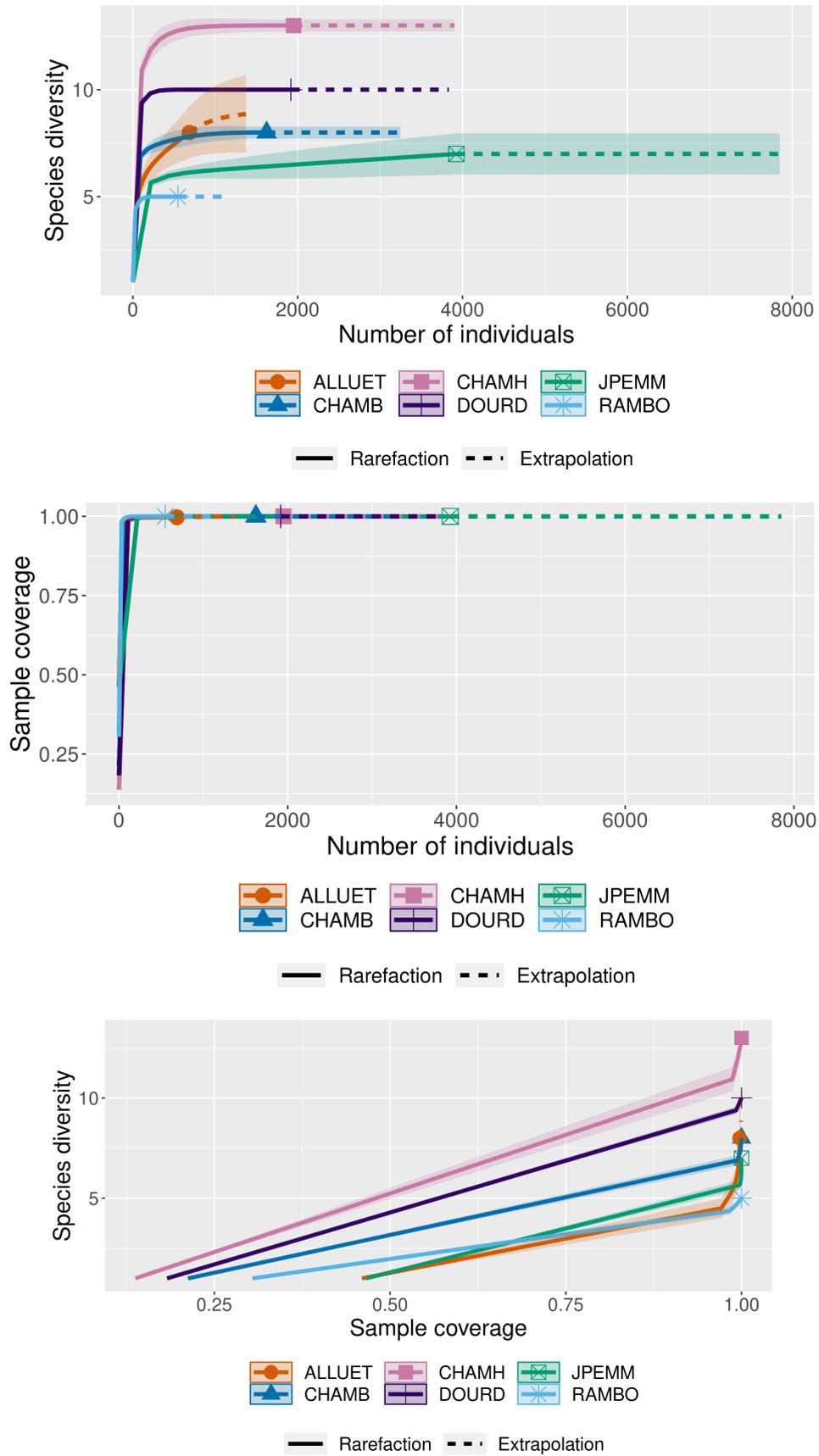
Les profils de diversité de la flore ont un taux de couverture supérieur à 95%. L'effort d'échantillonnage semble suffisant (Fig. 129).



**Fig. 127. Taux de couverture et intervalles d'incertitude Bootstrap 0.95 pour les suivis odonates.**



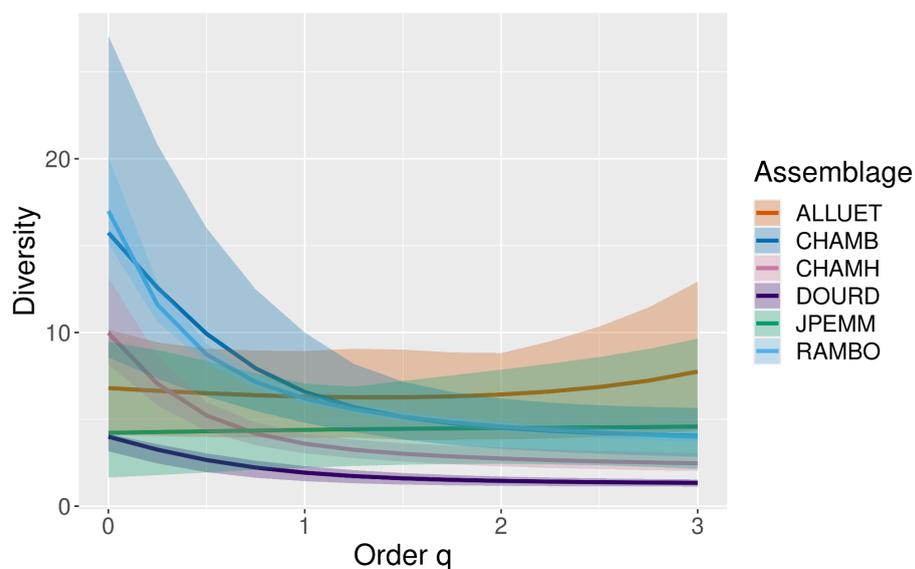
**Fig. 128. Taux de couverture et intervalles d'incertitude Bootstrap 0.95 pour les suivis amphibiens.**



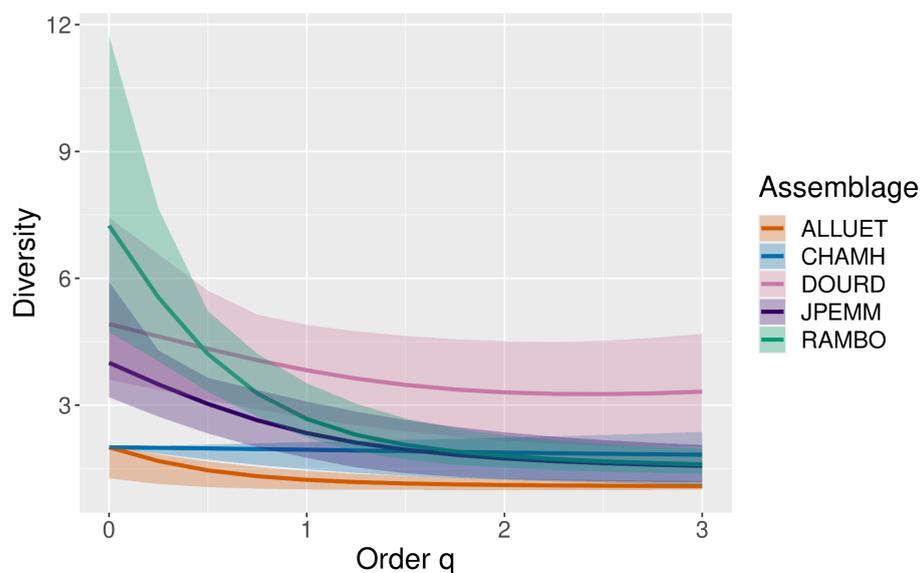
**Fig. 129. Taux de couverture et intervalles d'incertitude Bootstrap 0.95 pour les suivis de la flore.**



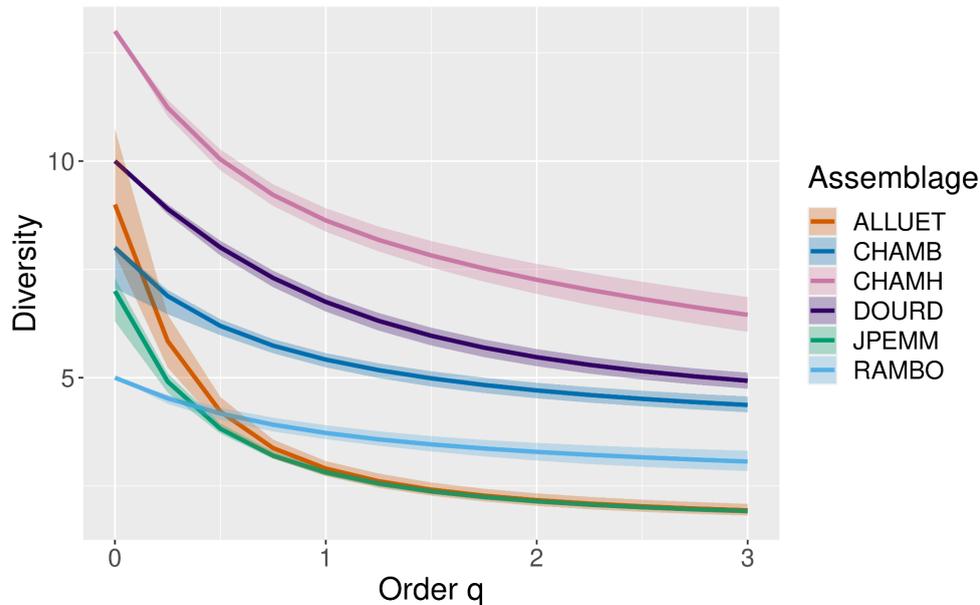
Le profil de diversité des odonates et amphibiens le plus important et se dégageant des autres sites est celui de Rambouillet (RAMBO) (odonates  $n=851$ ,  $s=14$  ; amphibiens  $n=116$ ,  $s=7$ ) (Fig. 130-Fig. 131). Le site du Jardin Pierre-Emmanuel (JPEMM) présente une diversité en amphibiens et odonates moins importante que celui de Rambouillet. En revanche, son profil de diversité est moins concave, signalant une distribution plus équitable des individus au sein des différentes espèces relevées. En d'autres termes, le site de Rambouillet présente de nombreuses espèces, mais dont une part significative est en fait rare. Le profil de diversité de la flore indique en revanche que le site de Rambouillet est le moins diversifié, à l'inverse de celui de Champlan haut (CHAMPH) ( $n=1951$  ;  $s= 13$ ) (Fig. 132).



**Fig. 130. Profil de diversité des odonates par sites étudiés et intervalles d'incertitude Bootstrap 0.95.**



**Fig. 131. Profil de diversité des amphibiens par site étudié et intervalles d'incertitude Bootstrap 0.95.**



**Fig. 132. Profil de diversité de la flore par site étudié et intervalles d'incertitude Bootstrap 0.95.**

L'analyse des indices de lissage des profils de diversité des sites révèle des variations significatives entre les différentes localités étudiées ainsi que les différentes catégories de biodiversité, à savoir les odonates, les amphibiens, et la flore (**Tab. 4**, Fig. 133).

Le site CHAMB affiche un indice de lissage de 0.74, indiquant une variation modérée dans la diversité des odonates. En revanche, le site JPEMM présente un indice plus faible de 0.28, suggérant une diversité plus homogène. Les profils de diversité des odonates peuvent se regrouper en trois classes de similarité: DOURD-CHAMB, CHAMH-RAMBO, JPEMM-ALLUET (Fig. 133).

En ce qui concerne les amphibiens, le site CHAMB est classé comme "Non applicable" en effet une seule espèce d'amphibiens a été observée à cet endroit. D'autres sites comme CHAMH et ALLUET affichent des indices de lissage indiquant une diversité relativement homogène, avec des valeurs de 1.89 et 1.73 respectivement. Les profils de diversité des amphibiens peuvent se regrouper en trois classes de similarité: CHAM-ALLUET, DOURD-JPEMM, RAMBO (Fig. 133).

Pour la diversité florale, des variations significatives apparaissent également. Par exemple, le site JPEMM présente un indice de lissage de 1.47, indiquant une diversité florale relativement stable au fil du temps. À l'inverse, le site ALLUET affiche un indice plus bas de 1.59, suggérant des variations plus marquées dans la diversité florale au fil des saisons. Les profils de diversité de la flore peuvent se regrouper en deux classes de similarité: CHAMB-CHAMH-DOURD-RAMBO, JPEMM-ALLUET (Fig. 133).

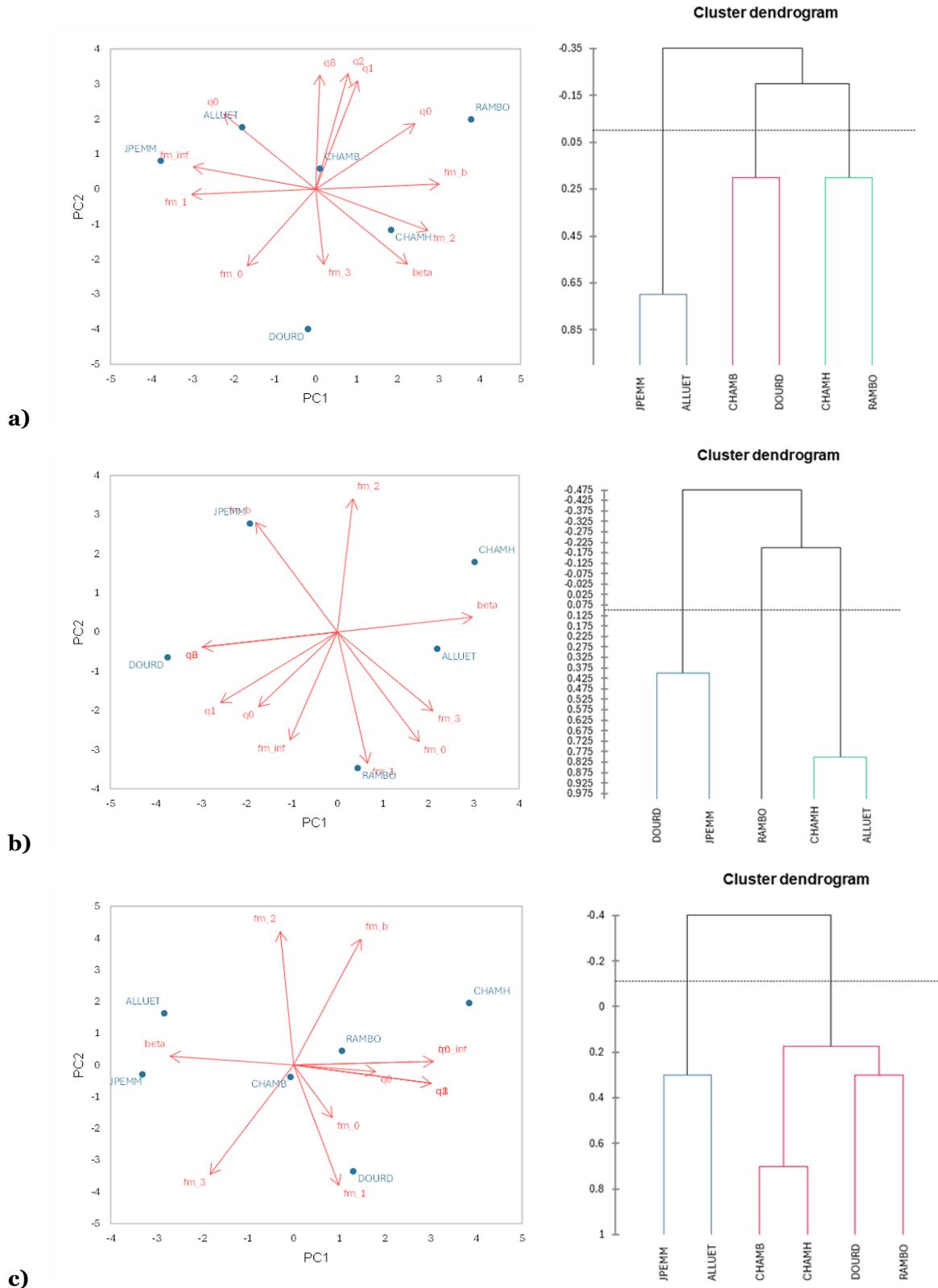
En analysant les différents indices de lissage pour chaque catégorie de biodiversité, des tendances émergent. Certains sites présentent une stabilité notable dans leur diversité au fil du temps, tandis que d'autres affichent des variations plus marquées. Ces variations peuvent être influencées par divers facteurs tels que la gestion du site, les caractéristiques environnementales, ou les pressions anthropiques. Ces variations soulignent l'importance de prendre en compte les particularités de chaque site pour une gestion adaptée de la biodiversité.



En conclusion, l'utilisation d'indices de lissage pour évaluer les profils de diversité des sites offre des informations précieuses pour orienter les actions de conservation. Comprendre les variations dans la diversité des odonates, des amphibiens, et de la flore permet d'ajuster les stratégies de gestion de manière spécifique à chaque site, contribuant ainsi à la préservation à long terme de la biodiversité.

**Tab. 4. Valeurs des indices de lissage des profils de diversité des odonates, amphibiens et de la flore des différents sites d'étude.**

Lissages	beta	fm_1	fm_2	fm_3	q0	fm_0	fm_inf	fm_b	q0	q1	q2	q8
Profils de diversité odonates												
CHAMB	0.74	0.85	0.18	0.23	1.41	1.02	0.62	0.51	8.00	5.16	4.12	2.94
CHAMH	1.20	0.64	0.33	0.15	0.76	0.97	0.49	0.93	7.00	3.43	2.76	2.07
DOURD	1.41	0.86	0.19	0.31	0.67	1.04	0.54	0.42	4.00	1.89	1.47	1.24
JPEMM	0.28	1.01	0.00	0.14	3.52	1.01	0.88	0.03	4.00	3.57	3.25	2.45
ALLUET	0.35	1.00	0.01	0.18	2.84	1.01	0.81	0.07	5.00	4.50	4.16	3.48
RAMBO	1.20	0.62	0.32	0.14	0.76	0.94	0.48	0.94	14.00	6.14	4.69	3.19
Profils de diversité amphibiens												
CHAMB	Non applicable											
CHAMH	1.89	0.76	0.26	0.29	0.44	1.02	0.47	0.55	2.00	1.19	1.09	1.05
DOURD	0.49	0.78	0.19	0.08	2.42	0.96	0.70	0.96	4.00	3.26	2.94	2.33
JPEMM	1.15	0.56	0.40	0.15	0.79	0.96	0.41	1.01	4.00	2.50	2.24	1.95
ALLUET	1.73	0.78	0.23	0.29	0.51	1.02	0.49	0.51	2.00	1.22	1.11	1.06
RAMBO	1.25	0.91	0.15	0.33	0.78	1.05	0.58	0.34	7.00	3.06	2.08	1.53
Profils de diversité flore												
CHAMB	0.82	0.62	0.26	0.13	1.34	0.89	0.49	0.89	8.00	5.41	4.75	3.84
CHAMH	0.67	0.60	0.31	0.00	1.88	0.91	0.60	2.00	13.00	8.60	7.24	4.85
DOURD	0.72	0.83	0.16	0.26	1.48	0.99	0.58	0.42	10.00	6.73	5.53	4.18
JPEMM	1.47	0.62	0.28	0.15	0.55	0.90	0.47	0.85	7.00	2.81	2.19	1.67
ALLUET	1.59	0.60	0.34	0.14	0.48	0.94	0.46	0.96	8.00	2.88	2.23	1.68
RAMBO	0.66	0.66	0.28	0.08	1.83	0.94	0.59	1.17	5.00	3.71	3.30	2.61



**Fig. 133. Analyse en composantes principales et classification ascendante hiérarchique sur les indices de lissage des profils de diversité a) odonates, b) amphibiens et c) flore des sites d'étude (ALLUET, RAMBO, CHAMH, CHAMB, DOURD, JPEMM).**



- **Discussion**

- ***Discussion modèle présence***

La comparaison des méthodes de détection des amphibiens révèle que

- la chasse à vue permet de détecter un plus grand nombre d'espèces que les nasses,
- la chasse à vue est la seule qui permet de détecter toutes les espèces (à l'exception du triton ponctué) et n'est jamais moins bonne que les deux autres méthodes pour toutes les espèces,
- les écoutes et les nasses permettent de détecter des espèces différentes, et pour les espèces communes, les écoutes sont statistiquement meilleures que les nasses

On peut conclure que la méthode des nasses apporte peu à la détection des amphibiens sur l'échantillon car sa capacité de détection est inférieure ou égale à celle des autres méthodes pour toutes les espèces. La seule exception est la détection d'un unique triton crêté. S'il fallait retirer une des trois méthodes, nous préconisons d'écarter les nasses, d'autant plus que les écoutes permettent souvent de mener l'identification des individus du genre *Pelophylax* et *Rana* jusqu'à l'espèce grâce à leurs chants.

Pour le choix des mares à intégrer dans le suivi long-terme du réseau de surveillance, il existe une corrélation négative entre les mares abritant une diversité d'amphibiens et de libellules et celles abritant une diversité de plantes. Cette observation complique la sélection, mais le critère de la diversité d'amphibiens semble plus indiqué pour une étude du changement climatique compte tenu de leur forte dépendance aux conditions climatiques (LUEDTKE ET AL., 2023). On privilégiera donc les mares de Rambouillet et du Jardin Naturel Pierre-Emmanuel.

Enfin, compte tenu de la faible détectabilité des amphibiens et des odonates, il semble prudent de conserver les mêmes nombres de passages indiqués dans les protocoles. Pour le protocole végétal, deux passages par saison semblent suffisants au vu de la forte détectabilité des espèces végétales.

- ***Limites et perspectives***

Le modèle de présence/absence multi-espèces présenté dans cette partie pourrait être amélioré afin de prédire plus finement les probabilités de présence et de détection des espèces. Il est commun dans ce type de modèle, de supposer que les présences d'espèces d'une même communauté sont corrélées entre elles, ce qui permet d'utiliser l'information de la présence d'espèces communes pour affiner les estimations des espèces rares (MOURGUIART ET AL., 2021). Il serait également souhaitable d'inclure la saison à laquelle a été fait le passage en covariable dans le modèle logistique qui explique la probabilité de présence d'une espèce. En effet, certaines espèces changent d'habitat selon la saison, comme des amphibiens. L'effet de la saison peut également être inclus en covariable dans la probabilité de détection d'une espèce. Par exemple, la détection du chant n'est pas la même pendant et hors saison de reproduction. Des analyses ont déjà été menées avec cette hypothèse sur les données, mais cela implique d'optimiser un plus grand nombre de paramètres. Cependant l'échantillonnage de la saison 2023 est trop faible pour donner des estimations assez précises de ces nouveaux paramètres.

Dans l'analyse, nous nous sommes restreints à l'utilisation des données de présence/absence, alors que les relevés effectués en 2023 sont des données d'abondance



d'espèces. Il serait possible d'intégrer ces données pour effectuer des tests non-paramétriques plus poussés, comme le t-test d'Hutcheson, ou bien des modèles bayésiens d'abondance multi-espèces.

Afin de mieux estimer le nombre de passages nécessaires pour détecter suffisamment d'espèces, il est possible d'utiliser les modèles bayésiens de présence/absence sur des données simulées. Cela permet d'effectuer des tests de puissance (BESNARD & SALLES, 2000).

Pour finir, il serait intéressant d'identifier d'où vient la corrélation négative observée entre diversité végétale d'un côté et diversité d'amphibiens et d'odonates de l'autre. Il serait intéressant de voir si cette corrélation provient de certaines plantes envahissantes ou qui ont tendance à recouvrir la mare ou à dégrader l'habitat de ses espèces animales.

#### - *Discussion modèle profil de diversité spécifique*

Les profils de diversité sont des graphiques calculés à partir des abondances relatives de chaque espèce. La littérature indique fortement que leur examen est une donnée importante d'analyse (CHIU *et al.*, 2014). Les graphiques des profils sont des représentations visuelles exprimés en nombre d'espèces en fonction du paramètre d'indifférence aux espèces rares appelé « q ». Le cumul du nombre d'espèces abondantes s'obtient avec le paramètre q supérieur à 2, par exemple q = 4 (valeur proche de la part de l'espèce la plus abondante obtenue strictement avec q = infini). Puis le cumul du nombre d'espèces communes et abondantes est donné avec q = 2 (indice de Simpson) et le cumul du nombre d'espèces rares, communes, abondantes revient à utiliser q = 1 (indice de Shannon). Enfin, le nombre total d'espèces correspond à q = 0 (MAGURRAN, 2004 ; CHAO *ET AL.*, 2012 ; MALLARD, 2016b). Dans le programme, l'ajout d'un lissage des profils par une fonction résume en 4 paramètres les profils et sont pertinents pour les décrire quantitativement. Ces paramètres de lissage proposés sont des éléments qui peuvent être comparés pour un même site, dans le temps par rapport aux variations climatiques, examinés entre plusieurs sites de même nature, entre plusieurs milieux (MALLARD, 2021b). Ils incluent les valeurs des indices classiques Shannon, Simpson et Berger-Parker.

L'hypothèse posée avec les changements globaux est que les profils de diversité devraient changer en richesse et en fragilité (MALLARD, 2016a).

En pratique, l'observation exhaustive des espèces ne peut pas être réalisée. Elle est ainsi remplacée par des échantillonnages dont il faut assurer une première pertinence par l'analyse de l'accumulation des données. La qualité de l'échantillon est quantifiée par le taux de couverture ou effort d'échantillonnage qui est calculable grâce aux travaux d'A. Turing et I.J. Good (Good, 1953). Si cela est nécessaire, les comparaisons entre sites, dans l'espace, dans le temps, doivent être abordées à taux de couverture constant, il est en pratique plus adapté d'extrapoler les données des sites moins bien échantillonnés avec son incertitude et si nécessaire d'interpoler les sites les mieux échantillonnés. L'extrapolation est un moyen à privilégier pour conserver les données des sites les mieux dénombrés mais dans le cas d'indices globaux, agrégeant les sites, elle ajoute une incertitude aux résultats qui sont ceux des sites avec un taux de couverture maximal. L'interpolation est plus fiable, entraîne peu d'incertitudes, mais les valeurs sont rapportées à un taux de couverture moyen plus faible (MALLARD, 2016b). Dans la mesure où il est possible d'estimer le taux de couverture des sites, la comparaison des données des sites à taux de couverture constant est une information beaucoup plus fiable que celle obtenue à nombre d'individus comptés identique (CHAO & JOST, 2012).



Les estimations des indices dits de Chao surestiment en fait les efforts d'échantillonnage car le terme  $f_1/f_0$  reste constant en extrapolation alors que plus l'effort d'échantillonnage est important et plus la proportion de singletons décroît. Une correction est proposée (LOPEZ ET AL., 2012). Des règles générales en sont déduites. Les dénombrements qui présentent plus de 8% des singletons, ou moins de 100 « individus / espèces » ont probablement un degré de sous-échantillonnage. Il peut alors être amélioré par une augmentation de l'effort d'échantillonnage ou en utilisant des estimateurs de richesse. Un seuil d'échantillonnage de 20 « individus / espèces », ou moins de 21% des singletons, est en pratique un effort d'échantillonnage minimum pour estimer une richesse asymptotique fiable (au moins 95% de la richesse estimée) en utilisant ensuite des corrections d'estimateurs non paramétriques. Les suivis pelouses sèches respectent en global cette règle (MALLARD, 2021b).

Une couverture à 100% de tous les sites n'est pas un objectif. Pour comparer les sites, au lieu de rechercher une telle asymptote, il est possible d'interpoler les données existantes à des taux plus bas, par exemple un site couvert à 99% peut être dégradé à 95% en nombre d'espèces. Le taux de couverture supérieur ou égal à 95% des sites signifie que les sites échantillonnés renferment 95% des espèces présentes dans le site. Les sites avec un taux plus faible par exemple 90% peuvent être à leur tour extrapolés comme s'ils avaient été échantillonnés à 95%. Ainsi les sites ne sont pas comparés en prenant la valeur du site le moins bien échantillonné mais avec un compromis par interpolation et extrapolation. Une couverture comparable entre sites évite d'envisager un échantillonnage exhaustif. La littérature conseille de ne pas dépasser une extrapolation d'un facteur 2 pour le nombre d'individus (MALLARD, 2021b). Pour augmenter l'effort d'échantillonnage, il existe deux possibilités, soit augmenter le nombre d'unités d'échantillonnage ou augmenter la fréquence des suivis dans le temps. La mise en place du programme n'a pas permis de réaliser les tests des 9 passages pour les odonates et des 3 passages pour les amphibiens. Cependant ces premiers suivis ont permis la mise en place des unités d'échantillonnage et les premières analyses montrent une significativité des résultats qui sera théoriquement suffisante avec l'augmentation des passages.

#### - *Perspectives 2024*

Les observations sur le terrain dans le temps conduisent à des dénombrements d'individus qui sont répertoriés dans des espèces. Cela conduit à des données premières et un traitement de mesure de biodiversité qui est effectué à partir de leurs proportions relatives. Des profils de diversité résument l'information et sont liés principalement à ces proportions. Les espèces ne sont alors différenciées que par leurs dénombrements. Il est possible d'ajouter une pondération, une distance entre les espèces issues de quelques traits biologiques (par exemple la taille, la couleur) (MALLARD, 2021b). Le métabolisme s'accélère avec la température et la taille des individus diminue (CHEN & FENG, 2016). Ce trait est abordé par exemple par la relation entre l'abondance  $N_{ind}$  d'une espèce et sa taille moyenne «  $W$  ». Damuth (1981) propose par exemple  $N_{ind}=kW^{-0.75}$ , valeur de  $k$  liée à l'espèce etc. Les paramètres environnementaux et biologiques couplés seront peu à peu introduits dans les prochaines analyses pour aborder plus finement ces premiers résultats exploratoires.

En complément aux traits, ces espèces peuvent être plus ou moins dissociées selon leurs histoires évolutives (MALLARD, 2016b). La théorie de l'évolution est reconnue comme la référence pour décrire la transformation des plantes et des animaux dans le temps. La discipline associée est la phylogénétique pour décrire la genèse des différentes classes où les individus peuvent être regroupés. La méthode représentant le processus d'évolution dans le



temps est généralement un arbre bien que les nouveaux développements le transforment en un réseau, en un anneau. Les feuilles de cet arbre sont les espèces étudiées. Le développement de la biologie moléculaire a permis l'utilisation de séquences de macromolécules biologiques pour obtenir des informations sur cette histoire évolutive. Celles qui présentent des séquences identiques ou similaires sont posées comme provenant d'un ancêtre commun construisant ainsi peu à peu cet arbre de façon statistique. Les branches de l'arbre, défini sur un plan topologique, présentent des longueurs associées qui pondèrent les espèces entre elles, comme les distances précédentes liées au trait de taille (MARCON, 2015 ; PAVOINE ET AL., 2017). L'analyse des profils de diversité peut être abordée, complétée au cours du programme par l'intégration de traits biologiques et de la diversité phylogénétique dans le cadre généralisé des « nombres de Hill » utilisé dans ce rapport pour les abondances (MALLARD, 2021b).

Dans un cadre de traitements numériques, la diversité fonctionnelle est une distance entre les espèces, cela peut être un arbre phylogénétique, ou une distance dans un espace avec des traits généraux de fonctionnalité des lépidoptères (exemple HANSPACH ET AL., 2015). L'ensemble des axes des traits forme un hyper volume où sont placées les espèces, chaque espèce  $i$  est distante de l'espèce  $j$  de  $d_{ij}$ . Les espèces existent ainsi par leurs quantités et leurs caractéristiques. Les traits principaux d'un animal sont par exemple le sexe, la longueur de l'aile, la surface de l'aile, la performance en vol, la colorisation, la masse du corps, la longueur du corps. Les traits peuvent être adimensionalisés par la moyenne et l'écart-type et peuvent être reliés entre eux, diminuant d'autant le nombre d'axes (MALLARD, 2021b). La longueur des ailes et la performance en vol sont, par exemple, 2 clés en réponse au changement climatique. La taille des ailes peut devenir un frein à la performance en vol (LEGRAND ET AL., 2016). Ce deuxième cadre est un complément à celle plus analytique des nombres de Hill.

L'analyse des profils de diversité peut être complétée au cours du programme par l'intégration des traits biologiques et de la diversité phylogénétique.



## **Chapitre 4. Actions : protection, restauration et création de réseaux de mares**

*Auteurs : Fanny Mallard, Lorenzo Arduino, Marguerite Nielen, Contributeur ; Arthur Bernard*

---



## 1. Contexte et objectifs

L'année 2023 a été consacrée à la mise en place de la méthodologie de terrain des actions de protection, restauration et création, sur des sites pilotes, en partenariat avec des acteurs comme les collectivités territoriales, des associations et des citoyens. Sur un gradient rural-urbain les sites pilotes sélectionnés sont situés sur les communes de Dourdan (91410), Alluets-le-Roi (78580), Champlan (91160), Quartier de Montmartre (75018). Au total, 6 mares ont été créées et restaurées (2. [Méthodologie de création et restauration des mares](#)). Ces projets sont les prototypes de référence pour déployer l'action générale sur l'ensemble du territoire de 2024 à 2030 avec un objectif de 30 mares protégées, restaurées et créées par an.

Le succès de la conservation nécessite non seulement des compétences scientifiques et techniques, mais également des compétences dans les domaines politique, social et culturel (HOWELL ET AL., 2011). L'enjeu est de travailler avec les décideurs et acteurs du territoire pour proposer des zones prioritaires et impulser l'action. Le groupe zones humides est une instance qui permet de porter la voix des zones humides et des acteurs qui les préservent auprès des décideurs. Le pôle relais mares permet de partager la connaissance auprès des acteurs par le développement d'un centre de ressource. Le contexte socio-économique et politique peut empêcher la mise en place de ces actions de conservation *in situ*. La sensibilisation de l'ensemble des acteurs du territoire, dont le grand public, est aussi une action de conservation indispensable. La fête des mares permet de remplir cet objectif en sensibilisant tous les publics à la protection des mares (3. [Partage des connaissances et sensibilisation à la protection des petites zones humides à différentes échelles](#)).

## 2. Méthodologie de création, restauration et création des mares

La méthodologie proposée ici reprend le parti pris d'un "bon état" de référence pris isolément, sur le plan écologique, et dédié en priorité à l'accueil de la biodiversité.

Pour autant, chaque projet de création, restauration ou simple entretien de mare, est particulier et doit s'adapter aussi bien au contexte et aux usages associés, qu'aux enjeux écologiques spécifiques.

A l'échelle des réseaux de mares, il est entendu que c'est dans la dynamique de ces écosystèmes, leurs diversités de maturités, formes, situations, notamment en réseaux, que se développe et se maintient une grande biodiversité associée.

- **Méthodologie de création de mare**

- **Diagnostic du site**

Pour constituer le dossier, une phase de diagnostic de terrain est une première étape indispensable pour identifier l'emplacement et caractériser la mare dans son paysage. Ce diagnostic doit être accompagné au départ d'une co-construction du projet avec les parties prenantes. L'objectif est une appropriation et implication des acteurs dans le projet. La mare devient un trait d'union entre l'homme et la nature, un projet pédagogique et de sensibilisation à la protection plus générale des zones humides.

L'implantation sera réalisée selon les variables mesurées suivantes : l'alimentation en eau, l'orientation par rapport au soleil, la distance aux arbres et la proximité à d'autres mares. Des protocoles scientifiques seront développés pour la réalisation du diagnostic : sondages



pédologiques, étude hydraulique, mesure de la luminosité, état de la biodiversité et étude paysagère.

Les endroits privilégiés seront les points bas de terrain plat, les zones de résurgence, les sols argileux ou près d'une collecte d'eau de pluie par une toiture d'habitation. Ces endroits permettent d'assurer une retenue durable de l'eau. La période pour réaliser ce diagnostic est celle des pluies en hiver. Cela permet d'identifier les endroits gorgés d'eau (PRONIEWSKI, 2022). Dans le cas d'un sol sableux, une étude d'étanchéification sera menée.

L'étude des ombres portées des arbres permettra d'identifier les zones permettant à la mare de disposer d'au moins 4 à 6 heures d'ensoleillement sur les 2/3 de la surface. Le soleil est en effet indispensable à la photosynthèse et permet l'oxygénation de la mare (PRONIEWSKI, 2022).

La distance aux arbres doit être au minimum de 5 m. Les racines peuvent en effet altérer l'étanchéité possible du système et l'excès ponctuel de feuilles mortes peut accélérer son envasement et comblement.

Enfin, une étude paysagère permet de la replacer par rapport à d'autres zones humides avec un rôle spécifique dans un corridor ou au sein d'un réseau. Elle sera d'autant plus riche en faune et flore si celle-ci est connectée, si elle échange avec d'autres systèmes humides. Des protocoles de suivi d'espèces indicatrices du bon état écologique des mares à proximité seront développés.

La qualité de l'eau permettant la mise en eau de la mare est également évaluée en début du projet.

### - **Conceptualisation du projet**

Après un diagnostic du terrain, la conceptualisation de l'objet mare sera réalisée avec l'identification des caractéristiques suivantes : la surface, forme, profondeur, le volume, le profil et l'étanchéité.

La fonctionnalité et les capacités d'accueil d'une mare augmentent avec sa surface. Il est établi qu'une surface de 3 par 6 m soit 18m<sup>2</sup> propose un premier niveau fonctionnalité intéressant. On recherche autant que possible une forme sinueuse se rapprochant de formes naturelles (PRONIEWSKI, 2022). Cela permet de constituer de multiples interfaces eau/terre offrant un milieu plus riche et plus diversifié.

Différentes profondeurs sont indispensables pour créer un gradient de température et d'humidité en lien avec une diversité floristique et faunistique. Les zones peu profondes qui se réchauffent plus vite et les zones de 80 cm à 1m20 de profondeurs servent d'abri contre les conditions de gel et la sécheresse (PRONIEWSKI, 2022).

Des pentes douces seront constituées entre 10 et 30° maximum sur 2/3 des berges au moins. Les pentes douces permettent également de faciliter la sortie des animaux tombés accidentellement dans la mare (GUITTET ET AL., 2015 ; PRONIEWSKI, 2022 ; SNPN, 2022). Il est donc important d'aménager une petite cuvette au point le plus bas de la mare, celle-ci sera la dernière zone encore en eau même en cas de forte évaporation et fera office de refuge pour certaines espèces où celles-ci pourront se maintenir en attendant le retour des pluies. Depuis cette cuvette jusqu'aux margelles, il faut aménager des pentes douces ou des paliers de hauteurs différentes qui faciliteront les allées et venues des espèces faunistiques et le



développement de ceintures de végétations diversifiées. Des profondeurs de 20, 40, 100 cm pour une surface de 18m<sup>2</sup> contient environ 6m<sup>3</sup> d'eau (PRONIEWSKI, 2022). Le volume sera calculé en fonction de l'eau disponible (impluvium direct, ou alimentation complémentaire). Selon la configuration du site, de petits travaux de terrassement, rigoles ou micro-talus dans les courbes de niveaux, peuvent améliorer la canalisation des ruissellements d'eau vers la mare.

#### - *Procédure réglementaire*

La création d'une mare est soumise aux prescriptions des documents d'urbanisme, Plan Local d'Urbanisme (PLU) et Plan d'occupation des sols (POS). Cette réglementation est en lien avec des règlements sanitaires départementaux qui contiennent des articles concernant les mares et points d'eau.

La majorité des départements interdisent la création d'une mare à moins de 50 m des habitations. La création ne peut se faire qu'avec l'autorisation de la mairie. Une première étape des projets est de constituer un dossier auprès de celles-ci.

Pour un aménagement supérieur à 1000 m<sup>2</sup>, une déclaration (ou une demande d'autorisation) doit être faite auprès de l'administration (DDT) en charge de la police de l'eau. Les projets du programme ne seront pas concernés au départ par cette procédure.

#### - *Étapes du chantier*

##### ***Terrassement***

Les contours du plan d'eau seront marqués par un tuyau d'arrosage ou à l'aide de piquets. Cette méthode permet de tester plusieurs configurations et de s'adapter au contexte du terrain (PRONIEWSKI, 2022).

Le creusement du sol sera réalisé sur sol sec ou ressuyé autant que possible, privilégiant les périodes de moindre dérangement de la faune et de la flore, notamment l'automne. Les outils de terrassement seront différents en fonction de la nature du sol et du projet. En cas de creusement manuel, si besoin, une grelinette en fer forgé peut être utilisée pour décompacter la terre avant de pelleter ensuite pour creuser. Pour des chantiers plus importants, la location d'une pelleuse sera nécessaire (PRONIEWSKI, 2022).

La terre sera réutilisée pour créer la sinuosité des berges et des talus à proximité. Le déplacement de la terre sera réalisé à l'aide de brouettes, et/ou d'une bâche de 3 m sur 1,5 m traînée sur le sol. Pour les chantiers plus importants, la terre sera déplacée à l'aide d'une mini-pelle ou une brouette motorisée (PRONIEWSKI, 2022).

La bande de terre qui constituera le seuil de la mare sera horizontalisée, et mise à niveau, pour éviter tout exutoire non maîtrisé. En cas d'imperméabilisation par membrane, les écarts de niveau peuvent provoquer une exposition de la bâche au soleil avec une usure prématurée et risque de cassure donc de fuites (PRONIEWSKI, 2022).

La découpe de la margelle ou bordure de la mare s'effectuera vers l'extérieur près du marquage de la mare. Lorsque le site est pourvu de végétation, le moellon sera découpé en pavés de 20 cm sur 30 cm et d'une épaisseur de 10 à 15 cm et repositionnés autour de la mare finalisée (PRONIEWSKI, 2022).



## **Etanchéité**

Il existe plusieurs techniques plus ou moins naturelles, plus ou moins onéreuses et plus ou moins faciles à mettre en œuvre. L'objectif étant de choisir la technique la plus durable et écologique en fonction du contexte de terrain. La technique utilisée s'appuiera donc sur le diagnostic de terrain préalable.

L'idéal est que le sol soit naturellement argileux et retienne les eaux de pluies de lui-même. Si ce n'est pas le cas, il existe plusieurs modes d'étanchéité artificielle. Tout d'abord, on peut effectuer un apport d'argile sous forme de terre excavée ou en poudre par exemple. L'argile en poudre devra être réhydratée juste après la pose. Pour les solutions à base d'argile, il existe également des rouleaux que l'on appelle « rouleaux de bentonite » par métonymie. Il s'agit d'une membrane composée d'une couche de géotextile, une couche d'argile bentonitique en poudre, une seconde couche de géotextile et un liner très fin. Cette membrane est conditionnée en rouleau ce qui facilite sa mise en place, elle se déroule ainsi comme une bâche. Dans les solutions moins naturelles, il existe la bâche EPDM qui est très accessible en coût et en mise en place, les bacs préformés ou encore les bassins bétonnés. Cette dernière méthode est déconseillée car le ciment s'altère sous l'effet du gel et dégel et est sensible aux mouvements de terrain.

L'imperméabilisation à l'argile naturelle est la méthode la plus écologique. Elle est durable et permet une implantation naturelle des végétaux. Toutefois, elle présente aussi des inconvénients. La mise en œuvre est délicate et nécessite des moyens conséquents. Elle est conseillée uniquement pour les sols déjà argileux. En effet, le sodium contenu dans la bentonite sodique naturelle a tendance à s'échanger avec le calcium lorsque celui-ci est présent à proximité du sol. Cet échange a pour effet une réduction de son pouvoir colmatant. La mise en place de cette méthode nécessite de disposer de l'argile en poudre ou Bentonite en poudre sur 30 à 80 cm d'épaisseur après compactage. La pose est réalisée en 3 fois avec une semaine d'intervalle en dehors de jour de pluie. Après le compactage 20 cm de terre végétale sont ajoutés (PRONIEWSKI, 2022). Cette méthode et son succès impliquent autant que possible un maintien de la mare en eau, pour éviter l'assèchement de l'argile, pouvant par force de retrait, se fissurer et impliquer des fuites d'étanchéité.

Les rouleaux de bentonite sont aussi une option assez naturelle et efficace dans certains contextes. Elle permet l'implantation facile des végétaux et sa pose est rapide. Toutefois, elle est plus coûteuse que l'argile en poudre et est surtout beaucoup plus lourde. Il n'est pas possible de la poser sans engin motorisé pour la déplacer. Enfin elle souffre des mêmes problèmes d'efficacité que l'apport d'argile sur les sols drainants, et implique un maintien de l'argile dans l'eau de manière quasi-constante

La bâche EPDM (éthylène-propylène-diène monomère) est le choix le plus économique et le plus simple permettant d'imperméabiliser tous les types de sols. La durée de vie de ce système est limitée dans le temps à 15 à 20 ans maximum. Le matériau est non naturel mais très stable chimiquement et inerte. La pose de la bâche nécessite de retirer les éléments tranchants (branches, pierres), et de ratisser finement le fond de forme. On peut placer un grillage pour la protéger des micromammifères, puis 10 cm de sable en protection drainante, un géotextile puis la bâche et 20 cm de terre végétale (PRONIEWSKI, 2022).

Ainsi, pour choisir son mode d'étanchéité, il est primordial de connaître d'abord le sol du terrain visé par le chantier, ainsi que le contexte extérieur (présence d'argile excavée récupérable à proximité par exemple) afin d'opter pour la solution la plus adaptée et la plus durable.



## ***La mise en eau***

Le remplissage s'effectuera avec l'eau de pluie à l'aide d'un dispositif de collecte d'eau si nécessaire. Cela nécessite souvent de réaliser l'opération sur plusieurs semaines. Dans bon nombre de cas, l'impluvium direct suffit à alimenter la mare, en période hivernale notamment. L'eau de pluie présente des caractéristiques physiques et chimiques particulières. Elle est pauvre en sels minéraux et légèrement acide avec un pH compris entre 5 et 6. Au fil du temps le pH va tendre vers la neutralité grâce à l'activité biologique des algues planctoniques qui vont rapidement peupler la masse d'eau (PRONIEWSKI, 2022).

Pour l'alimentation en eau d'une mare directement reliée au collecteur d'eau de pluie une zone tampon de roselière peut être réalisée afin d'épurer l'eau. Il faut songer à l'écoulement des eaux excédentaires et l'aménagement des abords. Ainsi, il faut prévoir une zone de surverse ou un tuyau qui canalisera les eaux à l'extérieur de la mare de manière contrôlée. Cela peut permettre de créer un second écosystème mitoyen comme une deuxième mare attenante ou une prairie humide.

Lorsque la nature du sol le permet, il est possible d'alimenter en eau à partir de la nappe phréatique. Le niveau d'eau évoluera au gré des variations de hauteur de la nappe phréatique.

Une analyse de la chimie et des polluants de l'eau sera réalisée pour évaluer sa qualité en cas de suspicion de pollution.

## ***Les finitions***

La réalisation des bordures après remplissage permet de vérifier l'horizontalité de la mare. Il est possible d'ajuster avec l'ajout de terre ou en retirant des morceaux de terre. Les pavés de découpe de la margelle seront positionnés autour. Des blocs de pierre, des souches seront ajoutés. Cela permettra de multiplier les niches écologiques et de prévenir une prolifération des hélophytes (PRONIEWSKI, 2022).

Il s'agit enfin d'aménager les abords de la mare pour favoriser le plus possible la biodiversité. Pour cela, il faut faire en sorte qu'une multitude d'habitats différents coexistent. Par exemple, laisser la pelouse non fauchée autour de la mare sera bénéfique pour certains amphibiens et de nombreux insectes, de même, aménager des tas de bois ou de pierres est important.

En fonction de l'usage du site, la sécurisation des bords de la mare pourra être nécessaire. Une clôture en osier ou de ganivelles protégera les berges du piétinement humain. Pour les mares en zone de pâturage une clôture adaptée sera installée, ou une disposition permettra de canaliser les animaux vers une descente empierrée (PRONIEWSKI, 2022). Il faut aussi restreindre l'accès du bétail à la mare si celle-ci est à vocation d'abreuvoir. En effet, le piétinement et les déjections peuvent être très nocifs à son équilibre. Aussi mettre en place des clôtures partielles ou des pompes à museau peut s'avérer nécessaire.

Enfin, les interventions sur le milieu sont à prodiguer avec parcimonie, que ce soient les curages, faucardages ou tontes des abords, il est primordial de ne pas intervenir lors des périodes de reproduction, soit de février à octobre.



## ***La colonisation de la mare***

La colonisation du nouveau milieu créé, la bibliographie insiste sur le fait de n'introduire aucune espèce. En effet, l'introduction d'espèces non contrôlée peut engendrer des proliférations indésirables pour l'équilibre du milieu comme les poissons ou certaines espèces exotiques envahissantes (EEE). De même, l'introduction d'amphibiens sur la mare, même indigènes, est formellement interdite car la majorité d'entre eux sont protégés, il est donc interdit de les capturer ou de les déplacer (LÉGIFRANCE, s. d.). Pour la végétation, il n'est pas non plus nécessaire d'aider à la végétalisation, les espèces s'implanteront d'elles-mêmes assez rapidement (SNPN, 2022). Toutefois, cela s'applique en milieu naturel. En milieu très contraint comme les zones urbanisées, les espèces peuvent avoir plus de mal à parvenir jusqu'à la mare. De plus, les riverains peuvent porter un regard négatif sur la mare si celle-ci n'est pas végétalisée immédiatement car les espaces verts urbains se doivent généralement d'être « esthétiques » dès leur mise en place. Aussi est-il possible d'aider à la végétalisation dans ce type de contexte, mais là encore, il faut être vigilant sur les espèces choisies pour éviter la prolifération d'EEE. Dans des cas de végétalisation, des espèces labellisées "végétal local", natives du bassin parisien, seront privilégiées.

### **• Méthodologie de restauration de mare**

La restauration de mares peut être nécessaire en cas de prolifération de végétaux, de présence excessive de vase, des défaillances de tenue de l'eau, la présence de polluants et la prolifération d'espèces exotiques envahissantes.

Un entretien régulier permet de réaliser des petits travaux pour éviter ces problèmes.

La restauration de mares s'effectuera après fin août jusqu'à novembre. En dehors de ces périodes, il existe un risque de destruction d'espèces inféodées. Le printemps et l'été sont des périodes de reproduction et de développement larvaire. L'hiver de nombreux organismes trouvent refuge dans la vase. Pour les travaux importants de curage ou reprofilage, les travaux s'étaleront par moitié ou tiers sur deux ou trois ans pour éviter un impact trop sévère.

Tous les produits phytosanitaires sont à proscrire dans l'entretien de la mare.

#### **- *Diagnostic de l'état de conservation***

Pour réaliser une restauration de mares, un diagnostic de l'état de conservation de la mare sera mené suivant des indicateurs abiotiques et biotiques.

Ce diagnostic reposera sur l'évaluation de l'implantation, l'alimentation en eau, la qualité de l'eau et du sol, l'étanchéité du système, la faune et la flore présente et la connectivité aux autres mares.

Les protocoles scientifiques s'appuieront sur ceux développés dans la partie [Méthodologie de création, restauration et création des mares](#).

#### **- *Régulation de la végétation***

Dans le cas d'une abondance importante de végétation aquatique, une partie sera extraite au râteau pour maintenir une zone en eau libre d'un à deux tiers de la surface totale. Les végétaux aquatiques extraits seront déposés pendant une journée sur la rive de la mare



(GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022). Cela permettra aux larves de tritons, de grenouilles, de mollusques ou d'insectes de rejoindre la mare. Ensuite les végétaux seront exportés. Ils peuvent être compostés.

Dans les cas de prolifération de lentilles d'eau, elles peuvent être récoltées en début d'automne avec un râteau ou une épuiette (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022), et suivre le même procédé de repos sur berge avant exportation.

Une prolifération d'algues filamenteuses (type spirogyres) est le signe d'un excès d'azote. L'alimentation en eau de la mare doit être vérifiée, et les sources d'enrichissement, notamment en cas de ruissellement de l'eau peuvent être inspectées, retirées, détournées ou tamponnées. Un écrémage régulier sera réalisé et consiste à ramasser les végétaux non enracinés et flottants à la surface de l'eau et de limiter leur extension. L'analyse de la chimie de l'eau permettra d'évaluer les polluants. Des actions pour épurer l'eau arrivant sur la mare seront mises en œuvre (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022).

Les tiges des héliophytes seront faucardées au ras de l'eau, sur un à deux tiers de la mare et exportées. Le faucardage consiste en des coupes de la partie aérienne des tiges pour fatiguer la colonisation, et éviter le surplus de matière organique retombant dans la mare et favorisant sa fermeture progressive. Ceci permet d'évacuer dans certains cas, hors de la mare, les substances polluantes stockées par les végétaux épurateurs, limiter l'apport de matière organique et rajeunir le peuplement végétal. Pour prévenir une prolifération des héliophytes, un tapis de cailloux ou de pierres peut être déposé par endroit (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022).

Les pousses d'arbres (saules, etc.) seront préservées, arrachées, élaguées ou recepées selon la situation pour favoriser la luminosité notamment, ou former une barrière vis à vis de vents dominants. Des coupes d'éclaircie des arbres et arbustes installés à 5 m sur les berges et à proximité permettent à la mare d'avoir plus de lumière et moins de feuilles mortes. En dessous de 5 m il pourra être envisagé de couper certains arbres selon les configurations. Le bois coupé sera disposé au sol à quelques mètres de la mare. Cela permet de créer des refuges (gîte et abris, relais pour la migration, etc.) pour les espèces inféodées à la mare (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; PRONIEWSKI, 2022 ; SNPN, 2022).

### - **Curage**

La tendance naturelle d'une mare est d'être comblée sous l'action conjuguée d'un envasement progressif et le développement d'une végétation de plus en plus ligneuse. La présence excessive de vase et végétation héliophyte et ligneuse indique l'intérêt d'une action de curage. Lorsqu'une couche de vase dépasse 40 cm, il sera appliqué sur un tiers du plan d'eau chaque année pendant 3 ans (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022). Le changement de couleur des matériaux retirés indique la limite à ne pas dépasser.

La vase est extraite à l'aide d'une pelle à la main ou d'un outil de type baguennette (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022). Cet outil est constitué d'un manche de 3 à 4m de long avec à son extrémité un cerceau de fer équipé d'un panier de corde tressée à mailles détendues. Une attention particulière sera apportée à cette opération pour ne pas percer la couche imperméable (argile ou bêche).

Un assèchement de la mare est une autre technique de gestion des vases : celles-ci sont minéralisées au contact de l'air et perdent alors leur volume. Il est ensuite bien plus facile d'en extraire une partie. Un assèchement automnal ou hivernal, tous les 3-5 ans permet une bonne maîtrise des vases. Cette méthode peut cependant avoir pour effet de faire germer des



graines de massettes (*Typha sp.*) qui peuvent alors proliférer (GUITTET ET AL., 2015 ; SNPN, 2022).

Les vases extraites seront déposées quelques jours sur la berge pour laisser la faune regagner leur milieu de vie (PRONIEWSKI, 2022). Elles sont très riches en matière organique et seront donc ensuite déposées loin des rives ou sur les écoulements d'eau alimentant la mare pour éviter un risque d'eutrophisation (GUITTET ET AL., 2015 ; SNPN, 2022).

#### - **Reprofilage**

Certaines mares peuvent être entièrement disposées en pentes abruptes, voire verticales en cas de bassins. Après curage ou agrandissement de la mare, les boues et les terres peuvent servir à aplanir les berges et à redessiner les contours. Une autre technique consiste à basculer les berges abruptes pour adoucir les pentes. Les graines sont conservées et la fragilité de la berge est écartée. Le reprofilage peut être renforcé ou consolidé par un apport de pierres.

#### - **Élimination des espèces envahissantes**

Pour qu'une mare soit source de biodiversité, la présence de poissons est à proscrire. La faune piscicole va se nourrir de toutes sortes de macro-invertébrés, aussi bien au stade larvaire qu'adulte, bouleversant complètement la chaîne alimentaire (GUITTET ET AL., 2015 ; SNPN, 2022).

Pour éliminer les poissons, une vidange est nécessaire, les captures à la senne ou à la nasse ne permettent pas souvent d'éliminer tous les poissons dans les mares assez grandes ou avec une couche importante de vase (SNPN, 2022).

#### - **Turbidité et qualité de l'eau**

La qualité de l'eau est indispensable pour obtenir une mare en bon état de conservation. Un diagnostic sera effectué afin de contrôler la qualité de l'eau pH, polluants, etc. Les origines des impacts seront identifiées afin d'apporter une solution. La pollution a principalement pour origine un ruissellement sur des terres, notamment cultivées, apportant des sédiments, des nutriments et de potentiels pesticides. L'apport des engrais conduit à l'eutrophisation de l'eau (enrichissement en nutriments) qui se suit d'une homogénéisation et d'une banalisation de ces milieux sur le plan floristique et faunistique (GUITTET ET AL., 2015 ; SNPN, 2022). Des solutions d'épuration de l'eau peuvent être apportées comme la création de haie bocagère en parallèle d'une pente.

La turbidité de l'eau est particulièrement difficile à contrôler. Il peut s'agir de présence de particules de limons. L'identification de la source permet d'identifier une solution. Par exemple, dans le cas de présence d'animaux de pâturage, la délimitation d'une zone clôturée limite ce problème. Le développement d'une végétation hydrophyte permet généralement naturellement de contrôler les matières en suspension dans l'eau.

Dans le cas d'une eau colorée en brun, il s'agit probablement de substances humiques, présentes naturellement dans les secteurs où la dégradation de la matière organique du sol produit des substances s'écoulant dans la mare. Ce n'est donc pas une anomalie notable (GUITTET ET AL., 2015 ; SNPN, 2022), et n'indique pas d'intervention, sinon un retrait régulier des feuilles et branches tombées dans l'eau.



En été l'eau peut devenir verte signe d'un développement important d'algues unicellulaires ou filamenteuses favorisées par une eau riche en nutriment et chaude. Lorsque cette matière organique se dégrade, cela peut entraîner une baisse en concentration d'oxygène de nuit, allant jusqu'à la mort des espèces animales aquatiques (GUITTET *ET AL.*, 2015 ; SNPN, 2022). La création d'une zone tampon de roselière d'épuration de l'eau alimentant la mare peut être une solution envisagée.

- **Chantiers de création et restauration 2023**

- ***Création d'un réseau de 3 mares à la Belette sur le secteur de Dourdan***

La commune Dourdan est située dans la grande agglomération parisienne à l'ouest du département de l'Essonne. Son territoire occupe 3 064 hectares, occupés à 85 % par l'espace rural, principalement la forêt de Dourdan sur toute la moitié ouest, et les champs au nord et sud-est de la ville. La part urbanisée ne représente ainsi que 15 % du territoire et seulement trois-cent-huit hectares, soit à peine 10 % de l'espace total, sont construits.

Sur la commune de Dourdan, la création de 3 mares a été réalisée sur le site de 8 ha légué à la SNPN par M. Hubert Gillet, chercheur émérite au MNHN. Ce site est lié à un testament indiquant une gestion de libre évolution de la forêt afin que le site reste une zone refuge pour la biodiversité avec le moins d'intervention humaine possible. La propriété de la Belette est en libre évolution depuis près de 40 ans. Elle est constituée à 10% d'une clairière présentant plusieurs bâtiments à l'entrée du site et le reste est recouvert par le boisement. Les suivis annuels de la faune réalisés par des caméras pièges ont permis de recenser les espèces suivantes : blaireaux, renards, chevreuils, sangliers, martres, fouines, pics noirs, écureuils, etc.

Au-delà du renforcement du réseau de mares sur la commune de Dourdan, l'objectif du projet était de favoriser la présence de biodiversité sur place, utiliser ces chantiers comme laboratoire expérimental, utiliser ce projet comme vitrine et vecteur de sensibilisation sur la cause des zones humides auprès du grand public.

La localisation du réseau de mares a été orientée sur les abords de la maison les mares. Trois mares ont été créées afin de mettre en place un micro-réseau local et d'explorer des typologies d'ensoleillement, de profil et de méthode de chantier différentes. Ces mares sont nommées : mare de la maison, mare du bassin et mare du poulailler (Fig. 134).



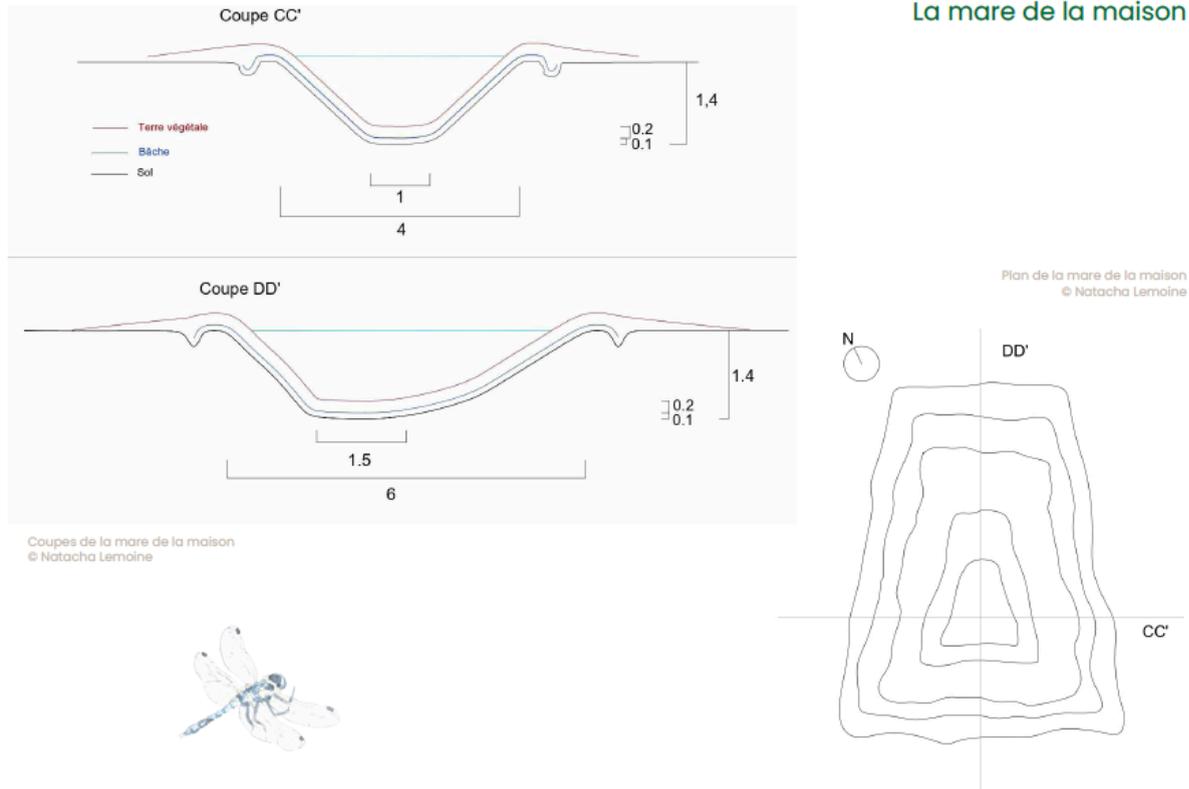
**Fig. 134. Plan de masse du réseau des 3 mares créées sur le site de la Belette à Dourdan.**

La nature du sol étant sableuse, la technique d'étanchéité par une bâche EPDM a été choisie.

La mare de la maison est la première à avoir été creusée. Disposant d'assez peu d'espace entre la maison et un grand pin, celle-ci ne pouvait être de grande taille. La taille minimum pour une mare « idéale » étant de 4 m par 6 m (PRONIEWSKI, 2022), nous sommes partis sur cette base, en modifiant légèrement la forme d'un rectangle initial vers un trapèze pour éviter les racines du pin. Elle mesure donc 3 m sur sa berge Nord contre 5 m sur la berge Sud, avec des longueurs à 6 m (Fig. 135). Cette mare présente une pente très progressive sur la berge Nord, assez abrupte en berge Sud et intermédiaire sur ses flancs. Le point le plus profond est une cuvette d'environ 1 m<sup>2</sup> située à 1 m 20 de profondeur en eau. En termes d'exposition, elle est au 2/3 ensoleillée la majorité de la journée et la présence du grand pin et de châtaigniers à proximité induit une certaine chute de feuilles dans l'eau.

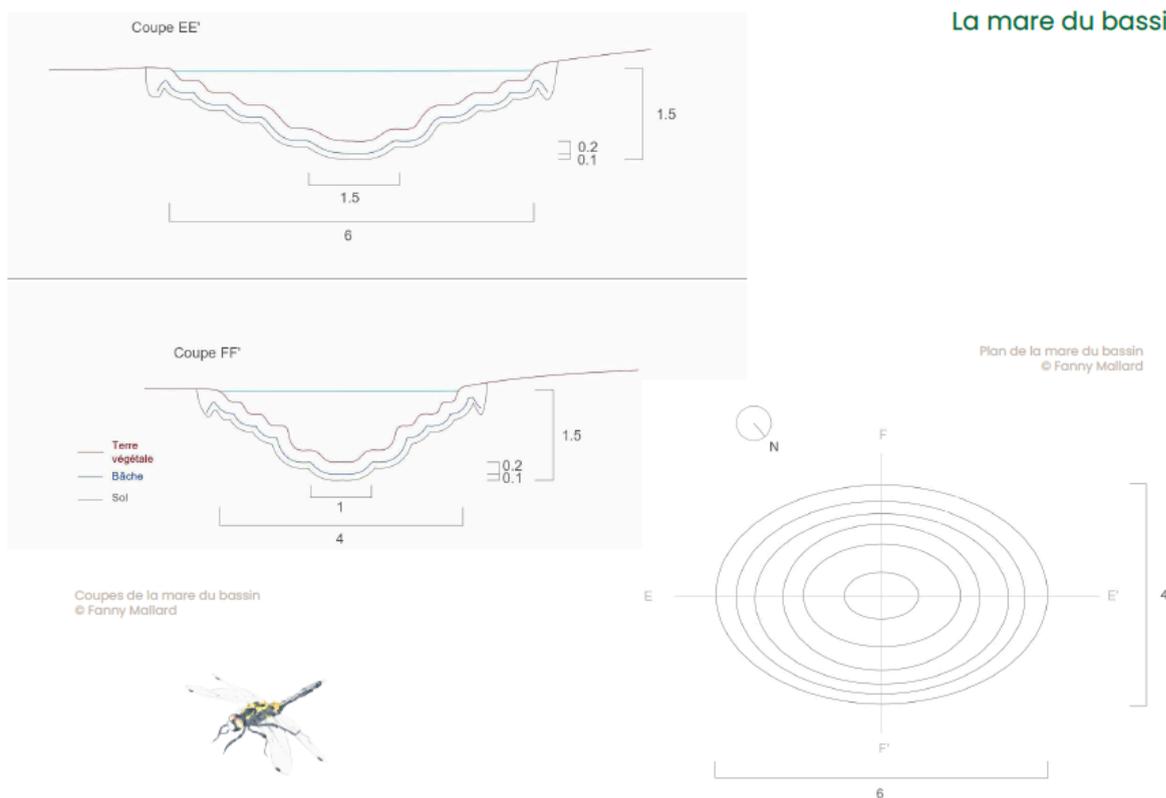


## La mare de la maison



**Fig. 135. Plans de coupes mare de la maison**

La mare du bassin devait, quant à elle, consister en la réhabilitation d'un ancien bassin d'ornement en béton présent sur le site. Cependant, celui-ci ne mesure que 47 cm de profondeur ce qui est largement au-dessous des 80 cm minimum requis. Il avait été envisagé d'y mettre en place une roselière car cet écosystème nécessite moins de profondeur d'eau (comm. pers. Eric Demerger, gestionnaire de l'Arboretum du Bois de Vincennes) et que cela aurait permis de diversifier les types de milieux humides en place mais le projet n'a pas été retenu car il représentait une trop grande modification du paysage, et le souci du respect de l'historique du lieu était à prendre en compte. C'est pourquoi une seconde mare a été creusée à proximité de ce bassin. Celle-ci est de base rectangulaire, de 4 m par 6 m (Fig. 136). A l'inverse de la première, elle présente des paliers successifs qui se terminent en pente très douce. Elle est presque entièrement ensoleillée durant toute la journée. Le fond est en revanche similaire à la mare de la maison.

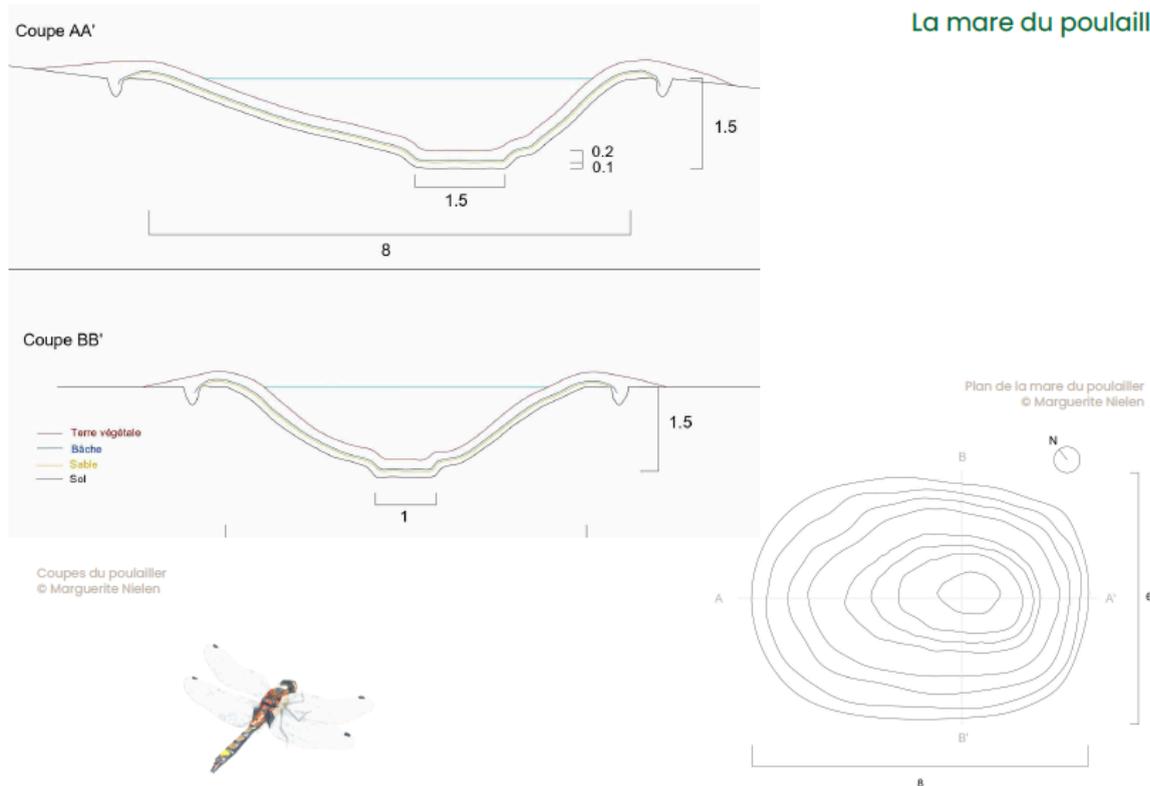


**Fig. 136. Plans de coupe mare du bassin**

Enfin, la mare du poulailler se situe sur l'ancien poulailler de la maison, dans une clairière au milieu d'une zone beaucoup plus arborée, l'objectif étant d'avoir ici un ombrage et une quantité de feuilles plus importante, similaire à une typologie de mare forestière. Cette mare est plus grande que les autres et fait 6 m / 8 m (Fig. 137). Elle présente une pente très douce inscrite dans la légère déclivité naturelle du terrain et des pentes plus abruptes au niveau de la cuvette plus profonde.



## La mare du poulailler



**Fig. 137. Plans de coupe mare du poulailler**

La bâche de chaque mare a été dimensionnée de manière adaptée à chacune des mares. Il faut en effet prévoir une quantité supérieure au simple périmètre de la mare. Pour cela, il faut suivre le calcul suivant (Annexe 1) :

Longueur de bâche = longueur mare + profondeur x2 + 50 cm

Largeur de bâche = largeur mare + profondeur x2 + 50 cm

Pour la réalisation des chantiers, plusieurs méthodes ont été mises en place. Les deux premières mares ont en intégralité été réalisées à l'aide de bénévoles ou de groupes scolaires dans le cadre de chantiers participatifs. L'objectif était à la fois de n'utiliser d'engins motorisés que si nécessaire pour limiter l'impact des travaux sur la faune du site et d'employer ces journées de chantier à communiquer auprès du grand public sur l'importance de ces milieux. Pour la mare du poulailler, l'intervention d'une mini-pelle et donc de prestataires extérieurs professionnels n'a pu être évitée car le terrain était très caillouteux et occupé de nombreux arbustes à dessouche.

Au total, 14 jours de chantier ont été nécessaires, soit environ 5 jours par mare.

Sur l'ensemble des jours de chantier, 8 ont été sous forme de chantiers participatifs en faisant appel à des bénévoles (Fig. 138). Pour mobiliser les citoyens, les annonces de chantiers sur le site ou les réseaux sociaux de la SNPN ont été utilisées, ainsi que des appels directement aux associations étudiantes de fac d'écologie ou encore le bouche-à-oreille personnel. Le constat est que ces méthodes ont bien fonctionné puisqu'entre 3 et 20 personnes ont participé aux journées de chantier. La majorité d'entre elles étaient situées dans la classe d'âge 20-30 ans et nombreux étaient étudiants. Même si le lien avec les



associations de faculté d'écologie a été très efficace, certains participants ou participantes n'étaient pourtant pas issus de ce milieu mais ont été intéressés par la thématique.



**Fig. 138. Photos des chantiers participatifs grand public sur la commune de Dourdan**

Enfin, une journée de chantier avec des groupes scolaires de la ville de Dourdan a été organisée pour impliquer les plus jeunes dans ce projet (Fig. 139).



**Fig. 139. Chantier participatif avec des scolaires de la commune de Dourdan**



Les journées se sont déroulées selon le plan suivant : après l'accueil du groupe et la constitution des équipes, présentation de l'association et ses actions, du programme, du site de la Belette et de la libre évolution. Les phases de chantier commençaient ensuite, entrecoupées de pauses déjeuner et goûter. Des animations pédagogiques ont également été organisées selon 3 séquences : la première consistant en une présentation rapide des milieux humides et des mares, leur fonctionnement, les menaces qui pèsent sur elles et les raisons pour lesquelles la SNPN œuvre spécifiquement à la protection de ces écosystèmes ; la suivante est un jeu consistant à reconstituer un réseau trophique de mare, il s'agit d'un jeu édité par l'Ecolothèque de Montpellier; le dernier atelier portait sur les services écosystémiques et faisait appel à la réflexion des participants et des participantes.

Animation 1 : Qu'est-ce qu'une mare, quelles menaces pèsent sur elles, pourquoi les protéger ?

Dans cette animation, les bénévoles étaient d'abord amenés à suggérer des exemples de milieux humides d'eau douce et proposer une définition du terme mare et la différence avec un lac par exemple. Après avoir précisé les différences de profondeur notamment et donc de biodiversité induite, un réseau trophique simplifié de mare était présenté dans le but d'identifier des « grandes catégories », en somme, le cheminement du producteur primaire jusqu'au super prédateur. Un focus est apporté sur les idées reçues concernant la prolifération des moustiques. En effet, si l'écosystème a un bon fonctionnement, les moustiques seront régulés par d'autres taxons présents dans le réseau. Il est également indiqué que l'introduction de poissons dans ce type de milieux est néfaste et les conséquences que cela peut avoir sur l'ensemble du réseau trophique. Ensuite, il est présenté l'importance de protéger ces écosystèmes : pour leur rôle sur la biodiversité et leur rôle sur le climat avec le stockage de carbone notamment. Les bénévoles ont été amenés à proposer des menaces possibles et les 5 grandes causes d'érosion de la biodiversité définies par l'IPBES ont été ensuite présentées : dégradation ou destruction de l'habitat, surexploitation, changement climatique, EEE et pollution. L'animation d'une trentaine de minutes se terminait ensuite sur la capacité de stockage du carbone atmosphérique par les mares.

Animation 2 : Reconstituer un réseau trophique de mare

L'idée principale étant d'encourager les participants à retrouver les « grandes catégories » suivantes : producteur primaire, consommateur primaire (herbivore), consommateur secondaire (carnivore), super prédateur. Ensuite, il s'agissait de mettre les bonnes espèces dans ces catégories. L'objectif était surtout de montrer qu'il n'existe pas qu'une seule chaîne alimentaire fixe mais bien un réseau qui se croise dans lequel les relations entre les espèces peuvent être multiples.

Animation 3 : les services écosystémiques rendus par les mares

Après avoir présenté aux bénévoles ce que sont les services écosystémiques et les 4 catégories dans lesquelles ont les classe, cet atelier faisait appel à leur réflexion pour proposer des types de services que peuvent rendre les mares, de les noter sur un post-it et de les coller dans la catégorie de service concernée.

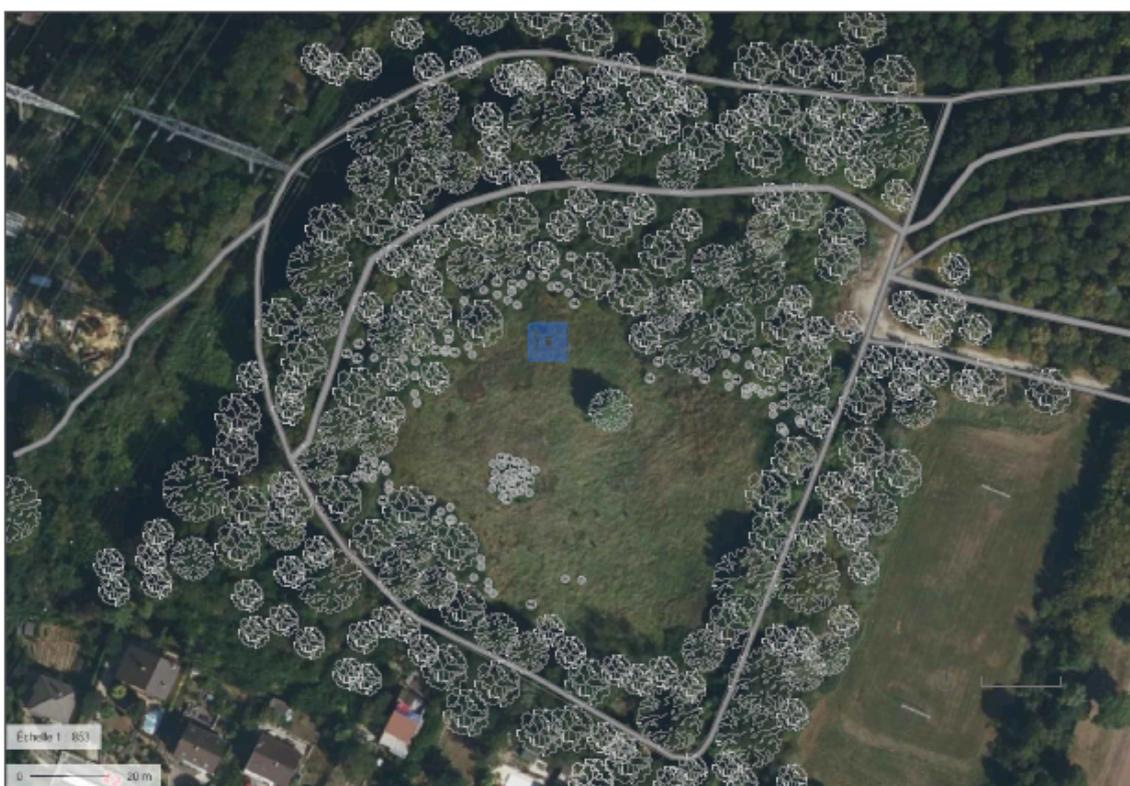
En plus de ces animations, chacune des étapes du chantier a été expliquée. Ces chantiers étaient une façon privilégiée de communiquer sur l'importance des mares puisque l'on pouvait y mêler connaissance et action concrète.



- **Création d'une mare et restauration de 2 mares sur la commune de Champlan**

Champlan est une commune de 2800 habitants située dans l'Essonne, à mi-chemin entre l'agglomération parisienne et les grands massifs forestiers du sud de l'île-de-France. L'inventaire des mares d'île-de-France (<https://www.snpn.com/>) recense 13 mares sur le territoire de la commune, dont plusieurs sont alimentées par un important réseau de sources. De même le passage d'un large corridor de la trame verte et bleue identifié par le SRCE (schéma régional de cohérence écologique), fait de Champlan un territoire à fort enjeux de conservation.

Sur cette commune, le parc communal de la butte Chaumont, vaste zone boisée de 11 hectares, a été créé à l'issue de l'exploitation d'une ancienne carrière de sable dans les hauteurs de la commune. Espace protégé des activités humaines et dépourvu de zone humide, il a été identifié comme un lieu privilégié pour accueillir un projet de création de mares permettant de faire le lien avec le réseau et les sources existantes dans le bas de la commune.



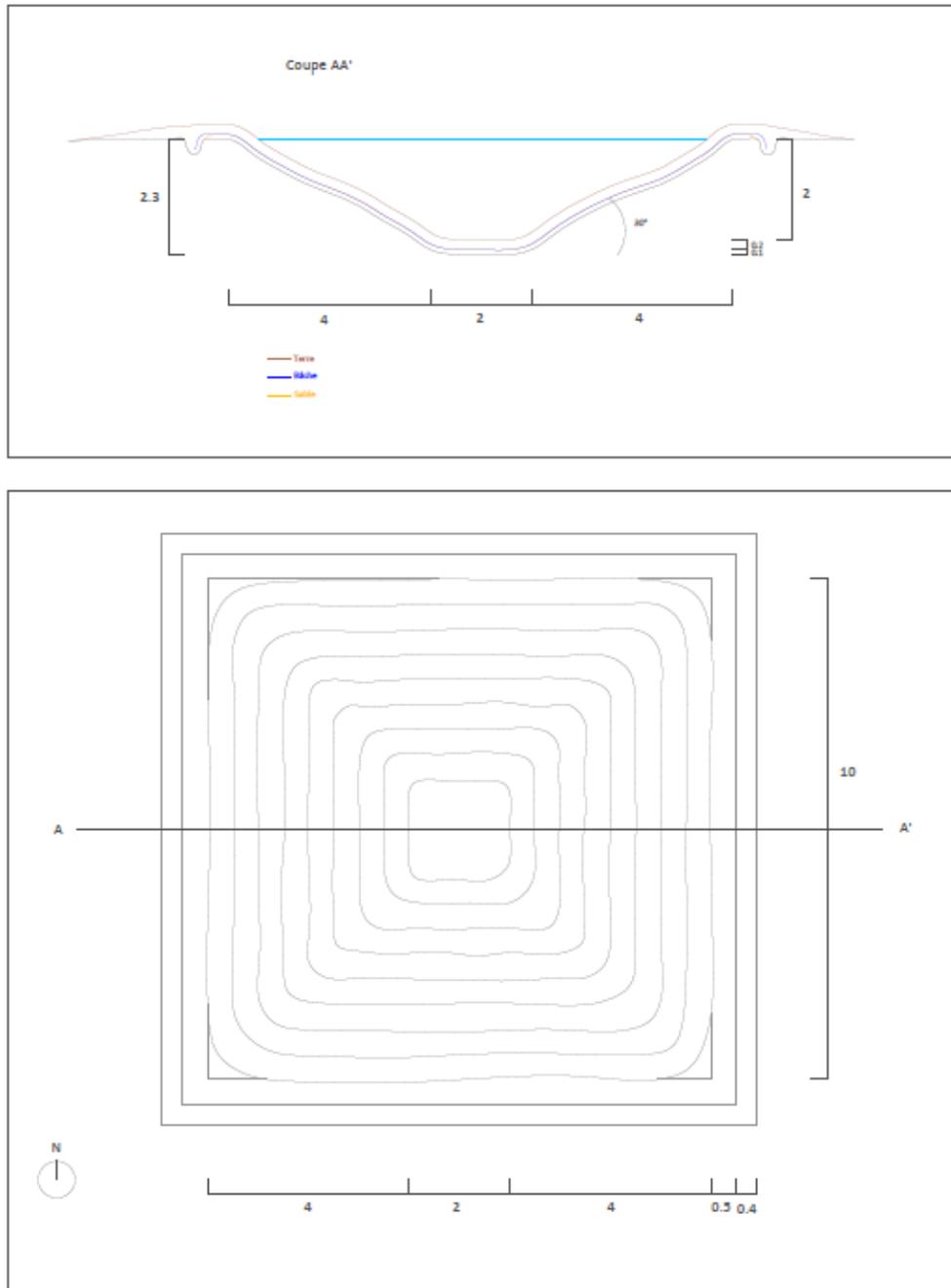
**Fig. 140. Plan de masse de la création de mares sur la commune de Champlan.**

La mare est située sur le plateau de la grenouillère, une vaste prairie dans la partie Nord du parc (Fig. 140). Après une première étape de piquetage pour matérialiser les limites de la mare, la couche superficielle de végétation a été retirée (phase de décapage). Le gros du creusement a ensuite été réalisé à l'aide d'une pelleteuse, puis les pentes ont été modelées, nivelées et ratissées à la main afin de garantir une forme favorisant l'installation d'un maximum d'espèces. Après quoi, une bâche EPDM permettant de garantir l'étanchéité du sol a été installée. Cette dernière est associée à une sous-couche de géotextile avec pour objectif d'isoler la bâche des éléments tranchants du sol (pierres, déchets, remblais), ainsi que d'une couche supérieure permettant de la protéger des racines des plantes et arbres qui viendront s'installer dans ce nouveau milieu. Toutes ces étapes sont clefs afin de permettre une plus



grande durabilité de la bâche (30-50 ans). Pour finir, les bords des géotextiles et de la bâche ont été enfouis dans une tranchée permettant de les maintenir en place. Une couche de substrat a été ajoutée par-dessus, ce qui permettra une implantation rapide de la végétation.

Avec le service des espaces verts de la ville, le chantier de création de mares aura nécessité 2 jours de travail et la participation de 5 agents communaux et 3 salariés de la SNPN. La mare nouvellement créée, à vocation écologique et pédagogique, mesure 6 mètres par 6 (Fig. 141) et a été dimensionnée spécifiquement pour être alimentée par les précipitations (Fig. 142). Cette mare permet de renforcer et de contribuer à l'amélioration de l'état du réseau avec la restauration de 2 mares.



**Fig. 141. Plan de coupe de la mare créée à Champlan.**



**Fig. 142. Remplissage naturel de la mare de Champlan deux semaines après le chantier de création.**



**Fig. 143. Situation des projets de restaurations et créations de mares sur la commune de Champlan.**



La mare nommée Champlan haut est située sur la parcelle AN278 dans les jardins partagés (Fig. 143). Cette mare est liée à des aménagements paysagers notamment des plantations horticoles. La commune souhaite garder ce lieu paysagé. La problématique est ainsi de restaurer la mare pour qu'elle réponde aux exigences de bon état de conservation tout en gardant l'aspect du site. Après un diagnostic écologique, une notice de gestion a été proposée afin d'éviter un entretien trop fréquent par les jardiniers intervenant en pleine reproduction des amphibiens (Fig. 144).



**Fig. 144. Mare de Champlan haut**

La deuxième mare nommée Champlan bas est envahie par les roseaux (Fig. 145). Un faucardage sur les 2/3 de la mare a été effectué en octobre 2023 pour garantir un milieu optimal aux amphibiens présents en grand nombre sur le site. Il sera également envisagé par la suite un reprofilage afin de créer une profondeur suffisante et un curage risque d'être également nécessaire pour extraire la vase. L'augmentation de la profondeur devrait alors empêcher le développement des algues, la perte d'équilibre et l'eutrophisation du milieu.



**Fig. 145. Mare de Champlan bas avant après restauration.**

**- *Création d'un réseau de 2 mares et une roselière dans le quartier de Montmartre, Paris***

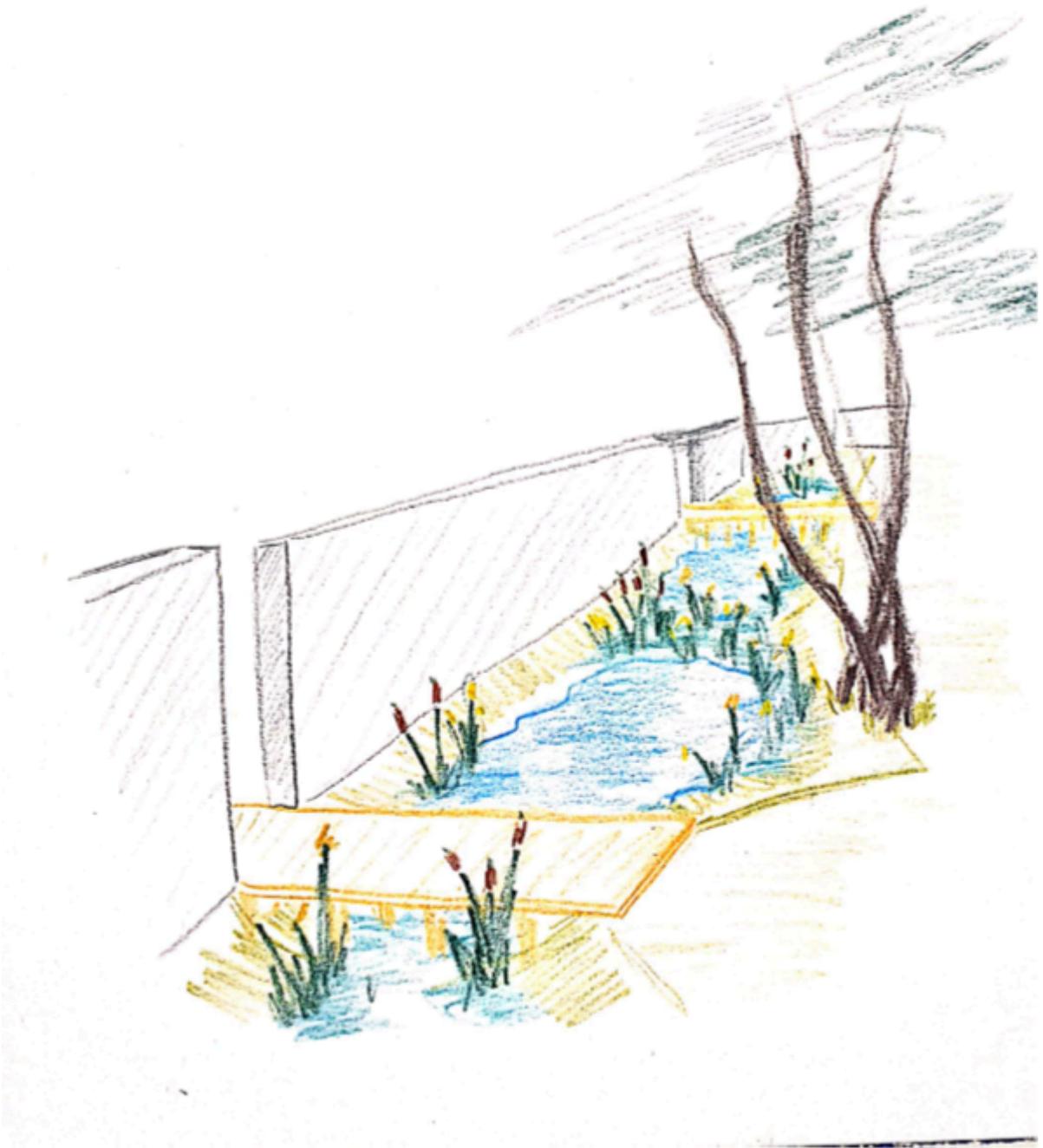
En raison de l'artificialisation des sols et de la couleur sombre du bâti, les villes souffrent de surchauffe par un phénomène appelé « îlot de chaleur urbain ». À Paris par exemple, cet îlot engendre une augmentation des températures moyennes de 2 à 3 °C supérieures en centre-ville par rapport à la campagne environnante. Cette différence de température peut même dépasser les 10 °C. Outre l'inconfort provoqué par de telles surchauffes, de nombreux effets néfastes sont à regretter sur la santé des populations, la durée de vie des matériaux, la consommation d'énergie des équipements de refroidissement et le climat local.

La présence de zones humides permet de rafraîchir localement (et dans un panache de plusieurs kilomètres en cas de vent) les villes, par absorption de la chaleur dans l'eau et la terre humide, ainsi que par évaporation de l'eau contenue dans le sol, les plans d'eau et les plantes. La baisse de température obtenue varie de 0,5 à 3 °C. Il a par ailleurs été prouvé qu'un réseau de petites zones humides (mares, jardins de pluies, noues en eaux) distribuées dans l'espace urbain apporte un bénéfice thermique supérieur à une seule grande masse d'eau (canal, réservoir, lac). Lors de forte chaleur avoisinant les 40°C, cet îlot de fraîcheur permettrait de rester sous des températures inférieures.

Il a été envisagé de proposer à la Ville de Paris la création d'un réseau de 2 mares et une roselière dans le quartier de Montmartre. La création d'un réseau de petites zones humides dans ce lieu emblématique serait un message fort de sensibilisation à la protection de la nature et de création d'îlot de fraîcheur au cœur de Paris.

Dimensions des habitats créés (Fig. 146, Fig. 147, Fig. 148 et Fig. 149) :

- 1 Mare de 4m sur 8m, profondeur de 20, 40, 60, 80 , 100, 120 cm
- 1 Mare de 4m sur 8m, profondeur de 20, 40, 60, 80 , 100, 120 cm
- 1 ceinture de roselière profondeur 60 cm



**Fig. 146. Esquisse du projet de création de réseau de 2 mares et roselière à Montmartre, Paris.**

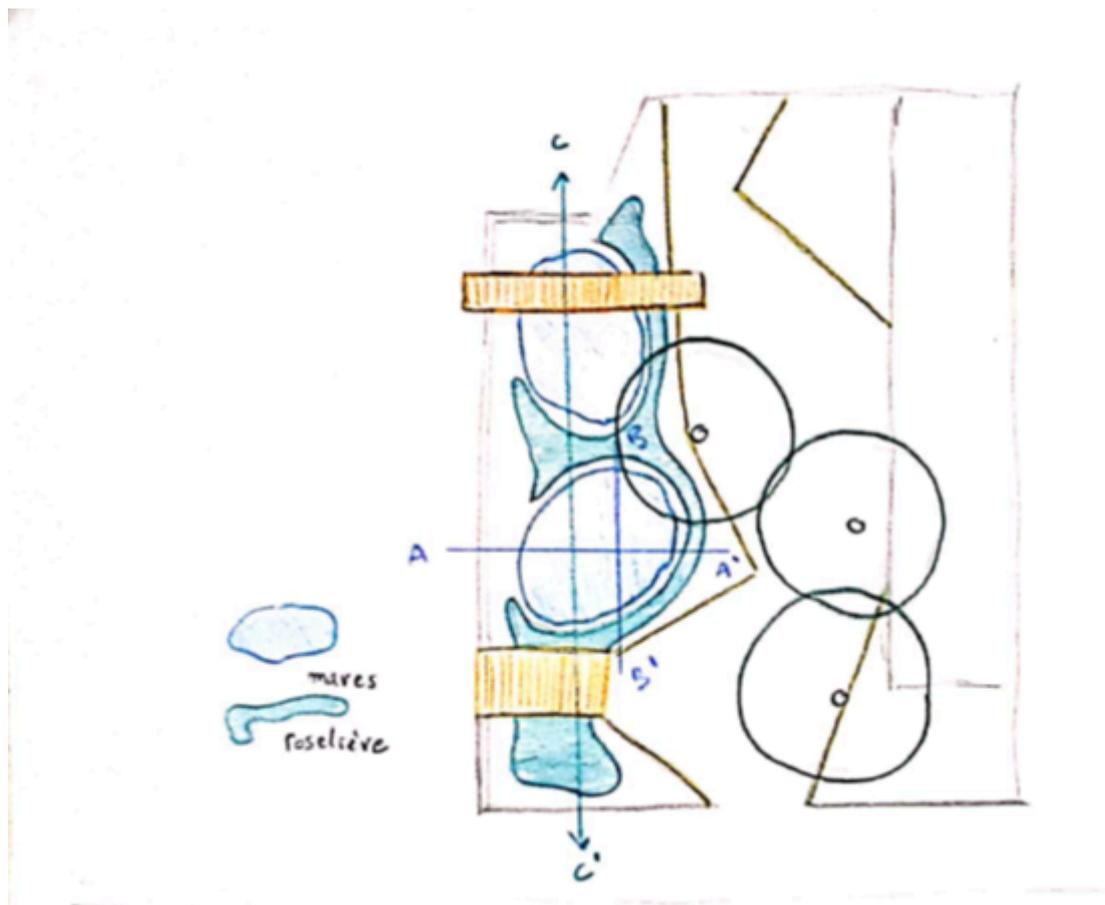


Fig. 147. Esquisse du projet plan de masse du projet de création de réseau de 2 mares et roselière à Montmartre, Paris

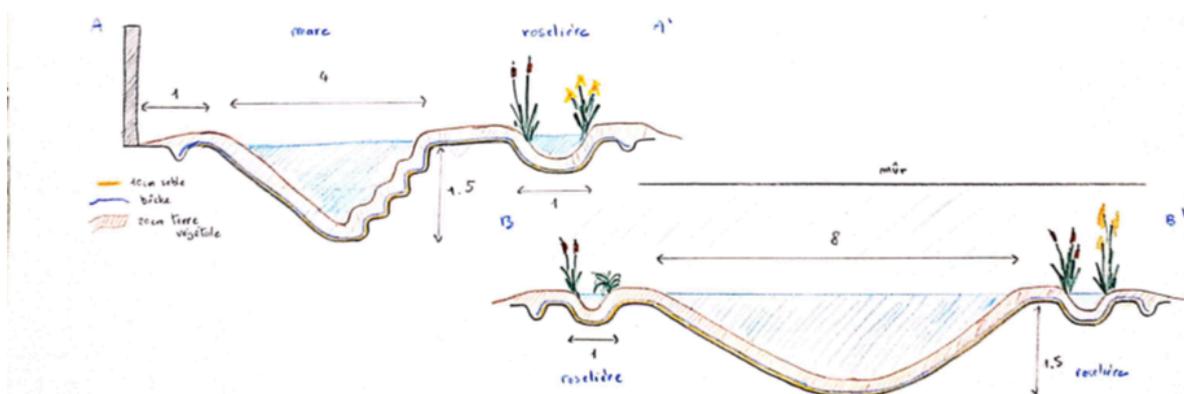
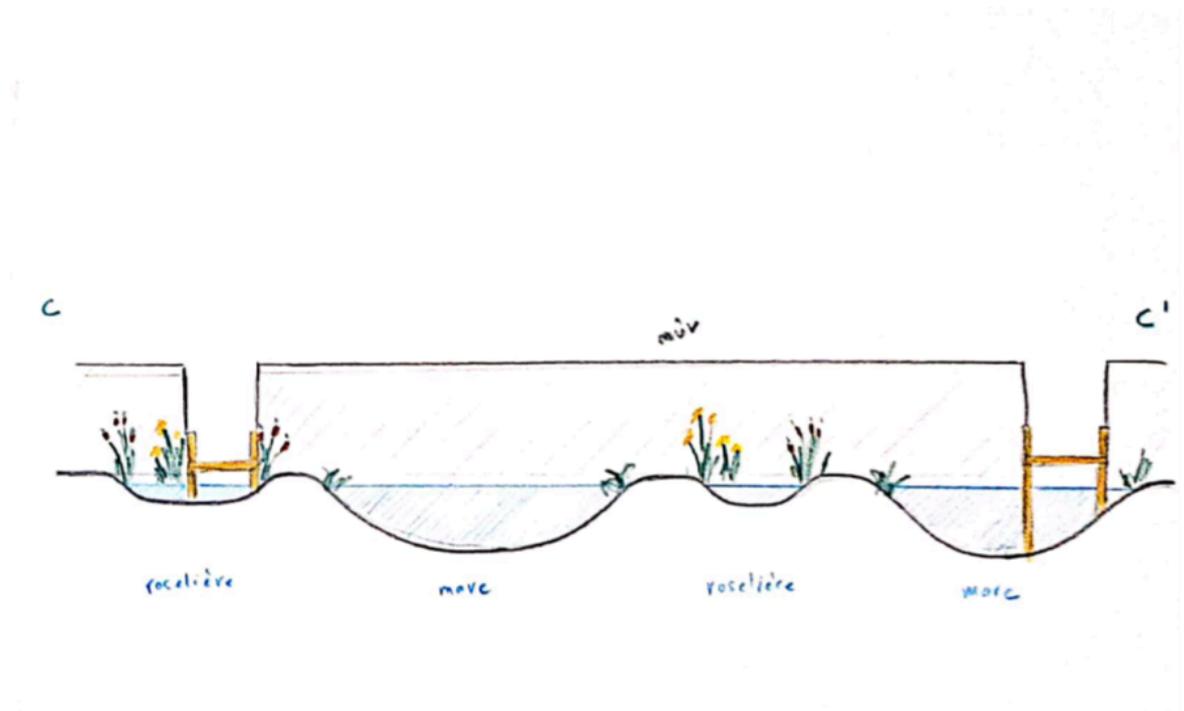


Fig. 148. Esquisse du projet coupe de profil et transversale du projet de création de réseau de 2 mares et roselière à Montmartre, Paris



**Fig. 149. Esquisse du projet coupe transversale du réseau**

Les espèces qui seront installées pour accompagner le développement des écosystèmes de zones humides et répondre à l'aspect paysager du lieu ont été choisies selon les critères suivants :

- Espèces locales de la région Ile-de-France comme indiqué dans le cahier des charges de la ville de Paris « espèces originaires du bassin parisien, non invasives et non horticoles, mellifères et fructifères »,
  - Sources bibliographiques :
  - Plantation locale en Ile-de France de l'ARB l'Ile-de-France,
  - Guide de la flore vasculaire du CBN BP et du MNHN,
  - Site internet de l'INPN MNHN,
  - eFlore de Tela Botanica,
- Sélection d'espèces aux floraisons « esthétiques » pour un aspect paysager et jardiné,
- Espèces de plantes de roselières et phyto-épuratrices,
- Espèces qui gardent leur feuillage toute l'année pour l'aspect paysager,
- 3 espèces de ripisylve pour la partie arbustes du projet.



Les espèces sélectionnées sont les suivantes :

- Les berges et les abords – les plantes à floraison



Source:



- Les plantes de roselière – plantes phyto-épuratrices





- Plantes de berges au feuillage persistant



- La ripisylve – arbres et arbustes





## Méthodologie de protection label refuge mare

La protection des mares à travers le label “Refuge Mare” constitue l'un des outils de communication clés pour sensibiliser le public à l'importance de la préservation de ces écosystèmes fragiles. Parmi les divers labels dédiés à la protection de l'environnement, le Refuge Mare se distingue par son approche spécifique aux mares, offrant aux propriétaires de mares la possibilité de s'engager activement dans la sauvegarde de ces habitats riches en biodiversité.

Initié en Bourgogne par la Société d'Histoire naturelle d'Autun (SHNA), le label Refuge Mare repose sur une convention entre l'association et le propriétaire ou l'utilisateur d'une mare. Cette convention, véritable socle du projet, propose un échange mutuellement bénéfique : d'un côté, l'association fournit un inventaire détaillé, des conseils de gestion et une documentation approfondie sur la biodiversité présente dans la mare, et de l'autre, le propriétaire s'engage à respecter des critères stricts visant une gestion écologique de l'écosystème.

Parmi les exigences incontournables de la convention figurent l'interdiction de combler la mare, l'absence d'introduction de poissons et la renonciation à l'utilisation de produits phytosanitaires. En plus, de ces trois critères obligatoires à respecter, la convention propose des engagements fortement recommandés ainsi que des propositions de gestion. Ces mesures visent à préserver l'équilibre fragile de l'écosystème aquatique et à favoriser le développement naturel des espèces qui y habitent. En plus de ces critères, la convention suggère des engagements fortement recommandés, ainsi que des propositions de gestion permettant d'aller au-delà des obligations minimales.

Le label refuge mare est associé à un panneau d'information et pédagogique sur le terrain reprenant les engagements. En collaboration avec la SHNA, certains engagements ont été ajoutés au label d'origine comme le fait de ne pas intervenir sur la mare entre janvier et octobre pendant la période de reproduction des espèces de flore et de faune. Le panneau d'origine du refuge mare mettant en avant l'espèce du Triton crêté *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) a été adapté montrant le milieu mare avec des bulles présentant différentes espèces de flore et faune. La présentation des espèces peut être ainsi adaptée en fonction du territoire (Fig. 150).

L'efficacité du projet se traduit par le nombre croissant de conventions signées chaque année. En Bourgogne, une quarantaine de conventions voient le jour annuellement, englobant ainsi plusieurs centaines de mares. Ce succès témoigne de l'adhésion des propriétaires et usagers aux principes de gestion écologique promus par le label Refuge Mare.

Fort de ce succès régional, en collaboration avec la SHNA, la SNPN envisage de transposer ce label sur les mares restaurées et créées dans le cadre du programme et de l'étendre en Île-de-France, puis à l'échelle nationale. Cette initiative s'inscrit dans le cadre d'un partenariat avec la SHNA, permettant ainsi de capitaliser sur l'expérience et le savoir-faire accumulés au fil des années.



# Refuge Mare

Ici, une gestion adaptée est mise en place afin de favoriser l'accueil d'une faune et d'une flore diversifiées

Merci de respecter les lieux

Pas de comblement

Pas de poissons

Pas de produits phytosanitaires

Pas d'action sur la mare de janvier à octobre

Réseau Mares de Bourgogne

GHNA

SNPN

Action mise en œuvre dans le cadre du Programme Petites Zones Humides de la SNPN : 01-40-20-15-39, [contact@snpn.fr](mailto:contact@snpn.fr)

Financée par : Région Ile-de-France

OFB

eau de Seine

ANYAMA

IRIS

Fig. 150. Panneau du label refuge mare en région Ile-de-France.



### **3. Partage des connaissances et sensibilisation à la protection des petites zones humides à différentes échelles**

- **Le Groupe Zones Humides (GZH) : une instance pour porter la voix des zones humides et des acteurs qui les préservent auprès des décideurs**

La SNPN coordonne depuis plus de dix ans ce groupe informel, que le Ministère de la Transition Écologique a demandé de refondre pour renouveler sa dynamique d'antan, qui a contribué à faire émerger le premier Plan National Milieux Humides et a grandement fait avancer la reconnaissance des zones humides dans la réglementation.

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.

Ses missions sont déclinées en plusieurs axes :

- Diffusions et partage des expériences des acteurs des zones humides sur le terrain ;
- Identification des enjeux de terrain et, sur cette base, création d'un dialogue avec les décideurs pour faire avancer les décisions relatives aux zones humides ;
- En créant une dynamique d'échanges, de débats et de réflexions, le groupe forme un vivier d'acteurs de tous types engagés dans la préservation de ces écosystèmes vitaux

Le premier axe consiste à mettre en lumière les expériences de terrain des acteurs de la communauté zones humides, afin de communiquer sur la réalité des zones humides aujourd'hui. C'est d'ailleurs dans ce cadre que la SNPN coordonne l'édition, la publication de la revue Zones Humides Infos.

Le deuxième axe se fonde sur le premier, pour relever les signaux faibles concernant la gestion des zones humides, afin d'améliorer la trajectoire des politiques publiques de leur préservation.

La SNPN mène des actions de plaidoyer au service du Groupe Zones Humides et plus généralement des acteurs au contact du terrain. L'association mène le portage d'actions pour mobiliser les décideurs : proposition de sujets, coordination auprès des acteurs (associations, gestionnaires), concertation, rédaction et diffusion.

Dans ce cadre, la SNPN s'est engagée auprès d'une coalition de plus de 200 ONG européennes pour garantir une loi pour la restauration de la Nature ambitieuse. Ce texte est la législation européenne sur la biodiversité la plus ambitieuse depuis 30 ans. Ce règlement ambitieux exigera des États membres de l'Union européenne (UE) la mise en place de mesures de restauration sur au moins 20% des zones terrestres et maritimes européennes d'ici 2030. D'ici 2050, des mesures de restauration devront être engagées sur tous les écosystèmes dégradés d'Europe.

Pour atteindre cet objectif général, le règlement cible particulièrement les écosystèmes qui ont le plus fort potentiel d'élimination et de stockage du carbone : terres agricoles, zones humides, forêts, mers, littoraux et cours d'eau.



Si ce texte est adopté, les États membres seront contraints d'élaborer des plans de restauration nationaux, qui préciseront notamment les zones ciblées, les mesures mises en œuvre et les financements dédiés. Le Parlement européen et les États membres de l'Union européenne ont trouvé le 9/11/2023 un accord sur un projet législatif clé pour la restauration de la nature et la biodiversité. En particulier, les 27 pays membres seront tenus à restaurer la nature sur au moins 20% des terres d'ici 2030.

Dans ce cadre, la SNPN veut participer à la création en France d'une 'task force' sur la loi sur la restauration de la nature, menée par des équipes opérationnelles d'associations et de toutes structures volontaires.

Ce dans le but de plaider en faveur d'un cadre français ambitieux propice à la restauration à grande échelle des zones humides en métropole et dans les Outre-Mer:

- Assurer la protection des écosystèmes avant de restaurer systématiquement,
- Assurer des moyens financiers ou des mécanismes fiscaux pour la restauration et son suivi à long terme,
- Éviter les écueils de la compensation et le concept du « net zéro »,
- Alléger les processus administratifs pour restaurer les écosystèmes dégradés.

Cette action sur cette thématique se fait en cohérence avec les besoins remontés par les acteurs de terrain (cf. Chapitre 1 [Contexte : Pré-étude de l'état des lieux sur la situation des mares](#)).

- **Pôle-relais mares et vallées alluviales : partage de la connaissance auprès des acteurs**

L'ANEB et la SNPN associent leurs connaissances, compétences et savoir-faire dans le cadre du Pôle-relais mares et vallées alluviales. Ce partenariat permettra de renforcer l'animation, la veille et l'accompagnement des acteurs dans les territoires sur les mares et zones humides alluviales.

Le Pôle-relais zones humides – mares et vallées alluviales est l'un des 5 Pôles-relais zones humides en France créés en 2001 dans le cadre du premier Plan national d'actions en faveur des zones humides. Ces Pôles-relais sont coordonnés depuis 2008 par l'Office français de la biodiversité (OFB).

L'animation du Pôle-Relais Mares et Mouillères, confiée dans un premier temps à l'Institut Européen du Développement Durable (IEDD), puis en 2007, 2008 à la Maison de l'Environnement de Seine-et-Marne a été à l'origine d'une coordination des initiatives de préservation et restauration des mares.

Les évolutions successives, de cadre d'action (« Pôles-mares, zones humides intérieures et vallées alluviales » puis « Pôles-relais mares et vallées alluviales ») et de portage (Fédération des PNR puis ANEB) de ce Pôles-relais n'ont pas permis de maintenir une animation suffisantes ce type singulier de milieu.

De nombreux acteurs, privés comme publics, disposent de grandes compétences pour la conservation et protection des petites zones humides à l'échelle de la France. Cependant, une



dynamique est à relancer pour favoriser les échanges entre ces acteurs, afin de valoriser les projets existants et faire éclore de nouveaux projets durables liés aux mares sur tout le territoire. C'est pour ces raisons que L'ANEBA s'est associée à la SNPN pour remettre en place une animation de réseaux des acteurs engagés, actuels et futurs, dans une dynamique commune pour mieux préserver et restaurer les mares.

Dans ce cadre, la SNPN s'engage à faire en sorte que ce Pôle-relais permette aux acteurs locaux d'avoir le plus d'impact possible.

- **Fête des mares : sensibilisation des citoyens à la protection des mares**

La SNPN coordonne un événement national, la Fête des mares, une semaine dédiée à la sensibilisation et à l'éducation.

Chaque année, la SNPN et ses partenaires proposent de nombreuses animations sur l'ensemble du territoire pour sensibiliser le grand public à la protection des mares. Les objectifs sont pluriels : montrer la richesse faunistique et floristique de ces écosystèmes, transmettre les pratiques de bonne gestion et les initiatives mises en place pour préserver ces milieux, mettre en avant les services rendus par les milieux humides pour atténuer le changement climatique et lutter contre ses effets. Ces animations, ludiques et pédagogiques, peuvent prendre des formes variées : ateliers, sorties nature, expositions, conférences, chantiers participatifs, inventaires, etc.

L'édition 2023 de la Fête des mares sur la thématique « Rafrâchir le vivant ! » a souhaité mettre en avant les mares comme solution à grande échelle, naturelle et efficace, pour rafraîchir les territoires, lutter contre canicules et incendies et protéger la biodiversité.

79 retombées presse ont été comptabilisées durant la Fête des mares. Parmi ces retombées, on retrouve 34 articles (17 en print et 19 en version numérique). 39 publications ont été partagées sur les réseaux sociaux de la SNPN. Elles comptabilisent en tout 49 166 impressions. Ce sont au total 84 animations qui ont été réalisées.

Pour la 8e édition de la Fête des mares, la SNPN s'est associée à Césure afin de toucher un public jeune et urbain. Par ailleurs, la vocation de Césure correspond parfaitement à la dimension pédagogique de la Fête des Mares, d'autant que ce lieu dispose de nombreux espaces pour organiser des animations (amphithéâtres, salles de projection, etc.). Ainsi, la SNPN a organisé au total 6 événements dédiés à la Fête des mares au sein de Césure.

Le colloque de lancement, à l'instar de 2022 s'est déroulé le jeudi 25 mai à l'Académie du Climat. L'objectif était de revenir en détail sur la thématique « Rafrâchir le vivant » avec les interventions de Rémi LUGLIA, président de la SNPN et de Yann WEHRLING, vice-président du Conseil régional d'Île-de-France, chargé de la Transition écologique. 3 conférences ont ensuite suivi.



# Conclusion

*Auteur : Fanny Mallard*

---



- **Contexte : Pré-étude de l'état des lieux sur la situation des mares**

La pré-étude nationale sur l'état des mares en France a permis d'établir un diagnostic initial sur l'évaluation écologique des mares, l'identification des acteurs et des pratiques liées à leur préservation, ainsi que l'identification de leurs besoins variés (réglementaires, financiers, de connaissance, etc.). L'interprétation des résultats de cette enquête a conduit à des perspectives de recommandations et à la création d'un comité de pilotage, marquant le début d'une démarche collaborative et co-construite visant à préserver les mares.

La constitution du comité de pilotage, rassemblant des acteurs divers tels que la Fédération des Conservatoires d'Espaces naturels, la Fédération Nationale des chasseurs, et France Nature Environnement, témoigne de la volonté d'intégrer différentes perspectives et expertises dans le processus décisionnel. Ce comité devient le moteur d'un plan national d'action co-construit tout au long de l'année 2024, visant l'amélioration à long terme de l'état des mares en France.

Les résultats principaux de l'enquête soulignent l'importance de la gouvernance, de la communication, de l'éducation, du financement, de la connaissance, de la montée en compétence des acteurs, et de la mise en œuvre de programmes d'actions à l'échelle des bassins versants. Ces priorités fournissent des étapes clés pour soutenir les objectifs du programme, notamment l'amélioration de la connaissance des mares, le transfert de connaissances via une plateforme commune, le développement d'analyses et modélisation des secteurs à enjeux d'actions, et la création d'un réseau d'acteurs relais.

- **Objectif 1 Connaissance : Développement d'un observatoire participatif sur les mares en France**

L'inventaire des mares, initié en 2010 avec la plateforme "Si les mares m'étaient comptées", évolue en 2023 vers un projet d'observatoire participatif régional en Île-de-France, avec des perspectives de mise à disposition de l'outil à d'autres régions. Les objectifs majeurs de cet observatoire englobent la centralisation des données existantes pour la création d'un atlas, le développement de la connaissance sur la localisation et l'état des mares, l'amélioration de l'accès à cette connaissance, la valorisation des actions de restauration basées sur une approche écologique, la sensibilisation des parties prenantes, et la création d'une plateforme d'échanges ouverte.

Le projet s'est adapté aux enjeux climatiques en mettant en place des protocoles compatibles avec les standards nationaux en 2023, couvrant la caractérisation des habitats, la flore, les odonates et les amphibiens des mares. La collaboration avec des partenaires et acteurs locaux dans l'application de ces protocoles sur des secteurs spécifiques de la région Île-de-France témoigne d'une approche participative et territoriale.

Cette initiative se démarque par son approche holistique, allant de la collecte de données à la sensibilisation du public. Elle s'inscrit dans une démarche durable visant à assurer la préservation des mares face aux défis climatiques, en favorisant la collaboration, la sensibilisation et l'accès à la connaissance. L'observatoire régional des mares représente ainsi un modèle exemplaire d'engagement communautaire et de gestion écologique, démontrant qu'une action coordonnée peut contribuer de manière significative à la préservation de ces écosystèmes vitaux.



- **Objectif 2 Recherche : Identification des secteurs à enjeux d’actions et suivi de l’évolution de l’état des mares en France**

Le développement de méthodologies d'analyse des données des observatoires, vise à établir des liens entre le changement climatique et les données biologiques des indicateurs à deux échelles d'étude. Au niveau national et régional, les données des observatoires fournissent des informations sur la présence et l'abondance des espèces. Ces données sont utilisées pour créer des cartes identifiant les zones à enjeux écologiques, en se basant sur des analyses et modélisations des impacts actuels et futurs sur des espèces indicatrices sélectionnées selon divers critères, allant de leur capacité de déplacement à leur sensibilité aux changements globaux, en passant par leur importance pour la conservation.

Cette recherche détaillée des facteurs climatiques et de leur influence sur la répartition des espèces met en évidence l'importance cruciale de comprendre ces interactions complexes. Dans un contexte de changement climatique, cette étude démontre la nécessité d'approches cohérentes intégrant biodiversité et climat, utilisant des modèles statistiques pour prédire les changements potentiels et identifier les zones vulnérables à protéger. L'établissement d'observatoires régionaux, avec une méthodologie rigoureuse, contribue significativement à la compréhension des impacts du changement climatique, ouvrant la voie à des initiatives de préservation mieux informées pour protéger ces écosystèmes essentiels.

- **Objectif 3 Action : Actions opérationnelles de protection, restauration et création de réseaux de mares de l’échelle régionale à l’échelle nationale**

L'année 2023 a été consacrée à la mise en place de la méthodologie de terrain, sur des sites pilotes, sélectionnés selon plusieurs critères. 4 sites pilotes ont été identifiés dans les communes : Dourdan (91410), Alluets-le-Roi (78580), Champlan (91160), Montmartre (750218). Ils ont été sélectionnés suivant un gradient rural-urbain. Au total, il est envisagé en 2023 de créer et restaurer 6 mares.

Ces projets sont des premiers prototypes de référence pour déployer l'action générale sur l'ensemble du bassin Seine de 2024 à 2026 avec un objectif de 30 mares protégées, restaurées et créées par an sur les zones à enjeux du territoire. Ces actions sont accompagnées d'une implication des citoyens et des acteurs du territoire par l'animation de chantiers participatifs de création et restauration de mares.

Le retour d'expérience de ces actions sera partagé auprès de tous les publics via une communication auprès des réseaux sociaux, de la plateforme de l'observatoire national des mares et dans les revues techniques comme Zones humides Infos éditées par la SNPN et le Groupe national zones humides.



# Bibliographie

- AEE., 2015. – *L'environnement en Europe : état et perspectives 2015 – Synthèse*. Copenhague : Agence européenne pour l'environnement, 208 p.
- ARNABOLDI F. & ALBAN N., 2006. – *La gestion des mares forestières de plaine*. Office National des Forêts, 214 p.
- BARNAUD G. & FUSTEC É., 2007. – *Conserver les milieux humides: pourquoi ? comment ?* Editions Quae.
- BARRIOZ M. & MIAUD C., 2016a. – *Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France, « POPAmphibien Communauté » – version 2022*. Société Herpétologique de France.
- ., 2016b. – *Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France, « POPAmphibien Spécifique Triton » – version 2022*. Société Herpétologique de France.
- BEEBEE T. J., 1992. – Amphibian decline? *Nature*, **355** (6356) : 120-120.
- BERNARD C., 2019. – *Évaluation de l'efficacité des mesures de création et entretien de mares. Cadre méthodologique*. PatriNat (AFB-CNRS-MNHN).
- BERTIN R. I., 2008. – Plant Phenology And Distribution In Relation To Recent Climate Change. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, **135** (1) : 126-146 doi : 10.3159/07-RP-035R.1.
- 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.
- BORENSTEIN M., HEDGES L. V., HIGGINS J. P. & ROTHSTEIN H. R., 2021. – *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons.
- BROMS K. M., HOOTEN M. B. & FITZPATRICK R. M., 2015. – Accounting for imperfect detection in Hill numbers for biodiversity studies. *Methods in Ecology and Evolution*, **6** (1) : 99-108 doi : 10.1111/2041-210X.12296.
- BROOK B. W., O'GRADY J. J., CHAPMAN A. P., BURGMAN M. A., AKCAKAYA H. R. & FRANKHAM R., 2000. – Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. *Nature*, **404** (6776) : 385-387.
- 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.
- BUREL F. & BAUDRY J., 1999. – *Ecologie du paysage: concepts, méthodes et applications*. Éd. Tec & doc.
- CADOTTE M. W. & DAVIES T. J., 2016. – *Phylogenies in Ecology: a guide to concepts and methods. : a guide to concepts and methods.,.*
- CAMPBELL D. T. & FISKE D. W., 1959. – Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological bulletin*, **56** (2) : 81.
- CAMPENHOUDT L. VAN. & QUIVY R., 2011. – *Manuel de recherche en sciences sociales*. Dunod, 262 p.
- CAZZOLLA GATTI R., AMOROSO N. & MONACO A., 2020. – Estimating and comparing biodiversity with a single universal metric. *Ecological Modelling*, **424** : 109020 doi : 10.1016/j.ecolmodel.2020.109020.
- 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. & CHIU C.-H., 2016. – Bridging the variance and diversity decomposition approaches to beta diversity via similarity and differentiation measures. *Methods in Ecology and Evolution*, **7** (8) : 919-928 doi : 10.1111/2041-210X.12551.
- CHAO A., CHIU C.-H. & HSIEH T. C., 2012. – Proposing a resolution to debates on diversity partitioning. *Ecology*, **93** (9) : 2037-2051 doi : 10.1890/11-1817.1.
- CHAO A. & JOST L., 2012. – Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, **93** (12) : 2533-2547 doi : 10.1890/11-1952.1.
- CHAO A., MA K. H. & HSIEH T. C., 2016. – iNEXT online: interpolation and extrapolation. <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>.
- CHEN X. & FENG T., 2016. – Patterns of Butterfly distribution in Alabama, USA (Lepidoptera). *Biodiversity Journal*, **7** (1) : 25-32.
- CHIU C.-H., JOST L. & CHAO A., 2014. – Phylogenetic beta diversity, similarity, and differentiation measures based on Hill numbers. *Ecological Monographs*, **84** (1) : 21-44 doi : 10.1890/12-0960.1.
- CLAUZEL C., 2020. – *Rapport du projet TRAMARE (2019-2022)*. Ladyss; Université de Paris.
- CONSORTIUM (EC-EARTH) E.-E., 2019. – EC-Earth-Consortium EC-Earth3-Veg model output prepared for CMIP6 ScenarioMIP. doi : 10.22033/ESGF/CMIP6.727.
- COOK T. D., CAMPBELL D. T. & SHADISH W., 2002. – *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin Boston, MA.
- CRESWELL J. W. & CLARK V. L. P., 2017. – *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- CRESWELL J. W. & CRESWELL J. D., 2017. – *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- DALY A. J., BAETENS J. M. & DE BAETS B., 2018. – Ecological diversity: measuring the unmeasurable. *Mathematics*, **6** (7) : 119.
- DAMOS P. & SOULOPOULOU P., 2015. – Do Insect Populations Die at Constant Rates as They Become Older? Contrasting Demographic Failure Kinetics with Respect to Temperature According to the Weibull Model. *PloS One*, **10** (8) : e0127328 doi : 10.1371/journal.pone.0127328.
- DAMUTH J., 1981. – Population density and body size in mammals. *Nature*, **290** (5808) : 699 doi : 10.1038/290699a0.
- DEANGELIS D. L. & MOOIJ W. M., 2005. – Individual-Based Modeling of Ecological and Evolutionary Processes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **36** (1) : 147-168 doi : 10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152644.
- DENZIN N. K., 1978. – *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill, 392 p.
- 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.
- 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.
- DUBOS N., PRÉAU C., LENORMAND M., PAPUGA G., MONSARRAT S., DENELLE P., LE LOUARN M., HEREMANS S., MAY R. & ROCHE P., 2022. – Assessing the effect of sample bias correction in species distribution models. *Ecological Indicators*, **145** : 109487.
- DUNN O. J., 1964. – Multiple Comparisons Using Rank Sums. *Technometrics*, **6** (3) : 241-252 doi : 10.1080/00401706.1964.10490181.
- EUROPEAN COMMISSION., 2007. – *LIFE and Europe's wetlands: restoring a vital ecosystem*.



Luxembourg : Off. for Official Publ. of the Europ. Communities.

FAITH D. P., 1992. – Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological conservation*, **61** (1) : 1-10.

FAURIE C., FERRA C., MÉDORI P., DÉVAUX J. & HEMPTINNE J.-L., 2011. – *Ecologie: Approche scientifique et pratique*. Tec & Doc Lavoisier.

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., 2012a. – A software tool dedicated to the modelling of landscape networks. *Environmental Modelling & Software*, **38** : 316-327.

FOLTÊTE J.-C., CLAUZEL C., VUIDEL G. & TOURNANT P., 2012b. – 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.

GBIF.ORG USER., 2023. – Occurrence Download. doi : 10.15468/DL.MEUI9Y.

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.

GLAD A. & MALLARD F., 2023. – *Spatial Distribution Modeling of Odonata in the New Aquitaine Region (France): A Tool to Target Refuge Areas Under Climate Change*. Dans : Leal Filho W, Kovaleva M, Alves F, Abubakar IR. *Climate Change Strategies: Handling the Challenges of Adapting to a Changing Climate*. Cham : Springer Nature Switzerland, p. 545-566. doi : 10.1007/978-3-031-28728-2\_26.

GOOD I. J., 1953. – The Population Frequencies of Species and the Estimation of Population Parameters. *Biometrika*, **40** (3-4) : 237-264 doi : 10.1093/biomet/40.3-4.237.

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.

GUISAN A. & ZIMMERMANN N. E., 2000. – Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling*, **135** (2-3) : 147-186.

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.

HANSPACH J., LOOS J., DORRESTEIJN I., VONWEHRDEN H., MOGA C. I. & DAVID A., 2015. – Functional diversity and trait composition of butterfly and bird communities in farmlands of Central Romania. *Ecosystem Health and Sustainability*, **1** (10) : 1-8 doi : 10.1890/EHS15-0027.1.

HILL M. O., 1973. – Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, **54** (2) : 427-432 doi : 10.2307/1934352.

HOWARD C., STEPHENS P. A., PEARCE-HIGGINS J. W., GREGORY R. D. & WILLIS S. G., 2014. – Improving species distribution models: the value of data on abundance. *Methods in Ecology and Evolution*, **5** (6) : 506-513 doi : 10.1111/2041-210X.12184.

HOWELL E. A., HARRINGTON J. A. & CLASS S. B., 2011. – *Introduction to Restoration Ecology*. 2<sup>e</sup> édition., Washington, DC : Island Press.

HUTCHINSON G. E., 1957. – Cold spring harbor symposia on quantitative biology. (*No Title*), **22**



: 415.

- 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.
- IPCC., 2021. – *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.*
- 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 Region, 132 p.
- KRUSKAL W. H. & WALLIS W. A., 1952. – Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, **47** (260) : 583-621 doi : 10.1080/01621459.1952.10483441.
- LE TREUT H., 2013. – *Les impacts du changement climatique en Aquitaine: un état des lieux scientifique*. Pessac, France : Presses universitaires de Bordeaux : LGPA-Editions.
- LÉGIFRANCE., Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043113964>  
Consulté le 25/1/2024.
- LEGRAND D., LARRANAGA N., BERTRAND R., DUCATEZ S., CALVEZ O., STEVENS V. M. & BAGUETTE M., 2016. – Evolution of a butterfly dispersal syndrome. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **283** (1839) doi : 10.1098/rspb.2016.1533.
- LINCOLN Y. S. & GUBA E. G., 1985. – *Naturalistic Inquiry*. SAGE, 422 p.
- LOPEZ L. C. S., DEAGUIAR FRACASSO M. P., MESQUITA D. O., PALMA A. R. T. & RIUL P., 2012. – The relationship between percentage of singletons and sampling effort: A new approach to reduce the bias of richness estimates. *Ecological Indicators*, **14** (1) : 164-169 doi : 10.1016/j.ecolind.2011.07.012.
- LUEDTKE J. A., CHANSON J., NEAM K., HOBIN L., MACIEL A. O., CATENAZZI A., BORZÉE A., HAMIDY A., AOWPHOL A., JEAN A., SOSA-BARTUANO Á., FONG C. A., DESILVA A., FOUQUET A., ANGULO A. ET AL., 2023. – Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*, **622** (7982) : 308-314 doi : 10.1038/s41586-023-06578-4.
- MACURRAN A. E., 2004. – *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd.: Oxford.,
- MALLARD F., 2014. – *Développement d'une méthode d'évaluation quantitative des effets des projets d'infrastructures de transport terrestre sur les milieux naturels*. France : Université Nantes Angers le Mans.
- MALLARD F., 2016a. – *Programme les sentinelles du climat. Tome I : Développement d'indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature.
- ., 2022. – *Climate Sentinels Program - Evolution of spatial diversity of butterflies and dragonflies in response to climate change and climate sanctuaries at a regional action scale. .*
- MALLARD F. (COORD.), 2016b. – *Programme les sentinelles du climat. Tome II : Protocoles d'échantillonnage des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature.
- ., 2017. – *Programme les sentinelles du climat. Tome IV : Ajustement des protocoles d'échantillonnage et analyses exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature.



- ., 2018. – *Programme les sentinelles du climat. Tome VI : Résultats exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature.
- ., 2019. – *Programme les sentinelles du climat. Tome VIII : Écologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature.
- MALLARD F. (COORD.)), 2021a. – *Programme les sentinelles du climat – Tome XI : Protocoles naturalistes standardisés de suivis des espèces sentinelles du climat en région Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature, 410 p.
- ., 2021b. – *Programme les sentinelles du climat – Tome X : Réponses des espèces animales et végétales face au changement climatique et pistes d'actions de conservation de la biodiversité en région Nouvelle-Aquitaine*. Le Haillan, France : C. Nature, 724 p.
- MARCON E., 2015. – *Mesures de la Biodiversité*. AgroParisTech.
- MATUTINI F., BAUDRY J., FORTIN M.-J., PAIN G. & PITHON J., 2021. – Integrating landscape resistance and multi-scale predictor of habitat selection for amphibian distribution modelling at large scale. *Landscape Ecology*, **36** (12) : 3557-3573 doi : 10.1007/s10980-021-01327-2.
- MIAUD C., 2022. – *Protocole d'hygiène pour le contrôle des maladies des amphibiens sur le terrain*. Ecole Pratique des Hautes Etudes (ed), 9 p.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT., 2005. – *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington, DC : World Resources Institute.
- MOURGUIART B., COUTURIER T., BRAUD Y., MANSON J., COMBRISON D. & BESNARD A., 2021. – Multi-species occupancy models: an effective and flexible framework for studies of insect communities. *Ecological Entomology*, **46** (2) : 163-174 doi : 10.1111/een.12991.
- MUCCHIELLI A., 2009. – *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines*. Armand Colin.
- 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. & FROSSARD P.-A., 2013. – *Mares et étangs: Ecologie, conservation, gestion, valorisation*. PPUR Presses polytechniques.
- 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.
- PAVOINE S., BONSALE M. B., DUPAIX A., JACOB U. & RICOTTA C., 2017. – From phylogenetic to functional originality: Guide through indices and new developments. *Ecological Indicators*, **82** (Supplement C) : 196-205 doi : 10.1016/j.ecolind.2017.06.056.
- 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.
- 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.
- PRONIEWSKI F., 2022. – *Créer une mare : un point d'eau, une baignade naturelle*. Editions Eugen Ulmer, 123 p.
- PRONOST M., 2019. – *Le rôle des mares pour une meilleure résilience des territoires face aux changements climatiques - Synthèse bibliographique 2019*. PRAM Normandie.
- RIHI 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.
- ROBERTS D. R., BAHN V., CIUTI S., BOYCE M. S., ELITH J., GUILLERA-ARROITA G., HAUENSTEIN S., LAHOZ-MONFORT J. J., SCHRÖDER B., THUILLER W., WARTON D. I., WINTLE B. A., HARTIG F. & DORMANN C. F.,



2017. – Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. *Ecography*, **40** (8) : 913-929 doi : 10.1111/ecog.02881.
- ROGEON G. & SORDELLO R., 2013. – *Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Triton marbré (Triturus marmoratus (Latreille, 18080)) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques.*
- 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.
- SARDAN J.-P. O. DE., 2008. – *La rigueur du qualitatif: les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique.* Academia-Bruylant, 374 p.
- SFO & MNHN., 2011. – *Suivi temporel des Libellules STELI.* Société Française d'Odonatologie; Muséum National d'Histoire Naturelle.
- 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.*, 134 p.
- ., 2022. – Créer une mare. <https://www.snpn.com/creer-une-mare/>.
- 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.
- 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.
- VALAVI R., GUILLERA-ARROITA G., LAHOZ-MONFORT J. J. & ELITH J., 2022. – Predictive performance of presence-only species distribution models: a benchmark study with reproducible code. *Ecological Monographs*, **92** (1) : e01486 doi : 10.1002/ecm.1486.
- YIN R. K., 2017. – *Case Study Research and Applications: Design and Methods.* SAGE Publications, 509 p.

# **Annexes**



**Annexe 1. Recommandations/besoins/idées des acteurs permettant d'identifier de grands enjeux pour nourrir les axes de travail du comité de pilotage national sur les mares.**

Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
<b>Connaissances liées aux mares</b>		
<b>Pressions et menaces subies par les mares</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'impact du changement climatique : abaissement des nappes phréatiques, diminution de la pluviosité, assèchement</li> <li>2. Les comblements/remblaiements, volontaires ou non</li> <li>3. Pertes d'usages/abandon/perte d'intérêt</li> <li>4. Les pollutions d'origine agricoles</li> <li>5. L'urbanisation et l'artificialisation des sols</li> <li>6. La fragmentation des habitats et la déconnexion des réseaux écologiques</li> <li>7. Les changements de pratiques agricoles, l'intensification des cultures ou de l'élevage, augmentation de la charge pastorale</li> <li>8. Introduction de poissons</li> </ol>	<p>Certaines de ces pressions sont connexes et ne doivent pas être analysées de manière isolée. Ces données ne sont pas uniquement précieuses pour notre étude, mais le seront dans le futur pour établir plus clairement les priorités d'actions, en concertation avec les acteurs locaux.</p> <p>Nécessaire engager une réelle réflexion sur les effets du changement climatique, notamment pour pallier le stress hydrique subi par les mares dans le sud de la France</p>
<b>Réglementation, Définitions/typologies des mares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>∅ <b>Seulement 8% des répondants utilisent une même définition des mares</b>, soit celle de Sajaloli B. et Dutilleul C.(2001). Une grande majorité de répondants utilisent leur propre définition des mares.</li> <li>∅ <b>Plus de 80%</b> des répondants considèrent que les mares sont incluses dans la catégorie des zones humides.</li> </ul>	<p>Il est nécessaire de clarifier la réglementation, les acteurs ne sont pas assez informés, notamment les agences d'Etat. Besoin de clarifier la réglementation afin qu'elle soit correctement appliquée. Cela influence directement les méthodes de gestion et de protection des mares par tous les acteurs.</p>

Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		<p>Réfléchir à un élargissement de la typologie des mares: par exemple les bassins de rétention abritent parfois des espèces d'amphibiens inféodées aux mares</p> <p>Considérer les mares en tant d'écosystèmes et pas uniquement en tant que plans d'eau, ce qui limite l'appréhension des enjeux mares auprès des décideurs.</p>
<p><b>Inventaires, observatoires et protocoles</b> -Recensement des mares et mares en gestion</p>	<p>∅ En l'état actuel des connaissances, et compte tenu des biais des répondants aux questionnaires, le nombre de mares total en France est d'environ 1 121 179. Se rapprocher au mieux de la réalité est jugé nécessaire par les acteurs.</p> <p>∅ Au total, 60 804 mares sont gérées par les répondants</p>	<p>Nécessité d'une réelle volonté pour inventorier les mares à long terme et d'assurer les moyens de mise à échelle de ces actions.</p> <p>Recouper les couches nationales avec les couches des autres inventaires régionaux des programmes et observatoires.</p> <p>Coordonner les acteurs nationaux, régionaux, départementaux sur l'inventaire.</p> <p>Donner un identifiant commun à chaque mare.</p>
<p><b>Inventaires et observatoires - protocoles</b></p>	<p>∅ S'il existe des protocoles nationaux pour attester de l'état des mares, ils ne sont pas réunis en un protocole mare dédié utilisé sur tout le territoire.</p> <p>∅ En ce qui concerne les protocoles naturalistes, il n'existe pas de standardisation à l'échelle nationale</p> <p>∅ Une majorité des répondants utilise cependant les protocoles nationaux suivants, les protocoles POP, Steli, les protocoles issus de la boîte à outils Mhéo .</p> <p>∅ Au niveau national :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 53% des répondants utilisent des protocoles nationaux,</li> </ul>	<p>Considérant ces éléments d'analyse, les données existantes pour attester de l'état des mares ne sont pas disponibles, ce qui pose plusieurs défis :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Multiplicité d'indicateurs qui ne permettent pas de définir des échelles d'état des mares</li> <li>· Remontées de données multiples peu analysables pour identifier des secteurs à enjeux</li> <li>· Actions de connaissance sur les mares qui ne poursuivent pas des objectifs communs, donc utilisation de ressources pas optimales</li> </ul>



Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>33%</b> des répondants utilisent d'autres protocoles que les protocoles nationaux,</li> <li>· <b>15%</b> déclarent ne pas utiliser de protocoles</li> </ul>	<p>En découle un besoin de mise en cohérence des protocoles pour les mares afin qu'il y ait des directives claires et le développement d'outils d'aide à la décision sur toute la France.</p>
<b>Inventaires et observatoires protocoles</b>		<p>Les protocoles sont parfois trop codifiés et peu adaptés aux acteurs locaux (manque de temps, de moyens, différence dans les zones étudiées, etc.). Il faut laisser de la latitude à ces derniers, faute de ne pas avoir un consensus dans l'utilisation des protocoles.</p>
<b>Inventaires et observatoires - Atlas national</b>	<p>∅ <b>Les acteurs sont en demande d'unifier les données et de les voir centralisées. Pour rappel 89% des acteurs</b> expriment le souhait de voir émerger une plateforme ou un atlas national des mares qui remplirait les fonctions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recensement des mares.</li> <li>• Centralisation des outils relatifs aux mares.</li> <li>• Mise en avant des initiatives des acteurs sur les territoires.</li> </ul>	<p>Il y a un réel besoin chez tous les types d'acteurs, d'un atlas évolutif, esthétique (efficace), qui centralise les données liées aux mares et les actions sur celles-ci.</p>
Connaissances Faune et Flore		Besoin de développement de connaissance sur la flore aquatique
Connaissances mares et carbone		Besoin de développer plus de connaissances sur le sujet : les mares en tant que puits de carbone.
Connaissances Espèces Exotiques Envahissantes		Une structure nationale référente doit développer des programmes de recherche-action à ce sujet

Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
<b>Recherche et analyse des données</b>		
	<p>∅ Les mares sont le plus souvent étudiées selon un prisme faune/flore: Végétation – 54% des répondants ; Herpétologie – 42% ; Odonates – 40% (Figure 26). 35% des répondants utilisent des critères d'évaluation intégrés (faune, flore, pédologie, hydrologie,etc.)</p>	Nécessaire de développer des objectifs de recherches communs aux acteurs des mares.
<b>Inventaires et observatoires – Outils de recueil de données, Gestion des données et transmission des données</b>	<p>∅ Il existe une utilisation hétérogène d'outils de recueil et de bases de données parmi les acteurs.</p> <p>∅ Une grande majorité des acteurs souhaitent utiliser ces données, les analyser, pour par exemple identifier des secteurs à enjeux.</p>	Lancer une réflexion nationale pour pallier le manque d'utilisation unifiée d'outils et de bases de données
	<p>∅ 53% des répondants téléverse ces données directement ou indirectement ses données aux SINP locaux</p>	Trouver des moyens pour éviter les doublons
		Besoin d'améliorer les flux de récupération de données auprès des acteurs locaux
<b>Identification de secteurs à enjeux</b>	<p>∅ 44% des répondants déclarent identifier des secteurs à enjeux</p> <p>∅ 32% d'entre eux le font à dire d'experts et 9.5% en utilisant des techniques de modélisation corrélative</p>	Besoin d'homogénéiser les transferts de données et les protocoles. Primordial de mobiliser les régions sur cette thématique.
		Il existe un manque de coordination, d'objectifs et de maturité technologique pour analyser ces méthodes d'identification (à relier avec les manques en termes de protocoles d'évaluation de l'état des mares



Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
<b>Identification de secteurs à enjeux – modélisation corrélative</b>	∅ 63% des répondants se prononçant sont intéressés pour développer ces méthodologies	Développer un groupe de travail sur cette question afin de centraliser les actions au service des acteurs de terrain. Identifier un ou deux acteurs qui mènent la centralisation des données et proposent des axes de recherche pour identifier des secteurs à enjeux sur tout le territoire.
<b>Recherche/Action</b>		Il est nécessaire d'engager plus de programmes de recherche/action pour lier les mondes de la recherche aux acteurs opérationnels
<b>Gouvernance, réseaux et stratégies</b>		
	<p>Les trois types d'organisations les plus représentées dans l'étude, <b>soit 78% du total</b> (Figure 2), sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>87</b> sont des Associations loi 1901, <b>soit 48%</b> des répondants</li> <li>· <b>28</b> sont des Collectivités, soit 15% des répondants</li> <li>· <b>27</b> sont des Syndicats mixtes 15% des répondants</li> </ul> <p>La répartition des échelles d'intervention est hétérogène (Figure 4) bien que les approches de gestion des mares semblent être locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>71%</b> des répondants opèrent à l'échelle départementale, des bassins versants et à l'échelle communale ;</li> <li>● <b>38%</b> des répondants opèrent à l'échelle régionale</li> </ul>	Cela indique une approche de gestion des mares au niveau local, d'où la nécessité de développer des objectifs nationaux en prenant compte des particularités locales.

Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<p><b>83% des répondants</b> ne se fondent pas sur les documents stratégiques des politiques publiques environnementales nationales (4<sup>e</sup> PNMH, SNB 2030) pour élaborer leurs programmes relatifs aux mares.</p>	<p>Ces documents sont perçus comme étant déconnectés des réalités du terrain et ne prennent pas suffisamment en compte les mares.</p>
<p><b>Réseau National Mares – Stratégie nationale pour les mares, groupes d'actions, etc.</b></p>	<p><b>83% des répondants</b> souhaitent rejoindre un réseau national pour les mares</p>	<p>La majorité des répondants exprime le souhait de voir émerger un plan national d'action pour les mares, certains souhaitant qu'il soit associé au PNMH (Plan National des Milieux Humides).</p>
	<p><b>72% des répondants</b> souhaitent voir apparaître une coordination sur les actions mares du local au global (départemental, régional, national), porté par un réseau d'acteurs, dans le cadre de politiques publiques nationales dédiées aux mares</p>	<p>Il existe une réelle nécessité de développer un réseau holistique national pour les mares, coordonné par plusieurs acteurs et décliné sur les territoires.</p>
<p><b>Actions régionales de gouvernance pour les mares</b></p>	<p><b>78% des répondants</b> souhaitent intégrer un ou plusieurs groupes d'échanges qui débouchent sur des collaborations concrètes.</p>	<p>Les initiatives qui semblent les plus efficaces sont lancées au niveau régional (Comme les Programmes Mares de la FCEN ou FNE), avec plusieurs acteurs référents chargés de la coordination. Ces acteurs gèrent des thématiques spécifiques (connaissance, actions, CESP) et cette coordination se reflète également au niveau départemental pour englober un maximum d'acteurs.</p>
	<p><b>75% des répondants</b> ne participent pas à un programme mares au niveau régional</p>	<p>Les régions les plus avancées sur la question des mares sont celles qui disposent d'un programme ou d'une stratégie spécifique à ce sujet couplé à une instance de gouvernance ou de coordination dédiée. Il faut les soutenir plus encore pour combler les manques persistants :</p>



Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<p>Les régions présentant un programme mares régional sont aussi en moyenne celles avec les meilleurs moyens mis en œuvre pour les programmes mares.</p>	<p>que ce soit en termes de connaissance des mares, des acteurs ou des actions menées.</p> <p>Dans les régions où la coordination est bien établie, les acteurs régionaux mutualisent leurs ressources pour obtenir des financements, qui sont ensuite redistribués aux acteurs locaux.</p> <p>Dans certaines régions, comme celles où existent Programmes Régionaux d'Actions pour les Mares, on observe une segmentation des acteurs en fonction de leurs compétences et des besoins locaux. Ces acteurs collaborent fréquemment avec des collectivités pour faciliter leurs actions. Les rôles typiques comprennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acteurs coordonnant au niveau régional les organisations engagées pour les mares.</li> <li>- Acteurs intervenant directement sur les mares : connaissance, suivi, conservation, restauration, création.</li> <li>- Acteurs spécialisés dans le conseil et l'accompagnement pour renforcer les compétences des décideurs et des acteurs économiques locaux.</li> </ul>
<p><b>Prise en comptes des enjeux mares par les pouvoirs institutionnels</b></p>		<p>Nécessité que l'Etat prenne conscience de l'importance du financement d'actions de coordination à tous les niveaux, cruciales pour la mise à échelle d'actions de terrains efficaces pour les mares.</p> <p>Les départements doivent se rendre compte des enjeux forts que représentent les mares pour leurs territoires</p>

Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		Besoin de réunir les financeurs majeurs, afin de lancer des stratégies communes. Il y a de leur côté un manque de connaissance qui impacte la priorisation des actions.
		Les enjeux urbains sont importants et les mares sont des milieux qui ne sont pas assez considérés . Les communes peuvent aider à faire le lien avec les propriétaires, intéressant si les communes portent les comités Natura 2000 directement.
		Garantir des financements et des capacités pour des acteurs sillonnant les territoires à l'image des « pèlerins », qui animent, convainquent, conseillent et accompagnent les communes afin d'engager des projets. Ce de manière réfléchie et zonée.
		Manque d'un lien plus étroit entre les départements et les programmes pour les mares portés par des associations, il faut développer des méthodes de transmission d'information plus efficaces.
		Développement de plus de pédagogie par l'état sur les mares
		Développer en région et dans les départements les compétences environnementales, qui ne le sont pas assez par rapport aux compétences de l'aménagement et de l'ingénierie.
		Les acteurs départementaux constatent une inégalité dans la valeur accordée à la préservation de l'environnement
		Développer la notion de contrats aidés liés à l'environnement



Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		Développer et standardiser la réinsertion des détenus à travers l'action environnementale
		Développer et massifier le travail d'intérêt général des contraventions et petits délits en faveur des projets de proximité de restauration des mares.
<b>Programmes des agences de l'eau – recommandations, besoins</b>		Favoriser une culture de la décentralisation pour relier les acteurs de l'administration avec les acteurs associatifs
		Généraliser les programmes de marathons de la Biodiversité lancés par l'AERMC qui motivent de nombreuses collectivités
		Les agences de l'eau doivent mobiliser les syndicats de bassins, CLE du SAGE, puis aider à leur coordination avec l'Organisation internationale de l'eau et les CPIEs
		Certains acteurs évoquent le besoin de généraliser la trame turquoise
		Les collectivités dotées de contrats verts et bleus bénéficient de beaucoup de financement, donc sont extrêmement motivées pour agir. Mais ces stratégies sont développées et en silos et pas reliées, ce qui entraîne des conséquences sur l'impact des actions de terrain.
<b>Gouvernance en région spécifique – Nouvelle-Aquitaine</b>		Nécessité d'une volonté politique forte de réunir les acteurs de la région en réseau pour lancer une stratégie mare pérenne.
		Porter une attention particulière dans cette région où le changement de régions semble avoir eu un impact considérable sur les actions des

Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		structures environnementales et des départements sur la thématique écologique.
<b>Acteurs spécifiques - ONF</b>		L'Etat doit considérer l'ONF qui est un des premier organisme gestionnaire de des mares à l'échelle du territoire, aussi notamment sur le littoral (550 km en gestion) Il y a des éléments de stratégies qui sont mis en place mais qu'il faut des moyens humains pour les déployer. Les partenariats ne suffisent pas, pour mettre à échelle les actions il faut déployer des moyens. Les besoins sont évalués à au moins un demi-ETP en plus au niveau national ,en plus qui allouent ce temps exclusivement aux petites zones humides, garantir du temps à ce sujet dans les 6 directions territoriales.
		Générer un rapprochement des directions ONF et programmes mares. Tous les interrogés de l'ONF sont en demande d'une intégration aux actions mares nationales, régionales, départementales.
<b>Acteurs – agriculteurs, éleveurs</b>		Il est crucial de créer des ponts avec tous les acteurs : agriculteurs, éleveurs, gestionnaires de l'eau, etc.
		Charte entre les services de l'état et chambres d'agriculture pour protéger les mares
<b>Recommandations, idées, besoins stratégiques</b>		Les stratégies doivent être développées sur le temps long sans revenir en arrière.
		La stratégie mare doit être lancée en croisant les dossiers entre les différents financeurs
		La stratégie nationale doit être au service des stratégies régionales.



Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		La prochaine stratégie pour les mares doit être le fruit d'une réflexion et d'une recherche dans des autres stratégies de politiques publiques en faveur ou non des mares, afin d'identifier les blocages pouvant entraver les actions prévues, et qu'elle soit complémentaire.
		Déclinaison réelle d'une stratégie opérationnelle, pas uniquement des effets d'annonce qui évoluent abruptement. Prendre le temps de développer des stratégies capables d'être résilientes dans la durée
<b>Construction des projets de coordination</b>		Transformer la nomenclature des demandes de projets de « coordination » en « demandes liées à la mise en place d'actions de tremplin pour la mise à échelle des projets mares » afin que de telles dynamiques soient financées.

Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
<b>Planification territoriale - Protection, création et restauration de mares à long terme</b>		
<b>Restauration des mares – pratiques, portée nationale et difficultés</b>	<p>∅ Respectivement 70% et 57% répondants mènent à bien des projets de restauration et de création des mares</p> <p>∅ En l'état actuel des connaissances, 2 172 mares ont été restaurées en France depuis 20 ans. En l'état actuel des connaissances, 6477 mares ont été restaurées en France depuis 20 ans</p> <p>∅ Les actions de restauration et de création des mares sont aujourd'hui menées majoritairement : dans des actions ciblées dans des programmes mares – 32% des répondants ; Actions ciblées dans des programmes zones humides – 17% des répondants ; actions ciblées dans le cadre des programmes trames vertes, bleues et turquoises – 10.5%</p>	<p>Les acteurs pratiquent la restauration et la création de mares depuis longtemps et de manière systématique.</p> <p>Cependant, la pratique de quantification d'objectifs de restauration ou de création n'est pas généralisée à l'échelle nationale, ni dans toutes les régions de France.</p> <p>Il est nécessaire de passer à l'action :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le cadre d'objectifs nationaux communs, déclinés dans les régions (en fonction des réalités des territoires)</li> <li>- Dans le cadre de plans de gestion de création et de restauration couplés à des objectifs concrets et un suivi dans le temps de chacun des acteurs</li> <li>- Le suivi de ces objectifs doit être effectué aux niveaux régionaux à l'aide des programmes d'actions existants ou qui seront développés dans le futur.</li> </ul> <p>De plus, de nombreuses actions de restauration/création ne semblent pas remonter aux niveaux nationaux, faute de référents et outils de centralisation.</p>
	<p>Les difficultés majeures rencontrées par les acteurs dans le cadre de leurs projets de restauration ou création de mares sont principalement : le financement, l'accord des propriétaires privés, la réglementation et le manque de moyens humains</p>	



Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<p>Une grande part des répondants effectuent ces actions en tant qu'organisation de conseil et d'accompagnement pour d'autres structures</p>	<p>Il apparaît nécessaire de développer un réseau national structurant pour la restauration des mares, adossé aux acteurs de terrain compétents identifiés notamment à travers l'enquête. Ce réseau national doit pouvoir faire remonter les données de tous les acteurs pratiquant la restauration/création de mares.</p>
<p><b>Protéger et agir pour les mares</b></p>	<p>Un large éventail de méthodes sont utilisées pour protéger les mares, bien que celles-ci ne soient pas toutes spécifiques aux mares .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Règlements espèces protégées (APB, APPB)</li> <li>· La création d'aires protégées (Natura 2000, Réserves Biologiques ONF, ENS, RNN, RNR, PN, PNR, etc.),</li> <li>· Les conventions ORE,</li> <li>· L'achat foncier de mares (CEN, départements et le conservatoire du littoral),</li> <li>· Intégration aux documents d'urbanisme</li> <li>· Le label Refuge Mare</li> <li>· Natura 2000</li> <li>· Les réserves biologiques</li> <li>· Refuge Grenouille</li> <li>· Protection forêts domaniales ONF</li> </ul> <p>Les répondants se fondent sur des textes officiels – lois, décrets, arrêtés et règlements locaux (SDAGE,SAGE, règlements d'aires protégées, PLU, etc.) divers dans le cadre de leurs programmes d'actions pour les mares. Principalement les SDAGE/SAGE à <b>29%</b> ; les Plans locaux d'urbanisme (PLU) à <b>22%</b> et les règlements aires protégées à <b>12%</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>∅ Nécessité d'utiliser le SRADDET et SCOTT pour une vision de terrain</li> <li>∅ Amélioration des montages administratifs pour qu'ils soient facilement mis en œuvre par les collectivités afin de lancer plus de projets de terrain.</li> <li>∅ Développer un processus adapté de restauration et de protection pour assurer l'impact à long terme des actions. Ce, avec tous les partenaires privés et publics de la chaîne d'actions.</li> </ul>

Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
Retours d'expériences et formation		Manque de données suite aux projets de restauration et de création. C'est un besoin important pour justifier ces projets auprès des financeurs.
		Retour d'expériences nécessaires sur la restauration et la création de mares avec des résultats écologiques, sur les apports à la fonctionnalité des réseaux etc.
		Très fort besoin de formations sur le sujet de la restauration, la création et la protection des mares. Notamment, de la part des jeunes agriculteurs.
Méthode de gestion/restauration		Développer un système de contrainte pour les acteurs de territoire afin qu'ils agissent et restaurent les petits milieux humides
		Besoin d'explorer la création de mares-abreuvoir en gravité
		Les mesures de compensation ne sont pas assez à la hauteur, ne prennent pas assez en compte la fragmentation des milieux
Création d'outils pour convaincre		Développement d'arsenal d'arguments en tous genres, fondés sur les enjeux locaux des élus et des communes pour engager plus de projets liés à la restauration des mares
<b>Communication Éducation Sensibilisation et Participation</b>		



Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
<b>Des compétences en sensibilisation et formation sur tout le territoire</b>	<p>67% des répondants mènent ou ont mené à bien des actions de sensibilisation</p> <p>Une part d'entre eux participe aux évènements de sensibilisation nationaux : Journée mondiale pour les zones humides – 40.3% ; Fréquence Grenouille– 25.4% ; Fête des mares – 26.5% ; Fête de la nature – 1.7%</p>	<p>Les acteurs ont conscience de l'importance de ce domaine thématique sur le territoire.</p> <p>Les organisateurs nationaux de ces événements doivent toucher plus d'acteurs sur le terrain pour sensibiliser plus localement à travers des événements dédiés ;</p>
<b>Un besoin d'homogénéisation dans les outils de communication utilisés</b>		<p>Besoin de plaquettes de sensibilisation au niveau national (inspiration SFEPM) ou par région, qui reprennent les connaissances générales sur les mares, permettent d'intégrer les spécificités régionales, d'apposer le logo des relais. Puis des guides techniques plus ciblé:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Particuliers qui veulent restaurer</li> <li>- Entreprises spécialisées</li> <li>- Collectivités</li> <li>- Agences d'état</li> </ul>
		<p>De manière générale, il faut mieux sensibiliser au niveau national des problématiques de poissons, de ragondins également, des écrevisses, qui colonisent même loin des réseaux hydrographiques.</p>
		<p>Besoin de sensibiliser les exploitants au sujet des mares pour qu'ils ne les considèrent plus comme des lieux insalubres. Celles-ci peuvent contribuer aux métiers de la production : agriculture, élevage.</p>

Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		Faire avancer la date de la fête des mares pour les régions où la sécheresse arrive plus tôt
<b>Sensibilisation et formation des acteurs institutionnels</b>		Il est nécessaire sensibiliser les agences de l'eau et leurs unités territoriales à l'utilité des mares
		Il est nécessaire de sensibiliser toutes les agences d'Etat et tous types, notamment celles liées à la santé (les ARS, par exemple) pour que les messages soient homogènes. Aujourd'hui, les ARS transmettent des messages catégorisant les mares comme insalubres, ce qui a un impact sur les actions des populations (comblements, remblaiements) et des agriculteurs, éleveurs.
		Développement nécessaire de supports juridiques pour les communes (gestion amont/aval de l'arrivée des eaux, gestion des mares, etc.)
		Formation des agents de l'État et des collectivités, pour éviter les comblements. Aussi pour qu'ils soient de réels moteurs dans la préservation des petites milieux humides
		Formation nécessaire des agents naturalistes de l'ONF aux protocoles nationaux. Ils utilisent des protocoles construits en interne qui ne correspondent pas à ceux des autres acteurs.
<b>Besoin de sensibilisation -Idées générales</b>		Besoins d'outils d'animation par cibles: monde agricole, décideurs, citoyens, très appropriables
		Sensibiliser les entreprises hydrauliques



Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
		Développer les formations pour répondre aux besoins des agriculteurs et des éleveurs
		Sensibiliser les têtes de réseaux avec tous les référents régionaux sur les aspects de réglementation, de protection
<b>Sensibilisation de la population, éducation, innover en suivant la notion d'appropriation culturelle et historique</b>		Développer au maximum les chantier participatifs
		Obligation de sorties mares pour les jeunes
		Générer l'appropriation culturelle des mares à travers des expérimentations de terrain, pour que les populations locales se sentent responsables et s'activent afin de préserver la biodiversité de proximité.
		Développer massivement les mares pédagogiques
		Penser les mares comme outil pédagogique, de réinsertion sociale, de liant culturel
<b>Financiers, types de et méthodes de financement</b>		
<b>Des besoins humains, de financement, à long terme, de manière efficace</b>	Plus de <b>60%</b> des répondants allouent de 0 à 0.5 équivalent temps plein (ETP) à leurs actions mares	<p>∅ Les associations locales manquent de ressources, tant humaines que financières sur pour leurs différentes actions liées aux mares, ce à long terme.</p> <p>∅ Statut juridique des associations : Il existe une réticence à financer les frais de fonctionnement des associations, quand ceux-ci sont fondamentaux au développement à long terme des</p>

Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<p>8 régions (Figure 53) capitalisent des budgets alloués aux actions mares supérieurs à 100 000 € : Occitanie – <b>964 000 €</b> ; Île-de-France – <b>577 467 €</b> ; Pays de la Loire – <b>403 000 €</b> ; Normandie – <b>237 167 €</b> ; Bourgogne-Franche-Comté– <b>216 500 €</b> ; Hauts-de-France – <b>199 967 €</b> ; Auvergne-Rhône-Alpes – <b>192 500 €</b> ; Nouvelle-Aquitaine – <b>149 500 €</b>.</p>	<p>actions sur le terrain. Ces frais ne sont pas perçus comme contribuant à renforcer leur capacité d'action</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>∅ Les actions financées sont trop ponctuelles avec des budgets parfois peu adaptés, il y a un besoin de stratégies de financement à long terme car leur allocation est fragmentée et peu efficace.</li> <li>∅ Cruel manque de financements à long terme pour les suivis, qui impactent tous les domaines thématiques liés aux mares et qui ne permettent pas la massification des actions à grande échelle.</li> <li>∅ Pas assez de financements pour les inventaires, primordiaux pour développer la connaissance des milieux, identifier des secteurs à enjeux. Ce sont des outils d'aide à la décision pour mieux prioriser les projets de financements et avoir plus d'impact sur le terrain.</li> <li>∅ Le manque de financement de structure impacte également pour élaborer la poursuite des démarches nécessaires à l'obtention de financements européens.</li> </ul>
<p>La répartition départementale du budget alloué aux actions mares indique les départements spécifiques où les budgets sont les plus élevés, en cohérence avec les 8 régions précédemment citées (Figure 54). Certains départements se démarquent cependant avec des budgets supérieurs à <b>100 000 €</b>: L'Aveyron (12), le Maine-et-Loire (49), la Vendée (85), la Vienne (86), le Tarn (81), le Tarn-et-Garonne (82), l'Aude (11), le Rhône (69), l'Orne (61), l'Eure (27), la Seine-Maritime (76), le Val d'Oise (95), les Hauts-de-Seine (92).</p>		



Domaine Thématique	Eléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<p><b>49%</b> des répondants ne disposent pas de financements pérennes pour leurs programmes mares. <b>24%</b> d'entre eux ne se prononcent pas, <b>23%</b> déclarent disposer d'assez de financements, 4% d'entre eux considèrent que leurs financements leur permettent moyennement la pérennité de leurs programmes</p>	
	<p>Dans les régions de France, les résultats varient significativement selon les régions.</p>	<p>Il est nécessaire d'explorer la création d'une ou plusieurs cellules de soutien des acteurs pour augmenter la captation des fonds européens, notamment en lien avec les départements</p>
	<p><b>61%</b> des répondants déclarent ne pas disposer d'assez de financements pour leurs programmes mares. <b>25%</b> d'entre eux déclarent disposer d'assez de financements. 13% des répondants ne se prononcent pas</p>	
	<p><b>56% des répondants</b> ne disposent pas d'assez de connaissances sur les financements disponibles</p>	<p>Assurer une veille des outils de financements/financement disponible et un ruissellement de l'information vers les acteurs de terrain</p>
<p><b>Lien entre les financeurs, cohérence des actions</b></p>	<p>Voici, dans l'ordre, les financeurs/types de financements majeurs mobilisés pour les actions mares (Figure 60)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agences de l'eau,</li> <li>2. Les régions,</li> <li>3. Les départements,</li> <li>4. Les fonds européens,</li> <li>5. Appels à projets ponctuels sur des subventions étatiques,</li> <li>6. Les communes,</li> <li>7. Les financeurs privés,</li> <li>8. L'OFB</li> </ol>	<p>∅ Les principaux bailleurs de fonds, notamment les agences de l'eau, ne présentent pas de cohérence dans leurs politiques de financement des mares.</p> <p>∅ Les agences de l'eau ont une opportunité de trouver de la cohérence entre elles et avec les deux autres financeurs principaux : les régions et les départements</p>

Domaine Thématique	Éléments de l'analyse	Interprétation – besoins – idées des acteurs
	<p>9. La DREAL</p> <p>Cette tendance varie selon les régions, bien que l'Agence de l'eau, les régions et les départements restent les financeurs majeurs des projets liés aux mares</p>	<p>∅ Une demande commune des acteurs, en lien avec le succès des différents programmes : Faire évoluer les programmes des trames pour qu'ils financent les inventaires et suivis</p>
<p><b>Encourager les actions par tous les acteurs en innovant dans les méthodes de financement</b></p>		<p>Développer des mécanismes pour mieux rémunérer les agriculteurs dans les projets de compensation</p>
		<p>Relancer les paiements pour services environnementaux pour les agriculteurs et offrir des opportunités qui concurrencent la méthanisation. Les agriculteurs ont un problème de financements pour ces actions, bien qu'ils gèrent une partie non négligeable de la biodiversité.</p>
<p><b>Les départements, acteurs cruciaux pour les actions mares</b></p>		<p>Généraliser les financements des actions mares par les départements dans le cadre de schéma d'aménagement des milieux naturels, notamment à travers les financements ENS.</p>
		<p>Développer la restauration et création des propriétaires grâce aux aides départementales.</p>
		<p>À travers l'outil foncier des départements: pousser des alliance Associations/départements, pour aller engager des communes à acquérir, restaurer, protéger des mares sur les territoires</p>

