



**HAL**  
open science

**Programme les sentinelles du climat – Tome XI:  
Protocoles naturalistes de suivis des effets du  
changement climatique sur les espèces en région  
Nouvelle-Aquitaine**

Fanny Mallard

► **To cite this version:**

Fanny Mallard. Programme les sentinelles du climat – Tome XI: Protocoles naturalistes de suivis des effets du changement climatique sur les espèces en région Nouvelle-Aquitaine. C. Nature. 2021. hal-03647284

**HAL Id: hal-03647284**

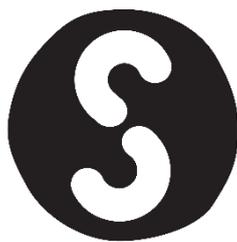
**<https://hal.science/hal-03647284v1>**

Submitted on 20 Apr 2022

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

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

Décembre 2021



## les sentinelles du climat



### Programme « Les sentinelles du climat » (2016–2021)

### TOME XI

Protocoles naturalistes standardisés de suivis  
des espèces sentinelles du climat en région Nouvelle-Aquitaine

Fanny Mallard

Coordnatrice responsable du programme de recherche les sentinelles du climat

Cistude Nature – [fanny.mallard@cistude.org](mailto:fanny.mallard@cistude.org) – 05.56.28.47.72





« Nous faisons partie du vivant et nous sommes complètement dépendants. La biodiversité, c'est la matrice dans laquelle nous vivons. Or certains dommages sont irréversibles : une fois qu'une espèce a disparu, elle a disparu. [...] La difficulté est d'appréhender [cette] évolution globale, qui précisément imbrique les enjeux climatiques et de biodiversité. [Le programme les sentinelles du climat] recherche des indicateurs fiables en travaillant à partir d'espèces de faune et de flore emblématiques. [...] Au-delà de leur propre destin, [ces sentinelles] nous apportent de précieux enseignements sur ce qui peut advenir. C'est d'autant plus important que le dérèglement climatique, troisième facteur de changement chez les espèces selon l'IPBES, pourrait bientôt devenir le premier. [...] ».

Hervé Le Treut,  
Climatologue à l'Institut Pierre-Simon Laplace, membre de l'Académie des sciences,  
Président d'honneur du Conseil scientifique du programme les sentinelles du climat.  
Sciences et éthique, La Croix, mardi 1<sup>er</sup> juin 2021.

**Référence bibliographique à utiliser :**

Mallard F. (coord.), 2021. Programme les sentinelles du climat – Tome XI : Protocoles naturalistes de suivis des effets du changement climatique sur les espèces en région Nouvelle-Aquitaine, C. Nature : Le Haillan, Gironde, 410p.

**Coordination :**

Fanny Mallard<sup>1,2</sup>

**Auteurs\* et contributeurs\* :**

Anna Hover<sup>3</sup>, Anthony Le Foulher<sup>3</sup>, Clément Cléro<sup>3</sup>, David Rosebery<sup>6</sup>, David Soulet<sup>5</sup>, Delphine Boulet<sup>6</sup>, Emilie Loutfi<sup>1</sup>, Emilie Sautret<sup>6</sup>, Emma Valadas<sup>1</sup>, Emmanuel Corcket<sup>10</sup>, Fanny Mallard<sup>1,2</sup>, Frédéric Fy<sup>3</sup>, Gaëlle Caublot<sup>7</sup>, Gilles Bailleux<sup>5</sup>, Grégory Caze<sup>3</sup>, Guillemette Labadie<sup>1</sup>, Isabelle Charissou<sup>4</sup>, Jérémie Pioch<sup>3</sup>, Kévin Romeyer<sup>3</sup>, Laurent Chabrol<sup>4</sup>, Laurent Ferchaud<sup>6</sup>, Ludovic Olicard<sup>8</sup>, Marie Caillaud<sup>3</sup>, Marie-Lise Benot<sup>10</sup>, Marta Infante Sanchez<sup>8</sup>, Mathieu Molières<sup>1</sup>, Matthieu Berroneau<sup>1</sup>, Maud Berroneau<sup>1</sup>, Maximilien Lavagna<sup>1</sup>, Mickaël Mady<sup>4</sup>, Olivier Nawrot<sup>4</sup>, Paul Tourneur<sup>6</sup>, Pierre Lafon<sup>3</sup>, Pierre-Yves Gourvil<sup>5</sup>, Romain Bissot<sup>3</sup>, Sandy Bulté<sup>1</sup>, Sophie Laugareil<sup>9</sup>, Thomas Ruys<sup>1</sup>, Anouk Glad<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cistude Nature

<sup>2</sup> UMR 5319 PASSAGES Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

<sup>3</sup> Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (CBNSA)

<sup>4</sup> Conservatoire botanique national du Massif central (CBNMC)

<sup>5</sup> Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine (CEN Aquitaine)

<sup>6</sup> Office national des forêts (ONF)

<sup>7</sup> Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL)

<sup>8</sup> Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP)

<sup>9</sup> Réserve Nationale d'Arjuzanx

<sup>10</sup> Université de Bordeaux

---

\* Les auteurs sont les personnes qui ont rédigé le chapitre et sont positionnées par ordre de contribution. Les contributeurs correspondent à toutes les personnes qui ont participé à la récolte des données, à la gestion des données, les analyses, etc. Par définition, les auteurs sont aussi des contributeurs.

### **Avant-propos**

Ce document est réalisé dans le cadre du programme de recherche « Les sentinelles du climat » (2016–2021) sur l'étude des effets du changement climatique sur la biodiversité à l'échelle de la région Nouvelle-Aquitaine. Ce programme de recherche action et sa démarche ont été fondés et développés par l'association Cistude Nature coordinatrice du programme en collaboration avec ses partenaires de la Région Nouvelle-Aquitaine.

### **Productions du programme les sentinelles du climat 2016–2021**

- Tome I : Développement d'indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine
- Tome II : Protocoles d'échantillonnage des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine
- Tome III : Cadre de la modélisation prédictive des réponses des espèces face au changement climatique en Nouvelle-Aquitaine
- Tome IV : Ajustement des protocoles d'échantillonnage et analyses exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine
- Tome V : Prise en compte des éléments paysagers dans la modélisation des répartitions des espèces sentinelles du climat
- Tome VI : Résultats exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine
- Tome VII : Vers la mise en place d'une base de données des suivis des espèces sentinelles du climat
- Tome VIII : Écologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine
- Tome IX : Connaître et comprendre pour protéger les espèces animales et végétales face au changement climatique
- 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
- Tome X Annexes : Cartes de répartition actuelle et future des espèces sentinelles du climat en région Nouvelle-Aquitaine
- Tome XI : Protocoles naturalistes standardisés de suivis des espèces sentinelles du climat en région Nouvelle-Aquitaine
- Tome XI Annexes : Fiches de description des unités d'échantillonnage des sites de suivis sentinelles en région Nouvelle-Aquitaine

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

Site internet du programme les sentinelles du climat : [www.sentinelles-climat.org](http://www.sentinelles-climat.org)

## Résumé

Les recherches sur le terrain sont essentielles pour comprendre les interactions entre les variations climatiques et la réponse de la biodiversité locale. La mise en place de protocoles de suivis standardisés à long terme des indicateurs climatiques et biologiques est nécessaire. En lien avec des données plus générales disponibles des observatoires naturalistes régionaux, elles seront la base de la caractérisation et des projections des impacts du changement climatique sur l'état de la biodiversité. Sur le territoire de la région Nouvelle-Aquitaine, une vingtaine d'indicateurs « sentinelles du climat » et des indicateurs météorologiques ont été développés dans 5 écosystèmes particulièrement sensibles de types dunaire, sec, humide, forestier et montagnard. Des plans d'échantillonnage des indicateurs ont été élaborés en 2016. L'année 2017 a été consacrée aux tests des protocoles scientifiques de suivis de la flore et de la faune sur 251 sites à travers la région qui ont été suivis jusqu'en 2021. Les premiers résultats exploratoires ont permis l'expérimentation des plans d'analyse et l'ajustement, l'optimisation des protocoles pour fournir des suivis scientifiques robustes à long terme. Cet ouvrage présente ces protocoles de suivis standardisés pour les indicateurs suivants :

- 1) la flore et les végétations des milieux sec, humide, montagnard et forestier ;
- 2) les insectes : 1- les lépidoptères des pelouses sèches, de landes humides et des pelouses de montagne, avec deux études spécifiques pour les espèces *Phengaris alcon* et *Parnassius apollo* ; 2- les Leucorrhines et cortège d'odonates associé des lagunes des Landes de Gascogne ; 3- *Gomphocerus sibiricus* et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne des Pyrénées-Atlantiques ;
- 3) les amphibiens : *Hyla molleri* des lagunes du triangle landais ; *Hyla arborea* des mares des landes et du bocage Picto-Limousin ; *Rana pyrenaica* des torrents de montagne ;
- 4) les reptiles : *Timon lepidus* des dunes grises du littoral aquitain ; *Zootoca vivipara* des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine ; *Iberolacerta bonnali* et les lézards gris des affleurements et éboulis rocheux de montagne ; *Vipera berus* et les vipères des landes humides d'altitude ;
- 5) les mammifères : *Marmota marmota* des pelouses et rocailles pyrénéennes.

Les objectifs de la mise en place de ces protocoles sont : 1) d'établir un état de référence de 2016 à 2021 des populations animales et végétales par la récolte de données protocolées pour les générations futures, 2) de constituer un réseau de surveillance des réponses des espèces face au changement climatique sur le long terme sur 10, 20 voire 30 ans.

**Mots clés :** amphibiens, échantillonnage, espèces, humidité relative, insectes, mammifères, protocoles, changement climatique, reptiles, suivis, température, végétation.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'Union Européenne (FEDER – Fonds Européen de Développement Régional), la région Nouvelle-Aquitaine, le Département de la Gironde et le Département des Pyrénées-Atlantiques pour leur soutien et le financement du programme « les sentinelles du climat ».

Nous remercions également les membres du conseil scientifique 2020 pour leurs avis, leurs analyses, et leurs conseils sur les méthodes, les protocoles, les modèles et les résultats de l'ensemble du programme :

Hervé Le Treut, Président d'honneur du conseil scientifique, Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie ; Yohana Cabaret, docteur, chargée de mission à AcclimaTerra, comité scientifique régional sur le changement climatique en Nouvelle-Aquitaine ; Sylvain Delzon, chercheur à l'INRA / Université de Bordeaux, UMR Biodiversité Gènes et Écosystèmes ; Gautier Cécile, Responsable du Service Climatologie du Sud-Ouest, Météo France ; Inge Van Halder, chercheur à l'INRA / Université de Bordeaux, UMR Biodiversité Gènes et Écosystèmes ; Oliver Lorvelec chercheur à l'INRA / Université de Rennes, UMR Écologie et Santé des Écosystèmes ; Claude Miaud, chercheur au CNRS, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive ; Benoît Sautour, Professeur – Université Bordeaux – UMR EPOC, Station Marine.

Enfin, l'association Cistude Nature (Directeur Christophe Coïc) remercie l'équipe de Cistude Nature et tous les partenaires du programme (par ordre alphabétique) :

AcclimaTerra, comité scientifique régional sur le changement climatique en Nouvelle-Aquitaine, Association « Le Champ des Possibles » Lachaud France, Association La Rabouillère, Association Locusta, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (CEFE), Centre d'Études Biologiques de Chizé (CEBC) – UMR 7372 CNRS, Centre permanent d'initiatives pour l'environnement Seignanx Adour (CPIE Seignanx Adour), CNRS Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, Communauté de Communes de Montesquieu, Communes (Bassens, Lanton, le Sen, Losse, Sabres, Saugnacq et Muret, Seignosse), Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP), Conservatoire botanique national du Massif central (CBNMC), Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (CBNSA), Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine (CEN Aquitaine), Conservatoire d'Espaces Naturels de Nouvelle-Aquitaine, Conservatoire du littoral, Département de la Gironde, Département des Landes, Department of Life Science National Taiwan Normal University, Department of zoology University of Wisconsin Madison WI 53706 USA, Fédération départementale des chasseurs des Landes, Ferme du Moulin de Rousset, GAEC Mas de Feix, GRAINE Aquitaine, Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin (GMHL), Groupement forestier de la lande du Thus, iEES Paris Sorbonne Université CNRS UMR 7618, Institut national de la recherche agronomique (INRA), Météo France – Direction Interrégionale Sud-Ouest, Études et Climatologie, Observatoire Aquitain de la Faune Sauvage (OAFS), Observatoire côte aquitaine, Office national des forêts (ONF), Parc National des Pyrénées, Parc naturel régional (PNR) des Landes de Gascogne, PNR Périgord-Limousin, Réserve Nationale d'Arjuzanx, Réserve naturelle nationale de l'étang de Cousseau, Réserve naturelle nationale de l'Étang Noir, Réserve Naturelle du Pinail, Réserve naturelle géologique de Saucats-La Brède, SCEA DULUCQ, Société entomologique du Limousin (SEL), Station d'Écologie Théorique et Expérimentale de Moulis CNRS UMR 5321, Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux du Bassin Versant et Étangs du Littoral Girondin (SIAEBVELG), Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de la Gartempe et Affluents (SMABGA), UMR 5319 PASSAGES Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Université d'Ottawa, Université de Bordeaux, Université de Bordeaux Montaigne, Université de Pau et Pays de l'Adour (UPPA), Université de Rennes, Université Pierre et Marie Curie; ainsi que les particuliers qui nous donnent accès à leur propriété pour réaliser des suivis (De Chenerrilles Isabelle, Farbos Philippe, Fillol Bernard, Hang Dao Jacqueline, Hermenault Dominique et Marie-Christine, Labarde Jean-Claude, Lacoste Joël, Lamothe Robert, Micon François, Montane de la Roque Philippe).



## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE I. INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES DUNAIRES .....</b>	<b>15</b>
Chapitre 1. Communautés végétales des dunes littorales non boisées .....	17
Chapitre 2. <i>Timon lepidus</i> (Daudin, 1802) – Lézard ocellé des dunes grises du littoral aquitain ..	29
<b>PARTIE II. INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES SECS .....</b>	<b>37</b>
Chapitre 3. Communautés végétales des pelouses sèches calcicoles .....	39
Chapitre 4. Populations de lépidoptères des pelouses calcicoles.....	47
<b>PARTIE III. INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES HUMIDES .....</b>	<b>63</b>
Chapitre 5. Communautés végétales des tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles .....	65
Chapitre 6. Populations des lépidoptères de landes humides.....	77
Chapitre 7. <i>Phengaris alcon</i> écotype « <i>alcon</i> » (Denis & Schiffermüller, 1775) – Azuré des mouillères des landes et prairies humides tourbeuses à paratourbeuses.....	87
Chapitre 8. <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) – Lézard vivipare des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine .....	99
Chapitre 9. <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758) et autres vipères dans les landes humides d'altitude.....	107
Chapitre 10. Communautés végétales des lagunes du plateau landais .....	117
Chapitre 11. Leucorrhines et cortège d'odonates associé des lagunes des Landes de Gascogne ..	127
Chapitre 12. <i>Hyla molleri</i> (Bedriaga, 1889) – Rainette ibérique des lagunes du triangle landais et <i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758) – Rainette verte des mares, des landes et du bocage Picto-Limousin .....	155
Chapitre 13. Communautés végétales des rives d'étangs arrière-littoraux.....	163
<b>PARTIE IV. INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS .....</b>	<b>171</b>
Chapitre 14. Communautés végétales de forêts à Hêtre de plaines.....	173
<b>PARTIE V. INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES MONTAGNARDS .....</b>	<b>185</b>
Chapitre 15. <i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758) – Apollon et cortège lépidoptérique associé aux pelouses thermophiles montagnardes.....	187
Chapitre 16. <i>Gomphocerus sibiricus</i> (Linnaeus, 1767) et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne .....	197
Chapitre 17. <i>Rana pyrenaica</i> (Serra-Cobo, 1993) – Grenouille des Pyrénées des torrents de montagne.....	207

Chapitre 18. <i>Iberolacerta bonnali</i> (Lantz, 1927) – Lézard de Bonnal et <i>Podarcis liolepis</i> (Boulenger, 1905) – Lézard catalan des affleurements et éboulis rocheux de montagne .....	215
Chapitre 19. <i>Marmota marmota</i> (Linnaeus, 1758) – La Marmotte des Alpes des pelouses et rocailles pyrénéennes .....	223
<b>PARTIE VI. INDICATEURS MÉTÉOROLOGIQUES.....</b>	<b>229</b>
Chapitre 20. Température et humidité relative de l'air .....	231
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>244</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>247</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>263</b>



# INTRODUCTION





*Auteur : Fanny Mallard*

---

### • Changement climatique et biodiversité

La biodiversité est essentielle comme solution pour contribuer à l'adaptation au changement climatique (UICN, 2017), mais elle est impactée par cette pression. 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). Parmi les principales causes du déclin de la biodiversité, par son ampleur et sa rapidité, le changement climatique est une préoccupation majeure à prendre en compte pour les écosystèmes, pour la flore et la faune sauvages (IPBES, 2019). Le changement climatique a également la particularité d'alimenter et d'amplifier les autres impacts, tels que la modification ou le changement d'utilisation des terres, la fragmentation de l'habitat, la surexploitation, la pollution, l'appauvrissement des écosystèmes et la propagation des espèces exotiques envahissantes (IPCC, 2014).

La combinaison du changement climatique et d'autres facteurs de pression anthropique réduira la capacité d'adaptation et de résilience de nombreuses espèces. Elle modifiera les écosystèmes et les paysages des régions tempérées comme en Europe, où elle conduira à des extinctions locales et régionales (MCKINNEY & LOCKWOOD, 1999 ; THOMAS *et al.*, 2004 ; FEEHAN *et al.*, 2009). L'ampleur, la vitesse et la direction de ces changements varient selon les régions. Les niveaux actuellement atteints restent faibles, mais les études sur l'évolution de la biodiversité montrent déjà que ces changements ont un impact sur les espèces des communautés végétales et animales (CAMERON & SCHEEL, 2001). Les projections indiquent qu'environ 20 à 30% de la biodiversité pourrait courir un risque accru d'extinction si les températures moyennes mondiales augmentent de plus de 2 à 3 °C au-dessus du niveau préindustriel (IPCC, 2014 ; BOZINOVIC & PÖRTNER, 2015 ; ALLEN *et al.*, 2018), sachant que le réchauffement climatique actuel est estimé à 1,07°C de 1850–1900 à 2010–2019 (IPCC, 2021). Pour relever le défi d'un avenir durable par la conservation de la biodiversité, cela nécessite davantage de données locales, de connaissances, d'actions et de suivis des interactions entre le changement climatique et la biodiversité.

Les effets directs sur la biodiversité liés au changement climatique sont difficiles à isoler des multiples facteurs de modifications des environnements, des facteurs qui se combinent dans le temps et dans l'espace. Le cas des écosystèmes terrestres illustre cette multiplicité d'interactions avec les impacts liés à l'aménagement du territoire brouillant notre compréhension (MALLARD, 2016a ; MALLARD & COUDERCHET, 2019). Ces incertitudes sont progressivement réduites grâce à des observations étalées sur le long terme, grâce à une meilleure compréhension des processus écologiques, par des techniques de traitements de données, par des choix de modèles complémentaires. Comprendre la réponse de la biodiversité au changement climatique pour mettre en place des stratégies de conservation nécessite: 1) de combiner les échelles régionale et locale (ROOT & SCHNEIDER, 2006), 2) de rassembler les données fiabilisées disponibles en réalisant des observations de terrain avec des protocoles standardisés, 3) enfin communiquer des informations agrégées aux différents acteurs du territoire.

La compréhension et le suivi des effets locaux du changement climatique sur la biodiversité deviennent alors essentielle pour orienter les politiques environnementales et celles de gestion des espaces naturels. Le manque de connaissances au niveau régional a conduit au développement d'un programme de recherche « les sentinelles du climat » (2016–2021) (MALLARD & COUDERCHET, 2019). Il

pose en liminaire la problématique suivante : Comment évaluer et prédire la réponse de la biodiversité régionale au changement climatique ? Le défi est de développer les moyens, les méthodes pour la connaissance de ces fonctionnements multi-échelles, de coupler les variables intensives dans l'espace et dans le temps, de combiner en discussion différents regards disciplinaires, tout cela en facilitant la diffusion et la circulation multi-publics des connaissances.

- **La région Nouvelle-Aquitaine : un laboratoire d'étude à ciel ouvert**

L'échelle régionale est un niveau de décision politique intermédiaire pertinent pour la mise en œuvre d'actions de lutte contre le changement climatique (LE TREUT, 2013), de préservation de la biodiversité et de médiation (MALLARD & COUDERCHET, 2019). À cette échelle, il est possible de mobiliser une communauté d'acteurs entre science et société et de la placer dans le cadre d'un processus de recherche. Cette « recherche-action » doit reposer sur une méthodologie scientifique indépendante de l'observateur. L'objectif est d'observer, de mesurer, d'analyser et de modéliser l'impact du changement climatique sur l'état de la biodiversité, de proposer des solutions pour la conservation des espèces et d'en assurer le suivi dans le temps. Suite aux travaux du Comité Scientifique Régional sur le Changement Climatique en région Nouvelle-Aquitaine (LE TREUT, 2013) constatant le manque de connaissances couplées climat-biodiversité au niveau régional, le programme de recherche « sentinelles du climat » dans la région Nouvelle-Aquitaine a été mis en place (MALLARD, 2016a). Cette région est un laboratoire à ciel ouvert pertinent pour son contexte géographique océanique, montagnard et planitiaire. Elle est exposée au changement climatique et présente une grande variété d'écosystèmes naturels.

La Nouvelle-Aquitaine est une région administrative française créée par la réforme territoriale de 2015. Elle compte douze départements au total. Elle forme la plus vaste région de France (84 000 km<sup>2</sup>) et la 3<sup>ème</sup> la plus peuplée de l'hexagone avec 6 millions d'habitants (Chiffre INED au 1er janvier 2021). Elle s'étend au sud-ouest de la France, en latitude des paysages pyrénéens de montagne jusqu'aux marges ligériennes au nord ; à l'ouest de la façade atlantique aux plateaux limousins du Massif central à l'est. La partie la plus septentrionale du secteur Poitou-Charentes s'étend sur des plateaux à vocation agricole et viticole. Dans le quart sud-ouest se situent les landes de Gascogne avec une forêt principalement constituée de pins de près d'un million d'hectares (Fig. 1).

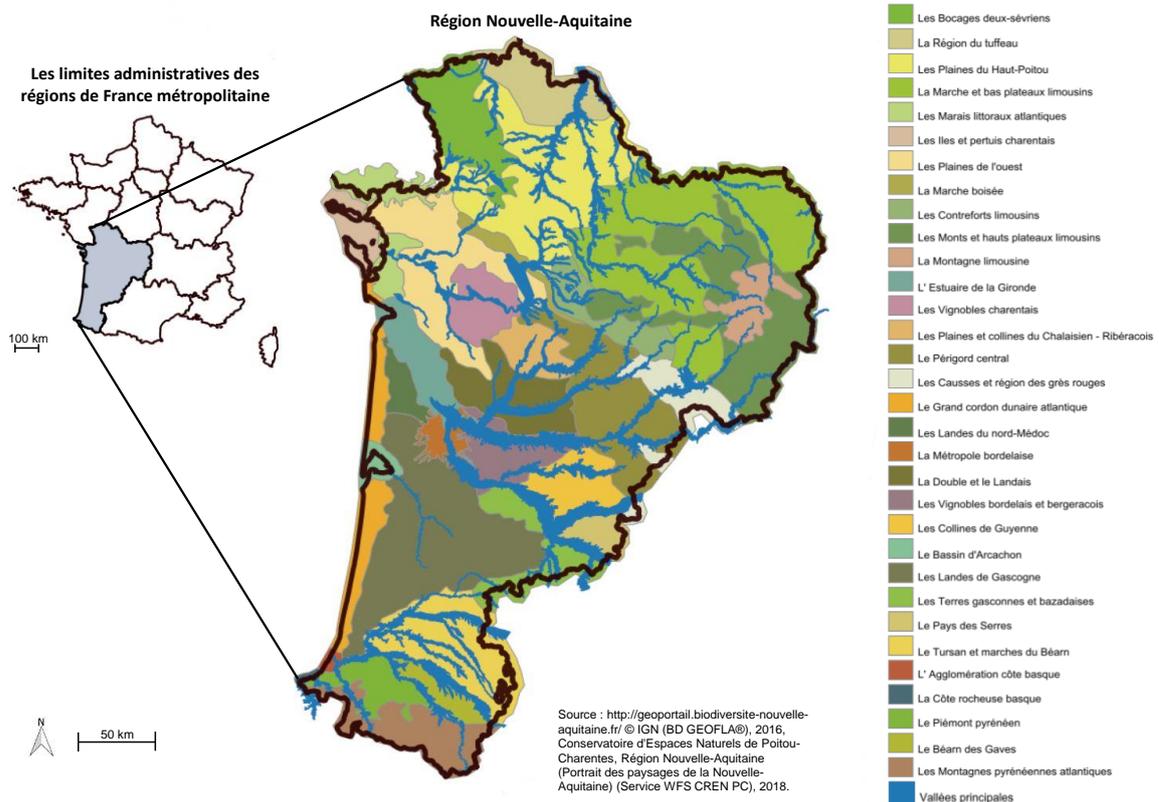


Fig. 1. Carte des secteurs paysagers de la région Nouvelle-aquitaine (Sud-ouest de la France).

La diversité des milieux naturels se cale ainsi sur un triple gradient, altitudinal de plaine à haute montagne, longitudinal de côte océanique à continent, latitudinal. Elle permet l'étude de plusieurs milieux naturels qui sont retenus pour leur représentativité d'un type d'écosystème régional : dunaire, sec, humide, forestier et montagnard, chacun ayant un climat local spécifique.

D'après Le Treut (2013), le changement climatique devrait augmenter la sécheresse et la température des milieux secs et dunaires, déficitaires en eau absorbable. Les dunes sont également soumises à l'érosion marine. L'élévation des températures devrait induire un déficit hydrique dans les milieux humides ; dégrader les conditions fraîches du milieu forestier spécifique de hêtraies relictuelles de plaine ; soumettre les milieux montagnards aux variations du régime des pluies, aux changements de températures estivales et aux modifications du manteau neigeux.

### • Sélection des indicateurs « sentinelles du climat »

Pour mesurer l'état de la biodiversité, les indicateurs biologiques clés choisis pour le suivi permettent une réduction du nombre de mesures. Ils simplifient l'approche de phénomènes complexes et donnent une image de l'état de santé actuel de la biodiversité et une prospective potentielle. Cette « image » doit permettre aux gestionnaires de prendre des décisions d'anticipation et d'en évaluer les conséquences. Il s'agit donc d'identifier des indicateurs biologiques pertinents à l'échelle régionale pour à la fois évaluer l'état de la biodiversité et tenter de prédire sa réponse à la pression du changement climatique.

Les indicateurs utilisés sont d'ordre « biologique » et concernent des espèces de flore et de faune étudiées dans leur milieu. L'état et l'évolution de ces indicateurs sont reliés à un ensemble de variables de pression climatique mesurées à des échelles de temps et d'espace différentes. Les données horaires,

journalières et annuelles concernent la température, l'hygrométrie, la pluviométrie, la radiation solaire, la vitesse du vent, etc. afin de dégager des tendances de l'impact de leurs variations sur l'état de la biodiversité année après année.

Trois types de réponses de la biodiversité face au changement climatique sont actuellement reconnus : (1) l'expansion, la persistance dans l'habitat par adaptation génétique ou plasticité phénotypique, (2) le glissement, la migration vers des zones refuges plus appropriées ou (3) la contraction, l'extinction locale, l'effondrement, le déclin (DAVIS & SHAW, 2001). Le nombre d'extinctions locales dépendra fortement de la capacité des espèces à se déplacer ou à s'adapter (FODEN *et al.*, 2008).

À l'échelle régionale ou locale, les espèces « indicatrices » les plus directement menacées ont des restrictions spatiales latitudinales et altitudinales et des capacités physiques de dispersion limitées (FEEHAN *et al.*, 2009). Celles qui sont choisies doivent être facilement observables, autorisant pour leur étude des protocoles simples et peu coûteux. Nous posons ainsi les hypothèses suivantes :

- ces espèces doivent être sensibles, parmi les premières à répondre aux variations climatiques locales et elles constituent alors les « sentinelles du climat », véritables modèles réduits dans l'espace et dans le temps de la réponse de la biodiversité au changement climatique ;
- il est « possible d'isoler » les facteurs climatiques de pression des autres facteurs dans leur dynamique d'évolution.

Un premier état de la connaissance des effets du changement climatique sur la biodiversité a permis de lister des groupes d'espèces couramment utilisés pour caractériser l'état des milieux naturels : mousses, fougères, gymnospermes et angiospermes, insectes, amphibiens, reptiles et mammifères. En 2016, 752 articles ont été ainsi recensés traitant du sujet du changement climatique et des différents taxons (flore, insecte, amphibien, reptile, oiseau, mammifère) (MALLARD, 2016a). Les mots-clés de recherche ont été identifiés selon notre hypothèse de départ définissant les espèces sentinelles du climat : les changements d'aire de répartition, de phénologie et d'écophysiologie des espèces.

À partir d'un état de l'art des connaissances (MALLARD, 2016a ; MALLARD, 2017a), de critères définis et d'une importante base de données empiriques des productions d'atlas de la flore (ofsa.fr) et de la faune en région Aquitaine (BERRONEAU, 2015 ; RUYS & COUZI, 2015 ; GOURVIL *et al.*, 2016), les espèces et les groupes d'espèces « indicateurs » ont été développés pour les 5 types de milieux naturels sensibles : dunaire, secs, humides, forestiers et montagnards (Fig. 1).

Les variables des phénomènes liés au changement climatique analysés en lien avec les conséquences sur la biodiversité de ces milieux sont l'augmentation des températures maximales, minimales, des moyennes et des niveaux des chaleurs estivales, la diminution des précipitations moyennes, l'hygrométrie de l'air (LE TREUT, 2013).

En Nouvelle-Aquitaine, le milieu dunaire et la côte sableuse subissent plus directement l'influence des vents, du niveau de la mer et des amplitudes des marées. Les conditions du milieu sont liées à la salinité. L'augmentation d'épisodes ponctuels forts tels que les tempêtes rend le milieu vulnérable à l'érosion et au recul du trait de côte (LE TREUT, 2013).

Les pelouses calcicoles sont assimilées à un milieu sec. Elles sont réparties majoritairement en Dordogne, dans le Lot-et-Garonne et, dans une moindre mesure, en Gironde et en Pyrénées-Atlantiques. Ces habitats se développent sur des substrats calcaires et hébergent une flore particulière avec des espèces adaptées à des sols pauvres en nutriments et supportant un déficit hydrique

important en période estivale. Le changement climatique pourrait modifier le cortège existant avec l'apparition et la propagation d'espèces thermophiles d'affinités méditerranéennes (MALLARD, 2016b).

Dans les milieux humides, les effets du changement climatique sont déjà constatés. À cause d'un réchauffement global et de périodes de sécheresse prolongées (LE TREUT, 2013), les espèces d'affinités boréales et humides risquent de disparaître au profit d'espèces à affinités plus chaudes et sèches. Les milieux les plus frais sont : les lagunes du plateau landais, les landes humides, les tourbières, les étangs arrière-littoraux et les marais côtiers.

Le milieu forestier, particulièrement les hêtraies relictuelles de plaine et leur cortège de flore d'affinité montagnarde, avec de nombreuses espèces rares au niveau régional (*Carex digitata*, *Euphorbia hyberna*), semble en voie de régression du fait de variations du climat. Les forêts à hêtres de plaine sont particulièrement sensibles à des épisodes de sécheresse et de canicule plus intenses. Elles sont très localisées et se développent à la faveur de conditions atmosphériques très fraîches sur des versants exposés au nord ou en fond de vallon. Ce sont des reliques des époques glaciaires en plaine. À l'avenir, elles peuvent disparaître ou se raréfier au profit de végétations forestières plus sèches et plus thermophiles (MALLARD, 2016b).

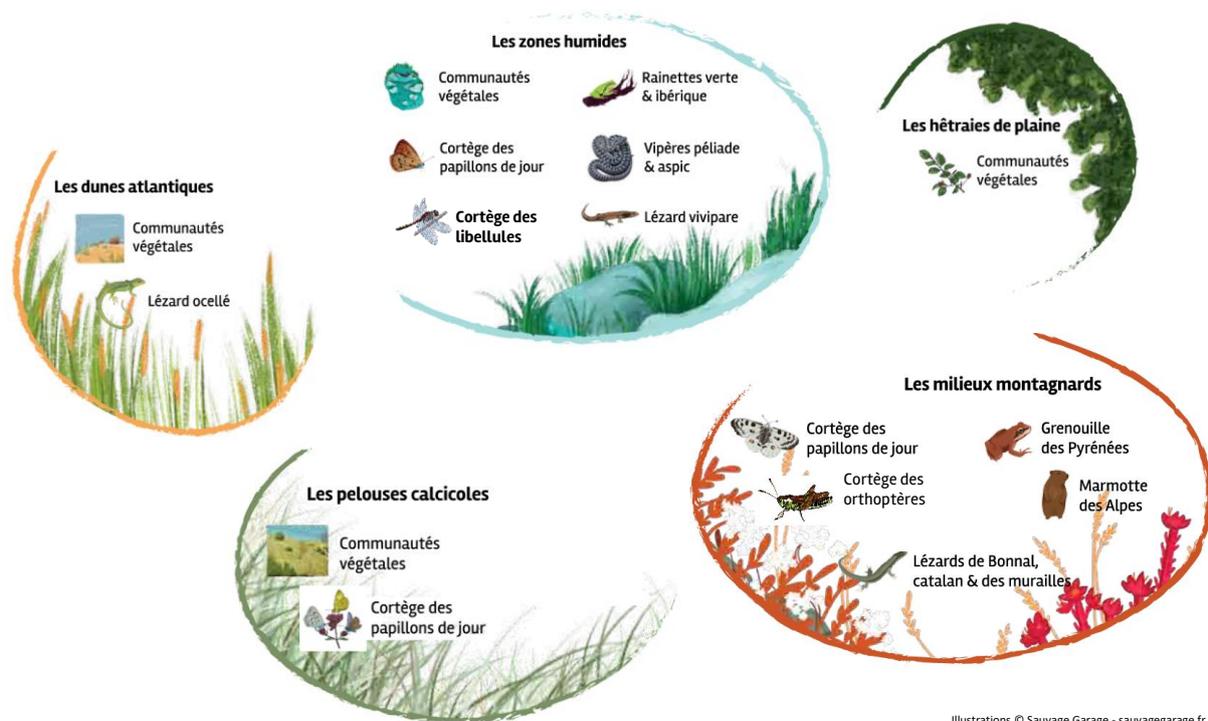
Le milieu montagnard est constitué de zones de forts gradients climatiques. Les différences de saisons y sont plus marquées (LE TREUT, 2013) impactant directement la phénologie et le gradient de répartition altitudinale des espèces des montagnes des Pyrénées. Les espèces des régions de montagne devraient être particulièrement touchées et susceptibles d'un risque d'extinction locale rapide (THOMAS *et al.*, 2004). La diminution du manteau neigeux et l'augmentation des températures du sol (LE TREUT, 2013) contribueront à l'évolution du milieu qui pourra alors être occupé par d'autres espèces moins spécialistes et plus opportunistes.

À partir des milieux sensibles du territoire de la Nouvelle-Aquitaine, une vingtaine d'indicateurs ont été choisis (Fig. 2). Ces espèces ont été sélectionnées sur les critères suivants : capacité de déplacement limitée, inféodées aux écosystèmes sensibles, sensibilité au changement climatique, biologie et écologie connues, observations faciles et espèces à enjeu de conservation (MALLARD, 2016a ; MALLARD, 2018 ; MALLARD & COUDERCHET, 2019).

Les indicateurs pour chacun des écosystèmes et habitats sont les suivants :

- la flore et les végétations des milieux dunaire, sec, humide, montagnard et forestier : communautés végétales des dunes littorales non boisées ; des pelouses sèches calcicoles ; des landes humides ; des tourbières, des lagunes du plateau landais, des rives d'étangs arrière-littoraux et de forêts à hêtres de plaine. Les cortèges floristiques concernent les spermatophytes et ptéridophytes excluant les bryophytes et lichens (complexes à appréhender). Concernant le suivi des forêts à hêtres, le champ d'investigation taxonomique concerne les spermatophytes, ptéridophytes et bryophytes (MALLARD, 2017b).
- les lépidoptères des pelouses sèches, des landes humides et des pelouses thermophiles montagnardes, avec deux études spécifiques sur les espèces : 1) *Phengaris alcon* écotype « *alcon* » (Denis & Schiffermüller, 1775) – Azuré des mouillères des landes et prairies humides tourbeuses à paratourbeuses ; 2) *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) – Apollon et cortège lépidoptérique associé aux pelouses thermophiles montagnardes ;
- Leucorrhines et cortège d'odonates associés des lagunes des Landes de Gascogne ;
- *Gomphocerus sibiricus* (Linnaeus, 1767) et le cortège des orthoptères associés des prairies et pelouses de montagne des Pyrénées-Atlantiques ;

- *Hyla molleri* (Bedriaga, 1889) – Rainette ibérique des lagunes du triangle landais et *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758) – Rainette verte des mares des landes et du bocage Pictolimousin ;
- *Rana pyrenaica* (Serra-Cobo, 1993) – Grenouille des Pyrénées des torrents de montagne ;
- *Timon lepidus* (Daudin, 1802) – Lézard ocellé des dunes grises du littoral aquitain ;
- *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823) – Lézard vivipare des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine ;
- *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) – Lézard de Bonnal et les lézards gris des affleurements et éboulis rocheux de montagne ;
- *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) – Vipère péliade et les vipères des landes humides d’altitude ;
- *Marmota marmota* (Linnaeus, 1758) – Marmotte des Alpes des pelouses et rocailles pyrénéennes.



**Fig. 2. Indicateurs biologiques espèces ou groupes d'espèces sentinelles du climat en fonction des milieux naturels sensibles au changement climatique.**

- Méthodologie générale

Les données de terrain interviennent dans la compréhension de la relation entre les variations climatiques et la réponse de la biodiversité. Les données d'incidence des espèces sont plus faciles à obtenir que les données d'abondances des espèces liées au nombre d'individus observés (HOWARD *et al.*, 2014). Les données d'abondances d'individus renferment une richesse d'analyse importante. La combinaison de ce type de données avec les données de présence-absence des espèces permet d'enrichir et de valider les modèles d'analyse des effets des changements globaux sur la biodiversité. Ces données nécessitent des suivis protocolés des populations naturelles sur le terrain sur le long terme. Ces observations devront s'effectuer sur des périodes de plusieurs décennies, par exemple une période d'observation minimale de deux décennies est recommandée pour les espèces végétales (BERTIN, 2008).

Dans une région géographique, 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. Dans le cadre de ce programme, des protocoles de suivis des indicateurs climatiques et biologiques ont été définis.

Pour chaque indicateur, le plan d'échantillonnage pose la définition des critères de sélection et la description des sites d'études.

Pour chaque indicateur, le plan d'échantillonnage pose la définition des critères des sites d'études en région Nouvelle-Aquitaine. Une hypothèse de travail posée pour la sélection des sites d'étude est de s'appuyer sur un état de conservation limitant autant que possible l'influence de facteurs anthropiques autres qui pourraient impacter la biodiversité et ne permettraient plus de dissocier l'effet du changement climatique de ces autres facteurs. Cet état de conservation de référence est qualifié de « bon » dans cette étude. Ainsi, les réponses de la biodiversité observées devraient être liées principalement aux effets du changement climatique.

L'état de conservation d'un habitat naturel est défini par l'évaluation des effets de l'ensemble des pressions agissant sur cet habitat et sur les espèces typiques qu'il abrite. Ces impacts peuvent affecter à long terme la répartition naturelle, la structure et les fonctions, ainsi que la survie directe des espèces typiques (BOUZILLÉ, 2007). Le milieu est considéré comme favorable à l'étude par plusieurs critères.

L'état de conservation des espèces végétales typiques de l'habitat doit leur être propice. Une pré-sélection de sites par le CBNSA a permis d'identifier des sites potentiels, dits de bon état de conservation. L'évaluation de l'état de conservation s'appuie sur les suivis floristiques réguliers du schéma pluriannuel de suivi des habitats d'intérêts communautaires (HIC) du réseau Natura 2000 de la région Aquitaine mis en place par le CBN Sud-Atlantique. L'habitat doit également avoir une aire de répartition naturelle ainsi que des superficies stables ou en extension (BOUZILLÉ, 2007). La gestion écologique constante de l'habitat permet d'assurer dans le temps une pérennité à leur naturalité et de lutter contre la fermeture du milieu. La maîtrise foncière assure la pérennité dans le temps de la naturalité du site. Les sites publics sont privilégiés, voire également les sites privés avec convention auprès de structures gestionnaires par exemple le CEN Aquitaine.

La structure et les fonctions spécifiques nécessaires au maintien à long terme de l'habitat doivent exister et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible (BOUZILLÉ, 2007). Les sites privilégiés sont ainsi connectés potentiellement à d'autres habitats permettant d'assurer des échanges entre les habitats, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de

leur cycle de vie. Une surface importante permet de limiter l'influence d'autres facteurs anthropiques. La surface définie pour les pelouses calcicoles par exemple doit être en pratique suffisante pour positionner un transect de 100 m dans l'habitat. Les sites sont également distants d'au moins 50 m des activités anthropiques qui pourraient fragmenter les populations de lépidoptères (VAN BOHEMEN, 1998 ; MALLARD, 2014).

Afin de pouvoir comparer les habitats de même nature, il est nécessaire d'écarter les causes de variations qui déterminent des conditions écologiques particulières (FAURIE *et al.*, 2011). Par exemple, les sites choisis de pelouses calcicoles sont exposés sud et composés d'une végétation homogène d'un seul tenant afin de minimiser le nombre de paramètres climatiques et édaphiques. Ces critères permettent d'écarter les causes de variations qui déterminent des conditions écologiques particulières (FAURIE *et al.*, 2011). Les sites de suivis ont été choisis également pour réaliser des suivis multi-espèces sentinelles du climat.

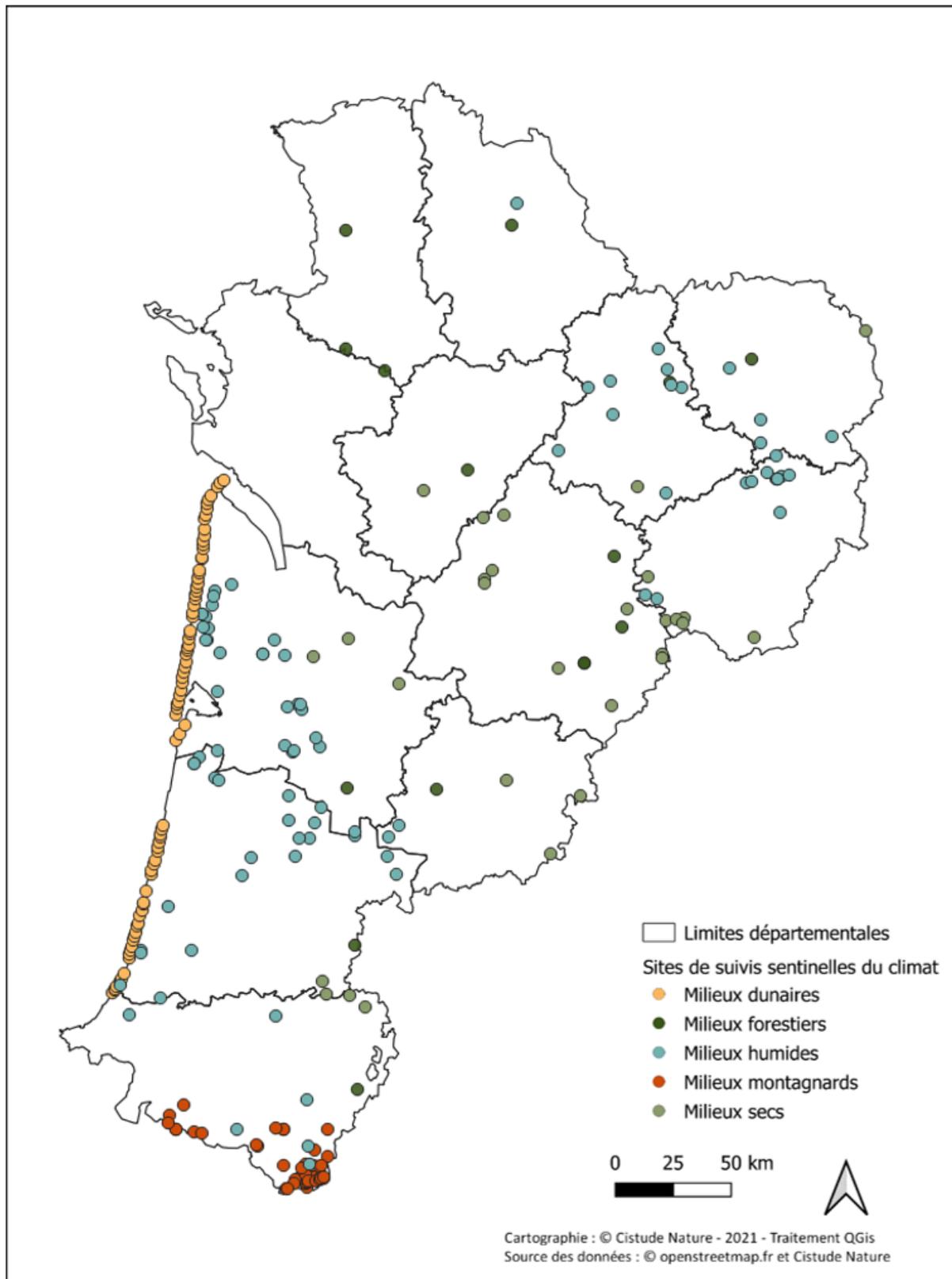
En terme pratique, les sites ont un accès facile permettant la réalisation de campagnes de relevés standardisées. Les sites accessibles par des terrains privés sont écartés. Les sites sélectionnés ont une répartition spatialement équilibrée à travers la région Nouvelle-Aquitaine et sont distants d'au moins 2 km pour un même milieu naturel, le minimum requis pour changer de zone de mésoclimat. La répartition spatiale de l'effort d'échantillonnage permettra de mettre en évidence des variations de réponse de l'indicateur étudié à différentes latitudes et/ou altitudes (WILSON & MACLEAN, 2011).

Pour chaque site, le positionnement des points d'échantillonnages et les méthodes de relevés sont spécifiques à la problématique du changement climatique. Les conditions météorologiques locales sont relevées afin de prendre en compte d'éventuels biais microclimatiques lors des observations. Une première campagne de terrain en 2016 a permis la mise en place et le test des protocoles. Les campagnes de terrain qui ont suivi de 2017 à 2021 ont permis l'ajustement et l'optimisation des suivis scientifiques (MALLARD, 2019 ; MALLARD, 2020 ; MALLARD, 2021a ; MALLARD, 2018a).

La base de données est ensuite un élément clé à l'exploitation de ces données de terrain en vue de leurs analyses et de la modélisation. La création d'un gabarit unique est un outil d'homogénéisation de la centralisation des données. En 2018, une forme standard de description des métadonnées et des données brutes a été développée à partir de l'analyse des besoins, du dictionnaire de données et d'un modèle conceptuel de données (MALLARD, 2018b). Cette réflexion de gabarit est basée sur le Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) déclinée au niveau régional par l'Observatoire Aquitain de la Faune Sauvage (OAFS) et sur le référentiel taxonomique national pour la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et d'outre-mer (TaxRef). Depuis 2021, des modules de saisie des données protocolées du programme sont en cours de développement sur Geonature un outil open source développé par les parcs nationaux français. L'objectif à terme est de centraliser et informatiser toutes les données des suivis sentinelles du climat. Une base de métadonnées via des fiches de terrain complète le dispositif et permet de localiser précisément les unités d'échantillonnage (Annexe 30) (MALLARD, 2021b ; MALLARD, 2018b).

Dans une région climatique, le climat n'est pas le même en tout lieu, les microclimats locaux sont variables suivant l'altitude et la latitude. Les conditions climatiques particulières résultent notamment de la topographie et du couvert végétal. L'action combinée des facteurs climatiques, et notamment du couple température-humidité, conditionne directement la répartition des espèces végétales et animales et le développement de leurs populations (FAURIE *et al.*, 2011). Ces facteurs sont les plus représentatifs et les plus facilement mesurables des conditions climatiques des populations à cette échelle locale. Dans le programme, ce mésoclimat est mesuré par des données de stations météorologiques disposées localement sur la plupart des sites observés.

Suivant l'ensemble de ces critères, ce sont 251 sites d'études qui ont été sélectionnés et validés en 2021 (Fig. 3, Annexe 1) dont 162 sont équipés de stations météorologiques (Annexe 2).



Sites de suivis sentinelles du climat par type de milieu en 2021

Fig. 3. Sites de suivis des sentinelles du climat validés en 2021.

- Structure de l'ouvrage

Les recherches sur le terrain sont essentielles pour alimenter en complément des expériences de laboratoires ou des « modèles » d'évolution des espèces, des modèles mathématiques physiologiques et fonctionnels (Li *et al.*, 2013). Il s'agit également de comprendre la relation entre les variations climatiques et la réponse de la biodiversité. La confrontation sur le terrain augmente les connaissances et les données disponibles sur les milieux naturels et elle permet d'enrichir, et de valider les modèles. Les études à long terme des populations naturelles sont généralement considérées comme indispensables. Les observations directes devront s'effectuer sur des périodes de plusieurs décennies. La mise en place de protocoles de suivis des indicateurs climatiques et biologiques standardisés et adaptés à la problématique du changement climatique est nécessaire.

Dans ce cadre, cet ouvrage présente les protocoles de suivis des 19 indicateurs biologiques dans les différents écosystèmes de la région Aquitaine : dunaire (Partie I), sec (Partie II), humide (Partie III), forestier (Partie IV), montagnard (Partie V) (Fig. 4). Chaque chapitre est associé à des indicateurs biologiques de milieux et habitats spécifiques :

### **Partie I. Écosystèmes dunaires**

- Communautés végétales des dunes littorales non boisées (Chapitre 1)
- *Timon lepidus* (Daudin, 1802) – Lézard ocellé des dunes grises du littoral aquitain (Chapitre 2)

### **Partie II. Écosystèmes secs**

- Communautés végétales des pelouses sèches calcicoles (Chapitre 3)
- Populations de lépidoptères de pelouses calcicoles (Chapitre 4)

### **Partie III. Écosystèmes humides**

- Communautés végétales des tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles (Chapitre 5)
- Populations des lépidoptères des landes humides (Chapitre 6)
- *Phengaris alcon* écotype « *alcon* » (Denis & Schiffermüller, 1775) – Azuré des mouillères des landes et prairies humides tourbeuses à paratourbeuses (Chapitre 7)
- *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823) – Lézard vivipare des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine (Chapitre 8)
- *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) et les vipères des landes humides d'altitude (Chapitre 9)
- Communautés végétales des lagunes du plateau landais (Chapitre 10)
- Leucorrhines et cortège d'odonates associé des lagunes des Landes de Gascogne (Chapitre 11)
- *Hyla molleri* (Bedriaga, 1889) – Rainette ibérique des lagunes du triangle landais et *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758) – Rainette verte des mares des landes et du bocage Picto-limousin (Chapitre 12)
- Communautés végétales des rives d'étangs arrière-littoraux (Chapitre 13)

### **Partie IV. Écosystèmes forestiers**

- Communautés végétales de forêts à Hêtre de plaines (Chapitre 14)

### **Partie V. Écosystèmes de montagne**

- *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) – Apollon et cortège lépidoptérique associé aux pelouses thermophiles montagnardes (Chapitre 15)
- *Gomphoceris sibiricus* (Linnaeus, 1767) et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne (Chapitre 16)

- *Rana pyrenaica* (Serra-Cobo, 1993) – Grenouille des Pyrénées des torrents de montagne (Chapitre 17)
- *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) – Lézard de Bonnal et les lézards gris des affleurements et éboulis rocheux de montagne (Chapitre 18)
- *Marmota marmota* (Linnaeus, 1758) – La Marmotte des Alpes des pelouses et rocailles pyrénéennes (Chapitre 19)

Les protocoles de suivis des espèces sont complétés par des mesures météorologiques à l'échelle des sites d'étude (Chapitre 20).

Écosystème		Dunaire	Sec	Humide	Forestier	Montagnard
Flore	Communautés végétales des milieux sec, humide, montagnard et forestier	Chapitre 1. Pelouse dunaire	Chapitre 3. Pelouses calcicoles	Chapitre 5. Landes humides et tourbières Chapitre 10. Lagunes du plateau landais Chapitre 13. Étangs arrière-littoraux	Chapitre 14. Hêtraie de plaine	Pelouses et rocailles de montagne
Faune	Invertébrés					
	Insectes		Chapitre 4. Lépidoptères	Chapitre 6. Lépidoptères (Chapitre 7. <i>Phengaris alcon</i> ) Chapitre 11. Leucorrhines et odonates		Chapitre 15. <i>Parnassius apollo</i> et lépidoptères
	Lépidoptères					
	Odonates					
	Orthoptères					Chapitre 16. <i>Gomphocerus sibiricus</i> et orthoptères
Partie III. Amphibiens			Chapitre 12. Rainette ibérique et verte		Chapitre 17. Grenouille des Pyrénées	
Partie IV. Reptiles	Lézards	Chapitre 2. Lézard ocellé	Chapitre 8. Lézard vivipare		Chapitre 18. Lézard de Bonnal et lézards gris	
	Vipères		Chapitre 9. Vipère péliade et vipères			
Partie V. Mammifères					Chapitre 19. Marmotte des Alpes	
Climat	Température de l'air	Chapitre 20. Stations météorologiques				
	Humidité relative de l'air					

Fig. 4. Plan de l'ouvrage Tome XI : Protocoles naturalistes de suivis des effets du changement climatique sur les espèces en région Nouvelle-Aquitaine.

**PARTIE I.**  
**INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES DUNAIRES**







## Chapitre 1. Communautés végétales des dunes littorales non boisées

**Auteurs :** Kévin Romeyer, Anthony Le Fouler, Jérémie Pioch

**Contributeurs :** David Rosebery, Marie-Lise Benot, Laurent Ferchaud, Paul Tourneur, Delphine Boulet, Emilie Sautret, Grégory Caze

---

Les dunes littorales ouvertes de Nouvelle-Aquitaine hébergent une flore d'une grande patrimonialité avec de nombreuses espèces endémiques (*Hieracium eriophorum*, *Linaria thymifolia*, *Silene uniflora subsp. thorei*, etc.). Les végétations dunaires sont adaptées aux conditions extrêmes du littoral (sols xériques et pauvres en nutriments, embruns salés, vents violents, forte insolation). Ces contraintes, s'atténuant du haut de plage à l'arrière-dune, déterminent leur disposition en bandes parallèles successives sur le cordon dunaire. Se retrouvent ainsi des communautés de sables très mobiles régulièrement remaniées, des communautés de sables fixés, en passant par des communautés hygrophiles à aquatiques à la faveur de dépressions où la nappe affleure (pannes dunaires). Dans le contexte du changement climatique avec des sécheresses et canicules plus intenses, la composition floristique de ces végétations pourrait changer avec la progression d'espèces thermophiles d'affinités méditerranéennes (LAVOREL & GARNIER, 2002 ; GRILLET *et al.*, 2006 ; VENNETIER & RIPERT, 2010 ; DELZON *et al.*, 2013) et la régression d'espèces plus mésothermes (URLI *et al.*, 2015) et de pannes dunaires liées à la présence d'eau. De plus, l'ensemble de ce système dunaire subit d'importantes perturbations engendrées par l'érosion marine et la submersion depuis plusieurs décennies (ensablement de dune grise, disparition de dune embryonnaire), et qui pourraient s'accroître sous l'action du réchauffement climatique (LE TREUT, 2013).

Pour identifier et mesurer les effets du changement climatique sur les communautés végétales des dunes ouvertes, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur structure (types biologiques dominants, hauteur, recouvrement), 2- leur composition floristique (diversité spécifique, typicité des cortèges, abondance des espèces) et 3- la présence et l'emprise des différents habitats dunaires (dunes embryonnaires, dunes mobiles et dunes grises fixées).

### 1.1 Sélection des sites

En Nouvelle-Aquitaine, le cordon dunaire s'étend de façon continue entre l'estuaire de l'Adour au sud à l'estuaire de la Seudre en Charente-Maritime au nord, seulement interrompu par l'embouchure du bassin d'Arcachon et l'estuaire de la Gironde. Le cordon dunaire se prolonge également sur les façades sud et ouest des îles de Ré et d'Oléron, de façon plus fragmentaire sur leurs parties nord et orientales. La partie littorale non boisée est plus ou moins large selon les secteurs, en fonction des phénomènes d'érosion ou d'accumulation, et oscille entre 0 et 700 m.

Depuis 1997, l'Office National des Forêts (ONF) assure un suivi régulier des végétations dunaires non boisées en ex-Aquitaine, du sud des Landes jusqu'au nord des côtes girondines. Ce suivi s'opère par un système de transects afin d'observer la proportion, la répartition et la composition des différentes communautés dans le temps et dans l'espace (FAVENNEC, 2002). Le but initial était d'apporter à l'ONF, gestionnaire des dunes domaniales, des éléments de connaissance sur l'évolution du cordon dunaire afin d'adapter en conséquence sa gestion. Dans l'objectif d'un suivi fin et d'une vision exhaustive à l'échelle du cordon dunaire, 94 transects sont ainsi positionnés le long du littoral dunaire. En 2021, le

réseau de transects a pu être étendu au littoral charentais et permettre ainsi une surveillance des dunes et de leurs habitats à l'échelle de la Nouvelle-Aquitaine.

Par ailleurs, pour pallier à certaines limites de ce suivi par transects, un réseau complémentaire de placettes permanentes est développé. Ces limites concernent notamment la compréhension de processus fins de modifications de cortèges, qui peuvent difficilement être appréhendés à travers des placettes mobiles entre lectures. De même, l'estimation de l'abondance des espèces par coefficients d'abondance-dominance s'avère trop imprécise et subjective pour détecter des changements pour ce paramètre. Ce dispositif complémentaire n'est pour l'instant déployé que sur l'habitat à plus fort enjeux de conservation et le plus vulnérable, à savoir les dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises, code 2130\*), et plus particulièrement sur les végétations vivaces relevant de l'*Euphorbia portlandicae*-*Helichryson stoechadis*.

## 1.2 Description des sites choisis

Au total, 149 transects sont définis sur le littoral dunaire de Nouvelle-Aquitaine, dont 55 en Charente-Maritime, 48 en Gironde et 46 dans les Landes (Fig. 5).



Fig. 5. Situation géographique des transects de suivi des dunes littorales en Nouvelle-Aquitaine.

La quasi-totalité de ces dispositifs est située en forêts domaniales, et donc sur des zones gérées par l'ONF. Cette structure centralise les informations de localisation des transects, en lien étroit avec le Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique.

Le réseau de placettes permanentes déployé sur les dunes grises comporte 56 placettes en 2021, réparties sur l'ensemble du littoral régional (Fig. 6).

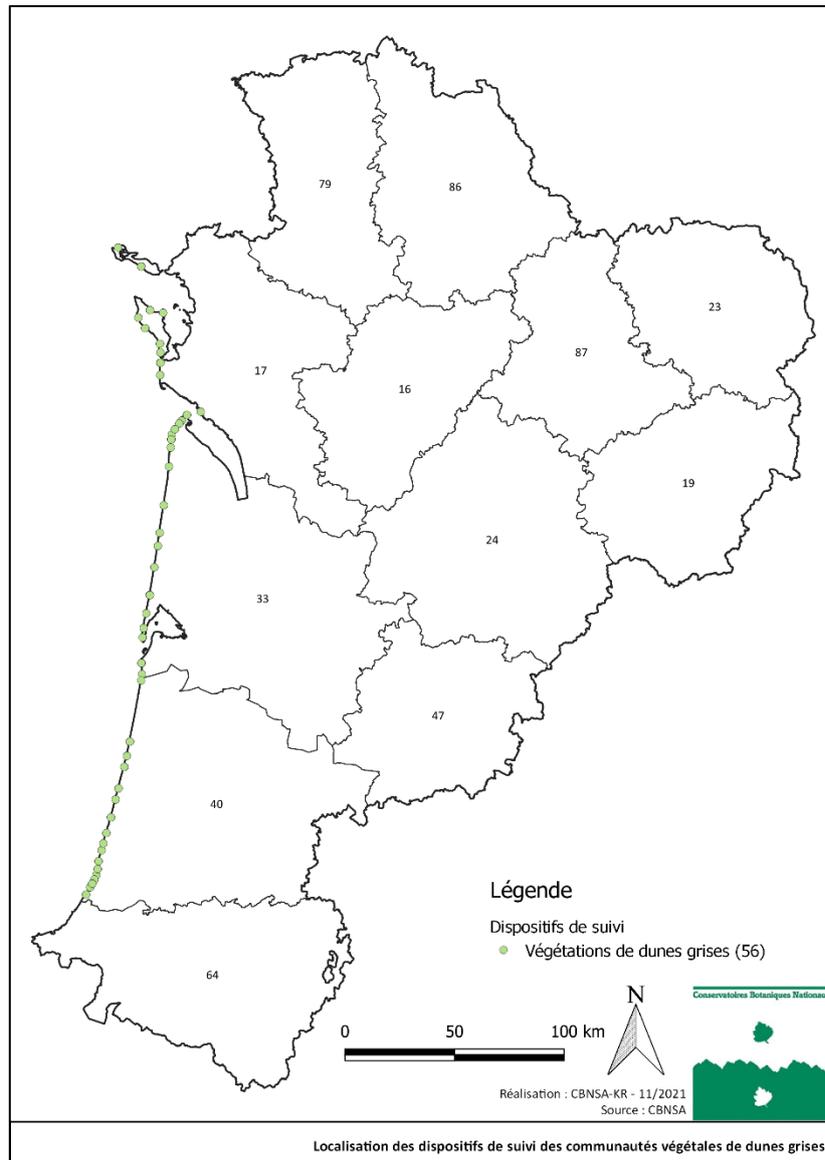


Fig. 6. Localisation des placettes permanentes mises en place sur les végétations de dunes grises de Nouvelle-Aquitaine.

### 1.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Le suivi des végétations dunaires non boisées en lien avec les évolutions climatiques reprend le réseau de l'ONF (FAVENNEC, 2002) ; c'est-à-dire un système de transect orienté perpendiculairement au cordon dunaire, de la lisière forestière jusqu'au haut de plage. En complément, un suivi spécifique des végétations de dunes grises s'opère à travers des placettes permanentes.

#### Système des placettes mobiles en transect

Les transects sont répartis équitablement le long du cordon dunaire de la région Nouvelle Aquitaine (Fig. 5). Ils sont espacés les uns des autres de 2 à 3 km en moyenne et positionnés précisément et

définitivement en fonction de différents critères : complétude de la succession des habitats, plus grande largeur de la dune ouverte, absence ou rareté d'infrastructures, etc.

Les transects sont positionnés perpendiculairement au trait de côte afin d'enregistrer l'ensemble de la succession des habitats de dunes ouvertes (Fig. 7). Chaque transect comprend en général l'intégralité de la succession des habitats de dunes ouvertes (laises de mer, dune embryonnaire, dune mobile, dune semi-fixée, dune fixée) ainsi que le début de l'arrière-dune (ourlets, fourrés et frange boisées).



Carte de situation d'un transect sur le cordon dunaire (Exemple de La Salie - 33)

**Fig. 7. Exemple de situation des transects sur le cordon dunaire (fond IGN BD Ortho).**

La tête de transect est positionnée dans la frange forestière. Elle est géolocalisée à l'aide d'un GPS (submétrique dans la mesure du possible) et d'un piquet en bois durablement implanté. Aussi, une queue de transect est créée sur le haut de plage et géolocalisée au GPS submétrique afin de garantir la bonne relocalisation du dispositif lors des lectures suivantes. Aucun piquet ne sera pas implanté durablement à cet endroit car il serait rapidement déchaussé ou ensablé dans ce secteur de dunes fortement sujet aux remaniements du sable.

Le temps de la lecture, le transect est matérialisé à l'aide de piquets temporaires. Ceux-ci seront disposés le long du transect et positionnés de manière à visualiser l'axe du transect de n'importe quel endroit de la dune (points hauts). La localisation du point de départ du transect est rapide une fois sur le site, à l'aide d'un GPS et avec les coordonnées précises du point.



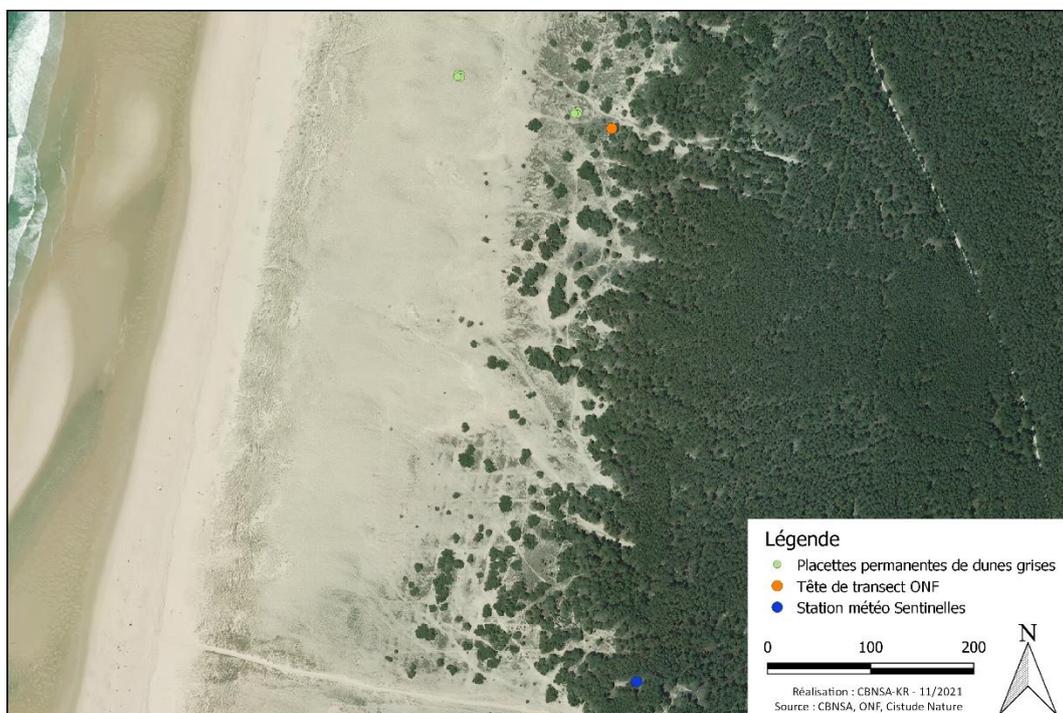
### Système des placettes permanentes simples

Les végétations sont suivies à travers un quadrat de 3 mètres de côté (9 m<sup>2</sup>) et l'abondance des espèces est estimée en présence-absence au sein de 9 sous-quadrats de 25 cm de côté (*ibid*).

Comme pour le réseau de transects, l'échantillonnage des placettes permanentes de dunes grises est établi de façon systématique sur le cordon dunaire, avec une stratification en fonction de la répartition des différentes associations végétales pour ne pas sous-échantillonner certaines communautés (PIOCH *et al.*, in prep.). Le plan d'échantillonnage a tenu compte des considérations principales suivantes :

- Représentativité des végétations étudiées et de leur hétérogénéité ;
- Proximité des stations météo « Sentinelles du climat » déjà implantées sur la dune ;
- Couplage avec système de transects pour minimiser les déplacements et relier les résultats ;
- Moyens humains disponibles (10-12 jours de terrain en 2021) déterminants le nombre de quadrats potentiellement réalisables ;

Ainsi, une placette permanente est implantée tous les 6 kilomètres en moyenne, soit un couplage avec un transect sur 3. Les 3 grands types de dunes grises (type sud-landais, type centre-aquitain et type charentais) comportent au minimum 15 placettes pour permettre des analyses robustes à cette échelle. Le positionnement de la placette doit se faire dans la mesure du possible sur le transect existant ou dans un rayon maximum d'un kilomètre autour de la tête de transect (cas de dune grise absente sur le transect), sur une zone représentative de la dune grise (Fig. 8). Le bord supérieur de la placette est orienté systématiquement vers le nord. Dans l'objectif d'un suivi à moyen/long terme (plusieurs décennies) et afin d'assurer la relocalisation relativement précise, tout en tenant compte des contraintes du milieu, les coordonnées GPS des 4 coins de la placette sont enregistrées à l'aide d'un GPS submétrique (précision à 50 cm). La relocalisation s'effectue grâce aux photographies du dispositif, à la notation des distances aux repères naturels et aux coordonnées GPS.



Localisation de placettes permanentes de dunes grises et autres dispositifs préexistants

Fig. 8. Exemple de localisation de placettes permanentes de dunes grises par rapport aux autres dispositifs existants

Lorsque deux associations végétales de dunes grises cohabitent sur un même transect (cas d'une dune grise de plateau peu fixée et d'une dune grise de lette ou d'arrière-dune ancienne), une placette est disposée au sein de chacune de ces végétations (Fig. 8). Cela permet d'échantillonner la variabilité ouest-est des dunes grises en parallèle de la variabilité nord-sud qui est prépondérante.

## 1.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces et des communautés végétales

### Système des placettes mobiles en transect

La méthode de suivi des végétations dunaires développée par l'ONF (FAVENNEC, 2002), et ajustée par le CBN Sud-Atlantique en collaboration avec l'ONF et l'université de Bordeaux (FAVENNEC, 2002 ; LAFON *et al.*, 2015b) consiste à relever et renseigner, par transect :

- l'ensemble des espèces végétales présentes à travers l'approche phytosociologique (relevés phytosociologiques et géosymphytosociologiques) ;
- les conditions stationnelles (topographie, comportement du sable) rencontrées ;
- la largeur occupée par les différentes végétations dunaires.

À chaque lecture, des **placettes circulaires d'un rayon de 5.5 mètres** (soit une aire de relevé de 100 m<sup>2</sup>) vont être positionnées le long du transect et géolocalisées au GPS. Cette surface d'étude est supérieure à l'aire minimale d'étude phytosociologique des végétations de dunes ouvertes. Ces placettes ne sont pas permanentes. Leur positionnement et leur nombre varient à chaque lecture, en fonction de l'évolution de la dune. Lors de la lecture, **l'observateur commence par disposer une placette sur la tête de transect. Il se dirige ensuite vers l'océan et pose une placette au centre de chaque faciès végétal rencontré.** Le terme de « faciès végétal » est défini par Favennec (2002) comme « la plus petite unité de paysage homogène quant à sa physionomie, sa dynamique et sa composition floristique ». Cette définition est celle de l'association végétale. **Le niveau de perception de ces changements doit donc correspondre a minima à celui qui amène à différencier les associations végétales**, et si possible les sous-associations. Si la structure de la végétation (hauteur, recouvrement total de la végétation) ou si l'écologie (niveau de mobilité du sable, humidité du sol, etc...) ou encore si le cortège floristique change significativement, une nouvelle placette doit être relevée (Fig. 9). Le sol nu doit être pris en compte comme un changement de faciès ; il peut donc faire l'objet d'une placette.

Aussi, **chaque placette ne peut être espacée de plus de 30 mètres**, même si la végétation reste homogène.

Enfin, **l'observateur doit :**

- **Identifier chaque faciès végétal et chaque habitat** selon le référentiel en vigueur, actuellement version du 08/04/2021 du catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine (Lafon *et al.*, 2020). Une clé de détermination des végétations et des habitats des dunes (version 1 en Annexe 3) ainsi qu'une formation des agents sont délivrées par le CBNSA en amont de la campagne de terrain.
- **Mesurer, à l'aide d'un topefil et de pointages GPS, l'emprise de chacun de ces faciès et habitats.** L'opérateur veillera à ne pas tendre la ligne pour que le fil épouse au mieux la forme du paysage. Il pourra s'aider de quelques plantes sur place pour maintenir au sol tant que possible le fil. Les valeurs notées sont les distances entre la tête du transect et chaque changement de végétation et d'habitat. La limite sera positionnée au centre de la zone de transition entre deux faciès. Cette nouvelle prise de donnée va permettre de suivre au cours

du temps l'évolution de l'emprise des végétations et habitats dunaires, un paramètre très important pour l'évaluation de leur état de conservation.

**Cas particulier d'un faciès présentant une emprise inférieure à la taille de la placette :** le faciès est ignoré si son emprise est inférieure au rayon de la placette (faciès minoritaire en surface dans la placette). Si son emprise est supérieure au rayon, il est étudié malgré la superposition de la placette avec les faciès qui l'encadre.

Le schéma suivant (Fig. 9) récapitule le processus de suivi à l'échelle du transect.

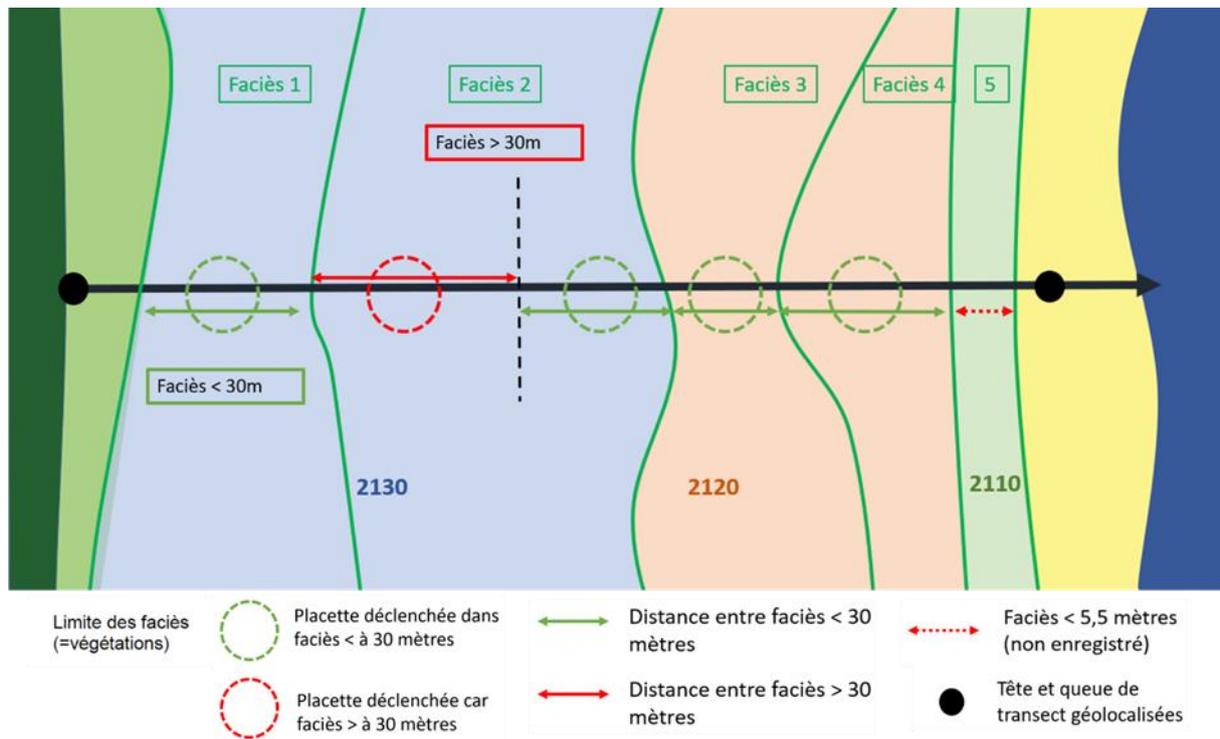


Fig. 9. Schéma récapitulatif du protocole de suivi des communautés végétales de dunes littorales par transect

Pour chaque placette, différentes informations sur la structure, la composition et l'écologie de la végétation sont notées :

- **Composition floristique**

La liste exhaustive des taxons présents dans la placette est dressée. Le champ d'investigation taxonomique concerne uniquement les spermatophytes et ptéridophytes. Les bryophytes et lichens, plus complexes à appréhender, sont écartés dans un premier temps mais leur prise en compte lors des lectures futures apparaît particulièrement pertinente. Le référentiel taxonomique suit la version la plus récente de TaxRef (actuellement version 14 (GARGOMINY *et al.*, 2015)).

Pour chaque taxon est attribué un coefficient d'Abondance/Dominance de Braun-Blanquet :

- 5 : Recouvrement > 75% de la surface de référence
- 4 : Recouvrement de 50–75% de la surface de référence
- 3 : Recouvrement de 25–50% de la surface de référence
- 2 : Individus très nombreux mais recouvrement < 5 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 5 à 25%
- 1 : Individus nombreux mais recouvrement < 1 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 1 à 5 %

+ : Peu d'individus, avec très faible recouvrement

i : Individu unique

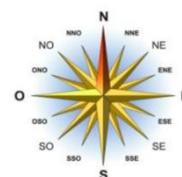
- **Structure de la végétation**

La structure de la végétation au sein de la placette est enregistrée par estimation du recouvrement (en %) et de la hauteur de biomasse (en mètre) des différentes strates : herbacée, bryophytique, lichénique, arbustive et arborée. Le pourcentage de sol nu est également noté (en %).

- **Informations stationnelles**

Un ensemble de paramètres écologiques est noté à l'échelle de la placette. Ils permettront un début d'interprétation de l'évolution de la végétation :

- **Pente** : 0–5% (plat), 5–15% (incliné), 15–30% (très incliné), 30–60% (abrupt).
- **Exposition** : N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, nulle.
- **Mésformes** : Plan/Concave/Convexe/Bossellement général/Bossellement à armoise.



L'indicateur des mésformes renseigne sur la dynamique morphologique des dunes. C'est un critère utile qui peut témoigner des degrés d'érosion marine ou éolienne d'un site. Ce critère permet d'appréhender dans quelle phase de développement se trouve la dune.

- **Dynamique** : déflation, accumulation (légère ou prononcée), stabilité, érosion marine, érosion éolienne.

Elle permettra d'évaluer à l'échelle de la placette la dynamique en cours de la végétation (dynamique progressive ou régressive). Une grille d'aide à la lecture de la dynamique sera fournie en notice d'utilisation du bordereau.

- **Altérations**

Divers types d'altération peuvent être rencontrés sur le terrain, les principales atteintes relevées sont les suivantes :

- Travaux dunaires
- Equipements urbain / infrastructures
- Piétinement
- Pollutions diverses
- Présence de plantes exotiques envahissantes
- Erosion éolienne
- Erosion marine
- Fermeture par les ligneux
- Voile nitrophile (présence de plantes de friches)

Enfin, la prise de photos doit être réalisée avec des prises de vue à chaque départ et arrivée de transect, cela servant d'aide à l'interprétation et à garder une trace visuelle du site lors des lectures successives.

La durée de lecture du transect dépend de sa longueur et de la diversité des communautés ; elle peut être estimée autour de 2h à 3h.



### Système des placettes permanentes simples

Ce système permet de suivre finement les paramètres de structure et fonctions de la végétation, à travers plusieurs indicateurs d'intérêt : dérive trophique, fermeture par les ligneux, diversité végétale, typicité des végétations, substitution de communautés végétales...

Pour collecter la donnée végétale, le type de placette est **un quadrat de fréquence de 3 m de côté** géoréférencé précisément dans l'espace et matérialisé par un cordage marqué tous les 3 mètres (les angles droits sont obtenus par une corde de longueur équivalente à la diagonale soit 4.24 m. La surface de 9m<sup>2</sup> semble être un bon compromis entre l'aire minimale d'étude pour ce type de végétation (5 à 20m<sup>2</sup>), l'homogénéité stationnelle et le temps et l'exhaustivité de la lecture.

Au sein de ce **quadrat de 9 m<sup>2</sup>**, sont **disposés 9 sous-quadrats de 0,25 m de côté** (Fig. 10 et Fig. 11). Un relevé floristique exhaustif, en présence/absence, est réalisé à l'intérieur de chacun des 9 sous-quadrats. Un relevé complémentaire est ensuite réalisé, en présence/absence, pour les espèces non relevées à l'intérieur des 9 quadrats élémentaires, mais présentes au sein du quadrat de 3 m x 3 m. Ce système permet *in fine* de déterminer l'évolution de la fréquence des taxons ou groupe de taxons au sein du quadrat.

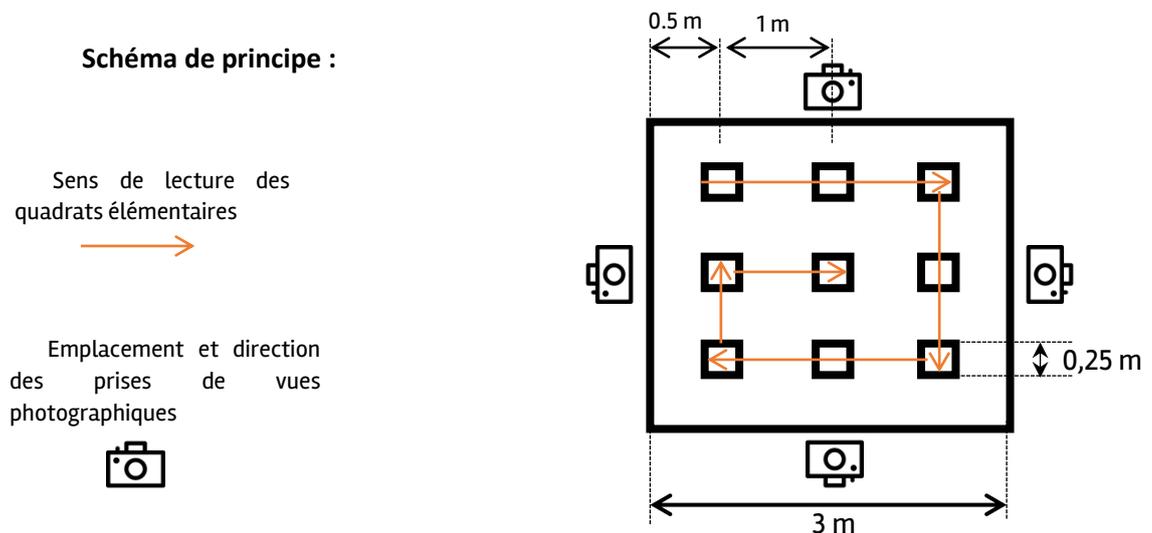


Fig. 10. Schéma d'organisation théorique des sous-quadrats au sein du quadrat de fréquence de dunes grises.



Fig. 11. Photo du sous-quadrat utilisé pour les dunes grises (25cm de côté).

Afin de faciliter la relocalisation des dispositifs, des photos avec prises de vue depuis les 4 sommets et les 4 côtés du quadrat paysager et surtout du quadrat de fréquence, pendant que les dispositifs de lecture sont en place, doivent être réalisées (Fig. 10).

### **Données récoltées**

- *Métadonnées* : nom du site, date de lecture, identité du ou des observateurs, coordonnées GPS (WGS84), numéro de transect ONF associé, présence d'une station météo à proximité, code du quadrat et code du sous-quadrat, repères naturels
- *Hauteur de végétation* : hauteur de biomasse (et non pas hauteur maximale), mesurée avec précision (0.05 m en général).
- *Données stationnelles* : pente, exposition, surface de sol nu, dynamique dunaire, menaces et atteintes, position géomorphologique, type de dune grise, mésoforme, largeur de la dune grise sur la zone échantillonnée.
- *Description du milieu* : un descriptif succinct du milieu intégré par le quadrat (exemple : Pelouse semi-annuelle à *Tuberaria* et *Corynephorus* sur tapis dense bryolichénique en arrière-dune).
- *Types biologiques* : le recouvrement des différents types biologiques dans le quadrat est relevé et exprimé en pourcentage (projection visuelle de la végétation au niveau du sol), avec une précision de 5 %.  
Types envisagés : bryophytique, lichen, thérophyte, herbacé (incluant géophytes, hémicryptophytes et chaméphytes suffrutescents), chaméphyte et phanérophyte.  
NB : le recouvrement total des différents types ou strates peut dépasser 100 % (du fait de leur superposition éventuelle).
- *Liste et fréquence des espèces végétales* : présence/absence des taxons au sein de chaque sous-quadrat, ces derniers lus dans le sens des aiguilles d'une montre, suivi d'un relevé en présence/absence à l'échelle du quadrat total afin d'inventorier les espèces non incluses dans les sous-quadrats. La détermination du rang taxonomique doit être la plus fine possible.  
N.B : la prise en compte de la diversité bryophytique et lichénique est envisageable et constituerait un réel apport vis-à-vis du réseau de transects.
- *Données de gestion ou de restauration* : la connaissance de l'historique du site est vivement conseillée afin d'interpréter au mieux les résultats du suivi et de tirer des conclusions sur l'état de conservation. Cette information pourra être collectée auprès du propriétaire et/ou du gestionnaire.

### **Matériel nécessaire**

Matériel de base :

- Appareil GPS (GPS submétrique si possible) ;
- Appareil photo.
- Ouvrage de détermination des taxons ;
- Loupe x10 à x20 ;
- Poche plastique ou enveloppe pour le prélèvement d'échantillons pour une détermination en laboratoire des taxons ;
- Clé de détermination des végétations et des habitats dunaires ;
- Boussole



Pour les placettes en transect :

- Topofil avec mesure de distance (400 m minimum) ;
- Piquets fins et hauts pour matérialiser le transect le temps de la lecture ;
- Bordereau de terrain (papier ou numérique) ;

Pour les placettes permanentes simples :

- Corde non étirable de 17 m minimum (tour du quadrat + diagonale), marquée tous les 3 mètres (coins du quadrat) et au niveau des positions des sous quadrats (pour un côté : 0.5m / 1,5m / 2,5m) ;
- Sous-quadrats en carton, plastique ou bois (25cm de côté) ;
- Tablette tactile avec bordereau numérique de suivi pelouses + bordereau papier ;
- Marteau ;
- Décamètre (60 m) pour notation des distances aux repères naturels.

## 1.5 Périodes de suivi et délais entre campagnes de relevés

Les végétations des dunes non boisées connaissent leur optimum phénologique entre début mai et début juillet. Afin de noter et pouvoir identifier le maximum d'espèces, les inventaires et suivis doivent s'effectuer durant cette période (FAVENNEC, 2002 ; LAFON *et al.*, 2015b ; LAFON *et al.*, 2015a). Une seule campagne de relevés est réalisée pour chaque année de suivi.

Les végétations dunaires et leur agencement résultent d'un blocage dû aux contraintes rencontrées sur le littoral ; par définition, elles sont donc peu dynamiques en absence de perturbations d'origines anthropiques directes (eutrophisation, plantations). En revanche, l'érosion marine ou éolienne rend ces végétations relativement changeantes spatialement. De plus, elles peuvent être impactées en cas d'aléas climatiques extrêmes répétés (forte sécheresse, canicule, etc.). Pour ces raisons, le délai entre chaque campagne de suivis a été fixé à 6 ans par l'ONF. Les précédentes campagnes ont eu lieu lors des années 1997, 2003, 2009, 2015 et 2021, la prochaine est donc prévue pour 2027.

## 1.6 Fiche de relevés

Pour le suivi des communautés de dunes ouvertes, il est prévu une fiche de relevés par transect. Celle-ci comprend les différents paramètres explicités précédemment à noter, en tenant compte des adaptations méthodologiques effectuées (Pioch *et al.*, *in prep.*). La dernière version de cette fiche est disponible en annexe (Annexe 4).

Pour le suivi spécifique des dunes grises par placettes permanentes, une fiche dédiée pour chaque placette est prévue, présentée en annexe (Annexe 5), associé à un bordereau numérique développé sous GeoODK.





## Chapitre 2. *Timon lepidus* (Daudin, 1802) – Lézard ocellé des dunes grises du littoral aquitain

*Auteur : Maud Berroneau*

---

Le choix de sélectionner le Lézard ocellé comme une espèce sentinelle se justifie notamment par le fait que les reptiles sont d'excellents indicateurs de biodiversité et des modèles très intéressants dans la recherche sur le changement climatique (RUGIERO *et al.*, 2013 ; KENNETH DODD JR, 2016). En effet, les espèces ectothermes dépendent exclusivement des paramètres extérieurs pour réguler leur métabolisme. Ils sont de ce fait extrêmement exposés aux perturbations climatiques (ARAÚJO *et al.*, 2006 ; SINERVO *et al.*, 2010 ; CLUSELLA-TRULLAS & CHOWN, 2011). De plus, les espèces présentant des capacités de dispersion limitées comme le Lézard ocellé trouvent des difficultés à coloniser d'autres milieux en raison de leur exigence en terme d'habitat (HUGHES, 2000 ; ARAÚJO *et al.*, 2006 ; HUEY *et al.*, 2012).

Le Lézard ocellé est une espèce thermophile qui colonise la quasi-totalité du milieu dunaire entre l'embouchure de l'Adour et la pointe du Verdon-sur-Mer.

Les habitats préférentiels du Lézard ocellé se trouvent en dune grise. Ces milieux fragiles sont soumis à différents risques et perturbations dû au changement climatique (érosion, vague submersive, etc.) (LE TREUT, 2013). Dans une logique de changement climatique, les paramètres météorologiques des placettes sont susceptibles de changer et d'entraîner une répartition différente de l'espèce (FOUFOPOULOS *et al.*, 2011). De plus, des variations d'abondance plus marquées que celles démontrées lors des suivis effectués entre 2008 et 2012 (BERRONEAU, 2012) pourraient être mises en évidence.

Les hypothèses de l'impact du changement climatique sur le Lézard ocellé sont donc :

- Mouvement et extinction locale possible des populations suite à la disparition de stations remarquables.
- Adaptation écophysologique jusqu'à un certain seuil.

L'objectif du suivi de cet indicateur est la mise en évidence d'une tendance évolutive de la répartition et de l'abondance du Lézard ocellé en lien avec d'éventuelles variations climatiques.

### 2.1 Sélection des sites

L'abondance du Lézard ocellé a fait l'objet d'un travail important entre 2008 et 2012 par Cistude Nature (BERRONEAU, 2012). Un système de suivi sur placettes avait été mis en place selon les premières méthodes d'occupation et d'estimation d'abondance basées sur les principes de détection certaine et de non-détection temporaire (MACKENZIE *et al.*, 2002 ; ROYLE & NICHOLS, 2003). Les sites sélectionnés ici reposent sur le protocole existant, reconduit lors de ce programme, en coordination avec les placettes ONF et ainsi couplé aux autres relevés faune/flore en milieu dunaire. L'intérêt de s'appuyer sur un protocole et des placettes existantes, étudiées sur un pas de temps important, est d'avoir une base de données historiques importantes pour les perspectives de modélisation.

Une partie du littoral en nord Landes ne comporte pas de placette car il s'agit d'une zone militaire dont l'accès est restreint voire interdit pour essai de munitions, malgré les populations connues de



Lézard ocellé sur ce secteur. Ne permettant pas le respect du protocole (nombre et fréquence des passages d'observation), ce secteur n'a pu être retenu pour l'étude. Une absence d'information est donc visible cartographiquement pour cette zone, bien que les populations de Lézard ocellé y soient importantes.

Lors de la visite de pré-suivi en début de saison 2017 (début mars 2017), certaines placettes ont été déplacées de quelques mètres pour s'ajuster au profil de la dune, à la potentialité en habitats favorables. En effet, le littoral, et le système dunaire en particulier, sont soumis aux aléas climatiques saisonniers (tempêtes, vagues submersives, etc.). Ils subissent une érosion parfois si importante que certains secteurs géolocalisés abritant du Lézard ocellé se retrouvent en une nuit dans l'océan. Ainsi une surveillance annuelle des placettes listées se fait avant chaque début de saison afin de vérifier leur existence, leur caractère favorable à l'espèce. Dans le cas où les changements climatiques ont modifié drastiquement les conditions d'accueil d'une placette pour le Lézard ocellé ou ont fait littéralement disparaître une placette suivie, une placette équivalente est redéfinie dans la mesure du possible avec la même latitude.

L'étude du Lézard ocellé se cantonne aux départements de la Gironde et des Landes, car les populations de l'intérieur des terres (Dordogne, Lot-et-Garonne, Charente-Maritime) ont une écologie et des habitats différents des populations dunaire suivies, répondant ainsi à d'autres problématiques de conservation. Il en est de même pour les populations de l'île d'Oléron qui sont soumises à un phénomène insulaire particulier influant sur le dynamisme des populations (Fig. 12).

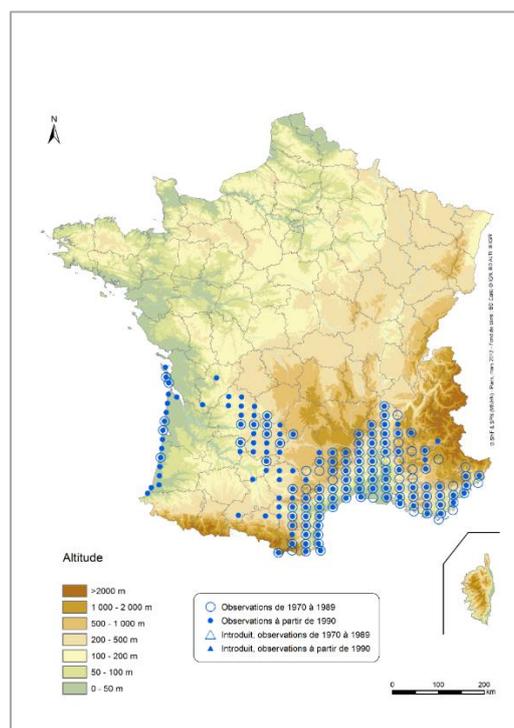
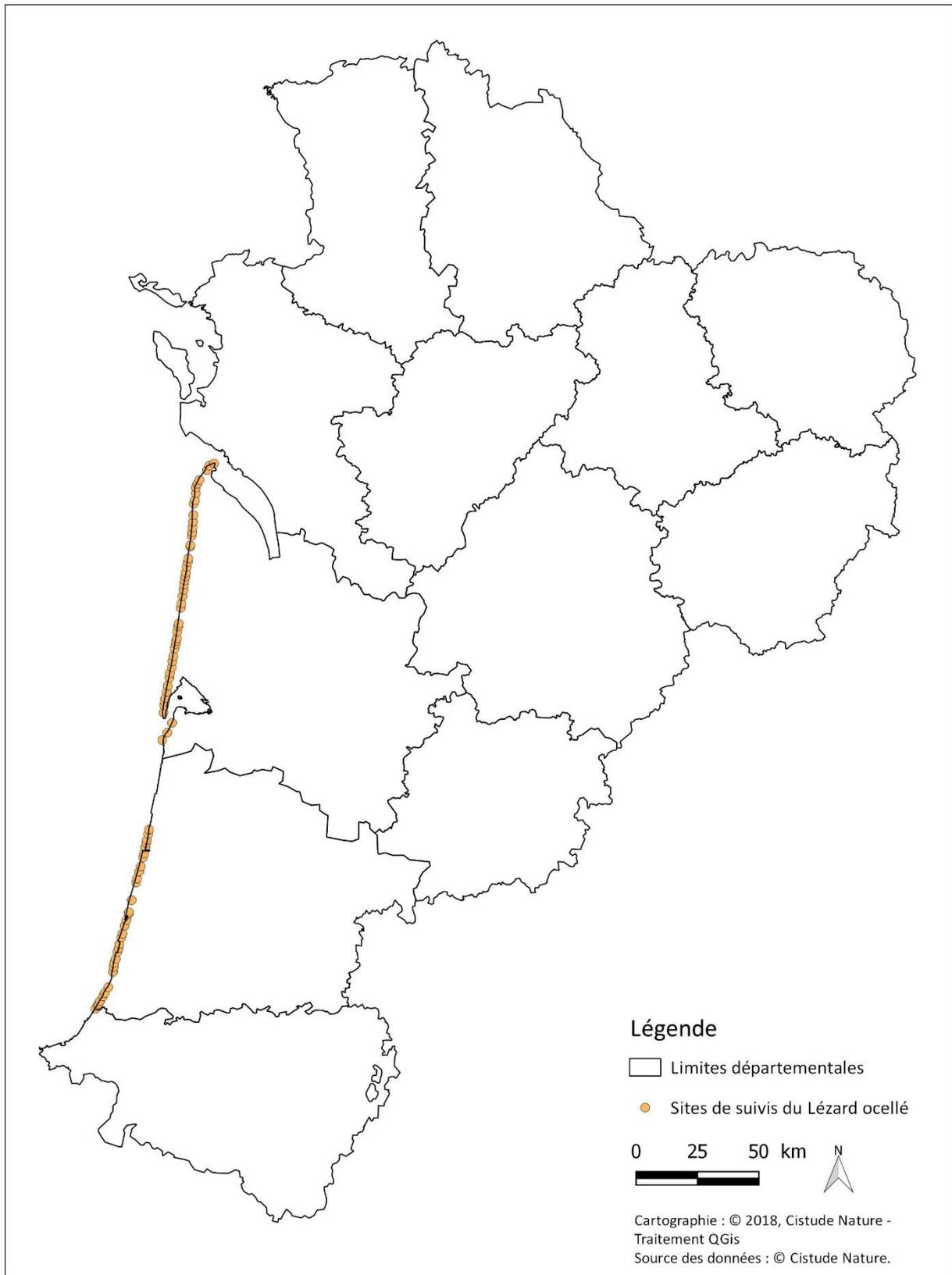


Fig. 12. Répartition du Lézard ocellé en France (SHF, 2013).

## 2.2 Description des sites choisis

Les sites sont répartis selon la répartition connue du Lézard ocellé entre les départements de la Gironde et des Landes : 80 placettes sur l'ensemble du cordon dunaire (depuis la dune blanche jusqu'à la frange forestière). Niveau terminologie, pour ce suivi Lézard ocellé et dans la suite du rapport, un « site » équivaut à une « placette » (Fig. 13, Tab. XV).



Sites de suivis du Lézard ocellé :  
Situation géographique des sites d'études en Nouvelle-Aquitaine

**Fig. 13. Répartition géographique des sites de suivis du Lézard ocellé.**



**Tab. XV. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre des suivis "Lézard ocellé"**

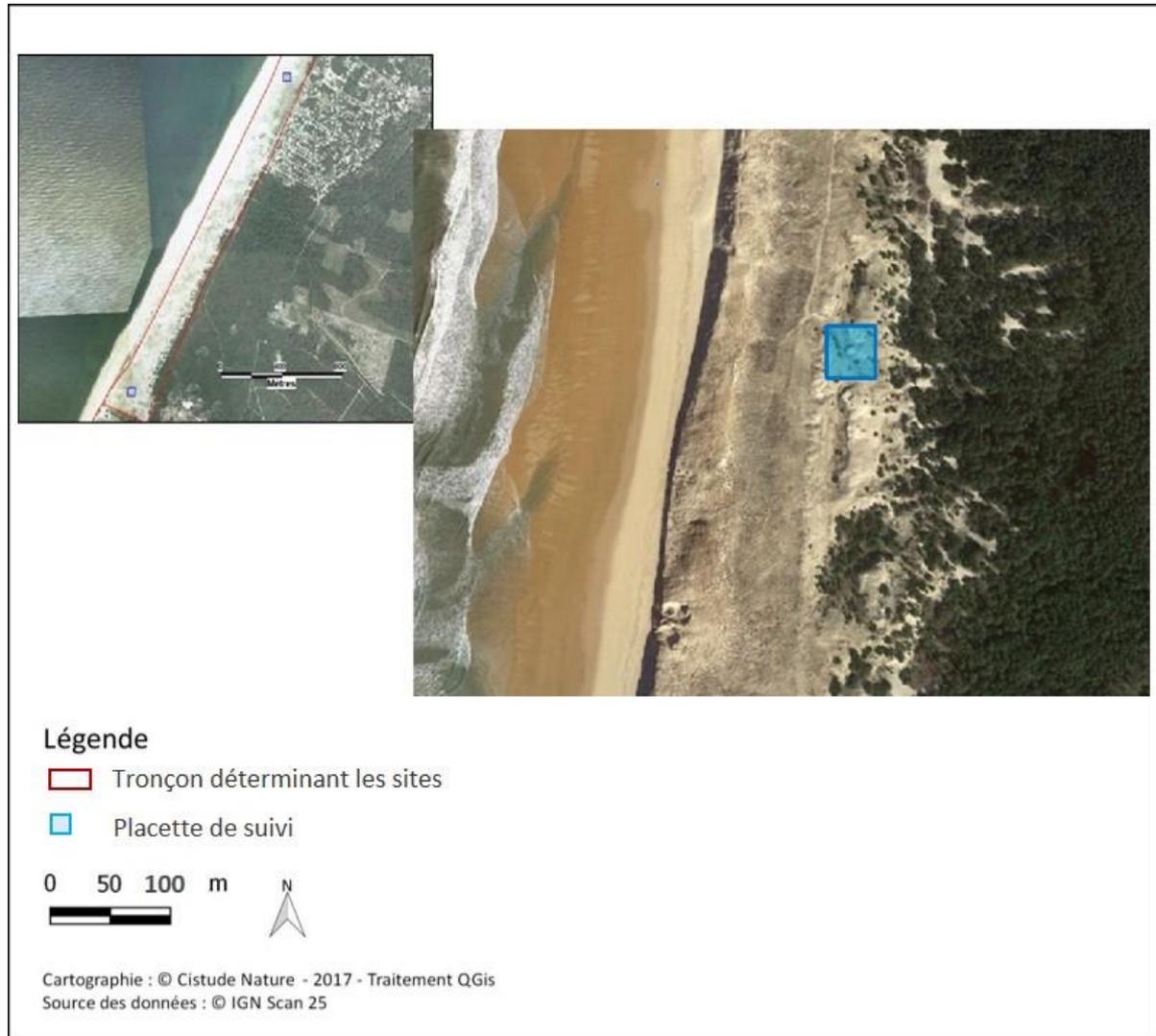
Département	Nom du site	Type d'habitat	Superficie (m <sup>2</sup> )	Propriétaire/ gestionnaire	Accord	Structure de suivi	Latitude	Longitude
Gironde (33)	LO_33_1	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,5376	-1,25536
Gironde (33)	LO_33_2	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,5665	-1,23152
Gironde (33)	LO_33_3	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,6035	-1,20976
Gironde (33)	LO_33_4	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,6403	-1,25652
Gironde (33)	LO_33_5	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,6672	-1,25531
Gironde (33)	LO_33_6	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,68	-1,25258
Gironde (33)	LO_33_7	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,6939	-1,251
Gironde (33)	LO_33_8	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,7175	-1,24572
Gironde (33)	LO_33_9	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,7397	-1,24223
Gironde (33)	LO_33_10	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,7696	-1,23569
Gironde (33)	LO_33_11	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,7872	-1,23413
Gironde (33)	LO_33_12	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,809	-1,22648
Gironde (33)	LO_33_13	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,8314	-1,22521
Gironde (33)	LO_33_14	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,8501	-1,22174
Gironde (33)	LO_33_15	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,879	-1,21741
Gironde (33)	LO_33_16	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,8958	-1,21243
Gironde (33)	LO_33_17	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,9075	-1,21217
Gironde (33)	LO_33_18	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,9174	-1,20831
Gironde (33)	LO_33_19	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,9425	-1,20867
Gironde (33)	LO_33_20	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,9621	-1,20437
Gironde (33)	LO_33_21	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,9722	-1,20265
Gironde (33)	LO_33_22	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,0303	-1,19666
Gironde (33)	LO_33_23	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,0466	-1,19506
Gironde (33)	LO_33_24	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,0748	-1,19088
Gironde (33)	LO_33_25	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,0981	-1,18672
Gironde (33)	LO_33_26	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,1177	-1,1864
Gironde (33)	LO_33_27	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,1329	-1,18391
Gironde (33)	LO_33_28	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,1472	-1,18209
Gironde (33)	LO_33_29	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,1617	-1,18062
Gironde (33)	LO_33_30	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,1827	-1,1774
Gironde (33)	LO_33_31	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,2025	-1,17268
Gironde (33)	LO_33_32	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,2144	-1,17143
Gironde (33)	LO_33_33	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,2591	-1,16493
Gironde (33)	LO_33_34	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,264	-1,1644
Gironde (33)	LO_33_35	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,2998	-1,15976
Gironde (33)	LO_33_36	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,3124	-1,15833
Gironde (33)	LO_33_37	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,3306	-1,15819
Gironde (33)	LO_33_38	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,3509	-1,157
Gironde (33)	LO_33_39	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,3761	-1,1571
Gironde (33)	LO_33_40	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,418	-1,15828

Département	Nom du site	Type d'habitat	Superficie (m²)	Propriétaire/gestionnaire	Accord	Structure de suivi	Latitude	Longitude
Gironde (33)	LO_33_41	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,4314	-1,15289
Gironde (33)	LO_33_42	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,4572	-1,15027
Gironde (33)	LO_33_43	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,479	-1,15204
Gironde (33)	LO_33_44	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,4935	-1,14422
Gironde (33)	LO_33_45	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,5075	-1,13464
Gironde (33)	LO_33_46	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,5453	-1,09787
Gironde (33)	LO_33_47	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,5623	-1,087
Gironde (33)	LO_33_48	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	45,5711	-1,06353
Landes (40)	LO_40_1	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,531	-1,51837
Landes (40)	LO_40_2	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,5437	-1,50844
Landes (40)	LO_40_3	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,5501	-1,50379
Landes (40)	LO_40_4	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,5604	-1,49724
Landes (40)	LO_40_5	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,5787	-1,48352
Landes (40)	LO_40_6	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,591	-1,47601
Landes (40)	LO_40_7	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,6136	-1,45942
Landes (40)	LO_40_8	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,6714	-1,44007
Landes (40)	LO_40_9	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,6896	-1,43807
Landes (40)	LO_40_10	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,7036	-1,43713
Landes (40)	LO_40_11	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,7192	-1,43026
Landes (40)	LO_40_12	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,7453	-1,42418
Landes (40)	LO_40_13	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,7598	-1,41835
Landes (40)	LO_40_14	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,7752	-1,41561
Landes (40)	LO_40_15	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,8009	-1,40787
Landes (40)	LO_40_16	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,8147	-1,40336
Landes (40)	LO_40_17	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,844	-1,39457
Landes (40)	LO_40_18	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,8653	-1,38738
Landes (40)	LO_40_19	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,8887	-1,37759
Landes (40)	LO_40_20	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,8956	-1,37713
Landes (40)	LO_40_21	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	43,9399	-1,3664
Landes (40)	LO_40_22	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,0059	-1,34894
Landes (40)	LO_40_23	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,0213	-1,34511
Landes (40)	LO_40_24	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,0471	-1,33611
Landes (40)	LO_40_25	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,0664	-1,32996
Landes (40)	LO_40_26	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,1006	-1,32039
Landes (40)	LO_40_27	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,1154	-1,31682
Landes (40)	LO_40_28	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,1375	-1,31235
Landes (40)	LO_40_29	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,1549	-1,30793
Landes (40)	LO_40_30	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,1655	-1,30625
Landes (40)	LO_40_31	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,1882	-1,30058
Landes (40)	LO_40_32	dunaire	2500	ONF	oui	Cistude Nature	44,2046	-1,29769



## 2.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Les points d'échantillonnage Lézard ocellé correspondent aux placettes individuelles. Le protocole de suivi est basé sur un comptage de l'espèce sur chacun des sites d'études, c'est-à-dire sur chacune des placettes précédemment listées. Les placettes de 50 x 50 mètres sont réparties sur l'ensemble du littoral aquitain (Fig. 14). Une carte et un numéro sont attribués à chaque placette (Tab. XV).



Sites de suivi du Lézard ocellé :  
Exemple de disposition des placettes de suivi

Fig. 14. Exemple de disposition des placettes littorales (Lézard ocellé)

## 2.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

Le Lézard ocellé est une espèce dont le principal comportement observable est l'activité d'insolation. Cette espèce ectotherme a besoin de se chauffer au soleil afin de réguler sa température interne. Pour ce faire, il se place généralement à l'entrée de son abri où il est facilement observable. Le Lézard ocellé ne confectionne pas son propre gîte, il s'approprie divers types d'abris pour se protéger (garences de lapins, terriers/trous de rongeurs, tas de bois morts, débris anthropiques tels que les restes de voies allemandes bitumées en arrière dune, blockhaus endommagés, etc.). La prospection du Lézard ocellé consiste en l'observation directe de l'espèce, mais également en la

recherche de ses indices de présence (traces de pattes dans le sable et fèces caractéristiques), et de ses abris potentiels.

L'application du protocole type « POP Reptile » (LOURDAIS & MIAUD, 2016) (élaboré au niveau national par un collège scientifique : SHF, MNHN, EPHE Montpellier, ONF) permet une estimation fine de la présence ou de l'abondance du Lézard ocellé. Cette abondance peut être mise en relation avec des facteurs extérieurs (évolution des températures, etc.) et peut être comparée d'une année sur l'autre.

Le Lézard ocellé étant une espèce farouche, qui disparaît à la moindre alerte, il convient d'être le plus discret possible à l'approche du secteur à prospecter. Il est également recommandé de faire le moins de bruit possible durant les observations. Il est préconisé d'attendre 10 minutes après l'arrivée de l'observateur sur la placette pour commencer l'observation effective et les relevés en cas de perturbations et/ou fuite des lézards présents à l'arrivée de l'observateur.

Chaque placette est parcourue trois fois pendant 20 min au cours de la saison d'activité de l'espèce. Après une approche discrète et une recherche visuelle aux jumelles pendant 10 minutes, l'observateur parcourt la placette de manière aléatoire pendant 10 minutes à la recherche d'indices de présence (traces, crottes, mues). Chaque observation est notée et quantifiée pour chaque relevé et chaque placette. D'autres informations, tels que les indices de présence de Lapin de Garenne, sont également notées.

## 2.5 Nombre de campagne de relevés

Les placettes doivent être prospectées en matinée lors de conditions météorologiques favorables, de **mars à fin juin** (période d'activité du Lézard ocellé).

**Les recommandations pour les conditions météorologiques** favorables à l'observation des Lézards ocellés sont les suivantes :

- Préférer une température moyenne (éviter température trop fraîche notamment en début de saison [ $<15^{\circ}\text{C}$ ] ou à l'inverse trop élevée en été [ $>27^{\circ}\text{C}$ ])
- Eviter les jours à couverture nuageuse importante et pluvieux
- Vent faible

En début de saison, et en fonction de la météo, les relevés peuvent être réalisés toute la journée ou le matin préférentiellement. Les horaires optimaux préconisés se situent généralement après 10h du matin en début de saison (mars à mai), et entre 9h30 et 11h ou entre 16h30 et 19h en fin de saison (juin à septembre).

L'ensemble des placettes est prospecté 3 fois durant la saison d'activité (de mars à juin), avec un intervalle d'au moins 2 semaines entre les passages.

## 2.6 Fiche de relevés

La récolte de données est réalisée à l'aide de la fiche de relevé standardisée. Trois fiches de renseignements doivent être remplies pour chaque placette et chaque passage. La première fiche « Relevé » renseigne par placette les observations de l'espèce, les indices de présence et les gîtes utilisés pour les trois passages. La deuxième fiche « Descriptif placette » permet un descriptif précis de la placette pour les trois passages. Enfin, la fiche « Récapitulatif placettes » liste l'ensemble des placettes à prospecter (Annexe 6).



### **Notice explicative aux fiches à renseigner**

- **Fiche Relevé**

– Localisation / aide localisation : coordonnées GPS des quatre extrémités de la placette. Il peut également être noté toute remarque facilitant le bon repérage du site.

#### Météo :

- T° : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en degré Celsius).
- Vent : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en m/s) sur une minute.
- Nuage : la couverture nuageuse doit être indiquée selon 5 coefficients ( $1 \leq 20\%$  ;  $20\% < 2 \leq 40\%$  ;  $40\% < 3 \leq 60\%$  ;  $60\% < 4 \leq 80\%$  ;  $5 > 80\%$ ).

#### Nature du contact avec LO :

- Obs directe : nombre d'individus différents observés.
- Traces : nombre de traces observées.
- Fèces : nombre crottes dénombrées.
- Mues : nombre de mues dénombrées (attention à la confusion avec d'autres lacertidés).

#### Nature du Gîte :

- Description du gîte utilisé par l'individu.
- Remarque : pour indiquer tout type d'information supplémentaire.
- **Fiche Descriptif placette**
- Localisation / aide localisation : cf. ci-dessus.
- Date / Observateur : date et nom des observateurs lors des trois passages.
- Position : emplacement de la placette sur la dune.
- Strates de végétation : pourcentage et hauteur des différentes strates de végétation au sein de la placette.
- Nature du Gîte : présence / absence et nombre des différents abris disponibles pour les Lézards ocellés.
- Lapins : présence / absence et nombre des types d'observations du Lapin de Garenne.

- **Fiche Récapitulatif placettes**

- Coordonnées GPS : indiquent les quatre extrémités nord-ouest, nord-est, sud-est et sud-ouest de la placette.
- Commentaires : toutes informations permettant de faciliter le repérage de la placette.

**PARTIE II.**  
**INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES SECS**







## Chapitre 3. Communautés végétales des pelouses sèches calcicoles

**Auteurs :** Kévin Romeyer, Anthony Le Fouler,

**Contributeurs :** Clément Cléro, Romain Bissot, Frédéric Fy, Mickaël Mady, Grégory Caze

---

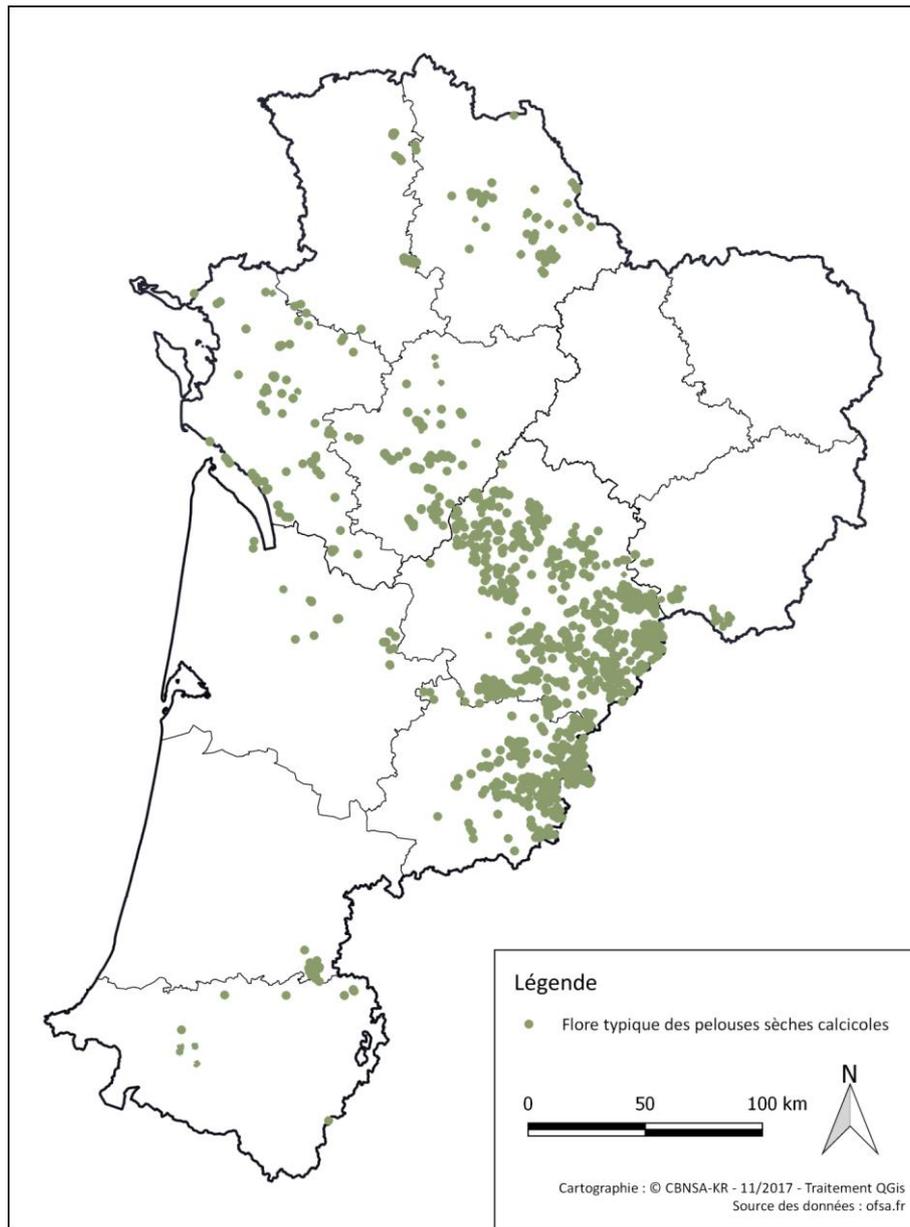
Les pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine hébergent une flore particulièrement diversifiée. La combinaison des influences atlantique (climat doux et assez humide) et méditerranéenne (climat chaud et sec en été), associée à des conditions édaphiques variées tant sur la profondeur du sol que sur sa richesse en éléments nutritifs, expliquent cette diversité. Se retrouvent ainsi des communautés herbacées à dominance d'hémicryptophytes, souvent riches en orchidées, sur des sols relativement profonds à tendance mésophiles ; et des communautés riches en chaméphytes (dont nano-chaméphytes) sur des sols très superficiels sous influence méditerranéenne. Ces pelouses sont adaptées pour tolérer une certaine sécheresse climatique et édaphique en période estivale. Toutefois, une hausse de l'aridité liée à des précipitations plus variables au printemps et en été couplée à une augmentation des températures dans le futur (Acclimaterra, 2018 ; CNRM, 2014) induiront de nouvelles contraintes susceptibles de modifier les cortèges et le fonctionnement des pelouses (Maalouf, 2012). La perte des espèces les moins tolérantes à une sécheresse accrue, la progression d'espèces méditerranéennes (Grillet *et al.*, 2006) et le développement d'un cortège d'espèces annuelles au profit des vivaces (Lavorel et Garnier, 2002 ; Zwicke, 2013) constituent des réponses potentielles au changement climatique. Par ailleurs, ces milieux sont impactés par la déprise pastorale qui engendre une fermeture plus ou moins rapide des coteaux.

Pour identifier et mesurer les effets du changement climatique sur les communautés végétales de pelouses calcaires, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur structure (types biologiques dominants, hauteur, recouvrement) et 2- leur composition floristique (diversité spécifique, cortèges indicateurs, fréquence relative des espèces, spectre chorologique).



### 3.1 Sélection des sites

En région Nouvelle-Aquitaine, les communautés végétales de pelouses sèches calcicoles sont relativement fréquentes et bien exprimées sur les coteaux calcaires ou marneux du Lot-et-Garonne, de la Dordogne et de la Charente. Elles deviennent plus rares et appauvries floristiquement vers le sud-ouest et le nord de la région (Fig. 15). Néanmoins, si les patches bien exprimés de pelouses sont nombreux et garantissent l'expression d'une flore intéressante, elles occupent rarement de grandes surfaces sur les coteaux et sont régulièrement remplacées ou en mosaïque avec des végétations plus évoluées dynamiquement d'ourlets et de fourrés (obs. CBNSA).



Zones d'expression des communautés végétales de pelouses sèches calcicoles (d'après 4 espèces caractéristiques)

**Fig. 15.** Situation géographique des zones d'expression des communautés végétales des pelouses sèches calcicoles en Nouvelle-Aquitaine.

L'identification des sites de suivi favorables s'appuie, d'une part sur la présence de la flore caractéristique des pelouses sèches calcicoles relevant du *Festucion auquieri-marginatae* J.-M. Royer



& Ferrez 2020 ou du *Thesio humifusi-Koelerion pyramidatae* J.-M. Royer & Ferrez 2020 renseignées dans l'Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine (OBV atlas en ligne : [obv-na.fr](http://obv-na.fr)) (Fig. 15), et sur les connaissances et prospections de partenaires/gestionnaires d'autre part. L'étude de la bibliographie a permis de tenir compte de la variabilité et de la répartition des communautés végétales de pelouses (ROYER, 1982 ; BOULLET & GEHU, 1984 ; ROYER, 1984 ; LAMOTHE & BLANCHARD, 2005 ; LE FOULER, 2013 ; ABADIE *et al.*, 2014 ; FY & BISSOT, 2014).

Ensuite, l'utilisation d'indices d'état ont permis de sélectionner les habitats les plus favorables, c'est-à-dire dans un bon état de conservation. Ces indices sont les suivants :

- niveau faible de dérive trophique, basé sur la fréquence relative des espèces eutrophes au sein du tapis végétal (ex : *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper*, *Echium vulgare*) ;
- fermeture limitée du milieu, basée sur la fréquence relative et le recouvrement d'espèces de stades dynamiques ultérieurs aux pelouses (ex : *Brachypodium rupestre*, *Origanum vulgare*, *Juniperus communis*) ;
- recouvrement de sol nu, basé sur le pourcentage de recouvrement du sol nu et la proportion entre plantes annuelles et plantes vivaces.
- limitation de perturbations : eutrophisation, surpâturage, exploitation calcaire etc.

Enfin, pour la mise en place de suivis à long terme et l'isolement du facteur climatique, la dimension foncière et paysagère des sites est essentielle en plus de leur bon état de conservation. Ainsi, les sites sont distants d'au moins de 50 mètres de toutes activités anthropiques et bénéficient d'une gestion écologique constante (MALLARD, 2016b).

Dans le cadre du schéma pluriannuel de suivi des habitats d'intérêts communautaires (HIC) mis en place par le CBN Sud-Atlantique sur son territoire d'agrément (LE FOULER & CAZE, 2012), les habitats de pelouses sèches font l'objet d'un suivi régulier pour l'évaluation de l'état de conservation à travers le réseau Natura 2000 (LE FOULER, 2013). L'existence préalable d'un tel réseau de sites de suivi des communautés végétales dans les ex-régions Aquitaine et Poitou-Charentes, reposant sur des méthodes et paramètres compatibles (structure, composition floristique et recouvrement de chaque communauté) avec ceux exposés ici, permet de mutualiser une partie des dispositifs mis en place et de bénéficier de données historiques sur ces communautés. En Aquitaine, 52 dispositifs de suivi ont ainsi été matérialisés en 2013 sur 27 sites différents (LE FOULER, 2013), répartis essentiellement dans l'extrême est de l'ex-région (Dordogne et Lot-et-Garonne), correspondant aux zones d'expression optimales des pelouses (surfaces importantes et peu fragmentées, cortèges caractéristiques bien développés). En Poitou-Charentes, ce sont 212 dispositifs de suivi qui ont été matérialisés entre 2012 et 2014, surtout en Charente (ROYER, 1982 ; BOULLET & GEHU, 1984 ; ROYER, 1984 ; LAMOTHE & BLANCHARD, 2005 ; LE FOULER, 2013 ; ABADIE *et al.*, 2014 ; FY & BISSOT, 2014).

La sélection de nouveaux sites avec une répartition représentative des coteaux à l'échelle de la région Nouvelle-Aquitaine s'est effectuée, d'une part selon un gradient de pluviosité et donc d'appauvrissement en espèces de pelouses très sèches, soit dans des secteurs plus à l'ouest et au sud (Gironde et Pyrénées-Atlantiques) ; et d'autre part selon un gradient thermique et donc d'appauvrissement en espèces thermophiles dans des secteurs plus au nord (Deux-Sèvres, Vienne). Cela devrait permettre de détecter des variations de cortèges (ex : enrichissement en espèces xéro-thermophiles) dans les différentes zones suivies.



### 3.2 Description des sites choisis

Au total, 29 sites comportent des dispositifs de suivi des communautés végétales à travers la Nouvelle-Aquitaine (Fig. 16) ; 56 placettes y sont matérialisées.

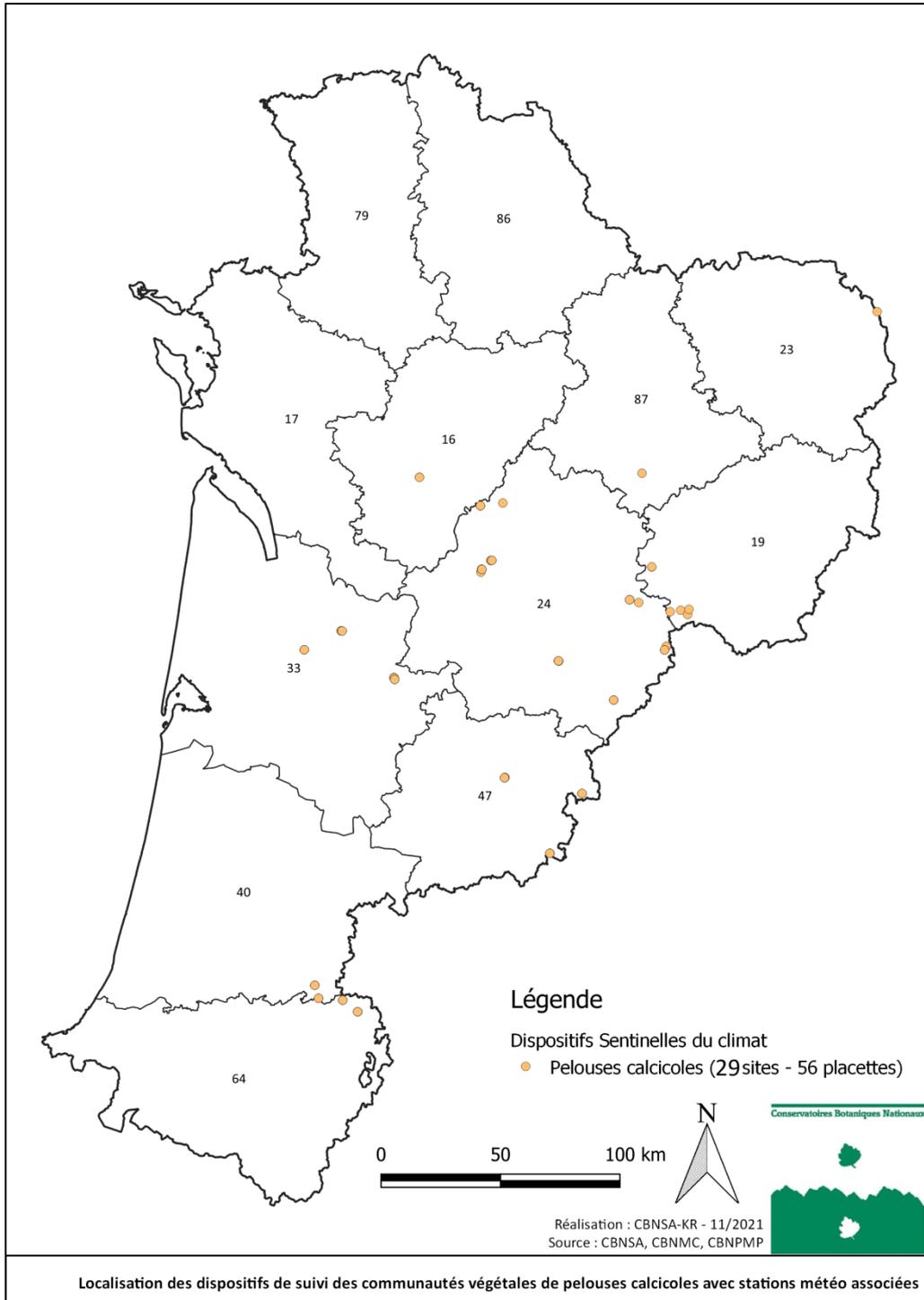


Fig. 16. Situation géographique des sites de suivi de communautés végétales des pelouses calcicoles.



### 3.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Le suivi des communautés végétales de pelouses sèches calcicoles en lien avec les évolutions climatiques reprend les principes d'échantillonnage élaborés pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires (HIC) pour ces mêmes milieux (LE FOULER, 2013).

Les données concernant la communauté végétale sont relevées au sein d'un quadrat de fréquence permanent de 3 m de côté. La lecture de ce quadrat de fréquence s'effectue par l'intermédiaire de 9 sous-quadrats de 25 cm de côté. L'aire minimale pour l'étude des pelouses sèches étant estimée autour de 10 à 20 m<sup>2</sup> (BOUZILLÉ, 2007 ; ROYER, 2009), la surface de 9 m<sup>2</sup> de ce quadrat apparaît légèrement réduite mais des analyses exploratoires ont montrées que la perte de précision était mineure en passant d'un relevé sur quadrat de 16 m<sup>2</sup> à un relevé sur quadrat de 9 m<sup>2</sup> (obs. CBNSA).

Le positionnement d'un quadrat de fréquence sur un coteau doit, dans la mesure du possible, s'effectuer de façon aléatoire au sein d'une zone correspondant à une végétation de pelouse. Cela nécessite en pratique de disposer d'une couche relativement précise de ces zones favorables à l'échelle du coteau. En l'absence de ce type de donnée, l'échantillonnage est orienté et le quadrat est positionné dans une zone représentative de la pelouse. Le bord supérieur du quadrat est orienté soit vers le haut du coteau (dans la direction de plus grande pente), soit vers le nord en absence de pente. Dans l'objectif d'un suivi à moyen/long terme (plusieurs décennies) et afin d'assurer la relocalisation précise et la pérennité du dispositif, chaque quadrat est délimité par 4 tiges métalliques inoxydables enterrés mais affleurant légèrement au niveau du substrat. Les coordonnées GPS des 4 tiges sont enregistrées pour chacun des quadrats à l'aide d'un GPS submétrique (précision à 50 cm). La relocalisation s'effectue dans un premier temps grâce aux photographies et aux coordonnées GPS puis à l'aide d'un détecteur de champs magnétiques. Cette technique permet d'assurer une grande pérennité au dispositif de suivi, tout en limitant les contraintes de gestion (pour le pastoralisme et la fauche notamment). Le recours à un repère coloré fixé à une tige et nettement affleurant peut s'avérer judicieux pour la relocalisation ; de même la maximisation de l'emprise métallique des tiges, en y ajoutant des rondelles à large diamètre par exemple, faciliterait la détection (Mady, comm. pers.).

### 3.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces

À l'échelle du quadrat de fréquence, le but est de suivre l'évolution de la structure et de la composition de la communauté de pelouse à un niveau fin de précision. Pour collecter la donnée floristique, le quadrat de 3 m de côté est matérialisé par un cordage marqué tous les 3 mètres (les angles droits sont obtenus par une corde de longueur équivalente à la diagonale soit 4.24 m).

Au sein de ce quadrat de 9 m<sup>2</sup>, sont disposés 9 sous-quadrats de 0,25 m de côté (Fig. 10 et Fig. 11). Un relevé floristique exhaustif, en présence/absence, est réalisé à l'intérieur de chacun des 9 sous-quadrats. Un relevé complémentaire est ensuite réalisé, en présence/absence, pour les espèces non relevées à l'intérieur des 9 sous-quadrats, mais présentes au sein du quadrat de 3 x 3 m. Ce dispositif permet *in fine* de déterminer au sein du quadrat l'évolution de la fréquence des taxons ou groupe de taxons au cours du temps.



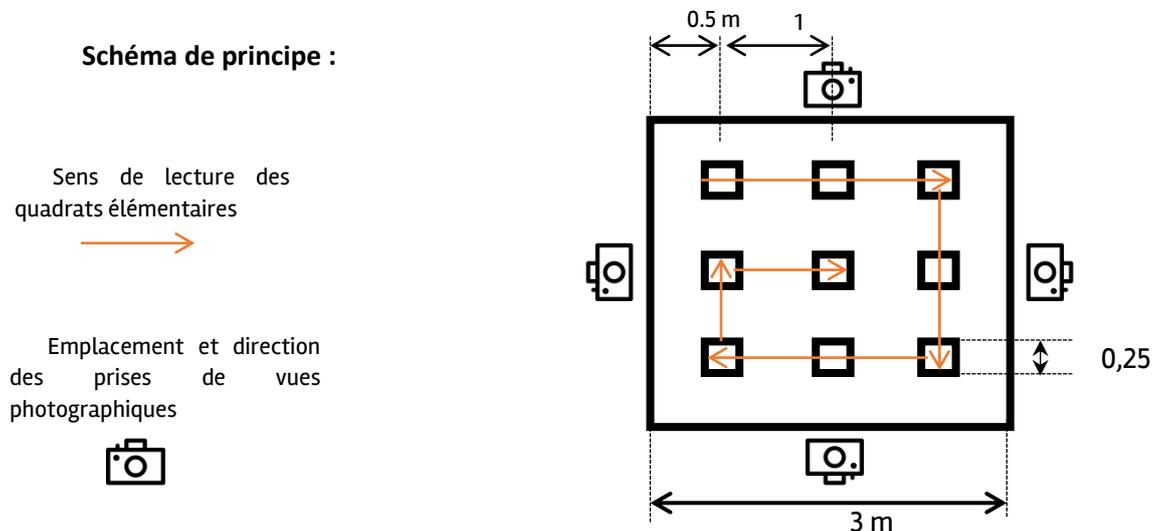


Fig. 17. Schéma d'organisation théorique des sous-quadrats au sein du quadrat de fréquence de pelouses.



Fig. 18. Photo du sous-quadrat utilisé pour les pelouses sèches (25cm de côté).

Afin de faciliter la relocalisation des dispositifs, des photos avec prises de vue depuis les 4 sommets et les 4 côtés du quadrat paysager et surtout du quadrat de fréquence, pendant que les dispositifs de lecture sont en place, doivent être réalisées.

### **Données récoltées**

- *Métadonnées* : nom du site, date de lecture, identité du ou des observateurs, coordonnées GPS (WGS84), code du quadrat.
- *Hauteur de végétation* : hauteur de biomasse (et non pas hauteur maximale), mesurée avec précision ( $\pm 0.05$  m en général), à l'échelle du quadrat.



- *Données stationnelles* : nature du substrat, pente, exposition, texture du sol, mode de gestion du site.
- *Données de recouvrement* : le recouvrement de différents éléments, exprimé en pourcentage, est relevé à l'échelle du quadrat (projection visuelle au niveau du sol), avec une précision de 5 %. Sont estimés la surface occupée par le sol nu, la litière, la strate bryophytique, la strate lichénique ainsi que le recouvrement de graminées sociales (*Brachypodium rupestre*, *Bromopsis erecta* et *Sesleria caerulea*) afin d'appréhender leur pouvoir compétitif et leur colonisation. NB : le recouvrement total des différents éléments du quadrat peut dépasser 100 % (du fait de la superposition).
- *Description du milieu* : un descriptif succinct du milieu intégré par le quadrat (exemple : Pelouse xérophile sur calcaires durs en cours de fermeture par *Brachypodium rupestre* et *Juniperus communis* prostré).
- *Liste des espèces végétales* : présence/absence des taxons au sein de chaque sous-quadrat, ces derniers lus dans le sens des aiguilles d'une montre, suivi d'un relevé en présence/absence à l'échelle du quadrat total afin d'inventorier les espèces non incluses dans les sous-quadrats. La détermination du rang taxonomique doit être la plus fine possible.
- *Données de gestion (facultatif)* : la connaissance de l'historique du site est vivement conseillée afin d'interpréter aux mieux les résultats du suivi et de tirer des conclusions sur l'état de conservation. Cette information pourra être collectée auprès du propriétaire et/ou du gestionnaire.

Pour l'étude des végétations de pelouses, le champ d'investigation taxonomique concerne uniquement les spermatophytes et ptéridophytes, excluant donc les bryophytes et lichens plus complexes à appréhender. Le référentiel taxonomique suivi est la version la plus récente de TaxRef (actuellement version 14, (GARGOMINY *et al.*, 2015).

La durée de lecture du quadrat peut être estimée autour de 1h, un temps minimum de 5 minutes par sous-quadrat est préconisé pour garantir une bonne exhaustivité.

### **Matériel nécessaire**

Pour la mise en place et la lecture d'une placette de suivi de pelouses, le matériel requis est le suivant :

- Tiges en métal (inox) x 4 par quadrat (pour l'installation) ;
- Appareil GPS (GPS submétrique si possible) ;
- Corde non étirable de 17 m minimum (tour du quadrat + diagonale), marquée tous les 3 mètres (coins du quadrat) et au niveau des positions des sous quadrats (pour un côté : 0.5m / 1,5m / 2,5m) ;
- Détecteur de champs magnétiques (pour relocalisation de quadrats existants) ;
- Marteau ;
- Sous-quadrats en carton, plastique ou bois (25cm de côté) ;
- Boussole
- Tablette tactile avec bordereau numérique de suivi pelouses + bordereau papier ;
- Appareil photo.

### 3.5 Périodes de suivi et délais entre campagnes de relevés

Les pelouses sèches de Nouvelle-Aquitaine connaissent leur optimum phénologique entre mi-mai et fin juin ; c'est-à-dire la période durant laquelle la majorité du cortège floristique est au stade de floraison. Afin de noter et pouvoir identifier le maximum d'espèces, les inventaires et suivis doivent s'effectuer durant cette période. Compte-tenu des conditions printanières assez variables d'une année à l'autre, il existe une variabilité floristique interannuelle non négligeable liée à des décalages de phénologie ou l'absence de développement pour certaines espèces (Romeyer et David, 2018 *in* Mallard). Ainsi, il est préférable d'éviter des passages trop précoces et de privilégier des campagnes centrées sur le mois de juin dans la mesure du possible.

Une seule campagne de relevés est réalisée pour chaque année de suivi. En effet, la quasi-totalité du cortège floristique étant observable dans le cas d'une lecture pendant la période phénologique optimale, la réalisation de plusieurs campagnes n'offre qu'un intérêt limité.

Les pelouses sèches pouvant être un habitat relativement dynamique si les conditions de gestion changent ou en cas d'aléas climatiques extrêmes tels qu'une forte sécheresse ou canicule (MAALOUF, 2012), le délai entre les premières campagnes de suivis était de 2 ans (2017 et 2019) pour avoir une bonne vision de la variabilité des systèmes et établir un état de référence plus robuste. Les impacts du changement climatique sur cet habitat pouvant intervenir à une échelle de temps assez courte (4 à 10 ans), un délai entre campagnes de 6 ans offre un bon compromis et permet une synergie avec le rapportage national sur l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires qui doit avoir lieu tous les 6 ans.

### 3.6 Fiche de relevés

Le bordereau utilisé pour le suivi des pelouses calcicoles de Nouvelle-Aquitaine reprend les paramètres énoncés plus haut ; il est présenté en annexe (Annexe 7).



## Chapitre 4. Populations de lépidoptères des pelouses calcicoles

**Auteurs :** Fanny Mallard, Sandy Bulté, Pierre-Yves Gourvil, **Contributeur :** David Soulet

---

Les lépidoptères sont reconnus comme l'un des groupes indicateurs du changement climatique. Ils sont fortement liés aux plantes hôtes et nectarifères de l'habitat. Ils sont poïkilothermes c'est-à-dire qu'ils sont dépendants de la température du milieu et de la température locale de leur habitat pour leur activité (KLECKOVA & KLECKA, 2016). En France et à travers la Nouvelle-Aquitaine, ils font l'objet de programmes de surveillance approfondie.

Les pelouses calcicoles ont été identifiées comme milieu sec potentiellement impacté par le changement climatique. Le cortège floristique de ces pelouses pourrait connaître d'importantes modifications. Ces changements sont susceptibles d'impacter les communautés de lépidoptères et d'ascalaphes associées à ces milieux, dont certaines espèces dépendent de plantes spécifiques appelées plantes hôtes spécifiques à ces milieux. De plus, l'optimum de développement des lépidoptères et des ascalaphes, comme pour les autres insectes, risque d'être influencé par le réchauffement climatique provoquant des évolutions spatio-temporelles des cortèges. Ainsi, plusieurs hypothèses peuvent être émises quant à leur réponse face au changement climatique. Certaines espèces pourraient soit être sujettes à des disparitions locales, soit capables de s'adapter au nouveau contexte environnemental, soit de déplacer leur aire de répartition pour suivre les conditions qui leur conviennent. Des espèces d'affinité méditerranéenne, telle que le Citron de Provence (*Gonepteryx cleopatra*), pourraient apparaître ou bien se développer davantage.

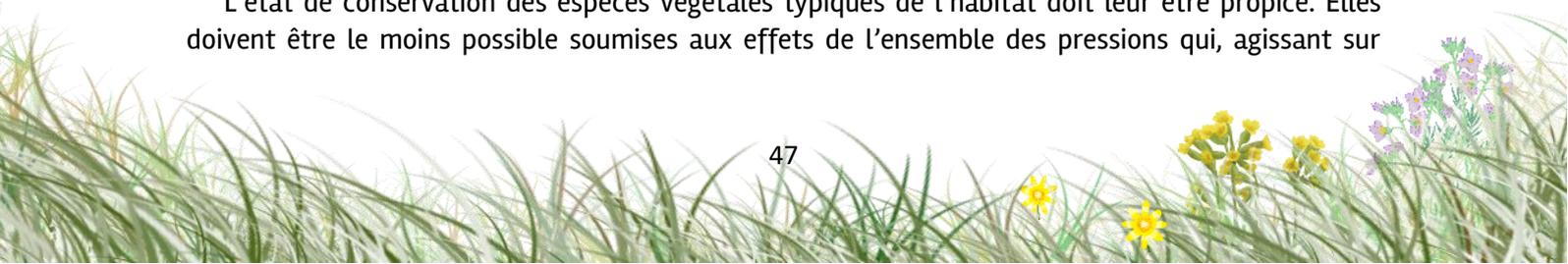
Ainsi, l'objectif de cette étude est de déterminer les effets spatio-temporels du changement climatique sur les populations de lépidoptères des pelouses calcicoles de la Nouvelle-Aquitaine et d'identifier, par la suite, différents scénarios de répartition des espèces et de structure des assemblages.

### 4.1 Sélection des sites

Une hypothèse de travail posée pour la sélection des sites d'étude est de s'appuyer sur un état de conservation des sites limitant autant que possible l'influence de facteurs anthropiques autres qui pourraient impacter la biodiversité et ne permettraient pas de dissocier l'effet du changement climatique de ces autres facteurs. Cet état de conservation est qualifié de "bon" dans cette étude. Ainsi, les réponses de la biodiversité observées sur un site devraient être liées principalement aux effets du changement climatique.

D'après la Directive habitat (DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992), l'état de conservation d'un habitat naturel est défini par l'évaluation des effets de l'ensemble des pressions agissant sur cet habitat et sur les espèces typiques qu'il abrite et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions, ainsi que la survie de ses espèces typiques. Le milieu est considéré comme favorable par plusieurs critères.

L'état de conservation des espèces végétales typiques de l'habitat doit leur être propice. Elles doivent être le moins possible soumises aux effets de l'ensemble des pressions qui, agissant sur



l'espèce, peuvent affecter à long terme la répartition et l'importance de ses populations sur le territoire (BOUZILLÉ, 2007). En 2016, une pré-sélection de 31 sites de pelouse calcicole, dont l'état de conservation de l'habitat est qualifié de « bon état », a été réalisée par le CBN Sud-Atlantique (Fig. 19). Cette sélection s'est appuyée sur l'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles d'Aquitaine, réalisée dans le cadre du schéma pluriannuel de suivi des habitats d'intérêts communautaires (HIC) de la région Aquitaine mis en place par le CBN Sud-Atlantique (LE FOULER & CAZE, 2012 ; LE FOULER, 2013).

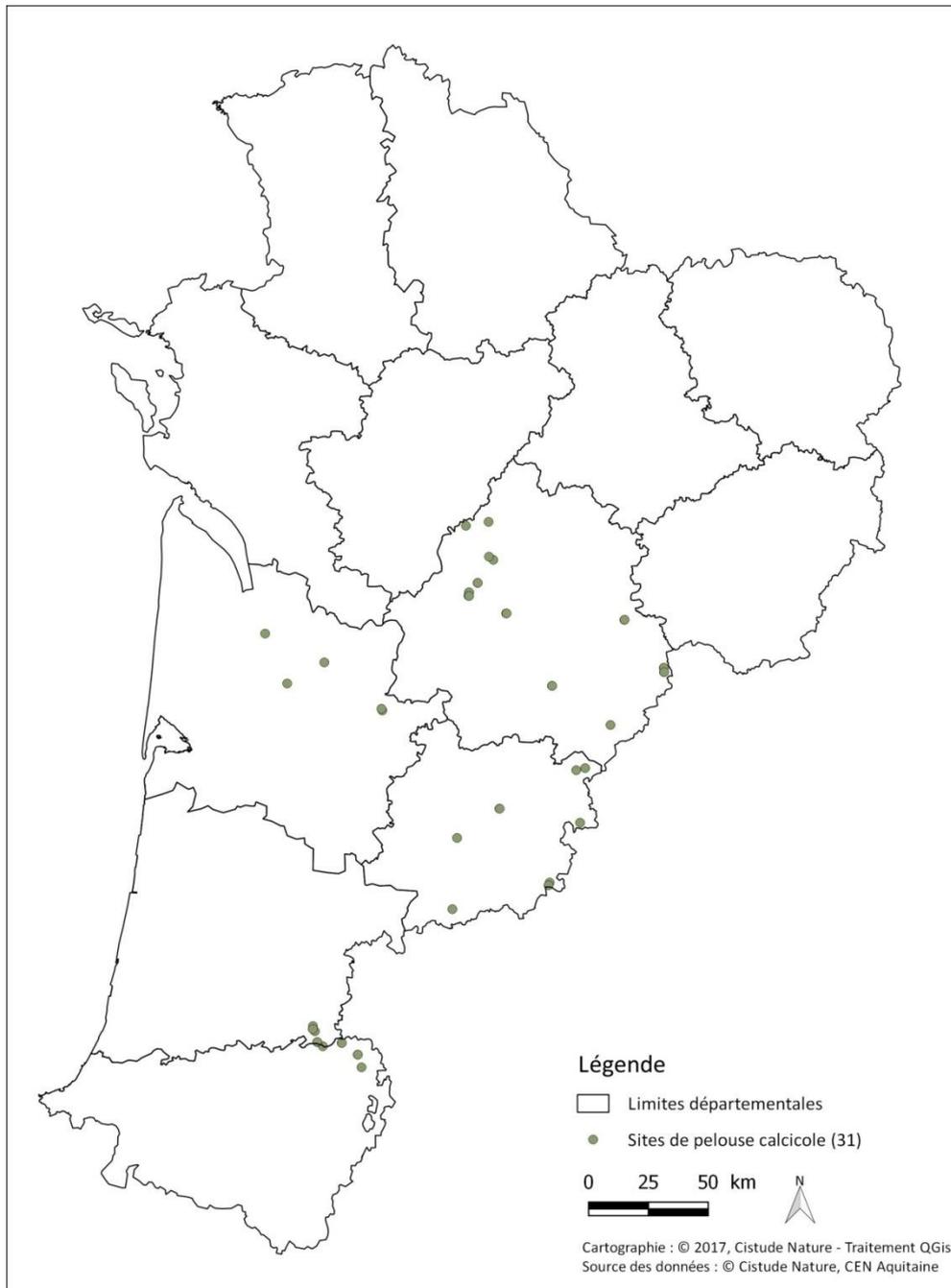
L'habitat doit également avoir une aire de répartition naturelle ainsi que des superficies stables ou en extension (BOUZILLÉ, 2007). La maîtrise foncière permet d'assurer la pérennité de l'habitat dans le temps. Les sites publics et les sites privés conventionnés auprès du CEN Nouvelle-Aquitaine sont favorisés. Les sites bénéficient d'une gestion écologique constante. La gestion doit être en accord avec la période des suivis (pas d'intervention entre mai et août) afin de minimiser les perturbations de la gestion sur les cortèges de lépidoptères au moment des suivis (absence de plante nectarifère causée par la fauche ou par l'abrutissement par le bétail).

La structure et les fonctions spécifiques nécessaires au maintien à long terme de l'habitat existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible (BOUZILLÉ, 2007). Les sites privilégiés sont connectés potentiellement à d'autres pelouses calcicoles permettant d'assurer des échanges entre les habitats, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Une surface importante permet de limiter l'influence d'autres facteurs anthropiques. La surface définie pour les pelouses calcicoles doit être en pratique suffisante pour positionner un transect de 100 m dans l'habitat. Les sites sont également distants d'au moins 50 m des activités anthropiques qui pourraient fragmenter les populations de lépidoptères (VAN BOHEMEN, 1998 ; MALLARD, 2014)..

Afin de pouvoir comparer les habitats de même nature, il est nécessaire d'écarter les causes de variations qui déterminent des conditions écologiques particulières (FAURIE *et al.*, 2011). Les sites choisis de pelouses calcicoles sont exposés sud et composés d'une végétation homogène d'un seul tenant afin de minimiser le nombre de paramètres climatiques et édaphiques. Ces critères permettent d'écarter les causes de variations qui déterminent des conditions écologiques particulières (FAURIE *et al.*, 2011).

En terme pratique, les sites ont un accès facile permettant la réalisation de campagnes de relevés standardisées. Les coteaux accessibles par des terrains privés sont écartés.

Les sites sélectionnés ont une répartition spatialement équilibrée à travers la région Aquitaine. La répartition spatiale de l'effort d'échantillonnage permettra de mettre en évidence des variations de réponse du cortège étudié à différentes latitudes. La littérature scientifique indique que, parmi la faune, les espèces de lépidoptères sont celles qui ont répondu le plus aux changements climatiques, notamment en modifiant leurs aires de répartition vers le nord (WILSON & MACLEAN, 2011).

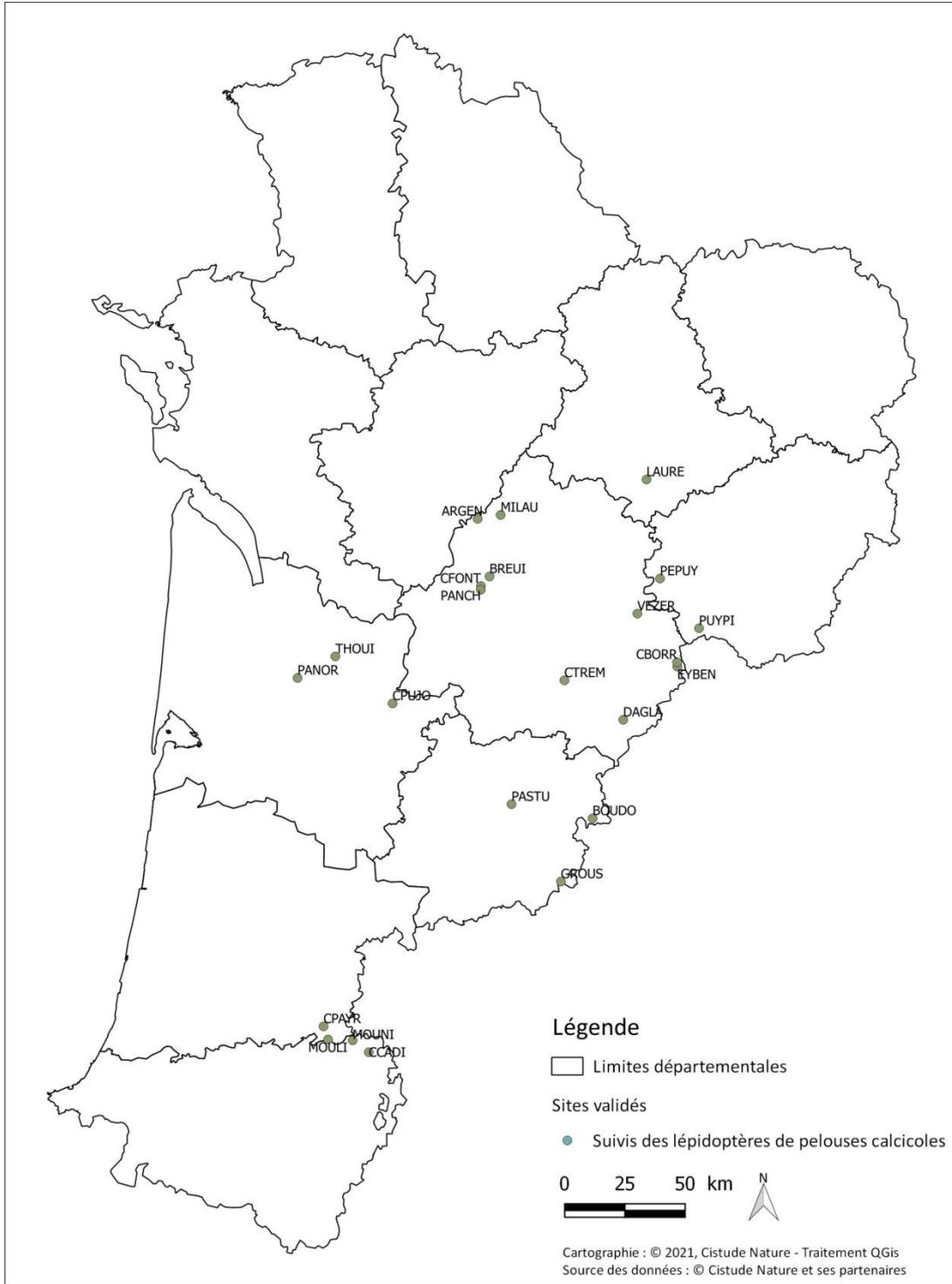


Situation géographique des sites prospectés pour les suivis lépidoptères en pelouse calcicole.

**Fig. 19.** Situation géographique des pelouses calcicoles prospectées pour les suivis lépidoptères.

## 4.2 Description des sites choisis

Sur 31 sites de pelouse calcicole prospectés en 2016, 20 sites ont été retenus pour répondre aux critères énoncés précédemment (Fig. 20., Tab. XVI). En 2017, suite à des refus d'accès au site, deux sites ont été abandonnées et ont fait l'objet d'un remplacement. Avec l'extension du programme à la région Nouvelle-Aquitaine, en 2018, trois nouveaux sites, situés en Limousin, ont été ajoutés au réseau de sites existant. Au total, ce sont 23 sites qui sont validés pour les suivis du cortège de lépidoptères de pelouses calcicoles (10 en Dordogne, 3 en Gironde, 2 dans les Landes, 3 en Lot-et-Garonne, 2 dans les Pyrénées-Atlantiques, 2 en Corrèze, 1 en Haute-Vienne).



Sites validés pour les suivis du cortège de lépidoptères de pelouses calcicoles

Fig. 20. Situation géographique des sites validés pour les suivis de lépidoptères de pelouses calcicoles.



Tab. XVI. Caractéristiques des sites validés pour les suivis du cortège de lépidoptères de pelouses calcicoles

Dép.	Code site	Commune	Dénomination	Superficie	Statut	Code statut	Gestionnaire	Transects	Structure en charge des suivis	Latitude	Longitude
19	PEPUI	Ayen	Pelouse du Puy d'Ayen	0.9 ha	/	/	Commune	1	Société Entomologique du Limousin	45.250656	1.332024
19	PUIPI	Nespouls	Pelouse du Puy Pialat	1.37 ha	Site CEN	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	1	Société Entomologique du Limousin	45.072847	1.509369
24	CBORR	Borrèze	Coteau de Borrèze	7.5 ha	Natura 2000	FR7200676	Privé	3	CEN Nouvelle-Aquitaine	44.95074237	1.398240501
24	EYBEN	Borrèze	Coteau d'Eybènes	8.2 ha	Natura 2000	FR7200676	Privé	2	CEN Nouvelle-Aquitaine	44.93494409	1.399189733
24	BREUI	Saint-Victor	Coteau du Breuilh	11.6 ha	Natura 2000 / Site CEN	FR7200670	Privé géré par le CEN Nouvelle-Aquitaine	3	CEN Nouvelle-Aquitaine	45.25914839	0.448825943
24	VEZER	Les Farges	Vallée de la Vézère	3.3 ha	Site CEN	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	2	Cistude Nature	45.12555641	1.197237179
24	ARGEN	La Rochebeaucourt et Argentine	Plateau d'Argentine	26 ha	Natura 2000	FR7200810	Commune/PNR Périgord	6	Cistude Nature	45.46570618	0.388480442
24	DAGLA	Saint Pompont	Causse de Daglan	14 ha	Natura 2000	FR7200672	Privé	8	Cistude Nature	44.74225963	1.125573881
24	PANCH	Saint Sulpice de Roumagnac	Coteau de la Panche	3.8 ha	/	/	Privé	4	Cistude Nature	45.2115309	0.40430106
24	CFONT	Saint-Pardoux de Drone	Coteau des Fontenelles	11.7 ha	/	/	Privé	4	Cistude Nature	45.22472456	0.405057221
24	CTREM	Trémolat	Coteau de Trémolat	5.9 ha	Natura 2000	FR7200664	Privé	4	Cistude Nature	44.88496585	0.828075423
24	MILAU	Rudeau-Ladosse	Coteau de Milauvieux	1.6 ha	Natura 2000	FR7200663	Privé	2	Cistude Nature	45.479687	0.504885
33	CPUJO	Pujols	Coteau de Pujols	3,9 ha	Site CEN / ZNIEFF1	Z000000443	CEN Nouvelle-Aquitaine	3	CEN Aquitaine	44.80153647	-0.042129685
33	PANOR	Bassens	Parc Panoramis	6.3 ha	/	/	Commune	1	Cistude Nature	44.8936848	-0.522923438
33	THOUI	Villegouge	Tertre de Thouil	9 ha	ZNIEFF1	Z000000440	Privé	1	Cistude Nature	44.97117	-0.331793
40	CPAYR	Payros-Cazautet	Coteau de Payros-Cazautet	2.5 ha	Natura 2000	FR7200771	Privé	2	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.62084359	-0.391455258
40	MOULI	Pimbo	Coteau du Moulin	2 ha	Natura 2000	FR7200771	Conseil Départemental des Landes	2	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.57226087	-0.368898061
47	PASTU	Pinel Hauterive	Pech de Pastour	1.7 ha	Site CEN	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	1	CEN Nouvelle-Aquitaine	44.43574767	0.560410685
47	BOUDO	Tournon d'Agenais	Vallée du Boudouyssou	3.6 ha	Natura 2000	FR7200733	Privé	4	Cistude Nature	44.38413372	0.970499593
47	GROUS	Saint-Urcisse	Grousset	1.6 ha	Natura 2000	FR7200736	Privé	1	Cistude Nature	44.15348125	0.8102349

Dép.	Code site	Commune	Dénomination	Superficie	Statut	Code statut	Gestionnaire	Transects	Structure en charge des suivis	Latitude	Longitude
64	CCADI	Cadillon	Coteau de Cadillon	4.4 ha	Site CEN	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	2	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.52540333	- 0.162361189
64	MOUNI	Garlin	Coteau de Mounicou	1.4 ha	Site CEN	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	2	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.56911836	- 0.244013643
87	LAURE	La Roche l'Abeille	Lande de St-Laurent	31.4 ha	Natura 2000		Commune	4	Société Entomologique du Limousin	45.606398	1.243419



### 4.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

La méthodologie de comptage des lépidoptères est basée sur le programme national du suivi temporel des Rhopalocères de France (STERF) du programme d'observatoires de la biodiversité Vigie-Nature (MANIL & HENRY, 2007).

Pour pouvoir comparer les comptages entre transects, il est souhaitable que l'effort d'échantillonnage soit standardisé. Les transects sont donc parcourus en un temps identique (10 ± 1 min.). Cette contrainte de temps détermine la longueur de chaque transect, les plus courts étant liés à un milieu riche (MANIL & HENRY, 2007). La longueur du transect définie en pelouse calcicole est de 100 m. Cette longueur a été déterminée suivant la vitesse de déplacement des observateurs lors des premiers tests de comptage réalisés en 2016 dans un habitat très diversifié et selon la longueur minimale disponible d'un type d'habitat homogène.

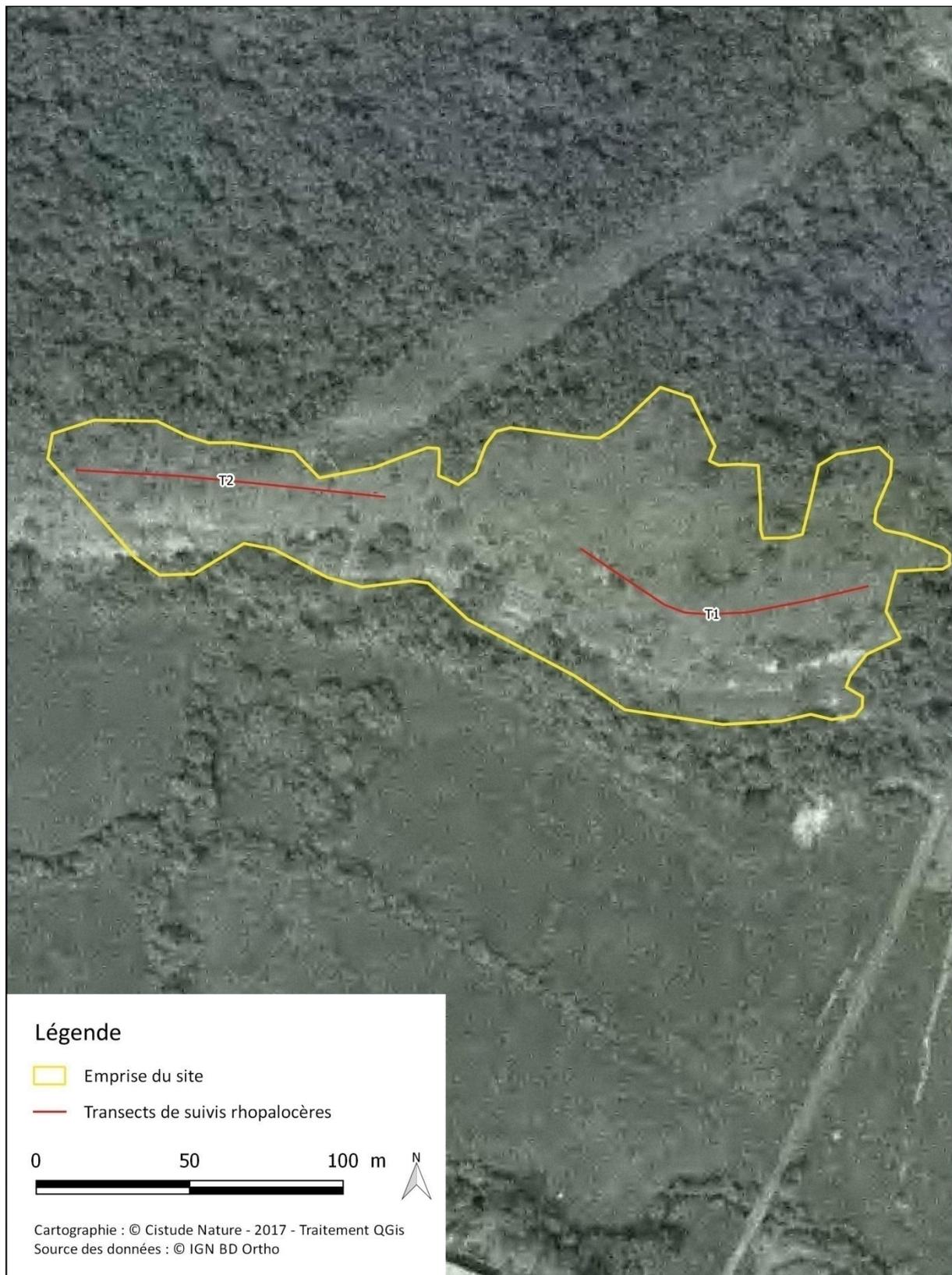
Selon la surface d'habitat homogène, un à huit transects ont été définis sur chaque site (Tab. XVII). Les transects, situés en pente, sont de forme linéaire adoptant la forme de l'habitat. Ils sont positionnés de façon à ce qu'ils suivent au mieux la courbe de niveau afin de faciliter le cheminement de l'observateur (Fig. 21, Fig. 22). Les transects sont espacés d'un minimum de 50 m afin d'éviter les doubles comptages, distance de référence d'après le protocole de suivi des lépidoptères des Réserves Naturelles de France (LANGLOIS & GILG, 2007). La distance entre les transects et les limites de l'habitat est de 30 à 50 m. Cette distance permet d'éviter l'effet lisière, zone de transition entre différents habitats et où plusieurs communautés animales se côtoient (FAURIE *et al.*, 2011).

Les transects sont matérialisés par des points GPS et ont également été cartographiés. La précision de réalisation du transect se situe entre 3 à 5 m (précision du GPS) selon les conditions météorologiques (Tab. XVII). Afin de ne pas perturber le cortège de lépidoptères sur le transect, le début est déterminé à l'entrée du site.

Tab. XVII. Caractéristiques des transects des sites de suivis de lépidoptères de pelouses calcicoles.

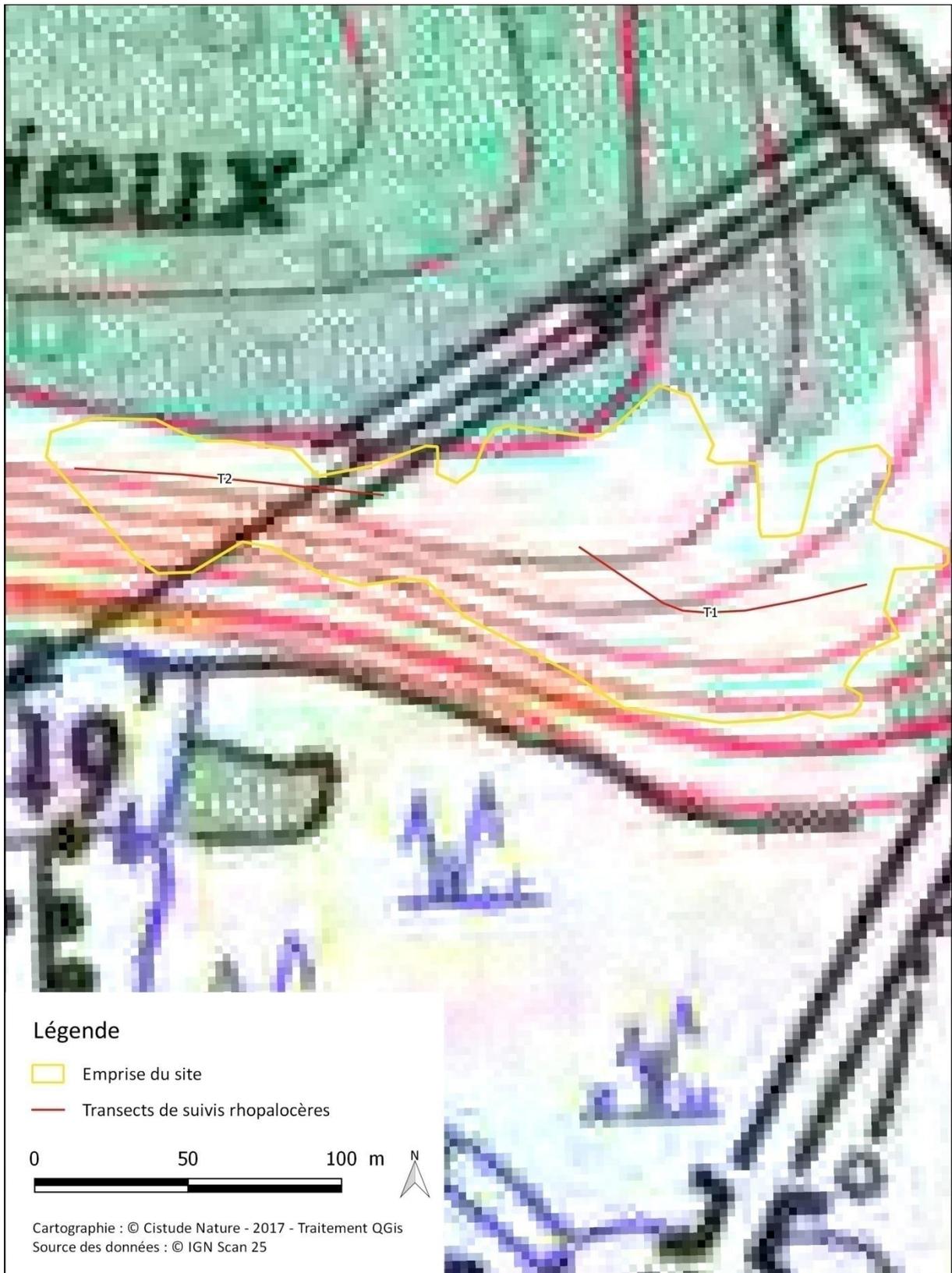
Dép.	Dénomination site	Dénom. transect	Longueur (en m)	Altitude (en m)	Longitude	Latitude	Longitude'	Latitude'
19	Pelouse du Puy d'Ayen	T1	100	310	45,25151	1,31142	45,25219	1,31226
19	Pelouse du Puy Pialat	T1	100	276	45,07255	1,50892	45,07328	1,50965
24	Causse de Daglan	T1	100	210	1.123788195	44.74409312	1.124270375	44.74324947
24	Causse de Daglan	T2	100	203	1.124528869	44.74277967	1.125252489	44.74204565
24	Causse de Daglan	T3	100	235	1.126069119	44.74252244	1.126887106	44.74195791
24	Causse de Daglan	T4	100	209	1.126060271	44.74157711	1.127231972	44.74152549
24	Causse de Daglan	T5	100	201	1.127009591	44.74079685	1.127652409	44.73999806
24	Causse de Daglan	T6	100	233	1.128359613	44.74030247	1.128021074	44.74116565
24	Causse de Daglan	T7	100	239	1.12887636	44.74041228	1.129758346	44.73977169
24	Causse de Daglan	T8	100	213	1.129477946	44.73952935	1.129665473	44.7386394
24	Coteau d'Eybènes	T1	100	105	44.93468	1.397426	44.934955	1.3987048
24	Coteau d'Eybènes	T2	100	135	44.934974	1.3997157	44.935158	1.401068
24	Coteau de Borrèze	T1	100	100	44.952274	1.3967937	44.95147	1.3973751
24	Coteau de Borrèze	T2	100	100	44.95108	1.3976756	44.950301	1.3982903
24	Coteau de Borrèze	T3	100	100	44.949862	1.3982143	44.949149	1.3990211
24	Coteau de La Panche	T1	100	130	45.2118063172	0.4025833159	45.2116271492	0.4037902515
24	Coteau de la Panche	T2	100	130	45.2107804463	0.4053860735	45.2102218014	0.4063950459
24	Coteau de la Panche	T3	100	127	45.213859	0.400046	45.214552	0.399201

Dép.	Dénomination site	Dénom. transect	Longueur (en m)	Altitude (en m)	Longitude	Latitude	Longitude'	Latitude'
24	Coteau de la Panche	T4	100	116	45.215048	0.398087	45.215709	0.397163
24	Coteau de Milauvieux	T1	100	145	45.4794706835	0.5059008204	45.4795803651	0.5047074738
24	Coteau de Milauvieux	T2	100	140	45.479734437	0.5038871318	45.4798127806	0.502605236
24	Coteau de Trémolat	T1	100	117	44.8862690648	0.8249034171	44.885850396	0.8259965357
24	Coteau de Trémolat	T2	100	139	44.8858243544	0.8271633178	44.8854382592	0.8282797689
24	Coteau de Trémolat	T3	100	129	44.8847393351	0.827732078	44.8842201104	0.8287897842
24	Coteau de Trémolat	T4	100	129	44.8847393351	0.827732078	44.8842201104	0.8287897842
24	Coteau des Fontenelles	T1	100	125	45.2265629902	0.4002401008	45.2258678082	0.401033219
24	Coteau des Fontenelles	T2	100	125	45.2259991281	0.401547225	45.2255285606	0.402673163
24	Coteau des Fontenelles	T3	100	125	45.2252270195	0.4032047088	45.2248439777	0.4044257314
24	Coteau des Fontenelles	T4	100	125	45.2244115425	0.4061449685	45.2245398844	0.4049789421
24	Coteau du Breuilh	T1	100	125	45,2596	0,4505258	45,2594798	0,4492634
24	Coteau du Breuilh	T2	100	125	45,2597877	0,4532348	45,2595693	0,4519873
24	Coteau du Breuilh	T3	100	125	45,2606018	0,4554472	45,2603922	0,4541866
24	Plateau d'Argentine	T1	100	131	45.4675869824	0.3836423774	45.4669385851	0.3844833157
24	Plateau d'Argentine	T2	100	137	45.4671701816	0.3852009615	45.4664811557	0.3859316444
24	Plateau d'Argentine	T3	100	138	45.4663009283	0.3866206747	45.4661200543	0.3878866493
24	Plateau d'Argentine	T4	100	142	45.4658728191	0.388454524	45.4653634932	0.3895239535
24	Plateau d'Argentine	T5	100	143	45.4650954243	0.3900752052	45.464486136	0.3910110853
24	Plateau d'Argentine	T6	100	154	45.4640305368	0.3912707395	45.4633725587	0.3921457048
24	Vallée de la Vézère	T1	100	146	45.1248254733	1.1971436563	45.1254786398	1.1962930498
24	Vallée de la Vézère	T2	100	154	45.1260075088	1.1969933079	45.1251519136	1.197368197
33	Coteau de Pujols	T1	100	44	44,8010576	-0,0410645	44,801479	-0,042154
33	Parc Panoramis	T1	100	44	44.893693554	-0.5240206953	44.8929655483	-0.5234318194
33	Tertre de Thouil	T1	100	49	44.9709801441	-0.3310379721	44.971252416	-0.3322544105
40	Coteau de Payros-Cazautet	T1	100	190	43.61996	-0.394771	43.619728	-0.3935472
40	Coteau de Payros-Cazautet	T2	100	165	43.62098	-0.3915926	43.620958	-0.3904586
40	Coteau du Moulin	T1	100	105	43.572302	-0.3694352	43.571846	-0.3683127
40	Coteau du Moulin	T2	100	125	43.571466	-0.3678986	43.57062	-0.3674046
47	Grousset	T1	100	130	44.1537201877	0.8097658673	44.1531959985	0.8108020013
47	Pech de Pastour	T1	100	181	44,4355686	0,5597016	44,4357473	0,56091
47	Vallée du Boudouyssou	T1	100	241	44.3857876836	0.9675038493	44.3850401432	0.9682265766
47	Vallée du Boudouyssou	T2	100	228	44.3851666185	0.9688070973	44.3845102237	0.9696736954
47	Vallée du Boudouyssou	T3	100	229	44.3845376976	0.9701825451	44.383942588	0.9711403239
47	Vallée du Boudouyssou	T4	100	220	44.3828746329	0.9722634265	44.3821236876	0.9729197712
64	Coteau de Cadillon	T1	100	100	43.527056	-0.1636579	43.52793	-0.1639459
64	Coteau de Cadillon	T2	100	110	43.527001	-0.1630358	43.526132	-0.1626232
64	Coteau de Mounicou	T1	100	127	43.568642	-0.2443559	43.569537	-0.2439572
64	Coteau de Mounicou	T2	100	145	43.568538	-0.2435882	43.569266	-0.2428013
87	Lande de St-Laurent	T1	100	390	45,60585	1,23905	45,60563	1,24032
87	Lande de St-Laurent	T2	100	393	45,60544	1,24102	45,60527	1,2423
87	Lande de St-Laurent	T3	100	393	45,60531	1,24289	45,60564	1,24408
87	Lande de St-Laurent	T4	100	399	45,60638	1,24528	45,60683	1,24633



Site de suivis de lépidoptères de pelouse sèche :  
Coteau de Milauvieux (Dordogne, Saint-Sulpice-de-Mareuil)

Fig. 21. Un exemple de situation sur photographie aérienne de transects sur le coteau de Milauvieux, site de suivis de lépidoptères de pelouses calcicoles.



Site de suivis de lépidoptères de pelouse sèche :  
Coteau de Milauvieux (Dordogne, Saint-Sulpice-de-Mareuil)

Fig. 22. Un exemple de situation sur carte topographique de transects sur le coteau de Milauvieux, site de suivis de lépidoptères de pelouses calcicoles.



#### 4.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces

Pour chacun des transects, tous les imagos identifiables à vue sont comptés par un observateur. La limite postérieure d'une boîte virtuelle de 5 m de côté avance avec l'observateur dans le but de standardiser la distance à laquelle les lépidoptères sont comptés. Les comptages dans la boîte sont standardisés et donc comparables au cours du temps (MANIL & HENRY, 2007). Le protocole d'observation est passif, c'est-à-dire que la végétation n'est pas remuée pour éviter l'effet observateur influençant l'envol d'individus non visibles. La vitesse de déplacement est fixe et de moins de 2 km/h.

Lors d'une journée terrain, les chargés de suivis des lépidoptères du programme ont échangé sur tous les éléments du protocole (positionnement des transects sur site, méthode de relevés, boîte virtuelle, temps d'observation, détermination des espèces et des groupes indéterminés, etc.). Deux ateliers ont été effectués afin d'analyser dans la pratique l'effet observateur sur un site de pelouse calcicole, le Coteau de Pujols (Fig. 23), et sur un site de lande humide, la Lande de Brousteyrot. L'atelier de la boîte virtuelle consistait à positionner sur le terrain 6 cordes de 6 longueurs différentes (4m, 5m, 6m, 7m, 8m). Les chargés de suivis se positionnaient dans un premier temps au milieu de chaque corde pour choisir la longueur qu'ils estimaient de 2.5 m de côté de part et d'autre. Dans un second temps, ils se positionnaient au bout de la corde pour estimer la largeur de 5 m. Les résultats de l'atelier sont les suivants : 1) estimation de la longueur de la boîte virtuelle  $5.67 \text{ m} \pm 0.72$  ; 2) estimation de la largeur de la boîte virtuelle  $5.40 \text{ m} \pm 0.82$ . L'atelier du temps de parcours consistait sur le terrain pour les chargés de suivis de réaliser en 10 min un transect de 100m en pelouse calcicole et 200m en lande humide en même temps. Les résultats de cet atelier sont les suivants : en pelouse calcicole le temps de parcours est de  $09:32 \pm 0:38$  et en lande humide de  $09:01 \pm 1:03$ .



Fig. 23. Atelier « boîte virtuelle » (à gauche) et atelier « temps de parcours » (à droite) sur le site Coteau de Pujols (33) le jeudi 19 avril 2018 (© J. Poujol).

La détermination se fait principalement à vue et si nécessaire avec capture au filet pour les espèces non identifiables à vue. Une liste d'espèces à capturer permet de standardiser la capture des spécimens entre les différents observateurs. Les espèces à détermination délicate concernent 26 espèces (Tab. XVIII), d'après une sélection basée sur les critères de validation des données du MNHN et les espèces de lépidoptères présentes en Aquitaine (DUPONT, 2015).

Tab. XVIII. Liste des 26 espèces à détermination délicate, nécessitant capture avec ou sans prélèvement.

Espèces (noms latins)	Espèces (noms vernaculaires)	Landes humides	Pelouses sèches
<i>Leptidea sinapis</i>	Piérïde de la Moutarde	X	X
<i>Leptidea reali</i>	Piérïde de Réal	X	X
<i>Pyrgus alveus</i>	Hespérie du Faux-buis		X
<i>Pyrgus armoricanus</i>	Hespérie des Potentilles	(X)	X
<i>Pyrgus malvae</i>	Hespérie de la Mauve	X	X
<i>Pyrgus malvoides</i>	Tacheté austral	X	X
<i>Jordanita globulariae</i>	Turquoise de la Globulaire		X
<i>Jordanita budensis</i>	Turquoise des Achillées		X
<i>Adscita geryon</i>	Turquoise de l'Hélianthème		X
<i>Adscita manni</i>	Turquoise des cistes		X
<i>Adscita statures</i>	Turquoise de la Sarcille		X
<i>Colias crocea</i>	Souci	X	X
<i>Colias hyale</i>	Soufré	X	X
<i>Colias alfarcariensis</i>	Fluoré		X
<i>Melitaea deione</i>	Mélitée des Linaires		X
<i>Melitaea athalia</i>	Mélitée du Mélampyre	(X)	X
<i>Melitaea parthenoides</i>	Mélitée des Scabieuses	X	X
<i>Pieris rapae</i>	Piérïde de la Rave	X	X
<i>Pieris manni</i>	Piérïde de l'Ibérie		X
<i>Hipparchia alcyone</i>	Petit Sylvandre		X
<i>Hipparchia fagi</i>	Sylvandre		X
<i>Plebejus idas</i>	Azuré du genêt	X	X
<i>Plebejus argyrognomon</i>	Azuré des coronilles	X	X
<i>Zygaena transalpina</i>	Zygène transalpine		X
<i>Zygaena filipendulae</i>	Zygène de la Filipendule		X

Pour les espèces à détermination rapide (1 à 2 min maximum), le temps du comptage est suspendu. La mise en flacon est effectuée seulement pour les individus non identifiables à l'espèce en moins de 1 min. Leur identification est réalisée à la fin du transect. Dans tous les cas, les individus sont ensuite relâchés sur place pour éviter l'impact de l'échantillonnage sur le site. Les espèces non déterminables par observation sont prélevées et ramenées en laboratoire pour examiner les pièces génitales (*genitalia*) afin de déterminer précisément l'espèce. Le prélèvement est d'un individu par groupe d'espèce à détermination délicate par transect. La technique de morpho-espèce est utilisée afin de limiter au maximum le prélèvement d'individus. Le terme morpho-espèce est un substitut de l'estimation de l'espèce (OLIVER & BEATTIE, 1996). Pour certaines espèces, si durant les premières années de suivis, l'analyse des *genitalia* a permis de recenser qu'une seule espèce d'un complexe (par exemple, détermination de *L. sinapsis* mais aucun *L. reali*), les prélèvements pourront alors être arrêtés et il sera considéré l'existence d'une seule espèce sur le site. Le Tab. XIX précise l'attitude à adopter (capture seule, prélèvement) selon le groupe d'espèces.



Tab. XIX. Liste des groupes d'espèces à capturer ou à prélever.

Genre/Espèce	Prélèvement	Raisons	Capture	Raisons
Leptidea	Oui	Pour différencier <i>Leptidea sinapis</i> de <i>L. reali</i> .	-	-
Pyrgus	Oui	Si complexe <i>Pyrgus alveus</i> / <i>P. armoricanus</i> ou <i>P. malvae</i> / <i>P. malvoides</i> .	Oui	Pour le reste des <i>Pyrgus</i> si critères alaires suffisants, sinon genitalia obligatoires.
Zygènes de couleur vert	Oui	Pour différencier les différentes espèces d' <i>Adscita</i> et <i>Jordanita</i> .	-	-
Colias	-	-	Oui	Pour différencier <i>C. crocea</i> forme <i>helice</i> de <i>C. alfajariensis</i> .
Zygènes à 6 tâches	-	-	Oui	Pour différencier <i>Z. transalpina</i> de <i>Z. filipendulae</i> .
Plebejus	-	-	Oui	Pour différencier <i>P. idas</i> de <i>P. argyrognomon</i> (cas surtout en 24, 47 et 33).
Hipparchia	-	-	Oui	Pour différencier <i>H. alcyone</i> de <i>H. fagi</i> . Observation des organes de julien obligatoire à partir de 500 m.
Pieris type rapae	-	-	Oui	Pour différencier <i>P. rapae</i> de <i>P. manni</i> .
Melitaea	Oui	Pour différencier <i>M. deione</i> de <i>M. athalia</i>	Oui	Pour différencier <i>M. parthenoides</i> de <i>M. athalia</i> et <i>M. deione</i> .
Colias hyale	Considéré comme non présent sur coteaux. Tous les imagos de type <i>Colias alfajariensis</i> / <i>C. hyale</i> sont notées " <i>Colias alfajariensis</i> "			

Afin de déterminer certaines espèces (Tab. XX), il est nécessaire de prélever les individus pour examiner les pièces génitales ou *genitalia*. Le prélèvement peut s'effectuer soit dans un bocal à cyanure ce qui permet d'éviter d'abîmer les ailes, soit dans un bocal contenant du coton imbibé de dissolvant pour les ongles mais cette technique présente le risque d'abîmer les ailes et le corps, plus rigide, devient plus fragile à la manipulation. Les *genitalia* mâles sont, dans la grande majorité des cas, plus faciles à déterminer que les *genitalia* femelles, c'est pourquoi il faut privilégier le prélèvement de mâles.

L'examen des *genitalia* consiste à extraire les pièces génitales de l'abdomen, à les examiner avec une loupe binoculaire afin de déterminer l'espèce. Pour extraire les *genitalia*, il faut tout d'abord détacher, à l'aide d'une lame de dissection, l'abdomen de l'imago. Pour les femelles, il ne faut pas hésiter à détacher l'ensemble de l'abdomen. Celui-ci est ensuite entièrement plongé dans de la lessive de soude. Il est également possible de rajouter du mercurochrome pour colorer le *genitalia* afin de mieux le repérer. La soude dans laquelle est plongé l'abdomen est ensuite chauffée dans un flacon bouché pendant 1h ou plus sans porter à ébullition, ou une autre possibilité est de laisser tremper l'abdomen dans la soude pendant minimum 3 jours. Une dernière étape consiste à extraire le *genitalia* et à le nettoyer des restes de graisse. Pour les mâles, à l'aide d'une pince de dissection, il suffit d'attraper les valves et de tirer vers l'extérieur. Pour les femelles, il faut déchirer la peau sur le côté afin de dégager le *genitalia*. Il est à noter que pour les mâles de *Pyrgus* et de *Melitaea*, qui se déterminent via les valves, l'abdomen n'a pas obligatoirement besoin d'être plongé dans la soude, mais il est possible de faire ressortir un peu les valves pour les observer à la loupe binoculaire en privilégiant

Les individus frais ou humidifiés. À l'aide de guide d'identification des *genitalia*, l'espèce peut enfin être identifiée.

**Tab. XX.** Liste des groupes d'espèces à prélever.

Genre/Espèce	Prélèvement	Raisons
Leptidea	Oui	Pour différencier <i>Leptidea sinapis</i> de <i>L. reali</i>
Pyrgus	Oui	Si complexe <i>Pyrgus alveus</i> / <i>P. armoricanus</i> ou <i>P. malvae</i> / <i>P. malvoides</i>
Zygènes de couleur vert	Oui	Pour différencier les différentes espèces d' <i>Adscita</i> et <i>Jordanita</i>
Melitaea	Oui	Pour différencier <i>M. deione</i> de <i>M. athalia</i>

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 ont été constitués selon le degré de détermination suite aux échanges avec les chargés de suivis. Ils sont basés sur les niveaux déjà établis dans le cadre du protocole STERF (MANIL & HENRY, 2007). Ces niveaux ont été adaptés au protocole afin d'intégrer les zygènes et de limiter la liste aux espèces présentes en région. La première catégorie est très large et permet d'intégrer les cas d'observations trop rapides dans une catégorie moins large que « *rhopalocère sp.* » en limitant à une ou plusieurs espèces. Trois niveaux sont utilisés (Annexe 9) :

- 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 ». Ce cas sera limité au maximum.

#### 4.5 Conditions météorologiques requises

Les suivis sont effectués entre 10h et 17h dans les conditions météorologiques suivantes : présence d'une couverture nuageuse d'au maximum 75% et sans pluie ; vent inférieur à 6 sur l'échelle de Beaufort (39 à 49 km/h) ; température d'au moins 13°C pour un temps ensoleillé ou d'au moins 17°C pour un temps nuageux. Les suivis sont réalisés jusqu'à une température maximale de 32°C à l'ombre.

#### 4.6 Nombre de campagne de relevés

Selon les sites, quatre à huit passages par site sont effectués par an et répartis entre mai et août, soit au minimum 1 passage par mois. Cette fréquence correspond à l'échantillonnage minimum recommandé par le STERF (MANIL & HENRY, 2007). Les suivis sont espacés d'au moins 15 jours et sont réalisés d'une année sur l'autre les mêmes semaines jusqu'en 2021, préférentiellement durant les deux premières semaines de chaque mois.



## 4.7 Fiche de relevés

Le couple site-observateur sera indissociable, c'est-à-dire que le même niveau professionnel d'observation est maintenu jusqu'en 2021. Les relevés sont réalisés par des professionnels expérimentés.

Pour les suivis lépidoptères, chaque observateur note pour chaque transect les heures de comptage de début et fin du transect avec la mention du temps de pause, le nombre d'individus par espèce et les conditions météorologiques de début du transect (Annexe 8). La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre, l'humidité relative de l'air à l'aide d'un hygromètre, la vitesse du vent est évaluée à l'aide de l'échelle de Beaufort et la couverture nuageuse est estimée en pourcentage de recouvrement.





**PARTIE III.**  
**INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES HUMIDES**







## Chapitre 5. Communautés végétales des tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles

**Auteurs :** Kévin Romeyer, Anthony Le Fouler

**Contributeurs :** Isabelle Charissou, Marta Infante Sanchez, Mickaël Mady, Olivier Nawrot, Ludovic Olicard, Grégory Caze

---

Les communautés végétales de tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles trouvent leur optimum dans les régions froides (boréo-montagnardes) ou bien arrosées où la décomposition de matière organique en condition anaérobie est fortement réduite. De ce fait elles sont intéressantes à suivre en lien avec le changement climatique car particulièrement sensibles à des épisodes de sécheresses et de canicules plus intenses (GRUBER, 1991 ; BARBER *et al.*, 1994 ; THEURILLAT *et al.*, 1998 ; THEURILLAT & GUISAN, 2001 ; ISE *et al.*, 2008 ; PIEDALLU *et al.*, 2009 ; VITASSE, 2009 ; LENOIR & GÉGOUT, 2010 ; ENGLER *et al.*, 2011). Les tourbières forment ainsi des reliques glaciaires en Nouvelle-Aquitaine. Les végétations qui les composent sont adaptées à un engorgement régulier par des eaux pauvres en nutriments et acides. Ces contraintes permettent le développement d'une flore particulière avec de nombreuses espèces patrimoniales au niveau régional (*Menyanthes trifoliata*, *Narthecium ossifragum*, *Parnassia palustris*, *Sphagnum medium*) et national (*Rhynchospora fusca*, *Drosera rotundifolia*, *Lycopodiella inundata*). Dans le contexte du changement climatique avec des modifications de régime hydrique (saisonnalité plus marquée de la pluviosité, augmentation de l'évapotranspiration, abaissement des nappes), les végétations de tourbières pourraient disparaître ou se raréfier au profit de végétations plus sèches et/ou de communautés moins oligotrophiles (BARBER *et al.*, 1994 ; ISE *et al.*, 2008).

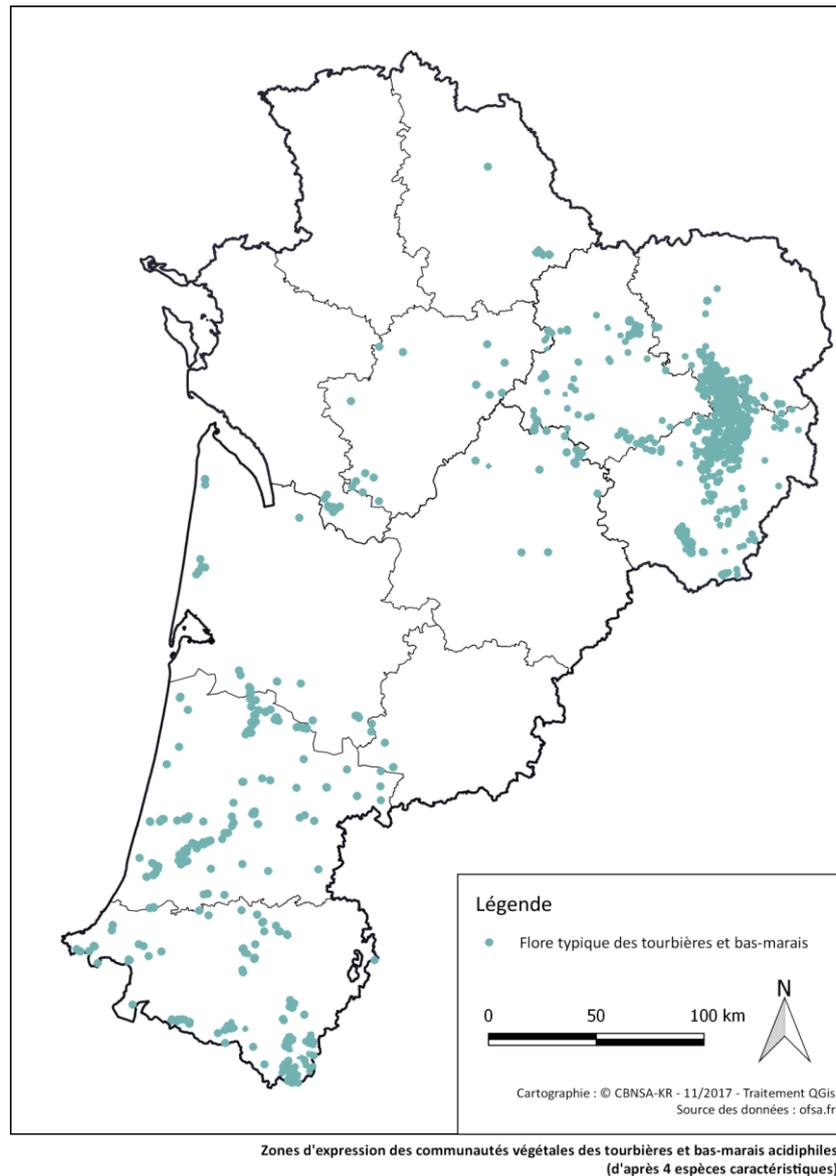
Pour identifier et mesurer les effets du changement climatique sur les communautés végétales de tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur structure (types biologiques dominants, hauteur, recouvrement) et 2- leur composition floristique (diversité spécifique, cortèges indicateurs, fréquence relative des espèces, spectre chorologique).

### 5.1 Sélection des sites

En plaine de la région Nouvelle-Aquitaine, les habitats de tourbières et bas-marais acidiphiles sont peu fréquents et assez isolés, ils se cantonnent aux dépressions sur sables acides du plateau landais et dans quelques secteurs de Dordogne et des Charentes (Fig. 24). De plus, ils occupent rarement des surfaces importantes (supérieures à 0,5 ha) et bien exprimés floristiquement et fonctionnellement.

En se rapprochant des zones sous influences boréo-montagnardes de la région, en Limousin et Pyrénées-Atlantiques, ces habitats deviennent plus fréquents et mieux exprimés (Fig. 24). Ils demeurent toutefois en limite d'aire méridionale de répartition et forment également des habitats sensibles aux évolutions climatiques annoncées.





**Fig. 24. Situation géographique des zones d'expression des communautés végétales de tourbières et bas-marais acidiphiles en Nouvelle-Aquitaine.**

L'identification des sites de suivi favorables s'appuie d'abord sur la présence de la flore caractéristique des hauts et bas-marais relevant de l'*Oxycocco palustris* – *Ericion tetralicis* Nordh. ex Tüxen 1937, du *Rhynchosporion albae* W. Koch 1926, du *Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in J.P. Lebrun, Noirfalise, Heinem. & Vanden Berghen 1949, *Caricion fuscae* W. Koch 1926 renseignées dans l'Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine (OBV atlas en ligne : [obv-na.fr](http://obv-na.fr)) d'une part et les connaissances et prospections de partenaires/gestionnaires et l'étude de la bibliographie (VANDEN BERGHEN, 1969 ; CHABROL & REIMRINGER, 2011 ; LE FOULER & CAZE, 2012 ; OLICARD *et al.*, 2013 ; LAFON & LE FOULER, 2014) d'autre part.

Ensuite, l'utilisation d'indices d'état ont permis de sélectionner les habitats les plus favorables, c'est-à-dire dans un bon état de conservation. Ces indices sont les suivants :

- surface d'habitat, basée sur l'aire d'expression optimale des communautés (0,5 à 1 ha pour les tourbières) en excluant les linéaires de faible largeur (inférieure à 70 m) ;





- occupation par les espèces typiques (*Eriophorum* sp., *Sphagnum* sp., *Narthecium ossifragum*, *Erica tetralix*, *Rhynchospora* sp., *Drosera* sp.);
- recouvrement par les sphaignes, notamment les espèces hygrophiles et ombro-hygrophiles (ex : *Sphagnum magellanicum*) ;
- fermeture limitée du milieu, basée sur la fréquence relative et le recouvrement d'espèces de landes et de stades dynamiques ultérieurs (ex : *Erica scoparia*, *Frangula alnus*, *Salix atrocinerea*, *Betula pubescens*) ;
- gestion homogène dans le temps et dans l'espace ;
- limitation des perturbations : drains, eutrophisation, surpâturage, etc.

L'existence préalable d'un réseau de sites de suivi des communautés végétales de tourbières dans l'ex-région Aquitaine pour l'évaluation des HIC, reposant sur des méthodes et indicateurs compatibles (structure, composition floristique et taux de recouvrement de chaque communauté végétale) avec ceux exposés ici (LE FOULER & CAZE, 2012 ; LAFON & LE FOULER, 2014), permet de mutualiser une partie des dispositifs mis en place et de bénéficier de données historiques sur ces communautés depuis 2014. Ainsi, 14 dispositifs de suivi ont été matérialisés en 2014 sur 7 sites différents, répartis essentiellement sur le plateau landais (Gironde et Landes).

D'autre part, dans le cadre de l'OPCC2 (Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique) et du POCTEFA 2014–2020 (Programme opérationnel de coopération territoriale Espagne, France, Andorre), les tourbières de la chaîne pyrénéenne font l'objet d'un suivi par rapport aux impacts du changement climatique. Un renforcement des suivis de tourbières en montagne à travers le programme les sentinelles du climat apportera une synergie des données collectées entre programmes. En plus, cela apparaît complémentaire avec le réseau de suivis développé en plaine sur ces mêmes habitats, apportant un gradient altitudinal et donc climatique très intéressant pour la mesure des phénomènes de résilience floristique et fonctionnelle. Ces végétations originales sont assez bien représentées dans le département des Pyrénées-Atlantiques. La mise en place de suivis de ces végétations à fort intérêt patrimonial se heurte toutefois à un inconvénient majeur dans ce département : la difficulté de trouver des sites en bon état de conservation et non ou peu pâturés (L. Olicard – CBNPMP, com. pers.). Cela représente une condition essentielle afin de mesurer la réponse de la végétation aux impacts spécifiques du changement climatique et non ceux du pâturage.

Étant donné le faible nombre de sites potentiels pour la mise en place de suivis à long terme, notamment en plaine, la sélection s'est d'abord orientée sur les sites les plus favorables avec une répartition représentative à l'échelle de la région et en tenant compte du gradient altitudinal ou d'influences boréo-montagnardes. La comparaison des conditions climatiques et de la réponse des communautés végétales entre sites sous différentes influences sera intéressante pour évaluer la résilience de ces habitats dans le contexte du changement climatique.

## 5.2 Description des sites choisis

En 2021, 13 sites de tourbières et bas-marais ont fait l'objet d'une mise en place et d'au moins une lecture à travers la région Nouvelle-Aquitaine, dans le cadre du programme (Fig. 25).



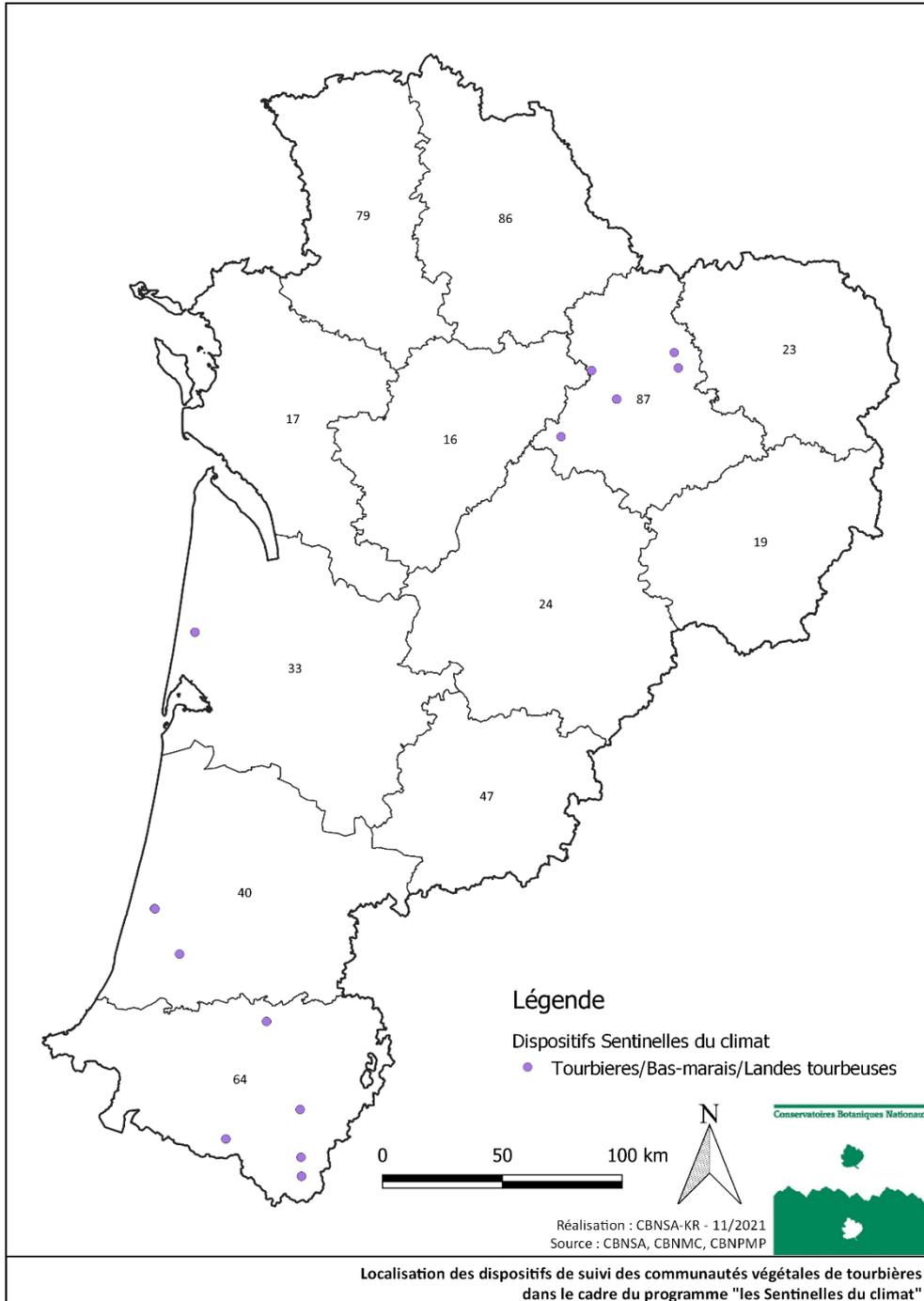


Fig. 25. Situation géographique des sites de suivi de communautés végétales de tourbières et bas-marais acidiphiles.

### 5.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Le suivi de tourbières en lien avec les évolutions climatiques reprend les mêmes principes d'échantillonnage que pour l'évaluation de l'état de conservation dans le cadre du suivi des HIC pour Natura 2000 (LE FOULER & CAZE, 2012 ; LAFON & LE FOULER, 2014). Deux types de systèmes, adaptés en fonction du type de végétations, sont utilisés.

#### Systemes des placettes en transect





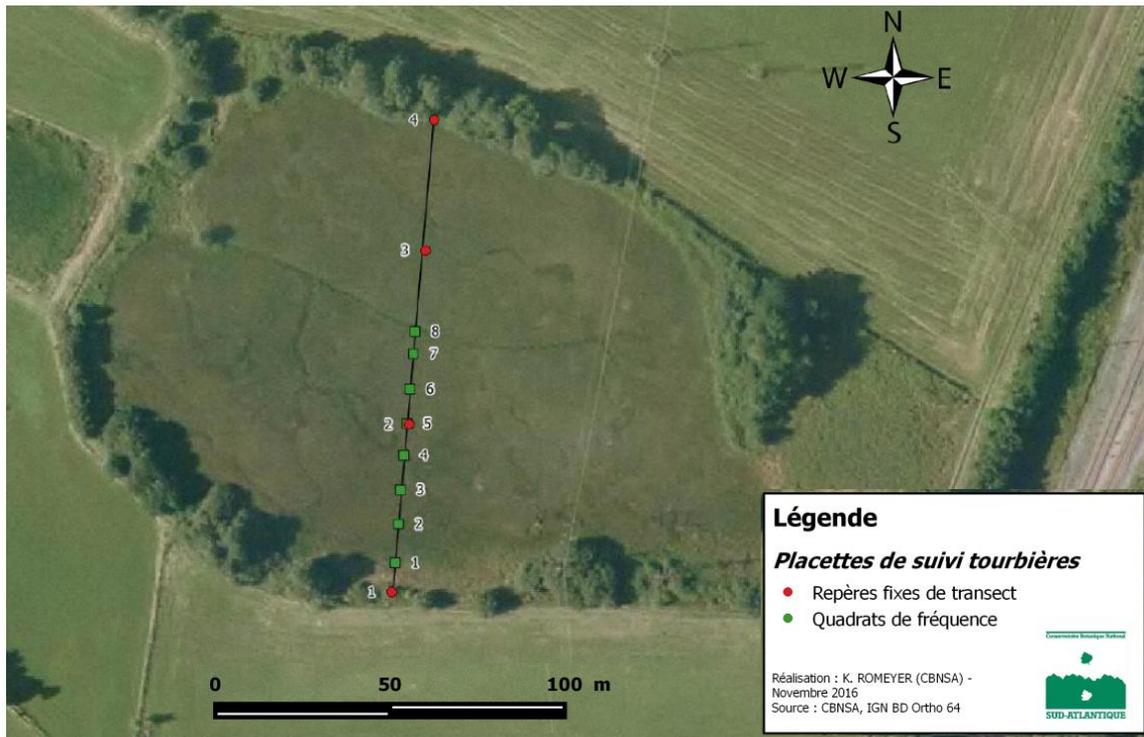
Cette méthode est adaptée pour la surveillance des habitats 7110, 7140 et 7150 qui présentent en règle générale une aire minimale et une zone d'expression de relativement faible étendue et souvent finement imbriquées à d'autres végétations. Elle permet de collecter des données ayant trait à trois processus écologiques fondamentaux à surveiller dans le cadre d'un suivi de l'état de conservation et celui du changement climatique : l'ombrotrophisation, l'assèchement ainsi que la dérive trophique.

Le dispositif employé ici est un système de placettes permanentes de 1 m de côté (1 m<sup>2</sup>) disposées en transect. La longueur et le positionnement des transects dépendent des conditions écologiques et de la surface occupée par les végétations à suivre sur chacun des sites. Un transect pourra ainsi être sécant par rapport au suintement ou au cours d'eau, en fonction du gradient topographique et d'engorgement.

Le transect est matérialisé au moyen d'au moins deux repères fixes implantés à ses extrémités (Fig. 26). Il est toutefois fortement recommandé d'implanter d'autres repères le long du transect en cas de perte ou de dégradation des premiers. Plusieurs types de repères peuvent être employés en fonction du type de sol et des pratiques sur sites. De long piquets en bois imputrescible (ex : robinier) peuvent convenir dans les sites ne faisant pas l'objet d'intervention mécanique. Le sol des tourbières étant généralement peu compact, il convient d'y implanter des piquets suffisamment longs (2 mètres) permettant un bon enracinement en profondeur et un dépassement suffisant au-dessus du sol pour une relocalisation plus aisée. Dans certains sites, les piquets en bois s'avèreront inadaptés, il convient alors d'utiliser des piquets métalliques implantés en surface qui seront relocalisés au moyen d'un détecteur de métaux. Mais la relocalisation de ces repères peut s'avérer difficile en tourbière car la distance entre la tête du détecteur et le repère métallique ne doit pas dépasser une certaine distance (20 à 50 cm selon les appareils). Il est par ailleurs possible d'utiliser des éléments du paysage pour matérialiser ou relocaliser les dispositifs de suivi. Pour localiser un point dans l'espace (ex : début du transect), deux éléments pérennes sont nécessaires (exemple : grand arbre en bonne santé, pilonne, rocher). Le point à localiser se trouve à la croiser des distances avec ces éléments. Enfin, les coordonnées GPS des repères matérialisant le transect (piquets ou repères naturels) sont enregistrées à l'aide d'un GPS. Il est très fortement recommandé d'utiliser un GPS submétrique (précision inférieure à 50cm). Les placettes sont relocalisables par leur distance au point de départ du transect, à l'aide d'un décamètre aligné sur celui-ci, mais il est conseillé d'enregistrer également leurs coordonnées GPS (centroïde de chaque placette).

Les photographies de ces repères dans le paysage s'avèrent très souvent utile pour aider à leur relocalisation. De nombreuses photos devront ainsi être réalisées : photos dans l'axe du transect, photo des repères fixes et de chacune des placettes, des éléments de paysages utilisés pour la triangulation.





Localisation des quadrats de tourbières sur le site d'Espoune (64) (fond IGN BD Ortho).

Fig. 26. Exemple de positionnement de transect et des quadrats de fréquence sur un site de tourbière.

L'objectif étant de suivre dans le temps et dans un espace donné l'évolution de la composition floristique de la végétation, les placettes sont positionnées le long du transect de manière définitive. Le nombre et l'écart entre placettes est à définir au cas par cas. Dans la mesure du possible, les intervalles entre placettes sont réguliers (ex : tous les 10 mètres) mais certaines situations complexes nécessitent un échantillonnage fin des différents biotopes (lagg, ruisselet, gouille, butte, etc.).

### Système des placettes permanentes simples

Cette méthode est adaptée à la surveillance de l'habitat 7120. En termes de végétations, cela correspond aux communautés de landes humides sur tourbe (*Ulici minoris* – *Ericenion ciliaris* p.p.) et aux groupements sénescents de tourbières (*Ericion tetralicis*). En effet, le quadrat d'1 m de côté utilisé dans la méthode précédente, s'avère trop petit pour enregistrer convenablement l'information floristique car cet habitat présente très souvent la forme d'une lande humide plus ou moins riches en sphaignes et est relativement homogène sur le plan structural. La surface de collecte de la donnée doit donc être étendue. Ces données permettront d'analyser différents processus et notamment la capacité de résilience du système vers un système tourbeux actif (reprise de la turfigénèse).

Les données sont ici récoltées à travers un système de placettes permanentes de 7 m de côté (49 m<sup>2</sup>). Le positionnement de placettes sur un site doit, dans la mesure du possible, s'effectuer de façon aléatoire au sein d'une zone correspondant à une végétation landicole. Cela nécessite en pratique de disposer d'une couche relativement précise de ces zones favorables à l'échelle du site. En l'absence de ce type de donnée, l'échantillonnage est orienté et la placette est positionnée dans une zone représentative de la tourbière. Le bord supérieur du quadrat est orienté soit vers le haut de versant (dans la direction de plus grande pente), soit vers le nord en absence de pente. Dans l'objectif d'un suivi à moyen/long terme (plusieurs décennies) et afin d'assurer la relocalisation précise et la pérennité du dispositif, chaque quadrat est délimité par 4 tiges métalliques inoxydables enterrés mais affleurant légèrement au niveau du substrat. La maximisation de l'emprise métallique des tiges, en y ajoutant



des rondelles à large diamètre par exemple, faciliterait la détection (Mady, comm. pers.). Des piquets en bois imputrescible (ex : robinier) peuvent également être implantés au niveau d'un ou plusieurs coins de la placette dans les sites ne faisant pas l'objet d'intervention mécanique. Les coordonnées GPS des 4 tiges sont enregistrées pour chacune des placettes à l'aide d'un GPS submétrique (précision à 50 cm). La relocalisation s'effectue dans un premier temps grâce aux photographies et aux coordonnées GPS puis à l'aide d'un détecteur de champs magnétiques. Cette technique permet d'assurer une grande pérennité au dispositif de suivi, tout en limitant les contraintes de gestion.

## 5.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces et des communautés végétales

### Système des placettes en transect

La collecte de la donnée s'effectue au sein de plusieurs quadrats de 1 m de côté alignés le long d'un transect, mais également sur le transect lui-même.

Chaque quadrat est subdivisé en 16 sous-quadrats de 25 cm de côté. Un relevé exhaustif de la flore est réalisé en présence/absence au sein de chacun des 8 sous-quadrats répartis de manière homogène (Fig. 27 et Fig. 28). Les taxons présents au sein du quadrat d'1 m<sup>2</sup> mais non contactés dans les 8 sous-quadrats sont également notés. Le temps de lecture d'un quadrat oscille entre 15 et 30 minutes, selon la complexité de la végétation. En effet, la pression d'observation doit être forte pour s'assurer de l'exhaustivité de l'inventaire floristique au sein de chaque sous quadrat. Cette méthode de collecte de la donnée présente l'avantage de pouvoir s'abstenir d'une estimation des coefficients de recouvrement, une variable sujette au biais observateur et empêchant la détection de changements subtils dans la composition floristique du tapis végétal étudié. L'ordre de lecture des sous-quadrats est fixée (Fig. 27), afin de rendre possible une éventuelle analyse à l'échelle des sous quadrats.

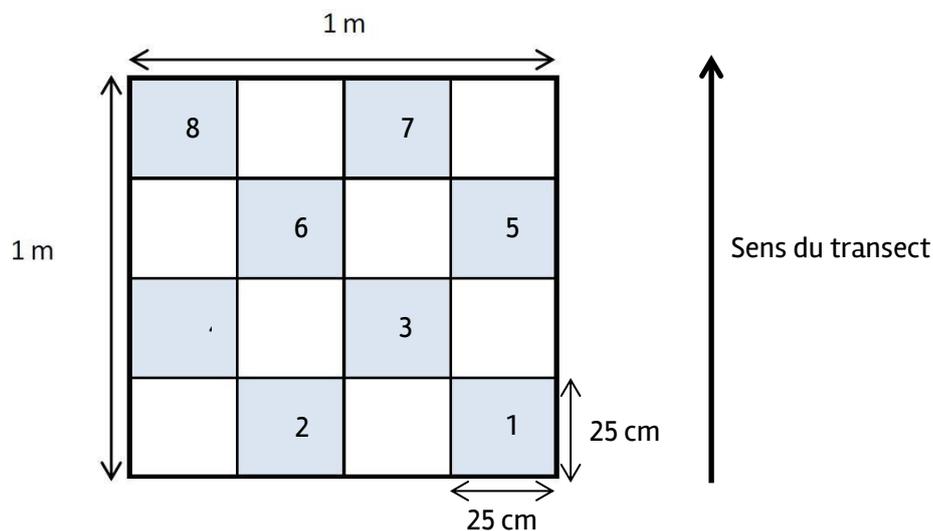


Fig. 27. Schéma du quadrat et de l'ordre de lecture des sous quadrats.

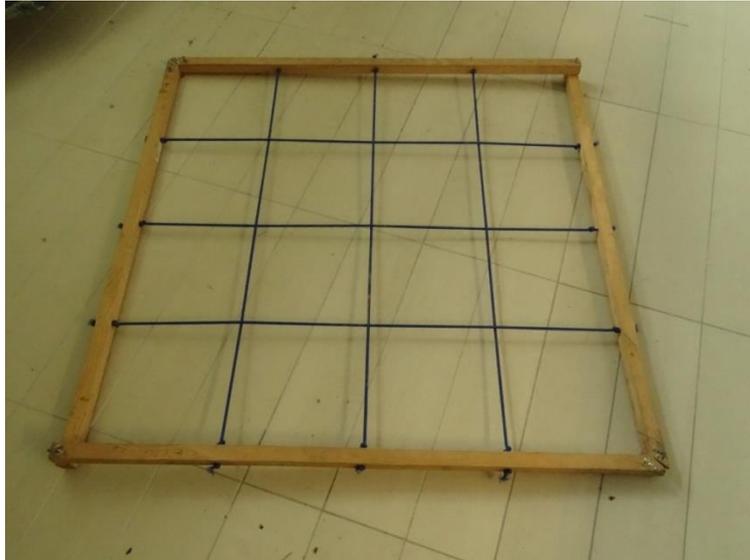


Fig. 28. Photo du quadrat de fréquence de tourbières et bas-marais (1m de côté).

### **Données récoltées**

A l'échelle du transect :

- *Métadonnées* : nom du site, date de lecture, observateurs, éléments de relocalisation du dispositif (département, commune, lieu-dit, coordonnées GPS (WGS84) et description des repères fixes).
- *Liste des communautés végétales* : présence de chaque type de communauté rencontré le long du transect, avec notation des intervalles.
- *Données stationnelles* : géologie, pédologie, pente, exposition, texture du sol.
- *Données de gestion (facultatif)* : la connaissance de l'historique du site est vivement conseillée afin d'interpréter aux mieux les résultats du suivi et de tirer des conclusions sur l'état de conservation. Cette information pourra être collectée auprès du propriétaire et/ou du gestionnaire.
- *Pressions et perturbations* : fréquence et intensité des impacts observés.

A l'échelle des quadrats de fréquence (1m de côté) :

- *Métadonnées* : code du quadrat et code du sous-quadrat, distance au point zéro.
- *Hauteur de végétation* : hauteur de biomasse (et non pas hauteur maximale), mesurée avec précision ( $\pm 0.05$  m en général).
- *Données sur la structure de la végétation* : le recouvrement de différents éléments, exprimé en pourcentage, est relevé à l'échelle du quadrat (projection visuelle au niveau du sol), avec une précision de 5 %. Sont estimées la surface occupée par le sol nu, la litière, ainsi que les strates bryophytiques (sphagnicole + autres bryophytes), herbacée, arbustes, arbres. NB : le recouvrement total des différents éléments du quadrat peut dépasser 100 % (du fait de la superposition).
- *Liste des espèces végétales* : présence/absence des taxons au sein de chaque sous-quadrat, suivi d'un relevé en présence/absence à l'échelle du quadrat total (Q) afin d'inventorier les espèces non



incluses dans les sous-quadrats. La détermination du rang taxonomique doit être la plus fine possible.

### Système des placettes permanentes simples

Pour collecter la donnée floristique, le type de dispositif retenu est un quadrat de 7 m de côté (Fig. 10), géoréférencé et matérialisé. Les angles droits sont obtenus par une corde de longueur équivalente à la diagonale soit 9,9 m. Plusieurs quadrats peuvent être implantés sur un site, suivant un transect ou non. Au sein de ce quadrat de 49 m<sup>2</sup>, sont disposés 9 sous-quadrats de 1 m de côté. Un relevé floristique exhaustif, en présence/absence, est réalisé à l'intérieur de chacun des 9 sous-quadrats. Un relevé complémentaire est ensuite réalisé, en présence/absence, pour les espèces non relevées à l'intérieur des 9 quadrats élémentaires, mais présentes au sein du quadrat de 7 x 7 m.

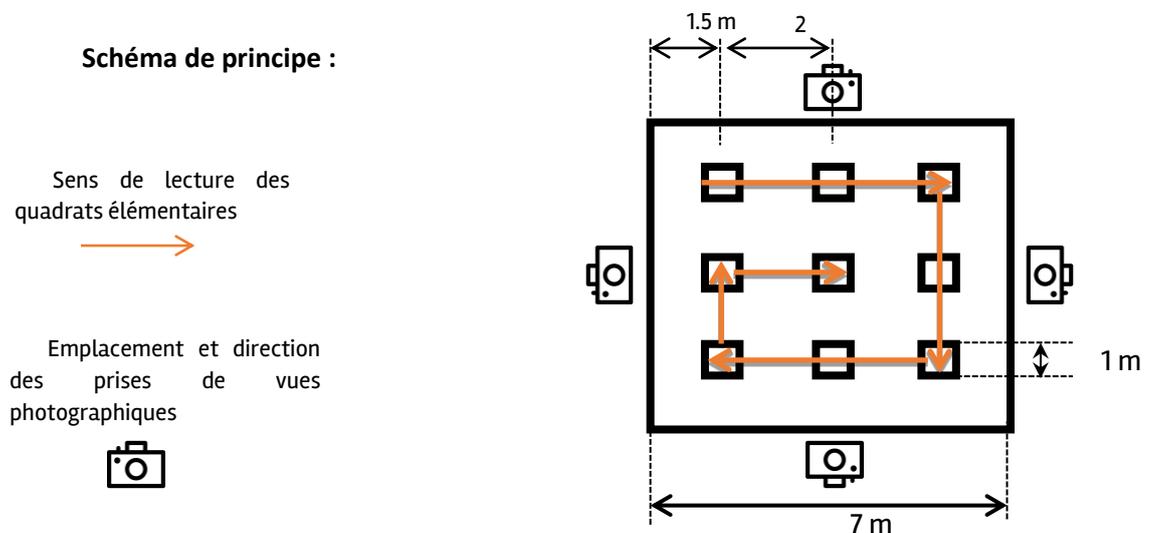


Fig. 29. Schéma d'organisation théorique des sous-quadrats au sein du quadrat de fréquence de landes tourbeuses.

La durée de mise en place et de relocalisation d'un quadrat sur un site est estimée autour de 30 minutes. La durée de lecture n'est pas limitée et peut être estimée entre 45 minutes et 1h par quadrat ; un temps minimum de 5 minutes par sous-quadrat est préconisé pour garantir une bonne exhaustivité.

Afin de faciliter la relocalisation des dispositifs, des photos avec prises de vue depuis les 4 sommets et les 4 côtés du quadrat paysager et surtout du quadrat de fréquence, pendant que les dispositifs de lecture sont en place, doivent être réalisées (Fig. 10).

### Données récoltées

- *Métadonnées* : nom du site, date de lecture, observateurs, éléments de relocalisation du dispositif (département, commune, lieu-dit, coordonnées GPS (WGS84) et description des repères fixes).
- *Données stationnelles* : nature du substrat, pente, exposition, texture du sol, mode de gestion du site.
- *Données de recouvrement* : le recouvrement de différents éléments, exprimé en pourcentage, est relevé à l'échelle du quadrat (projection visuelle au niveau du sol), avec une précision de 5 %. Sont estimés la surface occupée par le sol nu, la litière, ainsi que les strates bryophytiques (sphagnicole + autres bryophytes), herbacée, arbustes, arbres.

NB : le recouvrement total des différents éléments du quadrat peut dépasser 100 % (du fait de la superposition).

- *Description du milieu* : un descriptif succinct du milieu intégré par le quadrat (exemple : Lande tourbeuse sénescence avec buttes de sphaignes).
- *Liste des espèces végétales* : présence/absence des taxons au sein de chaque sous-quadrat, ces derniers lus dans le sens des aiguilles d'une montre, suivi d'un relevé en présence/absence à l'échelle du quadrat global afin d'inventorier les espèces non incluses dans les sous-quadrats. La détermination du rang taxonomique doit être la plus fine possible.
- *Données de gestion (facultatif)* : la connaissance de l'historique du site est vivement conseillée afin d'interpréter aux mieux les résultats du suivi et de tirer des conclusions sur l'état de conservation. Cette information pourra être collectée auprès du propriétaire et/ou du gestionnaire.

La détermination des espèces végétales non-identifiées directement sur le terrain, avec des critères délicats à appréhender *in situ* (ex : sphaignes), se fera ultérieurement en laboratoire sur des échantillons prélevés si possible hors de la zone d'étude (ici des quadrats). Dans le cas précis des sphaignes, les prélèvements sont effectués au sein des quadrats pour éviter les biais de notation. Concernant les espèces potentiellement rares ou protégées, la détermination devra se faire *a posteriori* sur la base de photos prises sur site, soit *in situ* sans prélèvement.

Pour l'étude des tourbières et bas-marais de Nouvelle-Aquitaine, le champ d'investigation taxonomique concerne les spermatophytes et ptéridophytes mais aussi les sphaignes. Les autres bryophytes et lichens ne sont pas relevés, mais il conviendrait de les prendre également en considération, notamment les hépatiques sphagnicoles dont certaines sont caractéristiques des tourbières et pourraient s'avérer de précieux indicateurs. Le référentiel taxonomique suivi est la version la plus récente de TaxRef (actuellement version 14, (Gargominy *et al.*, 2020).

Le référentiel syntaxonomique est le catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine, version de février 2021 (LAFON *et al.*, 2017).

### **Matériel nécessaire**

Matériel de base :

- Appareil GPS (GPS submétrique si possible) ;
- Détecteur de métaux ;
- Boussole ;
- Tablette tactile avec formulaire de saisie intégré ou bordereaux de suivi ;
- Appareil photo
- Marteau et masse ;

Pour les placettes en transect :

- 2 piquets au minimum, en bois imputrescible (ex : robinier) pour le repérage du transect ;



- Quadrat en bois ou PVC (1m de côté) subdivisé en 16 mailles de 25 cm de côté par des cordes élastiques ;
- Décamètres (50m) ;

Pour les placettes permanentes simples :

- 4 tiges en métal (inox) + 1-4 piquets en bois imputrescibles par quadrat ;
- Corde non étirable de 40 m minimum (tour du quadrat + diagonale), marquée tous les 7 mètres (coins du quadrat) et au niveau des positions des sous-quadrats (pour un côté : 1,5 m / 3,5 m / 5,5 m) ; ou décamètre le cas échéant ;
- 1 sous-quadrat en PVC ou en bois (1 m de côté) ;

### 5.5 Périodes de suivi et délais entre campagnes de relevés

Les tourbières et bas-marais de Nouvelle-Aquitaine connaissent leur optimum phénologique entre début juillet et mi-septembre ; c'est-à-dire la période durant laquelle la majorité du cortège floristique est au stade de floraison. Afin de noter et pouvoir identifier le maximum d'espèces, les inventaires et suivis doivent s'effectuer durant cette période (Vanden Berghen, 1969 ; Le Fouler *et al.*, 2012 ; (LE FOULER & CAZE, 2012 ; LAFON & LE FOULER, 2014).

Une seule campagne de relevés est réalisée pour chaque année de suivi. En effet, la quasi-totalité du cortège floristique étant observable dans le cas d'une lecture pendant la période phénologique optimale (obs. CBNSA), la réalisation de plusieurs campagnes n'offre qu'un intérêt limité.

Ces végétations étant assez stables sans perturbations anthropiques mais pouvant être relativement dynamiques dans le cas d'un changement de conditions de gestion ou de régime hydrique, le délai entre les premières campagnes de suivis était de 2 à 3 ans (2017-2018 et 2020) pour avoir une bonne vision de la variabilité des systèmes et établir un état de référence plus robuste. Les impacts du changement climatique sur cet habitat intervenant à une échelle de temps plutôt large (Grégoire, 2006), un délai entre campagnes de 6 ans offre un bon compromis et permet une synergie avec le rapportage national sur l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires qui doit avoir lieu tous les 6 ans.

### 5.6 Fiche de relevés

Pour le suivi de ces habitats, 2 fiches de relevés sont utilisées, en fonction du type de végétations :

- Fiche de suivi des communautés végétales de tourbières et bas-marais
  - Fiche de suivi des communautés végétales de landes tourbeuses
- N.B : de nombreux ajustements seraient nécessaires pour cette dernière fiche afin de mieux intégrer les paramètres à relever.

Les premières versions sont présentées en annexes (Annexe 10 et Annexe 11).





## Chapitre 6. Populations des lépidoptères de landes humides

**Auteurs :** Fanny Mallard, Sandy Bulté, **Contributeurs :** Pierre-Yves Gourvil, David Soulet

---

Face à au changement climatique, les habitats de landes humides pourraient être particulièrement sensibles aux épisodes de sécheresses et de canicules intenses (LE TREUT, 2013). Ces végétations pourraient se raréfier, voire disparaître, au profit de végétations de landes plus sèches et de communautés moins oligotrophiles. Comme pour les lépidoptères de pelouses calcicoles, ces changements sont susceptibles d'avoir un impact sur les communautés de lépidoptères dont certaines espèces dépendent de plantes spécifiques appelées plantes hôtes spécifiques de ces milieux. De plus, l'optimum de développement des espèces inféodées aux landes humides (*Coenonympha oedippus*, *Heteropterus morpheus*, *Phengaris alcon*, etc.) pourrait être influencé par le réchauffement climatique risquant de provoquer des évolutions spatio-temporelles des cortèges. Plusieurs hypothèses peuvent être émises selon les espèces. Soit, les espèces pourraient être capables de s'adapter au nouveau contexte environnemental, soit elles seraient capables de déplacer leur aire de répartition pour suivre les conditions qui leur conviennent ou enfin elles pourraient être sujettes à des disparitions locales par exemple le Fadet des Laïches (*Coenonympha oedippus*).

Ainsi, l'objectif de cette étude est de déterminer les effets spatio-temporels du changement climatique sur les populations de lépidoptères de lande humide et d'identifier, par la suite, différents scénarios de répartition des espèces et de structure des assemblages.

### 6.1 Sélection des sites

Le type de lande humide favorisé pour les suivis de cortèges de lépidoptères est une lande méso-hygrophile à molinie et à bruyère à quatre angles (*Erica tetralix*). Cet habitat est choisi pour accueillir potentiellement une espèce endémique, le Fadet des Laïches (*Coenonympha oedippus*).

La sélection des sites repose sur la même hypothèse posée pour le cortège de lépidoptères de pelouses calcicoles. Elle s'appuie sur le bon état de conservation des landes humides permettant ainsi de limiter autant que possible l'influence des autres facteurs anthropiques qui pourraient interférer avec la réponse de la biodiversité et ne permettraient pas de dissocier les effets du changement climatique de ces autres pressions. L'état de conservation d'un habitat naturel est considéré comme favorable suivant plusieurs critères : aire de répartition naturelle, surface importante (au minimum possibilité de positionner un transect de 200 m), stable ou en extension (maîtrise foncière et gestion écologique constante), connexion potentielle à d'autres milieux humides, composition homogène en espèces caractéristiques/typiques/rares (peu de présence de fougères), distants au moins de 50 m des activités anthropiques, etc.

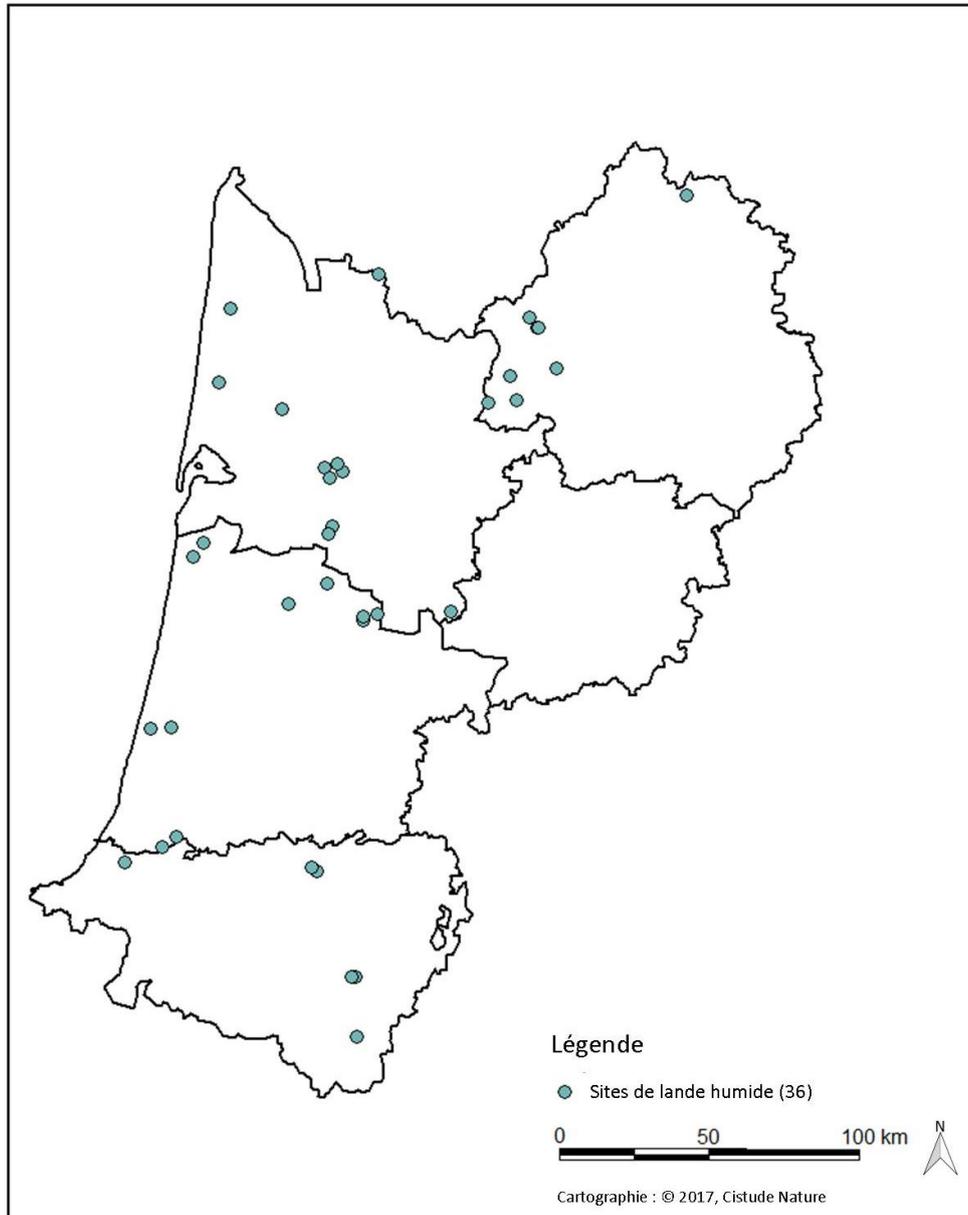
La répartition des sites est spatialement équilibrée à travers la région Nouvelle-Aquitaine. En terme pratique, les sites ont un accès facile permettant la réalisation de campagnes de relevés standardisées.

En 2016, une pré-sélection de sites par le CBNSA a permis, au préalable, d'identifier 36 sites de landes humides considérées en bon état de conservation (Fig. 30). Cette sélection s'est appuyée sur l'évaluation de l'état de conservation des landes humides d'Aquitaine réalisés dans le cadre du schéma



pluriannuel de suivi des habitats d'intérêts communautaires (HIC) de la région Aquitaine mis en place par le CBN Sud-Atlantique (LAFON & LE FOULER, 2014).

En 2017, de nouvelles prospections ont été réalisées afin de remplacer des sites pour lesquels des difficultés d'accès ont été rencontrées.



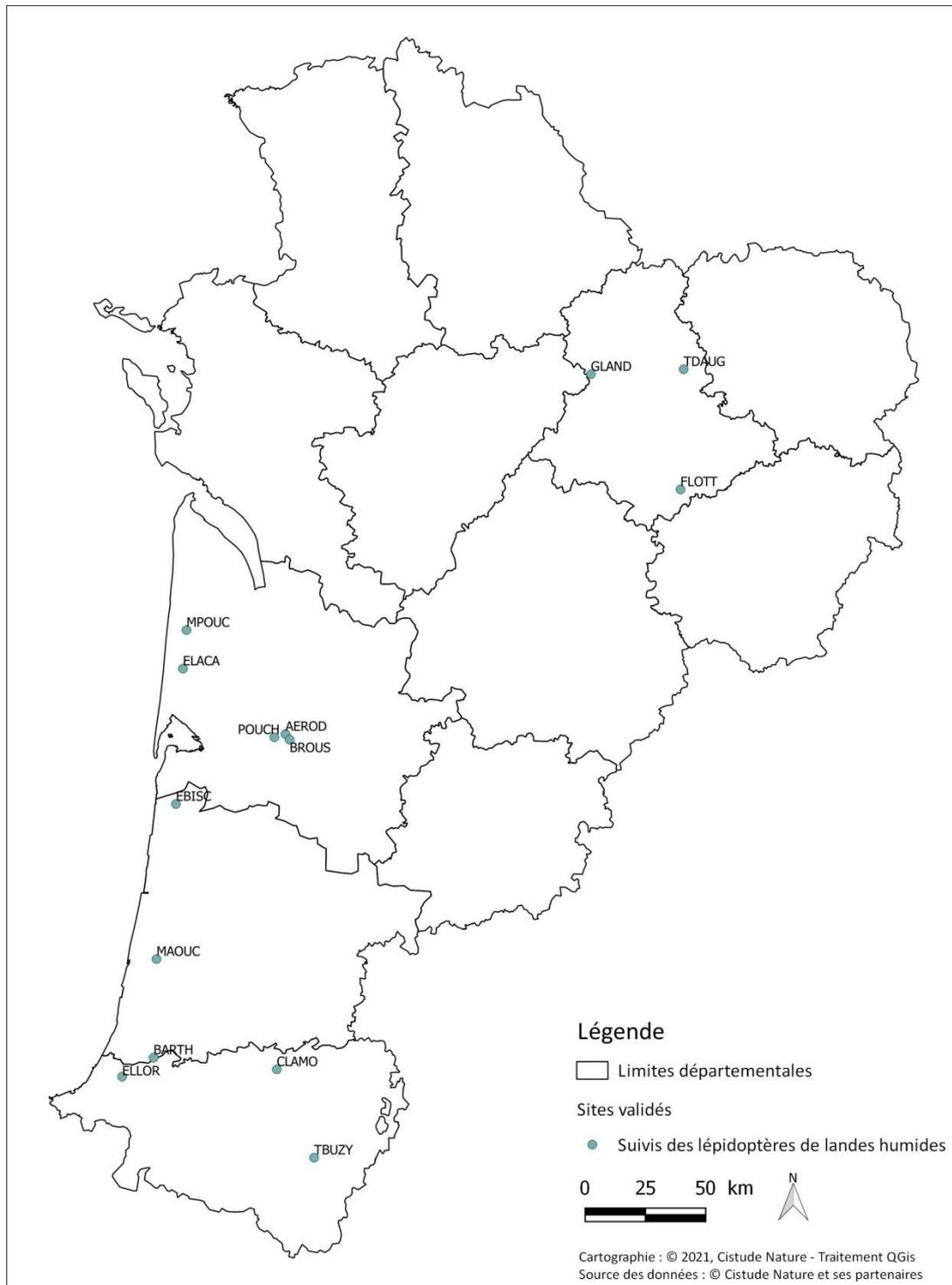
Situation géographique des sites prospectés pour les suivis lépidoptères en lande humide

**Fig. 30.** Situation géographique des landes humides prospectées pour les suivis lépidoptères.

## 6.2 Description des sites choisis

Sur 36 sites de landes humides prospectées en 2016, 13 sites, répondant aux critères énoncés précédemment, avaient été retenus. Au cours des premières années de suivis du programme, certains sites ont été abandonnés pour diverses raisons (refus d'accès ou accès trop contraignant, modification d'habitats, etc.) et ont donc été remplacés par d'autres sites. Avec l'extension du programme à la région Nouvelle-Aquitaine, trois nouveaux sites, situés dans le Limousin, ont été ajoutés au réseau de

sites existant en 2018. Au total, ce sont 14 sites qui sont validés pour le suivi du cortège de lépidoptères de landes humides (Fig. 31, Tab. XXI)



Sites validés pour les suivis du cortège de lépidoptères de landes humides.

Fig. 31. Situation géographique des sites d'études validés pour le suivi des espèces de lépidoptères de landes humides.



**Tab. XXI. Caractéristiques des sites validés pour les suivis du cortège de lépidoptères de landes humides.**

Dép.	Commune	Code site	Dénomination	Superficie	Statut	Code statut	Propriétaire/Gestionnaire	Transects	Structure en charge des suivis	Latitude	Longitude
33	La Brède	BROUS	Lande du Brousteyrot	8 ha	Natura 2000	FR7200797	RN de Saucats La Brède	4	Cistude Nature	44.68456333	-0.573066731
33	Lacanau	ELACA	Étang de Lacanau	15 ha	Natura 2000	FR7200681	Commune/Animateur docob	4	Cistude Nature	44.9412874	-1.113184041
33	Léognan/Martillac	AEROD	Aérodrome de Bordeaux Saucats	15 ha	/	/	Aérodrome/CC de Montesquieu	3	Cistude Nature	44.70487681	-0.594304841
33	Carcans	MPOUC	Marais du Pouch	55 ha	Natura 2000 (en partie)	FR7200681	Commune/SIAEBVELG	7	Cistude Nature	45.080476	-1.094842
33	Saucats	POUCH	Lande de Pouchau	1.67 ha	/	/	Privé/RTE - CEN Nouvelle-Aquitaine	1	Cistude Nature	44.6933896	-0.65055599
40	Biscarrosse	EBISC	Étang de Biscarrosse	8.2 ha	Natura 2000	FR7200714	Commune/Animateur docob	4	Cistude Nature	44.45083513	-1.148422512
40	Saint Michel Escalus	MAOUC	Tourbière de Maoucout	5.7 ha	ENS / Natura 2000	FR7200716	CD Landes	3	Cistude Nature	43.88403788	-1.246626055
40	Saint-Laurent de Gosse	BARTH	Barthes de l'Adour	52.9 ha	Privé	/	Privé	2	CPIE Seignanx	43,5142584	-1,2710211
64	Mouguerre	ELLOR	Ellorimendi	0.8 ha	Site CEN	/	Privé géré par le CEN Nouvelle-Aquitaine	1	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.45083	-1.42055
64	Tourbière de Buzy	TBUZY	Tourbière de Buzy	2.6 ha	Site CEN	/	Privé géré par le CEN Nouvelle-Aquitaine	1	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.15022002	-0.449468685
64	Arthez de Béarn	CLAMO	Valon de Clamondé	1.36 ha	Site CEN / Natura 2000	FR7200766	Privé géré par le Nouvelle-Aquitaine	1	CEN Nouvelle-Aquitaine	43.4776598	-0.6381938
87	Meuzac	FLOTT	Lande de la Flotte et du Cluzeau	11.3 ha	Site CEN/N2000		CEN Nouvelle-Aquitaine	2	Société Entomologique du Limousin	45,5843	1,4035
87	Montrol-Sénard	GLAND	Grandes Landes	18.8 ha	Site CEN	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	2	Société Entomologique du Limousin	45,9941	0,9506
87	Saint-Léger-la-Montagne	TDAUG	Tourbière des Dauges	1.24 ha	Réserve naturelle	/	CEN Nouvelle-Aquitaine	1	Société Entomologique du Limousin	46,0113	1,4193

### 6.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

La méthodologie de comptage des lépidoptères est basée sur le programme national du suivi temporel des Rhopalocères de France (STERF) du programme d'observatoires de la biodiversité Vigie-Nature (MANIL & HENRY, 2007).

Les transects sont parcourus en un temps identique ( $10 \pm 1$  min.). La longueur du transect définie en lande humide est de 200 m. Cette longueur est déterminée suivant des données empiriques de 2016 de vitesse de déplacement de comptage des observateurs dans un habitat peu diversifié et selon la longueur minimale disponible d'un type d'habitat homogène.

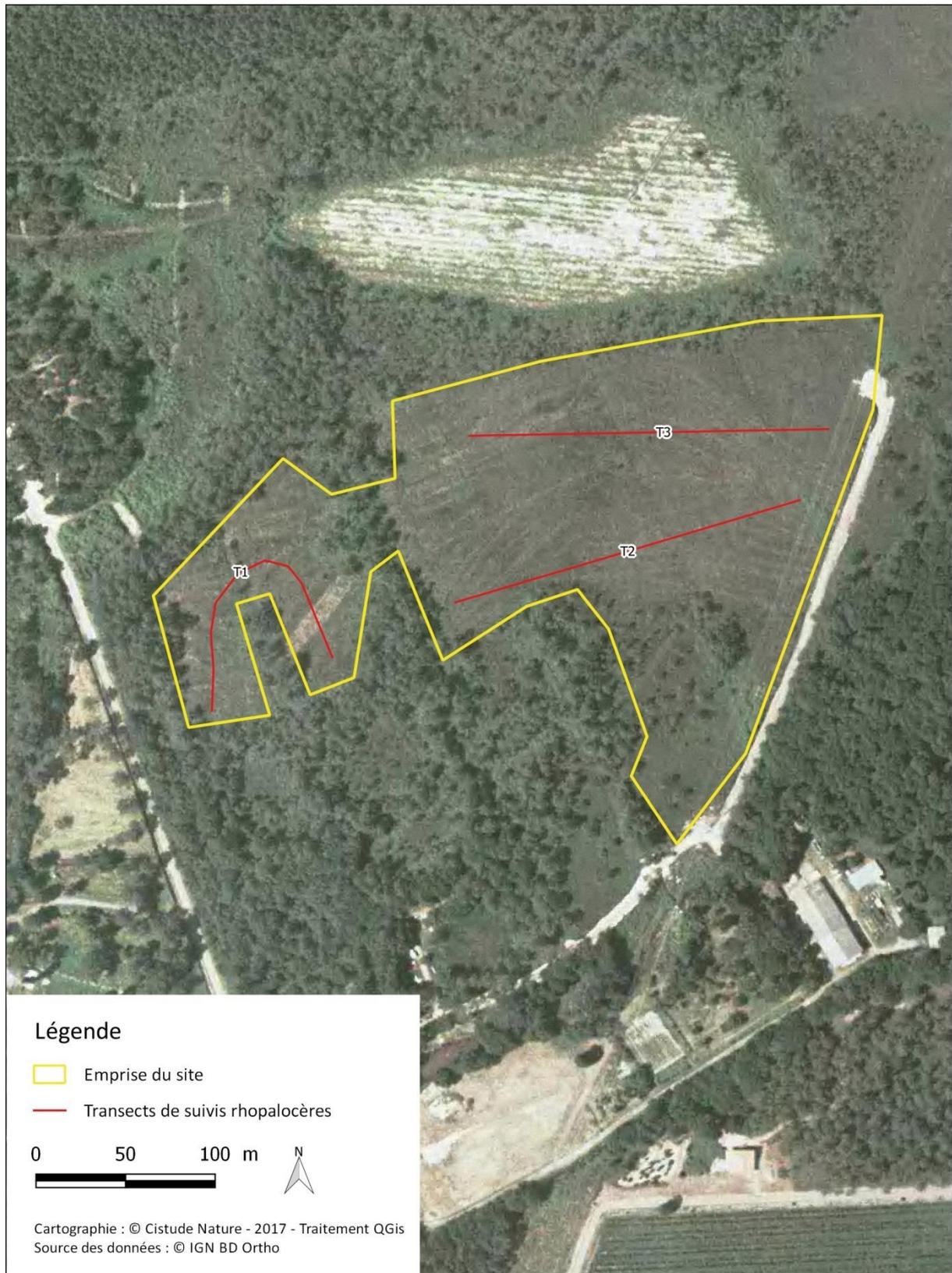
Selon la surface d'habitat homogène, un à sept transects ont été définis sur chaque site (Tab. XXII). Les transects, situés sur plateau, sont de forme linéaire adoptant la forme de l'habitat (Fig. 32, Fig. 33). Ils sont positionnés dans les zones de végétation homogène continue en évitant autant que possible des conditions spécifiques telles qu'une zone de fougères. En landes humides, les transects sont situés sur plateau, leur orientation n'a *a priori* pas d'influence sur le comptage contrairement aux pelouses calcicoles. Les transects sont espacés d'un minimum de 50 m afin d'éviter les doubles comptages, distance de référence d'après le protocole de suivi des lépidoptères des Réserves Naturelles de France (LANGLOIS & GILG, 2007). La distance entre les transects et les limites de l'habitat est de 30 à 50 m.

Les transects sont matérialisés par des points GPS et ont également été cartographiés (Tab. XXII, Fig. 32, Fig. 33). La précision de réalisation du transect se situe entre 3 à 5 m (précision du GPS) selon les conditions météorologiques. Afin de ne pas perturber le cortège sur le transect, le début est déterminé à l'entrée du site.



**Tab. XXII. Caractéristiques des transects des suivis de cortège de lépidoptères de landes humides.**

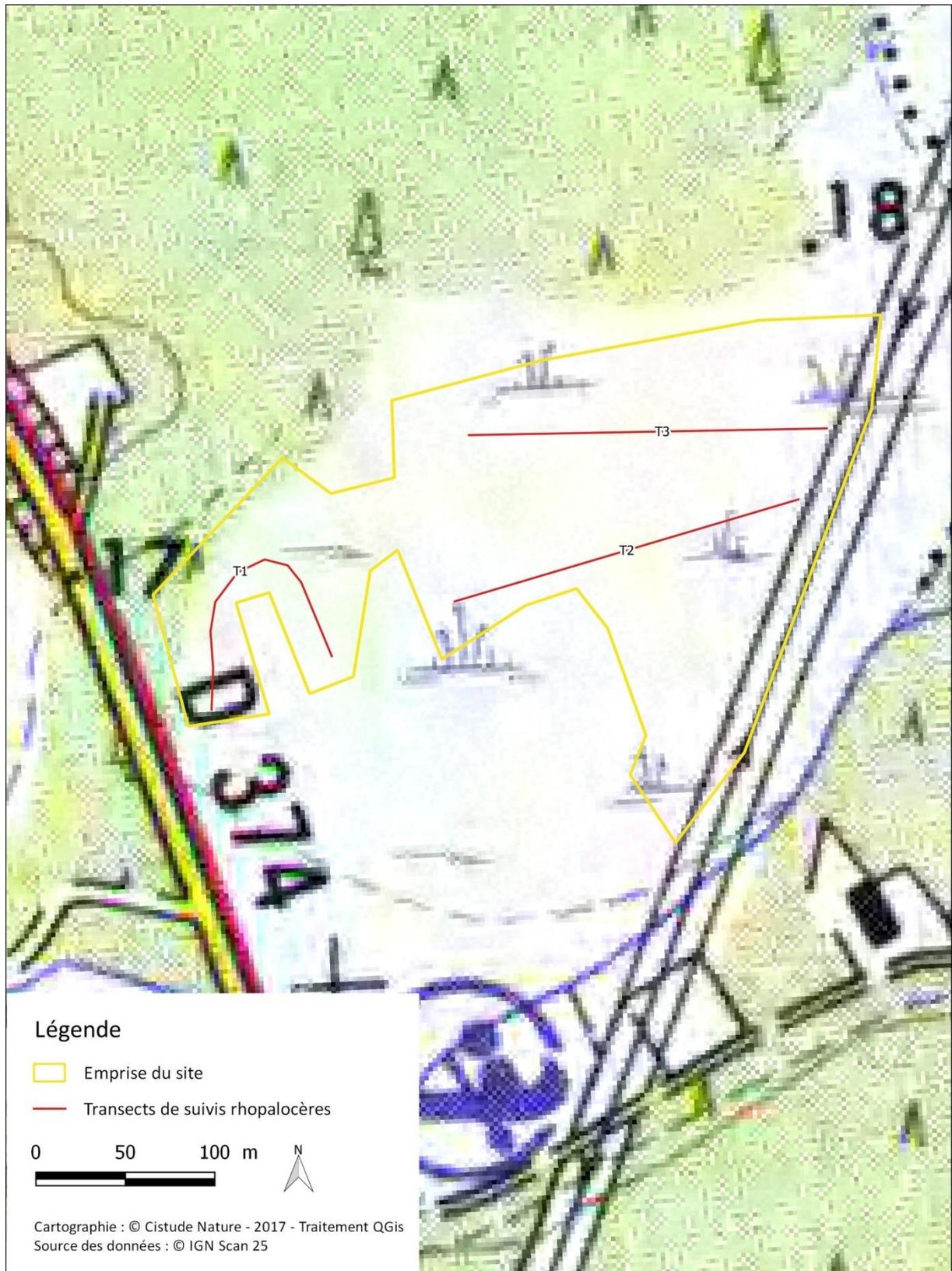
Dép.	Dénomination site	Dénom. transect	Longueur (en m)	Altitude (en m)	Latitude	Longitude	Latitude'	Longitude'
33	Aérodrome de Bordeaux Saucats	T1	200	54	44.705389	-0.594831	44.703797	-0.59377
33	Aérodrome de Bordeaux Saucats	T2	200	54	44.706239	-0.593569	44.704869	-0.592321
33	Aérodrome de Bordeaux Saucats	T3	200	54	44.704518	-0.592042	44.703144	-0.590731
33	Pouchau	T1	200	61	44.663383	-0.628942	44.661786	-0.627754
33	Étang de Lacanau	T1	200	13	44.938337	-1.116155	44.939459	-1.114195
33	Étang de Lacanau	T2	200	13	44.939563	-1.113144	44.941228	-1.112542
33	Étang de Lacanau	T3	200	13	44.941108	-1.113408	44.939736	-1.114883
33	Étang de Lacanau	T4	200	13	44.94062	-1.114775	44.942138	-1.113704
33	Marais du pouch	T1	200	14	45.07348106	-1.09602097	45.07523718	-1.09543112
33	Marais du pouch	T2	200	14	45.07532724	-1.09636372	45.07357112	-1.09695357
33	Marais du pouch	T3	200	14	45.07622232	-1.09588547	45.07797844	-1.09529562
33	Marais du pouch	T4	200	14	45.07735369	-1.09460215	45.07910981	-1.0940123
33	Marais du pouch	T5	200	14	45.08077573	-1.09365361	45.08253748	-1.09310361
33	Marais du pouch	T6	200	14	45.08174952	-1.09422751	45.07998777	-1.09477751
33	Marais du pouch	T7	200	14	45.08098398	-1.09535141	45.08274573	-1.09480142
33	Lande du Brousteyrot	T1	200	46	44.684039	-0.575211	44.684817	-0.572975
33	Lande du Brousteyrot	T2	200	46	44.685354	-0.572919	44.685085	-0.575282
33	Lande du Brousteyrot	T3	200	46	44.68369	-0.574933	44.684183	-0.572606
33	Lande du Brousteyrot	T4	200	46	44.683617	-0.571896	44.683467	-0.574272
40	Étang de Biscarrosse	T1	200	19	44.4489	-1.151118	44.450393	-1.149707
40	Étang de Biscarrosse	T2	200	19	44.451025	-1.148479	44.452274	-1.146839
40	Étang de Biscarrosse	T3	200	19	44.451916	-1.146603	44.450815	-1.148034
40	Étang de Biscarrosse	T4	200	19	44.451081	-1.148989	44.4495	-1.149907
40	Tourbière de Maoucout	T1	200	14	43.8829236898	-	43.8831944195	-
40	Tourbière de Maoucout	T2	200	14	43.8834706406	-1.247649421	43.8839863992	1.2485044526
40	Tourbière de Maoucout	T3	200	14	43.8843449003	-1.245060411	43.8843109975	1.2452564779
40	Tourbière de Maoucout	T4	200	14	43.8843449003	-1.245060411	43.8843109975	1.2475499936
40	Barthe de l'Adour	T1	200	1	43.51400	1.26769	43.51391	1.27024
40	Barthes de l'Adour	T2	200	3	43.51437	1.27355	43.51627	1.27354
64	Ellorimendi	T1	200	140	43.450932	-1.4212631	43.450883	-1.4195893
64	Tourbière de Buzy	T1	200	215	43.149445	-0.44458	43.149826	-0.4470022
64	Vallon du Clamondé	T1	200	150	43.478049	-0.6400258	43.47742	-0.6376818
87	Lande de la Flotte et du Cluzeau	T1	200	395	45.57748	1.40952	45.57928	1.40986
87	Lande de la Flotte et du Cluzeau	T2	200	395	45.58066	1.40733	45.57958	1.40937
87	Grandes Landes	T1	200	340	45.99209	0.99209	45.993321	0.954038
87	Grandes Landes	T2	200	340	45.99436	0.95203	45.99286	0.95077
87	Tourbière des Duges	T1	200	550	46.01335	1.41748	46.01427	1.41526



Site de suivis de lépidoptères de lande humide :  
Tourbière de Maoucout (Landes, Saint-Michel-Escalus)

Fig. 32. .Un exemple de situation sur photographie aérienne de transects sur la tourbière de Maoucout, site de suivis de lépidoptères de landes humides.





Site de suivis de lépidoptères de lande humide :  
Tourbière de Maoucout (Landes, Saint-Michel-Escalus)

Fig. 33. Un exemple de situation carte topographique de transects sur la tourbière de Maoucout, site de suivis de lépidoptères de landes humides.

## 6.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces

Pour chacun des transects, tous les lépidoptères identifiables à vue dans une boîte virtuelle de 5 m de côté sont comptés par un observateur. La vitesse de déplacement est fixe et de moins de 2 km/h.

Le comptage concerne seulement les imagos. La détermination se fait principalement à vue et si nécessaire avec capture au filet pour les espèces non identifiables facilement. Une liste d'espèces à capturer permet de standardiser la capture des spécimens entre les différents observateurs. Comparées aux pelouses calcicoles, les landes humides sont moins concernées par les espèces à détermination délicate. Dans ce cas, la méthode à suivre est la même que celle décrite pour les cortèges de lépidoptères de pelouses calcicoles (page n°57).

## 6.5 Conditions météorologiques requises

Les suivis sont effectués entre 10h et 17h dans les conditions météorologiques suivantes : présence d'une couverture nuageuse d'au maximum 75% et sans pluie ; vent inférieur à 6 sur l'échelle de Beaufort (39 à 49 km/h) ; température d'au moins 13°C pour un temps ensoleillé ou d'au moins 17°C pour un temps nuageux. Les suivis sont réalisés jusqu'à une température maximale de 32°C à l'ombre.

## 6.6 Nombre de campagne de relevés

Selon les sites, quatre à huit passages par site sont effectués par an et répartis entre mai et août, soit au minimum 1 passage par mois. Cette fréquence correspond à l'échantillonnage minimum recommandé par le STERF (MANIL & HENRY, 2007). Les suivis sont espacés d'au moins 15 jours et sont réalisés d'une année sur l'autre les mêmes semaines jusqu'en 2021, préférentiellement durant les deux premières semaines de chaque mois.

## 6.7 Fiche de relevés

Le couple site-observateur sera indissociable, c'est-à-dire que le même niveau professionnel d'observation est maintenu jusqu'en 2021. Les relevés sont réalisés par des professionnels expérimentés.

Pour les suivis lépidoptères, chaque observateur note pour chaque transect les heures de comptage de début et fin du transect avec la mention du temps de pause, le nombre d'individus par espèce et les conditions météorologiques de début du transect (Annexe 8). La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre, l'humidité relative de l'air à l'aide d'un hygromètre, la vitesse du vent est évaluée à l'aide de l'échelle de Beaufort et la couverture nuageuse est estimée en pourcentage de recouvrement.





## Chapitre 7. *Phengaris alcon* écotype « *alcon* » (Denis & Schiffermüller, 1775) – Azuré des mouillères des landes et prairies humides tourbeuses à paratourbeuses

**Auteurs :** Sandy Bulté, Fanny Mallard, **Contributeurs :** Pierre-Yves Gourvil, David Soulet

---

Face au changement climatique, les espèces de lépidoptères associées aux landes humides, comme l'Azuré des mouillères (*Phengaris alcon* écotype « *alcon* »), peuvent être sujettes à des disparitions locales.

*Phengaris alcon* possède un cycle de vie complexe qui dépend à la fois de la présence d'une plante-hôte spécifique, *Gentiana pneumonanthe*, et de fourmis-hôtes spécifiques *Myrmica scabrinodis*, *M. ruginodis* ou *M. rubra*, qui sont nécessaires au développement de la chenille. L'été, les femelles pondent 50 à 100 œufs répartis sur les boutons floraux de *G. pneumonanthe*. Il s'agit d'une plante hémicryptophyte, vivace, inféodée aux zones humides : prairies humides et zones marécageuses (MAES *et al.*, 2004). Sa floraison est plutôt tardive et s'étale de juillet à octobre (selon sa répartition géographique). Après quelques jours d'incubation, les chenilles sortent de l'œuf et s'enfoncent dans la fleur où elles subissent plusieurs mues. Elles se laissent ensuite tomber au sol où elles sont rapidement adoptées par des fourmis du genre *Myrmica*. Ainsi, la survie de *P. alcon* dépend d'un équilibre entre l'évolution de la végétation et de la présence de ses deux hôtes, *G. pneumonanthe* et fourmis du genre *Myrmica*.

À travers la modélisation de différents scénarios, Cormont *et al.* (2013) ont étudié les effets du changement climatique sur les populations de *G. pneumonanthe* et leurs répercussions sur les populations de *P. alcon*. Ils ont montré que des températures plus élevées, entraînant une détérioration des populations de gentianes, affectaient négativement les populations de *P. alcon* (CORMONT *et al.*, 2013). Ceci témoigne de l'importance des relations qu'il peut exister entre une espèce de lépidoptère et sa plante hôte. Ainsi, une désynchronisation entre la période de vol des imagos et la période de floraison de *G. pneumonanthe* pourrait également entraîner des impacts sur les populations de *P. alcon*.

L'hypothèse est que, face à un réchauffement climatique (températures plus élevées au printemps, sécheresses précoces), la floraison de *G. pneumonanthe* pourrait être décalée et devenir plus précoce d'année en année. Ce décalage serait variable selon la zone géographique et le contexte (montagne/plaine) et entraînerait ainsi des impacts qualitatifs (date de ponte, positionnement des œufs sur la plante hôte) et quantitatifs (nombre d'œufs pondus par les femelles) sur les populations de *Phengaris alcon* écotype « *alcon* ».

L'objectif de l'étude est de déterminer les impacts potentiels du changement climatique sur la phénologie de *G. pneumonanthe* et d'en évaluer les conséquences sur les populations de *P. alcon*.



## 7.1 Sélection des sites

La sélection des sites est réalisée en fonction de la répartition spatiale de *Phengaris alcon*, combinée à la présence de populations plus ou moins importantes de *Gentiana pneumonanthe*. Les populations de *P. alcon* étant localisées en Nouvelle-Aquitaine (Fig. 1) et souvent de faibles effectifs, les sites sélectionnés sont ceux qui présentent les populations aux plus fortes densités et qui sont le moins impactées par la fragmentation. Dans la mesure du possible, la répartition des sites se veut spatialement équilibrée en Nouvelle-Aquitaine. Enfin, la maîtrise foncière est également un élément fondamental à prendre en compte afin d'assurer la pérennité des suivis dans le temps. Entre 2017 et 2021, certains sites présentant de belles populations de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe* ont notamment été abandonnés du fait de problèmes d'accessibilité aux sites.

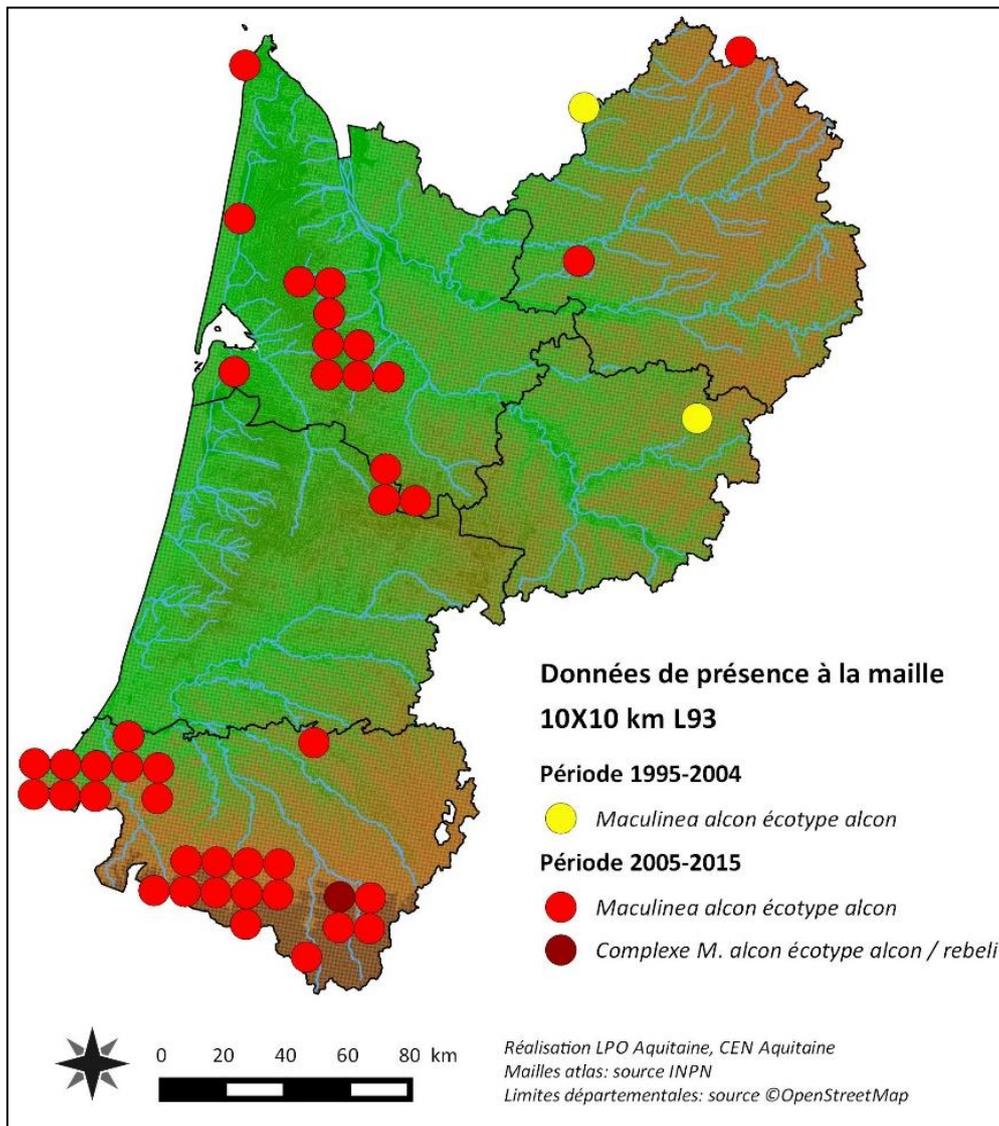


Fig. 1. Données de présence de *Phengaris alcon* en Aquitaine (Gourvil et al., 2015).

## 7.2 Description des sites choisis

Peu de sites réunissaient l'ensemble des critères énoncés précédemment. Au total ce sont cinq sites qui sont étudiés en Nouvelle-Aquitaine pour les suivis *P. alcon* et *G. pneumonanthe* (Fig. 2).

- 2 sites en Gironde : ces deux sites sont constitués tous les deux d'une végétation de type lande humide relevant de *l'Ulici minoris – Ericenion ciliaris* mais à la physionomie différente du fait d'une gestion différente et encadrée par des aspects réglementaires (nécessité d'avoir une végétation ne dépassant pas une certaine hauteur). L'un, situé sur un terrain d'un aérodrome, présente une végétation plutôt rase alors que l'autre, situé sous une ligne haute-tension, présente une végétation un peu plus haute et plus fermée où la molinie (*Molinia caerulea*) domine. Ces deux sites sont intégrés depuis 2016 et 2018 respectivement.
- 2 sites dans les Pyrénées-Atlantiques : l'un est situé à 840 m d'altitude et présente une végétation de type tourbière en mosaïque avec une lande humide ; l'autre site d'étude se situe au Pas-Basque, à 146m d'altitude et est constitué d'une végétation de landes humides relevant de *l'Ulici minoris – Ericenion ciliaris* en mosaïque avec une pelouse acidiphile thermo-atlantiques. Ces deux sites sont intégrés au programme depuis 2016.
- 1 site dans la Vienne, intégré au programme en 2021. Il se situe au sein de la réserve naturelle du Pinail et est soumis à une gestion constante depuis plusieurs années (POITOU-CHARENTES NATURE, 2019).

Une analyse du climat des secteurs où se situent les sites (excepté le site dans la Vienne), utilisant les données du modèle ALADIN 52 (CNRM, 2014) a permis de mettre en évidence une distinction des sites entre eux en termes de températures et d'humidité relative (ROSTAN, 2021). PLANZ est le site qui présente les températures moyennes mensuelles les plus froides et l'humidité relative la plus forte. A contrario, ELLOR est le site qui présente les températures moyennes mensuelles les plus chaudes et l'humidité relative moyenne mensuelle la plus faible (ROSTAN, 2021).

Tab. I. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre du suivi de *P. alcon*.

Code site	AEROD	POUCH	PLANZ	ELLOR	PINAIL
Dénomination	Aérodrome de Bordeaux-Léognan-Saucats	Lande de Pouchau	Plateau d'Anzé	Ellorimendi	RNN du Pinail
Dép.	33	33	64	64	86
Commune	Léognan/Martillac	Saucats	Laruns	Mouguerre	Vouneuil-sur-Vienne
Superficie	15 ha	1.67 ha	1 ha	0.8 ha	20 ha
Statut	/	/	/	Site CEN	RNN
Propriétaire/Gestionnaire	Département de la Gironde/Aérodrome/Communauté de communes de Montesquieu	Privé/RTE – CEN Nouvelle-Aquitaine	Commune de Laruns	Privé géré par le CEN Nouvelle-Aquitaine	Etat
Station météo	Oui	Oui	2017-2020	Oui	Oui
Structure	Cistude Nature	Cistude Nature	CEN Nouvelle-Aquitaine	CEN Nouvelle-Aquitaine	RNN du Pinail
Type de gestion	Fauche/broyage	Fauche/broyage	/	Fauche	Fauche/Pâturage/Brûli
Type de végétation	Lande humide de <i>l'Ulici minoris – Ericenion ciliaris</i>	Lande humide de <i>l'Ulici minoris – Ericenion ciliaris</i>	Lande humide et tourbière	Lande humide de <i>l'Ulici minoris – Ericenion ciliaris</i> /Pelouse acidiphile thermo-atlantique	Landes mésohygrophiles
Physionomie végétation	Végétation rase, ouverte (présence de sol nu)	Végétation haute, fermée (présence de litière importante)		Végétation rase, ouverte	Végétation rase à haute selon les quadrats
Altitude	54	61	840	146	137





Sites validés pour les suivis de *Phengaris alcon* et *Gentiana pneumonanthe*.

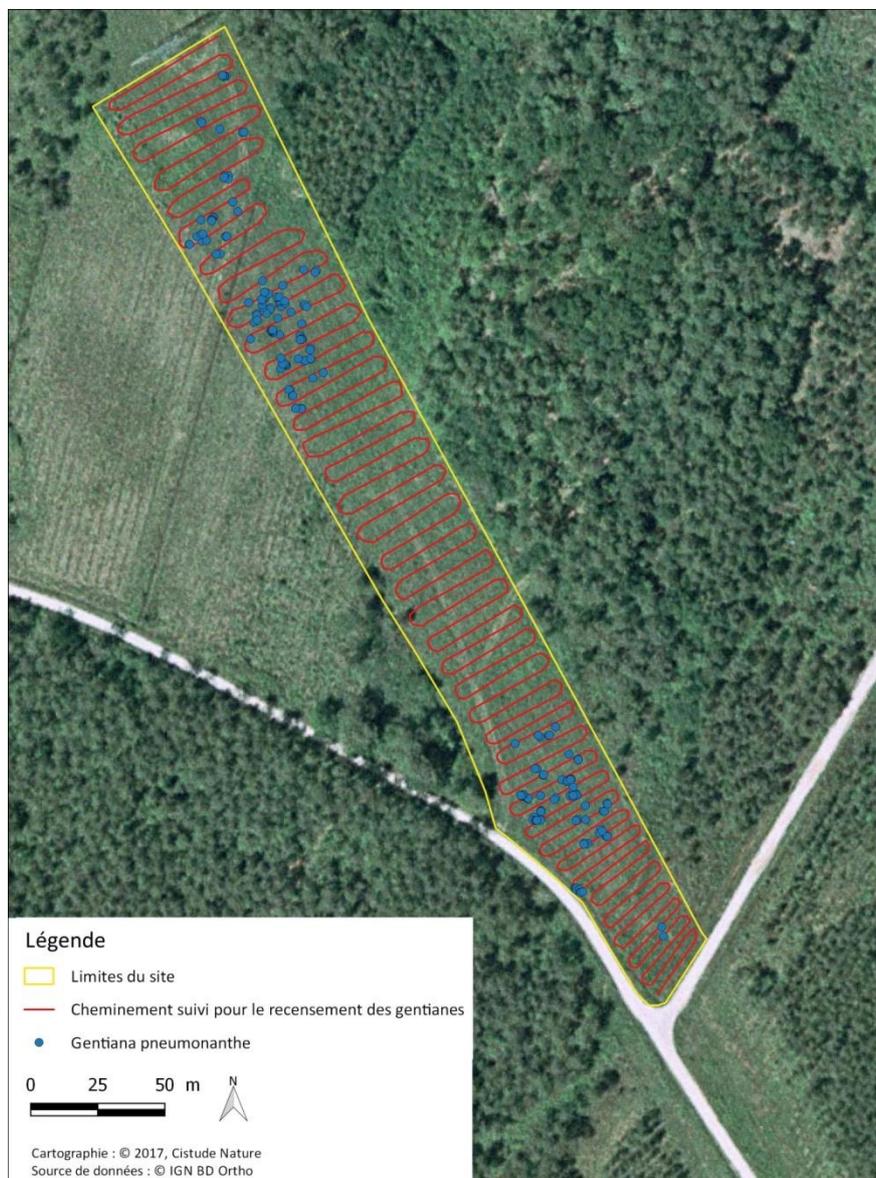
Fig. 2. Situation géographique des sites d'études pour le suivi de *P. alcon* et de la *G. pneumonanthe*.

## 7.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

### 7.3.1 Recensement de *G. pneumonanthe* sur l'ensemble de la surface des sites

Afin de sélectionner les unités d'échantillonnage, un recensement de l'ensemble des pieds de *G. pneumonanthe* a été réalisé au début de l'étude. La méthode de dénombrement consiste à parcourir l'ensemble de la zone favorable à *G. pneumonanthe* par bande d'environ deux mètres (Fig. 3), à faible allure et de pointer au GPS (précision maximale de 3m) tous les pieds détectables (à l'état végétatif, en bourgeons, en fleurs, etc.).

Ce dénombrement est reconduit tous les deux ans sur chaque site afin d'évaluer l'évolution de la répartition spatiale des populations de *Gentiana pneumonanthe*, sachant qu'une répartition régulière des pieds de *G. pneumonanthe* favorisera une meilleure répartition des chenilles et limitera donc la compétition intraspécifique dans les nids de fourmis hôtes (HABEL *et al.*, 2007).



Méthode de recensement de *Gentiana pneumonanthe*

Fig. 3 : Illustration de la méthode de recensement de *Gentiana pneumonanthe* sur la lande de Pouchau.

### 7.3.2 Suivis de *Gentiana pneumonanthe* et des pontes de *Phengaris alcon*

La méthode des quadrats pour l'étude des populations de *G. pneumonanthe* semble se dégager dans la littérature (KESEL & URBAN, 1999 ; VAN DYCK & REGNIERS, 2010). Cette méthode consiste à déterminer une surface dans laquelle les individus sont comptés et différents paramètres relevés. En ce qui concerne l'étude des populations de *P. alcon*, il existe depuis 2017 un protocole standardisé permettant d'évaluer l'état de conservation des populations de ce papillon (BELENGUIER *et al.*, 2017). Ce protocole consiste, entre autres, à compter de manière exhaustive les pieds de *G. pneumonanthe* et les œufs de *P. alcon* sur un site donné. Cette méthode présentant une méthodologie assez lourde en termes d'investigation sur le terrain, un échantillonnage sous forme de quadrats a donc été préféré.

Afin de définir l'effort d'échantillonnage minimal requis, un test entre deux méthodes d'échantillonnage par quadrats (transects vs quadrats permanents 10x10m) a été réalisé en 2017 (MALLARD, 2017b). A l'issue de ce test, c'est la méthode des quadrats permanents qui a été sélectionnée et deux quadrats d'une surface de 100m<sup>2</sup> (10x10m) et orientés nord-sud ont ainsi été désignés sur chaque site. La méthode de désignation des quadrats diffère selon les sites :

- **Aérodrome de Bordeaux-Saucats** : les deux quadrats sélectionnés sont parmi ceux qui avaient été tirés au sort en 2017 et qui avaient bénéficié d'un suivi régulier lors du test des deux méthodes d'échantillonnage (quadrats à plus forte densité de *G. pneumonanthe* et d'œufs) (MALLARD, 2017b) ;
- **Pouchau** : les deux quadrats ont été tirés au sort parmi ceux à forte densité de *G. pneumonanthe* (MALLARD, 2017b) ;
- **Plateau d'Anzé** : suite aux tests de 2017, un nouveau tirage au sort a été effectué pour les deux quadrats (MALLARD, 2017b) ;
- **Ellorimendi** : le quadrat échantillonné régulièrement en 2017 a été conservé et le deuxième quadrat a été placé de façon arbitraire sur une zone connue à forte densité de *G. pneumonanthe* et d'œufs de *P. alcon* (MALLARD, 2017b) ;
- **RNN du Pinail** : trois quadrats ont été positionnés sur des zones aux modalités de gestion différentes : 1 quadrat sur une zone fauchée, 1 quadrat sur une zone pâturée et 1 quadrat sur une zone où la gestion se fait par bruli.

Les quadrats ont ensuite été repérés sur le terrain à l'aide de coordonnées GPS. Quand cela a été possible, les quadrats ont été matérialisés par des tiges métalliques enfoncées dans le sol et détectables à l'aide d'un détecteur de métaux ou bien à l'aide de grands piquets d'acacia. Cette dernière méthode nécessite toutefois une maîtrise de la gestion du site afin de s'assurer de la pérennité des piquets dans le temps. Lorsqu'aucune de ces deux solutions n'est viable (détection impossible des tiges métalliques, risque d'enlèvement des piquets), les quadrats peuvent être repérés à l'aide d'éléments repères tels qu'une distance d'un sommet du quadrat à un élément paysager fixe du paysage (route, poteau, fossé, arbre pérenne, etc.).

Tab. XXIII. Caractéristiques des quadrats de suivis de *Phengaris alcon* et *Gentiana pneumonanthe*.

Dép.	Nom du site	Dénom. transect	Surface (en m <sup>2</sup> )	Altitude (en m)	Latitude pt NO	Longitude pt NO	Latitude pt SO	Longitude pt SO	Latitude pt SE	Longitude pt SE	Latitude pt NE	Longitude pt NE
33	Aérodrome de Bordeaux Saucats	Q1	100	54	44.705228	-0.594021	44.705132	-0.593998	44.705141	-0.593871	44.70524	-0.593871
33	Aérodrome de Bordeaux Saucats	Q2	100	54	44.704767	-0.593939	44.704677	-0.593939	44.704677	-0.593813	44.704767	-0.593813
33	Pouchau	Q1	100	61	44.66354	-0.629157	44.663444	-0.629149	44.66345	-0.629031	44.663545	-0.629042
33	Pouchau	Q2	100	61	44.661902	-0.627781	44.661812	-0.627775	44.661817	-0.627649	44.661907	-0.627655
64	Plateau d'Anzé	Q1	100	840	42.9681472 5	-0.42955944	42.9681238	-0.42959088	42.9680993	-0.42956561	42.9681472 5	-0.42950983
64	Plateau d'Anzé	Q2	100	840	42.9684246	-0.42981623	42.968335	-0.42981095	42.968339	-0.4296886	42.968429	-0.4296943
64	Ellorimendi	Q1	100	146	43.450496	-1.42043	43.450407	-1.420424	43.450412	-1.4203	43.450501	-1.420307
64	Ellorimendi	Q2	100	146	43.450377	-1.419905	43.450282	-1.419958	43.450247	-1.419838	43.450337	-1.419784
86	RNN du Pinail	E	100	137	46.699577	0.520938	46.699526	0.521124	46.699488	0.521003	46.699615	0.521061
86	RNN du Pinail	Q	100	137	46.709125	0.520668	46.709037	0.520615	46.708995	0.520737	46.709084	0.520793
86	RNN du Pinail	T	100	137	46.704885	0.515088	46.704824	0.514995	46.704757	0.515082	46.704819	0.515177

## 7.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

- **Comptage des pieds de *Gentiana pneumonanthe* et des pontes de *Phengaris alcon***

Lors des suivis, les quadrats de 100m<sup>2</sup> peuvent être matérialisés à l'aide de piquets et de cordes. La méthodologie de comptage consiste alors à diviser chaque quadrat de 100m<sup>2</sup> en 25 quadrats de 4m<sup>2</sup> qui peuvent être matérialisés à l'aide de cordes, de tasseaux en bois ou de tuyaux en pvc, etc.. Cette méthode de redécoupage permet de faciliter le comptage des pieds de *G. pneumonanthe* et d'éviter les doubles comptages (Fig. 34).

Pour chaque quadrat de 4m<sup>2</sup>, une recherche minutieuse des pieds de *G. pneumonanthe* est effectuée au sein de la végétation, en évitant au maximum le piétinement de la zone. Chaque pied et chaque hampe associée sont numérotés. Pour chaque hampe, les éléments suivants sont notés sur une fiche de relevés :

- le nombre de bourgeons ;
- le nombre de fleurs épanouies ;
- le nombre de fruits ;
- le nombre d'œufs pondus sur les fleurs et/ou bourgeons ;
- le nombre d'œufs pondus sur les tiges ;
- le nombre d'œufs pondus sur les feuilles.

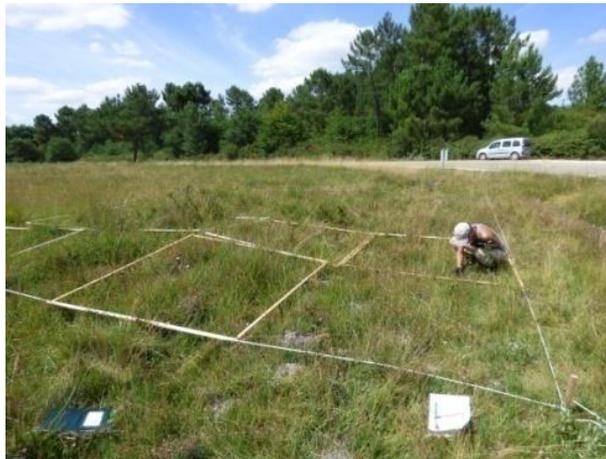


Fig. 34. Illustration de la méthode de relevé pour les suivis de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*. © Justine Poujol.

Afin de faciliter la recherche des pieds d'un suivi à l'autre, il est possible, quand le nombre de pieds le permet, de repérer chaque pied à l'aide d'un petit pic en bois ou bien de schématiser l'emplacement des pieds dans chaque sous-quadrat sous la feuille de relevé.

- **Suivis de la présence de fourmis du genre *Myrmica***

Afin de s'assurer de la viabilité des pontes de *P. alcon*, un suivi de la présence de nids de *Myrmica* à l'intérieur ou à proximité immédiate des quadrats de 100m<sup>2</sup> est réalisé. La méthodologie de suivis reprend en partie le protocole issu du Plan National d'Actions en faveur des *Maculinea*, (KAUFMANN *et al.*, 2014). Cela consiste à déposer au centre de chaque sous-quadrat de 4m<sup>2</sup>, un appât composé de miel et de rillettes de saumon au centre d'un carré bristol (Fig. 35), soit un total de 25 appâts, et à

vérifier la présence de *Myrmica* pour chaque appât, la détermination jusqu'à l'espèce n'étant pas nécessaire dans le cadre de ce suivi. Une première vérification est donc effectuée 30 min après la pose du premier appât et un second relevé est effectué 1h après le premier relevé du premier appât. Les relevés des différents appâts se réalisent dans l'ordre de pose des appâts. Les appâts positifs à la présence de *Myrmica* sont alors renseignés. Si les nids de *Myrmica* sont facilement observables sur l'ensemble du quadrat, il est possible de remplacer le suivi par appât par la notation de l'emplacement des nids au sein des sous-quadrats.



Fig. 35. *Myrmica sabuleti* sur un des appâts utilisés lors de l'inventaire des espèces de fourmis. © Christal Robert.

## 7.5 Conditions météorologiques requises

Le suivi concernant les pieds de *G. pneumonanthe* et les pontes de *P. alcon* ne nécessite pas de conditions météorologiques spécifiques.

En ce qui concerne le suivi des fourmis du genre *Myrmica*, l'échantillonnage le matin est à privilégier, les *Myrmica* étant des espèces qui préfèrent des températures d'activité relativement basses. Ces relevés doivent donc être effectués à une température comprise entre 17 et 22°C mesurée au sol et à l'ombre au moment de la pose des appâts. Cela semble être la gamme de températures idéale pour l'ensemble des espèces de fourmis du territoire français (KAUFMANN *et al.*, 2014). Une mesure de la température au sol et à l'ombre est donc réalisée avant la pose du premier appât afin de s'assurer des bonnes conditions d'application du protocole.

## 7.6 Nombre de campagne de relevés

La fréquence des suivis est un passage par semaine, en privilégiant les mêmes dates d'une année sur l'autre (1 à 3 jours de décalages maximum). Les suivis débutent une semaine avant la date de première floraison de *G. pneumonanthe* connue sur le site ou avant la date de première émergence de *P. alcon* si celle-ci est antérieure à la date de première floraison. Les suivis se terminent à la fin du vol de *P. alcon*, c'est-à-dire dès lors que plus aucun individu n'est observé (dans des conditions météorologiques favorables d'observations).



Le nombre de passages pouvant être important sur certains sites, afin de limiter les effets du piétinement sur le milieu et les espèces, chaque quadrat de 100m<sup>2</sup> est suivi une année sur deux (Fig. 4).

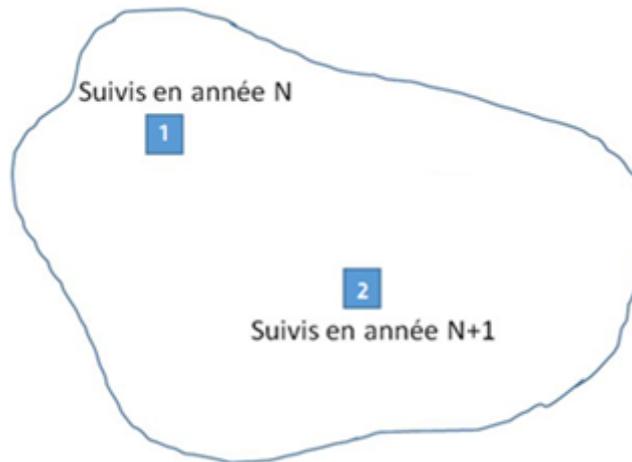


Fig. 4 : Illustration du système rotatoire pour les suivis de *P. alcon* et de *G. pneumonanthe*.

En ce qui concerne le suivi des fourmis du genre *Myrmica*, un seul passage est réalisé chaque année dans le quadrat de 100m<sup>2</sup>.

## 7.7 Fiche de relevés

Chaque observateur note, à l'intérieur de chaque quadrat de 4m<sup>2</sup>, le numéro de pied avec le numéro des hampes associées à chaque pied de *G. pneumonanthe*. Il note également, pour chaque hampe, le nombre de bourgeons floraux, de fleurs épanouies et de fruits ainsi que le nombre d'œufs de *Phengaris alcon* par bourgeon/fleur (pas de distinction du calice et de la corolle), par tige et par feuille (0).

Dans chaque quadrat de 4m<sup>2</sup>, les éléments suivants sont notés de la façon suivante sur la fiche de relevés présentée en 0 :

- **Numéroter chaque pied** de gentiane comptabilisé au sein du quadrat de 4m<sup>2</sup> (du n°1 au n°x) : **reprendre la numérotation à 1 lorsqu'on change de quadrat de 4m<sup>2</sup>.**
- Pour les quadrats de 4m<sup>2</sup> où aucun pied de gentiane n'a été observé : indiquer le numéro du quadrat de 4m<sup>2</sup> et indiquer qu'aucun pied n'a été observé.
- **Pour chaque pied** de gentiane numéroté, **numéroter les hampes associées** : **reprendre la numérotation à 1 lorsqu'on change de numéro de pied de gentiane ou lorsqu'on change de quadrat 4m<sup>2</sup>.**
- **Pour chaque hampe numérotée**, noter les éléments suivants :
  - le nombre de bourgeons ;
  - le nombre de fleurs épanouies ;
  - le nombre de fruits ;
  - le nombre d'œufs pondus sur les fleurs et/ou bourgeons ;
  - le nombre d'œufs pondus sur les tiges ;
  - le nombre d'œufs pondus sur les feuilles.

Le couple site-observateur est si possible indissociable, c'est-à-dire que le même niveau professionnel d'observation est maintenu sur l'ensemble de la période de suivi. Les relevés sont réalisés par des professionnels expérimentés.





## Chapitre 8. *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823) – Lézard vivipare des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine

*Auteurs : Maud Berroneau, Gaëlle Caublôt*

---

« Le changement climatique est une cause du déclin de plusieurs populations de reptiles (WHITFIELD *et al.*, 2007 ; SINERVO *et al.*, 2010) ». « Les modifications potentielles de l'aire de répartition en réponse à l'augmentation de la température ont été mises en évidence sur plusieurs groupes taxonomiques (WALTHER *et al.*, 2002 ; PARMESAN, 2006 ; LI *et al.*, 2013). Cependant, les études sur les reptiles se sont limitées principalement à des zones géographiques restreintes (POUNDS *et al.*, 1999 ; RAXWORTHY *et al.*, 2008) » (MALLARD, 2016a). Le Lézard vivipare est une espèce d'affinité climatique fraîche (BERRONEAU, 2015). Abondante en altitude, l'espèce est beaucoup plus rare en plaine où elle se cantonne à des milieux de landes humides. Le changement climatique pourrait impacter fortement l'espèce sur ce dernier type d'habitat, et notamment la réussite de sa reproduction.

Les hypothèses de l'impact du changement climatique sur cette espèce indicatrice sont :

- Extinction locale possible des populations suite à la disparition de stations remarquables en plaine,
- Une entrée progressive du Lézard des murailles indiquant une modification microclimatique des sites et un remplacement possible entre « lézards gris ».

L'objectif de ce suivi est par conséquent d'obtenir des tendances évolutives de l'occurrence du Lézard vivipare en lien avec d'éventuelles variations climatiques sur différents sites témoins du Massif landais mais également des zones humides de basse altitude et des tourbières des plateaux limousins.

### 8.1 Sélection des sites

La sélection s'est portée sur des sites présents dans l'aire de répartition du Lézard vivipare (présence avérée ou non de ce dernier), facilitant la mise en évidence d'éventuels mouvements populationnels au cœur du massif landais et en périphérie (Fig. 36). Les milieux concernés sont les secteurs de lagunes et de landes à molinie de plaine sur les départements de la Gironde, des Landes et du Lot-et-Garonne. Ces sites coïncident autant que possible avec ceux d'autres suivis en milieu humide, notamment avec les sites de suivi de la Rainette ibérique d'affinité climatique similaire.

Cette étude se focalise sur les réponses écologiques des populations de plaines face au changement climatique. Les populations enclavées dans le Massif landais sont d'autant plus intéressantes à suivre du fait de leur caractère isolé et réfugié dans les derniers secteurs de lagunes fraîches de Gironde et des Landes.

En 2016, les sites sélectionnés ne concernaient que la Gironde, les Landes et le Lot-et-Garonne. En 2017, la sélection de sites s'est étendue au Limousin avec l'extension de la région Nouvelle-Aquitaine.

En Limousin, les sites ont été choisis afin de mettre en évidence une possible disparité entre les populations des tourbières et landes humides de basse altitude en Creuse et en Haute-Vienne et



celles des tourbières des plateaux de Creuse et de Corrèze. Ces sites sont majoritairement gérés par le Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin. Trois sites sont gérés par des exploitants agricoles souhaitant conserver leurs zones humides en bon état écologique.

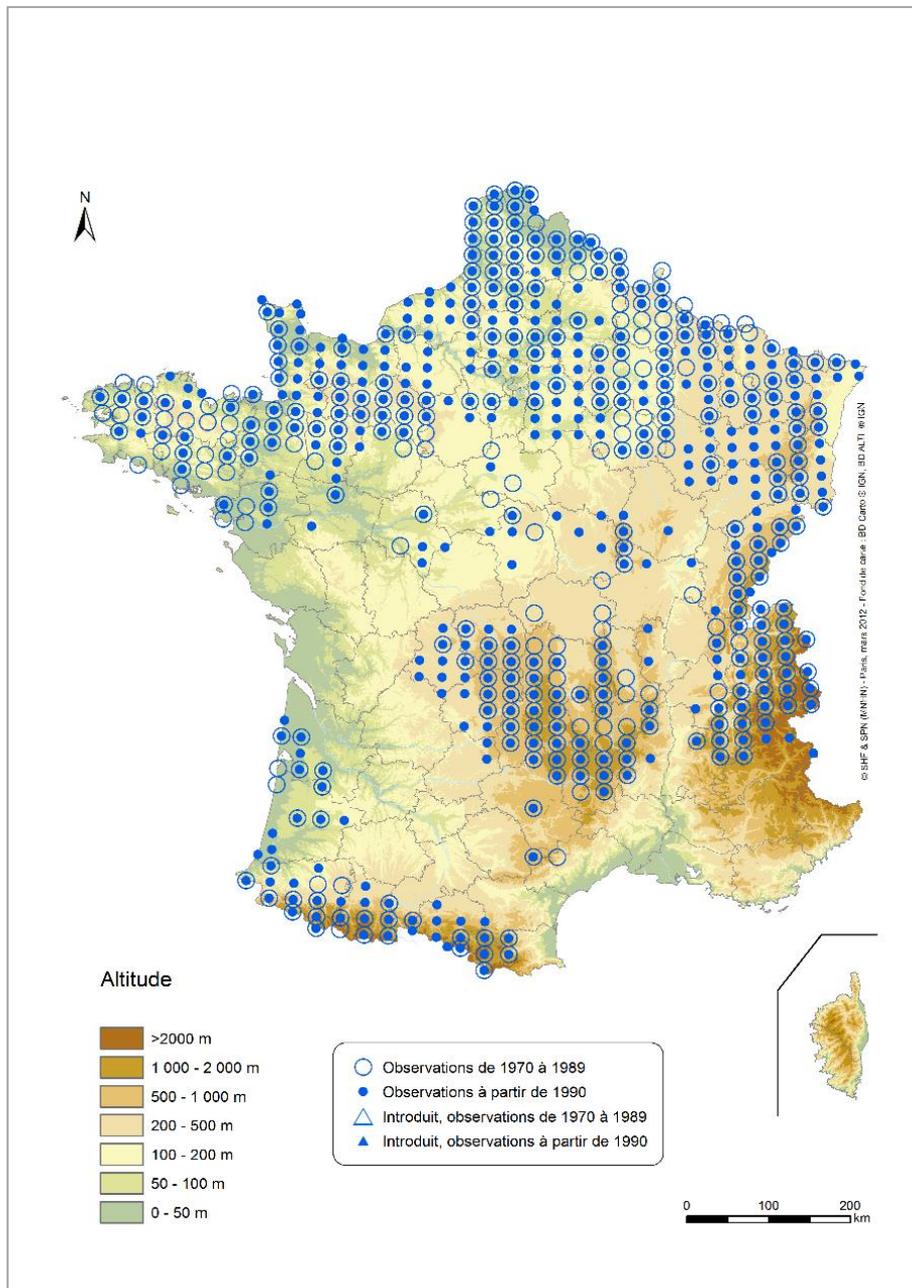
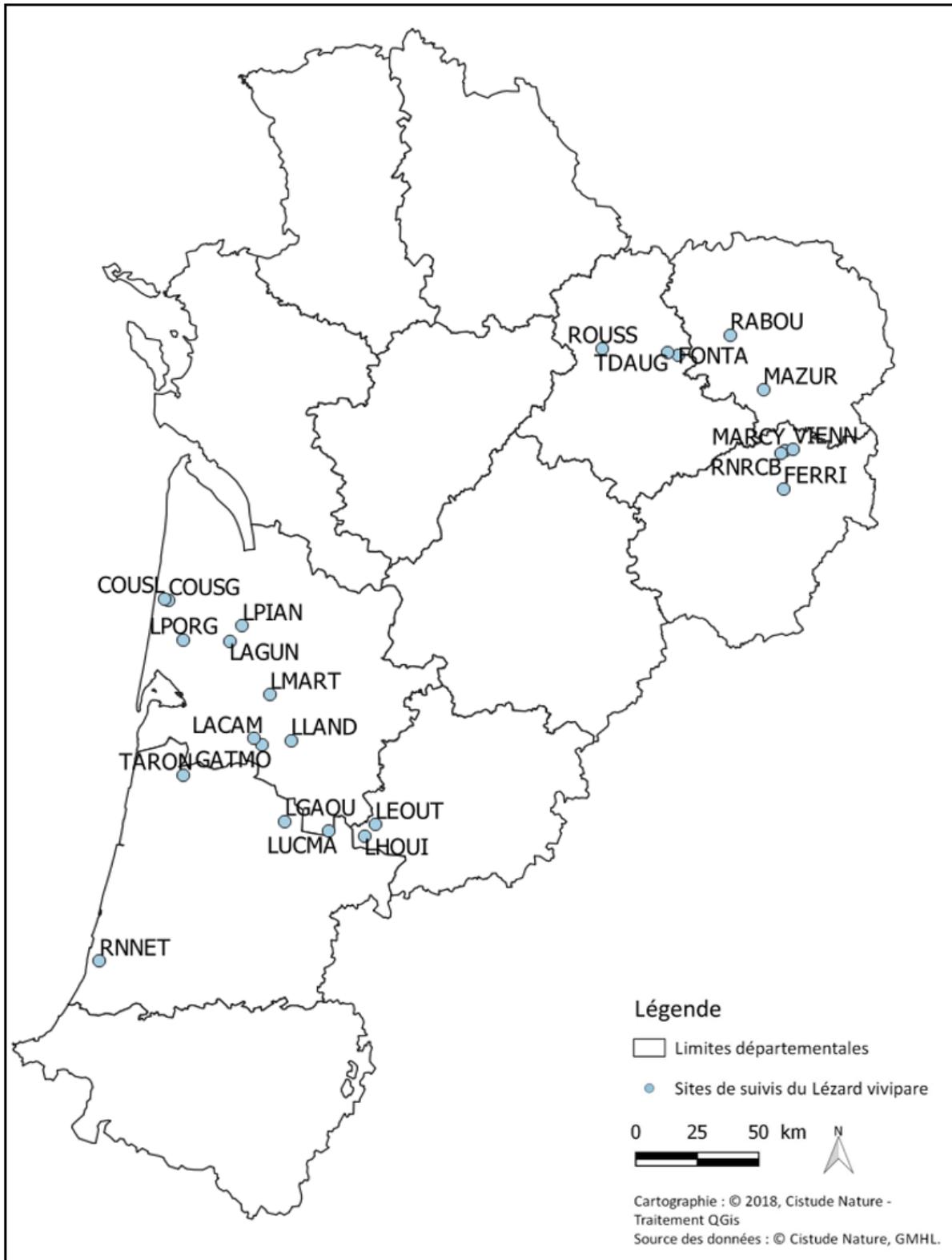


Fig. 36. Répartition du Lézard vivipare en France (SHF, 2013)

## 8.2 Description des sites choisis

Pour le suivi du Lézard vivipare, chaque « site » de suivi correspond à une « lagune » en ex-Aquitaine et ses environs immédiats ou à un milieu de landes humides à molinies.

12 sites ont ainsi été sélectionnés en ex-Aquitaine (7 en Gironde, 3 dans les Landes, et 2 en Lot-et-Garonne) à partir de la répartition connue du Lézard vivipare en plaine et avec une homogénéité de répartition selon un gradient nord-sud, est-ouest et 8 sites en ex-Limousin (Fig. 37, Tab. XXIV).



Sites de suivis du Lézard vivipare :  
Situation géographique des sites d'études en Nouvelle-Aquitaine

Fig. 37. Situation géographique des sites d'études validés dans le cadre du suivi du Lézard vivipare.



**Tab. XXIV. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre des suivis "Lézard vivipare"**

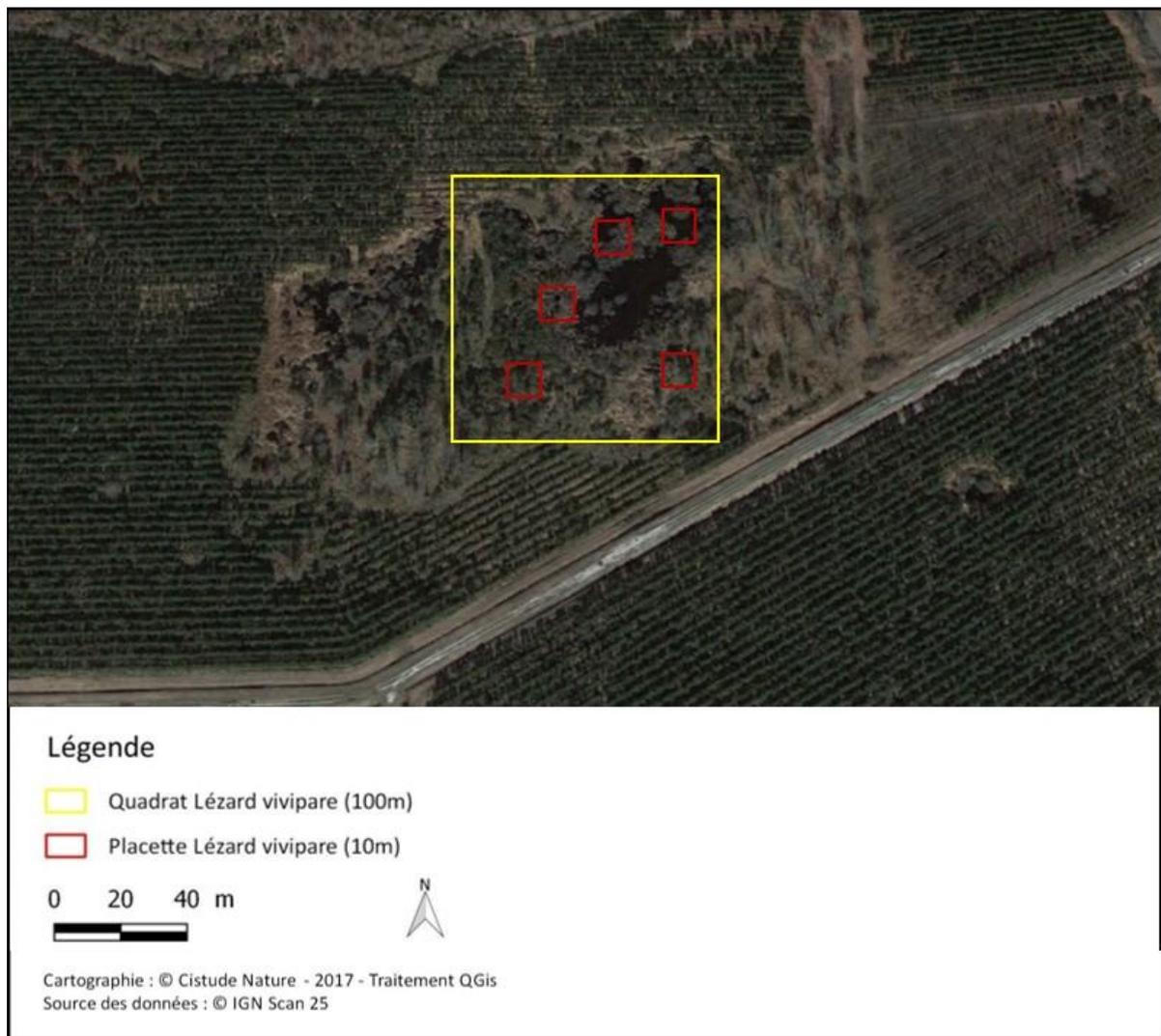
Région	Dept.	Commune	codePostal	codesite	obs_nomSite	Latitude WGS84	Longitude WGS84
Aquitaine	24	Lacanau	33680	COUSG	Cousseau (Gnac, grand pré/Landes des fadets)	45.0318978	-1.1259718
Aquitaine	24	Lacanau	33680	COUSL	Cousseau (labenne)	45.0392551	-1.14999204
Aquitaine	33	Captieux	33840	LUCMA	Captieux - Lagune de Lucmaysouau	44.2133583	-0.2515194
Aquitaine	33	Hostens	33125	GATMO	Hostens - Lagune du Gat Mort	44.5177944	-0.6131166
Aquitaine	33	Landiras	33720	LLAND	Landiras-Suscouse	44.540264	-0.464071
Aquitaine	33	Le Pian-Médoc	33290	LPIAN	Le Pian Médoc	44.952965	-0.73967
Aquitaine	33	Martillac	33650	LMART	Martillac	44.7054	-0.581336
Aquitaine	33	Saint-Magne	33125	LACAM	Saint-Magne - Lagune du Cam	44.5409833	-0.6537416
Aquitaine	33	Saint-Médard-en-Jalles	33160	LAGUN	Saint-Médard-en-Jalles - Lagunasse	44.8942917	-0.80346944
Aquitaine	33	Saumos et Le Porge	33680	LPORG	Saumos - Lagune de Moulugat	44.8918528	-1.0393722
Aquitaine	40	Luxey	40430	LGAOU	Lagune de Gaouchey	44.24258	-0.477229
Aquitaine	40	Ychoux	40160	TARON	Lubiosse-Lagune du Taron	44.393433	-1.00545
Aquitaine	40	Seignosse	40510	RNNET	RNN de L'Etanq noir	43.69521	-1.37767
Aquitaine	47	Houillès	47420	LHOU	Houeillès - Grand Lagu	44.1996361	-0.07166111
Aquitaine	47	Pindères	47700	LEOUT	Pindères - Léoutre	44.244361	-0.017334
Limousin	19	Tarnac	19170	MARCY	Landes de Marcy	45.65744	2.04139
Limousin	19	Tarnac	19170	RNRCB	RNR de la Tourbière de Chabanne bas	45.64812	2.02076
Limousin	19	Millevaches	19290	VIENN	Sources de la Vienne	45.66198	2.08357
Limousin	19	Davignac	19250	FERRI	Tourbière de la Ferrière	45.51597	2.03543
Limousin	23	Augères	23210	RABOU	la Rabouillère	46.0786885	1.74426816
Limousin	23	Royère-de-Vassivière	23460	MAZUR	Landes et tourbières de la Mazure	45.8793	1.92199
Limousin	87	La Jonchère-Saint-Maurice	87340	FONTA	la Fontaine	46.00046	1.47289
Limousin	87	Vaulry	87140	ROUSS	Moulin de Rousset	46.01945	1.07558
Limousin	87	Saint-Léger-la-Montagne	87340	TDAUG	Tourbière des Dauques	46.01159	1.41771

### 8.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Cette étude se base sur un suivi annuel de présence du Lézard vivipare sur 20 sites répartis sur 6 départements concernés (Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Creuse, Corrèze, Haute-Vienne) et couplés à des stations météorologiques.

Les sites sont matérialisés par des carrés de 100 mètres sur 100 mètres et contiennent chacun 5 placettes d'échantillonnage de 10 m x10 m positionnées aléatoirement sur habitat favorable (Fig. 38).

Cette année a été consacrée à la mise en place du protocole en ex-Limousin. Les carrés seront présentés dans le prochain rapport.



Sites de suivi du Lézard vivipare :  
Saumos - Le Porges (Gironde)

Fig. 38. Un exemple de situation de quadrat et placettes du suivi Lézard vivipare en Gironde

## 8.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

Le suivi annuel indique la présence du Lézard vivipare sur les 20 sites sélectionnés. L'application du protocole type POP Reptile (LOURDAIS & MIAUD, 2016) permettra une estimation fine de la présence et de l'abondance de l'espèce.

Le protocole peut se résumer ainsi : 3 passages par site et donc par placette par an, de préférence entre avril et juin. L'observateur passe 20 min par placette à noter la présence et le nombre de Lézard vivipare ainsi que d'autres données propres aux placettes et aux autres espèces observées (notamment le Lézard des murailles et la Vipère péliade).



## 8.5 Conditions météorologiques requises

Les conditions météorologiques ne sont pas particulièrement difficiles à respecter. Il convient d'éviter les jours à couverture nuageuse importante (>80%) et les jours pluvieux en cas de météo orageuse. Aussi à l'inverse, il convient d'éviter les jours trop ensoleillés et/ou à température trop élevée.

## 8.6 Nombre de campagne de relevés

Trois campagnes de relevés sont requises pour chaque site au cours de la saison (mars à juin), avec un espace-temps d'au moins 2 semaines entre deux passages de prospection.

## 8.7 Fiche de relevés

La récolte de données est réalisée à l'aide de la fiche de relevé standardisée (0).

Trois fiches de renseignements doivent être remplies pour chaque placette et chaque passage. La première fiche « Relevé » renseigne par placette les observations de l'espèce, les indices de présence et les gîtes utilisés pour les trois passages. La deuxième fiche « Descriptif placette » permet un descriptif précis de la placette pour les trois passages. Enfin, la fiche « Récapitulatif placettes » liste l'ensemble des placettes à prospecter.

### Notice explicative aux fiches à renseigner

- Fiche Relevé

– Localisation / aide localisation : coordonnées GPS des quatre extrémités de la placette. Il peut également être noté toute remarque facilitant le bon repérage du site.

#### Météo :

- T° : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en degré Celsius).
- Vent : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en m/s) sur une minute.
- Nuage : la couverture nuageuse doit être indiquée selon 5 coefficients ( $1 \leq 20\%$  ;  $20\% < 2 \leq 40\%$  ;  $40\% < 3 \leq 60\%$  ;  $60\% < 4 \leq 80\%$  ;  $5 > 80\%$ ).

#### Nature du contact avec Lézard vivipare :

- Obs directe : nombre d'individus différents observés.
- Mues : nombre de mues dénombrées (attention à la confusion avec d'autres lacertidés).

#### Nature de l'abri :

Description de l'abri utilisé par l'individu.

- Remarque : pour indiquer tout type d'information supplémentaire.

#### Observation d'autres espèces :

- Lézard des murailles (nombre, stades, etc.)
- autres espèces remarquables

- Fiche Descriptif placette
  - Localisation / aide localisation : cf. ci-dessus.
  - Date / Observateur : date et nom des observateurs lors des trois passages.
  - Position : emplacement de la placette sur le site.
  - Strates de végétation : pourcentage et hauteur des différentes strates de végétation au sein de la placette.
  - Nature abri : présence / absence et nombre des différents abris disponibles pour les Lézards vivipares.
- Fiche Récapitulatif placettes
  - Coordonnées GPS : indiquent les quatre extrémités Nord-Ouest, Nord Est, Sud Est et Sud-Ouest de la placette.
  - Commentaires : toutes informations permettant de faciliter le repérage de la placette.





## Chapitre 9. *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) et autres vipères dans les landes humides d'altitude

*Auteur : Gaëlle Caublot*

---

La Vipère péliade est une espèce boréale présentant des adaptations spécifiques au froid qui la rendent vulnérable aux fortes températures. La limite sud de répartition de cette espèce se trouve dans le Massif central où on la rencontre principalement dans les milieux frais et humides (tourbières, landes à molinies etc.) au-dessus de 700 m d'altitude en Limousin bien que certaines vallées fraîches puissent lui permettre de subsister à 530 m. Le changement climatique pourrait impacter cette espèce en influant sur la qualité de ses habitats et en perturbant directement l'espèce par le biais de sa physiologie (coûts de maintenance et phénologie de la reproduction) (GUILLON, 2012).

Les hypothèses de l'impact du changement climatique sur cette espèce indicatrice sont :

- Une contraction de la répartition de l'espèce vers les plus hautes altitudes ;
- Un émiettement de la répartition globale (extinctions locales) ;
- Une détérioration de la condition corporelle des individus due à des mécanismes hormonaux (phénomène décrit pour la Vipère aspic *in* Brischoux *et al.* 2016) ;
- Une entrée progressive de la Vipère aspic indiquant une modification microclimatique des sites et une compétition possible entre les deux espèces.

Les objectifs de cet indicateur sont de visualiser la tendance évolutive de la répartition, abondance, estimation de l'âge et de la taille de la Vipère péliade en lien avec d'éventuelles variations climatiques, mais aussi d'observer l'évolution du rapport de force entre la Vipère péliade et la Vipère aspic.

En 2017 en Limousin, les sites ont été visités tardivement (de mai à octobre) pour tester le protocole et valider le choix des sites.

### 9.1 Sélection des sites

Les huit sites ont été choisis dans l'aire de répartition actuelle connue de la Vipère péliade (présence avérée de l'espèce, Fig. 39) afin de mieux appréhender l'éventuelle modification d'occurrence de cette dernière. Les zones échantillonnées sont des tourbières et des landes humides entre 670 et 810 m d'altitude en Creuse et en Corrèze. Dans certains sites les plus bas, une sympatrie avec la Vipère aspic est connue. Ils ont été choisis à la fois dans les sites en zones « marge » et « cœur » indiquées dans le travail de thèse de Michaël Guillon. Le suivi n'intègre pas de sites en zone « out », zone d'absence de la vipère péliade.

Les sites suivis sont gérés – sauf Tigouleix – par le Conservatoire d'Espaces Naturels du Limousin qui vise à conserver les parcelles dans un état favorable à la présence de vipères péliades (maintien des milieux ouverts et des fonds humides). Le dernier site appartient à un adhérent du GMHL, souhaitant conserver ses parcelles en bon état écologique pour l'espèce, qui y effectuera le suivi. La disparition éventuelle de vipères péliades sera donc probablement due à une modification climatique plutôt qu'à une modification d'état des parcelles.



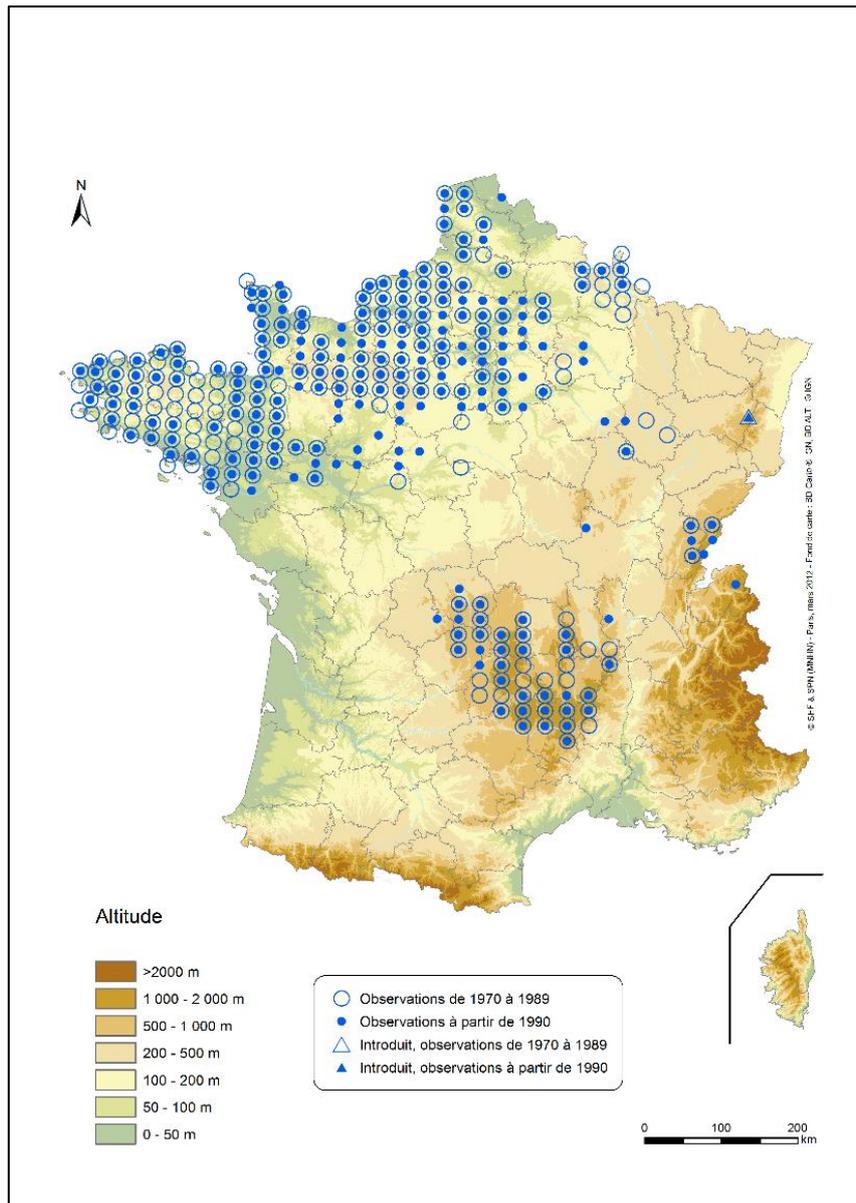


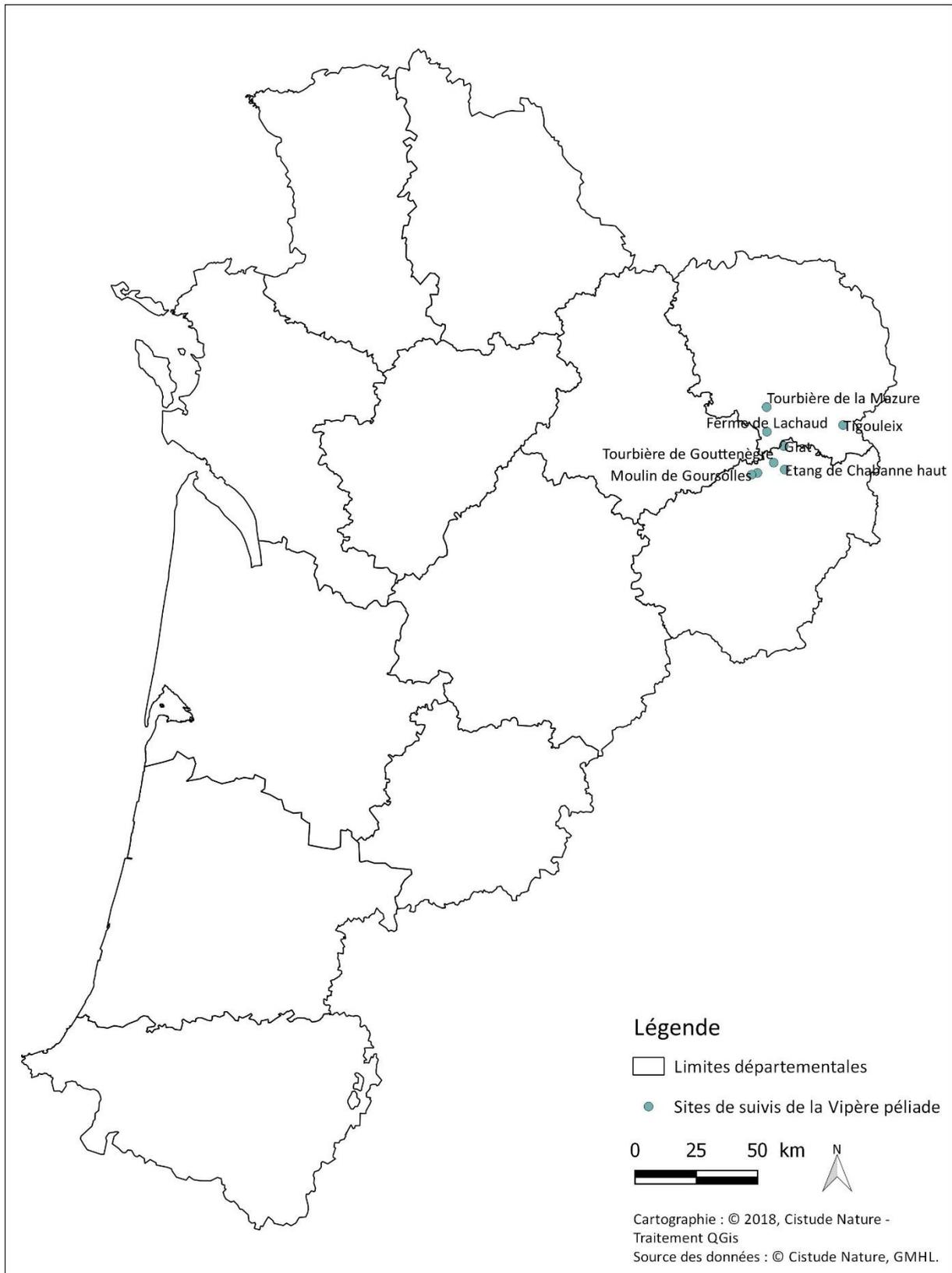
Fig. 39. Répartition de la Vipère péliade (SHF, 2012).

## 9.2 Description des sites choisis

Pour le suivi de la Vipère péliade, chaque « site » de suivi correspond à un cercle d'un kilomètre de rayon au sein duquel sont répartis trois transects. Ces sites englobent des zones de tourbières, de landes humides ou de bocage frais. Ce protocole se base sur le protocole POPReptile adapté par l'Observatoire des Reptiles d'Auvergne (ORA) en collaboration avec le CNRS de Chizé (CEBC) dans le cadre du suivi des vipères péliades dans le Massif Central.

Huit sites ont ainsi été sélectionnés (5 en Corrèze et 3 en Creuse) à partir de la répartition connue de la Vipère péliade en Limousin et avec une homogénéité de répartition selon un gradient altitudinal (Fig. 40, Tab. XXV).

Ces sites coïncident autant que possible avec ceux d'autres suivis en milieu humide, notamment avec les sites de suivi de Lézard vivipare, d'affinité climatique similaire.



Sites de suivis de la Vipère péliade :  
 Situation géographique des sites d'études en Nouvelle-Aquitaine

**Fig. 40. Situation géographique des sites d'études validés dans le cadre du suivi de la Vipère péliade.**



**Tab. XXV. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre du suivi de la Vipère péliade**

Département	Dénomination	Type d'habitat	Propriétaire/gestionnaire	Accord	Longitude	Latitude	Altitude (m)
Creuse (23)	Tourbière de la Mazure	tourbières	CEN Limousin	oui	1,92199	45,87930	810
Corrèze (19)	Tourbière du Tronchet	tourbières	CEN Limousin	oui	1,87854	45,63477	697
Corrèze (19)	Giat	landes humides et tourbières	CEN Limousin	oui	2,01464	45,73602	761
Corrèze (19)	Moulin de Goursolles	tourbières	CEN Limousin	oui	1,84763	45,62777	689
Corrèze (19)	Tourbière de Gouttenègre	tourbières	CEN Limousin	oui	1,96332	45,67353	850
Corrèze (19)	Etang de Chabanne haut	landes humides et tourbières	CEN Limousin	oui	2,02122	45,64866	757
Creuse (23)	Ferme de Lachaud	landes humides et tourbières	Ferme de Lachaud (Frédéric Lagarde)	oui	1,92522	45,78800	670
Creuse (23)	Tigouleix	bocage	Rob VEEN	oui	2,32580	45,81589	734

### 9.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

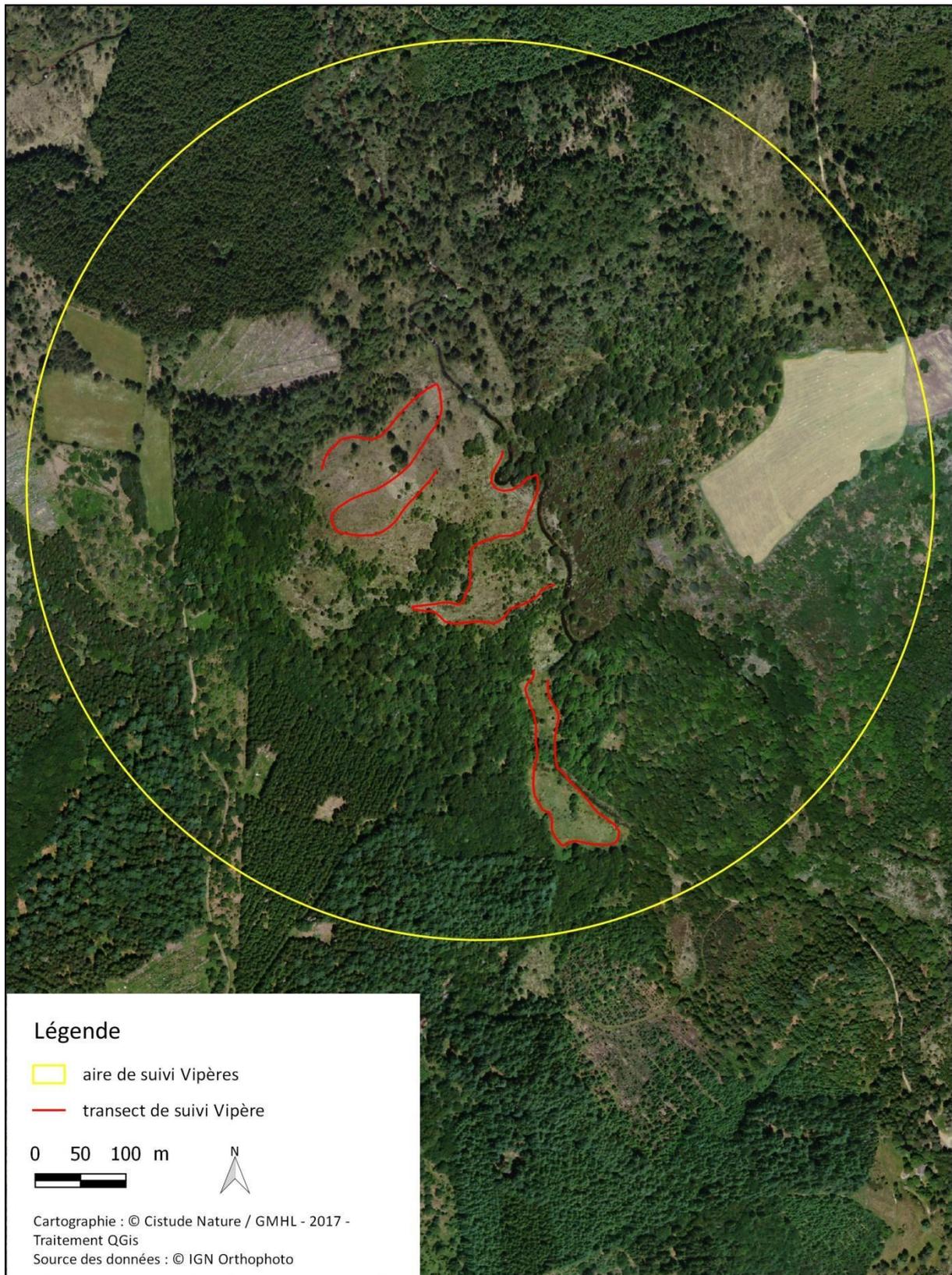
Cette étude se base sur un suivi annuel de présence de la Vipère péliade sur 8 sites répartis sur deux départements concernés (Creuse et Corrèze) et couplés à des stations météorologiques.

Les sites sont matérialisés par des cercles d'un kilomètre de rayon et contiennent chacun trois transects de 455 à 670 m localisés dans un habitat favorable homogène au sein du transect (Tab. XXVI, Fig. 41, Fig. 42, Annexe 14). Les transects sont distants d'au moins 200 m et réalisés de manière aléatoire entre le point d'arrivée et de fin, en passant par les zones des plus favorables potentiellement.

Tab. XXVI. Caractéristiques des transects dans le cadre du suivi de la Vipère péliade

Dénomination du site	Dénomination du transect	Longueur (en m)	Altitude (en m)	Point de départ	Point GPS d'arrivée
Etang de Chabanne haut	chaba_1	534,44	757	2,017253957 – 45,65166544	2,01804121 – 45,65189565
	chaba_2	578,85	757	2,020972036 – 45,64987723	2,021749015 – 45,6485033
	chaba_3	497,36	757	2,023378281 – 45,6485919	2,021730128 – 45,64957249
Giat	giat_1	521,01	761	2,011946863 – 45,73573262	2,016836896 – 45,73413072
	giat_2	472,28	761	2,01440702 – 45,73516871	2,014684384 – 45,73587502
	giat_3	592,15	761	2,014820901 – 45,74014688	2,01242294 – 45,73911069
Moulin de Goursolles	gours_1	512,43	689	1,850992706 – 45,6249863	1,850116975 – 45,6230281
	gours_2	561,32	689	1,847857602 – 45,62963109	1,848251914 – 45,62968927
	gours_3	515,78	689	1,847794577 – 45,62755936	1,847403308 – 45,62781932
Tourbière de Gouttenègre	goutt_1	474,94	850	1,960707365 – 45,67349919	1,963411419 – 45,67448518
	goutt_2	518,3	850	1,96600833 – 45,6750099	1,963878045 – 45,67173485
	goutt_3	514,75	850	1,960787013 – 45,67079945	1,964423516 – 45,66941164
Ferme de Lachaud	lachau_1	606,41	670	1,922062339 – 45,79142028	1,928642823 – 45,79034588
	lachau_2	526,86	670	1,924703038 – 45,78722549	1,92565403 – 45,78807042
	lachau_3	670,5	670	1,924001649 – 45,7852391	1,92695617 – 45,78453627
Tourbière de la Mazure	mazur_1	537,08	810	1,921824105 – 45,88069936	1,92019598 – 45,88070413
	mazur_2	520,87	810	1,923512912 – 45,87957163	1,922760222 – 45,8808978
	mazur_3	486,31	810	1,923248589 – 45,87871631	1,923449251 – 45,87861331
Tourbière du Tronchet	tronc_1	455,08	697	1,875109913 – 45,63580866	1,874506598 – 45,63511227
	tronc_2	552,48	697	1,876251358 – 45,63471008	1,876213395 – 45,63563017
	tronc_3	596,95	697	1,878455687 – 45,63352732	1,877319248 – 45,63438232





Site de suivis de Vipère péliade :  
Tourbière de la Mazure (Creuse, Royère-de-Vassivière)

Fig. 41. Un exemple de situation des transects dans le cadre du suivi de la Vipère péliade sur photographie aérienne.



Site de suivis de Vipère péliade :  
 Tourbière de la Mazure (Creuse, Royère-de-Vassivière)

Fig. 42. Un exemple de situation des transects dans le cadre du suivi de la Vipère péliade sur carte topographique.



## 9.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

Le protocole de suivi se base sur celui développé par l'Observatoire des Reptiles d'Auvergne (ORA), Olivier Lourdaïs et Michaël Guillon (CEBC) dans le cadre d'un suivi à long terme de l'espèce dans le Massif central (lui-même basé sur le protocole POPReptile 2 : suivis temporels (LOURDAÏS & MIAUD, 2016). L'objectif du suivi ORA est double : 1/ Suivre le déplacement potentiel des limites de l'aire de répartition de l'espèce en Auvergne (phénomènes de contraction ou d'expansion, la contraction vers les hautes altitudes étant la plus probable) ; 2/ Evaluer un possible émiettement de la répartition globale de l'espèce (phénomène d'extinctions locales).

L'ensemble des observations sera réalisé à vue uniquement (pas de pose de plaques). L'espèce principalement suivie est la Vipère péliade mais la présence d'autres espèces de reptiles (Lézard vivipare, Vipère aspic, Coronelle lisse, Lézard des souches, etc.) sera également indiquée permettant d'étudier des éventuelles modifications de communauté des reptiles et le rapport de force avec notamment la Vipère aspic. La détermination se fait à vue. L'âge approximatif (adulte ou juvénile) se fait sur la base de la taille des individus. Ainsi, les animaux sont considérés comme adultes lorsqu'ils atteignent 49 cm pour les femelles et 45 cm pour les mâles, la longueur étant mesurée du museau au cloaque (URSENBACHER, 1998). Toutefois, les animaux ne seront pas capturés, la longueur sera donc estimée, de même que l'âge.

Les transects sont suivis à pied, assez lentement pour permettre de bien observer les individus présents. Il n'y a pas de limitation de durée mais le protocole est en cours de mise en place pour établir une durée moyenne.

Actuellement, au total 21 transects sont suivis, soit 11,246 km. Il manque les transects d'un site (Tigouleix) qui restent encore à définir.

## 9.5 Conditions météorologiques requises

Les conditions météorologiques ont un impact important sur la probabilité de détection de l'espèce. Il convient de réaliser les suivis par temps doux ou orageux, peu ou pas venteux. Les températures trop froides, trop chaudes ou la pluie battante sont à éviter. Les animaux peuvent s'observer plus aisément lors de moment couvert voire de faibles précipitations intermittentes lorsque la température est suffisante. Les tranches de température d'observation seront précisées l'année prochaine lors du test du protocole.

## 9.6 Nombre de campagne de relevés

Les sites seront suivis trois fois par an au printemps (à partir de début avril jusqu'à juin), les transects d'un même site devant être réalisés dans la même journée. Les sites sont suivis chaque année.

## 9.7 Fiche de relevés

La récolte de données sera réalisée à l'aide de la fiche de relevé standardisée créée par l'Observatoire des Reptiles d'Auvergne et le Centre d'Études Biologiques de Chizé.

Trois fiches de renseignements doivent être remplies pour chaque site. La première fiche « Relevé » (Annexe 14) renseigne les observations de l'espèce pour chaque transect de chaque site et doit être complétée à chaque passage. La deuxième fiche « Typologie des habitats » (Annexe

15) permet un descriptif général des habitats bordant le transect et doit être remplie chaque année. La dernière fiche « Typologie simplifiée des milieux » (Annexe 16) décrit l'espace dans une largeur de 3m de part et d'autre du transect et relève plus précisément la présence d'abris et la structure de la végétation.

### **Notice explicative aux fiches à renseigner**

#### Fiche Relevé

- Localisation : nom du site, numéro du transect, longueur du transect.
- Observateur : nom du prospecteur
- Date, heure de début et de fin et numéro de passage sur le transect

Météo :

- T° : température au début du transect à relever (en degré Celsius).
- Vent : nul, léger, moyen ou fort.
- Ciel : ensoleillé, belles éclaircies, nuageux prédominant, très nuageux, orageux, pluvieux ou ciel voilé.

Contact avec les individus observés (une ligne par individu de reptile):

- Espèce de l'individu observé.
- Age de l'individu observé estimé (adulte/juvenile).
- localisation : 1<sup>er</sup>/2<sup>e</sup>/3<sup>e</sup> tiers du transect ou hors protocole (à positionner).

#### Fiche Typologie des habitats

Il s'agit de décrire l'habitat dominant sur deux bandes de 30 m de large environ de part et d'autre du transect. La description est réalisée de manière indépendante pour chaque transect du fait du caractère bordier de certains transects. La classification se base sur EUNIS, possédant une structure fondée sur 10 types de milieux.

#### Fiche Typologie simplifiée des milieux

La fiche vise à mieux définir la nature de l'interface en fonction de 5 types de milieux (linéaire, en mosaïque à végétation haute ou basse, à structuration végétale homogène ou anthropiques).







## Chapitre 10. Communautés végétales des lagunes du plateau landais

**Auteurs :** Kévin Romeyer, Anthony Le Fouler

**Contributeurs :** Anna Hover, Clément Cléro, Sophie Laugareil, Grégory Caze

---

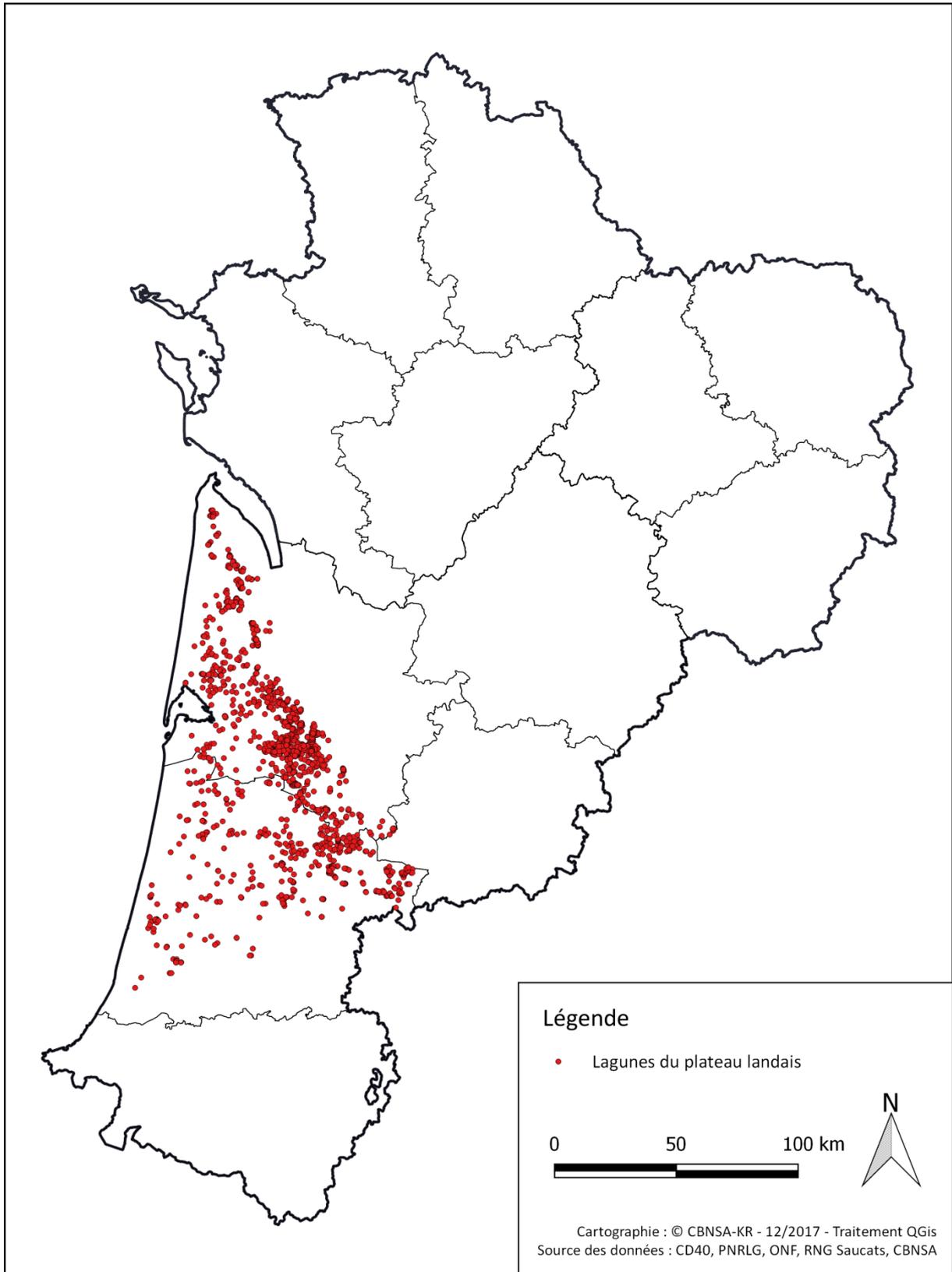
Les lagunes du plateau landais, de par leur configuration, leur profil topographique et leur alimentation en eau, sont propices au développement sur des surfaces conséquentes de communautés végétales amphibies d'une grande valeur patrimoniale et concentrant de nombreux enjeux floristiques (*Caropsis verticillato-inundata*, *Littorella uniflora*, *Luronium natans*, *Pilularia globulifera*). A l'échelle du plateau landais, on dénombre près de 2000 de ces systèmes si particuliers (Conseil Général des Landes, 2010 et 2011 ; (LE FOULER & BLANCHARD, 2011a)). Toutefois, les pressions et menaces exercées sur les lagunes, et les végétations caractéristiques qu'elles hébergent, sont importantes et diverses (eutrophisation, surcreusement, variabilité de l'alimentation en eau, drainage...). Ceci est à l'origine d'une forte régression des espèces d'intérêt au profit de groupements basaux paucispécifiques et de la surface occupée par les ceintures de végétations amphibies et aquatiques ((LE FOULER & BLANCHARD, 2011a)). Avec le climat régional tendant notamment vers des étés plus chauds, plus longs et plus secs, associés à une forte variabilité interannuelle des précipitations (Acclimaterra, 2018), ces espèces et végétations typiques pourraient ne plus trouver les conditions adéquates à leur développement.

Pour identifier et mesurer les effets du changement climatique sur les communautés végétales des lagunes, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur structure (types biologiques dominants, hauteur, recouvrement) ; 2- leur composition floristique (diversité spécifique, cortèges indicateurs, fréquence relative des espèces, spectre chorologique) et 3- leur surface respective (largeur de chaque ceinture).

### 10.1 Sélection des sites

Les communautés végétales amphibies et aquatiques des sols et eaux oligotrophes sont peu fréquentes à l'échelle de la région Nouvelle-Aquitaine ; elles sont en revanche bien représentées au sein du plateau landais et de la zone arrière-littorale de Gironde et des Landes. Néanmoins, elles sont souvent mal exprimées et sur de faibles surfaces surtout en linéaires. Elles se retrouvent généralement en bord de routes et pistes forestières dans les fossés et crastes. Elles composent également en grande partie les végétations de lagunes du plateau landais où elles peuvent se développer sur des surfaces importantes. En effet, les profils de pente douce caractéristiques des lagunes en bon état de conservation favorisent une exondation graduelle sur de grandes largeurs. Ainsi, les lagunes forment un milieu privilégié pour étudier et suivre l'évolution de ces végétations typiques. Près de 2000 lagunes sont recensées sur le plateau landais (CONSEIL GÉNÉRAL DES LANDES, 2010 ; LE FOULER & BLANCHARD, 2011a) (Fig. 43) mais la plupart n'abrite pas de communautés végétales amphibies et aquatiques car atterries ou reprofilées pour d'autres utilisations (bassins de rétention, chasse, etc.).





Localisation des lagunes du plateau inventoriées

Fig. 43. Situation géographique des lagunes du plateau landais inventoriées en 2011.



L'identification des sites de suivi favorables s'appuie d'abord sur l'étude réalisée par le CBN Sud-Atlantique (LE FOULER & BLANCHARD, 2011a), les données de présence des espèces typiques des lagunes renseignées dans l'Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine (atlas en ligne : [obv-na.fr](http://obv-na.fr)). Pour l'étude de ce milieu en lien avec le changement climatique, l'indicateur de suivi privilégié est formé par les communautés végétales amphibies relevant de *Elodo palustris-Sparganium erecti* Br.-Bl. & Tüxen ex Oberdorfer 1957 ; leur présence au sein des lagunes à retenir est donc indispensable. D'autre part, la présence de communautés végétales aquatiques relevant de *Hydrocharition morsus-ranae* Rübel ex Klika in Klika & Hada 1944 et *Potamion polygonifolii* Hartog & Segal 1964 est intéressante pour estimer leur résilience, notamment par rapport aux suivis de populations d'odonates.

Ensuite, l'utilisation d'indices d'état permet de sélectionner les habitats les plus adéquats pour la mise en place d'un suivi à long terme. Ces indices sont les suivants :

- niveau de dérive trophique faible, basé sur la fréquence relative des espèces eutrophes au sein du tapis végétal (ex : *Bidens frondosa*, *Lemna* sp) ;
- atterrissement limité, basé sur le pourcentage de recouvrement de la pièce d'eau en été et des espèces ligneuses (*Frangula alnus*, *Salix atrocinerea*) ;
- envahissement faible par héliophytes, basé sur la fréquence relative et le recouvrement d'espèces compétitives (ex : *Schoenoplectus lacustris*, *Phragmites australis*, *Cladium mariscus*) ;
- diversité végétale élevée, basée sur la richesse spécifique et le nombre de communautés présentes ;
- absence ou limitation de perturbations hydrauliques ou physiques : creusement, comblements, fossés de connexion, retournements par faune etc.

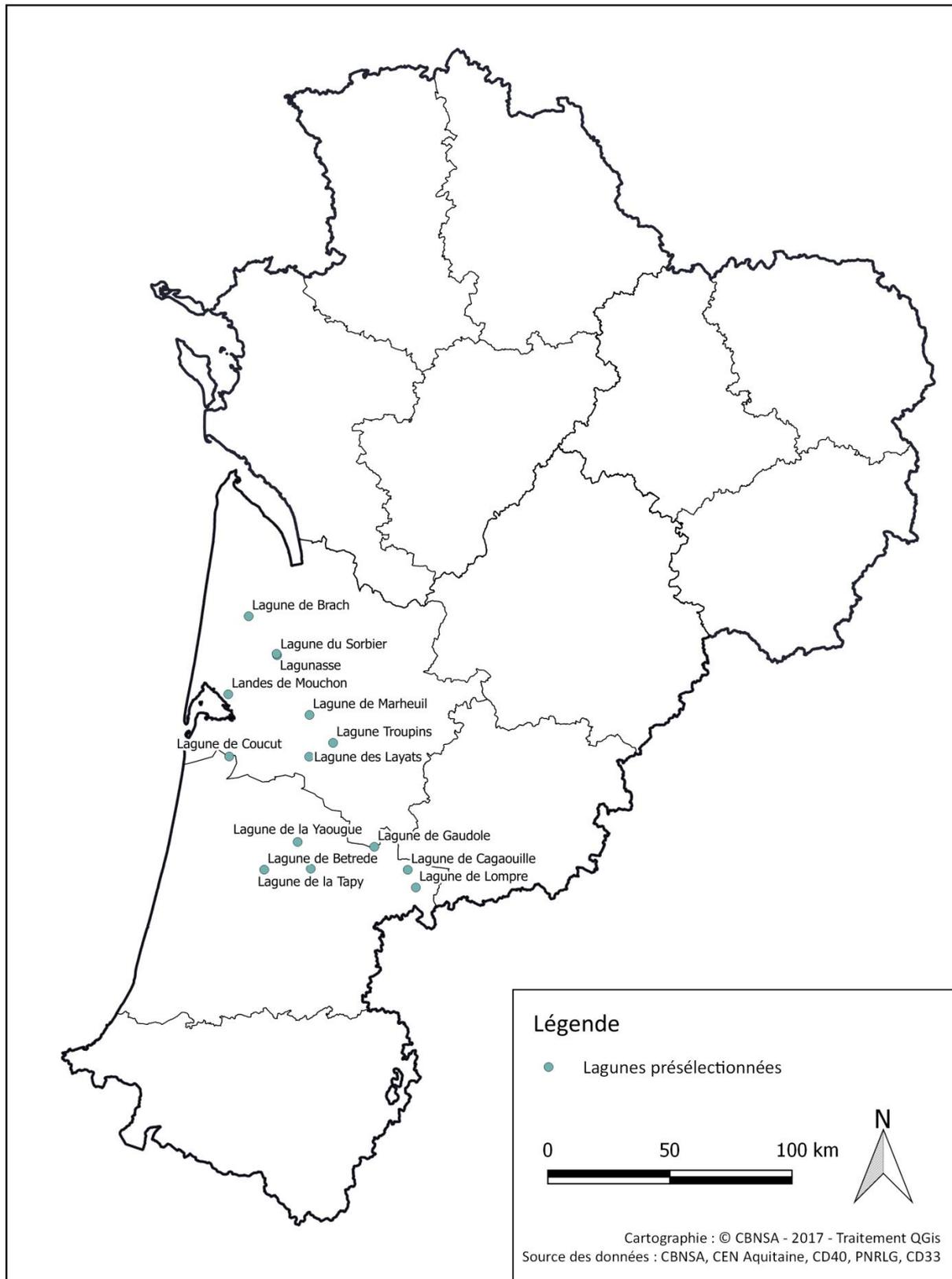
Enfin, une cohérence géographique a été recherchée pour être représentatif de la répartition des lagunes et tenir compte des gradients climatiques existants à l'échelle du territoire.

Les lagunes du plateau landais étant sensibles aux modifications de régime hydrique (assèchement, surcreusement des lagunes, plantations adjacentes) et à l'eutrophisation liées aux activités anthropiques, elles sont en forte régression ces dernières années et certaines de manières irréversibles (CONSEIL GÉNÉRAL DES LANDES, 2011 ; LE FOULER & BLANCHARD, 2011b). Une attention particulière est apportée à l'absence ou à l'impact réduit de ces facteurs de modifications pour isoler au mieux le facteur climatique par rapport au suivi.

En début 2017 s'est tenue une réunion technique avec plusieurs partenaires du territoire impliqués sur l'étude et le suivi des lagunes à travers le programme les sentinelles du climat ou d'autres programmes (CEN Aquitaine, Conseil Départemental des Landes, CPIE Seignanx-et-Adour, Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne, Réserve Géologique de Saucats-La Brède, Pays Médoc etc.). Cette réunion a permis de mettre en lumière l'ensemble des travaux portant sur la biodiversité des lagunes avec un objectif de mutualisation de certains suivis, de synergie entre suivis et ainsi éviter des doublons contre-productifs. La connaissance des acteurs du territoire a permis d'élaborer une nouvelle sélection de 31 sites potentiellement favorables pour la mise en place de suivis en lien avec le changement climatique, dont 14 ont fait l'objet d'un diagnostic (Fig. 44).

Dans le but de statuer sur la possibilité et la pertinence d'un suivi pour ces lagunes, un croisement des informations floristiques (flore et végétations), odonatologiques, et de statut foncier a été effectué. Cela a permis de retenir un lot de 9 lagunes réunissant les critères nécessaires à la mise en place d'un suivi des communautés végétales visées.





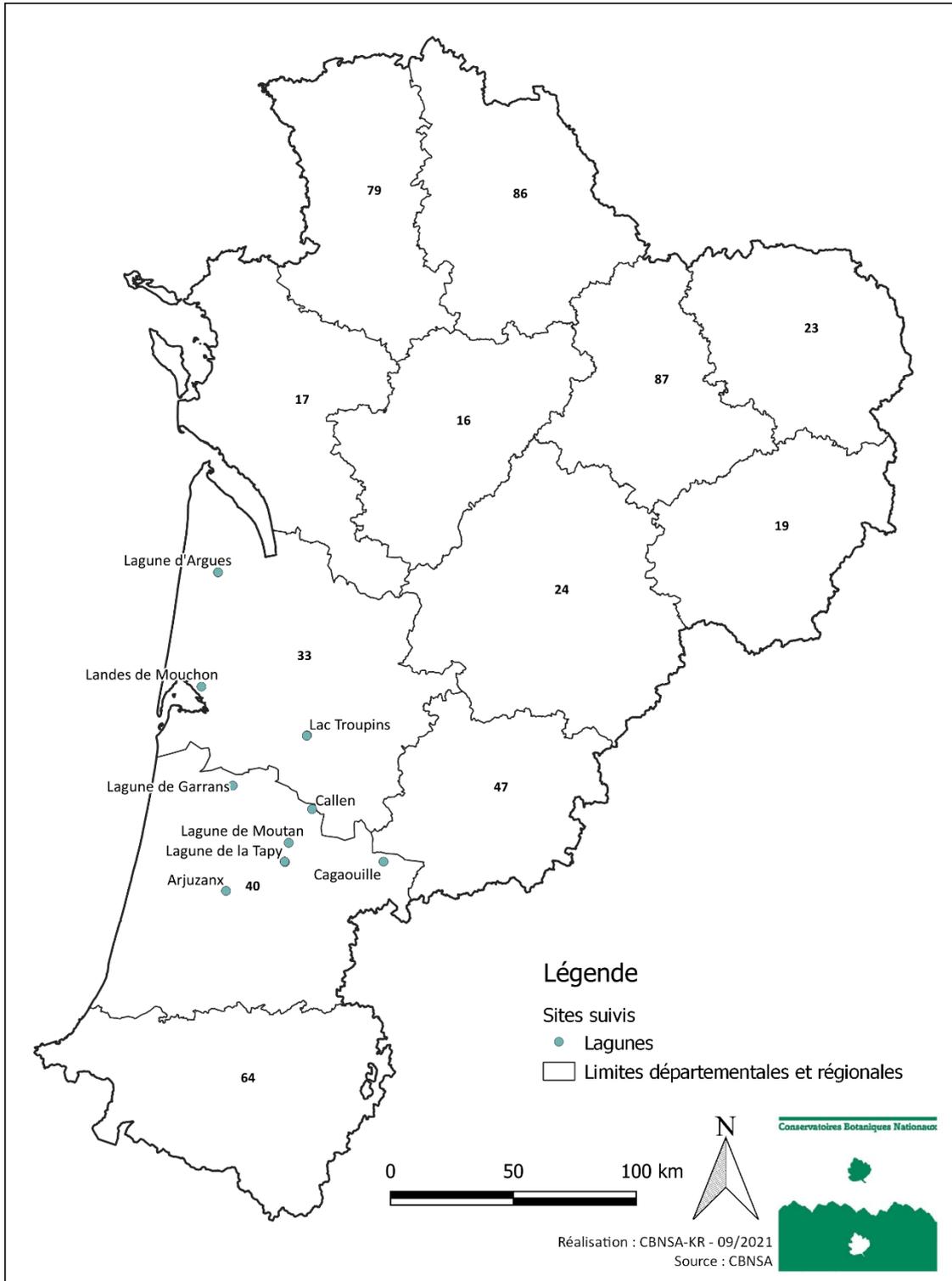
Localisation des lagunes diagnostiquées pour la flore et les communautés végétales en 2017

Fig. 44. Situation géographique des lagunes visitées pour la flore et les communautés végétales en 2017.



## 10.2 Description des sites choisis

Au total, 9 lagunes sont équipées de dispositifs de suivi dans la cadre du programme (Fig. 45).



Localisation des sites de suivis des communautés végétales de lagunes en Nouvelle-Aquitaine en 2021

Fig. 45. Situation géographique des lagunes suivies pour la flore et les communautés végétales.



### 10.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

La disposition des végétations de lagunes suivant un gradient hydrique d'exondation et les hypothèses en lien avec les évolutions climatiques étant d'observer des glissements d'espèces et de communautés végétales, un dispositif de suivi sécant aux différentes ceintures de végétations est privilégié. Ce suivi s'opère donc à travers un système de transect suivant la topographie en partant du niveau supérieur de la lagune, généralement en lisière de fourré, de lande ou de prairie à Molinie, et dirigé vers le point bas ou le centre de la pièce d'eau (Le Fouler et Blanchard, 2011). La lecture est réalisée au moyen de quadrats de 1m de côté disposés régulièrement sur le transect.

Ce type de dispositif permet à la fois une étude diachronique de la lagune, pour suivre dans le temps et dans l'espace la dynamique évolutive de la végétation ; et une étude synchronique pour décrire l'organisation spatiale des groupements dans l'espace.

Le transect est positionné en répondant aux critères suivants :

- échantillonner la diversité phytocénotique : le transect doit prendre en compte les différentes situations écologiques majoritairement rencontrées sur la lagune ;
- choisir le transect le plus long possible (pente faible) pour apprécier la végétation dans son expression optimale ;
- éviter les situations atypiques : les zones suivies doivent être relativement indicatrices du fonctionnement écologique de la lagune.

Dans l'objectif d'un suivi à moyen/long terme (plusieurs décennies) et afin d'assurer la relocalisation précise et la pérennité du dispositif, le transect est délimité par 2 piquets fixes en bois imputrescible (ex : robinier) en évitant les zones soumis à contraintes (coupe, passage d'engins, niveau d'eau trop élevé). Le premier est placé dans la zone externe de la lagune et le second à la limite moyenne des eaux en période estivale, repérable à la zone amphibie de bas-niveau (Fig. 46). Pour ne pas attirer l'attention et éviter toute dégradation du dispositif, les piquets doivent être enterrés profondément et ne dépasser que de quelques dizaines de centimètre de la surface du sol. Le géoréférencement du transect est déterminé sur le terrain par les coordonnées GPS de ses repères fixes. Dans le cas où le transect s'avère plus long que la distance entre les repères fixes, celui-ci est prolongé au moyen de repères temporaires (piquets en bois), positionnés exactement dans le prolongement des repères fixes à l'aide d'un appareil de visée. Le temps de la lecture, le transect est matérialisé par un décamètre tendu entre les repères supérieur et inférieur, au ras du sol.

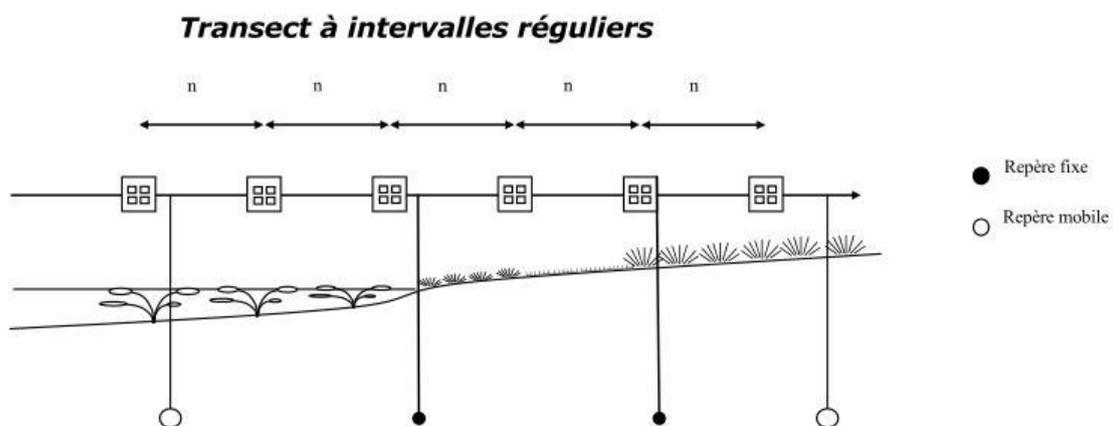


Fig. 46. Schéma de positionnement du transect et des quadrats sur la lagune.



Le nombre de quadrats est adapté aux caractéristiques de la lagune (diversité de communautés végétales, taille de la lagune). Ils sont répartis le long du transect en continus ou à intervalles réguliers. Cet intervalle (n), mesuré à partir du bord supérieur du quadrat (dans le sens de la pente), est variable en fonction de la longueur du transect et du nombre de quadrats choisis. En moyenne, un intervalle d'un mètre entre 2 quadrats est préconisé. Une fois défini, cet intervalle ne doit en aucun cas varier entre les différentes lectures. Le premier quadrat est généralement disposé au pied d'un repère fixe situé en marge de la lagune. La position des autres quadrats sera déduite par celle du premier à l'aide du décamètre.

### ***Protocole de réalisation des photos des points d'échantillonnage***

Afin de relocaliser facilement les dispositifs de suivis et de garder une trace visuelle du contexte de chaque lecture, des prises de vue sont effectuées systématiquement, selon les dispositifs, de la façon suivante :

- Pour chaque repère fixe : 1 photo en portrait du repère dans l'axe du transect (matérialisé par une corde ou décamètre) en direction de la lagune + 1 photo en portrait du repère dans l'axe du transect dos à la lagune.
- Pour chaque transect : 4 photos en paysage présentant une vue générale prises depuis les 2 côtés du transect (matérialisé par une corde ou décamètre) en direction de la lagune et dos à celle-ci.
- Pour chaque quadrat de fréquence : 1 photo rapprochée de l'ensemble du quadrat.

## **10.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces et des communautés végétales**

Deux méthodes complémentaires de suivi des lagunes sont retenues. Cela permet d'avoir à la fois une vision globale du site et de détecter de façon fine les variations floristiques :

- méthode descriptive sans matérialisation de la lagune : inventaire floristique exhaustif, liste des végétations avec forme et recouvrement respectifs et diagnostic des perturbations ;
- méthode par transect avec matérialisation de la lagune : suivi fin de l'évolution des communautés végétales (composition, hauteur, recouvrement, largeur) et du complexe lagunaire.

Le protocole descriptif consiste en la réalisation d'un inventaire floristique exhaustif sur l'emprise de la lagune couplé à un inventaire des végétations présentes permettant de proportionner les différentes communautés sur la lagune. En plus, un diagnostic des perturbations (hydrauliques, trophiques, physiques, envahissement par héliophytes compétitives) sur le site est opéré.

Le suivi des communautés végétales le long du transect s'effectue d'une part au moyen de quadrats de fréquence de 1 mètre de côté disposés si possible en continu ou à intervalle régulier (Romeyer, 2017 *in* Mallard). Les espèces sont notées en présence/absence au sein de 8 sous-quadrats élémentaires de 25 centimètres de côté dans le but d'obtenir une fréquence d'espèce par quadrat (Fig. 47). Un inventaire complémentaire est réalisé à l'échelle du quadrat de fréquence pour recenser les taxons rares (non détectés dans les quadrats élémentaires). Le recouvrement des strates (herbacée, bryophytes et chaméphytes), la hauteur de biomasse, le recouvrement de la Molinie et les caractéristiques abiotiques (niveau d'eau, surface de sol nu, nature du sol, conditions stationnelles) sont également notées à l'échelle du quadrat.



D'autre part, chaque communauté végétale présente sur le transect est notée et leurs limites sont définies en mesurant leur distance respective par rapport au repère fixe supérieur. Dans le cas d'une imbrication ou d'une mosaïque entre communautés, la distance de début et de fin est notée comme s'il s'agissait d'une communauté à part entière.

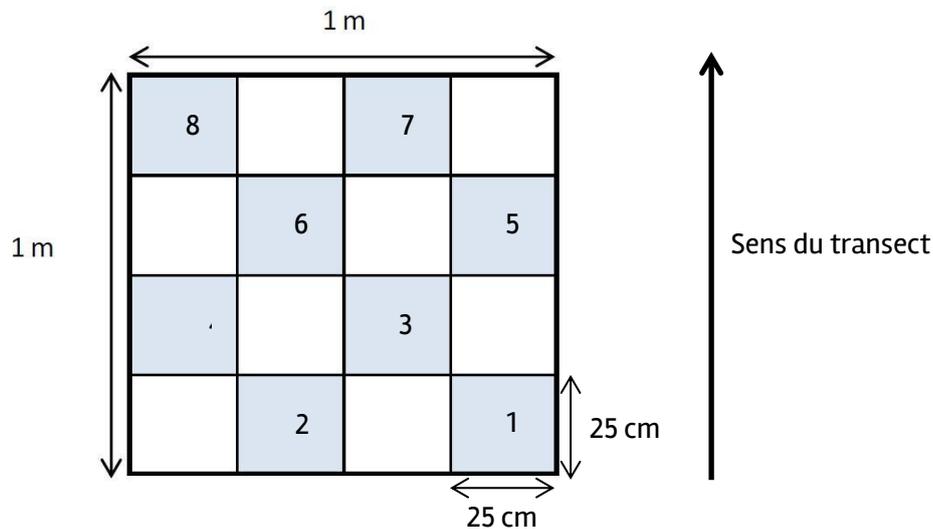


Fig. 47. Schéma de l'organisation et de l'ordre de lecture des sous-quadrats au sein d'un quadrat de fréquence pour les lagunes.

La détermination des espèces végétales non-identifiées peut s'effectuer directement sur le terrain à l'aide d'une flore et d'une loupe (x10 minimum). Dans le cas de critères délicats à appréhender *in situ*, l'identification se fera ultérieurement en laboratoire, avec un matériel adéquat (loupe binoculaire, microscope, etc.), sur des échantillons prélevés sur le site et si possible hors de l'emprise du transect.

Le champ taxonomique concerne les spermatophytes et ptéridophytes, les bryophytes sont abordées uniquement au niveau des sphaignes ; le référentiel suivi est la version la plus récente de TaxRef (Gargominy *et al.*, 2020). Concernant les végétations, leur identification se base sur le catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine (Lafon *et al.*, 2020), avec l'aide de la synthèse sur les végétations des lagunes et étangs arrière-littoraux (Lafon et Le Fouler, 2019).

### **Matériel nécessaire**

Pour la mise en place et la lecture des transects de lagunes, le matériel requis est le suivant :

- 2 Piquets en bois fendu imputrescible (ex : robinier) ;
- appareil GPS (GPS submétrique si possible) ;
- piquets fins en bois (2 minimum) ;
- marteau et masse ;
- quadrats en bois ou PVC (1m de côté) avec 16 mailles de 25 cm de côté ;
- décamètre (50m) ;
- appareil photo ;
- Tablette tactile avec bordereau numérique de suivi lagunes + bordereau papier ;
- scie égoïne.



## 10.5 Périodes de suivi et délais entre campagnes de relevés

Un unique passage par année de suivi est réalisé entre mi-août et fin septembre correspondant à l'optimum phénologique des espèces et végétations amphibies (Lafon et Le Fouler, 2019 ; Le Fouler et Blanchard, 2011).

Etant donné les impacts potentiels des aléas climatiques extrêmes (forte sécheresse, canicule...) répétés plusieurs années de suite ainsi que les variations interannuelles de précipitations sur ces communautés végétales, le délai entre campagnes était fixé à 2 ans dans le cadre du programme, réalisées en 2018 et 2020. Toutefois, les végétations des lagunes et leur agencement résultent d'un blocage dû à la période d'immersion prolongée ; par définition, elles sont donc peu dynamiques en absence de perturbations d'origine anthropiques directes (surcreusement, assèchement, eutrophisation). Ces pressions pourraient générer des modifications de cortèges intervenant à une échelle de temps assez courte (2 à 10 ans) (Romeyer, *in prep. in Mallard*). Un délai entre campagnes de 6 ans offre un bon compromis et permet une synergie avec le rapportage national sur l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires qui doit avoir lieu tous les 6 ans. Pour ces raisons, le délai entre chaque campagne de suivis pourrait être réhaussé entre 3 et 6 ans.

## 10.6 Fiche de relevés

Pour le suivi des lagunes, une fiche de renseignement par transect est conçue (Annexe 17). Elle reprend les différentes informations à renseigner :

- localisation et caractéristiques du transect ;
- proportion des différentes communautés végétales (largeur) ;
- relevés floristiques et informations stationnelles et physiologiques par quadrat.

En plus, une fiche descriptive par lagune (Annexe 18) renseigne les informations suivantes :

- caractéristiques générales de la lagune ;
- perturbations éventuelles ;
- relevés phytosociologiques complémentaires ;
- relevé floristique exhaustif ;
- relevé symphytosociologique.





## Chapitre 11. Leucorrhines et cortège d'odonates associé des lagunes des Landes de Gascogne

*Auteurs : Gilles Bailleux, Pierre-Yves Gourvil, David Soulet*

---

De par leur répartition limitée (Landes de Gascogne) et la présence d'espèces animales et végétales particulières et souvent patrimoniales, les lagunes constituent un habitat remarquable en Nouvelle-Aquitaine. Leur genèse fait encore aujourd'hui l'objet de recherches. Deux hypothèses principales ont été émises sur leur origine. Les lagunes ont longtemps été considérées comme le résultat de l'effondrement de buttes cryogènes de l'ère glaciaire. La fonte des lentilles de glace souterraines suite au réchauffement du climat aurait provoqué l'affaissement du terrain, formant ainsi une lagune. Toutefois, la datation de certains horizons pédologiques organiques sous une lagune étudiée dans les Landes indique une date de formation trop récente ( $2230 \pm 30$  ans avant notre ère) contredisant cette hypothèse, au moins pour la lagune étudiée. Une origine karstique des lagunes a alors été formulée, mettant en évidence une similarité morphologique entre les dolines et les lagunes (dépressions circulaires). Les lagunes seraient alors le résultat de la dissolution des calcaires superficiels, provoquant un affaissement circulaire du sol (TEXIER, 2011). Elles abritent un cortège odonatologique particulier car lié à ce type d'habitat et incluant des espèces rares et patrimoniales, dont trois espèces de leucorrhines : *Leucorrhinia albifrons* (BURMEISTER, 1839), *Leucorrhinia caudalis* (CHARPENTIER, 1840) et *Leucorrhinia pectoralis* (CHARPENTIER, 1825). Ces espèces aux affinités boréo-montagnardes sont en limite sud-ouest de leurs aires de répartition (Fig. 48, Fig. 49 et Fig. 50) dans les Landes de Gascogne. D'après la Liste rouge des odonates d'Aquitaine (BARNEIX *et al.*, 2016), elles sont considérées régionalement :

- en danger critique d'extinction pour *L. caudalis* ;
- vulnérable pour *L. pectoralis* ;
- quasi-menacée d'extinction pour *L. albifrons*.

Ces espèces, en particulier *L. albifrons* et *L. caudalis*, et leur cortège associé aux habitats des lagunes sont pressentis comme pouvant être impactés par le changement climatique. En effet, la plupart des odonates dépendent étroitement de certaines conditions abiotiques de leurs habitats (température de l'eau, teneur en oxygène, et disponibilité en eau douce (JAESCHKE *et al.*, 2013) et ces paramètres sont pressentis comme pouvant être modifiés par le changement climatique. Les odonates, de par leur cycle de vie court, comme la plupart des insectes, et la relation étroite qu'ils ont avec les habitats naturels, montrent donc des réponses fortes aux changements climatiques sur un laps de temps réduit (FLENNER & SAHLÉN, 2008 ; HASSALL & THOMPSON, 2008 ; HILL *et al.*, 2011). Plusieurs espèces d'odonates peuvent être citées, dont la progression de leur aire de répartition vers le nord est potentiellement liée à des changements climatiques. Ainsi, depuis 1950, plusieurs espèces d'origine afro-tropicales sont notées dans le sud de l'Espagne. Les inventaires et suivis menés dans ce pays ont permis de mettre en évidence une remontée progressive de la répartition de certaines d'entre elles vers le nord du pays (GRAND, 2009). Le Trithémis annelé (*Trithemis annulata*) fait partie de ces espèces. Connu dans le sud de l'Italie et découvert en 1978 dans le sud de l'Espagne, son aire de répartition ne cesse de progresser vers le nord en longeant les côtes atlantiques et méditerranéennes (GRAND & BOUDOT, 2006). En Aquitaine, l'espèce est maintenant bien répartie sur la plupart des départements (BAILLEUX *et al.*, 2017).



Par ailleurs, les insectes – les odonates ne font pas exception – sont considérés comme de bons marqueurs des modifications environnementales et sont donc des modèles pertinents pour ce programme :

- des cycles de vie généralement brefs entraînant une visibilité accrue de tout changement populationnel,
- une mobilité réduite et donc une vulnérabilité importante des larves pouvant entraîner localement des changements rapides et sensibles des cortèges,
- des capacités de déplacements importantes des adultes leur permettant une réactivité élevée pour des changements d'aires de répartition (progressions ou régressions),
- une relation étroite avec les habitats naturels et une réactivité aux évolutions climatiques documentée (HICKLING *et al.*, 2005 ; HASSALL *et al.*, 2007)

L'objectif de l'étude est d'évaluer la réponse du cortège odonatologique des Landes de Gascogne face au changement climatique. Comme indiqué précédemment, une modification spatio-temporelle du cortège odonatologique des lagunes est pressentie. Le programme a pour objectifs de déterminer les impacts potentiels du changement climatique sur ce dernier mais aussi d'identifier différents scénarios de répartition des espèces et de structure des assemblages.

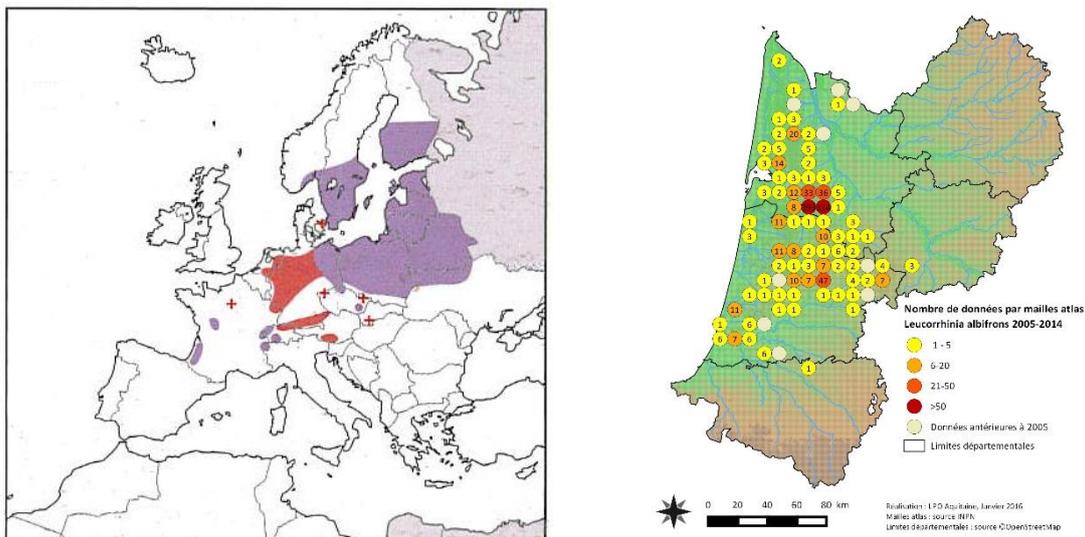


Fig. 48. Répartition européenne (DIJKSTRA, 2007) et en Aquitaine de *Leucorrhinia albifrons*.

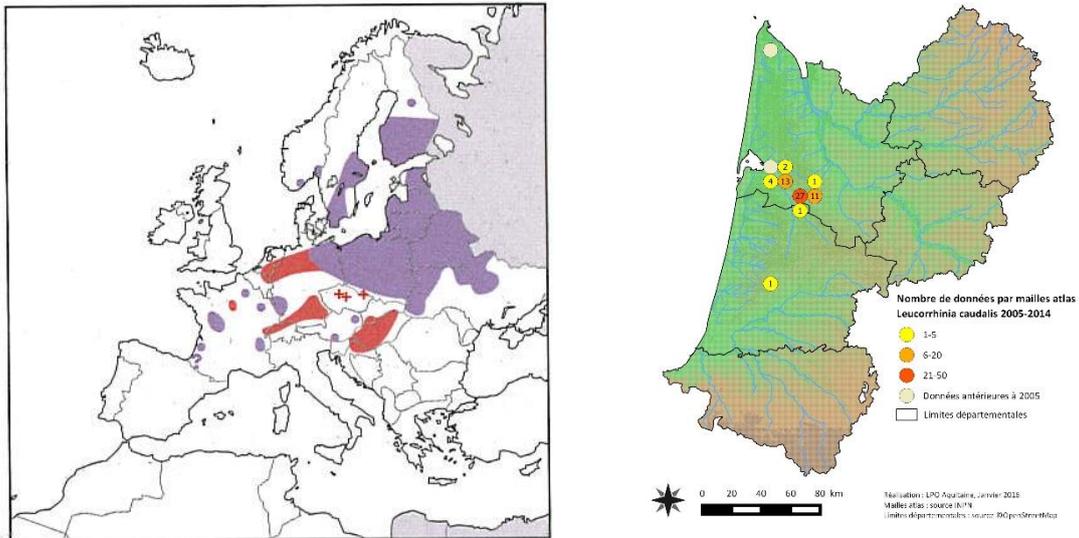


Fig. 49. Répartition européenne (DIJKSTRA, 2007) et en Aquitaine de *Leucorrhinia caudalis*.

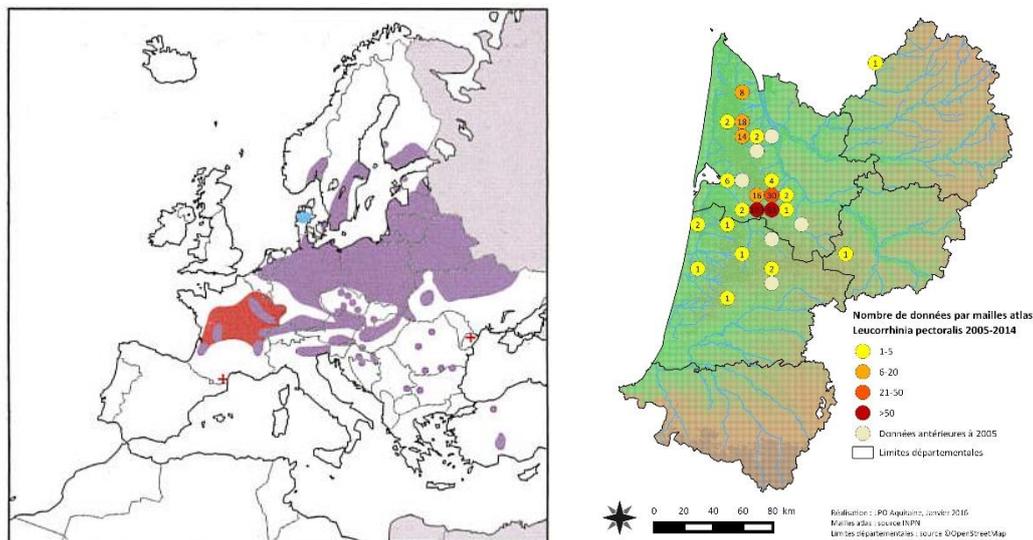


Fig. 50. Répartition européenne (DIJKSTRA, 2007) et en Aquitaine de *Leucorrhinia pectoralis*.

## 11.1 Sélection des sites

En 2016, 25 sites avaient été présélectionnés en concertation avec les principaux acteurs présents sur le territoire aquitain : Conseil départemental des Landes et de Gironde, Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne. Les critères de présélection des sites étaient les suivants (non cumulatifs) :

- Qualité de l'habitat : berges en pentes douces, présence d'herbiers aquatiques (scirpes et potamots), eaux stagnantes oligotrophes acides et absence de perturbations majeures (assèchement, cultures, pollutions, piétinement par le gibier, présence d'espèces exogènes, etc.). Ces critères caractérisent les habitats favorables pour les leucorrhines ;
- Gestion écologique constante ;
- Stations connues à leucorrhines. Les données de leucorrhines utilisées sont issues de la synthèse réalisée pour le Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates d'Aquitaine (BAILLEUX & SOULET, 2013) et du pré-atlas des odonates d'Aquitaine (BAILLEUX *et al.*, 2017) ;



- Répartition spatiale homogène sur le territoire des Landes de Gascogne (notamment afin d'obtenir un gradient sud – nord) ;
- Accessibilité du site ;
- Maitrise foncière publique ou privée avec convention.

Les critères concernant la qualité de l'habitat et celui de la présence de populations de leucorrhines sont fondamentaux. Le nombre de sites n'intégrant pas ces 2 critères est important (10 / 25). Le critère floristique (nécessaire pour l'intégration au suivi de la végétation des lagunes mis en place par le CBNSA) n'est pas déterminant pour la présence du cortège des odonates et notamment des leucorrhines, puisque des lagunes non favorables pour la flore peuvent abriter des populations importantes.

Le refus de certains propriétaires ou de gestionnaires réalisant déjà des suivis odonates semi-protocolisés sur les sites (et ne souhaitant pas participer au programme) a limité encore d'avantage cette liste de sites potentiels. Il a donc été nécessaire de réaliser une révision des critères de sélection.

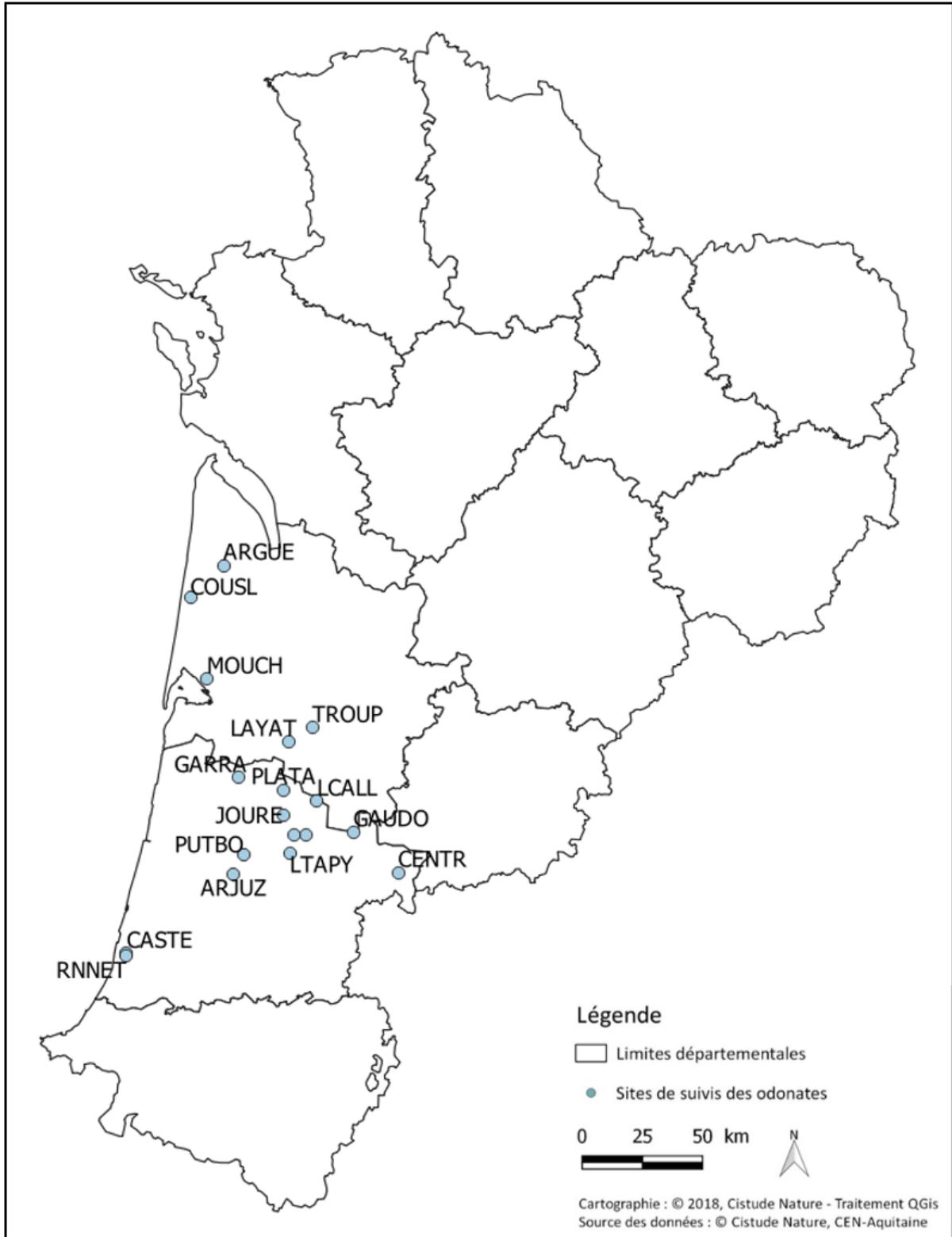
Afin de limiter les recherches et de s'appuyer sur le réseau d'acteurs locaux, une réunion d'échange organisé par le CBNSA et Cistude Nature regroupant de nombreux partenaires (le Conseil Départemental des Landes, le PNR des Landes de Gascogne, le CBNSA, la RNG Saucats-La Brède, le CPIE Seignanx-Adour, l'université de Bordeaux, la FDAAPPMA 33, le SIAEBVELG, le SMIDDEST et la DREAL Nouvelle-Aquitaine) a permis de mutualiser les connaissances sur les lagunes favorables au programme en Aquitaine. Combiné à une nouvelle analyse des données de leucorrhines (données acquises dans le cadre du Plan Régional d'Actions en faveur des odonates d'Aquitaine), une sélection de 31 sites a été proposée pour 2017.

Les 31 sites ont fait l'objet d'une visite de terrain par un expert odonatologue (CEN Aquitaine) pour évaluer l'intérêt pour le cortège des odonates de lagunes, et par un expert botaniste (CBNSA) pour évaluer l'intérêt de l'intégration de ces sites dans le suivi floristique des lagunes.

Ces 2 visites de terrain ont montré la difficulté à faire coïncider l'intérêt botanique (notamment concernant les différents gazons amphibies) et l'intérêt odonatologique (effectifs importants, diversité en espèces et population de leucorrhines).

Après discussion entre le CBNSA, le CEN Aquitaine et Cistude Nature, il a été convenu que les sites favorables au suivi des odonates des lagunes ne devaient pas obligatoirement être combinés avec le suivi floristique des lagunes. Les sites de suivis des odonates présentant une flore typique de lagune en bon état de conversation feront l'objet du suivi « Végétation des lagunes » par le CBNSA. Dans le cas contraire, une simple visite du CBNSA sera effectuée tous les deux à trois ans pour évaluer l'évolution de l'habitat.

Sur les 31 sites présélectionnés en 2017, 20 sites sont validés et à valider (Fig. 51)



Sites de suivis des odonates :  
Situation géographique des sites d'études en Nouvelle-Aquitaine

Fig. 51. Situation géographique des sites de suivis odonates.



## 11.2 Description des sites choisis

Sur les 31 sites présélectionnés en 2017, 11 ne sont pas favorables pour la mise en place du suivi des odonates des lagunes (critère qualité de l'habitat non compatible avec le suivi ou refus des propriétaires). Les sites sont brièvement décrits ci-dessous.

### Sites favorables

#### Lagune des Troupins (Cabanac-et-Villagrains, 33)



**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Oui

**Foncier** : Convention signée

La convention avec le propriétaire est signée.

Le site est favorable à la mise en place d'un suivi des odonates (données de *Leucorrhinia albifrons* à proximité) et de la flore des lagunes.

#### Lagune des Layats (Louchats, 33)



**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : Convention signée

La lagune présente des populations de *Leucorrhinia albifrons* et de *L. pectoralis* (autochtone).

La station météorologique est en place. Deux passages ont été réalisés en 2017. L'intérêt botanique modéré de la lagune ne justifie pas la mise en place d'un suivi flore classique mais un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.

### Lagune des Landes de Mouchon (Lanton, 33)



Bailleux G., 2017

**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

Ce site est favorable pour la mise en place d'un suivi des odonates (observation régulière de *Leucorrhinia albifrons*) et d'un suivi de la flore dans le cadre du protocole « Végétation des lagunes ».

### Lagune d'Argues (Hourtin, 33)



Bailleux G., 2017

**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Accord oral

Propriété de la commune de Hourtin, et identifiée dans le cadre du Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates (PRAO), la lagune fait l'objet d'une convention avec le CEN. La commune a donné son accord pour que la lagune soit suivie dans le cadre du programme « les sentinelles du climat ».

Ce site est favorable pour la mise en place d'un suivi des odonates (*L. albifrons* autochtone) et d'un suivi de la flore.

### Site photovoltaïque (Losse, 40)



Bailleux G., 2016

**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

Ce site a été identifié par le Conseil Départemental des Landes. Il présente une importante population de *L. albifrons* autochtone.

Ce site n'est toutefois pas favorable à la mise en place d'un suivi de la flore. Un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.



**Lagune de Moutan (Le Sen, 40)**



**Suivi odonates :** Oui  
**Suivi végétation lagunes :** Oui  
**Foncier :** Accord oral

Ce site fait partie du programme de sauvegarde des lagunes du Conseil Départemental des Landes.

Il est favorable à la mise en place d'un suivi des odonates (présence de *L. albifrons*) et d'un suivi de la végétation (présence de *Caropsis verticillatinundata* notamment).

**Site de Callen (Callen, 40)**



**Suivi odonates :** Oui  
**Suivi végétation lagunes :** Oui  
**Foncier :** En cours

Ce site est géré par la Fédération des Chasseurs des Landes. Il est favorable à la mise en place d'un suivi des odonates (présence de *L. albifrons*) et d'un suivi de la flore. Il fait déjà l'objet d'un suivi odonates par le CPIE Seignanx-Adour. Ce site peut également convenir pour le suivi floristique des tourbières par le CBNSA.

**Lagune de la Tapy (Vert, 40)**



**Suivi odonates :** Oui  
**Suivi végétation lagunes :** Oui  
**Foncier :** Accord oral

Le site est favorable à la mise en place d'un suivi des odonates (données anciennes (2005) de *L. albifrons* et *L. pectoralis*) et d'un suivi de la flore (gazons amphibies diversifiés). Il fait déjà l'objet d'inventaires des odonates par le CPIE Seignanx-Adour.



### Marais du Plata (Sore, 40)



**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : Accord oral

Il est favorable à la mise en place d'un suivi odonates (présence de *L. albifrons* et *L. pectoralis*). Il fait déjà l'objet d'un suivi odonates par le CPIE Seignanx-Adour.

La végétation n'est pas typique des lagunes, un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.

### Lagune de Gaudole (Bourriot-Bergonce, 40)



**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : Accord oral

La lagune est favorable à la mise en place d'un suivi des odonates. Toutefois, la lagune recreusée ne permet pas l'expression du cortège de gazon (le gazon suivi préférentiellement n'est pas présent). Un relevé phytosociologique sera donc réalisé tous les 2-3 ans.

### Lagune de la Matte (Luxey, 40)



**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : Animation foncière à mettre en œuvre

Identifiée par le CEN Aquitaine dans le cadre du PRAO, la lagune est favorable à la mise en place d'un suivi des odonates (population de *Leucorrhinia albifrons* autochtone).

La végétation n'est pas typique des lagunes, seul un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.



### Lagune de Castet Bieilh (Seignosse, 40)

**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : Accord de la réserve en cours

Restaurée récemment, ces lagunes sont déjà suivies à titre bénévole avec le protocole STELI par Stéphanie DARBLADE de la Réserve Naturelle Nationale de l'Étang Noir.

Le site est favorable à la mise en place du suivi des odonates (présence de *L. albifrons*). La végétation n'est pas typique des lagunes, seul un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.

### Lagune de Put Boué (Sabres, 40)



**Suivi odonates** : Oui

**Suivi végétation lagunes** : Oui ?

**Foncier** : Animation foncière à mettre en œuvre

Le site est favorable à la mise en place du suivi des odonates (population autochtone de *L. albifrons*).

La végétation n'est pas typique des lagunes, seul un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.

### Lagune de la Joueyre (Sore, 40)



Bailleux G., 2016

**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

Le site est favorable à la mise en place du suivi des odonates (population autochtone de *L. albifrons*).

La végétation n'est pas typique des lagunes, seul un relevé phytosociologique sera réalisé tous les 2-3 ans.

### Lagune de Quartier Manga (Saint-Paul-lès-Dax, 40)

**Suivi odonates :** A voir

**Suivi végétation lagunes :** A voir

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

Cette lagune est à visiter en 2018 pour évaluer la pertinence de la mise en place de suivis des odonates et de la flore.

Des imagos de *Leucorrhinia albifrons* ont déjà été observés sur cette lagune (CEN Aquitaine, 2011), mais sa présence doit être vérifiée en 2018. Localisée à Saint-Paul-lès-Dax, sa sélection permettrait de disposer d'un site supplémentaire au sud de l'aire de répartition de l'espèce.

### Lagunasse (Saint-Médard-en-Jalles, 33)



Bailleux G., 2012

**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

Le site est favorable à la mise en place du suivi des odonates (population de *L. albifrons* et *L. pectoralis* observée sur la lagune) et de la végétation des lagunes.



### Lagune de Garrans (Saugnacq-et-Muret, 40)



**Suivi odonates :** A voir

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

La lagune semble favorable à la présence de leucorrhines (elle était encore en eau en septembre 2017). La présence d'une des leucorrhines est à vérifier (données recueillies pour l'Atlas des odonates et visite sur le terrain au printemps 2018). Elle est favorable à la mise en place d'un suivi de la végétation des lagunes.

### Lagune de Coucut (Sanguinet, 40)



**Suivi odonates :** A voir

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

La lagune semble favorable à la présence de leucorrhines (présence d'une zone d'eau libre en septembre 2017). La présence de leucorrhines est à vérifier (données recueillies pour l'Atlas des odonates et visite sur le terrain au printemps 2018). La lagune est favorable à la mise en place d'un suivi de la végétation. La lagune est gérée par l'ONF.

### Lagune du Pigeon (Saint-Michel-Escalus, 40)



Bailleux G., 2017

**Suivi odonates :** A voir

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Animation foncière à mettre en œuvre

La lagune semble favorable, mais la présence de leucorrhines est à vérifier (données recueillies pour l'Atlas des odonates et visite sur le terrain au printemps 2018). Elle est favorable à la mise en place d'un suivi de la végétation des lagunes.

D'autres lagunes sont présentes à proximité de celle visitée en 2017 (notamment une lagune plus grande à 150 m à l'ouest, qui semble contenir plus d'eau à la période sèche). Elles devront être visitées afin de déterminer si l'une d'elles est davantage favorable à la mise en place des suivis.

### Lagune de Touleron (Listrac-Médoc, 33)



Lessieur D., 2016

**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Propriétaire injoignable

Après une visite sur le terrain en 2017, le site s'est révélé favorable au suivi des odonates et de la flore. Toutefois, le propriétaire est injoignable (pas de téléphone, courrier envoyé), ce qui n'a pas permis la mise en place du suivi.

En raison des difficultés à obtenir l'accord du propriétaire, ce site est retiré de la liste des lagunes suivies dans le cadre du programme « les sentinelles du climat ». Il n'est pas à exclure qu'en cas de contact avec le propriétaire, ce site soit réintégré au programme.



## Sites défavorables

### Lagune du Gat-Mort (Saint-Magne, 33)



**Suivi odonates :** Oui

**Suivi végétation lagunes :** Oui

**Foncier :** Refus propriétaire

Le site est favorable à la mise en place de suivis des odonates et de la végétation des lagunes.

Toutefois, compte-tenu de la fragilité des berges et de la fréquentation du site, le Conseil Départemental de Gironde n'a pas souhaité intégrer ce site au programme « les sentinelles du climat ». En contrepartie, la lagune de Layats, située à proximité, a été sélectionnée.

### Lagune du Sorbier (Saint-Médard-en-Jalles, 33)



**Suivi odonates :** Non

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** -

En eau en septembre 2017, la lagune ne présente aucune végétation aquatique et une végétation rivulaire très peu développée.

Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

**Lagune de Berlotte (Saint-Médard-en-Jalles, 33)**



Bailleux G., 2017

**Suivi odonates :** Non

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** -

Lors de la visite de terrain effectuée en 2017, la lagune semble avoir disparu suite à la construction d'une clôture.

Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

**Lagune de Brach (Brach, 33)**



Bailleux G., 2017

**Suivi odonates :** Non

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** -

En septembre 2017, la lagune est quasiment à sec, et très dégradée par l'activité du gibier (sangliers).

Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

**Lagune de Marheuil (Saucats, 33)**



Bailleux G., 2017

**Suivi odonates :** Non

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** -

Lors de la visite de terrain en septembre 2017, la lagune était à sec.

Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.



**Lagune de Lompre (Losse, 40)**

**Suivi odonates :** Non

**Suivi végétation lagunes :** ?

**Foncier :** –

La lagune était quasiment à sec lors de la visite de terrain de septembre 2017 (seule une petite pièce d'eau subsistait).

Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

**Lagune de Bouhémy (Solférino, 40)**

**Suivi odonates :** ?

**Suivi végétation lagunes :** ?

**Foncier :** Refus propriétaire

La lagune se situe dans un domaine de chasse entièrement clôturé. Le CBNSA a contacté le propriétaire qui s'est opposé à une visite de terrain. La mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat est donc compromise.

**Lagune de Bètrède (Sabres, 40)**



**Suivi odonates :** Non

**Suivi végétation lagunes :** Non

**Foncier :** –

La lagune était presque à sec en septembre 2017 (seule une petite pièce d'eau subsistait).

Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

### Lagune de Jouanin (Losse, 40)



**Suivi odonates** : Non

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : Accord du propriétaire

Malgré une pièce d'eau toujours présente en août 2017, la présence de carpe, l'absence de végétation aquatique et rivulaire, ainsi que l'eutrophisation de l'eau (probablement liée à la fréquentation de gibiers) rendent la lagune défavorable à la mise en place des suivis dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

### Site de Lesperon (Lesperon, 40)



**Suivi odonates** : Non

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : -

A sec en septembre 2017 (et tous les ans d'après un riverain), la lagune n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.

### Lagune de la Yaougue (Trensacq, 40)



**Suivi odonates** : Non

**Suivi végétation lagunes** : Non

**Foncier** : -

La lagune semble artificielle et a été recreusée. Elle était presque à sec en septembre 2017.

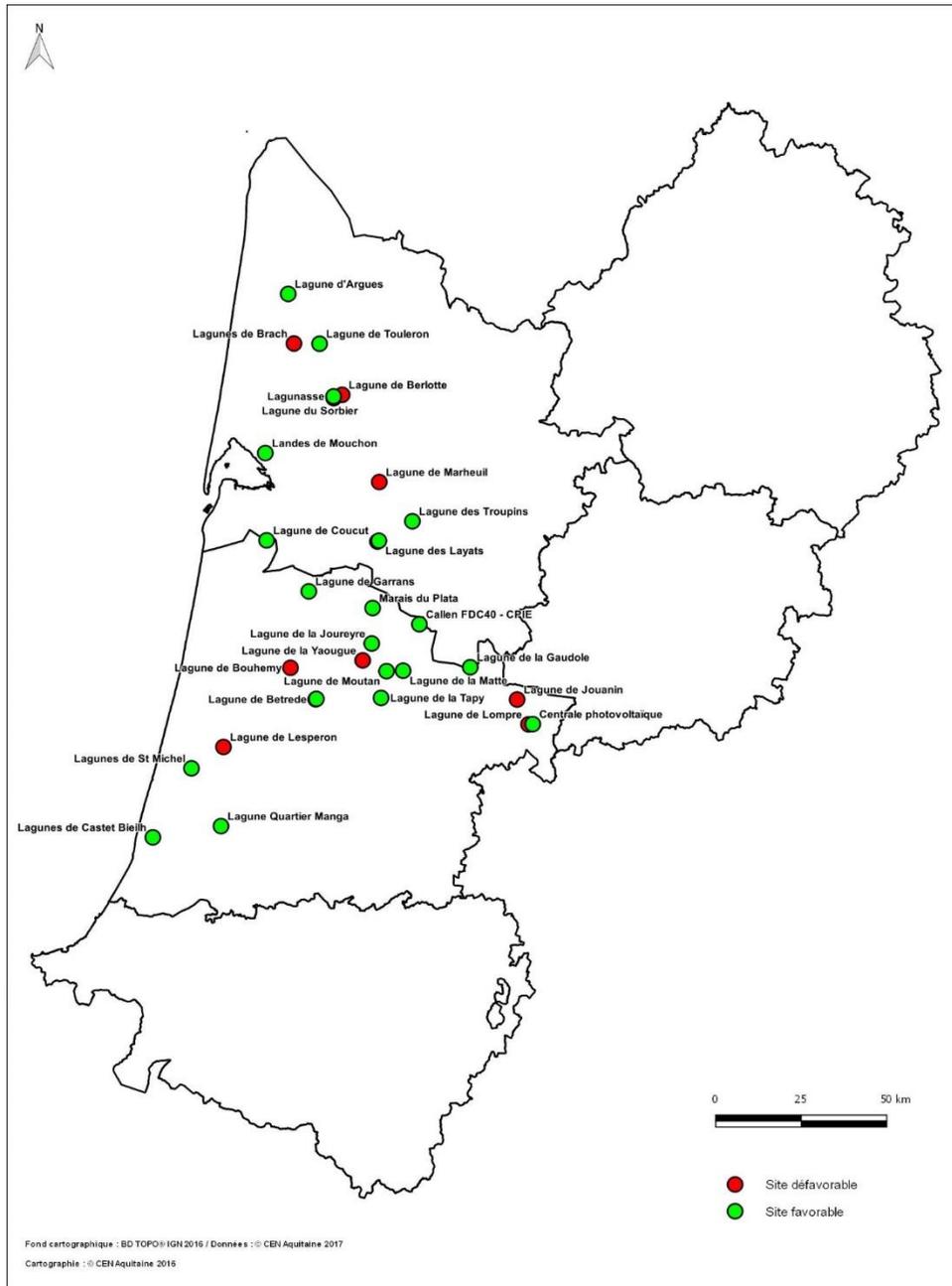
Elle n'est pas favorable pour la mise en place des suivis des odonates et de la flore dans le cadre du programme les sentinelles du climat.



Le Tab. XXVII récapitule les caractéristiques des sites présélectionnés en 2017. Au total, parmi les 19 sites proposés en 2018 :

- 10 sites sont favorables pour les critères odonates et floristique ;
- 7 sites sont favorables uniquement pour le critère odonates ;
- 5 sites ont déjà un accord dans le cadre du programme les sentinelles du climat dont seulement 2 avec un accord écrit (convention) ;
- 11 sites nécessitent la mise en place d'une animation foncière pour obtenir un accord en 2018.

Au final, 11 lagunes visitées en 2017 n'ont pas été sélectionnées dans le cadre du programme les sentinelles du climat (Fig. 52).



**Fig. 52. Sites d'études de suivi des odonates ciblés en 2017**



Tab. XXVII. Récapitulatif des sites de suivi odonates prospectés en 2017

Dép	Commune	Dénomination	S <sup>2</sup> (ha)	Statut	Code statut	Propriétaire Gestionnaire	Accord	Favorable odonates	Favorables flore
<b>Sites favorables</b>									
33	Cabanac-et-Vilagrains	Lagune des Troupins	0,15	-	-	Privé	Oui	Oui	Oui
33	Louchats	Lagune des Layats	0,19	Natura 2000	FR7200708	CD 33	Oui	Oui	Non
33	Lanton	Lagune des Landes de Mouchon	0,8	-	-	-	A démarcher	Oui	Oui
33	Hourtin	Lagune d'Argues	0,15	-	-	Commune de Hourtin	Accord oral	Oui	Oui
40	Losse	Centrale photovoltaïque	0,06	ENS	-	Privé	A démarcher	Oui	Non
40	Le Sen	Lagune de Moutan	0,01	ENS	-	Commune du SEN CD 40	Accord oral	Oui	Oui
40	Callen	Site de Callen	0,62	-	-	FDC 40 CPIE Seignanx Adour	En cours	Oui	Oui
40	Vert	Lagune de la Tapy	3,68	-	-	FDC 40 CPIE Seignanx Adour	Accord oral	Oui	Oui
40	Sore	Marais du Plata	0,3	-	-	CD40 / FDC 40 CPIE Seignanx Adour	Accord oral	Oui	Non
40	Bourriot-Bergonce	Lagune de Gaudole	0,22	-	-	Privé	Accord oral	Oui	Non
40	Luxey	Lagune de la Matte	0,08	-	-	-	A démarcher	Oui	Non
40	Seignosse	Lagune de Castet Bieilh	0,05	-	-	Commune de Seignosse	A démarcher	Oui	Non
40	Sabres	Lagune de Put Boué	0,06	-	-	-	A démarcher	Oui	Oui ?
40	Sore	Lagune de la Joueyre	0,1	-	-	-	A démarcher	Oui	Non
40	Saint-Paul-lès-Dax	Lagune Quartier Manga	0,38	-	-	-	A démarcher	A visiter	A visiter
33	Saint-Médard-en-Jalles	Lagunasse	0,94	-	-	Privé	A démarcher	Oui	Oui

Dép	Commune	Dénomination	S <sup>2</sup> (ha)	Statut	Code statut	Propriétaire Gestionnaire	Accord	Favorable odonates	Favorables flore
40	Saunacq-et-Muret	Lagune de Garrans	0,09	-	-	-	A démarcher	A vérifier	Oui
40	Sanguinet	Lagune de Coucut	0,16	-	-	? ONF	A démarcher	A vérifier	Oui
40	Saint-Michel-Escalus	Lagune du Pigeon	0,13	-	-	-	A démarcher	A vérifier	Oui
33	Listrac-Médoc	Lagune de Touleron	0,16	-	-	Privé	Injoignable	Oui	Oui
<b>Sites non favorables</b>									
33	Saint-Magne	Lagune du Gat-Mort	0,12	Natura 2000	FR7200708	CD 33	Non	Oui	Oui
33	Saint-Médard-en-Jalles	Lagune du Sorbier	0,59	-	-	Privé	-	Non	Non
33	Saint-Médard-en-Jalles	Lagune de Berlotte	0,05	-	-	-	-	Non	Non
33	Brach	Lagune de Brach	0,15	-	-	-	-	Non	Non
33	Saucats	Lagune de Marheuil	0,03	-	-	-	-	Non	Non
40	Losse	Lagune de Lompre	0,16	ENS	-	Privé CD 40	-	Non	Non
40	Solférino	Lagune de Bouhémy	0,12	-	-	Privé (Domaine de Chasse)	Non	-	-
40	Sabres	Lagune de Bètrède	0,06	-	-	-	-	Non	Non
40	Losse	Lagune de Jouanin	0,04	-	-	Privé CD 40	Oui	Non	Non
40	Lesperron	-	-	-	-	Privé	--	Non	-
40	Trensacq	Lagune de la Yaougue	0,04	-	-	-	-	Non	Non

### 11.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

De manière à pouvoir observer les odonates sur la zone d'eau libre et sur les berges, les transects sont placés à la limite terre-eau le long des lagunes, au niveau des secteurs les plus favorables à l'observation des odonates (Fig. 53) : berges bien exposées et en pente douce, présence d'herbiers aquatiques. Ces secteurs correspondent également aux secteurs de ponte et d'émergence.

La majorité des lagunes sélectionnées connaissent des variations du niveau d'eau plus ou moins importantes. Afin d'observer un maximum d'espèces et d'individus à chaque passage, le transect sera mobile et suivra le niveau d'eau pour toujours être placé à l'interface eau-berge. La longueur du transect est fixée à 50 mètres. Cette longueur a été fixée en raison de la variabilité de la taille des sites sélectionnés et correspond à la longueur maximale possible sur le site de plus petite surface (Lagune de Moutan, Le Sen dans les Landes). Le nombre de transects sur un site n'est pas limité tant que les transects sont séparés d'une distance d'au moins 100 mètres. Cette distance entre deux transects doit permettre, comme pour le suivi des lépidoptères, de limiter les doubles comptages.



Site de suivis des odonates :  
Lagune des Troupins (Gironde, Cabanac et Villagrains)

Fig. 53. Exemple de positionnement d'un transect de suivi

## 11.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces

Le protocole retenu en 2017 pour 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.

Le protocole STELI (LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ODONATOLOGIE & MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, 2017) préconise d'effectuer 9 passages répartis sur trois périodes (avant le 15 juin / entre le 16 juin et le 31 juillet / entre le 1<sup>er</sup> 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, *Brachytron pratense*, etc.) et les espèces plus tardives (sympétrums, aeschnes, lestes, etc.). Le protocole STELI prévoit également un temps minimum d'inventaire de 30 min et un parcours fixe dont la longueur n'est pas imposée par le protocole (chaque observateur définit la longueur du parcours). Enfin, le relevé des exuvies n'est pas obligatoire.

Quelques adaptations ont été apportées au protocole STELI afin de standardiser davantage la méthode d'échantillonnage des odonates et rendre les résultats exploitables à une échelle plus réduite (au mieux échelle du site) :

- La longueur du transect est fixée à 50 mètres ;
- Les imagos sont observés préférentiellement d'une boîte virtuelle de 2m50 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.
- Les exuvies seront collectées une fois par période (début de la saison jusqu'au 15 juin // du 16 juin au 31 juillet // du 1<sup>er</sup> août à la fin de la saison). Ces trois périodes permettent de récolter les exuvies des espèces qui émergent dès le mois d'avril (*L. caudalis* par exemple) et celles des espèces plus tardives (cas des sympétrums).
- La recherche des exuvies est cadrée pour une durée d'une heure par transect. Cette durée de recherche est basée sur un retour d'expérience issue des phases d'inventaires des populations de leucorrhines réalisées pour le PRA Odonates.
- L'échantillonnage des exuvies sera réalisé sur le même transect que le relevé « imago ». Pour des raisons pratiques, seules les exuvies d'Anisoptères seront collectées et déterminées. Les exuvies de Zygoptères sont beaucoup plus fragiles et délicates à déterminer. De plus, les Zygoptères ont un vol moins puissant et sont plus faciles à attraper, ce qui permet en général de détecter une grande majorité des espèces présentes sur un site, à l'inverse des Anisoptères.
- Toutes les exuvies d'Anisoptères seront collectées sur une bande de 1 mètre le long du plan d'eau (côté berge). La détermination sera réalisée en laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un zoom continu (x7 à x45). Afin d'éviter le lessivage des exuvies et permettre la collecte d'un maximum d'échantillons, le relevé des exuvies ne devra pas être effectué après un épisode de forte pluie.

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 ; (GRAND & BOUDOT, 2006). Cette information est importante pour évaluer l'évolution d'une population.



- Chaque parcours fait l'objet de relevés des espèces présentes à l'état imaginal (avec effectifs si possible, sinon avec estimation). Les imagos sont déterminés à vue, aux jumelles ou par capture, en fonction des espèces (certaines d'entre elles nécessitent l'examen d'une partie précise de leur anatomie ; (WENDLER & NUß, 1994 ; DIJKSTRA, 2007). Les individus indéterminés sont renseignés au genre si possible. Le comportement des individus observés est noté (ponte, tandem, cœur copulatoire, comportement d'appétence sexuelle, etc.).
- 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). Les individus nécessitant une détermination plus longue pourront être mis en boîte et déterminés à la fin du transect.
- Le nombre d'individus sera dénombré précisément jusqu'à 20 puis des classes seront attribuées : de 20 à 50, de 50 à 100, de 100 à 200, plus de 200.
- Les relevés « imagos » seront réalisés avant la collecte des exuvies (une collecte des exuvies précédant le relevé « imagos » perturberait le milieu, entraînant la fuite de certains individus, et biaisant ainsi le relevé).

Les individus sont identifiés à l'espèce dans la mesure du possible. Toutefois, comme le propose le protocole STELI, lorsque qu'une telle détermination n'est pas possible (individu observé à trop longue distance ou vitesse, impossibilité de capture, etc.), des niveaux de détermination moins précis peuvent être utilisés et ont été classés en plusieurs catégories (Tab. XXVIII).

Tab. XXVIII. Niveaux d'identification mis en place dans le cadre du protocole.

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
<p>Agrion métallisé avec ailes colorées ou métalliques (<i>Calopteryx sp.</i>)</p> <p>Agrion bleu ou blanc</p> <p>Demoiselle noire avec bout bleu</p> <p>Demoiselle rouge/orange</p> <p>Libellule orange/brune</p> <p>Grande libellule bleue ou verte</p> <p>Libellule jaune</p> <p>Libellule noire et jaune</p> <p>Libellule verte foncée ou sombre</p> <p>Libellule noire à tache rouge ou jaune</p> <p>Libellule bleue moyenne</p> <p>Libellule rouge</p>	<p><i>Calopteryx sp.</i></p> <p><i>Calopteryx sp.</i> brun</p> <p><i>Calopteryx - gpe splendens</i></p> <p><i>Calopteryx - gpe virgo</i></p> <p><i>Lestes sp.</i></p> <p><i>Lestes viridis / virens</i></p> <p><i>Lestes sponsa / dryas</i></p> <p><i>Platycnemis sp.</i></p> <p><i>Agrion mercuriale / scitulum</i></p> <p><i>Agrion puella / pulchellum</i></p> <p>Agrion porte-coupe / Van der Linden</p> <p>Agrion à yeux rouges</p> <p><i>Aeshna sp.</i></p> <p>Grande Aeschna</p> <p><i>Aeschna gpe cyanea / affinis / mixta</i></p> <p><i>Anax sp.</i></p> <p><i>Anax / Hemianax</i></p> <p><i>Gomphus sp.</i></p> <p><i>Gomphus graslinii / simillimus</i></p> <p><i>Onychogomphus sp.</i></p> <p><i>Cordulegaster sp.</i></p> <p><i>Somatochlora sp.</i></p> <p>Cordulie vert foncé</p> <p><i>Leucorrhinia sp.</i></p> <p><i>Leucorrhinia albifrons / caudalis</i></p> <p><i>Orthetrum sp.</i></p> <p><i>Orthetrum sp.</i> abdomen pointe noire</p> <p><i>Orthetrum sp.</i> abdomen tout bleu</p> <p><i>Orthetrum sp.</i> corps jaune et noir</p> <p><i>Orthetrum sp.</i> corps jaune</p> <p><i>Libellula sp.</i></p> <p><i>Libellula sp.</i> abdomen bleu</p> <p><i>Sympetrum sp.</i></p> <p><i>Sympetrum sp.</i> à taches jaunes</p> <p><i>Sympetrum sp.</i> rouge pattes noires</p> <p><i>Sympetrum sp.</i> rouge pattes bicolores</p> <p><i>Sympetrum sanguneum / meridionale</i></p> <p><i>Sympetrum striolatum / meridionale</i></p>	<p>Espèce (nom latin)</p>



La détermination des « imagos » est réalisée à l'aide de plusieurs ouvrages :

- DIJKSTRA K.-D. B. 2007. Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux & Niestlé, 320 pp.
- GRAND D. & BOUDOT J.-P. 2006. Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Mèze, Biotope, 480 pp.
- WENDLER, A. & NUß, J.-H. 1994. Libellules. Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale. Société Française d'Odonatologie (SFO), 130 pp.

Les ouvrages suivants seront consultés pour la détermination des exuvies :

- DOUCET G. 2016. Clé de détermination des exuvies des Odonates de France. Société française d'odonatologie, 64 pp.
- HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH R. 2002. Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). Bois-d'Arcy, Société française d'Odonatologie, 416 pp.

Les agents de terrain seront munis d'une autorisation de capture (formulaire CERFA 13\*616\*01 ; demande en cours) puisque tous les sites abritent des espèces protégées (à commencer par les trois leucorrhines : *Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis* et *L. pectoralis*). Cette autorisation est obligatoire pour le prélèvement d'exuvies.

Certaines espèces d'odonates, dont les leucorrhines, sont protégées par l'**Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection**. Il est par conséquent interdit de les capturer ou d'en détenir des exuvies. Une dérogation pour la mise en œuvre de ces protocoles sur les départements des Landes et de la Gironde doit être demandée aux services instructeurs chaque année. Cette dérogation offre un cadre légal pour la capture temporaire non létale des imagos et la détention d'exuvies.

Les agents doivent être munis de cette autorisation sur le terrain en cas de contrôle (gendarmerie, ONCFS, AFB, etc.).

## 11.5 Conditions météorologiques requises

Les conditions météorologiques requises sont les suivantes (Tab. XXIX):

Tab. XXIX. Condition météorologiques requises pour les relevés « imagos » (issu du protocole STELI élaboré par l'OPIE, le MNHN, la SFO et le CEN NPdC ; [www.steli.mnhn.fr/](http://www.steli.mnhn.fr/))

		Température			
		< 17°C	17°C - 25°C	> 25°C	>30°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

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. Cette consigne constitue une contrainte supplémentaire et peut limiter fortement les jours favorables à la réalisation des suivis (notamment en cas d'épisodes répétés de pluies, situation fréquente au printemps). Afin de respecter le calendrier saisonnier préconisé (voir paragraphe suivant « Nombre de campagne de relevés »), cette contrainte est à prendre en compte dans la mesure du possible mais ne prévaut pas sur le calendrier. Afin de tenir compte d'un éventuel épisode pluvieux précédant un relevé,

la pluviométrie, même nulle, des trois jours avant chaque passage est renseigné. Ces données sont issues du site de Météo France (<https://public.meteofrance.com/public/accueil>).

## 11.6 Nombre de campagnes de relevés

Le protocole STELI préconise 9 passages répartis en trois périodes sur la saison comme suit :

- trois passages entre le début de la saison odonatologique et le 15 juin ;
- trois passages entre le 16 juin et le 31 juillet ;
- trois passages entre le 1<sup>er</sup> août et la fin de la saison.

Afin de rationaliser les périodes de passages, un calendrier prévisionnel des suivis a été élaboré (Tab. XXX). Il est divisé en quinzaines avec neuf passages « imagos » (PI) et trois passages « exuvies » (PE). Cela représente donc 12 transects.

La répartition temporelle des passages doit permettre d'observer l'essentiel, voire l'ensemble, du peuplement odonatologique des sites étudiés. Il doit également permettre de récolter les exuvies des espèces qui émergent dès le mois d'avril (leucorrhines par exemple) et celles des espèces plus tardives (cas des sympétrums).

Le protocole STELI préconise un maximum de 21 jours entre chaque passage. Un minimum de 7 jours entre chaque passage est préconisé dans le cadre du présent protocole.

Tab. XXX. Calendrier saisonnier des suivis.

Saison	Période	Stade	Temps (h)
Printemps	PI1 - 1 mai - 15 mai	Adultes	00:30
	PI2 - 16 mai - 31 mai	Adultes	00:30
	PE1 - 16 mai - 31 mai	Exuvies	01:00
	PI3 - 01 juin - 15 juin	Adultes	00:30
Été	PI4 - 16 juin - 30 juin	Adultes	00:30
	PE2 - 16 juin - 30 juin	Exuvies	01:00
	PI5 - 01 juillet - 15 juillet	Adultes	00:30
	PI6 - 16 juillet - 31 juillet	Adultes	00:30
Automne	PI7 - 01 août - 15 août	Adultes	00:30
	PE3 - 01 août - 15 août	Exuvies	01:00
	PI8 - 16 août - 31 août	Adultes	00:30
	PI9 - 01 Septembre - 15 Septembre	Adultes	00:30



## 11.7 Fiche de relevés

Une fiche de terrain a été utilisée pour les relevés réalisés en 2017 (Annexe 19). En 2018 sera édité un formulaire numérique pour smartphone, facilitant notamment la saisie sur le terrain et l'intégration des données dans une BDD dédiée.

Les fiches de terrain présentées dans le rapport 2017 pouvaient être utilisées mais le formulaire standardisé accessible sous forme d'une application pour téléphone portable était à privilégier. À défaut, un fichier Excel contenant les mêmes informations que l'application pouvait être complété. L'ensemble des données est consigné dans la base de données du CEN Aquitaine, en lien avec l'OAFS, conformément à ce qui est mentionné dans l'article 5 de l'autorisation de capture. La centralisation de l'ensemble des données et métadonnées est indispensable pour réaliser des analyses globales et comparatives des résultats.



## Chapitre 12. *Hyla molleri* (Bedriaga, 1889) – Rainette ibérique des lagunes du triangle landais et *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758) – Rainette verte des mares, des landes et du bocage Picto-Limousin

*Auteurs* : Maud Berroneau, Gaëlle Caublot

---

« La plupart des amphibiens se déplacent rarement sur plus de quelques centaines de mètres au cours de leur vie ; de nombreux reptiles à la fois terrestres et aquatiques peuvent se déplacer de leur côté sur des centaines de kilomètres. En raison de leur capacité de dispersion plus ou moins limitée, les amphibiens sont des espèces plus vulnérables aux changements rapides des habitats et aux risques d'extinction liés au changement climatique que les oiseaux (GIBBON *et al.*, 2000) » (MALLARD, 2016a). Certains amphibiens de milieux frais semblent fortement menacés par le changement climatique (ARAÚJO *et al.*, 2006) tels que la Rainette ibérique (*Hyla molleri*) et la Rainette verte (*Hyla arborea*). Ces deux espèces se reproduisent dans les milieux humides frais.

La Rainette ibérique se retrouve dans le Massif landais, dans les milieux type lagune (Fig. 54). En France, elle se cantonne au bassin aquitain. La Rainette verte possède une répartition septentrionale étendue dont la limite sud atteint le Massif central (Fig. 54). Leurs habitats préférentiels sont sujets aux perturbations climatiques comme l'assèchement brutal et la modification de la flore représentative des zones humides pour le Massif landais. L'autre hypothèse de l'impact du changement climatique sur la Rainette ibérique est la disparition ou le mouvement de stations remarquables.

La Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) est une espèce d'affinité méditerranéenne plus thermophile qui pénètre dans certaines lagunes où *H. molleri* est présente (BERRONEAU, 2015) et également sur les sites de présence de la Rainette verte (Fig. 54). Le rapport de force entre les deux espèces avec la Rainette méridionale est très certainement lié aux conditions climatiques locales et pourrait évoluer en fonction du changement climatique.

Les hypothèses sont les suivantes :

- Extinction locale possible des populations suite à la disparition de stations remarquables,
- Rapport de force en faveur de la Rainette méridionale.

Les objectifs sont de visualiser la tendance évolutive de la répartition et de l'abondance de la Rainette ibérique et de la Rainette verte en lien avec d'éventuelles variations climatiques, mais aussi d'observer l'évolution du rapport de force entre les deux rainettes et la Rainette méridionale.



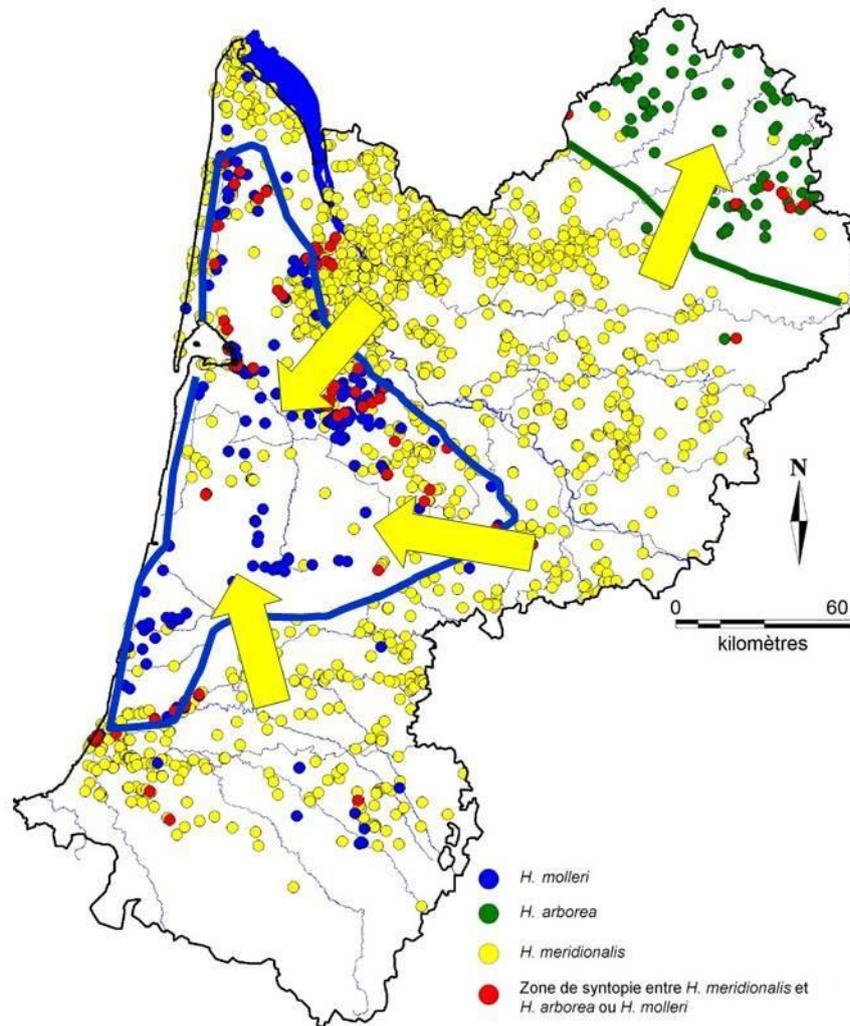


Fig. 54. Répartition actuelles et schématisation du rapport de force de la Rainette ibérique, de la Rainette méridionale et en partie de la Rainette verte

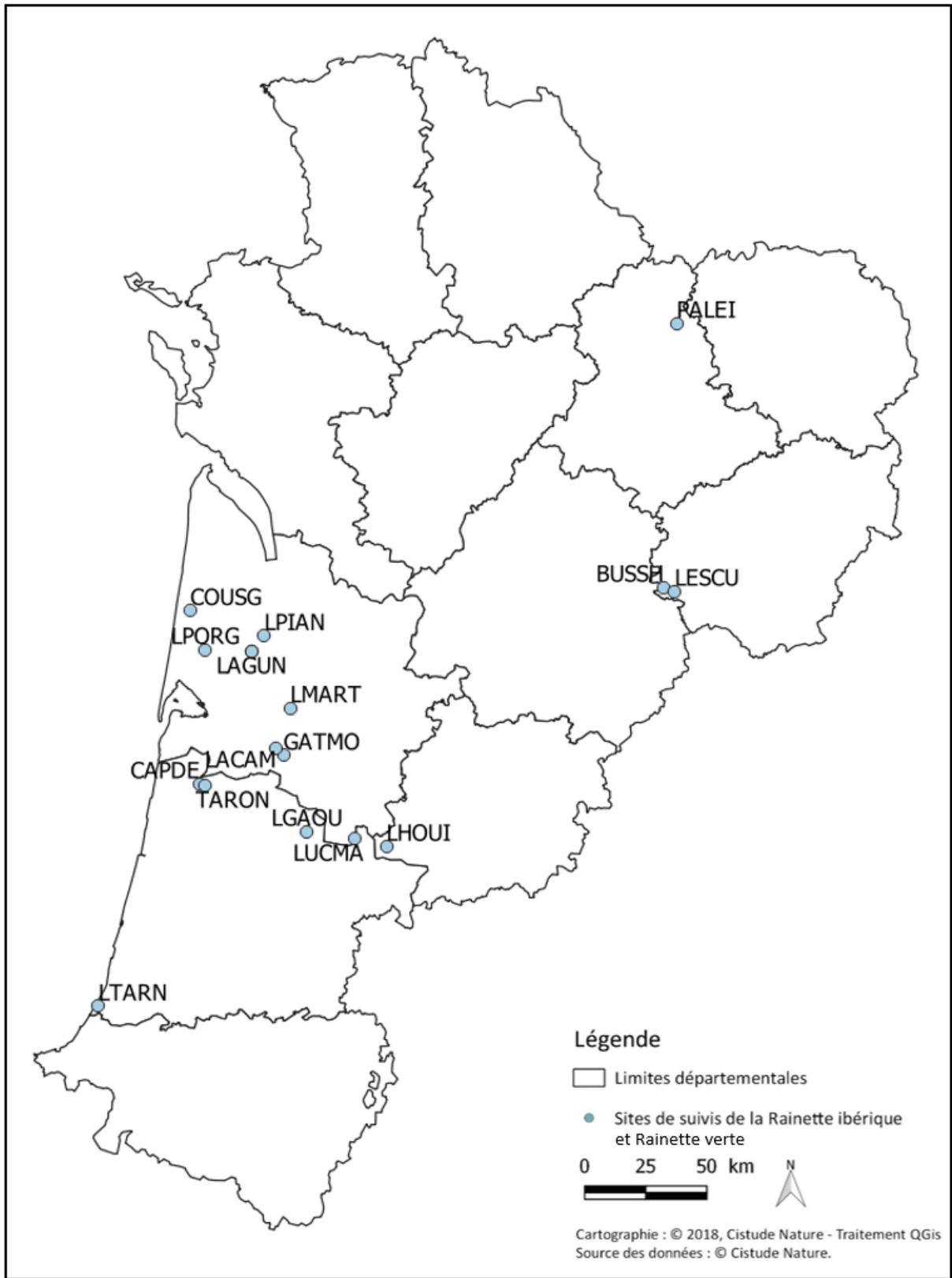
## 12.1 Sélection des sites

La sélection s'est portée sur des sites présents dans l'aire de répartition de la Rainette ibérique et de la Rainette verte (présence avérée ou non de cette dernière), facilitant la mise en évidence d'éventuels mouvements populationnels (Massif landais). Ces sites sont parfois occupés par la Rainette méridionale ou non, espèce potentiellement compétitrice. Ces sites coïncident autant que possible avec ceux d'autres suivis en milieu humide, notamment avec les sites de suivi du Lézard vivipare.

## 12.2 Description des sites choisis

Niveau terminologie, pour la Rainette ibérique, un « site » de suivi correspond à une « lagune ».

12 sites ont ainsi été sélectionnés (7 en Gironde, 4 dans les Landes, et 1 en Lot-et-Garonne) à partir de la répartition connue de la Rainette ibérique et avec une homogénéité de répartition selon un gradient nord-sud, est-ouest (Fig. 55, Tab. XXXI).



Sites de suivis de la Rainette ibérique et Rainette verte  
Situation géographique des sites d'études en Nouvelle-Aquitaine

Fig. 55. Situation géographique des sites d'études validés dans le cadre du suivi de la Rainette ibérique et Rainette verte



**Tab. XXXI. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre des suivis Rainette ibérique et Rainette verte.**

Espèces	Région	Dépt.	Commune	codePostal	codeSite	obs_nomSite	Latitude WGS84	Longitude WGS84
Rainette ibérique	Aquitaine	24	Lacanau	33680	COUSG	Cousseau (Gnac, grand pré/Landes des fadets)	45.0318978	-1.1259718
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Hostens	33125	GATMO	Hostens - Lagune du Gat Mort	44.5177944	-0.6131166
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Saint-Magne	33125	LACAM	Saint-Magne - Lagune du Cam	44.5409833	-0.6537416
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Saint-Médard-en-Jalles	33160	LAGUN	Saint-Médard-en-Jalles - Laqunasse	44.8942917	-0.80346944
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Martillac	33650	LMART	Martillac	44.6927	-0.58963
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Le Pian-Médoc	33290	LPIAN	Le Pian Médoc	44.952965	-0.73967
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Saumos et Le Porge	33680	LPORG	Saumos - Lagune de Moulugat	44.8918528	-1.0393722
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Captieux	33840	LUCMA	Captieux - Lagune de Lucmaysouau	44.223719	-0.23059339
Rainette ibérique	Aquitaine	33	Saint-Médard-en-Jalles	33160	PILLI	Saint-Médard-en-Jalles - Pilliole	44.8942917	-0.80346944
Rainette ibérique	Aquitaine	40	Ychoux	40160	CAPDE	Lubiosse-Lagune de Capdejus	44.398322	-1.030544
Rainette ibérique	Aquitaine	40	Luxey	40430	LGAOU	Lagune de Gaouchey	44.24258	-0.477229
Rainette ibérique	Aquitaine	40	Tarnos	40220	LTARN	Tarnos	43.5633889	-1.4808888
Rainette ibérique	Aquitaine	40	Ychoux	40160	TARON	Lubiosse-Lagune du Taron	44.393433	-1.00545
Rainette ibérique	Aquitaine	47	Houillès	47420	LHOUI	Houillès - Grand Lagu	44.1996361	-0.07166111
Rainette verte	Limousin	19	Brignac-la-plaine	19310	BUSSH	Bussac haut	45.1811471	1.30046706
Rainette verte	Limousin	19	Brignac-la-Plaine	19310	LESCU	Lescure	45.167494	1.361559
Rainette verte	Limousin	87	Bessines-sur-Gartempe	19310	PALEI	les Paleines	46.151809	1.34252

### 12.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Les points d'échantillonnage se font par lagune identifiée. Il s'agit de points d'écoute autour de la lagune (Fig. 56), donc la définition et le positionnement de ces points d'échantillonnages correspondent au tableau précédent (Tab. XXXI).



Sites de suivi de la Rainette ibérique :  
Illats (Gironde)

Fig. 56. Exemple de lagune de suivi « Rainette ibérique »

## 12.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

Cette étude se base sur un suivi annuel de présence des deux rainettes sur 12 sites, couplé à des stations météorologiques. L'application du protocole type POP Amphibien (protocole national standardisé – SHF) (BARRIOZ & MIAUD, 2016) permettra une estimation fine de la présence ou de l'abondance de chaque espèce Rainette ibérique et de la Rainette verte. Cette abondance peut être mise en relation avec des facteurs extérieurs (évolution des températures, régime pluviométrique, etc.) et peut être comparée d'une année sur l'autre.



Chaque site est visité 3 fois par an durant la période d'activité des rainettes (passages de préférence entre mars et mai). Les points d'écoutes des mâles chanteurs sont assurés pendant 20 min sur chaque lagune. A la suite des points d'écoutes, différents relevés sont effectués sur les propriétés de la lagune (habitats aquatiques et rivulaires), les autres espèces observées, afin de mettre en évidence à terme des corrélations entre modification de l'habitat dû au changement climatique, colonisation des sites par d'autres espèces aux biotopes différents des espèces cibles et présence/abondance de Rainette ibérique ou Rainette verte selon le site en question.

## 12.5 Conditions météorologiques requises

L'écoute des mâles chanteurs de Rainette ibérique s'effectue avec des conditions climatiques particulières :

- Visite nocturne (19h30 – 00h30)
- Eviter les nuits trop fraîches (gelées) en début de saison (mars-avril)
- Eviter les phases de pleine lune et nuits venteuses

## 12.6 Nombre de campagne de relevés

Les campagnes de relevés s'effectuent durant la saison de reproduction, de mars à mai.

## 12.7 Fiche de relevés

La récolte de données est réalisée à l'aide de la fiche de relevé standardisée (Annexe 20).

Trois fiches de renseignements doivent être remplies pour chaque site et chaque passage. La première fiche « Relevé » renseigne par lagune les observations de l'espèce, les indices de présence pour les trois passages. La deuxième fiche « Descriptif site » permet un descriptif précis de la lagune et de ses alentours pour les trois passages. Enfin, la fiche « Récapitulatif site » liste l'ensemble des lagunes à prospector.

### Notice explicative aux fiches à renseigner

- *Fiche Relevé*

- Localisation / aide localisation : coordonnées GPS des quatre extrémités de la placette. Il peut également être noté toute remarque facilitant le bon repérage du site.

Météo :

- T° : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en degré Celsius).
- Vent : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en m/s) sur une minute.
- Nuage : la couverture nuageuse doit être indiquée si possible lors des visites nocturnes selon 5 coefficients\* (1 ≤ 20% ; 20% < 2 ≤ 40% ; 40% < 3 ≤ 60% ; 60% < 4 ≤ 80% ; 5 > 80%).

\* La couverture nuageuse comme le vent joue un rôle sur la température ambiante ressentie, ce qui influe sur la sortie et l'activité des mâles chanteurs.

Nature du contact avec la Rainette ibérique :

- Obs chant: nombre d'individus chanteurs différents observés.

- Autre : nombre de mues dénombrées (observations directes, pontes, etc.).

Nature de l'habitat :

Description de l'habitat utilisé par les individus (aquatique, rivulaire, etc.).

- Remarque : pour indiquer tout type d'information supplémentaire.

Observation d'autres espèces :

- Rainette méridionale (chanteurs ou non, nombre, etc.)
- autres espèces remarquables
  - Fiche Descriptif site
- Localisation / aide localisation : cf. ci-dessus.
- Date / Observateur : date et nom des observateurs lors des trois passages.
- Position : emplacement de la lagune.
- Strates de végétation : pourcentage et hauteur des différentes strates de végétation au sein du site.
- Nature habitat : présence / absence et nombre des différents abris disponibles pour les Rainette ibérique.
  - Fiche Récapitulatif site
- Coordonnées GPS : indiquent les quatre extrémités Nord-Ouest, Nord Est, Sud Est et Sud-Ouest de la lagune suivie.
- Commentaires : toutes informations permettant de faciliter le repérage de la lagune.





## Chapitre 13. Communautés végétales des rives d'étangs arrière-littoraux

**Auteurs :** Kévin Romeyer, Anthony Le Fouler, **Contributeurs :** Marie Caillaud, Grégory Caze

---

La multitude de végétations qui compose les rives des étangs arrière-littoraux aquitain hébergent une flore particulière avec de nombreuses espèces patrimoniales (*Lobelia dortmanna*, *Isoetes boryana*, *Caropsis verticillato-inundata*, *Littorella uniflora*) dont certaines d'affinités boréales en limite d'aire sud-occidentale de répartition (*Rhynchospora fusca*, *Utricularia intermedia*, *Drosera intermedia*). Ces étangs sont isolés de la mer par un imposant cordon dunaire ; ils sont donc alimentés exclusivement par les eaux des bassins versants. Issues du plateau sableux du triangle landais, ces eaux acides et oligotrophes favorisent le développement de communautés végétales très originales. Comme pour les lagunes du plateau landais, ces végétations vivaces sont adaptées à des sols pauvres en nutriments et aux fluctuations des niveaux d'eaux qui déterminent leur agencement en ceinture le long d'un gradient topographique plus ou moins étendu (VANDEN BERGHEN, 1964 ; VANDEN BERGHEN, 1968 ; VANDEN BERGHEN, 1969 ; LE FOULER, 2012). Ainsi, des communautés aquatiques (immergées toute l'année), terrestres (toujours émergées) et amphibies (immergées seulement une partie de l'année) sont retrouvées. Du fait de ces caractéristiques phyto-écologiques, elles semblent particulièrement sensibles à des épisodes de sécheresses plus intenses (obs. CBNSA). Dans le contexte du changement climatique avec des sécheresses et canicules plus intenses, ces végétations amphibies et aquatiques pourraient disparaître ou se raréfier au profit des végétations strictement terrestres et moins oligotrophes.

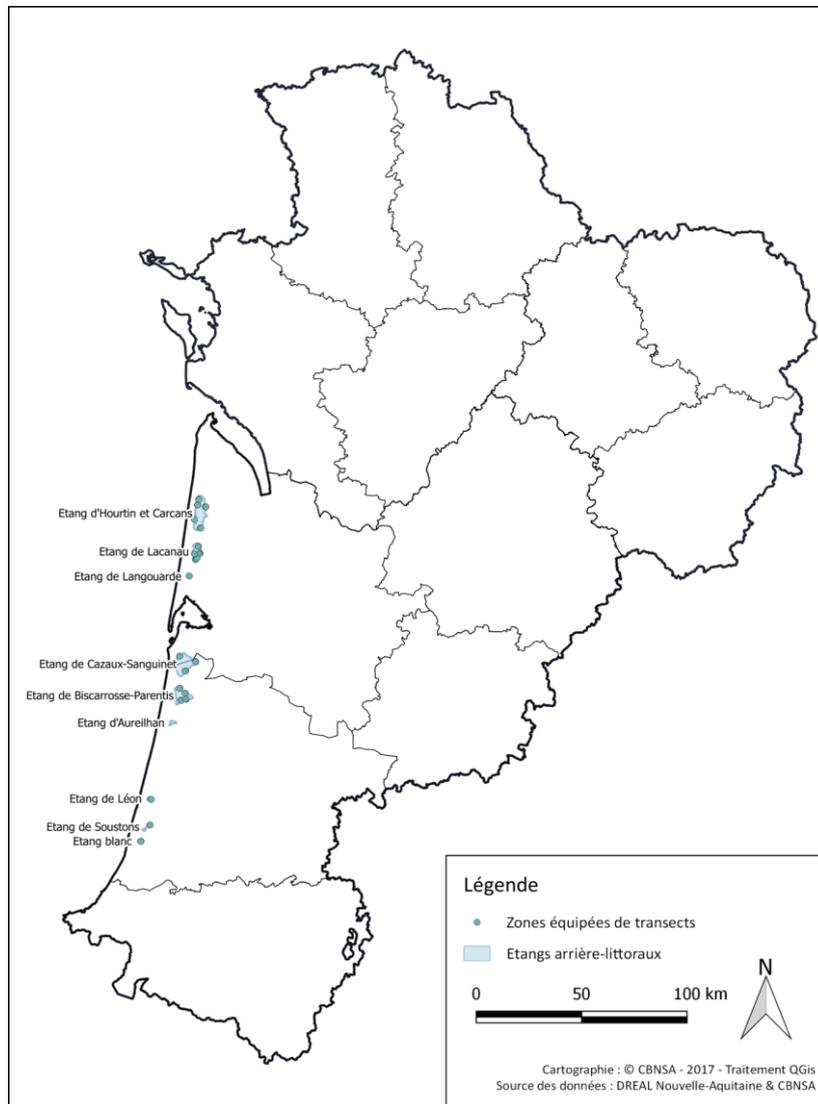
Pour identifier et mesurer les effets du changement climatique sur les communautés végétales de lagunes, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur structure (types biologiques dominants, hauteur, recouvrement), 2- leur composition floristique (diversité spécifique, cortèges indicateurs, fréquence relative des espèces, spectre chorologique) et 3- leur emprise respective (linéaire occupé par chaque ceinture sur le transect).



### 13.1 Sélection des sites

L'identification des zones à suivre en termes de végétations s'appuient sur la présence de communautés amphibies relevant de l'*Elodo-Sparganion erecti*, aquatiques relevant de l'*Hydrocharition morsus-ranae* et *Potamion pectinati* (Koch 1926) Libbert 1931 et de gazons subaquatiques d'intérêt patrimonial relevant du *Lobelio dortmannae - Isoetion W. Pietsch 1965*. Les données renseignées dans l'OBV (atlas en ligne : [obv-na.fr](http://obv-na.fr)) et issues de la bibliographie (VANDEN BERGHEN, 1964 ; VANDEN BERGHEN, 1968 ; VANDEN BERGHEN, 1969 ; VANDEN BERGHEN, 1971) forme une base d'intérêt pour ce travail.

Ces secteurs ont été choisis par complémentarité géographique avec le réseau de suivis préexistants sur les rives des étangs comptant déjà 24 transects (LE FOULER, 2012) (Fig. 57). La plupart des étangs landais (étangs de Soustons, Léon, Aureilhan, Biscarrosse-Parentis et étang Blanc) n'hébergeant que des communautés de gazons amphibies et subaquatiques fragmentaires et mal exprimées, et déjà suivies par ailleurs, aucun dispositif « Sentinelles du climat » n'a été mis en place sur leurs rives.

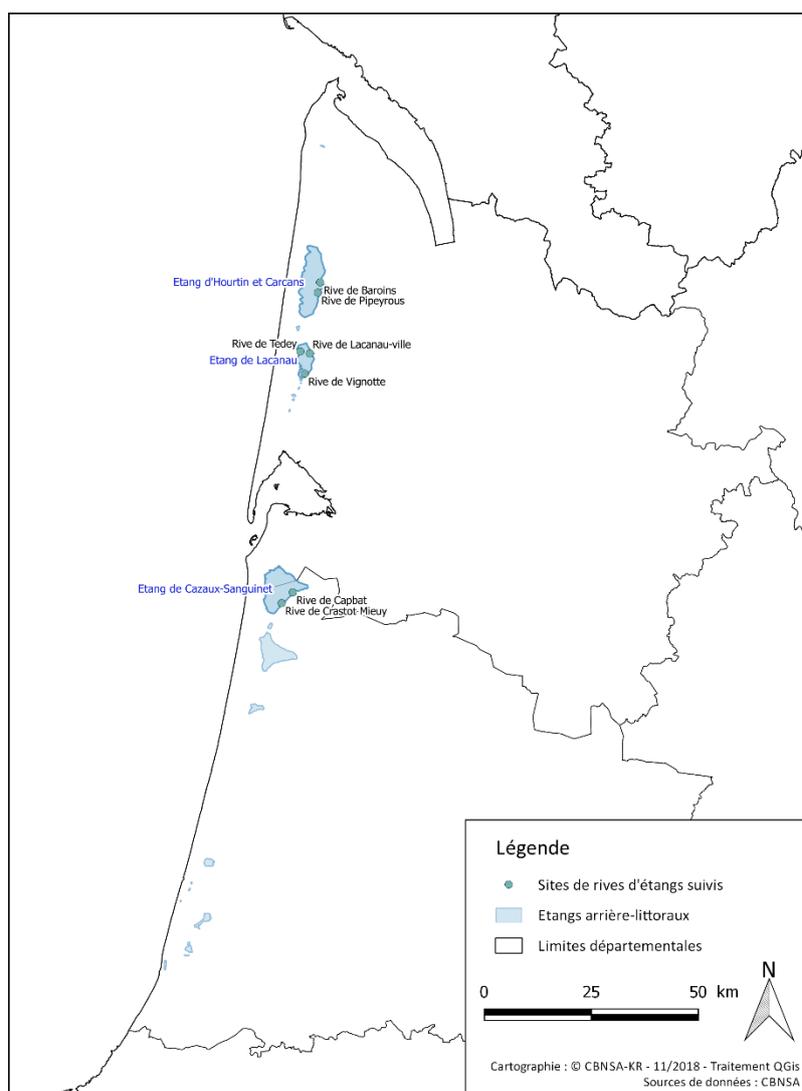


Localisation des étangs arrière-littoraux et des zones de suivi des communautés végétales amphibies et subaquatiques

**Fig. 57.** Situation géographique des étangs arrière-littoraux et des dispositifs de suivi des communautés végétales préexistants.

## 13.2 Description des sites choisis

Les étangs échantillonnés sont ceux de Lacanau, Hourtin-Carcans et Cazaux-Sanguinet, correspondant aux systèmes les plus typiques et préservés par rapport à ces végétations (Caillaud et Le Fouler, 2018 ; LE FOULER, 2012). Au total, 7 suivis ont été effectués sur les rives de ces étangs dans le cadre du programme « les Sentinelles du climat » (Fig. 58), dont 5 sur de nouveaux sites. Six d'entre eux sont situés en rives est, présentant une pente douce sur une grande surface plus favorable au développement des végétations ciblées, et 1 se trouve en rive ouest.



Sites de suivi des communautés végétales des rives d'étangs arrière-littoraux en 2018

Fig. 58. Situation géographique des sites d'études validés pour le suivi des communautés végétales de rives d'étangs dans le cadre des Sentinelles du climat.

## 13.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Le suivi des étangs en lien avec les évolutions climatiques dans le cadre du programme les sentinelles du climat reprend les mêmes principes d'échantillonnage que pour l'évaluation de l'état de conservation (LE FOULER, 2012); c'est-à-dire un système de transect orienté perpendiculairement au rivage et aux ceintures de végétations et lu au moyen de quadrats de 4m de côté et de relevés phytosociologiques.



La répartition spatiale des communautés végétales étant surtout expliquée par les gradients topographique et hydrique, le transect est orienté de la zone de bas-niveau (toujours immergée) vers le rivage complètement exondé en répondant aux critères suivants :

- échantillonner la diversité phytocénotique : le transect doit prendre en compte les différentes situations écologiques majoritairement rencontrées sur l'étang ;
- choisir le transect le plus long possible (pente faible) pour apprécier la végétation dans son expression optimale ;
- éviter les situations atypiques : les zones suivies doivent être relativement indicatrices du fonctionnement écologique de l'étang.

Dans l'objectif d'un suivi à moyen/long terme (plusieurs décennies) et afin d'assurer la relocalisation précise et la pérennité du dispositif, le transect est délimité par 2 piquets fixes en bois imputrescible (ex : robinier) en évitant les zones soumis à contraintes (coupe, passage d'engins, niveau d'eau trop élevé) (Fig. 59).

La limite inférieure est fixée de manière à prendre en compte l'intégralité des groupements de bas-niveau (roselières, groupements amphibies) et dans la mesure du possible les groupements aquatiques sous-jacents. La limite supérieure est arrêtée dès l'apparition des premiers ligneux hauts ou à la sortie de la zone amphibie et l'apparition des communautés végétales mésophiles non soumises à immersion temporaire (Fig. 59 et Fig. 60). Pour ne pas attirer l'attention et éviter toute dégradation du dispositif ou dommages par les usagers de l'étang, les piquets doivent être enterrés profondément et ne dépasser que de quelques dizaines de centimètre la surface du sol. Le géoréférencement du transect est déterminé sur le terrain par les coordonnées GPS de ses repères fixes, à l'aide d'un GPS submétrique si possible. L'enregistrement des coordonnées des coins de chaque quadrat, *a minima* de son centroïde, est également préconisée pour faciliter les relocalisations futures. Le temps de la lecture, le transect est matérialisé par une corde doublée d'un décamètre tendu entre les deux piquets, au ras du sol. Les quadrats sont quant à eux matérialisés par des piquets temporaires reliés par une corde ou rubalise.

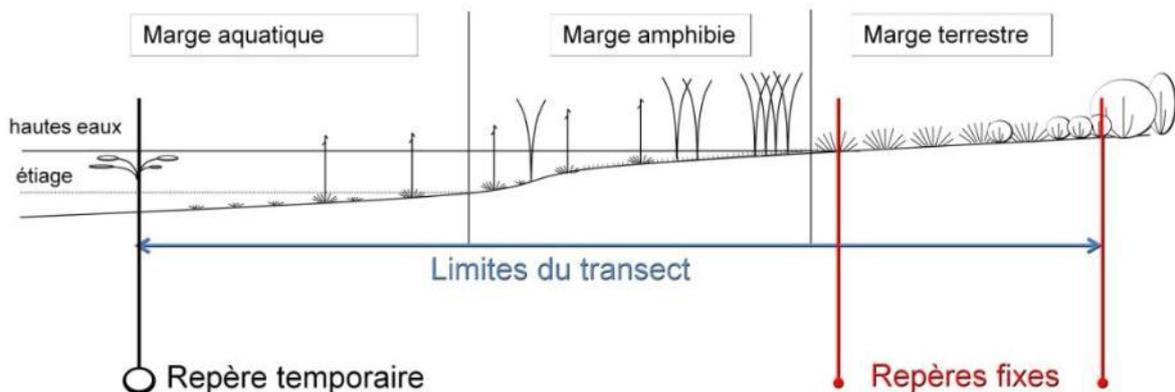
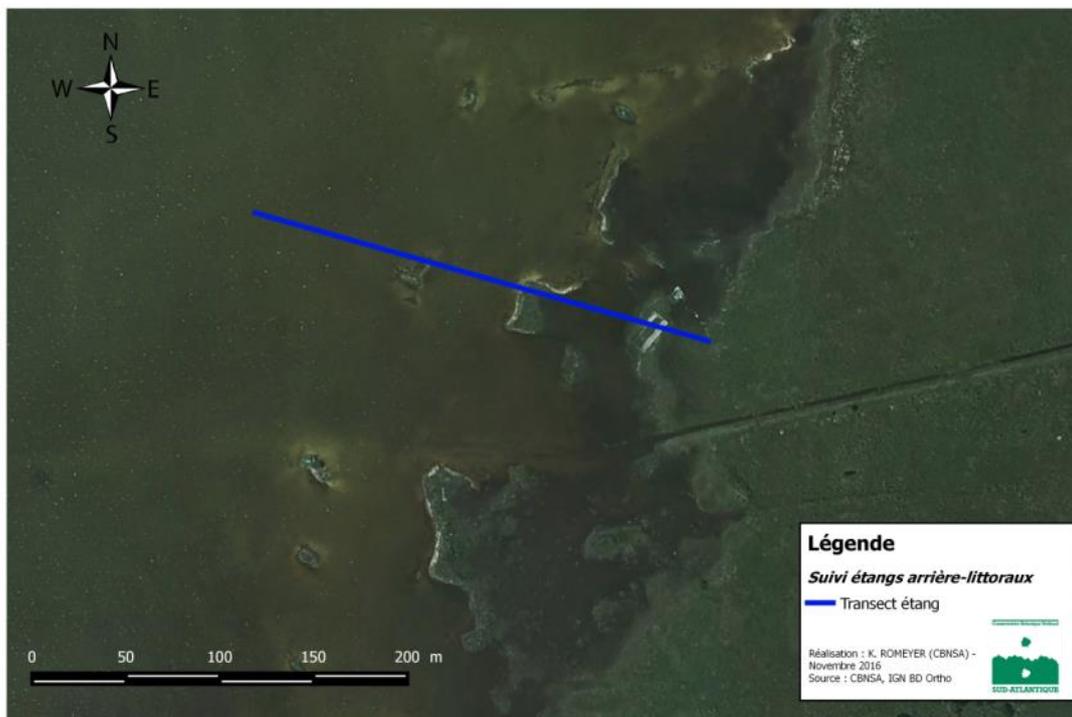


Fig. 59. Schéma de positionnement du transect sur les rives d'étangs.

Un exemple de positionnement de transect est présenté ci-après (Fig. 60).



Localisation de transect sur la rive est de l'étang de Carcans (33) (fond IGN BD Ortho).

Fig. 60. Exemple de positionnement de transect sur une rive d'étang arrière-littoraux (photographie aérienne).

### 13.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces et des communautés végétales

Le long du transect, la flore et les végétations sont suivies à travers des quadrats de fréquence de 4m de côté subdivisés en quadrats élémentaires de 1 m de côté (Fig. 61). Le nombre de quadrats par transect est adapté aux caractéristiques de la rive (diversité de communautés végétales, longueur de la zone de marnage). Ils sont répartis le long du transect à intervalles réguliers (Fig. 62). Cet intervalle (n), mesuré à partir du centre du quadrat, est variable en fonction de la longueur du transect et du nombre de quadrats choisis. En moyenne, un intervalle de 8 m entre 2 quadrats est préconisé. Une fois défini, cet intervalle ne doit en aucun cas varier entre les différentes lectures. Le premier quadrat est disposé au pied du repère fixe le plus élevé (rivage de l'étang), et orienté vers la zone de bas-niveau. La position des autres quadrats sera déduite par celle du premier à l'aide du décamètre.

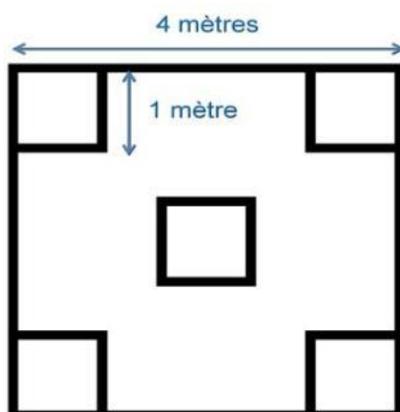


Fig. 61. Schéma d'organisation (à gauche) et photographie (à droite) des quadrats élémentaires au sein du quadrat de fréquence pour les végétations d'étangs.

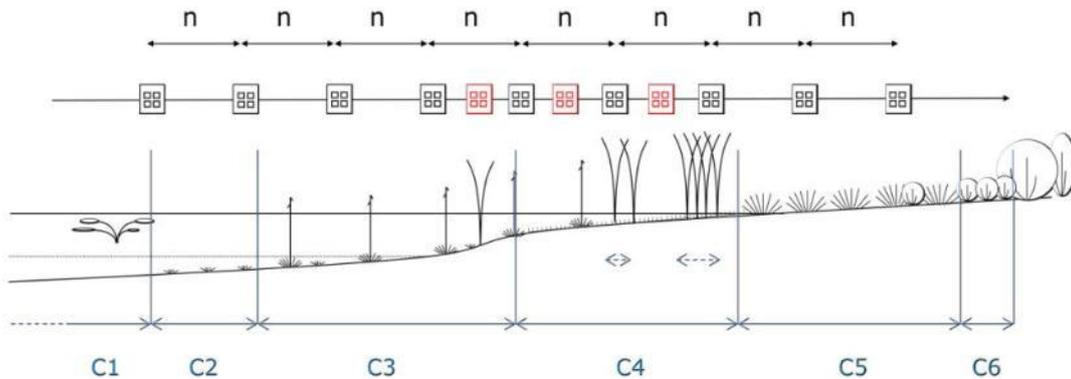


Fig. 62. Schéma de positionnement des quadrats de fréquence le long du transect sur une rive d'étang  
En noir : quadrats fixes ; en rouge : quadrats complémentaires ; C1 à C6 : communautés végétales).

Pour chacun des quadrats de fréquence, le recouvrement des strates (précision 5%), la hauteur de biomasse (précision 5 cm) et les caractéristiques abiotiques (niveau d'eau, surface de sol nu, nature du substrat) sont notés et un relevé exhaustif de la flore en présence/absence est réalisé au sein de 5 quadrats élémentaires placés de façon précise. En plus, un relevé complémentaire est réalisé, en présence/absence, à l'échelle du quadrat de fréquence pour noter les espèces non contactées dans les 5 quadrats élémentaires. Cette méthode présente l'avantage de pouvoir s'abstenir d'une estimation des coefficients de recouvrement, une variable sujette au biais d'interprétation des données engendré par la diversité des observateurs et empêchant la détection de changements subtils dans la composition floristique du tapis végétal étudié.

Par ailleurs, chaque communauté végétale (C1...Cn) présente sur le transect est notée et leurs limites sont définies en mesurant leur distance respective par rapport au repère fixe supérieur (Fig. 62). Dans le cas d'une imbrication ou d'une mosaïque entre communautés, la distance de début et de fin est notée comme s'il s'agissait d'une communauté à part entière. Cette donnée permet d'avoir une information sur le linéaire de chaque végétation et de pouvoir l'évaluer au cours du temps.

Pour conserver une vision physionomique du site, et aider dans l'interprétation des données et dans la relocalisation des dispositifs, des photos avec prises de vue du départ, de l'arrivée et si possible de l'ensemble du transect sont réalisées, ainsi que pour chaque communauté observée. En plus, des photos de chaque quadrat, dans l'ordre de lecture, doivent être prises depuis les 4 côtés du quadrat.

Pour l'étude des étangs arrière-littoraux, le champ d'investigation taxonomique concerne les spermatophytes et ptéridophytes mais aussi les sphaignes, les autres bryophytes et lichens sont exclus car trop complexes à appréhender. Le référentiel taxonomique suivi est la version la plus récente de TaxRef (version 14 actuellement (GARGOMINY *et al.*, 2015). Concernant les végétations, leur identification se base sur le catalogue des végétations de Nouvelle-Aquitaine (Lafon *et al.*, 2020), avec l'aide de la synthèse sur les végétations des lagunes et étangs arrière-littoraux (Lafon et Le Fouler, 2019).

### Matériel nécessaire

Pour la mise en place et la lecture des végétations rivulaires des étangs arrière-littoraux, le matériel requis est le suivant :

- 2 piquets en bois imputrescible (ex : robinier) pour servir de repères permanents ;

- Piquets en bois fin (6 minimum) pour servir de repère temporaire lors de la lecture ;
- Cordes tressées ou rubalise (150 m minimum) ;
- 1 quadrat de 16 m<sup>2</sup> matérialisée par des cordeaux. Avec l'habitude, il n'est pas nécessaire de matérialiser physiquement ce quadrat ; le repérage dans l'espace pouvant se faire à partir du décimètre ;
- Quadrat élémentaire en PVC ou bois (1m de côté) ;
- Décimètre(s) (50 m minimum) ;
- Appareil GPS (GPS submétrique si possible) ;
- Masse et marteau ;
- Aquascope ;
- Appareil photo ;
- Scie égoïne (pour l'ajustement de la hauteur des piquets fixes après lecture) ;
- Poches et flacons pour prélèvements des échantillons.

### 13.5 Périodes de suivi et délais entre campagnes de relevés

Les végétations des rives d'étangs connaissent leur optimum phénologique assez tardivement entre début août et mi-septembre ; c'est-à-dire la période durant laquelle la majorité du cortège floristique est au stade de floraison. Afin de noter et pouvoir identifier le maximum d'espèces, les inventaires et suivis doivent s'effectuer durant cette période (VANDEN BERGHEN, 1964 ; VANDEN BERGHEN, 1968 ; VANDEN BERGHEN, 1969 ; VANDEN BERGHEN, 1971 ; LE FOULER, 2012). En cas d'année particulièrement sèche avec des précipitations faibles durant l'hiver et le printemps précédent, une lecture dès le mois de juillet est envisageable.

Une seule campagne de relevés est réalisée pour chaque année de suivi. En effet, la quasi-totalité du cortège floristique des rives d'étangs étant observable dans le cas d'une lecture pendant la période phénologique optimale, la réalisation de plusieurs campagnes n'offre qu'un intérêt limité.

Comme pour les lagunes, les végétations des rives d'étangs et leur agencement résultent d'un blocage dû à la période d'immersion prolongée. Par définition, elles sont donc très peu dynamiques en absence de perturbations d'origine anthropiques directes (marnage important, eutrophisation). Néanmoins, elles pourraient être impactées en cas d'aléas climatiques extrêmes (forte sécheresse, canicule etc.) répétés plusieurs années de suite (obs. CBNSA) et des modifications de cortèges pourraient intervenir à une échelle de temps assez courte (3 à 10 ans). Un délai entre campagnes de 6 ans offre un bon compromis et permet une synergie avec le rapportage national sur l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires qui doit avoir lieu tous les 6 ans.

### 13.6 Fiche de relevés

Pour le suivi des communautés rivulaires d'étangs, une fiche de relevés listant l'ensemble des paramètres et informations à relever a été élaborée. La première version est présentée en annexe (Annexe 21).



**PARTIE IV.**  
**INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS**







## Chapitre 14. Communautés végétales de forêts à Hêtre de plaines

**Auteurs :** Kévin Romeyer, Anna Hover, **Contributeurs :** Laurent Chabrol, Isabelle Charissou, Emmanuel Corcket, Pierre Lafon, Grégory Caze

---

Le Hêtre (*Fagus sylvatica*) et son cortège d'espèces typiques se développent préférentiellement sous un climat tempéré bien arrosé et dont les températures restent assez fraîches (Dumé et al., 2018 ; Rameau et al., 1993). Cela correspond, en France, aux zones montagneuses et au nord et à l'est du pays (Fig. 63). Les forêts à Hêtre de plaines trouvent donc leur limite sud-occidentale d'aire de répartition en Nouvelle-Aquitaine et forment ainsi des habitats intéressants à suivre par rapport aux changements climatiques car particulièrement sensibles à des épisodes de sécheresses et de canicules plus intenses (LEBOURGEOIS et al., 2005 ; PIEDALLU et al., 2009 ; MARAGE & GÉGOUT, 2010 ; BERTRAND, 2012). Le climat régional évoluant notamment vers des étés plus chauds, plus longs et plus secs (Acclimaterra, 2018) impacterait donc directement ces forêts déjà relictuelles.

L'étude et le suivi des communautés végétales de ces forêts à Hêtre dans le contexte des changements climatiques découlent de leur sensibilité face à ces changements, se traduisant par des dépérissements accrus, une baisse voire une absence de régénération du Hêtre, une contraction et une fragmentation de leur niche climatique ainsi qu'un remplacement d'espèces (BERTRAND, 2012) au profit de végétations forestières plus sèches et plus thermophiles.

Pour identifier et mesurer les effets du changement climatique sur ces végétations, l'objectif est de suivre dans le temps et dans l'espace : 1- leur composition floristique (diversité spécifique, cortèges indicateurs, spectre chorologique) ; 2- leur structure (dominance et fréquence relative des espèces) ; 3- leur régénération (densité des semis, mortalité) et 4- les paramètres pédologiques influençant le développement des espèces (pH, nutriments disponibles).

Suite à une étude préliminaire sur l'état des connaissances sur les communautés végétales de forêts à Hêtre de Nouvelle-Aquitaine et des tests sur le terrain pour mettre en œuvre leur suivi en 2017 et 2018, la mise en place des dispositifs et une première lecture ont été réalisées sur un lot de 16 placettes (Romeyer et al., 2021). Le travail mené permet de définir un état de référence sur ces placettes et d'établir des protocoles robustes.



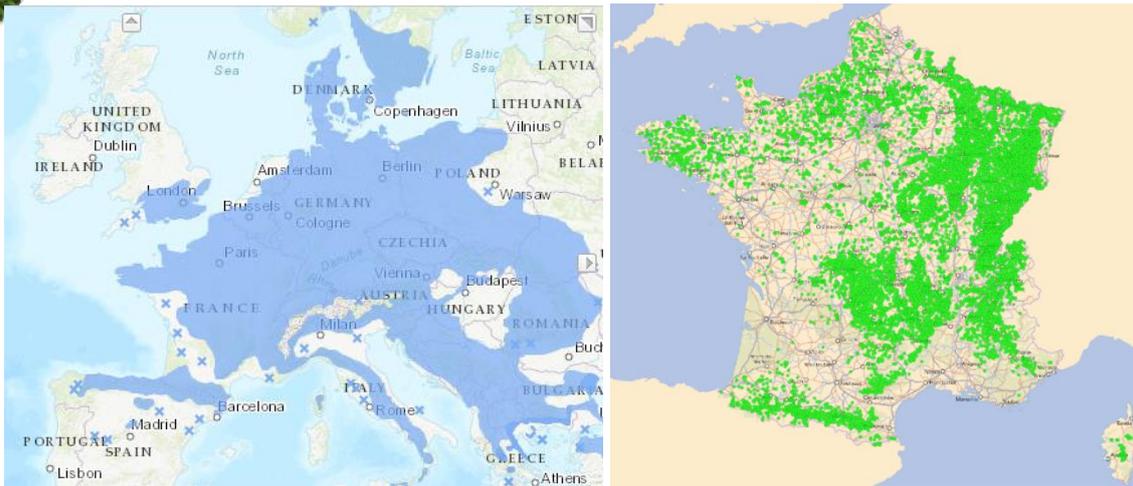


Fig. 63. Répartition du Hêtre (*Fagus sylvatica*) en Europe (à gauche) et en France (à droite) (Sources : euforgen.org et IGN, 2020)

## 14.1 Sélection des sites

En Nouvelle-Aquitaine, le Hêtre est assez fréquent dans les secteurs faiblement arides, sous climat tempéré et/ou à précipitations importantes telles que le Limousin ou le piémont pyrénéen. Il est en revanche nettement plus dispersé dans le cœur du bassin aquitain (Fig. 64). Au sein de cette zone de plaine, il forme rarement des peuplements étendus et bien structurés (LAPRAZ, 1963 ; ROISIN, 1967 ; BESANÇON *et al.*, 1971 ; COMPS *et al.*, 1980a ; COMPS *et al.*, 1980b ; SAVOIE, 1982 ; BOTINEAU *et al.*, 1985 ; COMPS *et al.*, 1986 ; E SILVA, 2010 ; RENAUX *et al.*, 2015)). De tels peuplements ne se retrouvent qu'à la faveur de conditions locales favorables : températures tamponnées et humidité atmosphérique importante.

L'identification des sites de suivi favorables s'appuie essentiellement sur les zones de présence du Hêtre renseignées dans l'Observatoire de la Biodiversité Végétale de Nouvelle-Aquitaine (OBV atlas en ligne : *obv-na.fr*) et la connaissance de terrain des partenaires et gestionnaires. L'étude de la bibliographie (LAPRAZ, 1963 ; ROISIN, 1967 ; BESANÇON *et al.*, 1971 ; COMPS *et al.*, 1980a ; COMPS *et al.*, 1980b ; SAVOIE, 1982 ; BOTINEAU *et al.*, 1985 ; COMPS *et al.*, 1986 ; E SILVA, 2010 ; RENAUX *et al.*, 2015) a permis de connaître l'état des différentes communautés présentes ou potentielles ainsi que leur répartition respective. Ces 2 approches ont permis de dégager des secteurs d'intérêt.

En complément, une vaste étude typologique des communautés forestières à Hêtre du bassin aquitain a été réalisée (Romeyer *et al.*, 2021). Ce travail a contribué d'une part à identifier des sites potentiels pour la mise en place de dispositifs ; et d'autre part à mieux comprendre la variabilité écologique et floristique de ces forêts.

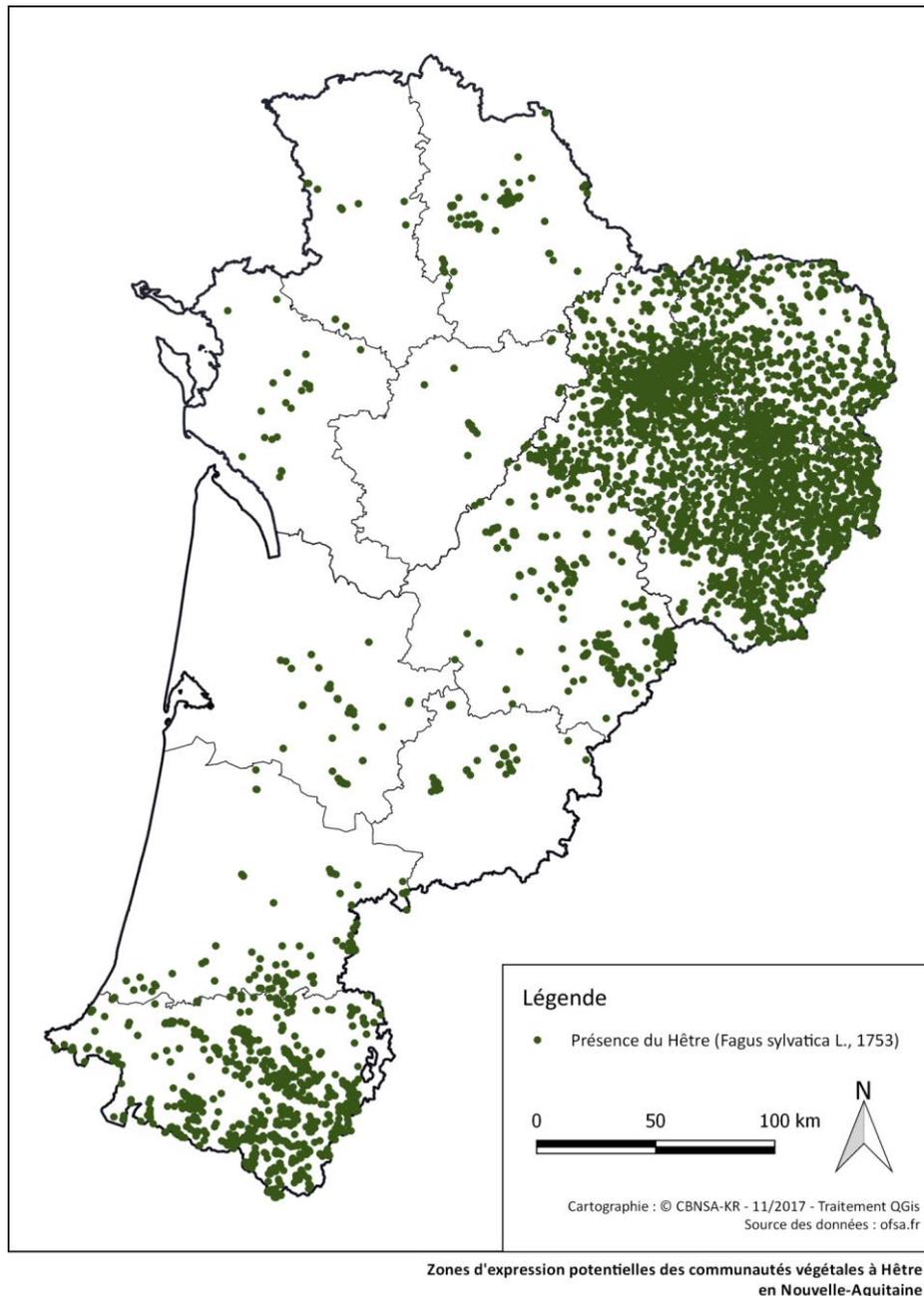


Fig. 64. Situation géographique des zones d'expression des communautés végétales de forêt à Hêtre en Nouvelle-Aquitaine.

Ainsi, les placettes échantillonnées concernent les quatre types de communautés végétales à Hêtre présentes en plaines de Nouvelle-Aquitaine :

- hêtraies-chênaies mésoxérophiles calcicoles collinéennes à montagnardes (*Cephalanthero damasonii-Fagion sylvaticae*) ;
- hêtraies-chênaies-charmaies mésophiles acidiclives à calcicoles planitiaires à collinéennes (*Carpino betuli-Fagion sylvaticae*) ;
- hêtraies-chênaies mésophiles acidiphiles mésothermes collinéennes sous climat atlantique humide (*Quercion roboris*) ;
- forêts mésophiles acidiphiles planitiaires à collinéennes thermo-atlantiques (*Quercion pyrenaicae*).



En plus de la communauté végétale, la localisation des sites a cherché à répondre aux critères suivants :

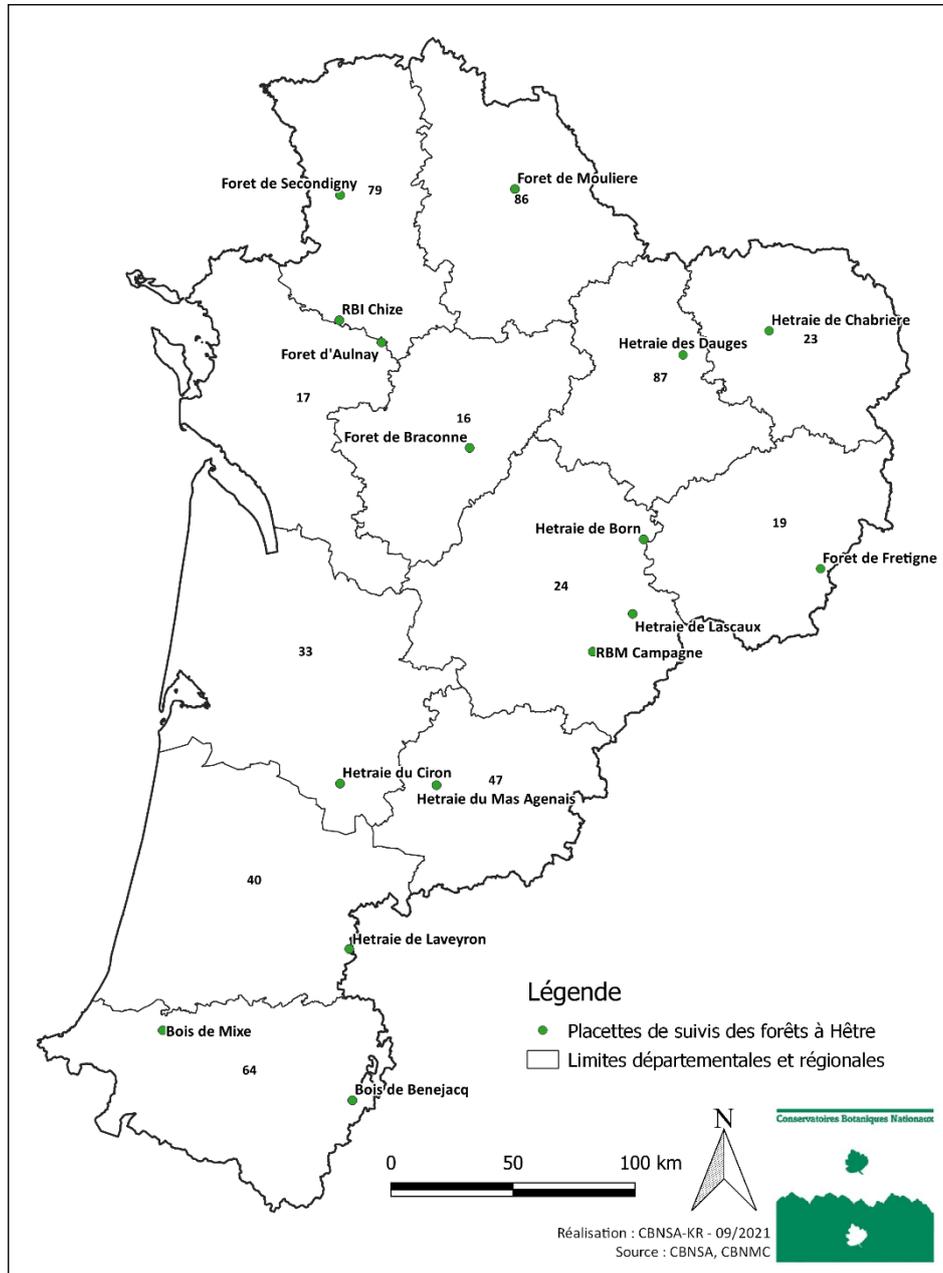
- massif forestier d'une surface supérieure à 3 ha et non fragmenté ;
- station écologiquement, floristiquement et physionomiquement homogène sur au moins 3000 m<sup>2</sup> ;
- statut foncier assurant la pérennité des dispositifs de suivi ainsi que le droit d'accès et d'instrumentalisation ;
- Hêtre présent en forte proportion dans la strate arborée (recouvrement > 35%) et présent dans différentes classes d'âge ;
- cortège floristique de la hêtraie (soit les espèces diagnostiques du *Quercion roboris*, *Carpino betuli-Fagion sylvaticae*, *Fagion sylvaticae* ou *Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae*) bien représenté et estimé en bon état de conservation ;
- peuplement répondant positivement à des critères de naturalité (présence de gros bois, de bois morts, d'espèces de forêts anciennes, sous-bois spontané, etc.) ;
- essences exotiques absentes ou marginales ;
- effet de lisière limité (zone tampon de 20 à 50m) ;
- influence anthropique limitée (absence de travaux forestiers prévus dans l'aménagement, fréquentation du public modérée ou faible, absence de traces d'eutrophisation) ;
- répartition de manière homogène sur l'ensemble de la région (hors secteurs montagnards) ;
- comparaisons possibles avec des données issues d'autres protocoles (vallée du Ciron et suivis Renecofor).

Malgré leur vulnérabilité supposée aux évolutions climatiques (LEBOURGEOIS *et al.*, 2005 ; PIEDALLU *et al.*, 2009 ; MARAGE & GÉGOUT, 2010 ; BERTRAND, 2012), il n'existe pas de réseau de suivis fins des forêts à Hêtre en Nouvelle-Aquitaine, en dehors d'une veille en forêts publiques (domaniales ou communales) par l'Office National des Forêts. En 2016, un programme de recherche-action multi-partenarial (pilote par le laboratoire BIOGECO de l'Université de Bordeaux) sur la hêtraie relictuelle de la vallée du Ciron (Bernos-Beaulac, Gironde) a débuté, visant à mieux comprendre les caractéristiques écologiques d'établissement et de maintien de cette population originale de Hêtre datée de 40 000 ans (LAFONTAINE *et al.*, 2014). Dans ce cadre, un suivi du peuplement forestier (croissance, phénologie, fructification) et des conditions météorologiques (humidité / température) ainsi qu'un suivi floristique et phytocoenotique sont réalisés. Par ailleurs, deux hêtraies (à Ancé dans le piémont pyrénéen et en forêt de Moulière dans le Poitou) font l'objet d'un suivi depuis 1995 dans le cadre de RENECOFOR (REseau National de suivi des ECOSystèmes FORestiers) (ULRICH, 1995) qui compte 102 placettes à travers la France. Ce réseau national piloté par l'ONF et co-animé par plusieurs laboratoires de recherche et autres structures (BIOGECO, LECA, INRA Nancy, CEMAGREF, CBNMC, bureaux d'études, etc.) s'est construit dans l'objectif d'assurer un suivi floristique des forêts françaises en tenant compte de la diversité de ces dernières (ARCHAUX *et al.*, 2009). Les axes du suivi des 102 placettes du réseau concernent 1- l'évolution de la flore en lien avec les évolutions des peuplements (tempêtes, coupes) et des retombées atmosphériques ; 2- la comparaison entre sous-placettes encloses et non encloses en lien avec la pression d'herbivorie et 3- les fluctuations annuelles de la flore en lien avec le climat. L'ensemble des placettes est relu *a minima* tous les 5 ans et quelques-unes font l'objet de suivis annuels pour certains paramètres (ARCHAUX *et al.*, 2009 ; ULRICH & CECCHINI, 2009).



## 14.2 Description des sites choisis

Seize parcelles de forêts à Hêtre ont été équipées à travers la Nouvelle-Aquitaine (Fig. 65), avec pour objectif de couvrir la diversité des types de hêtraies de plaine dans la région.



Localisation des placettes de suivis des forêts à Hêtre en Nouvelle-Aquitaine en 2021

Fig. 65. Réseau de placettes de suivi des forêts à Hêtre de plaine en Nouvelle-Aquitaine dans le cadre du programme « les Sentinelles du climat »

### Remarque :

Comme mentionné précédemment, deux placettes de suivi RENECOFOR portent sur des hêtraies planitiaires ou collinéennes en Nouvelle-Aquitaine : une en forêt d'Ancé (au sud-ouest d'Oloron Sainte-Marie dans les Pyrénées Atlantiques, à 450 m d'altitude) et une en forêt de Moulière (sur le même massif forestier que notre placette de suivi). Pour ces deux sites, les résultats de suivis pourront être comparés avec ceux du programme « les Sentinelles du Climat ».

### 14.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Le suivi des forêts à Hêtre, en lien avec les évolutions climatiques dans le cadre du programme les sentinelles du climat, reprend les mêmes principes d'échantillonnage que pour les suivis du réseau RENECOFOR (ULRICH, 1995) avec quelques ajustements. L'objectif est ici d'assurer la compatibilité des protocoles et des données collectées entre ces 2 programmes de suivis.

Ces forêts étant généralement homogènes au niveau topographique, c'est un système d'échelles emboîtées qui est utilisé car permettant une vision représentative des sites du point de vue floristique et fonctionnelle :

- échelle du complexe forestier par une placette d'environ 60 mètres de côté (2500 à 3000 m<sup>2</sup> minimum) ;
- échelle de la communauté végétale par 4 bandes de 50 mètres de long et 2 mètres de large (100 m<sup>2</sup> chacune, 400 m<sup>2</sup> au total).

Le positionnement d'une placette forestière est défini après visite d'un site et identification des zones où la communauté à Hêtre est bien représentée et estimée en bon état de conservation. Cette placette doit être écologiquement, floristiquement et physiologiquement homogène, placée de manière à éviter les effets de lisières avec les communautés végétales adjacentes ou des zones perturbées (bords de chemin, talus routier). Elle prend la forme théorique d'un carré de 60 m de côté mais la configuration est variable selon les sites (Fig. 66). Le périmètre est matérialisé sur le terrain par un marquage des arbres avec un symbole propre aux volontés du gestionnaire du site.

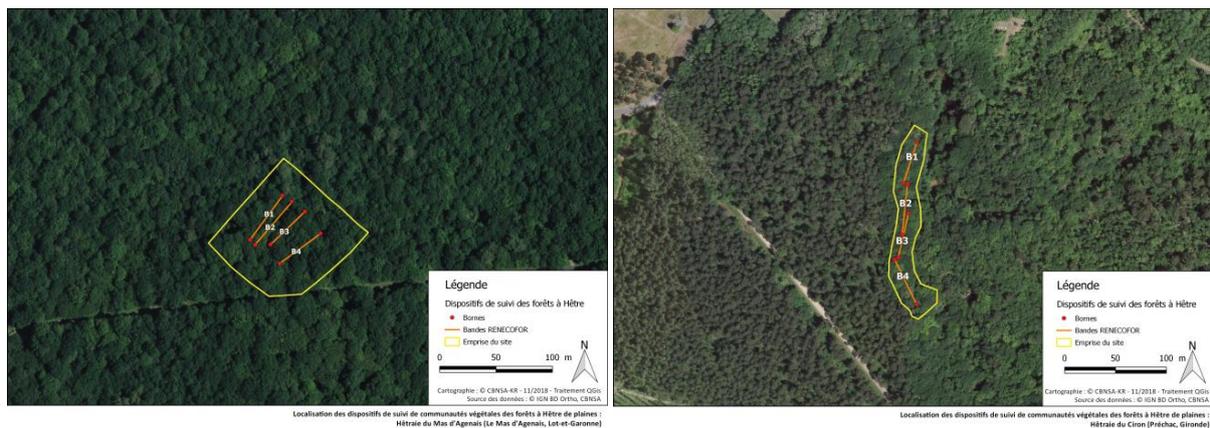


Fig. 66. Configurations possibles des bandes de suivi

L'aire minimale pour l'étude des communautés forestières étant estimée de 500 à 2000m<sup>2</sup> selon les auteurs et le type de forêt (BOUZILLÉ, 2007 ; ROYER, 2009), la surface totale de 400 m<sup>2</sup> des bandes apparaît quelque peu limité mais cela peut être pallié par l'utilisation complémentaire des données collectées sur la placette forestière.

Au sein de la placette forestière, quatre bandes de 100 m<sup>2</sup> (2m x 50m) sont disposées. Elles sont placées différemment suivant la microtopographie et les obstacles du site mais ne se recoupent jamais (Fig. 66, Fig. 67 et Fig. 70). Chaque bande est matérialisée par deux bornes de géomètres aux extrémités. Les arbres les plus proches des bornes sont marqués d'une croix indiquant la direction de la borne. La couleur utilisée est définie par le gestionnaire pour ne pas entrer en conflit avec d'autres types de marquage. Un détecteur de métaux peut également être utilisé pour retrouver les bornes.



Pour tirer les décimètres entre les bornes et matérialiser chaque bande, des photos ont été prises à intervalles réguliers le long des bandes (avec indication du sens d'observation), afin de bien visualiser le tracé du décimètre dans le sous-bois.

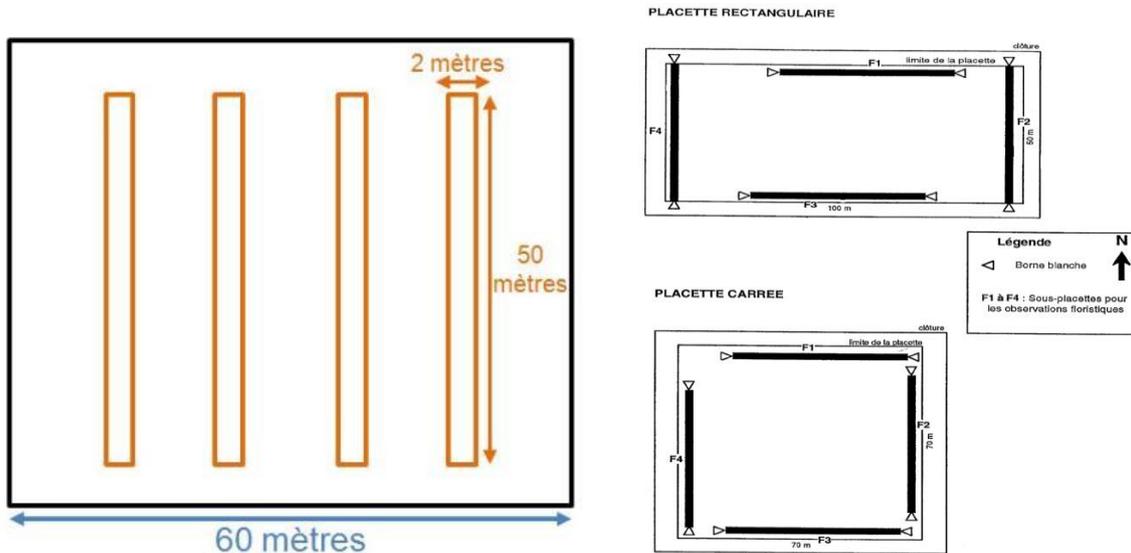


Fig. 67. Schémas d'organisation possible des bandes au sein de la placette forestière (schéma de droite d'après Ulrich et Cecchini, (2009)).

La durée de mise en place et de relocalisation des bandes sur une placette forestière est estimée autour de 30 minutes.

#### 14.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces et des communautés végétales

Sur ces unités d'échantillonnage, des données sont récoltées sur les paramètres floristiques et dendrologiques d'une part, et pédologiques d'autres part. Une station météo HOBO est installé par ailleurs pour relever les paramètres microclimatiques.

##### Données floristiques et dendrologiques

###### Echelle de la placette forestière :

- ✓ Relevé phytosociologique : inventaire exhaustif de la flore avec attribution de coefficients d'abondance-dominance par espèce et par strate ;
- ✓ Inventaire exhaustif de la bryoflore (terricole, corticole et saxicole) ;
- ✓ Evaluation de la surface terrière : trois mesures prises en différents endroits du site, à l'aide de l'application « MOTI », le facteur de surface terrière a été invariablement fixé à 2. Une moyenne est obtenue à l'issue des trois mesures ;
- ✓ Hauteur de peuplement à l'aide d'un télémètre laser.

###### Sur chacune des quatre bandes de suivi :

Sur la surface de 100 m<sup>2</sup> (50 m x 2 m) de chacune des bandes :

- ✓ Relevé exhaustif de la flore et bryoflore, avec attribution d'un coefficient d'abondance-dominance à chaque espèce (sauf bryoflore uniquement présence/absence). Les arbres et arbustes dont les houppiers viennent sur la bande, même si leur pied est en dehors de la placette, sont pris en compte. Le pourcentage de recouvrement et la hauteur moyenne de chaque strate (strates bryophytique, herbacée, arbustive, arborée) sont également relevés.

- ✓ Inventaire de la régénération, différenciée par essence (dryades uniquement : *Fagus sylvatica*, *Quercus div. sp.*, *Carpinus betulus*) et par classe d'âge (semis avec présence des cotylédons, 1-10 cm, 11-30 cm, 31-200 cm, 200-700 cm). Cette dernière classe d'âge concerne les arbustes (entre 2 et 7 m) dont le pied est inclus dans la bande de 100 m<sup>2</sup>. Le dénombrement de la régénération est réalisé par comptage direct si elle est faible, ou par classes d'effectifs (1-10, 10-50, 50-100, 100-500, 500-1000, >1000) si elle est importante. **Pour le Hêtre, le dénombrement sera précis jusqu'à 100 pieds**, Pour le Charme et les chênes, les catégories d'effectifs peuvent être utilisées dès les premiers individus.

Le long des 50 m de chaque bande de suivi :

- ✓ Relevé floristique par point-contacts pour estimer la fréquence de chaque espèce de façon objective et apprécier la structuration du sous-bois.

Pour cela, une tige de 1 mètre de hauteur, et d'environ 1 cm de diamètre, est posée tous les 25 cm à l'aplomb d'un décamètre tendu au centre de la bande de suivi, entre les deux bornes fixes distantes de 50 m (voir Fig. 68 ci-dessous). La flore en contact avec cette tige est relevée (inclusion des espèces dans un rayon de 1 cm maximum autour de la tige). Chaque espèce de la flore vasculaire est identifiée et comptée une seule fois, même si elle est plusieurs fois en contact avec la tige. Les arbres et arbustes de plus de 1 mètre de hauteur, dont les branches ou troncs viennent toucher la tige, sont également pris en compte. Les bryophytes sont relevées uniquement en présence-absence et sans identification à l'espèce (contrairement aux relevés sur les 100 m<sup>2</sup> de la bande). Si aucune plante ne touche la tige nous indiquons si elle est en contact avec de la litière ou du sol nu.

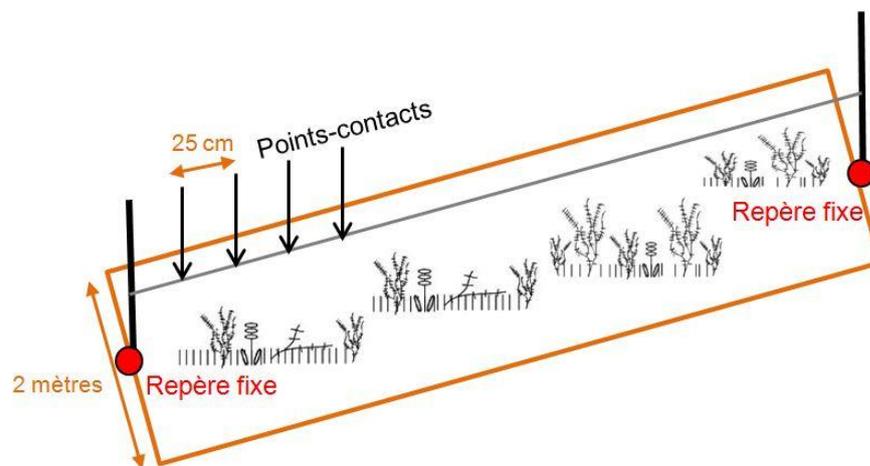


Fig. 68. Schéma de l'échantillonnage par point-contact sur une bande de 100 m<sup>2</sup>

*Cas particuliers :*

- les parties mortes du végétal en contact avec la tige ne comptent pas ;
- les arbres supérieurs à 2 mètres de hauteur comptent si la tige touche le tronc ou sa base, ou une branche basse ;
- en cas de forte pente, la tige est positionnée perpendiculairement au mètre ruban, et non à la pente.

Une bande de point-contacts correspond à **199 mesures**. Les points 0 et 50 m correspondent à l'emplacement des bornes de géomètres et non à une observation floristique. Celles-ci vont donc du point 0.25 m à 49.75 m (compris).



Le pas utilisé pour les mesures de point-contacts a été étudié dans l'objectif d'être utilisable sur différents types de hêtraies et pour ne pas consacrer plus de temps que nécessaire à ces mesures (Romeyer *et al.*, 2018 *in* Mallard). Des Diagrammes Rang/Fréquence (DRF) ont été réalisés pour déterminer l'impact d'une variation de pas d'échantillonnage sur les résultats. Le pas de 25 cm entre point-contacts a finalement été retenu.

La durée totale de lecture des 4 bandes et de la placette peut être estimée autour de 5h (environ 1h à 1h30 par bande). La présence de deux observateurs est recommandée.

### Données pédologiques

Les suivis pédologiques visent à caractériser le type de sol, son fonctionnement et ses principales caractéristiques physico-chimiques. Pour cela, deux types d'échantillonnage de sol sont effectués, permettant de donner des informations pédologiques complémentaires. :

- ✓ Échantillonnage stationnel par horizon, visant à donner le contexte édaphique général sur la station :  
Un point de prélèvement est déterminé au centre de la station, sur lequel est réalisé une fosse pédologique, fosse carrée de 40 à 50 cm de côté et de 30 à 40 cm de profondeur, complétée par un carottage à la tarière jusqu'à atteindre 1,20 m. Chaque changement d'horizon fait l'objet d'un prélèvement de sol (autant d'échantillons récoltés que d'horizons).
- ✓ Échantillonnage composite, permettant de suivre plus précisément les variations temporelles édaphiques superficielles, en relation avec le suivi de la végétation :  
Trois points de carottage sont réalisés à la tarière autour d'une des quatre bandes de suivi (Fig. 69). Chaque carottage est réalisé sur une profondeur de 5 à 25 cm, sous humus décapé. Les trois échantillons de sol, récoltés dans chaque carottage, sont ensuite mélangés pour créer un échantillon composite, représentatif des conditions édaphiques de la placette.

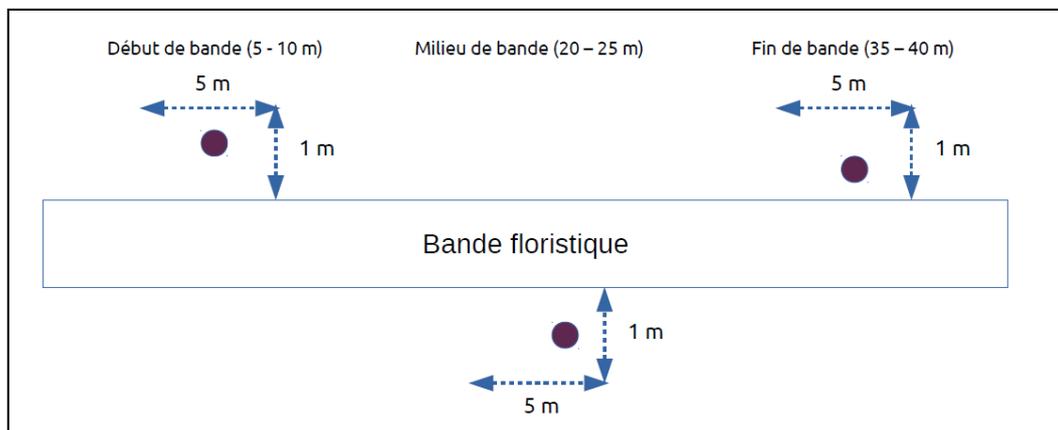


Fig. 69. Zones de prélèvements d'échantillons composites de sol autour d'une des bandes de suivi

Après prélèvement, l'ensemble des échantillons est géré et stocké par l'UMR BIOGECO. Un broyage à moins de 250  $\mu\text{m}$  est effectué. Les mesures physico-chimiques sur les échantillons ont vocation à être réalisées à différents pas de temps : à l'installation du dispositif de suivi (T0) et tous les cinq ans environ pour certains paramètres (Tab. XXXII).

En plus de ces analyses, la fosse fait l'objet d'une description de profil pédologique, afin de caractériser le type de sol et son fonctionnement (Baize et Girard, 2009). La profondeur, la couleur, l'humidité, la pierrosité et les traces d'hydromorphie sont recensées pour chacun des horizons

identifiés. Par ailleurs, le type d'humus est déterminé à l'aide d'une clé des humus issue de l'ouvrage « *L'humus sous toutes ses formes* » (Jabiol *et al.*, 1995).

Tab. XXXII. Tableau récapitulatif des paramètres mesurés et des pas de temps entre mesures

	Echant. stationnels (par horizon)	Echant. composites
Carbonates de calcium (CaCO <sub>3</sub> )	T0	T0
Granulométrie 5 fractions (échant. décarbonatés)	T0	-
Description humus	T0	-
pH	T0+ tous les 5 ans	T0+ tous les 5 ans
Carbone total	T0+ tous les 5 ans	T0+ tous les 5 ans
Carbone organique	T0+ tous les 5 ans	T0+ tous les 5 ans
Matière Organique	T0+ tous les 5 ans	T0+ tous les 5 ans
Azote total	T0+ tous les 5 ans	T0+ tous les 5 ans
Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	T0+ tous les 5 ans	T0+ tous les 5 ans

Les paramètres mesurés au T0 uniquement (à l'installation du dispositif) permettront de déterminer le contexte pédologique lié à la station et pouvant être relié aux communautés végétales associées. Ils pourront faire l'objet de nouvelles mesures à plus long terme pour évaluer leur stabilité, notamment en cas de modifications floristiques significatives.

Les variables pédologiques suivies au cours du temps sont considérées comme potentiellement dépendant directement des changements globaux, et notamment de la pollution liée aux dépôts chimiques atmosphériques qui impacte directement le pH et le rapport C /N du sol par exemple (Stevens *et al.*, 2011). Plus indirectement, les changements climatiques sont susceptibles de provoquer des dynamiques de dépôt et de décomposition de litière qui peuvent influencer la composition chimique du sol, et notamment la dynamique des nutriments (N, P) et donc la composition floristique du sous-bois.

### Matériel nécessaire

Pour la relocalisation et la lecture des dispositifs en place, le matériel suivant est nécessaire :

- 4 décamètres (50 m minimum) ;
- 9 tiges filetées de 1 m (8 pour fixation des décamètres + 1 pour point-contacts) ;
- Détecteur de métaux pour relocalisation des bornes (facultatif) ;
- Tablette tactile avec bordereau point-contacts et application MOTI calibrée intégrés ;
- Télémètre laser ;
- Tarière pour prélèvement d'échantillons composites ;
- Bombes de peintures pour rafraîchissement des marquages ;
- Tasseau de 2 m, avec marquages à 10 cm et 30 cm pour estimation de la régénération ;
- Appareil photo ;
- Marteau ;
- Navette d'enregistrement pour station météo (+ piles de remplacement)



Le dispositif complet de suivi sur une placette forestière est récapitulé dans le schéma ci-dessous (Fig. 70).

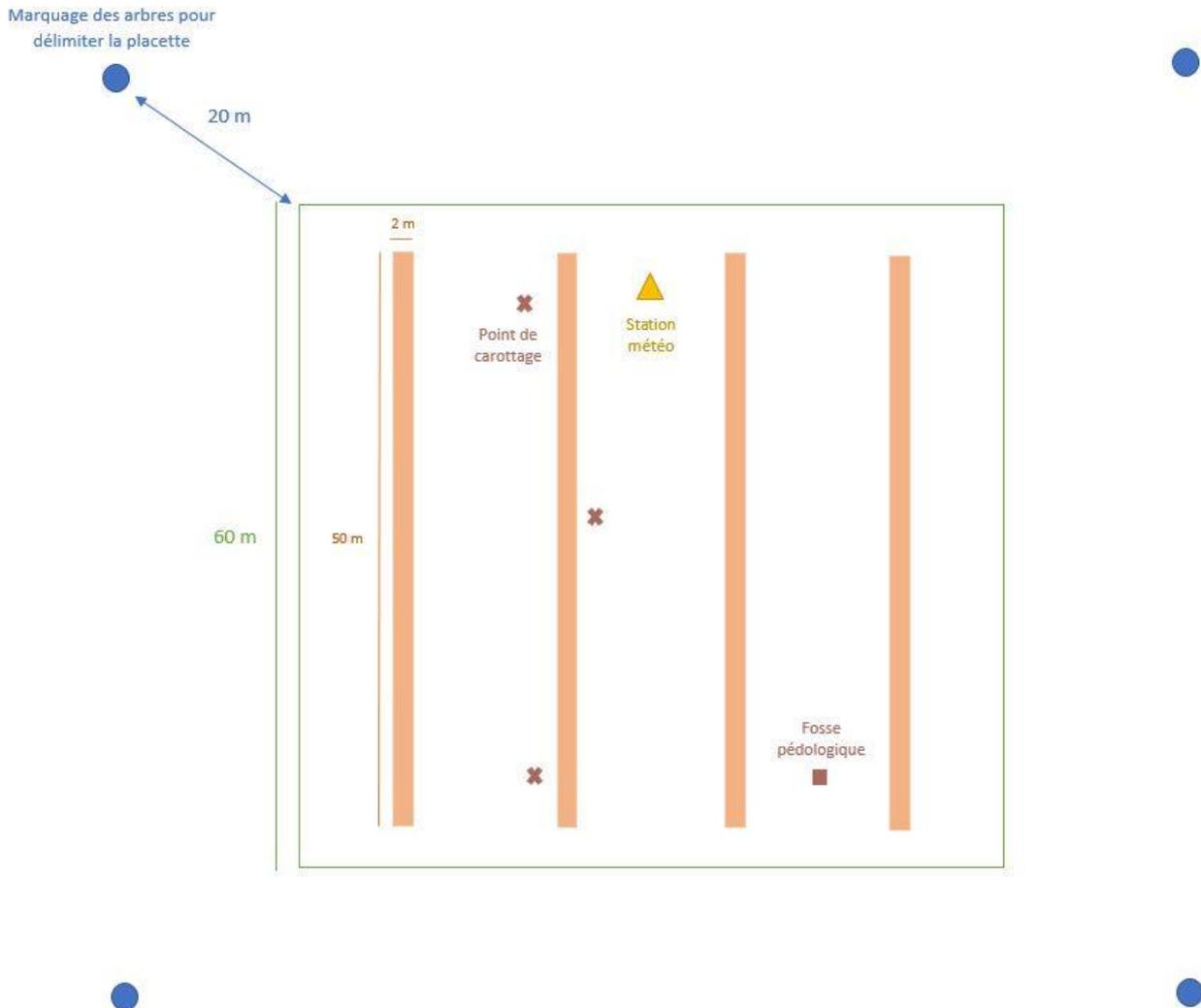


Fig. 70. Schéma récapitulatif du dispositif complet de suivis sur une placette de forêt à Hêtre de plaine

## 14.5 Périodes de suivi et délais entre campagnes de relevés

Afin d'assurer la mise en commun et la comparabilité des résultats, les périodes de suivis sont synchronisées avec les campagnes du programme RENECOFOR (Archaux *et al.*, 2009).

Deux passages par an sont réalisés pour capter l'exhaustivité du cortège floristique et évaluer l'abondance-dominance des espèces au plus près de leur optimum phénologique :

- observations printanières entre le 20 mars et le 15 avril, pouvant être décalées à la période du 1er au 25 avril car la régénération n'est pas toujours identifiable en mars ;
- observations estivales entre le 15 juin et le 15 juillet.

Ces passages sont effectués tous les 5 ans.

Les végétations forestières ayant une inertie importante (Archaux *et al.*, 2009), elles sont par définition stables sans perturbations anthropiques (coupe, débroussaillage du sous-bois) ou aléas climatiques extrêmes (tempête, incendie). Dans le cas du changement climatique avec une modification de conditions hydriques (pluviosité, humidité atmosphérique, sécheresse) et de températures (canicule) (LE TREUT, 2013), elles peuvent pourtant être particulièrement sensibles avec notamment des dépérissements et l'apparition d'une flore plus héliophile et opportuniste. Ainsi, ce délai de 5 ans entre campagnes de suivis apparaît comme un bon compromis.

## 14.6 Fiche de relevés

Pour le suivi sur l'emprise des bandes, la fiche de relevés préconisée est celle employée dans le cadre de RENECOFOR (Annexe 22). Un bordereau ajusté pourra être réalisé afin de faire figurer notamment le comptage de la régénération.

Pour le suivi par point-contacts, un bordereau numérique est développé sous l'application GeoODK. Une version papier serait à intégrer dans le bordereau général ajusté.

**PARTIE V.**  
**INDICATEURS BIOLOGIQUES DES ÉCOSYSTÈMES MONTAGNARDS**







## Chapitre 15. *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) – Apollon et cortège lépidoptérique associé aux pelouses thermophiles montagnardes

**Auteurs :** Mathieu Molières, Fanny Mallard, **Contributeurs :** Emma Valadas, Ludovic Olicard

---

L'Apollon (*Parnassius apollo*, Lepidoptera– Papilionidae) est une espèce emblématique des milieux ouverts montagnards arides et rocaillieux qui se maintient aujourd'hui dans les habitats les plus septentrionaux et à des altitudes élevées (DESCIMON, 1994). Menacée d'extinction, cette espèce est inscrite par l'Union National pour la Conservation de la Nature (UICN) comme vulnérable dans la liste rouge mondiale des espèces menacées, et comme quasi-menacée dans la liste rouge européenne. Elle est protégée au niveau international par la convention de Bern (Annexe II) et la convention de Washington (Annexe A). A l'échelle européenne, elle fait partie de la Directive Habitat–Faune–Flore (Annexe IV) et est protégée en France selon l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007, fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire. En effet, les populations de *P. apollo* ont fortement chuté depuis le XX<sup>ème</sup> siècle (DESCIMON, 1994). Entre 1974 et 1999 en Europe, cette espèce s'est éteinte en République Tchèque, en Biélorussie et en Lettonie. Parallèlement, une diminution des populations de plus de 50% était observée dans cinq autres pays européens : Autriche, Allemagne, Roumanie, Pologne et Ukraine (WARREN & SWAAY, 1999). En France, cette espèce s'est éteinte dans les Vosges en 1976. Dans le Massif central, où elle était présente sur une très large gamme d'altitude, ses populations ont chuté drastiquement. Elle est également en forte régression dans les pré-Alpes du nord et le Jura (DESCIMON, 1994). Dans le sud de la France, les populations les plus basses en altitude (< 850 m) se sont éteintes depuis les années 70 (DESCIMON *et al.*, 2005). Si le changement d'occupation du sol, depuis l'ère industrielle, pourrait expliquer en partie l'extinction massive de *P. apollo* à basse altitude, la réduction des populations observée également en milieu montagnard, pourrait être due à d'autres facteurs, provoqués par le changement climatique. En effet, *P. apollo*, comme la plupart des insectes, est un organisme poïkilothermique (STEFANESCU *et al.*, 2003), son cycle biologique (durée de développement, émergence après diapause hivernale, etc.) est donc directement lié à la température (BALE *et al.*, 2002).

Si les facteurs climatiques touchent directement les insectes ou indirectement leurs ressources trophiques (TURNER *et al.*, 1987 ; KERR *et al.*, 1998 ; MENÉNDEZ *et al.*, 2007), la diversité des habitats influence également la dynamique de population des lépidoptères (KERR *et al.*, 2001). La structure du paysage, la gestion des habitats et la disponibilité des ressources (plantes nectarifères et plantes-hôtes) sont de ce fait importantes à prendre en compte (WEIBULL *et al.*, 2000 ; KRAUSS *et al.*, 2003 ; KUUSSAARI *et al.*, 2007). Avoir connaissance de ces facteurs permettrait de différencier les facteurs écologiques locaux, des facteurs induits par le changement climatique. Bien que *P. apollo* fasse l'objet de diverses études, notamment concernant sa dynamique de population face au changement climatique (ASHTON *et al.*, 2009) ou par rapport à la disponibilité des ressources et la structuration spatiale de son habitat (dans les Alpes et le Massif central (DESCIMON, 1994); en Europe du nord (BROMMER & FRED, 1999 ; FRED *et al.*, 2006); en Europe centrale (NAKONIECZNY & KEDZIORSKI, 2005); en centre Espagne (WILSON *et al.*, 2015)), à notre connaissance, aucune étude n'existe aujourd'hui sur sa répartition et ses préférences écologiques dans les Pyrénées. En 2017, une étude spécifique a été menée sur *P. apollo*. Les objectifs de cette étude étaient de caractériser les préférences écologiques, l'habitat de l'espèce dans les montagnes béarnaises où aucune étude n'a été menée à notre



connaissance. La mise en place du suivi se base sur cette étude préalable dans l'objectif de mieux connaître l'écologie de cet indicateur sur le territoire, et de cibler les zones les plus pertinentes à échantillonner pour le suivi à long terme.

Cette espèce a fait l'objet de diverses études concernant sa dynamique de population face au changement climatique (ASHTON *et al.*, 2009) : en génétique de population (MIRA *et al.*, 2017), selon des approches phylogéographiques (TODISCO *et al.*, 2010) ; et également par rapport à la disponibilité des ressources et la structuration spatiale de son habitat (DESCIMON, 1994 ; BROMMER & FRED, 1999 ; NAKONIECZNY & KEDZIORSKI, 2005 ; WILSON *et al.*, 2015) ; en centre Espagne, en Europe du nord (Pologne, Finlande) ainsi que dans les Alpes et le Massif central. *P. apollo* est identifié comme indicateur sentinelles du climat et fait l'objet d'un suivi spécifique dans le cadre du présent programme. Ce suivi inclut également le cortège lépidoptérique associé aux habitats de l'espèce. En effet, les lépidoptères se démarquent comme l'un des groupes indicateurs du changement climatique, étant donné que, d'une part, ils sont poïkilothermes et, d'autre part, ils ont fait l'objet de programmes de surveillances approfondies dans plusieurs pays pendant plusieurs décennies (STEFANESCU *et al.*, 2003). Les lépidoptères disposent d'un cycle de vie très court et largement influencé par les conditions climatiques. La littérature scientifique indique que, parmi les espèces, les papillons sont celles qui ont répondu le plus aux changements climatiques, notamment en modifiant leurs aires de répartition vers le nord ou vers de plus hautes altitudes (WILSON & MACLEAN, 2011). Les hypothèses posées sont les suivantes : il est probable à plus ou moins long terme d'observer des modifications des cortèges avec notamment une raréfaction des espèces montagnardes et une augmentation des espèces « planitiales ». Pour *P. apollo*, la diminution de ses effectifs, voire une disparition des populations isolées de basses altitudes, apparaît très probable, de même qu'une évolution de sa phénologie (sortie plus précoce) et de son écologie (changement de plante hôte). La mise en place de ce suivi sur le long-terme devrait permettre d'obtenir des éléments de réponse à cette probable évolution.

## 15.1 Sélection des sites

Un total de 5 sites à suivre avait initialement été défini. Ce nombre avait été estimé insuffisant par le conseil scientifique du programme (Mallard, 2017). 10 sites ont finalement été sélectionnés pour l'étude en 2017, selon les caractéristiques suivantes :

- présence d'une population de *Parnassius apollo* (observations directes ou données bibliographiques issues de la plate-forme associative faune-aquitaine.org et de données ponctuelles de naturalistes) ;
- site présentant une superficie minimale d'habitats favorables (pelouses caillouteuses thermophiles avec présence de plantes hôtes (*Sedum spp.*, *Sempervivum spp.*) et plantes nectarifères (*Cirsium spp.*, *Scabiosa columbaria*, *Carduus spp.*, etc.), l'objectif étant de placer un ou deux transects ;
- accessibilité de la zone (moins d'une heure de marche pour accéder au site) ;
- obtenir un échantillonnage de sites variés en altitude, exposition et en contexte géographique (piémont, cœur de chaîne, fond de vallée, etc.) ;
- dans la mesure du possible site faisant déjà l'objet d'un suivi dans le cadre du programme les sentinelles du climat (marmottes, , lézards) ont été privilégiés.

Les dix sites apparaissent en vert sur la Fig. 71 (les sites en rouge, issus des prospections réalisées en 2016, n'ont pas été validés).

Sept sont situés en vallée d'Ossau (Lagouare, Sagette, Séous, Soussouéou, Sagette, Soques, Pombie) deux en vallée d'Aspe (Peyrenère, Somport) et un dans la province Basque de la Soule (Bizkarzé) (Fig. 71-Fig. 72).

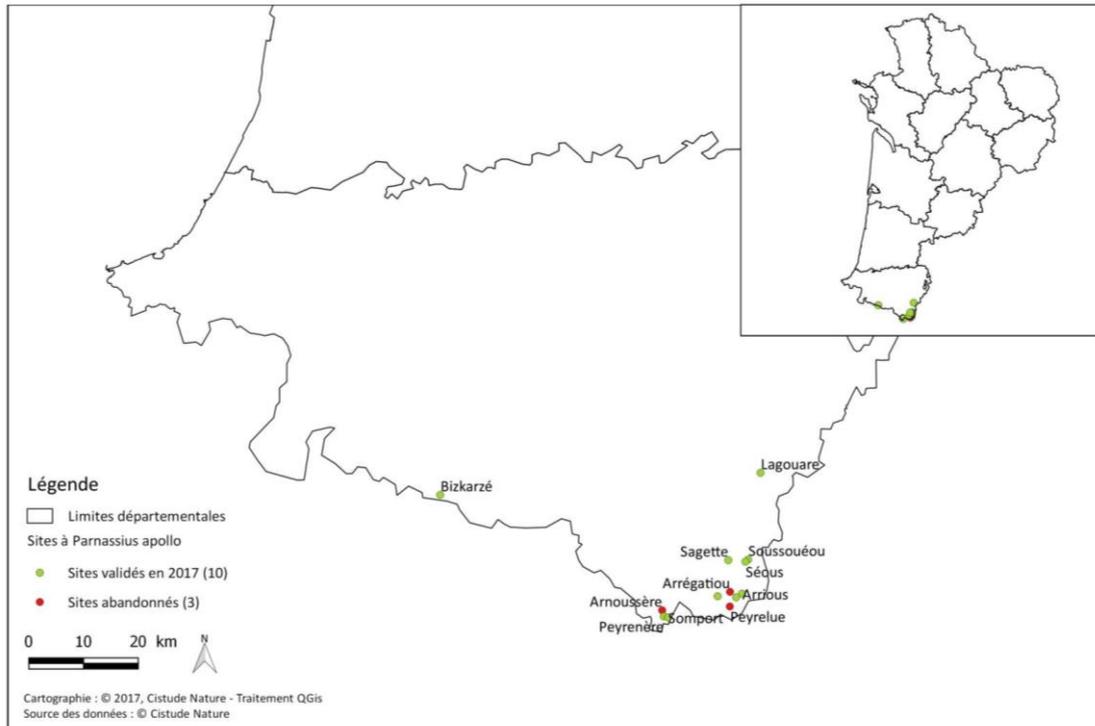
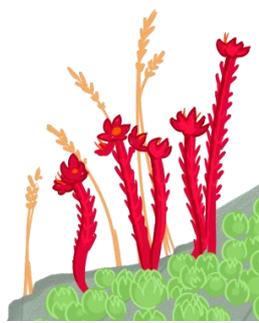


Fig. 71. localisation des sites en Aquitaine



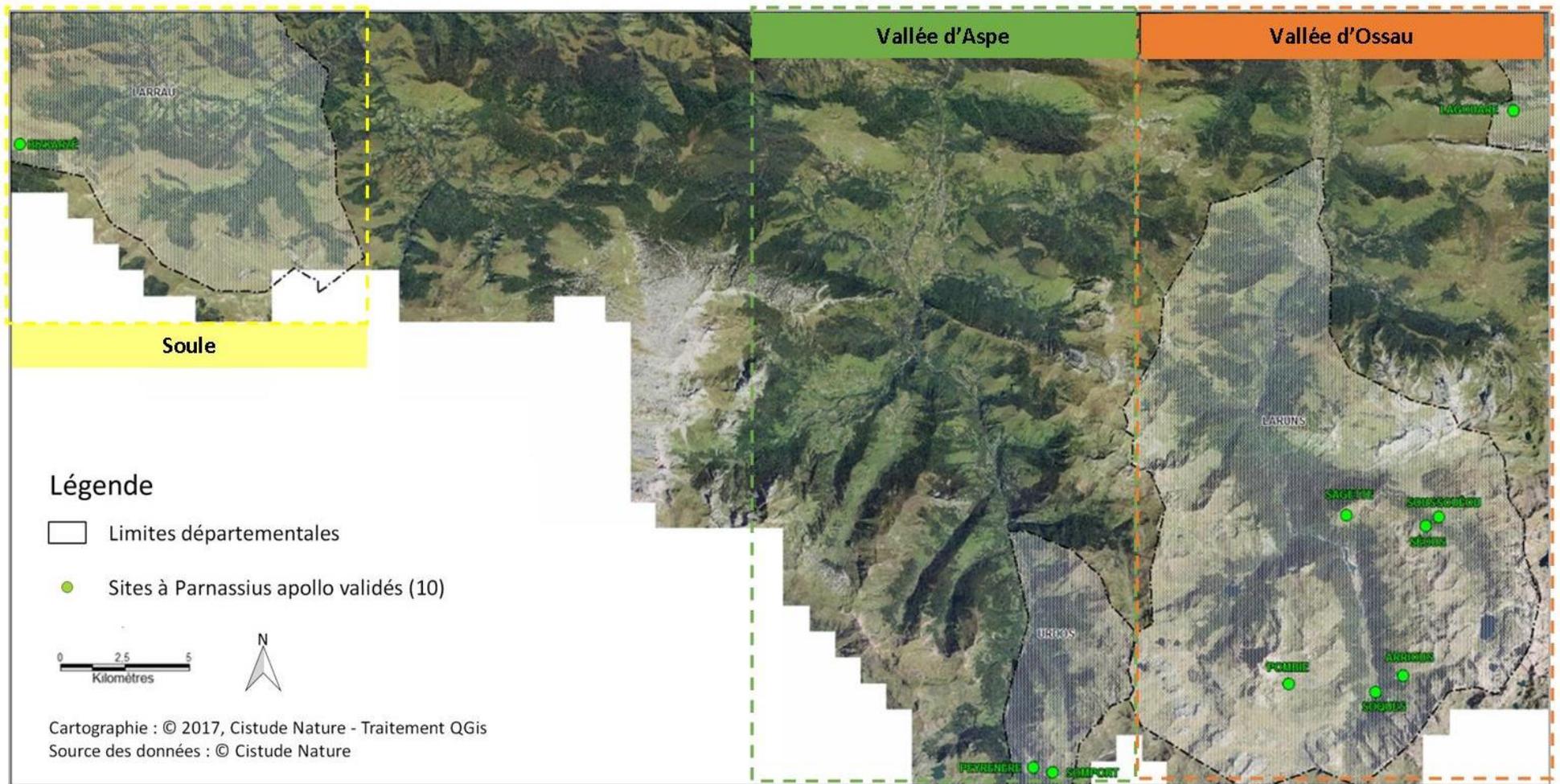


Fig. 72. localisation des sites par vallée.

## 15.2 Description des sites choisis

Sept sont situés en vallée d'Ossau (Lagouare, Sagette, Séous, Soussouéou, Arious, Soques, Pombie) deux en vallée d'Aspe (Peyrenère, Somport) et un dans la province Basque de la Soule (Bizkarzé) (Fig. 73).

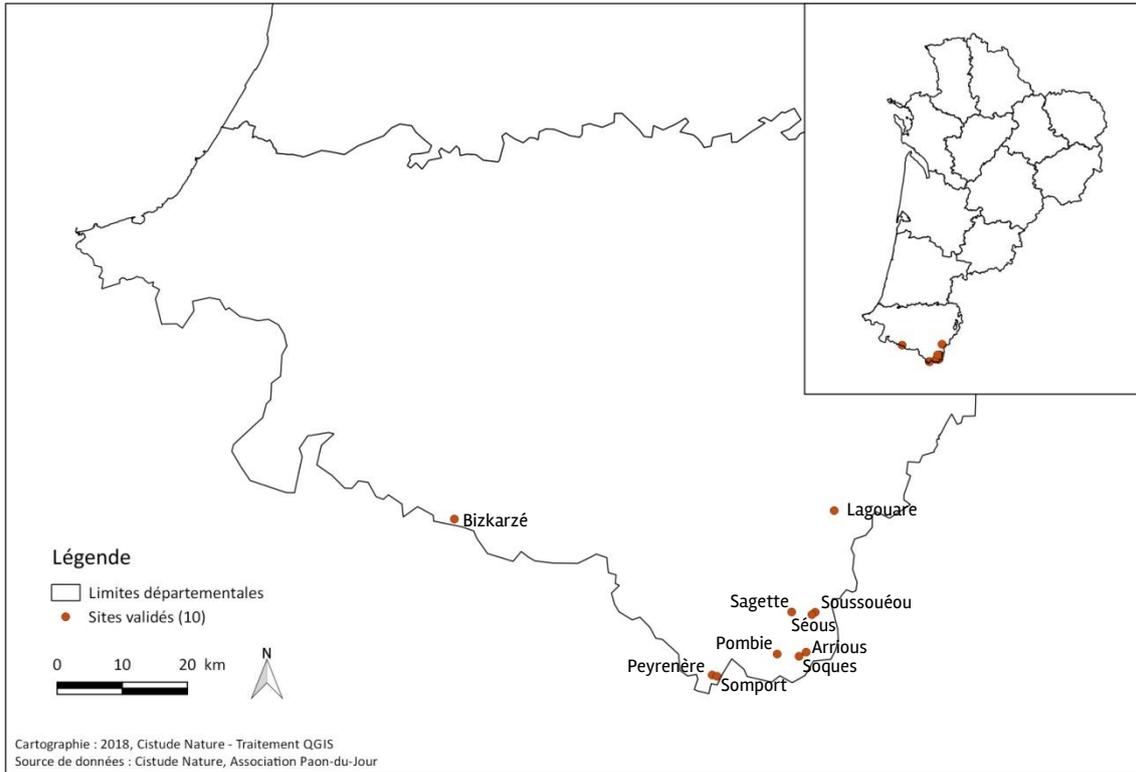
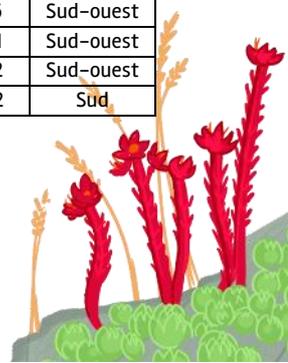


Fig. 73. Situation géographique des sites d'études validés pour le suivi *P. apollo* et cortège lépidoptérique associé.

Leurs caractéristiques sont rappelées dans le tableau qui suit (Tab. XXXIII).

Tab. XXXIII. Caractéristiques des sites et transects de suivis *P. apollo* et cortège lépidoptérique associé.

Vallée	Commune	Nom du site	Numéro transect	Départ (wgs84)		Arrivée (wgs84)		Longueur (m)	Altitude (m)		Exposition dominante
				N	W	N	W		Départ	Arrivée	
Ossau	Louvie-Juzon	Lagouare	1	43,03818	-0,33053	43,038911	-0,3292	150	1433	1428	Sud
			2	43,03779	-0,33029	43,03833	-0,32875	150	1420	1414	Sud
	Laruns	Séous	1	42,89231	-0,36246	42,89266	-0,36417	150	1783	1778	Nord-est
		Soussouéou	1	42,89598	-0,3581	42,89585	-0,35645	150	1445	1444	Nord-est
		Pombie	1	42,8349	-0,42576	42,83612	-0,42518	150	1979	1991	Est
		Arrious	1	42,84016	-0,37134	42,8403	-0,36973	150	1686	1691	Sud
			2	42,83975	-0,37072	42,83946	-0,37183	150	1649	1640	Sud
		Soques	1	42,83299	-0,38434	42,83425	-0,38393	150	1408	1405	Ouest
Sagette	1	42,89466	-0,40232	42,89526	-0,40079	150	1827	1816	Sud-ouest		
Aspe	Urdos	Peyrenère	1	42,80288	-0,54595	42,8021	-0,54462	150	1444	1451	Sud-ouest
		Somport	1	42,8007	-0,53537	42,80122	-0,53694	150	1567	1562	Sud-ouest
Soule	Larrau	Bizkarzé	1	43,00222	-1,04459	43,00199	-1,0428	150	1549	1542	Sud



La surreprésentation de la vallée d'Ossau s'explique par le fait que les populations de *P. apollo* sont beaucoup plus nombreuses dans cette partie des Pyrénées béarnaises, les conditions climatiques (influence atlantique moins marquée) et topographiques (altitudes supérieures) favorisant la présence d'habitats favorables.

Le site de Bizkarzé est, d'après les connaissances actuelles, la station de *P. apollo* la plus occidentale des Pyrénées.

Les expositions dominantes des sites sont variées même si l'exposition sud est logiquement majoritaire, *P. apollo* affectionnant les habitats thermophiles.

La gamme d'altitude varie de 1400 m pour le site le plus bas (Soques) à 2000 m pour le plus élevé (Pombie). Ces altitudes correspondent aux limites altitudinales de sa répartition théorique dans les Pyrénées-occidentales (Gourvil et al., 2016).

Cette variété de localisation, d'exposition et d'altitudes offre un échantillonnage assez représentatif de la plasticité écologique de *P. apollo* et permettra de comparer les réponses de chaque population et du cortège lépidoptérique associé au changement climatique.

### 15.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Deux techniques sont utilisées. Le cortège lépidoptérique de chaque site est étudié par le biais de **transects**, tandis que l'abondance de *P. apollo* est estimée par **point fixe d'observation**. Les méthodes d'échantillonnage sont détaillées ci-dessous.

#### Etude du cortège lépidoptérique

Pour l'étude du cortège lépidoptérique, l'échantillonnage par transect a été privilégié. La méthode s'inspire du protocole STERF (Suivi temporel des rhopalocères de France, Pollard et Yates (1993)). Elle a été adaptée au contexte montagnard (terrain escarpé et densité importante de lépidoptères) en réduisant la longueur du transect à 150 m (MALLARD, 2017b), contre 200 m dans la méthode standardisée.

Un transect a été positionné sur chaque site en fonction de la présence d'habitats favorables à *P. apollo*. Lorsque la superficie d'habitats jugés favorables le permettait un deuxième transect a été positionné comme à Lagouare et Arrious (Tab. XXXIV). Les transects ont été positionnés en suivant au mieux les courbes de niveau (MALLARD, 2017b).

#### Estimation de l'abondance de *P. apollo*

Pour estimer l'abondance de *P. apollo*, des points fixes d'observation ont été positionnés aléatoirement sur chaque site. Cette méthode a été privilégiée car elle s'adapte particulièrement à l'espèce (facilement détectable, population à faible effectif) et à son habitat (terrain escarpé, pelouse rase).

Sur les 5 points d'observation définis lors de l'étude spécifique (MALLARD, 2017b), seulement deux ont été gardés. Etant donné que trois sites supplémentaires sont étudiés à long terme (Bizkarzé, Somport et Peyrenère), l'échantillonnage avec 5 répliqués par site dépassait les moyens humains disponibles. Les points qui ont été conservés correspondent aux deux points les plus proches du transect (gain de temps), et appartenant à un type de substrat différent (un de type « roche » et un de type « pelouse ») afin de conserver un échantillonnage stratifié.



Concernant les trois sites des vallées d'Aspe et de La Soule qui n'avaient pas été pris en compte dans l'étude spécifique, la même méthode a été privilégiée, elle est exposée ci-dessous :

- Un premier travail de photo-interprétation suivi d'un traitement SIG a permis d'obtenir sur l'ensemble d'un site des « mailles », carrés de 50mx50m, constituées principalement de roche (maille de type roche) ou de pelouse (maille de type pelouse) ;
- Toujours par le biais de SIG, et avec la connaissance du terrain, les mailles inaccessibles et/ou trop éloignées du transect ont été supprimées ;
- Enfin, le tirage aléatoire d'une maille a été réalisé par SIG pour chaque type de substrat ;
- Au sein de chaque maille sélectionnée, le point d'observation est placé en bas de pente de manière à obtenir un rayon d'observation le plus large possible (Fig. 74), excepté pour le point BIZ2 où l'observateur se place en direction du sentier (Fig. 75).

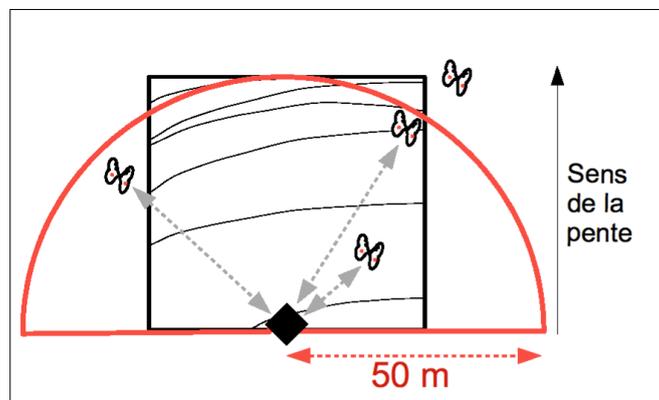


Fig. 74. Méthode de comptage par point fixe. Maille d'échantillonnage (bordures noires épaisses) avec les courbes de niveau (lignes noires fines).

Point fixe d'observation (losange noir) placé en bas de la pente au sein de la maille. L'observateur compte la distance aux individus (flèches grises) compris dans un rayon semi-circulaire de 50m (contours rouges).

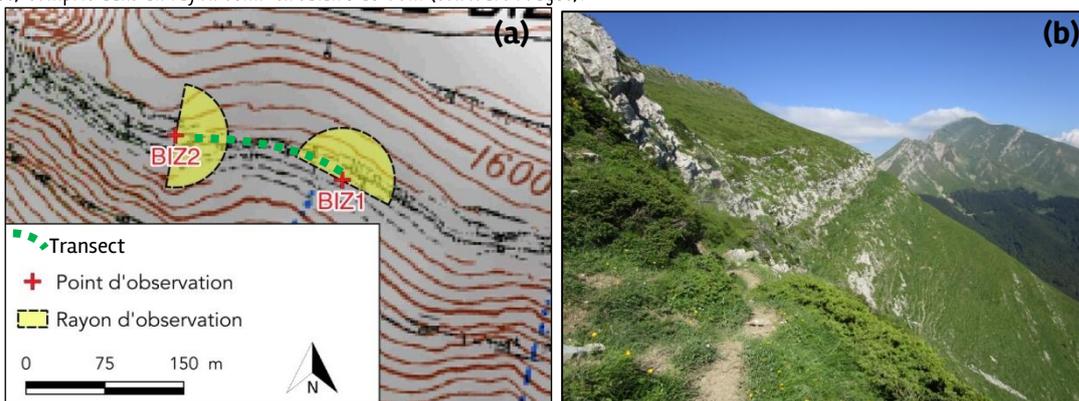


Fig. 75. Localisation des points d'échantillonnage sur le site de Bizkarzé (a) et vue du point BIZ2 (b).

Les noms des points d'observations issus de l'étude spécifique de 2017 ont été modifiés lorsqu'ils correspondaient à des points numérotés 3, 4 ou 5 afin de pouvoir mettre en relation les comptages de 2017 à ceux réalisés à partir de 2018 (Tab. XXXIV).

Au total, 20 points ont été positionnés, soit deux par site.



Tab. XXXIV. Caractéristiques des points d'échantillonnage pour le suivi de *P. apollo*.

Vallée	Commune	Nom du site	Nom définitif du point	Nom initial du point (suivi 2017)	Coordonnées GPS (WGS84)		Axe d'orientation	Altitude (m)
					N	W		
Ossau	Louvie-Juzon	Lagouare	LAG1	LAG4	43.0381	-0.33006	N-O	1429
			LAG2	LAG5	43.03819	-0.32898	N	1409
	Laruns	Séous	SEO1	/	42.893	-0.36483	S-O	1795
			SEO2	SEO3	42.89214	-0.36358	O	1786
		Soussouéou	SOU1	/	42.89602	-0.35735	S	1434
			SOU2	SOU3	42.89553	-0.35529	S-O	1438
		Pombie	POM1	POM3	42.83505	-0.42581	O	1996
			POM2	POM5	42.83604	-0.42488	N-O	1995
		Arrious	ARR1	/	42.83927	-0.37329	E	1610
			ARR2	/	42.83932	-0.37145	N	1626
		Soques	SOQ1	/	42.8344	-0.38483	N-E	1383
			SOQ2	SOQ5	42.83353	-0.38418	E	1397
	Sagette	SAG1	SAG4	42.8956	-0.40008	N	1825	
		SAG2	SAG5	42.89469	-0.40141	N	1820	
	Aspe	Urdos	Peyrenère	PEY1	/	42.80279	-0.54609	E
PEY2				/	42.80216	-0.54512	N-E	1441
Somport			SOM1	/	42.80106	-0.53721	N-E	1534
			SOM2	/	42.80051	-0.53554	N-E	1542
Soule	Larrau	Bizkarzé	BIZ1	/	43.00194	-1.04307	N-E	1517
			BIZ2	/	43.00225	-1.04504	E	1553

## 15.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces

Ce protocole est inspiré du protocole STERF (Suivi temporel des rhopalocères de France), basé sur des comptages réguliers d'imagos le long de transects préalablement définis (MANIL & HENRY, 2007).

L'observateur parcourt le transect, dont la longueur varie en fonction du milieu étudié, en 10 min ( $\pm$  1 min) en identifiant et comptabilisant l'ensemble des imagos présent au sein d'une boîte imaginaire de 5 m<sup>3</sup> (Fig. 76). Le transect doit être positionné au sein d'un habitat homogène et, spécificité du milieu montagnard, parallèlement aux courbes de niveau.

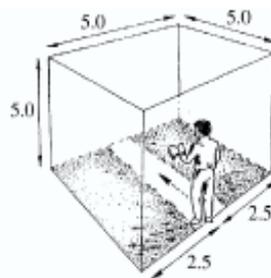


Fig. 76. "Boîte virtuelle" (MANIL & HENRY, 2007).



En 2016, la longueur avait été fixée à 200 mètres pour le suivi « Apollon et cortège lépidotérique associé ». Ce choix avait été motivé par des tests effectués sur 2 sites (Lagouare et Séous) où les conditions topographiques et la diversité spécifique permettaient de positionner et relever des transects de cette dimension.

Après de nouveaux tests en 2017, cette longueur a été ramenée à 150 mètres en raison des contraintes principalement topographiques sur la majeure partie des sites rendant difficile voire impossible le positionnement de transect de 200 mètres en respectant les critères « habitat homogène » et « parallèle aux courbes de niveaux ». La sécurité de l'observateur a dû également être prise en compte, certaines pentes très marquées présentant des risques de « dévissage ». De plus, la forte diversité spécifique associée à un grand nombre d'individus rencontrés sur certains sites (Arrious notamment) rendait impossible le relevé des 200 mètres en 10 minutes.

La détermination se fait à vue. Pour les espèces à détermination délicate, il est possible de capturer l'individu pour une détermination rapide en main. Si la détermination est plus délicate le ou les individu(s) seront placés dans une boîte pour une détermination postérieure (après le transect).

Si l'espèce n'a pu être déterminée, elle pourra faire l'objet d'un prélèvement (hors espèce protégée) pour une analyse en laboratoire (analyse *genitalia* par exemple).

Dans le cas d'individus d'espèces non identifiées et non capturées, l'observateur essaiera dans la mesure du possible de le rattacher à un groupe d'espèces préalablement défini. Ces groupes d'espèces ont été adaptés au contexte de montagne (exclusion des espèces strictement planitiaies). Sinon, l'individu sera noté « indéterminé ».

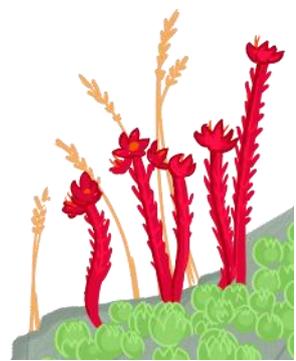
Rappelons ici que l'observateur devra être le même du début à la fin du suivi afin de limiter les biais observateurs.

## 15.5 Conditions météorologiques requises

Les suivis sont effectués entre 10h et 18h dans les conditions météorologiques suivantes : présence d'une couverture nuageuse d'au maximum 75% et sans pluie; vent inférieur à 6 sur l'échelle de Beaufort (39 à 49 km/h) ; température d'au moins 13°C pour un temps ensoleillé ou d'au moins 17°C pour un temps nuageux. Les suivis sont réalisés jusqu'à une température de 35°C maximum.

## 15.6 Nombre de campagne de relevés

Quatre passages par site et par an ont été effectués entre juin et août en 2017 et 2018, soit un passage toutes les trois semaines environ. Un relevé supplémentaire a été ajouté à partir de 2019 afin de couvrir la période de vol de *P. apollo*. Les cinq passages sont réalisés entre mi-juin et mi-septembre, la fréquence restant inchangée. Le début des relevés est dépendant de la couverture neigeuse restante. En 2016 il a fallu attendre fin juin pour que l'ensemble des sites soient accessibles. En 2017, le printemps chaud et sec a permis de débuter les prospections beaucoup plus tôt (début juin). Théoriquement, les relevés devraient être effectués deuxième ou troisième semaine de juin, première ou deuxième semaine de juillet, dernière semaine de juillet ou première semaine d'août, troisième ou dernière semaine d'août et deuxième semaine de septembre afin de couvrir la période théorique de vol de *P. apollo*.



## 15.7 Fiche de relevés

La fiche de saisie utilisée lors des relevés de transects est identique à celle utilisée pour les lépidoptères de plaine (Annexe 8).

La fiche de relevé de transect se compose de différentes informations (Nom du site, météo, observateur, date, heure du relevé, etc. (Annexe 23).

La fiche de relevé utilisée pour les points fixe *P. apollo* (Annexe 24) permet aussi de renseigner :

- Le numéro du passage
- La date
- Le nom du point
- L'heure de début du relevé
- Le nombre de *P. apollo* observé en 5 minutes dans un rayon de 50 mètres
- Les conditions météorologiques
- Des commentaires divers

Des supports photographiques pour aider à l'estimation des distances lors du comptage ont également été créées (Annexe 25).



## Chapitre 16. *Gomphocerus sibiricus* (Linnaeus, 1767) et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne

*Auteur : Emilie Loutfi*

---

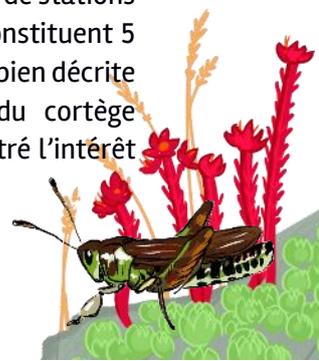
Les insectes réagissent au changement climatique par des changements dans la phénologie, la physiologie et dans leur aire de répartition. Leur réponse est également plus forte que les autres groupes d'organismes généralement considérés comme indicateurs, tels que les plantes, les oiseaux et les mammifères. Ils peuvent parfaitement révéler, illustrer, mesurer la façon dont la biodiversité et la structure des communautés sont touchées par le changement climatique (MENÉNDEZ, 2007).

Parmi les insectes, les orthoptères sont très sensibles à la température. Le nombre et la diversité d'espèces décroissent avec la latitude, et seules quelques espèces se rencontrent au nord dans des zones subarctiques ou à haute altitude dans les régions alpines (BURTON, 2001). D'une façon générale, le changement climatique est identifié comme affectant le développement, la survie, l'abondance et la répartition des insectes herbivores que sont les orthoptères (BALE *et al.*, 2002). Ainsi, plusieurs études ont montré un élargissement des aires de répartition de certaines espèces face au réchauffement du climat, comme par exemple *Conocephalus fuscus*. Cette espèce a considérablement étendu son aire au nord de l'Europe occidentale (KLEUKERS *et al.*, 1996). De plus, certaines espèces vont avoir tendance à étendre leur répartition altitudinale alors que d'autres auront plutôt tendance à la restreindre (HODKINSON, 2005).

Les espèces caractéristiques des milieux froids sont particulièrement sensibles au changement climatique (MALLARD, 2016a) et peuvent par conséquent constituer des indicateurs pertinents dans le cadre de cette étude. Le choix a été fait de se concentrer sur les communautés de pelouses de montagne, avec l'hypothèse que ces habitats abritent des espèces susceptibles d'apparaître ou de disparaître sous les effets des modifications climatiques.

Des études sont en cours en France pour étudier les effets du changement climatique sur la répartition des orthoptères. Ces études ont mis en place des protocoles variés afin de suivre au plus près les évolutions au cours des prochaines années.

Une première étude sur les déplacements altitudinaux des orthoptères liés au changement climatique dans les parcs nationaux du Mercantour et des Ecrins est menée depuis 2018 (COUTURIER *et al.*, 2019). Elle repose sur d'importantes données bibliographiques (GUEGEN, 1990) et vise à la mise en place d'un protocole d'étude pertinent pour étudier les changements de répartitions altitudinaux et latitudinaux des orthoptères. Le protocole comprend plus de 200 stations situées de 1200 à 2800 mètres d'altitude dans le Parc des Écrins et de 900 à 2800 mètres d'altitude dans le Parc du Mercantour. Sur chaque station, 5 placettes de 6 par 5 mètres sont prospectées à l'écoute (1 minute), à la recherche visuelle (6 minutes), et enfin au filet (2 x 45 secondes). Le travail se fait sur la présence des espèces et non pas sur l'abondance. Il ne s'agit donc pas d'avoir un décompte exact des individus mais plutôt des classes d'abondance. Ceci permet de pouvoir étudier un plus grand nombre de stations et donc d'avoir une meilleure estimation de la répartition des espèces. Les 5 placettes constituent 5 réplicats spatiaux d'une même station, assurant que la composition des communautés est bien décrite statistiquement. L'étude montre que pour obtenir une représentation pertinente du cortège orthoptères 4 réplicats par station sont nécessaires. Malgré d'autres études qui ont montré l'intérêt



de la fauche pour obtenir des données pertinentes Gardiner *et al.* (2005), dans le cas de cette étude, la fauche n'apporte que très peu d'éléments complémentaires, peut-être du fait de l'utilisation en dernier (donc suite aux dérangements de la recherche visuelle) ou peut-être parce qu'ils ont utilisé un filet à papillon et non un filet fauchoir.

La grande force de cette étude pour étudier l'évolution des répartitions des espèces repose sur les données bibliographiques (des années 1960 puis 1980) qui permettent d'obtenir une vision passée des cortèges d'orthoptères sur les mêmes stations que celles étudiées en 2018 et 2019. Toutefois, même si les données sont obtenues en classe d'abondance, l'intérêt de l'étude réside, entre autres, dans la quantité de stations étudiées qui permet de couvrir ainsi une très grande variété de paramètres environnementaux et donc de lisser les biais liés aux conditions stationnelles et avoir une vision plus fiable de ce qui se passe au sein des massifs du Mercantour et des Ecrins.

Une seconde étude a été lancée en 2021 visant à mettre en place un protocole d'étude des orthoptères sur la région Grand Est afin de répondre à la question : « Comment évolue l'aire de répartition des espèces en relation avec le changement climatique ? » (OGEB ENTOMOFAUNE, 2021). Pour cette étude qui commence tout juste, un plan d'échantillonnage selon des mailles de 1 Km<sup>2</sup> et stratifié par classe d'altitude et de latitude a été constitué. 6 stations représentatives des différents types prairiaux de chaque maille sont échantillonnées. Les stations sont distantes d'au moins 50 m. D'autres milieux peuvent, en plus, être prospectés sur 6 autres stations. Lors des sessions de terrain, l'observateur reste 10 minutes, une fois passé ce délai, le relevé est arrêté quand aucune nouvelle espèce n'est détectée dans les 5 minutes. Ainsi le temps de relevé minimal est de 15 min et la durée maximale est de 30 minutes. Les prospections de terrain sont répétées 2 fois entre le 1 juillet et le 15 septembre (30 jours minimum entre deux passages).

Plusieurs protocoles ont été mis en place :

- Des suivis par transects courts ;
- Des suivis par transects longs ;
- Des suivis par transect voiture (sauterelles).

## 16.1 Conditions d'étude

Les prospections sont à effectuer aux périodes de la journée les plus propices aux inventaires c'est-à-dire lorsque les insectes sont les plus actifs, à savoir entre 10 heures et 18 heures, avec un ciel dégagé, un vent faible et des températures supérieures à 20°C.

Dans le cadre du transect en voiture, les espèces visées sont les sauterelles, qui émettent au moins partiellement en ultrasons. Les sauterelles strident essentiellement en soirée pour des températures supérieures à 12°C. Les chutes de températures en fonction de l'heure et de l'altitude étant parfois difficiles à prévoir, le transect est commencé par son point le plus haut vers son point le plus bas.

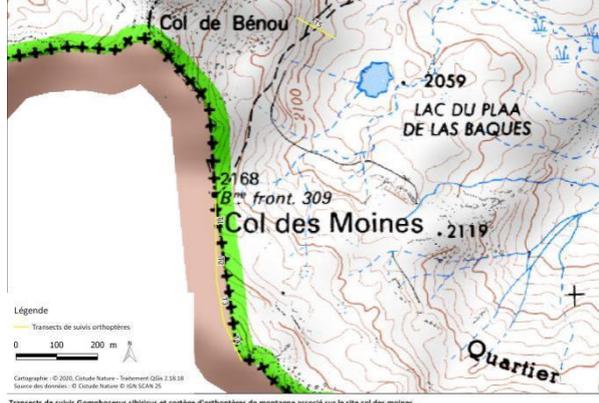
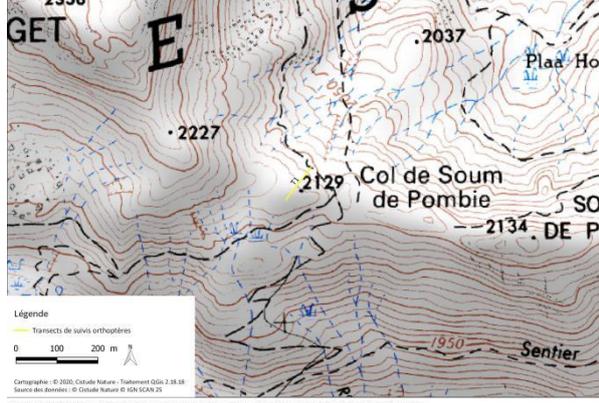
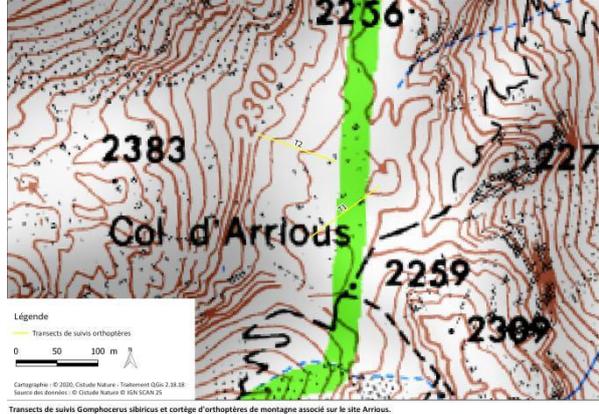
## 16.2 Transects fauchés et acoustiques courts

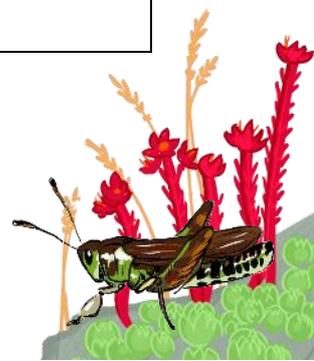
### 16.2.1 Sites d'études

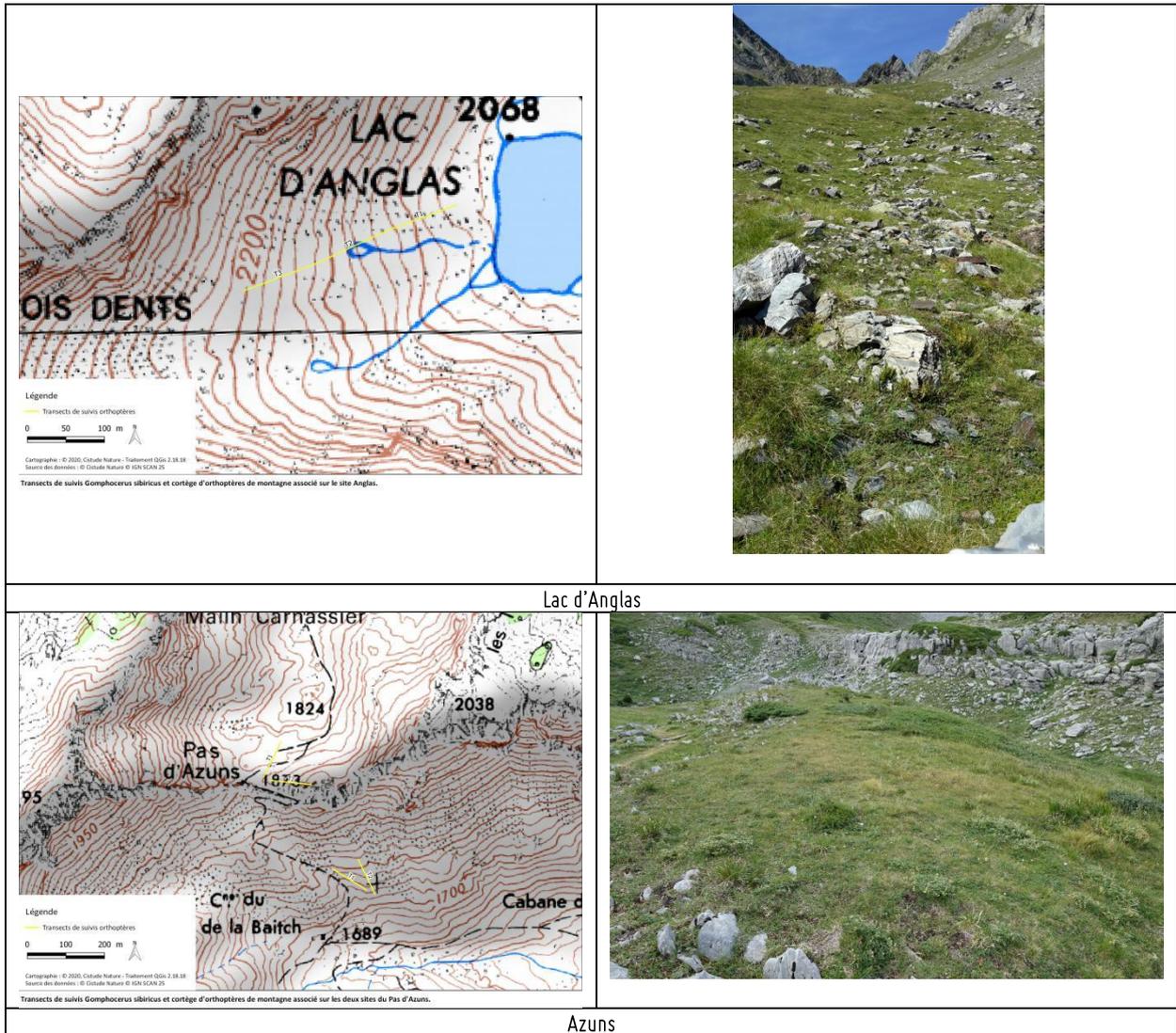
Les 5 sites retenus pour les études de 2019 ont été maintenus pour l'étude en 2020 et en 2021 (Fig. 77). Ils permettent de couvrir les plages d'altitude allant de 1700 m à 1900 m puis de 2000 m à 2300 m (Tab. XXXVI). 4 sont situés en vallée d'Ossau et 1 en vallée d'Aspe.

Le secteur de la vallée d'Aspe a été sélectionné, même si aucune donnée de *Gomphocerus sibiricus* n'y est connue, celui-ci serait présent au moins jusqu'au massif du pic d'Anie, qui est l'un des derniers hauts massifs dans la partie occidentale de la chaîne pyrénéenne. Il semble intéressant d'étudier les évolutions des espèces sur l'ensemble de leur aire de répartition à l'échelle départementale. D'ailleurs, Marly (1969) précise que, du fait de l'humidité plus importante en vallée d'Aspe, les espèces montagnardes sont rencontrées à des altitudes plus faibles que dans les autres vallées.

Tab. XXXV. Localisation des transects courts.

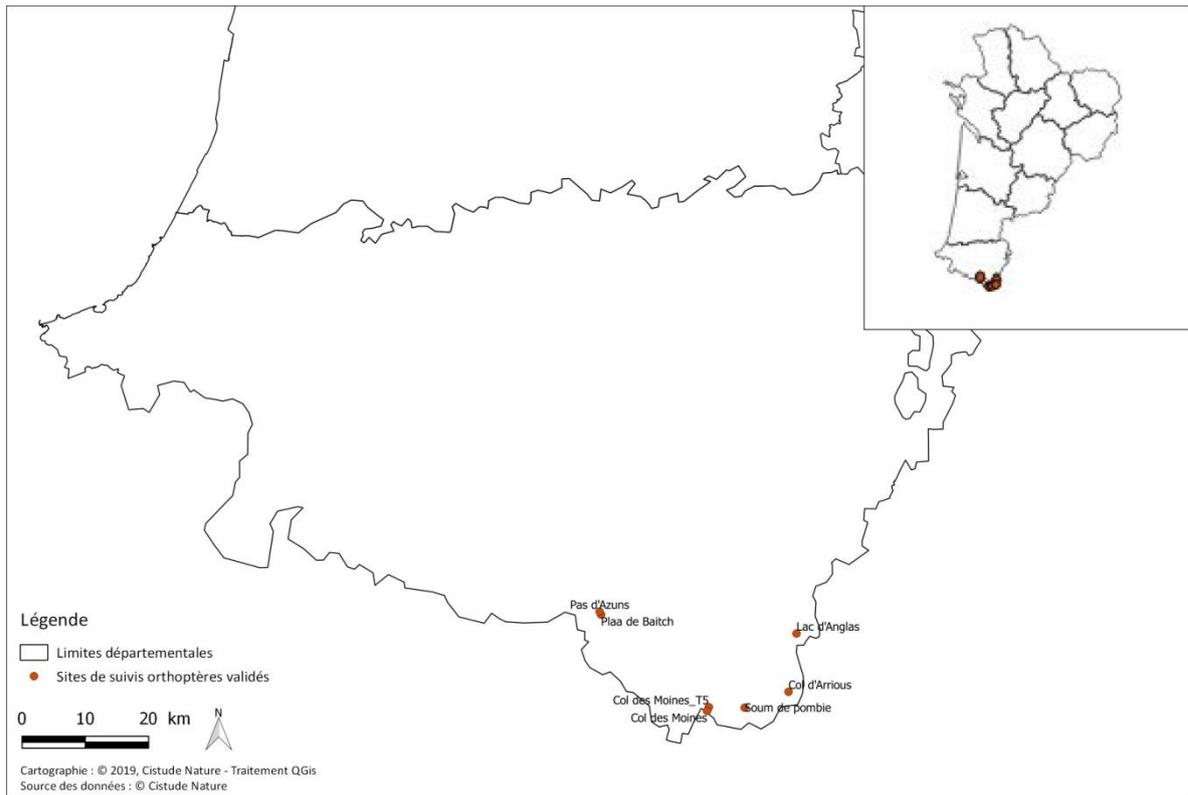
 <p>Transects de suivis <i>Gomphocerus sibiricus</i> et cortège d'orthoptères de montagne associé sur le site col des moines.</p>	
Col des Moines	
 <p>Transects de suivis <i>Gomphocerus sibiricus</i> et cortège d'orthoptères de montagne associé sur le site Soum de Pombie.</p>	
Soum de Pombie	
 <p>Transects de suivis <i>Gomphocerus sibiricus</i> et cortège d'orthoptères de montagne associé sur le site Arriouls.</p>	
Arriouls	





Tab. XXXVI. Situation des sites de suivis par transects courts par classe d'altitude.

Site	Point d'échantillonnage	Nombre de transects	Classes d'altitude par tranche de 100m de dénivelé						Latitude
			1700-1800	1800-1900	1900-2000	2000-2100	2100-2200	2200-2300	
Col des moines	COL DES MOINES_T5	1					X		42.827919
Col des moines	COL DES MOINES	4					X	X	42.824323
Cabane du Plaa de Baïtch	AZUNS_01	2	X						42.960639
Pas d'Azuns	AZUNS_02	2		X					42.963927
Soum de Pombie	POMBIE	1					X		42.827158
Anglas	ANGLAS	3					X		42.931364
Col d'Arrious	ARRIOUS	2						X	42.849783
Total général		15	2	2	0	0	7	4	



Sites validés pour les suivis *Sibiricus* et cortège d'orthoptères de montagne associé.

Fig. 77. Localisation des sites de suivis pour les orthoptères de montagne.

### 16.2.2 Principe des transects fauchés

Des transects de 100 mètres ont été dessinés (Fig. 78). Ces tracés ont été parcourus sans limite de temps, selon la technique suivante : un nombre de pas déterminé au hasard par le jet d'un dé à 20 faces précédant une section de 25 coups de filet fauchoir donné en avançant de manière régulière. Cette séquence a été répétée 5 fois, de sorte à pouvoir couvrir l'ensemble des 100 mètres. Ces transects ont été faits préférentiellement depuis leur point le plus bas vers leur point le plus haut pour que la fauche soit plus aisée. Dans le cadre de ce transect par fauche, les individus récoltés dans le filet ont été déterminés et comptabilisés après chaque série de 25 coups de filet.

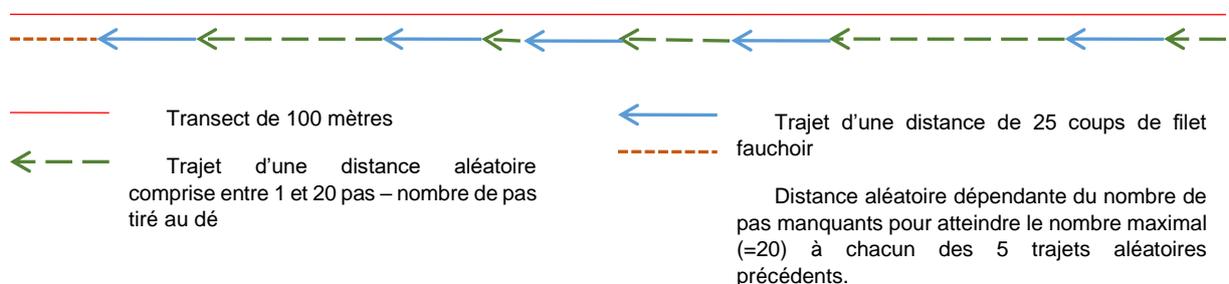


Fig. 78. Schéma de la méthode utilisée : le transect de 100 m est découpé en 5 tronçons. Chaque tronçon est constitué d'un trajet d'une distance aléatoire correspondant à un nombre de pas déterminé au hasard à l'aide d'un dé à 20



faces (flèches en pointillés vertes) puis d'un trajet au cours duquel 25 coups de filet sont donnés (flèches pleines bleues). Il reste alors à la fin du transect de 100 m une distance (pointillés orange) correspondant au nombre de pas manquants lors des trajets de distance aléatoire.

### 16.2.3 Principe des transects acoustiques

Les mêmes transects de 100 mètres que les transects par fauche ont été parcourus en sens inverse, après une pause de minimum 5 minutes (généralement 10 minutes). Ces tracés ont été parcourus en 5 minutes (+/- 1min) à pas lent afin d'écouter les orthoptères et de noter les espèces et le nombre de mâles stridulant. Ces transects ont été parcourus depuis leur point le plus haut vers leur point le plus bas afin de pouvoir localiser plus facilement les mâles et de ne pas les comptabiliser deux fois. Étant données la distance de détection acoustique et la faible durée de l'impact du dérangement sur les comportements de stridulation des mâles, il a été considéré que l'impact de la mise en œuvre du transect par fauche sur le nombre de mâles stridulant détectés au cours du transect acoustique serait négligeable.

Un exemple de transect est donné ci-dessous, au niveau du site d'étude sur le site du col d'Arrious (Fig. 79–Fig. 80).

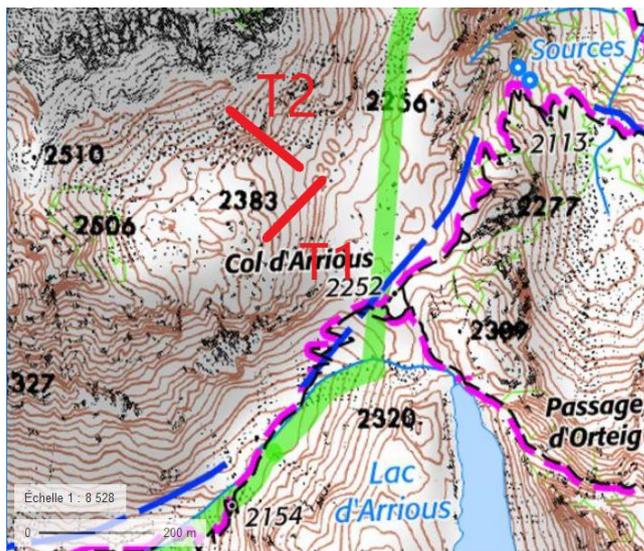


Fig. 79. Localisation cartographique des transects sur le site d'Arrious.



Fig. 80. Repérage du début du transect T2.

*Le début du transect T2 est repéré par un élément stable du paysage (ici un rocher) et un autre élément du paysage (un col, un pic, un rocher...) permet de suivre la trajectoire. À l'aller, le transect est fauché selon la méthode décrite ci-dessus et au retour le décompte concerne les mâles stridulants.*

## 16.3 Le transect acoustique long

### 16.3.1 Principe

Au vu des résultats obtenus lors des années d'études précédentes, le transect acoustique est celui qui fournit le maximum de données, permettant à terme une étude statistique plus aisée et plus fiable. Partant de ce constat, des transects acoustiques longs ont été mis amorcés cette année 2021. L'objectif est de pouvoir couvrir une importante tranche altitudinale selon un protocole reproductible d'une année à l'autre. Ainsi, de la même manière que les transects acoustiques de 100 mètres, il s'agit d'écouter les orthoptères et de noter les espèces et le nombre de mâles stridulant. Ces transects sont constitués de points d'écoute de 30 secondes positionnés tous les 50 mètres. 30 secondes et 50 mètres ont été définis de sorte à éviter les doubles comptes des individus et de pouvoir couvrir une grande amplitude altitudinale dans un temps permettant d'assurer une météorologie à peu près stable d'un bout à l'autre du transect.

### 16.3.2 Sites d'études

Plusieurs sites d'études ont été testés cette année. Afin d'obtenir une répartition au sein de l'aire de répartition de *Gomphocerus sibiricus* plus large. On évalue différents secteurs des Pyrénées-Atlantiques.

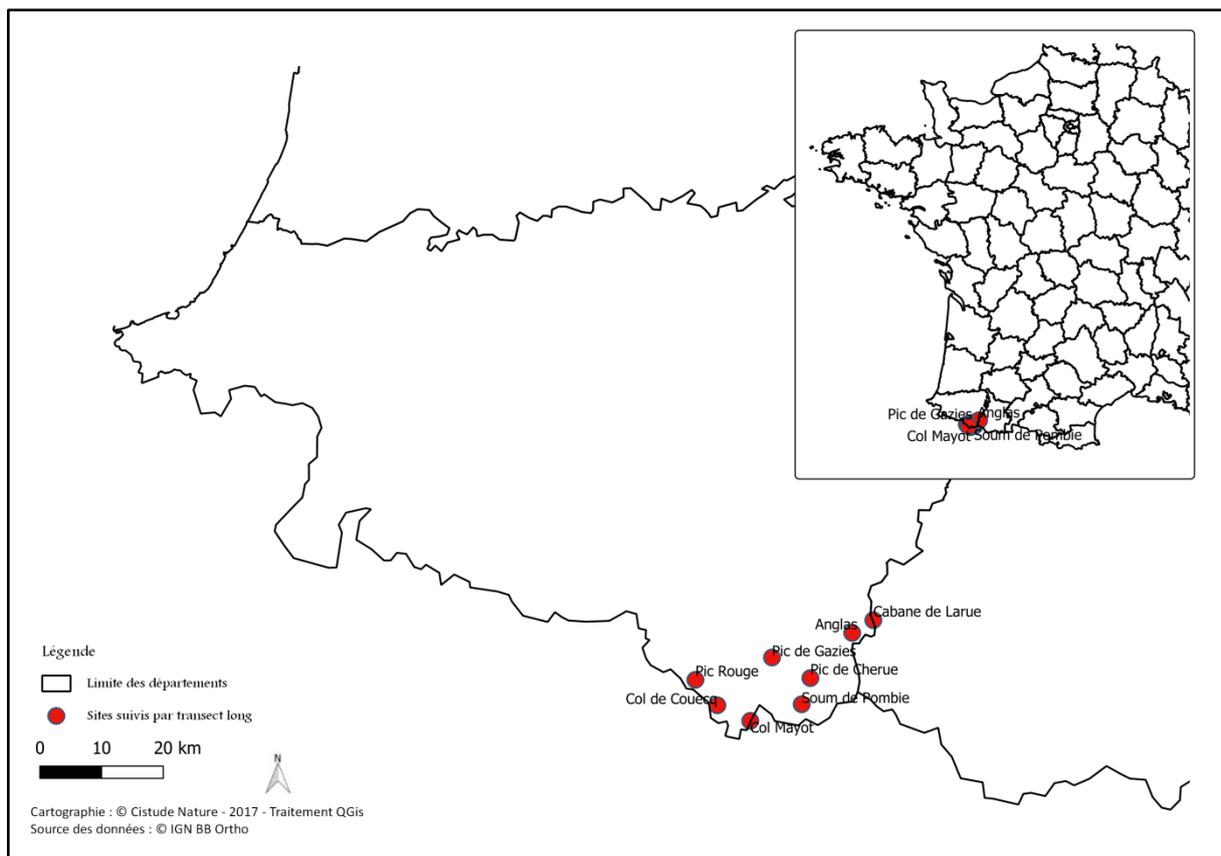
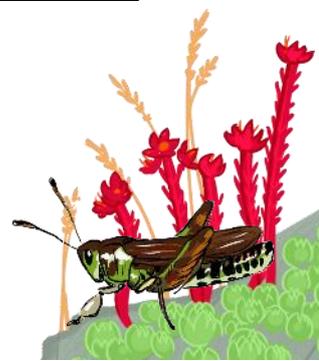


Fig. 81. Situation géographique des sites suivis par transects longs



Tab. XXXVII. Sites testés pour le transect acoustique long.

Nom du site	Plage altitudinale couverte	Nombre de points d'écoute correspondant	Date de mise en place
Soum de Pombie	1800-2100 m	24	05/08/2021
Pic de Chêrue	1814-2182 m	26	11/08/2021
Pic de Gaziès	1876-2434 m	49	20/08/2021
Anglas	1714-2200 m	13	23/08/2021
Col Mayot	1800-2033 m	15	19/10/2021
Cabane de Larue	1700-2100 m	29	20/10/2021
Pic Rouge	1720- 2100 m	27	27/10/2021
Col de Couecq	1780-2070 m	22	28/10/2021

Par ailleurs des tests ont également été effectués au Col des Moines le 06/08 et au col d'Arrious le 09/08. Outre la difficulté de mettre en place un transect couvrant une large plage altitudinale sur le Col des Moines, il imposerait alors de passer sur des secteurs très pâturés. Ceci induirait un cortège limité aux espèces tolérant bien ces conditions, ce qui constituerait un biais important pour l'étude.

Au col d'Arrious, le transect devrait traverser un important pierrier sur environ 200 m de long, ce qui semble être une barrière notable pour la progression éventuelle des espèces de moyenne altitude vers des altitudes plus hautes, constituant là aussi un biais potentiel important pour l'étude.

Tab. XXXVIII. Récapitulatif des altitudes prospectées par sites.

	Soum de Pombie	Pic de Chêrue	Pic de Gaziès	Anglas	Col Mayot	Cabane de Larue	Pic Rouge	Col de Couecq
1700-1800				x		x	x	x
1800-1900	x	x	x	x	x	x	x	x
1900-2000	x	x	x	x	x	x	x	x
2000-2100	x	x	x	x	x	x	x	x
2100-2200		x	x	x				
2200-2300			x					
2300-2400			x					
2400-2500			x					

## 16.4 Le transect voiture

### 16.4.1 Principe

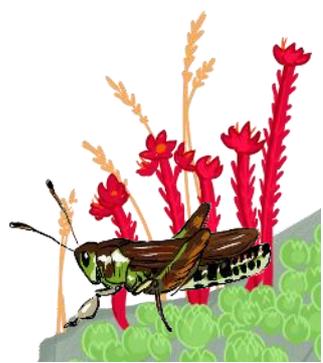
Il s'agit de mettre en œuvre le protocole de Vigie-SON, mis en place par le MNHN Paris (MNHN, 2019). Il s'agit donc de réaliser un transect en voiture en roulant à 30 Km/h, avec un microphone, relié à un enregistreur passif d'ultrasons, sorti par la fenêtre. Dans le cadre de cette étude, l'enregistreur passif est un SM4BAT et le transect vise un gradient altitudinal. Le trajet est également enregistré par GPS avec la prise de points toutes les 5 secondes. Ce pas de temps correspond à la durée de chaque fichier-son pour le protocole Vigie-SON. Ainsi, chaque fichier-son couvre une quarantaine de mètres.

### 16.4.2 Sites d'études

Deux transects ont été mis en œuvre en 2020 et 2021. Il s'agit de la route reliant le Pourtalet à Laruns d'une part et le Col d'Aubisque à Laruns d'autre part (Tab. XXXIX).

Tab. XXXIX. Situation des transects voitures.

Site	Altitude de départ	Altitude de fin	Distance
Pourtalet - Laruns	1794 M	514 M	29 KM
Aubisque - Laruns	1709 M	514 M	17 KM





## Chapitre 17. *Rana pyrenaica* (Serra-Cobo, 1993) – Grenouille des Pyrénées des torrents de montagne

*Auteur : Matthieu Berroneau*

---

Endémique de l'ouest des Pyrénées, la Grenouille des Pyrénées *Rana pyrenaica* Serra-Cobo 1993 est la seule grenouille strictement torrenticole de France métropolitaine. Durant leur période de croissance, les têtards se réfugient dans les vasques des ruisseaux où ils tentent de résister à la force du courant (BERRONEAU *et al.*, 2015). C'est aussi l'un des amphibiens les plus rares de France. Dans l'état actuel des connaissances, l'espèce ne se reproduit que dans cinq torrents frais et oxygénés du département des Pyrénées-Atlantiques (DUCHATEAU *et al.*, 2012 ; BERRONEAU, 2014a ; BERRONEAU, 2014b).

De par sa biologie et son écologie, la Grenouille des Pyrénées est, comme de nombreux amphibiens (CAREY & ALEXANDER, 2003 ; CORN, 2005), naturellement exposée au changement climatique. C'est d'autant plus vrai chez cette espèce qui présente une répartition réduite et fragmentée et une écologie spécialisée.

Au vu des faibles capacités de déplacement de l'espèce et du faible nombre de torrents colonisés, les différentes populations sont probablement déconnectées et isolées les unes des autres. Un effet durable du changement climatique risque d'entraîner à moyen terme la disparition d'une ou plusieurs populations de Grenouille des Pyrénées.

Les impacts directs ou indirects du changement climatique touchant directement l'espèce sont potentiellement les suivants :

- modification des températures de l'eau et altération du développement larvaire,
- augmentation des fréquences de variations hydriques dites "exceptionnelles" (crues printanières) ayant un impact sur la réussite de la reproduction (BERRONEAU, 2014a ; BERRONEAU *et al.*, 2015),
- baisse des hauteurs de neige et des niveaux d'eau dans les torrents (et donc détérioration des habitats de reproduction),
- facilitation de l'émergence des maladies infectieuses (POUNDS & CRUMP, 1994 ; LAMPO *et al.*, 2006 ; MARTIN *et al.*, 2010),
- modification de la phénologie et des conditions physiologiques des individus (BEEBEE, 2002 ; CORN & MUTHS, 2002 ; READING, 2007 ; YANG & RUDOLF, 2010 ; LOWE, 2012 ; LI *et al.*, 2013).

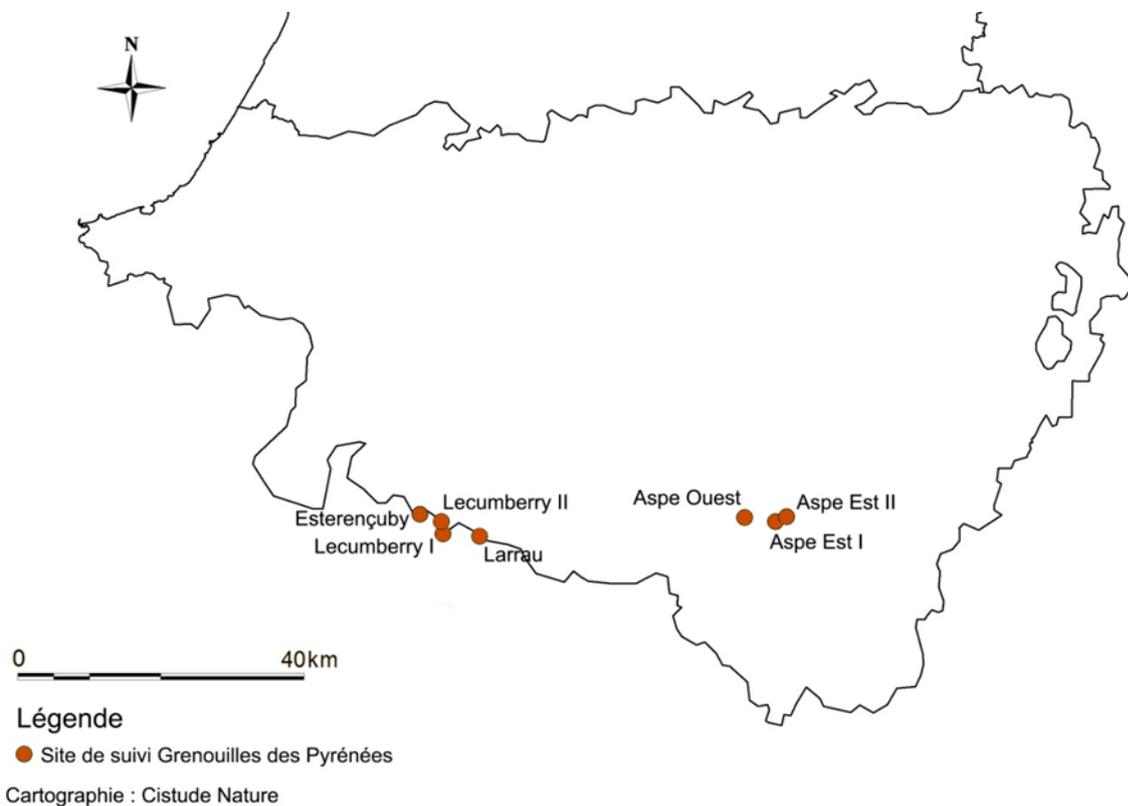
Depuis 2012, l'association Cistude Nature effectue un suivi de la réussite de la reproduction annuelle de l'espèce, sur l'ensemble des sites français (BERRONEAU, 2014a ; BERRONEAU *et al.*, 2015). Ce suivi permet de répondre à certaines questions liées au changement climatique, et il se poursuit logiquement dans le cadre des sentinelles du climat.

## 17.1 Sélection des sites

La Grenouille des Pyrénées présente une répartition extrêmement réduite en Pyrénées-Atlantiques. Le suivi englobe l'ensemble des sites de présence connus de l'espèce (BERRONEAU, 2014a ; BERRONEAU *et al.*, 2015).

## 17.2 Description des sites choisis

La zone d'étude correspond à 5 torrents situés entre 400 et 1000 m d'altitude : trois au Pays basque, respectivement sur les communes d'Esterençuby, de Lecumberry et de Larrau, et deux en vallée d'Aspe (Fig. 82, Tab. XL). Pour des questions de vulnérabilité des populations, les localités ne sont pas davantage détaillées. Pour rappel, ces secteurs sont suivis depuis 2012 dans le cadre d'un programme de conservation de la Grenouille des Pyrénées. L'analyse des premiers résultats avait d'ailleurs fait l'objet d'une publication (BERRONEAU *et al.*, 2015).



**Fig. 82.** Situation géographique des sites d'études validés dans le cadre du suivi de la Grenouille des Pyrénées.

Certains secteurs, à la demande du Conseil Scientifique, ont été légèrement étendus, dans le but de confirmer d'éventuelles extensions d'aire de présence. 7 sites (5 jusqu'à l'année dernière) sont suivis et décrits dans le tableau suivant (Tab. XL).

**Tab. XL. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre du suivi Grenouille des Pyrénées**

Département Commune	Dénomination	Type d'habitat	Longueur du tronçon	Statut	Code statut	Propriétaire Gestionnaire
Pyrénées-Atlantiques - Esterençuby	Esterençuby	Torrent moyenne montagne	900 m	N2000, ZNIEFF2		?
Pyrénées-Atlantiques - Lecumberry	Lecumberry I	Torrent moyenne montagne	800 m	N2000, ZNIEFF2		ONF ?
Pyrénées-Atlantiques - Larrau	Lecumberry II	Torrent moyenne montagne	1000 m	N2000, ZNIEFF1 & 2		ONF
Pyrénées-Atlantiques - Larrau	Larrau	Torrent moyenne montagne	200 m	N2000, ZNIEFF1 & 2		ONF
Pyrénées-Atlantiques - Sarrance	Aspe Ouest	Torrent moyenne montagne	750 m	N2000, PNP, ZNIEFF2		ONF ?
Pyrénées-Atlantiques - Sarrance	Aspe Est I	Torrent moyenne montagne	600 m	N2000, PNP, ZNIEFF1 & 2		ONF ?
Pyrénées-Atlantiques - Sarrance	Aspe Est II	Torrent moyenne montagne	600 m	N2000, PNP, ZNIEFF1 & 2		ONF ?

### 17.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Le protocole de suivi est basé sur un comptage répété des têtards de Grenouille des Pyrénées au sein des différents sites, c'est-à-dire sur des tronçons des différents torrents utilisés pour la reproduction de l'espèce. Sur chaque site, des placettes de 5 x 5 m sont réparties aléatoirement. Le nombre de placettes dépend de la longueur du tronçon de torrent concerné par le suivi (Tab. XLI, Fig. 83). Les différentes placettes sont géoréférencées et photographiées, afin de les délimiter facilement à chaque session de comptage. La Grenouille des Pyrénées étant une espèce dite sensible, les cartes de localisation des placettes sur les sites ne sont pas représentées dans ce rapport.

**Tab. XLI. Caractéristiques des transects étudiés dans le cadre du suivi Grenouille des Pyrénées**

Dénomination du site	Longueur (en m)	Altitude (en m)
Esterençuby	900	833-918
Lecumberry I	800	830-857
Lecumberry II	1000	830-842
Larrau	200	1023-1070
Aspe Ouest	750	414-494
Aspe Est I	600	540-650
Aspe Est II	600	580-620





Fig. 83. Emplacements des placettes du site "A0" en vallée d'Aspe.

## 17.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

La méthode s'appuie sur le protocole développé dans le programme de conservation de la Grenouille des Pyrénées. Ce programme de trois ans (2012–2014) avait pour objectif de proposer des mesures efficaces pour la conservation de l'espèce. Ce protocole a pour but de caractériser de manière fiable et reproductible les populations de Grenouille des Pyrénées.

Les objectifs du protocole sont les suivants :

- Obtenir des données fiables d'abondance sur les différents sites identifiés.
- Mettre en relation les données d'abondance avec les caractéristiques du site d'accueil.
- Proposer une méthode reproductible dans le temps afin de mettre en place une veille écologique des sites de présence de l'espèce.

Ce protocole propose une méthode de prospection rigoureuse et systématique de sites de présence de la Grenouille des Pyrénées.

La recherche de la Grenouille des Pyrénées est basée sur le contact visuel des têtards. Ces derniers sont très caractéristiques de l'espèce, et sont aisément visibles dans les eaux claires des vasques des torrents (Fig. 84). C'est la méthode la plus aisée et la plus efficace pour conclure sur la présence de l'espèce sur un site.



Fig. 84. Têtards de Grenouille de Pyrénées.

Les torrents sont les uniques milieux de reproduction de la Grenouille des Pyrénées.

D'aval en amont, les têtards sont précisément dénombrés pour chaque placette, ainsi que différents relevés complémentaires (profondeur, débit, présence d'autres espèces, etc.).

Le protocole est une émanation du protocole PopAmphibien (BARRIOZ & MIAUD, 2016), proposé par la Société Herpétologique de France. Il a été adapté aux caractéristiques écologiques et biologiques de l'espèce (adultes rares et peu détectables, têtards peu discrets et aisément identifiables). Une clé de détermination est proposée dans le protocole (BERRONEAU, 2015).

Les têtards de Grenouille des Pyrénées doivent être recherchés en arpentant les berges des ruisseaux favorables. Les adultes et les pontes ne doivent pas être recherchés spécifiquement, mais seront notés en cas d'observation. Dans la mesure du possible, il est préférable de limiter le piétinement au sein même du ruisseau, et de prospecter en remontant d'aval en amont.

Chaque placette doit être parcourue trois fois au cours de la période définie comme favorable. A chaque passage, la placette est prospectée avec attention afin d'y dénombrer précisément les têtards. Les observations sont notées et quantifiées pour chaque placette et chaque passage. D'autres informations sont également relevées.

#### Détermination du têtard de *Rana pyrenaica* :

Très caractéristiques, les têtards de Grenouille des Pyrénées sont noirs pailletés de points blancs ou dorés. La nageoire caudale est largement développée et termine en pointe (Fig. 85). Ils atteignent jusqu'à 30 mm.

Les risques de confusion sont faibles : les têtards de Crapaud commun sont gris sombre ou noirs (parfois légèrement tachetés de blanc pâle), mais de dimensions réduites (< 25 mm), et avec une nageoire caudale peu développée et arrondie.

Les têtards d'Alyte accoucheur sont gris ou beiges, généralement clairs, avec des taches foncées sur la nageoire caudale, et une face ventrale très claire. Ils atteignent parfois des dimensions importantes (> 70 mm).

Dans l'aire de répartition de la Grenouille des Pyrénées, les autres espèces d'Anoures n'utilisent pas les torrents comme sites de reproduction.





Fig. 85. Un têtard de Grenouille de Pyrénées

Le matériel nécessaire pour la prospection est le suivant :

- GPS
- Thermomètre étanche
- Règle blanche graduée
- Appareil photographique
- Plan du site
- Fiches de relevé

### 17.5 Conditions météorologiques requises

Le comptage des têtards ne nécessite pas de conditions météorologiques particulières. Il faut toutefois éviter les jours de pluie qui brouille la surface de l'eau et complique le comptage, et les jours suivants les épisodes pluvieux importants qui peuvent entraîner une mise en suspension de particules trop importantes, là aussi défavorable à un comptage optimal.

### 17.6 Nombre de campagne de relevés

Chaque année, les placettes sont prospectées trois fois durant la saison de reproduction de l'espèce. L'optimum de détection des têtards court depuis avril pour les secteurs de basse altitude jusqu'à juillet pour les secteurs les plus hauts. L'idéal est donc de réaliser le 1<sup>er</sup> comptage fin avril / début mai, le 2<sup>ème</sup> entre mi-mai et début juin, le 3<sup>ème</sup> entre mi-juin et début juillet.

### 17.7 Fiche de relevés

Deux fiches de renseignements doivent être remplies au total (Annexe 26):

– La première fiche "Données de présence & Covariables d'échantillonnage" renseigne, pour chaque placette et chaque passage, les dénombrements concernant l'espèce ainsi que les variables qui diffèrent entre chaque passage (température, hauteur d'eau, etc.).

- La deuxième fiche "Description de la placette" permet un descriptif précis de chaque placette. Ces variables sont fixes durant les différents passages (ex. : altitude).

Les variables d'échantillonnage relevées sont les suivantes :

### 1- Météo

- T° 7 jours précédents : somme de la T° (°C) max des 7 jours précédents le jour de relevé (cf [www.meteo64.org](http://www.meteo64.org) -> Tableau horaire -> Pau)
  - o [https://public.meteofrance.com/public/donnees\\_gratuites?DONNEES\\_GRATUITES\\_PORTLET.path=donneesgratuitesbcm](https://public.meteofrance.com/public/donnees_gratuites?DONNEES_GRATUITES_PORTLET.path=donneesgratuitesbcm)
- T° eau : au fond de la vasque la plus profonde.
- Nébulosité : la couverture nuageuse doit être indiquée selon 5 coefficients ( $1 \leq 20\%$  ;  $20\% < 2 \leq 40\%$  ;  $40\% < 3 \leq 60\%$  ;  $60\% < 4 \leq 80\%$  ;  $5 > 80\%$ ).
- Pluvio. : non / crachin / pluie faible / pluie soutenue / déluge
- Pluviométrie 7 jours précédents : somme des mm tombés durant les 7 derniers jours
  - o [https://public.meteofrance.com/public/donnees\\_gratuites?DONNEES\\_GRATUITES\\_PORTLET.path=donneesgratuitesbcm](https://public.meteofrance.com/public/donnees_gratuites?DONNEES_GRATUITES_PORTLET.path=donneesgratuitesbcm)
- Profondeur max. : en cm
- Turbidité max. : plonger à la verticale un disque blanc de 10 cm de diamètre au bout d'un manche droit et mesurer la distance à laquelle le disque n'est plus visible. Noter "> à xx cm" en cas de profondeur insuffisante ou de turbidité trop faible.
- Débit : calculer la vitesse du cours d'eau avec un petit élément flottant (type balle de ping-pong) sur une section donnée. Etablir une moyenne (en m/s) sur 3 passages. Puis estimer la surface moyenne (largeur x profondeur) de la section traversée.
- Le débit Q suit la formule suivante :  $Q (m^3/s) = V(m^2/s) \times S (m^2)$ .

### 2- Contact Grenouille des Pyrénées

- Nombre de têtards : dénombrer précisément le nombre de têtards, sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre de groupes : estimer le nombre de vasques distinctes avec nombre de têtards de Grenouille des Pyrénées  $\geq 2$ .
- Nombre d'adultes : nombre d'adultes observés sans recherche spécifique.
- Nombre de pontes : Nombre de pontes observées sans recherche spécifique.

### 3- Contact autres faunes

- Nombre adultes de *Lissotriton helveticus* : dénombrer précisément le nombre d'adultes de Triton palmé, visibles sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre adultes de *Calotriton asper* : dénombrer précisément le nombre d'adultes de Calotriton des Pyrénées, visibles sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre de larves de *Calotriton asper* : dénombrer précisément le nombre de larves de Calotriton des Pyrénées (attention à la confusion avec les larves de *Salamandra salamandra*), sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre de larves de *Salamandra salamandra* : dénombrer précisément le nombre de larves de Calotriton des Pyrénées (attention à la confusion avec les larves de *Calotriton asper*), sans remuer l'eau ni retourner les pierres.



- Nombre de têtards de *Alytes obstetricans* : dénombrer précisément le nombre de têtards d'Alyte accoucheur, sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre de têtards de *Bufo bufo* : dénombrer précisément le nombre de têtards de Crapaud commun, sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre de *Pacifastacus leniusculus* : dénombrer précisément le nombre d'Ecrevisse signal, sans remuer l'eau ni retourner les pierres.
- Nombre de *Salmo trutta* : noter l'observation de truites.
- Nombre de *Natrix maura* : noter l'observation de Couleuvre vipérine.

#### 4- Description de la placette

##### 41- Description générale

- Altitude : cf. GPS
- Largeurs, dénivelé : estimations au décimètre
- Exposition : notée S / SE / E / NE / N / NW / W / SW
- Nombre de vasques : nombre de vasques d'un diamètre supérieur à 40 cm.
- Substrat : Argile / Limon / Sable / Sable grossier – gravier – galets / Roche nue Calcaire – Karst / Roche nue Granite
- Distance source : à estimer sous SIG via Scan 25
- Présence connue de *P. leniusculus* dans le ruisseau : observation de l'espèce dans le cours d'eau (même hors tronçon).
- Hiver précédent : Caractérisation de la saison hivernale précédent la session : moyenne, minimale, maximale des températures entre le 1er novembre et le 1er mars
- Total de la pluviométrie entre le 1er novembre et le 1er mars
  - o [https://public.meteofrance.com/public/donnees\\_gratuites?DONNEES\\_GRATUITES\\_PORTLET.path=donneesgratuitesbcm](https://public.meteofrance.com/public/donnees_gratuites?DONNEES_GRATUITES_PORTLET.path=donneesgratuitesbcm)

##### 42- Description du paysage

- Paysage : cocher le type de paysage dominant correspondant
- Présence d'élevage bovin / ovin en amont : non / pâturage occasionnel / parcase

##### 43 – Description de la végétation

- Strates de végétation : pourcentage de chaque strate visible sur la longueur du tronçon depuis le centre du ruisseau
  - o
  - o

## Chapitre 18. *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) – Lézard de Bonnal et *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905) – Lézard catalan des affleurements et éboulis rocheux de montagne

*Auteur : Matthieu Berroneau*

---

« Comme les amphibiens, les reptiles sont des espèces vulnérables aux modifications rapides de leurs habitats liés au changement climatique et donc aux risques d'extinction (GIBBON *et al.*, 2000 ; MASSOT *et al.*, 2008). À l'échelle mondiale, depuis 1975, 4% des populations locales ont disparu, mais, d'ici à 2080, les extinctions locales devraient atteindre 39% dans le monde. Le changement climatique conduit à des extinctions qui vont dépendre de la capacité des reptiles à s'adapter (MORENO-RUEDA *et al.*, 2011). 98% des reptiles européens pourraient s'éteindre s'ils ne peuvent pas changer leurs aires de répartition, contre 35% s'ils ont la possibilité de migrer (THOMAS *et al.*, 2004 ; ARAÚJO *et al.*, 2006) » (MALLARD, 2016a).

« Les lézards ne peuvent pas évoluer assez rapidement pour suivre le changement climatique actuel en raison de contraintes liées à leur préférence thermique (ETTERSON & SHAW, 2001 ; HUEY *et al.*, 2003). L'activité en période chaude peut entraîner une température du corps dépassant le maximum thermique critique, conduisant à la mort. Pour se refroidir, les lézards se retirent dans les refuges plutôt que de subir le risque de surchauffe. Cependant, les durées de repli dans les refuges restreignent la durée de recherche de nourriture. Cela limite les fonctions métaboliques coûteuses comme la croissance, l'entretien et la reproduction. Les taux de croissance de la population sont compromis et augmentent d'autant le risque d'extinction. Même s'ils peuvent adapter et tolérer des températures plus chaudes, ils se rapprochent du seuil létal (SINERVO *et al.*, 2010) » (MALLARD, 2016a).

Les espèces de lézards d'altitude, endémiques des Pyrénées du genre *Iberolacerta*, semblent particulièrement menacées par le changement climatique (ARAÚJO *et al.*, 2006). Le Lézard de Bonnal *Iberolacerta bonnali* vit principalement entre 1800 m et 2200 m d'altitude. La principale menace qui semble peser sur cette espèce est l'élévation des températures. À terme, celle-ci permettrait la remontée d'espèces compétitrices (par exemple le Lézard des murailles *Podarcis muralis*) et prédatrices (par exemple la Coronelle lisse *Coronella austriaca*) entraînant à terme la disparition des espèces d'iberolézards (POTTIER *et al.*, 2014).

Abondant en Espagne, le Lézard catalan *Podarcis liolepis*, une espèce d'affinité ibérique, est localisé dans le sud-ouest de la France sur quelques affleurements rocheux du Pays basque et de la vallée d'Aspe. Malgré la présence d'habitats favorables à des altitudes supérieures, ce lézard n'est aujourd'hui localisé qu'en dessous de 900 m dans les Pyrénées-Atlantiques (BERRONEAU *et al.*, 2012). Sa répartition altitudinale pourrait évoluer à moyen terme. Contrairement au Lézard de Bonnal, l'hypothèse première est ici une extension de l'aire de répartition du Lézard catalan.

Sur plusieurs sites des Pyrénées-Atlantiques, l'objectif est donc de mesurer l'évolution des aires de présence locale du Lézard de Bonnal et du Lézard catalan, généralement en lien avec la présence du Lézard des murailles.



## 18.1 Sélection des sites

L'échantillonnage dans le cadre d'enquêtes menées sur des phénomènes distribués spatialement doit reposer, *a minima*, sur des protocoles probabilistes simples tels que l'échantillonnage aléatoire simple, systématique ou stratifié qui présente des limites parfois importantes. A l'issue du programme, un protocole probabiliste doit être mis en place de façon à privilégier l'équilibre spatial et permettant de retenir des sites d'étude situés de telle façon qu'il y ait une couverture quasi-équitable du système étudié (BROWN *et al.*, 2015). La sélection s'est portée sur des sites facilitant la mise en évidence d'éventuels mouvements populationnels. Le "Site" correspond à une zone géographique étudiée, abritant une population d'une ou des espèces cibles. Sur le site, sont placées des "placettes" pré-géolocalisées.

Chaque site présente une situation distincte :

- Site d'**Estençuby** : densité moyenne de Lézard **catalan** sur la partie aval, densité moyenne de Lézard des murailles sur la partie amont, pas ou peu de chevauchement des deux espèces.
- Site de **Mendive** : densité faible à moyenne de Lézard des murailles en aval et en amont, densité moyenne de Lézard **catalan** en zone intermédiaire, peu de chevauchement des deux espèces.
- Site de la **Mature** : densité forte de Lézard des murailles en aval et en amont, densité forte de Lézard **catalan** en zone intermédiaire, chevauchement des deux espèces.
- Site d'**Ossau Nord** : densité faible en aval du Lézard des murailles, densité faible en amont du Lézard de **Bonnal**, chevauchement des deux espèces.
- Site d'**Arrious** : densité forte en aval du Lézard des murailles, densité forte en amont du Lézard de **Bonnal**, chevauchement des deux espèces.
- Site d'**Anglas** : pas de Lézard des murailles en aval, densité forte de Lézard de **Bonnal** en amont.

## 18.2 Description des sites choisis

Dans un souci d'optimisation des déplacements et sur la base de la disponibilité en sites favorables, il a été choisi trois sites pour le suivi du Lézard de Bonnal et trois sites pour le suivi du Lézard catalan. Deux sites sont situés dans le Pays basque, sur les communes d'Estençuby et de Mendive et concernent le Lézard catalan. Les autres sont situés en vallée d'Aspe et vallée d'Ossau, sur les communes d'Etsaut, de Laruns et d'Eaux-Bonnes (Fig. 86, Tab. XLII).

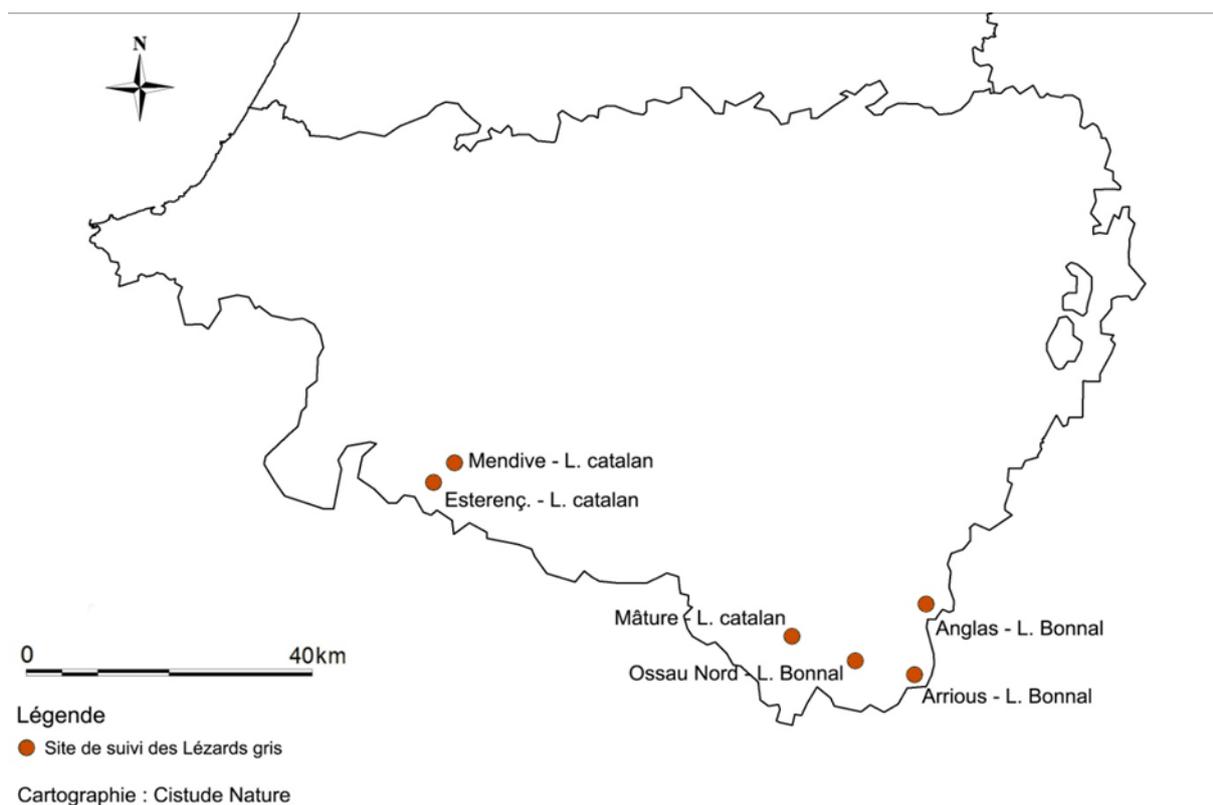


Fig. 86. Situation géographique des sites d'études validés dans le cadre du suivi des "Lézards gris".

Tab. XLII. Caractéristiques des sites étudiés dans le cadre des suivis "Lézards gris"

Département Commune	Dénomination	Type d'habitat	Longueur du tronçon	Statut
Pyrénées-Atlantiques - Esterençby	Esterençby	Série d'affleurements rocheux	1800 m	N2000, ZNIEFF2
Pyrénées-Atlantiques - Mendive	Mendive	Série d'affleurements rocheux	2200 m	N2000
Pyrénées-Atlantiques - Etsaut	Chemin de la Mâtüre	Falaise	1500 m	N2000, PNP
Pyrénées-Atlantiques - Eaux-Bonnes	Ossau Nord	Pelouses alpines et éboulis	1250 m	N2000, PNP, ZNIEFF1
Pyrénées-Atlantiques - Eaux-Bonnes	Anglas	Pelouses alpines et éboulis	1500 m	N2000, PNP
Pyrénées-Atlantiques - Laruns	Arrious	Torrent de moyenne montagne	2300 m	N2000, PNP, ZNIEFF1

### 18.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

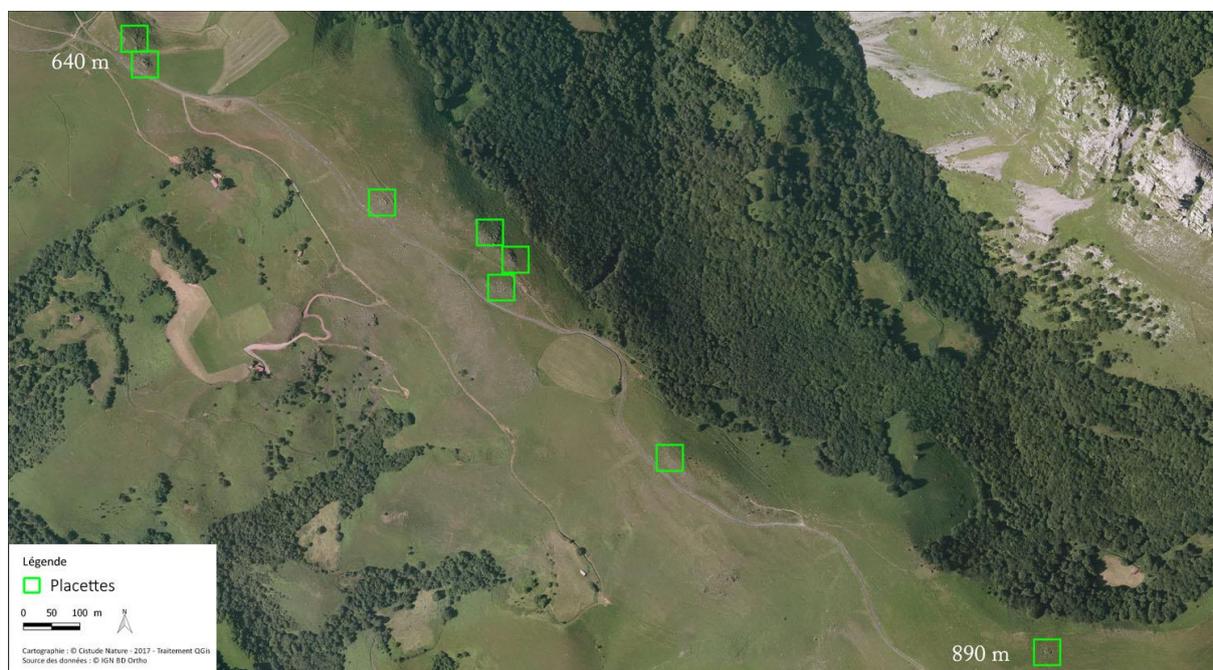
Le protocole de suivi est basé sur un comptage des espèces concernées (Lézard catalan, Lézard de Bonnal, Lézard des murailles) sur les sites d'études, c'est-à-dire au sein de placettes ou le long de transects placés au préalable. Le choix entre placettes et transects est motivé par les différentes configurations des sites (habitat favorable en patch *versus* habitat favorable sur linéaire). A terme, dans un souci d'harmonisation des méthodes, les transects pourront être découpés en placettes sous SIG pour les analyses.



Le choix et le nombre de placettes et/ou la longueur des transects dépend du contexte du site (topographie, superficie, répartition des populations, etc.) (Tab. XLIII, Fig. 87, Fig. 88).

**Tab. XLIII. Caractéristiques des transects étudiés dans le cadre des suivis "Lézard gris"**

Dénomination du site	Longueur (en m)	Altitude (en m)	Point GPS de départ	Point GPS d'arrivée
Esterençuby	1800 m - 6 placettes	580-950	-1.189208° 43.065892°	-1.163189° 43.059259°
Mendive	2200 m - 8 placettes	640-890	-1.109793° 43.110408°	-1.084371° 43.100829°
Etsaut	1500 m - transect	765-1225	-0.561468° 42.888745°	-0.545307° 42.890228°
Ossau Nord	1250 m - transect	1850-2250	-0.436966° 42.855620°	-0.441595° 42.847635°
Anglas	1500 m - transect	1965-2400	-0.323820° 42.935893°	-0.335972° 42.928968°
Arrious	2300 m - transect	1800-2260	-0.363112° 42.842034°	-0.341664° 42.848535°



**Fig. 87. Disposition des placettes du site "Mendive" (Lézard catalan)**

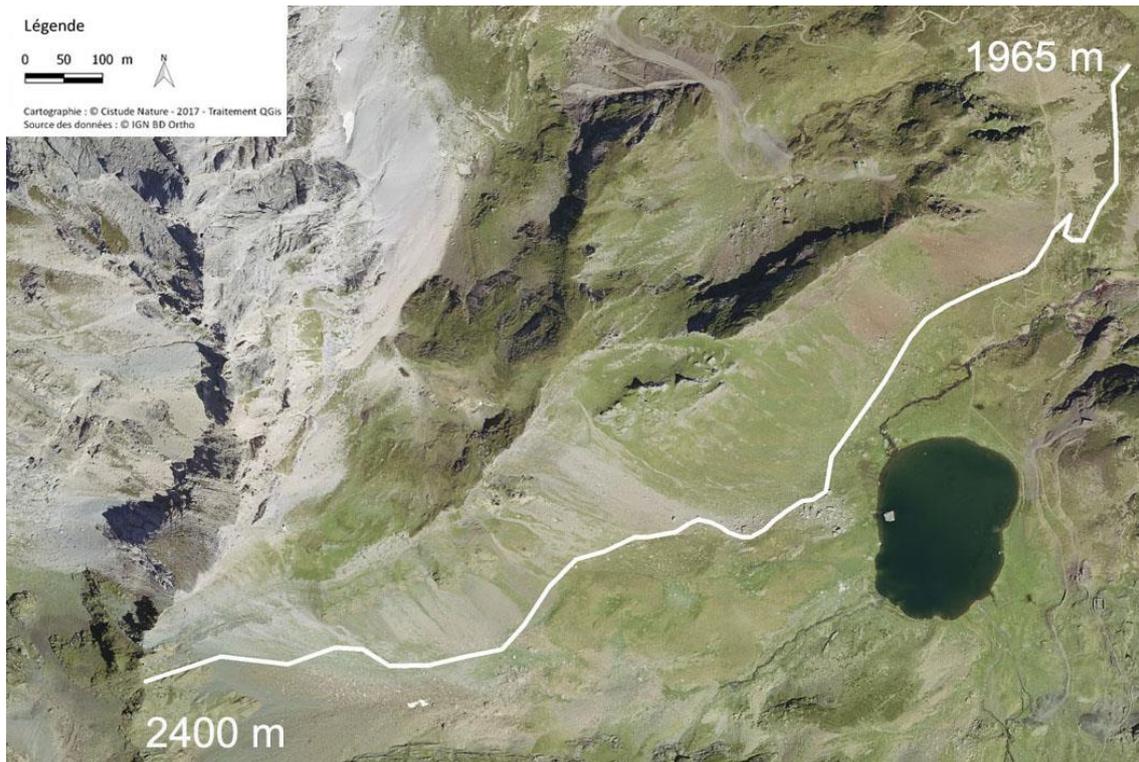


Fig. 88. Disposition du transect du site "Anglas" (Lézard de Bonnal)

## 18.4 Méthode de relevés et détermination des espèces

Le protocole se base sur le protocole reconnu au niveau national POPReptile (LOURDAIS & MIAUD, 2016).

L'objectif du protocole est de mesurer l'évolution du rapport de force entre les différentes espèces de lézards sur les sites témoins. Ce protocole doit permettre, sur le long terme, de mettre en évidence l'évolution des répartitions ou des abondances du Lézard de Bonnal, du Lézard des murailles, ou encore du Lézard catalan, au sein de leurs habitats de prédilection. En fonction des caractéristiques du terrain, les sites témoins seront divisés en placettes réparties de façon linéaire ou surfacique.

Conformément aux recommandations élaborées par ailleurs (par exemple (Yoccoz *et al.*, 2001 ; MACKENZIE & ROYLE, 2005 ; GUILLERA-ARROITA *et al.*, 2010 ; MOORE & MCCARTHY, 2016), l'élaboration d'un protocole de suivi d'occupation (ou d'abondance) se décompose en deux étapes principales et devrait commencer par un tour d'horizon de deux aspects relatifs: 1) aux exigences du projet en termes de qualité (performance) des estimateurs et 2) à l'effort total de suivi envisageable ou réalisable. Pour le premier point, l'exigence peut se traduire par une question telle que : quelle est la variance maximale autorisée ou tolérée ? Pour le second point, l'effort total de suivi peut être lié à un coût total correspondant à l'effort total de suivi qui est défini comme le produit du nombre de sites et du nombre de visites.

Le protocole consiste en un dénombrement systématique des différentes espèces, par prise de contact visuel des individus au sein des différentes placettes du site d'étude.

La prospection se résume de la façon suivante :

Sur placette : observation et dénombrement des lézards avec une prospection lente et aléatoire. 10 minutes par placettes maximum. 3 passages par placettes espacés d'une semaine minimum.



Sur transects : déplacement lent avec observation des lézards. Dénombrement et géolocalisation systématique des différents individus. Durée de prospection chronométrée et équivalente à chaque passage. 3 passages espacés d'une semaine minimum.

Une clé de détermination est proposée dans le protocole (BERRONEAU, 2015). Le département des Pyrénées-Atlantiques présente la particularité d'abriter pas moins de quatre espèces de "lézards gris". Ces espèces sont les suivantes (Tab. XLIV, Fig. 89):

- Le Lézard des murailles *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). Ce lézard est largement réparti en Aquitaine et dans les Pyrénées-Atlantiques. Ubiquiste, il colonise tout type de milieu, avec une préférence pour les milieux rocailloux. Il atteint au moins 2360 m dans le département.
- Le Lézard catalan *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905). Ce lézard ibérique traverse de part en part les Pyrénées et gagne notamment le Pays basque à l'ouest. Une unique station a également été découverte dans le Béarn. Cette espèce est strictement rupestre. Thermophile, elle ne dépasse pas 950 m d'altitude en Pyrénées-Atlantiques.
- Le Lézard de Bonnal *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). Endémique de l'ouest des Pyrénées, cette espèce est inféodée aux éboulis et autres structures rocheuses plus ou moins végétalisées d'altitude. Dans les Pyrénées-Atlantiques, sa répartition altitudinale s'étend entre 1991 et 2683 m.
- Le Lézard vivipare *Zootoca vivipara* (Lichtentein, 1823). Le Lézard vivipare est une espèce adaptée aux milieux frais et humides. Rare et localisée en plaine, cette espèce devient relativement abondante en montagne. Le Lézard vivipare présente une nette préférence pour les habitats de landes et de tourbières, mais devient moins exigeant en altitude, où il atteint 2310 m

La détermination du Lézard de Bonnal et du Lézard vivipare est relativement aisée. Le Lézard des murailles et le Lézard catalan présentent en revanche des similitudes importantes nécessitant une certaine expérience. Le Tab. XLIV résume les différents outils de détermination.

Le matériel nécessaire à l'observateur est le suivant :

- Paire de jumelles
- GPS
- Anémomètre/Thermomètre
- Appareil photographique
- Carte du site (+ placettes ou transect)
- Fiches de relevé

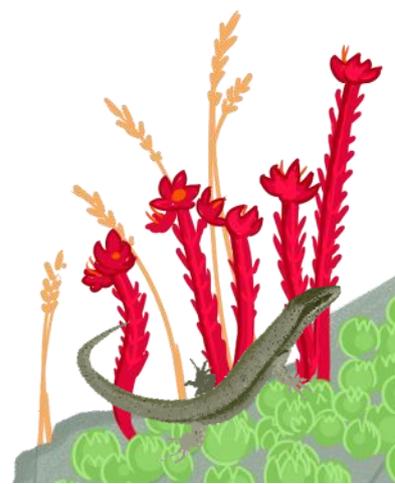


Tab. XLIV. Différents critères de détermination des quatre espèces de Lézards gris d'Aquitaine

	Lézard des murailles	Lézard catalan	Lézard de Bonnal	Lézard vivipare
<b>Forme générale</b>	Lézard aplati horizontalement et robuste	Lézard aplati horizontalement, petit et peu robuste	Lézard aplati horizontalement	Lézard aplati verticalement, généralement petit et trapu
<b>Forme de tête</b>	Museau grand, long et droit	Museau court, fin et pointu	Museau grand et long, arcade sourcilière marquée (profil "crocodilien")	Museau très court et arrondi, tête haute
<b>Ecaillure</b>	Fine	Fine	Fine	Grossière, possibilité de compter les écailles dorsales
<b>Motifs dorsaux</b>	Mâle généralement marbré, ligne vertébrale et aspect ligné fréquents chez les femelles	Mâle généralement marbré, aspect ligné très marqué chez les femelles	Dos uni et flanc sombre, pas de ligne vertébrale sombre	Robe rarement marbré, ligne vertébrale sombre fréquente
<b>Face ventrale</b>	Parfois orangé, écailles latérales bleues fréquentes	Souvent orangé, écailles latérales bleues possibles	Jamais orangé, pas d'écailles latérales bleues	Parfois orangé, pas d'écailles latérales bleues
<b>Ecaille internasale</b>	Ne touche pas la rostrale	Ne touche pas la rostrale	Touche largement la rostrale	Ne touche pas la rostrale
<b>Présence d'un ocelle blanc entourée de noir au-dessus de l'épaule</b>	Oui	Non	Non	Non



Fig. 89. De gauche à droite : Lézard vivipare, Lézard des murailles, Lézard catalan, Lézard de Bonnal



## 18.5 Conditions météorologiques requises

Les Lézards gris d'Aquitaine sont tous relativement actifs et visibles en journée, en dehors des jours de fort vent, froid, ou des jours de pluie. L'observation des lézards nécessite des conditions météorologiques optimales : ciel dégagé, température de l'air comprise entre 15° et 25°, vent faible voire nul. Les lézards sont invisibles par temps trop froid ou trop chaud.

## 18.6 Campagne de relevés

3 passages par placettes et 3 passages par transects espacés d'une semaine minimum. Les passages sur les sites à Léopard catalan sont réalisés au mois de mai (deux ou troisième semaine), juin (première ou deuxième semaine) et juillet (première semaine). Les passages sur les sites à Léopard de Bonnal sont réalisés au mois de juin (dernière semaine), juillet et août.

## 18.7 Fiche de relevés

Deux fiches sont complétées pour chaque site : covariables de site et échantillonnage). Les covariables de sites correspondent aux variables dépendant de la configuration du site (exposition, description de l'habitat, etc). Les variables d'échantillonnage correspondent aux variables relevées à chaque passage : données météorologiques, comptage, etc. (Annexe 27).

### **Pour chaque site : (covariables de site et d'échantillonnage)**

- Heure du début et de fin : la durée de la prospection doit globalement être la même pour un même site.
- T° : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en degré Celsius) prise à hauteur d'homme.
- Vent : valeur maximale indiquée par le thermomètre/anémomètre (en m/s) sur une minute, à hauteur d'homme et face au vent.
- Nuage : la couverture nuageuse doit être indiquée selon 5 coefficients ( $1 \leq 20\%$  ;  $20\% < 2 \leq 40\%$  ;  $40\% < 3 \leq 60\%$  ;  $60\% < 4 \leq 80\%$  ;  $5 > 80\%$ ).
- Nom de l'observateur

### **Pour chaque observation : (données spécifiques)**

- Nom de l'espèce
- Sexe, stade : si le type d'observation le permet, l'observateur peut estimer le sexe (mâle, femelle, indéterminé), et le stade de l'animal (juvénile, adulte).
- Abondance : nombre d'individus
  - o Nota : il est impératif de collecter des données d'abondance qui peuvent être éventuellement converties (l'inverse n'étant évidemment pas vrai) en données binaires, codées 0 ou 1, pour la modélisation dynamique de l'occupation.
- Coordonnées GPS : les champs renseignés sont, de gauche à droite, la latitude et la longitude (projection : WGS 84).
- Altitude
- Photos : si une photo est réalisée, celle-ci doit être référencée
- Commentaires : tout type d'information utile à l'interprétation des résultats

## Chapitre 19. *Marmota marmota* (Linnaeus, 1758) – La Marmotte des Alpes des pelouses et rocailles pyrénéennes

*Auteur : Thomas Ruys*

---

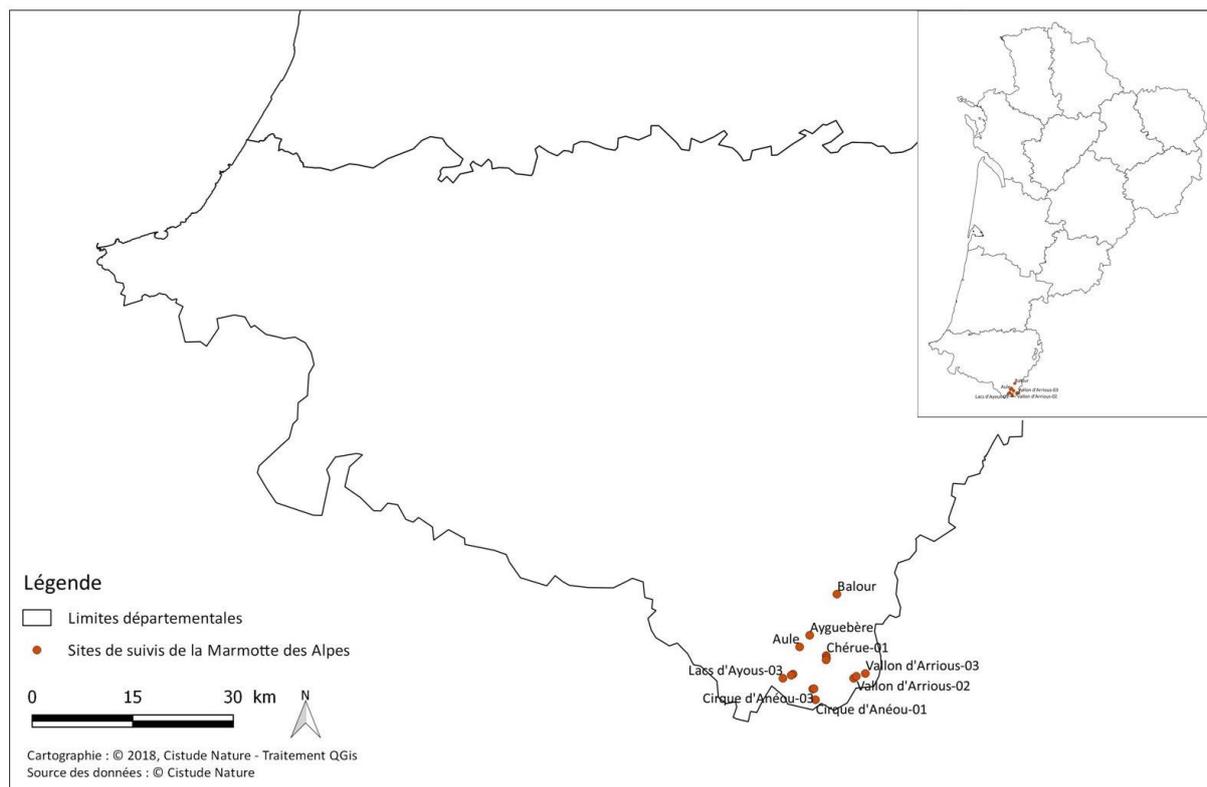
La Marmotte des Alpes (*Marmota marmota*) est un mammifère de la famille des Sciuridés qui a la particularité d'hiberner. Dans un secteur du massif alpin, 20 ans de recherche ont montré que le réchauffement climatique était à l'origine d'une baisse de la condition physique des femelles au moment de la sortie de l'hibernation. En effet, les femelles sont obligées de puiser plus dans leurs réserves en hiver du fait d'une diminution de la couche neigeuse (isolant thermique du gîte) au cours de l'hiver. Ce changement de métabolisme a pour conséquence une diminution de la taille des portées chez les femelles et donc une moins bonne reproduction (TAFANI *et al.*, 2013).

La question est donc de savoir si la population pyrénéenne est touchée par le même phénomène, à savoir, sur le long terme, une baisse de la taille des portées de marmottes qui fréquentent la vallée d'Ossau, secteur d'étude du programme les sentinelles du climat pour cette espèce considérée comme bio-indicatrice.

### 19.1 Sélection des sites

Après une première année de test en 2016, 14 sites ont été sélectionnés pour un suivi annuel en fonction de leur disposition géographique (gradient altitudinal), de leur accès et de leur position dans la zone cœur du PNP, hors secteur de chasse. Après discussion avec le conseil scientifique fin 2016, il a été décidé de sélectionner des sites complémentaires situés en basse altitude afin de compléter le protocole en élargissant la zone altitudinale prise en compte. Après diverses prospections et interrogations avec le Parc national des Pyrénées, deux sites complémentaires ont pour le moment été retenus : Ayguebère et Balour (Fig. 90). Ces deux sites sont situés hors de la zone cœur du PNP, les individus peuvent donc, théoriquement, être chassés. Toutefois, peu de chasseurs prennent pour cible la Marmotte dans les Pyrénées (Plisson comm. pers.). Les prospections pour trouver d'autres sites en basse altitude se poursuivront en 2018. Deux autres sites situés sur le secteur de Peyreget ont été abandonnés pour des raisons d'accessibilité. A la fin des prospections 2017, le secteur d'Aule (compté en 2016 mais non retenu au final du fait d'un éboulement sur le chemin d'accès) a fait l'objet d'un seul comptage à 1700–1800 m d'altitude. Cette action a pour but d'éventuellement remplacer le secteur d'Anéou par Aule pour des raisons de configuration de sites plus proches des autres secteurs. Le secteur d'Aule sera probablement compté dans son ensemble pour les prospections 2018.





Sites de suivis de la Marmotte des Alpes :  
Situation géographique des sites d'études en Nouvelle-Aquitaine

**Fig. 90. Localisation des sites de suivis Marmotte (N=15)**

## 19.2 Description des sites choisis

Les sites ont été retenus en fonction de :

- leur emplacement géographique afin de déterminer des secteurs différents (cf. « Dénomination » dans le Tab. XLV),
- chaque secteur comporte trois familles suivies en fonction de l'altitude du terrier principal par tranche altitudinale de 100 m entre 1600 et 2300 m, excepté pour les deux nouvelles familles en basse altitude (Ayguebère et Balour), une famille dans chaque cas afin d'obtenir un gradient altitudinal,
- leur accessibilité,
- des possibilités de comptages des marmottons dans de bonnes conditions d'observation.

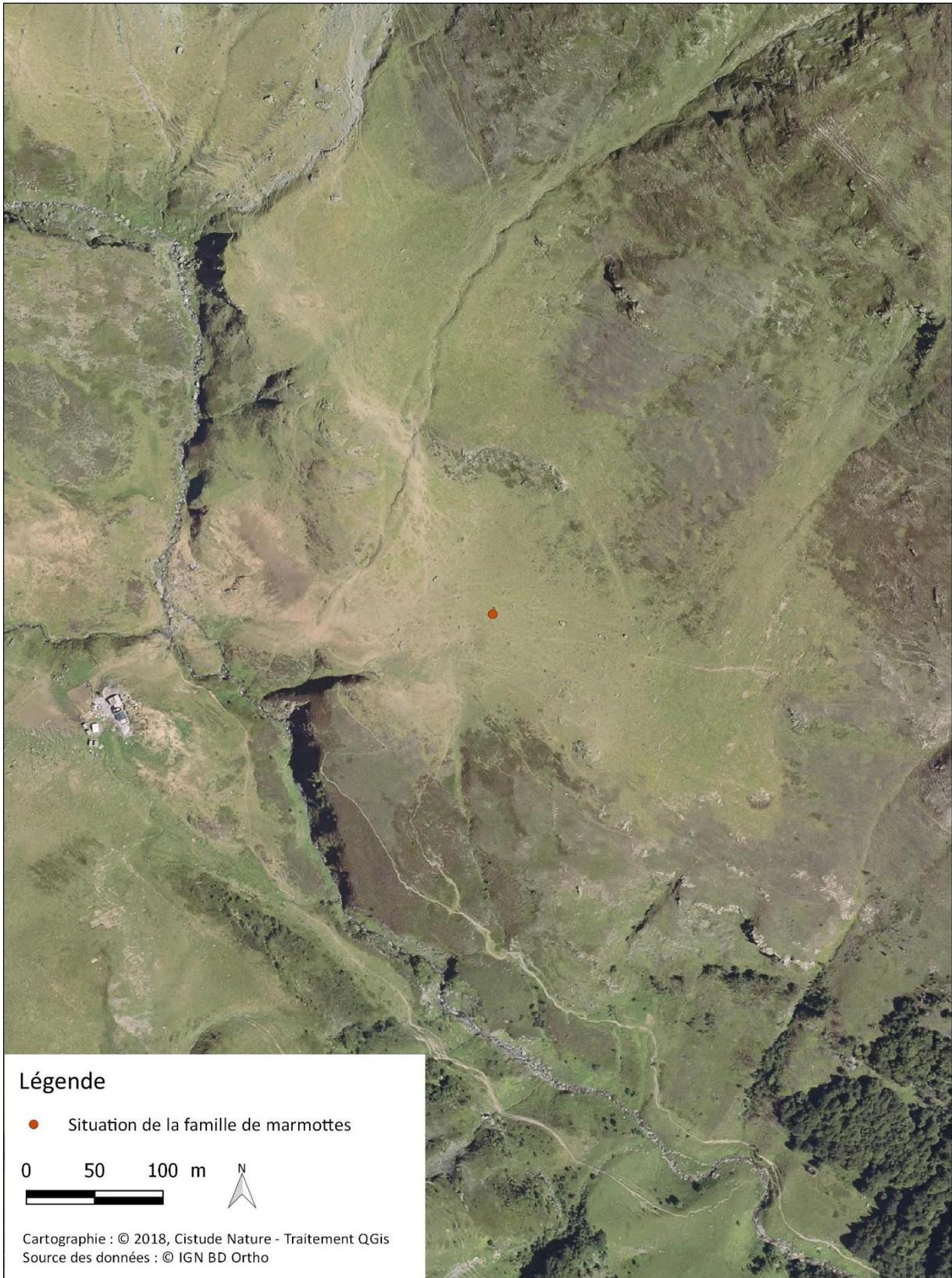
**Tab. XLV. Caractéristiques des sites sélectionnés pour l'étude sur le suivi sur la Marmotte**

Dpt	Commune	Dénomination	Type d'habitat	Tranche altitudinale (m)	Propriétaire Gestionnaire
64	Laruns	Cirque d'Aneou 01	Pierrier/prairie d'altitude	1800-1900	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Cirque d'Aneou 02	Pierrier/prairie d'altitude	1900-2000	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Cirque d'Aneou 03	Pierrier/prairie d'altitude	2000-2100	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Vallon d'Arrius 01	Pierrier/prairie d'altitude	1700-1800	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Vallon d'Arrius 02	Pierrier/prairie d'altitude	1900-2000	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Vallon d'Arrius 03	Pierrier/prairie d'altitude	2200-2300	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Lacs d'Ayous 01	Pierrier/prairie d'altitude	1600-1700	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Lacs d'Ayous 02	Pierrier/prairie d'altitude	1700-1800	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Lacs d'Ayous 03	Pierrier/prairie d'altitude	2000-2100	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Chérue 01	Pierrier/prairie d'altitude	1800-1900	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Chérue 02	Pierrier/prairie d'altitude	1900-2000	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Chérue 03	Pierrier/prairie d'altitude	2000-2100	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Aule	Pierrier/prairie d'altitude	1700-1800	Syndicat du Haut-Ossau
64	Laruns	Ayguebère	Pierrier/prairie d'altitude	1500-1600	Syndicat du Haut-Ossau
64	Eaux-Bonnes	Balour	Pierrier/prairie d'altitude	1300-1400	Syndicat du Haut-Ossau

### 19.3 Définition et positionnement des points d'échantillonnage

Un site de suivi correspond à un point d'échantillonnage d'une famille de marmottes. Le suivi est réalisé sur le versant à l'opposé du point d'échantillonnage (Fig. 91).





Site de suivis de la Marmotte des Alpes :  
Aule (Pyrénées-Atlantiques, Laruns)

Fig. 91. Exemple de situation géographique d'un point d'échantillonnage de suivi d'une famille de marmottes.

## 19.4 Méthodes de relevés et détermination des espèces

Le suivi est basé sur le comptage du nombre maximum de marmottons entre la sortie du terrier au début juillet et la mi-août, période à partir de laquelle la distinction certaine jeune/subadulte devient plus délicate. De plus, les risques de prédation augmentent avec le temps et pourraient biaiser les comptages.

Chaque famille est observée à l'aide d'une longue-vue (KITE SP-60 x28) pour éviter toute perturbation, pendant 40 min (60 min en 2016). En effet, après analyse des résultats de 2016, le nombre maximum de marmottons observés était détecté dans les premières 40 min (perte de 6,3% de probabilité d'avoir vu un nombre d'individus "maximal" par rapport à un temps de 60 min). Le comptage commence dès l'observation d'un marmotton ou au bout de 15 min si aucun marmotton n'est observé.

Le nombre maximum de marmottons observés est ensuite noté par tranche de 10 min. Au bout de 40 min le chiffre le plus haut est retenu. L'idéal est de pouvoir réaliser deux passages par famille en juillet au matin (8h30-11h30), période pendant laquelle les marmottons sont les plus actifs. Le premier passage pour chaque famille doit être réalisé le plus rapidement possible pour éviter des cas éventuels de prédation sur les marmottons qui fausseraient les comptages et les suivis. Le comptage en fin de journée (18h00-20h00), réalisé en 2016, a été abandonné en 2017 du fait d'observations trop aléatoires sur les heures de sortie des marmottes et marmottons.

## 19.5 Conditions météorologiques requises

Avant chaque comptage, la température de l'air, la vitesse du vent ainsi que la nébulosité sont relevées (Tab. XLVI). En cas de pluie ou de vent fort, le comptage est annulé. Les dérangements sont également notés car ils obligent les marmottes à regagner leur terrier. Au final, les dérangements sont classés en trois catégories : 1/pas de dérangement, 2/dérangement naturel (prédateur, etc.), 3/dérangement d'origine anthropique (randonneurs, passages de troupeaux, etc.).

Tab. XLVI. Conditions météorologiques requises pour les suivis

Température	12 à 25 °C
Nébulosité	-
Pluie	Pas de pluie
Vitesse du vent	< 5 sur l'échelle de Beaufort
Horaire	8h30-11h30

## 19.6 Fiche de relevés

La fiche de comptage pour les marmottes se présente comme illustrée en Annexe 28.

- « Date » : date du comptage
- « Secteur » : nom du secteur (lieu-dit) du comptage
- « Nébulosité » : pourcentage de couverture nuageuse
- « Vitesse du vent » : en fonction de l'échelle de Beaufort (0 à 5)
- « T° de l'air » : température de l'air (en degrés Celsius, thermomètre portatif)
- « Dénomination famille » : code donné à une famille exemple Anéou 1



« Heure » : heure du premier comptage de marmottons, puis toutes les 10 min pendant une heure soit sept modalités pour une famille

« Jeunes » : nombre de marmottons maximum observés durant les 10 min précédentes

« Adultes/Subadultes » : nombre d'adultes et de subadultes maximum observés durant les 10 min précédentes

« Remarques » : toute remarque pouvant contraindre le comptage comme le dérangement codé de 0) Pas de dérangement ; 1) Dérangement naturel (prédateur) ; 2) Dérangement d'origine anthropique (randonneurs, chien de troupeau, etc.).



**PARTIE VI.**  
**INDICATEURS MÉTÉOROLOGIQUES**





## Chapitre 20. Température et humidité relative de l'air

**Auteur :** Fanny Mallard, Anouk Glad, **Contributeurs :** Guillemette Labadie, Maximilien Lavagna

---

Le climat joue un rôle fondamental dans la répartition et la vie des êtres vivants. Dans une région climatique, le climat n'est pas le même en tout lieu, les climats locaux sont variables suivant l'altitude et la latitude et le couvert végétal. Les différents types d'écosystème étudiés dans le programme, dunaire, sec, humide, forestier et montagnard ont ainsi des conditions climatiques spécifiques et renferment des espèces avec des sensibilités différentes à la pression des modifications climatiques (BERTIN, 2008 ; LI *et al.*, 2013). Les suivis des espèces sentinelles du climat sont donc complétés par des suivis météorologiques ponctuels sur la plupart des sites de suivis.

L'action combinée des facteurs climatiques, et notamment du couple température-humidité, conditionne directement la répartition des espèces végétales et animales et le développement de leurs populations (FAURIE *et al.*, 2011). Ces deux facteurs sont les plus représentatifs et les plus facilement mesurables des conditions climatiques des populations à cette échelle locale. Les variables température et humidité de l'air ont ainsi été sélectionnées pour refléter les deux principales composantes du climat : l'énergie et l'eau ; qui ont un rôle déterminant dans la répartition et la biologie des espèces comme par exemple les amphibiens et les reptiles (GIBBON *et al.*, 2000 ; CAREY & ALEXANDER, 2003). En effet, la température corporelle de ces espèces détermine la plupart des processus physiologiques et biochimiques. La température extérieure influence la sortie de l'hibernation (READING, 1998) ainsi que la phénologie, comme la dormance chez les plantes (MENZEL *et al.*, 2006). La disponibilité en eau est un facteur clé pour la faune et la flore ; par exemple, pour la reproduction des amphibiens. La quantité et la durée des précipitations peuvent affecter dramatiquement l'efficacité de la reproduction annuelle d'une population d'amphibiens. D'après Guillon (2014), l'humidité semble être une composante importante pour la Vipère aspic, *Vipera aspis*, et la Vipère péliade, *Vipera berus*, lors de la sélection de leur habitat.

Le matériel de base choisi pour mesurer ces paramètres est l'enregistreur de température/humidité relative externe avec interface USB optique HOBO datalogger U23 Pro V2 (HOBO U23 Pro v2, Hobo®, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA) et l'abri météorologique HOBO0039 RS1. La station météorologique est une station autonome à faible consommation disposant d'une mémoire suffisante pour enregistrer au minimum une année de suivi. Ce matériel a déjà été utilisé, testé et validé dans le cadre d'une étude des effets du changement climatique sur la phénologie des essences d'arbres en zone tempérée européenne (VITASSE *et al.*, 2011).

Les objectifs de ces suivis météorologiques sont les suivants :

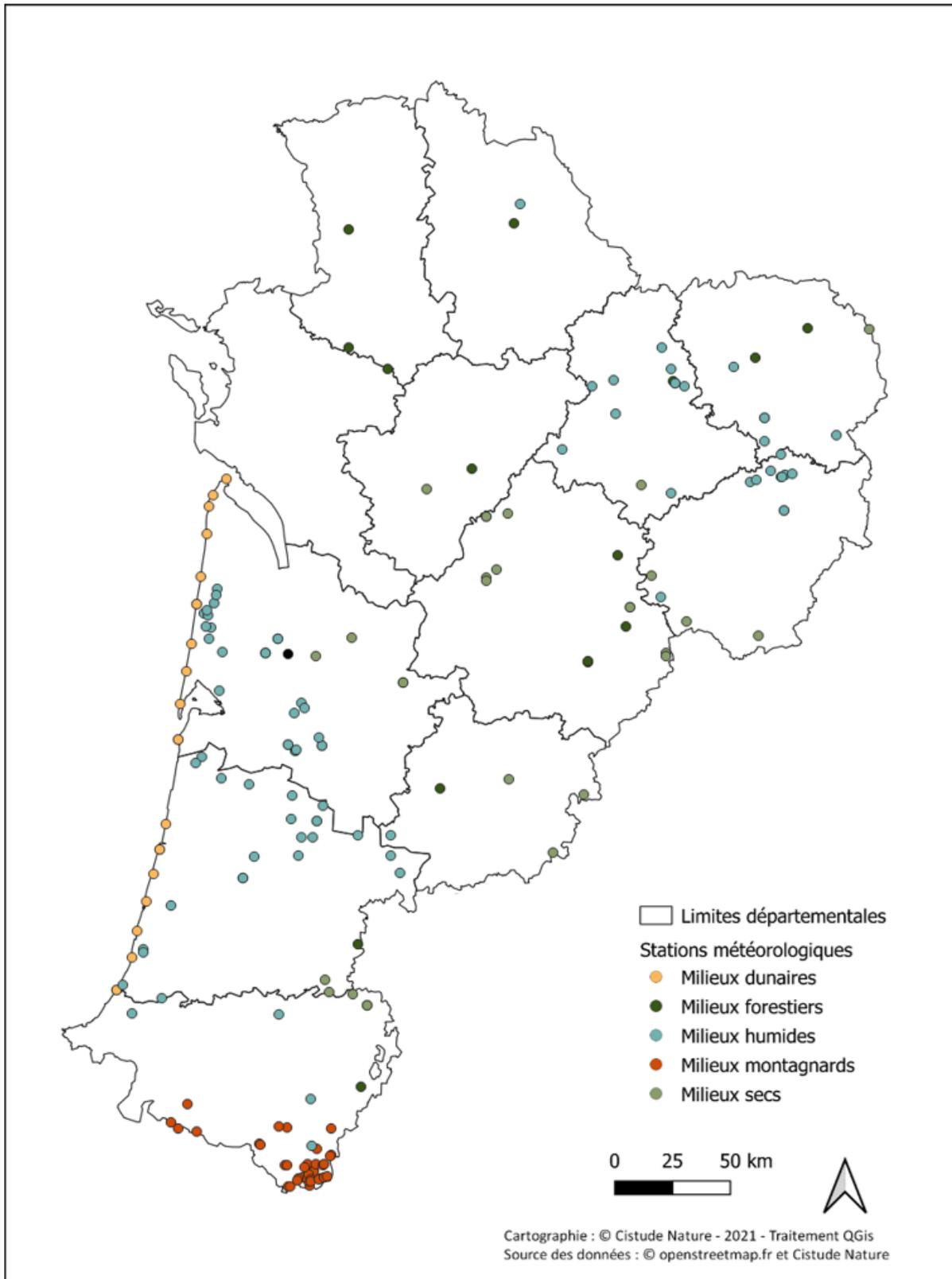
- 1) créer un réseau de stations météorologiques pour suivre l'évolution du climat sur les sites d'étude,
- 2) établir un lien entre la pression locale du changement climatique et les suivis de biodiversité de terrain,
- 3) suivre les évolutions du climat pour chaque type d'écosystèmes dunaires, secs, humides, montagnards et forestiers.

## 20.1 Sites équipés en station météorologique

### 20.1.1 Réseau de station météorologique

Les mesures en température et humidité de l'air sont déployées sur les sites de suivis des espèces sentinelles du climat. Une organisation de pose de station météorologique à l'échelle de la région Nouvelle-Aquitaine a été mise en place en partenariat avec l'ensemble des chargés d'étude de suivi floristique et faunistique. Des tutoriels expliquent les étapes de montage et la pose sur le terrain des stations météorologiques (Annexe 29).

En 2016, 61 sites ont été équipés en stations météorologiques. Le réseau de stations météorologiques représente, en 2017, 133 sites sentinelles équipés. En 2021, 162 sites d'étude sont équipés de stations et constitue un réseau de 182 stations météorologiques dont 165 stations météorologiques à 1m10–1m50 au-dessus du sol et 17 stations météorologiques à 10–50 cm au-dessus du sol (Fig. 92). Les sites d'étude ont été équipés en station météorologique en fonction de l'opportunité d'accords des propriétaires pour la pose des stations météorologiques.



Stations météorologiques par type de milieu en 2021

Fig. 92. Réseau de stations météorologiques en 2021.

## 20.1.2 Particularité des stations météorologiques le long du littoral aquitain

Le long du littoral aquitain, 15 secteurs ont été sélectionnés afin de positionner les stations météorologiques. Ils ont été regroupés en 8 classes de facteurs d'influences climatiques et morphologiques (Tab. XLVII) : Influence de la zone côtière basque, Influence de la dérive littorale, Influence des embouchures, Influence de l'érosion, Influence des lacs et étangs, Influences des passes du Bassin d'Arcachon, Influence de la pluviométrie, Influence de la submersion.

Tab. XLVII. Description des facteurs d'influences climatiques et morphologiques.

Département	Numéros des stations	Facteurs d'influences	Description
33	20106492	Influence des embouchures	La marinisation de l'estuaire de la Gironde est susceptible de provoquer une diminution de la pluviométrie sur ce secteur (CHAALALI et al., 2013).
33	20106503	Influence de l'érosion	Le changement de direction des vagues de 5° vers le nord (CHARLES et al., 2012) pourrait accélérer l'érosion de la pointe de la Négade. Cette érosion exposerait davantage la dune littorale aux paramètres météorologiques.
33	20106499	Influence de la dérive littorale	L'Anse du Gurg se situe au niveau du point de divergence du sens de la dérive littorale et présente une conformation en baie semi-fermée. La morphologie de cette zone peut influencer les paramètres climatiques (vent, humidité, température) (OBSERVATOIRE DE LA CÔTE AQUITAINE, 2008).
33	20114878	Influence de l'érosion	La plage de type 2A est influencée par un système de barres et de baïnes bien caractérisé qui peut entraîner une dynamique d'érosion plus ou moins marquée (CASTELLE et al., 2015).
33	20106441	Influence de l'érosion	Sur la base d'une projection du trait de côte en 2025 (BERNON et al., 2016), la placette serait fortement exposée aux aléas climatiques (tempêtes).
33	10957022	Influence des lacs et étangs	La présence du lac d'Hourtin en position arrière dunaire est susceptible d'augmenter l'humidité de la zone et augmenter les précipitations.
33	20106486	Influence de l'érosion	Sur la base d'une projection du trait de côte en 2025 (BERNON et al., 2016), la placette serait fortement exposée aux aléas climatiques (tempêtes).
33	20106497	Influence de l'érosion	La plage de type 2B est influencée par un système de barres et de baïnes (chenaux obliques, espacement irrégulier) qui peut entraîner une érosion plus ou moins marquée (CASTELLE et al., 2015).
33	20106461	Influence de la pluviométrie	La zone est caractérisée par une faible pluviométrie lors de la période estivale qui est susceptible de diminuer davantage à l'avenir (LE TREUT, 2013).
33	20114880	Influence des passes du bassin d'Arcachon	La disparition de la passe sud du Bassin d'Arcachon dans les années 2030 accélérerait l'érosion de la pointe d'Arcachon (BOUCHET et al., 1997) et entraînerait une pression plus forte des aléas climatiques.
40	20114874	Influence de la submersion	La placette se situe dans une zone à fort risque de submersion marine lors de fortes tempêtes, ce qui peut influencer sur le taux de salinité.
40	20106507	Influence des embouchures	La dynamique hydrosédimentaire à l'embouchure du courant de Contis est complexe et influe sur la morphologie du littoral (BERNON et al., 2016).
40	20106506	Influence de l'érosion	Sur la base de projection du trait de côte en 2025 (BERNON et al., 2016), la placette est plus fortement exposée aux aléas climatiques (tempêtes).
40	20106495	Influence des lacs et étangs	La présence de l'étang de Léon en position arrière dunaire est susceptible d'augmenter l'humidité de la zone et augmenter les précipitations
40	20106501	Influence des embouchures	La dynamique hydrosédimentaire à l'embouchure du courant de Soustons est complexe et influe sur la morphologie du littoral (BERNON et al., 2016).
40	20106494	Influence de la dérive littorale	La réfraction des faibles houles à l'approche du gouf de Capbreton conduit à une forte diminution de la dérive littorale au nord du gouf. Lors de fortes houles, la dérive littorale peut s'orienter de nouveau vers le sud et entraîner l'accumulation de sable en tête de canyon (LE TREUT, 2013). Une variation des conditions climatiques dans cette zone peut sensiblement modifier les caractères morphologiques de la côte

Département	Numéros des stations	Facteurs d'influences	Description
40	10957016	Influence de la zone côtière basque	Plusieurs scénarios sont attendus : l'augmentation des zones affectées par l'élévation du niveau de la mer à la fin du siècle ; l'augmentation de la zone totale affectée par la houle extrême ; l'avancée de l'intrusion saline avec des impacts sur les falaises et les émissaires (ADMINISTRATION DE LA COMMUNAUTÉ AUTONOME DU PAYS BASQUE & DÉPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA POLITIQUE TERRITORIALE, 2015).

Au total, 15 stations météorologiques ont été installées sur 15 sites à l'intérieur des placettes de suivi du Lézard ocellé selon les facteurs d'influences climatiques et morphologiques, en plus des 2 stations préalablement posées en 2016 (n°10957022 ; n°10957016) (Fig. 93).

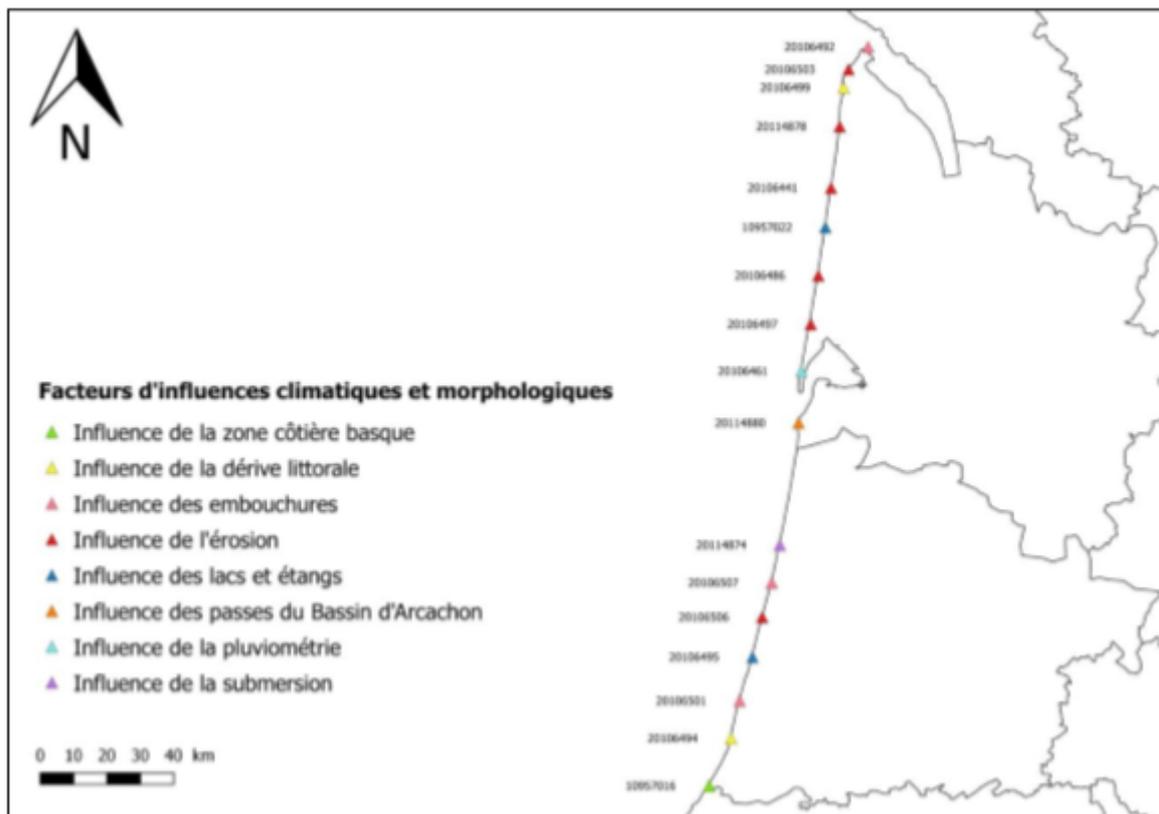


Fig. 93. Positionnement des stations météorologiques le long des littoraux girondins et landais.

### 20.1.3 Stations météorologiques et suivi des espèces sentinelles du climat

Les sites de suivis ont été choisis pour réaliser des suivis multi-espèces sentinelles du climat. Les stations météorologiques sont ainsi associées aux suivis d'un ou plusieurs taxons, globalement des suivis flore associés à des suivis faune (Annexe 2).

## 20.2 Matériel station Hobo®

Les facteurs climatiques mesurés sont la température et l'humidité relative de l'air sur des sites d'étude de suivis floristiques et faunistiques. Ces facteurs sont les plus représentatifs et les plus facilement mesurables des conditions climatiques des populations à l'échelle locale. Le matériel de

base choisi est l'enregistreur de température/humidité relative externe avec interface USB optique HOBO datalogger U23 Pro V2 (HOBO U23 Pro v2, Hobo®, Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA) et l'abri météorologique HOBO0039 RS1.

La station météorologique est une station autonome à faible consommation disposant d'une mémoire suffisante pour enregistrer au minimum une année de suivi. Ce matériel a été utilisé, testé et validé dans le cadre d'une étude sur les effets du changement climatique sur la phénologie des essences d'arbres en zone tempérée européenne (VITASSE *et al.*, 2011). La plage de fonctionnement du capteur U23-002 de température externe est de  $-40^{\circ}$  à  $70^{\circ}\text{C}$ . La précision est de  $\pm 0,21^{\circ}\text{C}$  de  $0^{\circ}$  à  $50^{\circ}\text{C}$  et la résolution  $0,020^{\circ}\text{C}$  à  $25^{\circ}\text{C}$ . La stabilité (dérive) dans le temps est inférieure à  $0,1^{\circ}\text{C}$  par an. La plage de fonctionnement du capteur d'humidité relative U23-002 est de 0-100% HR,  $-40^{\circ}$  à  $70^{\circ}\text{C}$ . La précision est  $\pm 2,5\%$  de 10% à 90% HR, avec un maximum de  $\pm 3,5\%$  et une résolution de 0,03%. La stabilité (dérive) est inférieure à 1% par an. La plage de fonctionnement du logger est de  $-40^{\circ}$  à  $70^{\circ}\text{C}$ . L'horloge en temps réel est de  $\pm 1$  minute par mois de  $0^{\circ}$  à  $50^{\circ}\text{C}$ . La batterie 1/2 AA, 3.6 Volt lithium est autonome pour une utilisation standard pendant maximum 3 ans avec un intervalle d'enregistrement de 1 minute ou plus. La mémoire est de 64 Ko (environ 21 000 mesures de température et d'humidité relative). Les sondes et l'enregistreur sont résistants à la submersion brève et à la pluviométrie.

### 20.3 Protocole de mesures météorologiques

Dans chaque site, les capteurs sont installés à 1,10 m-1,50 m au-dessus du sol (Fig. 94) à proximité des points d'échantillonnage des populations, en conditions représentatives des conditions du suivi flore et faune (milieu ouvert, lisière, etc.) et à l'abri des regards pour éviter les éventuelles dégradations, à une distance maximum de 100 m et à la même altitude. Cette hauteur est choisie pour représenter en moyenne les conditions environnementales de vie de l'ensemble des populations des espèces suivies.

Pour éviter toute exposition à la pluie et à la lumière directe du soleil, les capteurs sont protégés par un abri constitué de couches de plastique blanc, espacées les unes des autres pour permettre une bonne circulation de l'air. Les supports de fixation sont : 1) des poteaux en acacia pour les sols meubles et épais, 2) l'utilisation d'arbre isolé à étêter sur des sols durs et 3) des piquets en acier encastrés entre de gros rochers pour les milieux montagnards. La face de la station météorologique est positionnée de la même manière sur chaque site, orientée sud, permettant d'éviter des variations liées à l'ombre du piquet de fixation.

Les données sont enregistrées toutes les heures toute l'année soit 17520 données (24h x 365 jours x 2 mesures de température et humidité relative) par station météorologique. Tous les capteurs sont inter-calibrés avant l'installation sur le terrain. Par exemple, 60 enregistreurs ont été calibrés le 07/05/2016 à 1:00 AM (1 enregistreur recalibré 11/10/2016 1:00 AM) et 150 enregistreurs le 14/04/2017 à 1:00 AM.



Fig. 94. Station météorologique sur un site d'étude du programme les sentinelles du climat en pelouse calcicole.

## 20.4 Tutoriels des stations météorologiques

Plus d'une quarantaine d'observateurs du programme les sentinelles du climat ont à leur disposition des tutoriels allant du montage à l'entretien des stations afin d'organiser et structurer le réseau des 182 stations météorologiques disposées sur le terrain. Les tutoriels suivants sont présentés en Annexe 29 :

- Tutoriel 1.1. Montage d'une station météorologique : abri météorologique HOBO Solar Radiation Shield RS3-B
- Tutoriel 1.2. Montage d'une station météorologique : abri météorologique HOB00039 RS1
- Tutoriel 2. Pose d'une station météorologique
- Tutoriel 3. Utilisation de la navette pour récupérer les données des stations météorologiques
- Tutoriel 4. Installation du logiciel Hoboware et son utilisation pour récupérer les données de la navette
- Tutoriel 5. Changement des piles des stations météorologiques et changement des piles de la navette
- Tutoriel 6. Vérifications des stations météorologiques sur le terrain

## 20.5 Métadonnées

Un fichier de métadonnées recense toutes les informations de chaque station météorologique : N° de la sonde, structure en charge de la station, nom du site, la commune/secteur, le milieu (dunaire, sec, humide, forêt, montagne), le taxon, la date et l'heure de mise en route, la date et l'heure de pose de la station, les points GPS en WGS84 (Longitude, Latitude), altitude (en m), évènement, photos, le contact de la personne en charge de l'entretien de la station.

Le suivi du réseau des stations météorologiques est basé sur les normes de l'Organisation météorologique mondiale appliquée par Météo France. Tous les évènements sont renseignés : les éventuelles dégradations naturelles ou anthropiques, les défauts de fonctionnement, les conditions

du milieu (photo nord-sud-est-ouest), le changement des piles, l'entretien de fixation et la récupération des données.

Une navette de transport de données 4 Mo – U-DTW-1 – Hobo est utilisée afin de récupérer les données de manière pratique dans les conditions difficiles sur le terrain comme par exemple en milieu montagnard. Un tutoriel 3. présente la connexion de la navette à l'enregistreur pour la récupération des données de mesure (Fig. 95, Annexe 29). Ensuite, un tutoriel 4. explique l'utilisation du logiciel HOBOWARE PRO V3.0.X permettant de connecter la navette à l'ordinateur pour la récupération du fichier contenant les mesures (Annexe 29). La récupération des données est réalisée deux fois dans l'année lors du premier suivi et du dernier suivi des chargés d'étude dans la période de mars à septembre. Les fichiers sont ensuite envoyés à Cistude Nature, Fanny Mallard, coordinatrice du programme les sentinelles du climat, soit environ 400 fichiers par an. Les piles sont changées une fois par an lors du dernier déchargement des données. Un tutoriel 5. explique les différentes étapes de manipulation de la carte électronique.



Fig. 95. Navette de transport connectée à l'enregistreur de la station Hobo®.

## 20.6 Base de données des stations météorologiques

### 20.6.1 Protocole de remise des fichiers

La navette permet de relever de nombreuses stations sur le terrain, et les fichiers sont, dans un second temps, déchargés sur l'ordinateur à l'aide du logiciel HoboWare. Les fichiers sont nommés avec le numéro identifiant de la sonde ainsi que de la date de relevé (ex : 10957011\_2019\_06\_20.hobo). Le fichier des données est ensuite exporté par l'utilisateur au format .xlsx afin de pouvoir lire le fichier avec d'autres logiciels (Excel, R). Le nom du fichier est le même que précédemment (ex : 10957011\_2019\_06\_20.xlsx). Lors des exportations la température, l'humidité relative ainsi que le

point de rosé sont sélectionnées (en unité de mesure internationale). Ces fichiers sont ensuite envoyés à la coordination du programme pour la centralisation des données (Annexe 29).

## 20.6.2 Centralisation des données

À l'aide d'un tableau récapitulatif de suivi, les éléments suivants sont précisés : le nom des sites, l'emplacement de la sonde, son numéro, les différentes dates de pose et de relevé, ainsi que les différentes remarques (pannes, problèmes lors des relevés). Les fichiers reçus sont ainsi triés et placés dans le dossier du site correspondant. Le classement par site permet de ranger efficacement les fichiers. En effet des pannes de matériel pouvant survenir, plusieurs sondes peuvent être associées à un même site au cours du temps. Les dossiers des sondes sont notés comme suit : AEROD\_130 avec AEROD le code du site (code clé unique de la base de données) (MALLARD, 2018b) et \_130 ou \_030 la hauteur de la sonde. Pour les sites en montagne, une information sur l'altitude de la sonde peut être ajoutée par exemple ANGLA\_130\_2000 (Fig. 96, Fig. 97).

 AEROD_130	09/12/2021 15:53	Dossier de fichiers
 ANEO1_130	22/07/2021 09:49	Dossier de fichiers
 ANEO3_130	21/07/2021 14:16	Dossier de fichiers
 ANGLA_130_2000	18/01/2021 15:42	Dossier de fichiers
 ANGLA_130_2144	09/02/2021 14:17	Dossier de fichiers
 ARGEN_030	09/12/2021 16:29	Dossier de fichiers
 ARGEN_130	09/12/2021 15:38	Dossier de fichiers
 ARJUZ1_130	09/02/2021 14:29	Dossier de fichiers
 ARJUZ2_130	09/02/2021 14:31	Dossier de fichiers
 ASPE1_130	17/01/2022 11:53	Dossier de fichiers
 ASPOU_130	09/02/2021 10:32	Dossier de fichiers
 AVGUE_130	30/06/2021 09:51	Dossier de fichiers
 AYOU1_130	08/12/2021 15:17	Dossier de fichiers
 AYOU3_130	08/12/2021 15:14	Dossier de fichiers
 AZUNS_130	08/12/2021 15:16	Dossier de fichiers
 BAITC_130	08/12/2021 15:21	Dossier de fichiers

Fig. 96. Dossier par nom de site et hauteur de la sonde

> 01\_Dossier sondes données brutes > AEROD\_130

Nom	Modifié le	Type	Taille
 10957017_2017_08_10	13/04/2020 14:54	Onset HOBO Data...	29 Ko
 10957017_2017_08_10	13/04/2020 14:54	Feuille de calcul M...	506 Ko
 10957017_2018_05_22	13/04/2020 14:54	Onset HOBO Data...	21 Ko
 10957017_2018_05_22	13/04/2020 14:54	Feuille de calcul M...	358 Ko
 10957017_2018_09_13	13/04/2020 14:54	Onset HOBO Data...	9 Ko
 10957017_2018_09_13	13/04/2020 14:54	Feuille de calcul M...	150 Ko
 10957017_2019_05_16	13/04/2020 14:54	Onset HOBO Data...	18 Ko
 10957017_2019_05_16	13/04/2020 14:54	Feuille de calcul M...	290 Ko
 10957017_2019_09_06	13/04/2020 14:54	Onset HOBO Data...	9 Ko
 10957017_2019_09_06	13/04/2020 14:54	Feuille de calcul M...	139 Ko
 10957017_2020_05_19	24/05/2020 10:02	Onset HOBO Data...	19 Ko
 10957017_2020_05_19	24/05/2020 10:08	Feuille de calcul M...	301 Ko
 10957017_2020_09_03	01/06/2021 13:59	Onset HOBO Data...	8 Ko
 10957017_2020_09_03	01/06/2021 13:59	Feuille de calcul M...	132 Ko
 10957017_2021_05_14	17/05/2021 10:44	Onset HOBO Data...	19 Ko
 10957017_2021_05_14	02/06/2021 13:54	Feuille de calcul M...	276 Ko
 10957017_2021_09_26	27/09/2021 17:08	Onset HOBO Data...	10 Ko
 10957017_2021_09_26	27/09/2021 17:13	Feuille de calcul M...	164 Ko

Fig. 97. Fichiers des différents relevés pour le site AEROD\_130

### 20.6.3 Compilation des données

Dans un premier temps, toutes les données collectées entre 2016 et 2020 ont été compilées par site. Afin, de mener à bien cette étape, des fonctions ont été créés avec le logiciel R. Une première étape cependant consiste à la vérification générale des données (correspondance des dates de relevé, vérification que la sonde fonctionne toujours). Des informations complémentaires peuvent être demandées aux chargés de suivis à cette étape afin d'avoir le plus d'information.

Deux fonctions permettent le tri des données : la première récupère les métadonnées et la met sous la forme d'un tableau par nom de fichiers, la deuxième compile et corrige les erreurs courantes dans les fichiers par dossier site.

- Ouverture des fichiers

La première étape permet d'ouvrir tous les fichiers au format .xlsx, d'un même dossier station, de les mettre au même format et de récupérer les données de date de relevé et de pose pour chaque fichier sonde de la station.

1. Ouverture des fichiers sonde .xlsx sans la première ligne et sélection des colonnes Date, Heure, Temp, HR et PtR.
2. Création d'une nouvelle colonne ID\_station\_sonde sous la forme du « nom de la station » (= nom du dossier) \_ « numéro de la sonde » (=nom du fichier). Exemple : ABERO\_130\_10957011
3. Création d'une nouvelle colonne date\_relevé sous la forme d'une date AAAA-MM-JJ à partir de la date contenue dans le nom du fichier.
4. Vérification que le nombre de colonne soit égale à 7. Une erreur apparaît si le nombre de colonne est différent, le nom des fichiers à vérifier apparaît. Il faut dans ce cas, refaire le fichier Excel à partir du fichier .hobo au bon format. Exemple : **Error: 1 fichier n'a/ont pas 7 colonnes : fichiers**

[F:/dec\\_2020/Station\\_supprimees/SUP\\_ABERO\\_130/10957011\\_2019\\_06\\_20.xlsx](F:/dec_2020/Station_supprimees/SUP_ABERO_130/10957011_2019_06_20.xlsx)

*Note : Cette fonction peut prendre en compte différents formats xlsx (Une ou deux colonnes date et heure, colonnes supplémentaires type Moy : Temp )*

- Correction des erreurs et suppression des données avant la date de pose

Cette étape permet de mettre le bon format de dates et heures, de vérifier que la date de relevé correspond à la date des dernières mesures, de corriger les éventuels décalages et de supprimer la partie qui correspond aux données bureau (avant la date de pose).

1. Suppression des dernières lignes sans données correspondant aux enregistrements
2. Formatage des colonnes Date (AAAA-MM-JJ) et Heure (HH :MM :SS) et création de la colonne Date\_Heure au format AAAA-MM-JJ HH :MM :SS.
3. Vérification des heures manquantes (ligne absente) et ajout de la ligne et d'une colonne « Valeur ». Les données Temp, HR et PtR sont dupliquées de la mesure précédente et le code « AJ » est ajouté dans valeur (Aj pour valeur ajoutée). Les valeurs mesurées sont codées « MES ». Les données provenant d'une station proche afin de compléter les données sont notées « REC » pour « recomposées » (cas des stations météorologiques des sites papillons analysés par Fanny Mallard). Les données mesurées aberrantes (Humidité relative inférieur à

5% ou supérieur à 100%, et températures supérieures à 50°C ou inférieures à -30°C) sont supprimées et notées « AB ».

- Certaines mesures sont dupliquées ou non-séparées par un intervalle de 1 heure. Ces mesures sont retrouvées automatiquement et moyennées entre elles au plus proche de l'heure de référence (+/-30min). Un code est ajouté dans la colonne Valeur pour indiquer une mesure moyennée (MOY) Exemple :

2019/06/01 10:00:00	21	86
2019/06/01 11:00:00	23,4	89
2019/06/01 11:15:00	22,1	87
2019/06/01 12:00:00	25	85

Devient :

2019/06/01 10:00:00	21	86	MES
2019/06/01 11:00:00	22,75	88	MOY
2019/06/01 12:00:00	25	85	MES

- Vérification de la date de relevé : si la date de relevé (date du nom du fichier) est différente de la dernière date des données, l'ensemble des dates est corrigé en prenant pour référence la date du fichier (données par les personnes qui ont fait le relevé).
- Vérification de la date de pose : suppression des données antérieures à la date de pose de la sonde telle qu'indiquée dans le tableau des métadonnées Un Warnings apparaît s'il n'y a pas de date de pose indiquée. Exemple : **Il n'y a pas de date de pose pour cette sonde « numéro sonde »**
- Les fichiers sont assemblés ensemble à partir d'un fichier Template couvrant la période 2016/01/01 au 2020/12/31.
- Un rapport sous format .txt est généré par la fonction. Il contient les informations suivantes par exemple :

```
[1] "Rapport sur la compilation des données Météo"
[1] "Date de mise à jour: 2021-01-13 12:03:45"
[1] "-----"
-----"
[1] "Rapport pour le site de:BIZKA_130"
[1] "Sonde(s) posée(s) sur le site :"

```

```
[1]"/media/cistude/SeagateExpansion
Drive/dec_2020/01_Dossier_sondes_données_brutes_dec_2020/01_Dossier
brutes/BIZKA_130//20323827_2019_07_10.xlsx"
[1] "-----"
-----"
[1] "-----"
-----"
[1] "Informations sur les données :"
[1] "Date de début : 2018-07-19"
[1] "Date de fin : 2020-06-26"
[1] "-----"
-----"
[1] "Sur la période du 2016-01-01 12:00:00 au 2020-12-31 12:00:00"
[1] "Périodes sans données de température : environs 1347 jours soit 74%"
[1] "Périodes sans données d'humidité : environs 1347 jours soit 74%"
[1] "Nombre de données mesurées : 11502 mesures soit environs 479.25 jours"
[1] "-----"
-----"
[1] "Nombre de données moyennées car dupliquées : 2 mesures"
[1] "Nombre de données supprimées car aberrantes : 3804 mesures"
[1] "Nombre de données remplacées car manquantes : NA mesures"
[1] "Nombre de données ajoutée et remplacées car manquantes : 1 mesures"
```

• **Code permettant la compilation des données :**

Ouverture du fichier fonction

```
source(file="/media/cistude/SeagateExpansionDrive/dec_2020/Station_meteo/Fonction1_ouverture.R")
```

Chemin vers les métadonnées des stations météorologiques et création du fichier métadonnées (date de pose par sonde)

```
path_meta<-"/media/cistude/SeagateExpansionDrive/dec_2020/station_météo_octobre_2021.xlsx"
data_meta<-meta_donnee_fonction(path_meta = path_meta)
```

Chemin vers le dossier des sondes compilées

```
path_out<-"/media/cistude/Seagate Expansion Drive/dec_2020/02_Dossier_sondes_compilees/"
```

Création d'un fichier timeline

```
h<-seq(ISOdate(2016,1,01), ISOdate(2020,12,31), by="hour")
Template_df<-data.frame(DATE=h)
```

```
Timeline<-xts(x = Template_df, order.by =Template_df$DATE)
```

Chemin vers le dossier des sondes brutes et le sous-dossier du site

```
path<-
"/media/cistude/SeagateExpansionDrive/dec_2020/01_Dossier_sondes_données_brutes_dec_2020/01_D
ossier_sondes_données_brutes/BROUS_130/"
```

Exécution de la fonction de tri des données

```
res<-tri_fonction(path=path, path_out=path_out, meta_donnee=data_meta,
Template_timeline=Timeline)
```

• **Format du fichier final**

Le fichier est composé d'une ligne par heure du 1/01/2016 au 31/12/2020. Les données des différents fichiers sont incorporées à la bonne date, les dates sans relevés étant NA pour toutes les colonnes. Le fichier est au format .xlsx et est nommé comme suit : AEROD\_130-Compilation-2021-02-09 (Fig. 98).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2016-07-18 16:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 16:00:00 UTC	16:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	33,704	37,517	17,552	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 17:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 17:00:00 UTC	17:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	34,519	33,228	16,315	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 18:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 18:00:00 UTC	18:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	34,545	32,13	15,798	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 19:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 19:00:00 UTC	19:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	34,545	30,958	15,202	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 20:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 20:00:00 UTC	20:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	33,835	34,468	16,307	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 21:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 21:00:00 UTC	21:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	32,381	33,722	14,688	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 22:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 22:00:00 UTC	22:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	29,065	41,518	15,023	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-18 23:00:00 UTC	2016-07-18	2016-07-18	2016-07-18 23:00:00 UTC	23:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	19,508	74,616	14,962	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 00:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 00:00:00 UTC	00:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	17,368	89,198	15,402	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 01:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 01:00:00 UTC	01:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	14,601	88,422	12,541	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 02:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 02:00:00 UTC	02:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	15,127	90,724	13,412	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 03:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 03:00:00 UTC	03:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	19,603	71,396	14,415	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 04:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 04:00:00 UTC	04:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	17,843	75,938	13,6	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 05:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 05:00:00 UTC	05:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	18,818	65,585	12,432	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 06:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 06:00:00 UTC	06:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	19,294	55,669	10,499	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 07:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 07:00:00 UTC	07:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	18,176	60,396	10,631	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 08:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 08:00:00 UTC	08:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	18,485	60,808	11,021	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 09:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 09:00:00 UTC	09:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	20,484	56,738	11,89	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 10:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 10:00:00 UTC	10:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	22,824	53,355	13,161	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 11:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 11:00:00 UTC	11:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	24,919	54,624	15,463	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 12:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 12:00:00 UTC	12:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	27,235	52,038	16,867	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 13:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 13:00:00 UTC	13:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	29,79	51,164	18,961	MES	10957017	AEROD_130	
2016-07-19 14:00:00 UTC	2016-07-19	2016-07-19	2016-07-19 14:00:00 UTC	14:00:00	AEROD_130	2017-08-10	2016-07-11	32,278	49,024	20,567	MES	10957017	AEROD_130	

Fig. 98. Vue du fichier compilé pour le site AEROD\_130

**20.6.4 Mise à jour annuelle**

Chaque année, de nouveaux relevés viennent s'ajouter à ceux des années précédentes. De nouvelles fonctions réalisées avec le logiciel R permettent de mettre à jour le fichier de compilation. Ces fonctions reprennent la dernière mise à jour de compilation et y ajoutent les nouveaux fichiers à la suite suivant le même principe (correction des dates, correction des données). La date de fin de fichier est repoussée à l'année suivante et le nouveau fichier de compilation est nommé par exemple AEROD\_130-Compilation-mise-a-jour-2021-07-09. Un fichier de rapport de compilation est aussi généré afin de pouvoir vérifier quels fichiers ont été compilés.

## CONCLUSION



Étudier les effets du changement climatique sur la biodiversité locale nécessite de nombreuses observations de terrain sur le long terme 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. Cependant, ces données permettent d'accéder uniquement à la donnée présence et sont hétérogènes issues d'observation naturalistes protocolées et non protocolées. Les données d'abondances d'individus renferment une richesse d'analyse importante. La combinaison de ce type de données complémentaires avec celles des données de présence des espèces enrichit et valide les modèles analysant les réponses des espèces face au changement climatique. Ces données nécessitent dans tous les cas des suivis protocolés de suivis des populations sur le terrain.

La région Nouvelle-Aquitaine est un laboratoire d'étude à ciel ouvert pertinent sur la thématique changement climatique et biodiversité. Elle offre une sensibilité à l'évolution du climat par l'étendue de ses latitudes, altitudes et une variété intrinsèque d'écosystèmes naturels sensibles. À partir de ce grand territoire, une vingtaine d'indicateurs d'espèces ou groupe d'espèces sentinelles du climat ont été développés dans différents écosystèmes (dunaire, sec, humide, montagnard, forestier).

L'hypothèse de recherche est la suivante : les impacts du changement climatique sur la biodiversité peuvent être détectés à partir d'indicateurs qui utilisent des espèces ou groupes d'espèces ayant des capacités de déplacements faibles. Ces espèces dites sentinelles du climat seront parmi les premières à répondre aux variations climatiques par des adaptations ou des disparitions locales. La détermination dans le programme des espèces indicatrices est liée à différents critères :

- espèces spécialistes des écosystèmes sensibles au changement climatique étudié,
- sensibilité au changement climatique, critères appuyés par les connaissances scientifiques de recherche et celles des naturalistes,
- bonne connaissance de la biologie des espèces,
- facilité d'observation, mise en place de protocoles de suivis combinant les aspects robustes, simples, rigoureux et reproductibles sur plusieurs sites,
- espèces à enjeu pour la conservation de la nature.

Au sein des écosystèmes étudiés, les espèces ou groupes d'espèces sentinelles du climat suivantes ont fait l'objet d'observations sur le terrain :

- 1) la flore : Communautés végétales des dunes littorales non boisées, des pelouses sèches calcicoles, des tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles, des lagunes du plateau landais, des rives d'étangs arrière-littoraux, de forêts à Hêtre de plaines ;
- 2) les insectes : 1- les lépidoptères des pelouses sèches, de landes humides et des pelouses de montagne, avec deux études spécifiques pour les espèces *Phengaris alcon* et *Parnassius apollo* ; 2- les Leucorrhines et cortège d'odonates associé des lagunes des Landes de Gascogne ; 3- *Gomphocerus sibiricus* et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne des Pyrénées-Atlantiques ;
- 3) les amphibiens : *Hyla molleri* des lagunes du triangle landais ; *Hyla arborea* des mares des landes et du bocage Picto-Limousin ; *Rana pyrenaica* des torrents de montagne ;
- 4) les reptiles : *Timon lepidus* des dunes grises du littoral aquitain ; *Zootoca vivipara* des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine ; *Iberolacerta bonnali* et les lézards gris des affleurements et éboulis rocheux de montagne ; *Vipera berus* et les vipères des landes humides d'altitude ;
- 5) les mammifères : *Marmota marmota* des pelouses et rocailles pyrénéennes.

Cet ouvrage a présenté la validation des protocoles scientifiques de suivis de ces espèces sentinelles du climat permettant d'étudier la réponse de la biodiversité aux pressions du changement climatique. Ces protocoles ont été présentés au conseil scientifique du programme constitué de chercheurs spécialistes de différentes disciplines en écologie et en climatologie.

Des milieux de plaine jusqu'aux milieux montagnards, ce sont ainsi 251 sites d'études de suivis de ces espèces sentinelles du climat qui ont été sélectionnés et qui ont été suivis jusqu'en 2021. Les critères de sélection de ces sites doivent permettre de limiter d'autres facteurs interférant avec celui du changement climatique. Les principaux critères sont les suivants : un bon état écologique, représentativité et répartition équilibrée sur le territoire, faible degré de fermeture, limitation des impacts anthropiques, surface importante, composition homogène, gestion constante du site, maîtrise foncière. Les sites de suivis ont été également choisis pour réaliser des suivis multi-espèces sentinelles du climat.

Les suivis des espèces sentinelles ont été complétés par des suivis en continu de la température et de l'humidité relative de l'air par l'intermédiaire de stations météorologiques. Un réseau de 182 stations météorologiques a été installé sur 162 d'entre eux.

Cette première phase du programme de mise en place des protocoles a permis de récolter des données à partir de suivis standardisés de 2016 à 2021. À partir de ces protocoles mis en place, l'objectif à terme serait de développer un programme de surveillance décennal de suivis des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine similaire à ce que font les climatologues utilisant des pas de temps de 30 ans.

## BIBLIOGRAPHIE



ABADIE J.-C., CAZE G. & CASTAGNE H., 2014. – Plan de conservation de six espèces végétales des coteaux calcaires du département de la Dordogne : *Arenaria controversa*, *Ranunculus paludosus*, *Lactuca perennis*, *Euphorbia seguieriana*, *Hypericum montanum*, *Spiraea hypericifolia* subsp. *obovata*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 436 p.

ADMINISTRATION DE LA COMMUNAUTÉ AUTONOME DU PAYS BASQUE. & DÉPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA POLITIQUE TERRITORIALE., 2015. – Stratégie du Pays Basque sur le Changement Climatique à l'horizon 2050. France, 112 p.

ALLEN M. R., DUBE O. P., SOLECKI W., ARAGÓN-DURAND F., CRAMER W., HUMPHREYS S., KAINUMA M., KALA J., MAHOWALD N., MULUGETTA Y., PEREZ R., WAIRU M. & ZICKFELD K., 2018. – Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu, and K. Zickfeld, 2018: Framing and Context. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

ARAÚJO M. B., THUILLER W. & PEARSON R. G., 2006. – Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*, **33** (10) : 1712-1728 doi : 10.1111/j.1365-2699.2006.01482.x.

ARCHAUX F., BOULANGER V., CAMARET S., CORCKET E., DUPOUEY J.-L., FORGEARD F., HEUZE P., LEBRET-GALLET M., MARELL A. & PAYET K., 2009. – RENECOFOR. Dix ans de suivi de la végétation forestière: aspects méthodologiques et évolution temporelle de la flore (1994/1995-2005). Office National des Forêts.

ASHTON S., GUTIERREZ D. & WILSON R. J., 2009. – Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly: implications for species responses to climate change. *Ecological Entomology*, (4) : 437 doi : 10.1111/j.1365-2311.2008.01068.x.

BAILLEUX G., COUANON V., GOURVIL P.-Y. & SOULET D., 2017. – Pré-atlas des odonates d'Aquitaine – Synthèse des connaissances 1972-2014. CEN Aquitaine, LPO Aquitaine, 117 p.

BAILLEUX G. & SOULET D., 2013. – Déclinaison régionale du Plan National d'Actions en faveur des Odonates : Aquitaine. Conservatoire d'espaces naturels d'Aquitaine/ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Aquitaine, 167 p. + annexes p.

BALE J. S., MASTERS G. J., HODKINSON I. D., AWMACK C., BEZEMER T. M., BROWN V. K., BUTTERFIELD J., BUSE A., COULSON J. C., FARRAR J., GOOD J. E. G., HARRINGTON R., HARTLEY S., JONES T. H., LINDROTH R. L. ET AL., 2002. – Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, **8** (1) : 1-16 doi : 10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x.

BARBER K. E., CHAMBERS F. M., MADDY D., STONEMAN R. & BREW J. S., 1994. – A sensitive high-resolution record of late Holocene climatic change from a raised bog in northern England. *The Holocene*, **4** (2) : 198-205.

BARNEIX M., BAILLEUX G. & SOULET D., 2016. – Liste rouge régionale des odonates d'Aquitaine. Observatoire Aquitain de la Faune Sauvage, 40 p.

BARRIOZ M. & MIAUD C., 2016. – Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France, POPAmphibien. Société Herpétologique de France, 14 p.

BEEBEE T. J. C., 2002. – Amphibian phenology and climate changes. *Conservation Biology*, **16** (6) : 1454-1454 doi : 10.1046/j.1523-1739.2002.02102.x.

BELENGUIER L., KREDER M. & PONT L., 2017. – Évaluation de l'état de conservation des stations de l'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon alcon*). Volume 1: Proposition d'une méthode. Rapport d'étude Syndicat mixte du parc naturel régional des Volcans d'Auvergne., 32 p + fiches terrain et précision cartographiques p.

BERNON N., MALLET C., HOREAU A., BULTEAU T. & GARNIER C., 2016. – Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte sur le littoral de la côte aquitaine aux horizons 2025 et 2050. Rapport final. BRGM/RP-66277-FR. France, 99 p.

BERRONEAU M., 2012. – Guide technique de conservation du Lézard ocellé en Aquitaine. Association Cistude Nature., Le Haillan, Gironde, France, 118 p.

---., 2014a. – La Grenouille des Pyrénées, une endémique de l'ouest pyrénéen. Association Cistude Nature., Le Haillan, Gironde, France : C. Nature, 40 p.

---., 2014b. – Atlas des Amphibiens et Reptiles d'Aquitaine. Association Cistude Nature., Le Haillan, Gironde, France : C. Nature, 256 p.

---., 2015. – Guide des Amphibiens et Reptiles d'Aquitaine. C. Nature., Le Haillan, Gironde, France : Association Cistude Nature, 180 p.

BERRONEAU M., D'AMICO F., FOURNIER A., DEVAUX B. & CHAZAL R., 2015. – Trois années de suivi des populations françaises de *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993 (*Amphibia* : *Ranidae*) : premières données d'abondance des têtards. *Bulletin société herpétologique de France*, **156** (4e trimestre 2015) : 31-44.

BERRONEAU M., DE REINACH HIRTZBACH J. & TILLO S., 2012. – Répartition de *Podarcis liolepis sebastiani* (Klemmer, 1964) (*Squamata*, *Lacertidae*) en France – *Herpetofocus*. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, **144** (1-13) .

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.

BERTRAND R., 2012. – Réponse spatio-temporelle de la végétation forestière au réchauffement climatique-Évaluation du remaniement de la végétation et caractérisation de l'effet des facteurs écologiques et géographiques le modulant à l'échelle de l'espèce et des communautés. *AgroParisTech*.

BESANÇON H., COMPS B. & VIROT R., 1971. – Le hêtre et son cortège en Périgord noir et Quercy. *Bulletin de la Société Linéenne de Bordeaux*, **1** (10) : 223-245.

VAN BOHEMEN H. D., 1998. – Habitat fragmentation, infrastructure and ecological engineering. *Ecological Engineering*, **11** (1-4) : 199-207 doi : 10.1016/S0925-8574(98)00038-X.

BOTINEAU M., DESCUBES-GOUILLY C., GHESTEM A. & VILKS A., 1985. – Les hêtraies, hêtraies-chênaies et groupements associés (ourlets, coupes) des hauts plateaux du Limousin. *Colloques phytosociologiques*, **XIV** : 99-113.

BOUCHET J. M., DELTREIL J. P., MANAUD F., MAURER D., TRUT G., DENO J. P., MASSON N., PELLIER C., D'AMICO F., CANTIN C., CHAPRON V., AUBY I. & L'YAVANC J., 1997. – Étude intégrée du bassin d'Arcachon, Arcachon, IFREMER, 5 tomes.

- BOULLET V. & GEHU J. M., 1984. – Première contribution à l'étude des pelouses calcaires du Crétacé des Charentes in *La végétation des pelouses calcaires*. GéoProdig, portail d'information géographique, <http://geoprodig.cnrs.fr/items/show/170802> Consulté le 20/12/2017.
- BOUZILLÉ J.-B., 2007. – Gestion des habitats naturels et biodiversité: Concepts, méthodes et démarches. Tec & Doc Lavoisier, 331 p.
- BOZINOVIC F. & PÖRTNER H.-O., 2015. – Physiological ecology meets climate change. *Ecology and Evolution*, **5** (5) : 1025-1030 doi : 10.1002/ece3.1403.
- BRISCHOUX F., DUPOUÉ A., LOURDAIS O. & ANGELIER F., 2016. – Effects of mild wintering conditions on body mass and corticosterone levels in a temperate reptile, the aspic viper (*Vipera aspis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **192** : 52-56 doi : 10.1016/j.cbpa.2015.11.015.
- BROMMER JON. E. & FRED M. S., 1999. – Movement of the Apollo butterfly *Parnassius apollo* related to host plant and nectar plant patches. *Ecological Entomology*, **24** (2) : 125-131 doi : 10.1046/j.1365-2311.1999.00190.x.
- BROWN J. A., ROBERTSON B. L. & McDONALD T., 2015. – Spatially Balanced Sampling: Application to Environmental Surveys, *Procedia Environmental Sciences*. Spatial Statistics conference 2015, **27** (6-9) : 4.
- BURTON J. B., 2001. – The apparent influence of climatic change on recent changes of range by European insects (Lepidoptera, Orthoptera). Dans : *Proceedings 13th international colloquium European Invertebrate Survey*. Leiden, p. 13-21.
- CAMERON G. N. & SCHEEL D., 2001. – Getting Warmer: Effect of Global Climate Change on Distribution of Rodents in Texas. *Journal of Mammalogy*, **82** (3) : 652-680.
- CAREY C. & ALEXANDER M. A., 2003. – Climate change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and distributions*, **9** (2) : 111-121.
- CASTELLE B., MARIEU V., BUJAN S., SPLINTER K. D., ROBINET A., SÉNÉCHAL N. & FERREIRA S., 2015. – Impact of the winter 2013–2014 series of severe Western Europe storms on a double-barred sandy coast: Beach and dune erosion and megacusp embayments. *Geomorphology*, **238** (Supplement C) : 135-148 doi : 10.1016/j.geomorph.2015.03.006.
- 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.
- CHAALALI A., CHEVILLOT X., BEAUGRAND G., DAVID V., LUCZAK C., BOËT P., SOTTOLICHIO A. & SAUTOUR B., 2013. – Changes in the distribution of copepods in the Gironde estuary: A warming and marinisation consequence? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **134** (Supplement C) : 150-161 doi : 10.1016/j.ecss.2012.12.004.

CHABROL L. & REIMRINGER K., 2011. – Catalogue des végétations du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin. Conservatoire botanique national du Massif central/Parc naturel régional de Millevaches en Limousin, 240 p.

CHARLES E., IDIER D., DELECLUSE P., DÉQUÉ M. & COZANNET G. L., 2012. – Climate change impact on waves in the Bay of Biscay, France. *Ocean Dynamics*, **62** (6) : 831-848 doi : 10.1007/s10236-012-0534-8.

CLUSELLA-TRULLAS S. & CHOWN S. L., 2011. – Comment on « Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches ». *Science (New York, N.Y.)*, **332** (6029) : 537 doi : 10.1126/science.1195193.

COMPS B., LETOUZEY J. & TIMBAL J., 1980a. – Essai de synthèse phytosociologique sur les hêtraies calcicoles du domaine atlantique. *Documents phytosociologiques*, **5** : 177-191.

---., 1980b. – Essai de synthèse phytosociologique sur les hêtraies acidiphiles et neutres du domaine atlantique. *Documents phytosociologiques*, **5** : 409-443.

---., 1986. – Etude synsystématique des hêtraies pyrénéennes et des régions limitrophes (Espagne et piémont aquitain). *Phytocoenologia*, **14** (2) : 145-236.

CONSEIL GÉNÉRAL DES LANDES., 2010. – Les lagunes des Landes de Gascogne – Inventaire cartographique. Conseil Général des Landes, 25 p.

---., 2011. – Les lagunes du département des Landes – Atlas cartographique. Conseil Général des Landes, 84 p.

CORMONT A., WIEGER WAMELINK G. W., JOCHEM R., WALLISDEVRIES M. F. & WEGMAN R. M. A., 2013. – Host plant-mediated effects of climate change on the occurrence of the Alcon blue butterfly (*Phengaris alcon*). *Ecological Modelling*, **250** : 329-337 doi : 10.1016/j.ecolmodel.2012.11.022.

CORN P. S., 2005. – Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*, **28** (1) : 59-67.

CORN P. S. & MUTHS E., 2002. – Variable Breeding Phenology Affects the Exposure of Amphibian Embryos to Ultraviolet Radiation. *Ecology*, **83** (11) : 2958-2963 doi : 10.2307/3071830.

COUTURIER T., MOURGUIART B., MANSONS J., BRAUD Y., COMBRISSEON D., JAILLOUX A. & BESNARD A., 2019. – Suivi des déplacements altitudinaux des communautés d'orthoptères en lien avec le changement climatique dans les parcs nationaux du Mercantour et des Ecrins. Rapport méthodologique, protocole version 1. Coopération OFB-CEFE., 44 p.

DAVIS M. B. & SHAW R. G., 2001. – Range Shifts and Adaptive Responses to Quaternary Climate Change. *Science*, **292** (5517) : 673-679 doi : 10.1126/science.292.5517.673.

DELZON S., URLI M., SAMALENS J.-C., LAMY J.-B., LISCHKE H., SIN F., ZIMMERMANN N. E. & PORTÉ A. J., 2013. – Field evidence of colonisation by Holm oak, at the northern margin of its distribution range, during the Anthropocene period. *PloS one*, **8** (11) : e80443.

DESCIMON H., 1994. – Les parnassius français: écologie, génétique, perspectives pour leur conservation. *Insectes*, **93** : 2-6.

DESCIMON H., BACHELARD P., BOITIER E. & PIERRAT V., 2005. – Decline and extinction of *Parnassius apollo* populations in France-continued. Dans : Kühn E, Feldmann R, Thomas JA, Settele J (2005) *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe*, Vol. 1: General Concepts and Case Studies. Pensoft, Sofia/Moscow. , p. 114-115.

- DIJKSTRA K.-D. B., 2007. – Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux & Niestlé, 320 p.
- DUCHATEAU S., BERRONEAU M., CANTEGREL L., GOYENECHÉ L., DE REINACH HIRTZBACH J. & TILLO S., 2012. – Découverte de *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993 (Anura : Ranidae) sur le versant nord des Pyrénées. Bulletin de la Société Herpétologique de France, **142-143** : 51-63.
- DUPONT P., 2015. – Base de données de connaissance sur les Lépidoptères rhopalocères. Version 01. MNHN, SNPN. <https://inpn.mnhn.fr/site/evaluation/habitat/carte/1230>.
- E SILVA D., 2010. – Ecologie du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) en marge sud-ouest de son aire de distribution. Nancy : Nancy 1, 190 p.
- ENGLER R., RANDIN C. F., THUILLER W., DULLINGER S., ZIMMERMANN N. E., ARAÚJO M. B., PEARMAN P. B., LE LAY G., PIEDALLU C., ALBERT C. H., CHOLER P., COLDEA G., DE LAMO X., DIRNBÖCK T., GÉGOUT J.-C. ET AL., 2011. – 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. *Global Change Biology*, **17** (7) : 2330-2341 doi : 10.1111/j.1365-2486.2010.02393.x.
- ETTERSON J. R. & SHAW R. G., 2001. – Constraint to Adaptive Evolution in Response to Global Warming. *Science*, **294** (5540) : 151-154 doi : 10.1126/science.1063656.
- FAURIE C., FERRA C., MÉDORI P., DÉVAUX J. & HEMPTINNE J.-L., 2011. – Ecologie: Approche scientifique et pratique. Tec & Doc Lavoisier, 531 p.
- FAVENNEC J., 2002. – Connaissance et gestion durable des dunes de la côte Atlantique. Paris : Office national des forêts, 394 p.
- FEEHAN J., HARLEY M. & VAN MINNEN J., 2009. – Climate change in Europe. 1. Impact on terrestrial ecosystems and biodiversity. A review. *Agronomy for Sustainable Development (EDP Sciences)*, **29** (3) : 409-421 doi : 10.1051/agro:2008066.
- FLENNER I. & SAHLÉN G., 2008. – Dragonfly community re-organisation in boreal forest lakes: rapid species turnover driven by climate change? *Insect Conservation & Diversity*, **1** (3) : 169-179 doi : 10.1111/j.1752-4598.2008.00020.x.
- FODEN W., VIÉ J. C., ANGULO A., BUTCHART S., DEVANTIER L., DUBLIN H., GUTSCHE A., STUART S. & TURAK E., 2008. – Species susceptibility to climate change impact. Dans : J.-C. Vié, C. Hilton-Taylor and S.N. Stuart (eds). *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species*. Switzerland : IUCN Gland.
- FOUFOPOULOS J., KILPATRICK A. M. & IVES A. R., 2011. – Climate change and elevated extinction rates of reptiles from Mediterranean Islands. *The American Naturalist*, **177** (1) : 119-129 doi : 10.1086/657624.
- FRED M. S., O'HARA R. B. & BROMMER J. E., 2006. – Consequences of the spatial configuration of resources for the distribution and dynamics of the endangered *Parnassius apollo* butterfly. *Biological Conservation*, **130** (2) : 183-192 doi : 10.1016/j.biocon.2005.12.012.
- FY F. & BISSOT R., 2014. – Mise en place et évaluation de l'état de conservation des végétations des pelouses calcicoles sur les sites Natura 2000 de Poitou-Charentes. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 44 p.
- GARDINER T., HILL J. & CHESMORE D., 2005. – Review of the Methods Frequently Used to Estimate the Abundance of Orthoptera in Grassland Ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, doi : 10.1007/s10841-005-2854-1.

- GARGOMINY P., TERCERIE S., RÉGNIER C., RAMAGE T., SCHOELINCK C., DUPONT P., VANDEL E., DASZKIEWICZ P. & PONCET L., 2015. – TAXREF v9. 0, référentiel taxonomique pour la France: Méthodologie, mise en oeuvre et diffusion. Rapport SPN., Paris : Muséum national d'Histoire naturelle, 126 p.
- GIBBON J. W., SCOTT D. E., RYAN T. J., BUHLMANN K. A., TUBERVILLE T. D., METTS B. S., GREENE J. L., MILLS T., LEIDEN Y., POPPY S. & WINNE C. T., 2000. – The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *BioScience*, **50** (8) : 653-666 doi : 10.1641/0006-3568(2000)050[0653:TGDORD]2.0.CO;2.
- GOURVIL P.-Y., SOULET D., COUANON V., SANNIER M., DROUET E., SIMPSON D. & VAN HALDER I., 2016. – Pré-Atlas des rhopalocères et zygènes d'Aquitaine. Synthèse des connaissances 1995 – 2015. France : CEN Aquitaine, LPO Aquitaine, 217 p.
- GRAND D., 2009. – Les libellules et le réchauffement climatique. *Rev. sci Bourgogne Nature. Revue Scientifique de Bourgogne-Nature*, **9** (10) : 124-133.
- GRAND D. & BOUDOT J. P., 2006. – Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. *Biotope.*, Mèze, 480 p.
- GRILLET P., CHEYLAN M. & DUSOULIER F., 2006. – Évolution des habitats et changement climatique. *ecologia mediterranea*, **32** : 64.
- GRUBER M., 1991. – Les relations climat-végétation dans les Pyrénées centrales françaises. *Acta Botanica Malacitana*, **16** (2) : 405-415.
- GUEGEN A., 1990. – Impact du pâturage ovin sur la faune sauvage : exemple des orthoptères. *SERTIE-EGPN*, 107 p.
- GUILLERA-ARROITA G., RIDOUT M. S. & MORGAN B. J. T., 2010. – Design of occupancy studies with imperfect detection. *Methods in Ecology & Evolution*, **1** : 131-139.
- GUILLON M., 2012. – De la physiologie à la répartition : Adaptations climatiques et sensibilité thermique chez une relique glaciaire. Université de Poitiers, 244 p.
- GUILLON M., GUILLER G., DENARDO D. F. & LOURDAIS O., 2014. – Microclimate preferences correlate with contrasted evaporative water loss in parapatric vipers at their contact zone. *Canadian Journal of Zoology*, **92** (1) : 81-86 doi : 10.1139/cjz-2013-0189.
- HABEL J. C., SCHMITT T., HÄRDITTE W., LÜTKEPOHL M. & ASSMANN T., 2007. – Dynamics in a butterfly-plant-ant system: influence of habitat characteristics on turnover rates of the endangered lycaenid *Maculinea alcon*. *Ecological Entomology*, **32** (5) : 536-543 doi : 10.1111/j.1365-2311.2007.00903.x.
- HASSALL C. & THOMPSON D. J., 2008. – The effects of environmental warming on Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, **11** (2) : 131-153 doi : 10.1080/13887890.2008.9748319.
- HASSALL C., THOMPSON D. J., FRENCH G. C. & HARVEY I. F., 2007. – Historical changes in the phenology of British Odonata are related to climate. *Global Change Biology*, **13** (5) : 933-941 doi : 10.1111/j.1365-2486.2007.01318.x.
- HICKLING R., ROY D. B., HILL J. K. & THOMAS C. D., 2005. – A northward shift of range margins in British Odonata. *Global Change Biology*, **11** (3) : 502-506 doi : 10.1111/j.1365-2486.2005.00904.x.

- HILL J. K., GRIFFITHS H. M. & THOMAS C. D., 2011. – Climate change and evolutionary adaptations at species' range margins. *Annual Review of Entomology*, **56** : 143-159 doi : 10.1146/annurev-ento-120709-144746.
- HODKINSON I. D., 2005. – Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **80** (3) : 489-513 doi : 10.1017/s1464793105006767.
- 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.
- HUEY R. B., HERTZ P. E. & SINERVO B., 2003. – Behavioral drive versus behavioral inertia in evolution: a null model approach. *The American Naturalist*, **161** (3) : 357-366 doi : 10.1086/346135.
- HUEY R. B., KEARNEY M. R., KROCKENBERGER A., HOLTUM J. A. M., JESS M. & WILLIAMS S. E., 2012. – Predicting organismal vulnerability to climate warming: roles of behaviour, physiology and adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **367** (1596) : 1665-1679 doi : 10.1098/rstb.2012.0005.
- HUGHES L., 2000. – Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution*, **15** (2) : 56-61 doi : 10.1016/S0169-5347(99)01764-4.
- IPBES., 2019. – Assessment Reports | IPBES. <https://ipbes.net/assessment-reports> Consulté le 6/12/2019.
- IPCC., 2014. – Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.
- ., 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.
- ISE T., DUNN A. L., WOFSY S. C. & MOORCROFT P. R., 2008. – High sensitivity of peat decomposition to climate change through water-table feedback. *Nature Geoscience*, **1** (11) : 763-766.
- JAESCHKE A., BITTNER T., REINEKING B. & BEIERKUHNLEIN C., 2013. – Can they keep up with climate change? – Integrating specific dispersal abilities of protected Odonata in species distribution modelling. *Insect Conservation and Diversity*, **6** (1) : 93-103 doi : 10.1111/j.1752-4598.2012.00194.x.
- KAUFMANN B., MERCIER J.-L., ITRAC-BRUNEAU R. & CHMARGOUNOF G., 2014. – Protocole d'échantillonnage simple permettant d'évaluer la présence et l'importance des *Myrmica* au sein des communautés de fourmis. Université Lyon 1- LEHNA, Université François Rabelais de Tours-IRBI et Office pour les insectes et leur environnement. Plan national d'actions en faveur des Maculinea.
- KENNETH DODD JR C., 2016. – *Reptile Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. xford University Press., Oxford, New York, 496 p.
- KERR J. T., SOUTHWOOD T. R. E. & CIHLAR J., 2001. – Remotely sensed habitat diversity predicts butterfly species richness and community similarity in Canada. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **98** (20) : 11365-11370 doi : 10.1073/pnas.201398398.

- KERR J. T., VINCENT R. & CURRIE D. J., 1998. – Lepidopteran richness patterns in North America. *Écoscience*, **5** (4) : 448-453.
- KESEL R. & URBAN K., 1999. – Population Dynamics of *Gentiana pneumonanthe* and *Rhynchospora fusca* during Wet Heathland Restoration. *Applied Vegetation Science*, **2** (1) : 149-156 doi : 10.2307/1478892.
- KLECKOVA I. & KLECKA J., 2016. – Facing the Heat: Thermoregulation and Behaviour of Lowland Species of a Cold-Dwelling Butterfly Genus, *Erebia*. *PloS One*, **11** (3) : e0150393 doi : 10.1371/journal.pone.0150393.
- KLEUKERS R. M. J. C., DECLER K., HAES E. C. M., KOLSHORN P. & THOMAS B., 1996. – The recent expansion of *Conocephalus discolor* (Thunberg)(Orthoptera: Tettigoniidae) in western Europe. *Entomologist's Gazette*, (42) : 37-39.
- KRAUSS J., STEFFAN-DEWENTER I. & TSCHARNTKE T., 2003. – How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? *Journal of Biogeography*, **30** (6) : 889-900 doi : 10.1046/j.1365-2699.2003.00878.x.
- KUUSAAARI M., HELIÖLÄ J., LUOTO M. & PÖYRY J., 2007. – Determinants of local species richness of diurnal Lepidoptera in boreal agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **122** (3) : 366-376 doi : 10.1016/j.agee.2007.02.008.
- LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ODONATOLOGIE. & MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE., 2017. – Suivi temporel des Libellules STELI. Dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des Odonates et du programme Vigie-Nature, 5 p.
- LAFON P., BISSOT R., CAZE G., FY F., GOUEL S., HARDY F. & LE FOULER A., 2017. – Synopsis des végétations du territoire d'agrément du Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique. .
- LAFON P. & LE FOULER A., 2014. – Suivi des végétations de landes et tourbières acidiphiles d'Aquitaine – Méthode et mise en place. *Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine*, 19 (+ annexes) p.
- LAFON P., LE FOULER A., DUFAY J., HARDY F. & CAZE G., 2015a. – Les végétations des dunes littorales non boisées d'Aquitaine : synsystème et synchorologie (*Euphorbio paraliae* – *Ammophiletea australis*, *Koelerio glaucae* – *Corynephoretea canescentis* p.p., *Scheuchzerio palustris* – *Caricetea fuscae* p.p.). *Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine*, 114 p.
- LAFON P., LE FOULER A. & MASSART P., 2015b. – Suivi des végétations des dunes non boisées d'Aquitaine. Propositions d'adaptations méthodologiques. *Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine*.
- LAFONTAINE G., AMASIFUEN GUERRA C. A., DUCOUSSO A. & PETIT R. J., 2014. – Cryptic no more: soil macrofossils uncover Pleistocene forest microrefugia within a periglacial desert. *New Phytologist*, **204** (3) : 715-729.
- LAMOTHE T. & BLANCHARD F., 2005. – Etude typologique et fonctionnelle des coteaux marnicoles du Tursan (département des Landes). *Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine*, 50 p.
- LAMPO M., RODRÍGUEZ-CONTRERAS A., LA MARCA E. & DASZAK P., 2006. – A chytridiomycosis epidemic and a severe dry season precede the disappearance of *Atelopus* species from the Venezuelan Andes. *The Herpetological Journal*, **16** (4) : 395-402.

LANGLOIS D. & GILG O., 2007. – Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les Réserves Naturelles de France. Réserves Naturelles de France, 34 p.

LAPRAZ G., 1963. – La végétation de l'Entre-deux-mers. Mém. Soc. sci. phys. nat. Bordeaux, : 97-110.

LAVOREL S. & GARNIER E., 2002. – Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: Revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, **16** (5) : 545-556 doi : 10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x.

LE FOULER A., 2012. – Le suivi des végétations des rives des étangs arrière-littoraux d'Aquitaine – Méthode et premiers éléments. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine, 79 p.

---., 2013. – Le suivi des pelouses calcicoles d'Aquitaine – Méthodes et première lecture. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine, 104 p.

LE FOULER A. & BLANCHARD F., 2011a. – Méthodologie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des lagunes du plateau landais et première lecture d'un échantillon de 86 lagunes. Vol. 1 : méthodologie et premiers résultats. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine, 38 p.

---., 2011b. – Méthodologie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des lagunes du plateau landais et première lecture d'un échantillon de 86 lagunes. Vol. 2 : Fiches descriptives et cartes de localisation des lagunes. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine, 211 p.

LE FOULER A. & CAZE G., 2012. – Schéma pluriannuel de suivi de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire d'Aquitaine. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique/DREAL Aquitaine, 12 p.

LE TREUT H., 2013. – Les impacts du changement climatique en Aquitaine: un état des lieux scientifique. Pessac, France : Presses universitaires de Bordeaux : LGPA-Éditions, 360 p.

LEBOURGEOIS F., BRÉDA N., ULRICH E. & GRANIER A., 2005. – Climate-tree-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). *Trees*, **19** (4) : 385-401.

LENOIR J. & GÉGOUT J.-C., 2010. – La remontée de la distribution altitudinale des espèces végétales forestières tempérées en lien avec le réchauffement climatique récent. *Revue Forestière Française*, **LXII** (3-4) : 465-476 doi : 10.4267/2042/38961.

LI Y., COHEN J. M. & ROHR J. R., 2013. – Review and synthesis of the effects of climate change on amphibians. *Integrative Zoology*, **8** (2) : 145-161 doi : 10.1111/1749-4877.12001.

LOURDAIS O. & MIAUD C., 2016. – Protocoles de suivi des populations de reptiles de France, POPReptiles. Société Herpétologique de France, 26 p.

LOWE W. H., 2012. – Climate change is linked to long-term decline in a stream salamander. *Biological Conservation*, **145** (1) : 48-53 doi : 10.1016/j.biocon.2011.10.004.

MAALOUF J.-P., 2012. – Effets interactifs d'une sécheresse liée au changement climatique et de la gestion sur les pelouses calcaires du sud de l'Europe. Bordeaux : Bordeaux 1.

MACKENZIE D. I., NICHOLS J. D., LACHMAN G. B., DROEGE S., ANDREW ROYLE J. & LANGTIMM C. A., 2002. – Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, **83** (8) : 2248-2255 doi : 10.1890/0012-9658(2002)083[2248:ESORWD]2.0.CO;2.

MACKENZIE D. I. & ROYLE J. A., 2005. – Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology*, **42** : 1105-1114.

MAES D., VANREUSEL W., TALLOEN W. & DYCK H. V., 2004. – Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biological Conservation*, **120** (2) : 229-241 doi : 10.1016/j.biocon.2004.02.018.

MALLARD F., 2014. – Développement d'une méthode d'évaluation quantitative des effets des projets d'infrastructures de transport terrestre sur les milieux naturels. Nantes, France : Ecole Centrale de Nantes (ECN), Université Nantes Angers le Mans, 472 p.

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, 86 p.

---., 2018. – Présentation des indicateurs biologiques des effets du changement climatique sur la biodiversité en région Nouvelle-Aquitaine : les espèces sentinelles du climat. *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **Tome 153** (nouv. série n° 46 (2-4)) : 341-358.

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, 453 p.

---., 2019. – Programme les sentinelles du climat. Tome VIII : Écologie du changement climatique en région Nouvelle-Aquitaine. Le Haillan, France : C. Nature, 605 p.

---., 2020. – Programme les sentinelles du climat – Tome IX : Connaître et comprendre pour protéger les espèces animales et végétales face au changement climatique. Le Haillan, France : C. Nature, 822 p.

---., 2021a. – 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.

---., 2021b. – Programme les sentinelles du climat – Tome XI Annexes : Fiches de description des unités d'échantillonnage des sites de suivis sentinelles en région Nouvelle-Aquitaine. Le Haillan, France : C. Nature, 601 p.

---., 2017a. – Programme les sentinelles du climat. Tome III : Cadre de la modélisation prédictive des réponses des espèces face au changement climatique en Nouvelle-Aquitaine. Le Haillan, France : C. Nature, 90 p.

---., 2017b. – 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, 966 p.

---., 2018a. – 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, 805 p.

---., 2018b. – Programme les sentinelles du climat. Tome VII : Vers la mise en place d'une base de données des suivis des espèces sentinelles du climat. Le Haillan, France : C. Nature, 619 p.

MALLARD F. & COUDERCHET L., 2019. – Climate Sentinels Research Program: Developing Indicators of the Effects of Climate Change on Biodiversity in the Region of New Aquitaine (South West, France). Dans : Leal Filho W, Barbir J, Preziosi R. Handbook of Climate Change and Biodiversity. Cham : Springer International Publishing, p. 223-241. doi : 10.1007/978-3-319-98681-4\_14.

MANIL L. & HENRY P.-Y., 2007. – Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF) – Suivi Temporel des Insectes Communs (STIC) – Protocole national., 10 p.

MARAGE D. & GÉGOUT J.-C., 2010. – Réponses de quelques habitats naturels forestiers et de leurs espèces typiques au changement climatique. Revue Forestière Française, **LXII** (3-4) : 485-500.

MARLY R., 1969. – Ecologie et biocénologie des orthoptères des Pyrénées. Vie et milieu, bulletin du laboratoire ARAGO, **Série C: biologie terrestre** (Fascicule 1-C) : 65-170.

MARTIN L. B., HOPKINS W. A., MYDLARZ L. D. & ROHR J. R., 2010. – The effects of anthropogenic global changes on immune functions and disease resistance. Annals of the New York Academy of Sciences, **1195** : 129-148 doi : 10.1111/j.1749-6632.2010.05454.x.

MASSOT M., CLOBERT J. & FERRIÈRE R., 2008. – Climate warming, dispersal inhibition and extinction risk. Global Change Biology, **14** (3) : 461-469 doi : 10.1111/j.1365-2486.2007.01514.x.

MCKINNEY M. L. & LOCKWOOD J. L., 1999. – Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. Trends in Ecology & Evolution, **14** (11) : 450-453 doi : 10.1016/S0169-5347(99)01679-1.

MENÉNDEZ R., 2007. – How are insects responding to global warming? Tijdschrift voor Entomologie, **150** : 355-365.

MENÉNDEZ R., GONZÁLEZ-MEGÍAS A., COLLINGHAM Y., FOX R., ROY D. B., OHLEMÜLLER R. & THOMAS C. D., 2007. – Direct and indirect effects of climate and habitat factors on butterfly diversity. Ecology, **88** (3) : 605-611.

MENZEL A., SPARKS T. H., ESTRELLA N., KOCH E., AASA A., AHAS R., ALM-KÜBLER K., BISSOLLI P., BRASLAVSKÁ O., BRIEDE A., CHMIELEWSKI F. M., CREPINSEK Z., CURNEL Y., DAHL ÅSLÖG., DEFILA C. ET AL., 2006. – European phenological response to climate change matches the warming pattern. Global Change Biology, **12** (10) : 1969-1976 doi : 10.1111/j.1365-2486.2006.01193.x.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT., 2005. – Ecosystems and human well-being. Island Press, 86 p.

MIRA Ó., SÁNCHEZ-PRIETO C. B., DAWSON D. A., BURKE T., TINAUT A. & MARTÍNEZ J. G., 2017. – *Parnassius apollo nevadensis*: identification of recent population structure and source-sink dynamics. Conservation Genetics, **18** (4) : 837-851 doi : 10.1007/s10592-017-0931-0.

MNHN., 2019. – Suivi des Orthoptères Nocturnes (SON) | Vigie-Nature. <http://www.vigienature.fr/fr/suivi-des-orthopteres-nocturnes> Consulté le 28/11/2019.

MOORE A. L. & MCCARTHY M. A., 2016. – Optimizing ecological survey effort over space and time. Methods in Ecology and Evolution, **7** (8) : 891-899 doi : doi:10.1111/2041-210X.12564.

- MORENO-RUEDA G., PLEGUEZUELOS J. M., PIZARRO M. & MONTORI A., 2011. – Northward shifts of the distributions of Spanish reptiles in association with climate change. *Conservation Biology: The Journal Of The Society For Conservation Biology*, **26** (2) : 278-283 doi : 10.1111/j.1523-1739.2011.01793.x.
- NAKONIECZNY M. & KEDZIORSKI A., 2005. – Feeding preferences of the Apollo butterfly (*Parnassius apollo* ssp. *frankenbergeri*) larvae inhabiting the Pieniny Mts (southern Poland). *Comptes Rendus Biologies*, **328** (3) : 235-242 doi : 10.1016/j.crv.2004.12.004.
- OBSERVATOIRE DE LA CÔTE AQUITAINE., 2008. – Atlas de l'aléa érosion du littoral sableux aquitain – De l'estuaire de la Gironde à l'embouchure de l'Adour, Document provisoire. France, 26 p.
- OGEB ENTOMOFAUNE., 2021. – Protocole Orthoptère (bénévoles et professionnels), 10 p.
- OLICARD L., PRUD'HOMME F. & CORRIOL G., 2013. – Pré-typologie des habitats naturels des montagnes Vasco-Béarnaises (Document de travail). Bagnères-de-Bigorre : Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 94 p.
- OLIVER I. & BEATTIE A. J., 1996. – Invertebrate Morphospecies as Surrogates for Species: A Case Study. *Conservation Biology*, **10** (1) : 99-109 doi : 10.1046/j.1523-1739.1996.10010099.x.
- PARMESAN C., 2006. – Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **37** (1) : 637-669 doi : 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.
- PIEDALLU C., PEREZ V., GÉGOUT J.-C., LEBOURGEOIS F. & BERTRAND R., 2009. – Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'Épicéa, du Sapin, du Hêtre et du Chêne sessile en France. *Revue Forestière Française*, **LXI** (6) : 567-593.
- 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.
- PIOCH J., LE FOULER A. & ROMEYER K., in prep. – Réseau de surveillance des habitats de dunes ouvertes de Nouvelle-Aquitaine – Protocoles (v0). Conservatoire botanique national Sud-Atlantique / Office National des Forêts / Université de Bordeaux.
- POITOU-CHARENTES NATURE., 2019. – Liste rouge du Poitou-Charentes : chapitre Rhopalocères. Fontaine-le-Comte.
- POLLARD E. & YATES T. J., 1993. – *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation: The British Butterfly Monitoring Scheme*. Springer Netherlands.
- POTTIER G., ARTHUR C. P., WEBER L. & CHEYLAN M., 2014. – Répartition des lézards du genre *Iberolacerta* Arribas, 1997 (Sauria : Lacertidae) en France : 3/3 : le Lézard de Bonnal, *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927). *bulletin société herpétologique de France*, **148** : 425-450.
- POUNDS J. A. & CRUMP M. L., 1994. – Amphibian Declines and Climate Disturbance: The Case of the Golden Toad and the Harlequin Frog. *Conservation Biology*, **8** (1) : 72-85.
- POUNDS J. A., FOGDEN M. P. L. & CAMPBELL J. H., 1999. – Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, **398** (6728) : 611-615 doi : 10.1038/19297.
- RAXWORTHY C. J., PEARSON R. G., RABIBISOA N., RAKOTONDRAZAFY A. M., RAMANAMANJATO J.-B., RASELIMANANA A. P., WU S., NUSSBAUM R. A. & STONE D. A., 2008. – Extinction vulnerability of tropical montane endemism

from warming and upslope displacement: a preliminary appraisal for the highest massif in Madagascar. *Global Change Biology*, **14** (8) : 1703-1720 doi : 10.1111/j.1365-2486.2008.01596.x.

READING C. J., 1998. – The effect of winter temperatures on the timing of breeding activity in the common toad *Bufo bufo*. *Oecologia*, **117** (4) : 469-475 doi : 10.1007/s004420050682.

---., 2007. – Linking global warming to amphibian declines through its effects on female body condition and survivorship. *Oecologia*, **151** (1) : 125-131 doi : 10.1007/s00442-006-0558-1.

RENAUX B., LE HÉNAFF P.-M. & CHOISNET G., 2015. – Contribution à la déclinaison de nouvelles associations forestières du Massif central. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, **45** : 386-437.

ROISIN P., 1967. – Contribution à l'étude du domaine phytogéographique et des hêtraies atlantiques d'Europe. Gembloux, Belgique, 346 p.

ROOT T. L. & SCHNEIDER S. H., 2006. – Conservation and Climate Change: the Challenges Ahead. *Conservation Biology*, **20** (3) : 706-708 doi : 10.1111/j.1523-1739.2006.00465.x.

ROYER J. M., 1982. – Contribution à l'étude phytosociologique des pelouses du Périgord et des régions voisines. *Doc. Phytosoc*, **6** : 203-220.

---., 1984. – Caractérisation, répartition et origine du Xerobromion. *Coll. Phytosoc*, **11** : 243-267.

ROYER J.-M., 2009. – Petit précis de phytosociologie sigmatiste. Société Botanique du Centre-Ouest.

ROYLE J. A. & NICHOLS J. D., 2003. – Estimating Abundance from Repeated Presence-Absence Data or Point Counts. *Ecology*, **84** (3) : 777-790 doi : 10.1890/0012-9658(2003)084[0777:EAFRPA]2.0.CO;2.

RUGIERO L., MILANA G., PETROZZI F., CAPULA M. & LUISELLI L., 2013. – Climate-change-related shifts in annual phenology of a temperate snake during the last 20 years. *Acta Oecologica*, **51** : 42-48 doi : 10.1016/j.actao.2013.05.005.

RUYS T. & COUZI L., 2015. – Atlas des Mammifères sauvages d'Aquitaine. Tome 6 : Les rongeurs, les érinacéomorphes et les soricomorphes. Cistude Nature et LPO Aquitaine. France : C. Nature, 228 p.

SAVOIE J.-M., 1982. – Une chenaie-hêtraie d'Aquitaine. La forêt de Laveyron (Landes): facteurs stationnels, phénologie, régénération du hêtre. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle, Université de Bordeaux 1, 109 p.

SINERVO B., MÉNDEZ-DE-LA-CRUZ F., MILES D. B., HEULIN B., BASTIAANS E., VILLAGRÁN-SANTA CRUZ M., LARA-RESENDIZ R., MARTÍNEZ-MÉNDEZ N., CALDERÓN-ESPINOSA M. L., MEZA-LÁZARO R. N., GADSDEN H., AVILA L. J., MORANDO M., DE LA RIVA I. J., VICTORIANO SEPULVEDA P. ET AL., 2010. – Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*, **328** (5980) : 894-899 doi : 10.1126/science.1184695.

STEFANESCU C., PEÑUELAS J. & FILELLA I., 2003. – Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology*, **9** (10) : 1494 doi : 10.1046/j.1365-2486.2003.00682.x.

TAFANI M., COHAS A., BONENFANT C., GAILLARD J.-M. & ALLAINÉ D., 2013. – Decreasing litter size of marmots over time: a life history response to climate change? *Ecology*, **94** (3) : 580-586 doi : 10.1890/12-0833.1.

TEXIER J. P., 2011. – Genèse des lagunes landaises : un point sur la question in De la lagune à l'airial. Travaux et colloques scientifiques du PNRLG, 20 p.

THEURILLAT J.-P., FELBER F., GEISSLER P., GOBAT J.-M., FIERZ M., FISCHLIN A., KÜPFER P., SCHLÜSSEL A., VELLUTI C., ZHAO G.-F. & OTHERS., 1998. – Sensitivity of plant and soil ecosystems of the Alps to climate change. Views from the Alps: regional perspectives on climate change, : 225-308.

THEURILLAT J.-P. & GUISAN A., 2001. – Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: a review. *Climatic change*, **50** (1-2) : 77-109.

THOMAS C. D., CAMERON A., GREEN R. E., BAKKENES M., BEAUMONT L. J., COLLINGHAM Y. C., ERASMUS B. F. N., DE SIQUEIRA M. F., GRAINGER A., HANNAH L., HUGHES L., HUNTLEY B., VAN JAARSVELD A. S., MIDGLEY G. F., MILES L. ET AL., 2004. – Extinction risk from climate change. *Nature*, **427** (6970) : 145-148 doi : 10.1038/nature02121.

TODISCO V., GRATTON P., CESARONI D. & SBORDONI V., 2010. – Phylogeography of *Parnassius apollo*: hints on taxonomy and conservation of a vulnerable glacial butterfly invader. *Biological Journal of the Linnean Society*, **101** (1) : 169-183 doi : 10.1111/j.1095-8312.2010.01476.x.

TURNER J. R. G., GATEHOUSE C. M. & COREY C. A., 1987. – Does Solar Energy Control Organic Diversity? Butterflies, Moths and the British Climate. *Oikos*, **48** (2) : 195-205 doi : 10.2307/3565855.

UICN., 2017. – Les solutions fondées sur la nature pour lutter contre les changements climatiques. UICN France, .

ULRICH E., 1995. – Le réseau RENECOFOR : Objectifs et réalisation. *Revue Forestière Française*, **XLVII** (2) : 107-124.

ULRICH E. & CECCHINI S., 2009. – RENECOFOR – MANUEL DE REFERENCE N° 12 POUR LES OBSERVATIONS PHENOLOGIQUES – Placettes des niveaux A et B (Level II plots within the European Union). Fontainebleau : Office National des Forêts, 30 p.

URLI M., LAMY J.-B., SIN F., BURLETT R., DELZON S. & PORTÉ A. J., 2015. – The high vulnerability of *Quercus robur* to drought at its southern margin paves the way for *Quercus ilex*. *Plant ecology*, **216** (2) : 177-187.

URSENBACHER S., 1998. – Estimation de l'effectif et analyse du risque d'extinction d'une population de Vipère péliade (*Vipera berus* L.) dans le Jura vaudois. Travail de diplôme, Université de Lausanne., 105 p.

VAN DYCK H. & REGNIERS S., 2010. – Egg spreading in the ant-parasitic butterfly, *Maculinea alcon*: from individual behaviour to egg distribution pattern. *Animal Behaviour*, **80** (4) : 621-627 doi : 10.1016/j.anbehav.2010.06.021.

VANDEN BERGHEN C., 1964. – La végétation des rives du lac de Hourtin (Gironde, France). *Bulletin du Jardin botanique de l'Etat, Bruxelles/Bulletin van den Rijksplantentuin, Brussel*, : 243-267.

---., 1968. – Notes sur la végétation du sud-ouest de la France VI. La végétation de la rive orientale de l'étang de Lacanau (Gironde, France). *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique/Bulletin van de Nationale Plantentuin van België*, : 255-276.

---., 1971. – Notes sur la végétation du sud-ouest de la France VIII. Les fourrés et les bois fangeux. *Bulletin du Jardin botanique national de Belgique/Bulletin van de Nationale Plantentuin van België*, : 383-395.

VANDEN BERGHEN G., 1969. – Notes sur la végétation du sud-ouest de la France. VIII: Observations sur la végétation des landes tourbeuses et des tourbières du département des Landes. *Bull. Jard. Bot. nat. Belg*, **39** : 383-400.

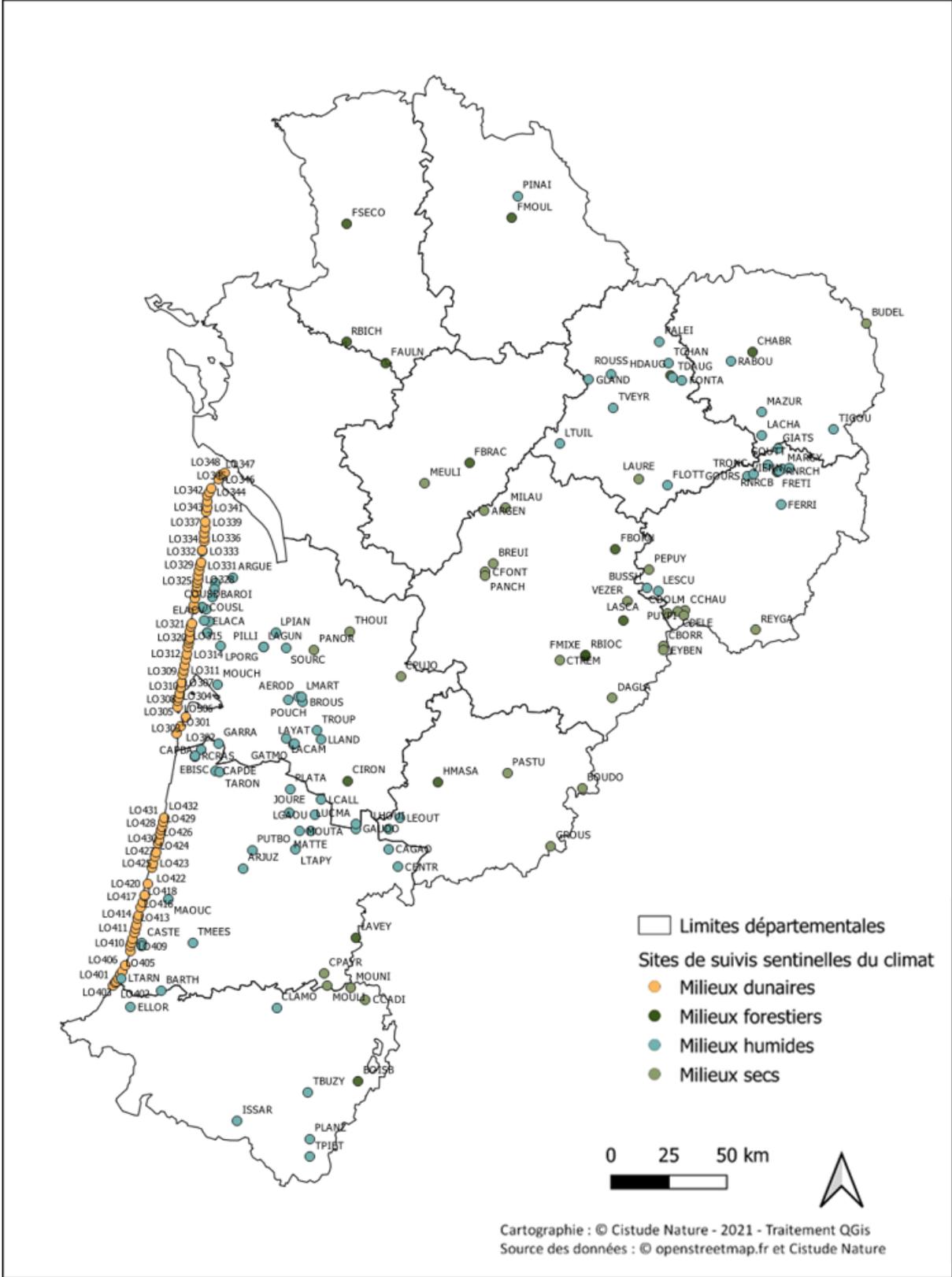
- VENNETIER M. & RIPERT C., 2010. – Impact du changement climatique sur la flore méditerranéenne: théorie et pratique. Dans : Barbault R., Foucault A., Changement climatique et biodiversité, Paris, éditions Vulbert. , p. 75-87.
- VITASSE Y., 2009. – Impact du changement climatique sur la phénologie des forêts de montagne (Thèse). Bordeaux : Bordeaux, 410 p.
- VITASSE Y., FRANÇOIS C., DELPIERRE N., DUFRÊNE E., KREMER A., CHUINE I. & DELZON S., 2011. – Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, **151** (7) : 969-980.
- WALTHER G.-R., POST E., CONVEY P., MENZEL A., PARMESAN C., BEEBEE T. J. C., FROMENTIN J.-M., HOEGH-GULDBERG O. & BAIRLEIN F., 2002. – Ecological responses to recent climate change. *Nature*, **416** (6879) : 389-395 doi : 10.1038/416389a.
- WARREN M. & SWAAY C. VAN., 1999. – Red data book of European butterflies [Rhopalocera]. Nature and Environnement, No. 99, Council of Europe Publishing, 260 p.
- WEIBULL A.-C., BENGTSSON J. & NOHLGREN E., 2000. – Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography*, **23** (6) : 743-750 doi : 10.1111/j.1600-0587.2000.tb00317.x.
- WENDLER A. & NUß J. H., 1994. – Libellules. Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale. Société Française d'Odonatologie (SFO), 130 p.
- WHITFIELD S. M., BELL K. E., PHILIPPI T., SASA M., BOLAÑOS F., CHAVES G., SAVAGE J. M. & DONNELLY M. A., 2007. – Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **104** (20) : 8352-8356 doi : 10.1073/pnas.0611256104.
- WILSON R. J., BENNIE J., LAWSON C. R., PEARSON D., ORTÚZAR-UGARTE G. & GUTIÉRREZ D., 2015. – Population turnover, habitat use and microclimate at the contracting range margin of a butterfly. *Journal of Insect Conservation*, **19** (2) : 205-216 doi : 10.1007/s10841-014-9710-0.
- WILSON R. J. & MACLEAN I. M. D., 2011. – Recent evidence for the climate change threat to Lepidoptera and other insects. *Journal of Insect Conservation*, **15** (1-2) : 259-268 doi : 10.1007/s10841-010-9342-y.
- YANG L. H. & RUDOLF V. H. W., 2010. – Phenology, ontogeny and the effects of climate change on the timing of species interactions. *Ecology Letters*, **13** (1) : 1-10 doi : 10.1111/j.1461-0248.2009.01402.x.
- YOCOZ N. G., NICHOLS J. D. & BOULINIER T., 2001. – Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, **16** : 446-453.

# ANNEXES

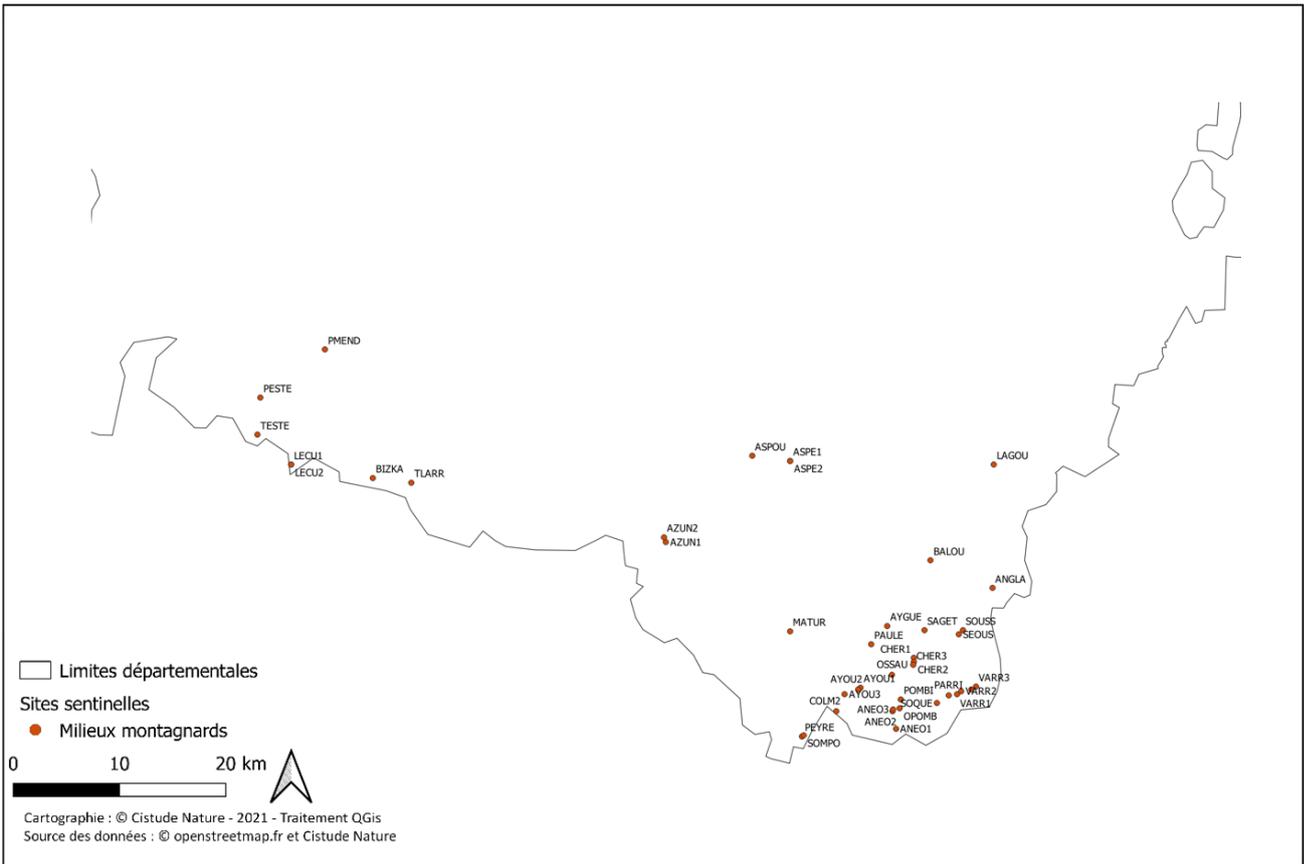


<b>ANNEXE 1. CARTES DE LOCALISATION DES SITES SENTINELLES ET CODES ASSOCIÉS .....</b>	<b>265</b>
<b>ANNEXE 2. CARTES DE LOCALISATION DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES .....</b>	<b>280</b>
<b>ANNEXE 3. CLÉ DE DÉTERMINATION DES VÉGÉTATIONS DUNAIRES .....</b>	<b>282</b>
<b>ANNEXE 4. FICHE DE RELEVÉS POUR LES SUIVIS DES COMMUNAUTÉS DUNAIRES PAR TRANSECT .....</b>	<b>295</b>
<b>ANNEXE 5. FICHE DE RELEVÉS POUR LES SUIVIS DES DUNES GRISES SUR PLACETTES PERMANENTES.....</b>	<b>297</b>
<b>ANNEXE 6. FICHES DE RELEVÉ DU SUIVI LÉZARD OCELLÉ.....</b>	<b>299</b>
<b>ANNEXE 7. FICHES DE RELEVÉS DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DE PELOUSES SÈCHES CALCICOLES.....</b>	<b>302</b>
<b>ANNEXE 8. FICHE DE RELEVÉ DU SUIVI LÉPIDOPTÈRES.....</b>	<b>305</b>
<b>ANNEXE 9. TABLEAU SYNTHÉTIQUE RÉPERTORIANTE LES ESPÈCES DE RHOPALOCÈRES ET DE ZYGÈNES PRÉSENTES EN NOUVELLE-AQUITAINE PAR NIVEAU DE DÉTERMINATION .....</b>	<b>306</b>
<b>ANNEXE 10. FICHES DE RELEVÉS DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DE TOURBIÈRES ET BAS-MARAIS .....</b>	<b>313</b>
<b>ANNEXE 11. FICHES DE RELEVÉS DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DE LANDES TOURBEUSES .....</b>	<b>315</b>
<b>ANNEXE 12. EXTRAIT DE LA FICHE DE RELEVÉ DES SUIVIS P. ALCON ET G. PNEUMONANTHE .....</b>	<b>317</b>
<b>ANNEXE 13. FICHES DE RELEVÉ DU SUIVI LÉZARD VIVIPARE.....</b>	<b>318</b>
<b>ANNEXE 14. FICHE DE TERRAIN DU SUIVI VIPÈRE PÉLIADE .....</b>	<b>319</b>
<b>ANNEXE 15. TYPOLOGIE DES HABITATS POPREPTILE.....</b>	<b>320</b>
<b>ANNEXE 16. TYPOLOGIE SIMPLIFIÉE DES MILIEUX POPREPTILE .....</b>	<b>323</b>
<b>ANNEXE 17. FICHE DE RELEVÉS DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DE LAGUNES (TRANSECT) .....</b>	<b>328</b>
<b>ANNEXE 18. FICHE DE RELEVÉ DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DE LAGUNES (DIAGNOSTIC).....</b>	<b>331</b>
<b>ANNEXE 19. FICHE DE RELEVÉ DU SUIVI ODONATES.....</b>	<b>334</b>
<b>ANNEXE 20. FICHE DE RELEVÉ DU SUIVI RAINETTE IBÉRIQUE .....</b>	<b>335</b>
<b>ANNEXE 21. FICHE DE RELEVÉS DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES DES ÉTANGS ARRIÈRE-LITTORAUX .....</b>	<b>336</b>
<b>ANNEXE 22. FICHES DE SUIVI RENECOFOR .....</b>	<b>338</b>
<b>ANNEXE 23. FICHE DE RELEVÉ TRANSECT DES LÉPIDOPTÈRES DE MONTAGNE .....</b>	<b>341</b>
<b>ANNEXE 24. FICHE DE RELEVÉ APOLLON.....</b>	<b>342</b>
<b>ANNEXE 25. FICHE D'AIDE À L'ESTIMATION DES DISTANCES.....</b>	<b>343</b>
<b>ANNEXE 26. FICHE DE RELEVÉ DU SUIVI DE LA GRENOUILLE DES PYRÉNÉES .....</b>	<b>344</b>
<b>ANNEXE 27. FICHES DE RELEVÉ DU SUIVI DES LÉZARDS DE MONTAGNE.....</b>	<b>344</b>
<b>ANNEXE 28. FICHE DE RELEVÉ DE LA MARMOTTE DES ALPES.....</b>	<b>347</b>
<b>ANNEXE 29. TUTORIELS DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES .....</b>	<b>348</b>
<b>ANNEXE 30. TOME XI ANNEXES : FICHES DE DESCRIPTION DES UNITÉS D'ÉCHANTILLONNAGE DES SITES DE SUIVIS NATURALISTES.....</b>	<b>396</b>

# Annexe 1. Cartes de localisation des sites sentinelles et codes associés



Sites validés de suivis sentinelles du climat pour les milieux dunaires, forestiers, secs et humides en 2021



Sites sentinelles pour le milieu de montagne en 2021

Tab. XLVIII. Codes des sites sentinelles par ordre alphabétique du code des sites

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Humide	Landes humides	Azuré des mouillères	Léognan et Martillac	33850	AEROD	Aérodrome de Bordeaux Saucats
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Léognan et Martillac	33850	AEROD	Aérodrome de Bordeaux Saucats
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	ANEO1	Cirque d'Anéou-01
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	ANEO2	Cirque d'Anéou-02
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	ANEO3	Cirque d'Anéou-03
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard de Bonnal	Eaux-Bonnes	64440	ANGLA	Anglas
Montagnard	Pelouse de montagne	Gomphocerus sibiricus et cortège d'orthoptères de montagne associé	Eaux-Bonnes	64440	ANGLA	Anglas
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	La Rochebeaucourt-et-Argentine	24340	ARGEN	Plateau d'Argentine
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Hourtin	33990	ARGUE	Lagune d'Argues
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Arjuzanx	40110	ARJUZ	RNN d'Arjuzanx
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard de Bonnal	Laruns	64440	ARRI1	Arrious
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Sarrance	64490	ASPE1	Aspe Est 1
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Sarrance	64490	ASPE2	Aspe Est 2
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Sarrance	64490	ASPOU	Aspe Ouest
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	AYGUE	Ayguebère
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	AYOU1	Lacs d'Ayous-01
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	AYOU2	Lacs d'Ayous-02
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	AYOU3	Lacs d'Ayous-03
Montagnard	Pelouse de montagne	Gomphocerus sibiricus et cortège d'orthoptères de montagne associé	Lées-Athas	64490	AZUN1	Plaa de Baitch (cabane)
Montagnard	Pelouse de montagne	Gomphocerus sibiricus et cortège d'orthoptères de montagne associé	Lées-Athas	64490	AZUN2	Pas d'Azuns
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Eaux-Bonnes	64440	BALOU	Balour
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Hourtin	33990	BAROI	Rive de Baroins
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Saint-Laurent-de-Gosse	40390	BARTH	Barthes de l'Adour

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Larrau	64560	BIZKA	Bizkarzé
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Bénéjacq	64800	BOISB	Bois de Bénéjacq
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Tournon-d'Agenais	47370	BOUDO	Vallée du Boudouyssou
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Saint-Victor	24350	BREUI	Coteau du Breuilh
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	La Brède	33650	BROUS	Lande de Brousteyrot
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Budelière	23170	BUDEL	Budelière (sainte-radegonde)
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Budelière	23170	BUDEL	Budelière
Humide	Lagunes	Rainette verte	Brignac-la-plaine	19310	BUSSH	Bussac haut
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Losse	40240	CAGAO	Lagune de Cagaouille
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Sanguinet	40460	CAPBA	Rive de Capbat
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Ychoux	40160	CAPDE	Lubiosse-Lagune de Capdejus
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Seignosse	40510	CASTE	Lagune de Castet-Bieilh
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Borrèze	24590	CBORR	Coteau de Borrèze
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Borrèze	24590	CBORR	Coteau de Borrèze
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Cadillon	64330	CCADI	Coteau de Cadillon
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Cadillon	64330	CCADI	Coteau de Cadillon
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Noailles	19600	CCHAU	Coteau de la chaume
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Saint-Cernin-de-Larche	19600	CDOLM	Cause du dolmen
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Losse	40240	CENTR	Lagune centrale photovoltaïque
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Saint-Pardoux-de-Drôme	24600	CFONT	Coteau des Fontenelles
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Saint-Pardoux-de-Drôme	24600	CFONT	Coteau des Fontenelles
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Guèret	23000	CHABR	Hêtraie de Chabrières
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	CHER1	Chérue-01
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	CHER2	Chérue-02
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	CHER3	Chérue-03
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Bernos-Beaulac	33430	CIRON	Hêtraie du ciron
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Lépidoptères de landes humides	Arthez-de-Béarn	64370	CLAMO	Vallon de Clamondé

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Arthez-de-Béarn	64370	CLAMO	Vallon de Clamondé
Montagnard	Pelouse de montagne	Gomphocerus sibiricus et cortège d'orthoptères de montagne associé	Laruns	64440	COLM2	Col des Moines
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	COUSD	Cousseau lézard ocellé
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Lacanau	33680	COUSG	Cousseau (Gnac, grand pré/Landes des fadets)
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Lacanau	33680	COUSG	Cousseau (Gnac, grand pré/Landes des fadets)
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Lacanau	33680	COUSG	Cousseau (Gnac, grand pré/Landes des fadets)
Humide	Landes humides	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Lacanau	33680	COUSG	Cousseau (Gnac, grand pré/Landes des fadets)
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Lacanau	33680	COUSL	Cousseau (labenne)
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Lacanau	33680	COUSL	Cousseau (labenne)
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Payros-Cazautets	40320	CPAYR	Coteau de Payros-Cazautet
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Payros-Cazautets	40320	CPAYR	Coteau de Payros-Cazautet
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Chasteaux	19600	CPELE	Côte pelée
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Pujols	33350	CPUJO	Coteau de Pujols
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Pujols	33350	CPUJO	Coteau de Pujols
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Trémolat	24510	CTREM	Coteau de Trémolat
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Trémolat	24510	CTREM	Coteau de Trémolat
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Saint-Pompont	24170	DAGLA	Causses de Daglan
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Saint-Pompont	24170	DAGLA	Causses de Daglan
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Biscarosse	40600	EBISC	Etang de Biscarosse (Lande de Craste Neuve)
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Lacanau	33680	ELACA	Etang de Lacanau
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Lacanau	33680	ELACA	Etang de Lacanau
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Lacanau	33680	ELACV	Rive de Lacanau-ville
Humide	Landes humides	Azuré des mouillères	Mouguerre	64990	ELLOR	Ellorimendi
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Mouguerre	64990	ELLOR	Ellorimendi
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Borrèze	24590	EYBEN	Coteau d'Eybènes

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Borrèze	24590	EYBEN	Coteau d'Eybènes
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Vinax	17510	FAULN	Forêt d'Aulnay
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Saint-Mesmin	24270	FBORN	Born
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Touvre	16600	FBRAC	Forêt de la Braconne
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Davignac	19250	FERRI	Tourbière de la Ferrière
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Meuzac	87380	FLOTT	Lande de la Flotte et du Cluzeau
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Orègue	64120	FMIXE	Mixe
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Bignoux	86800	FMOUL	Forêt de Moulière
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	La Jonchère-Saint-Maurice	87340	FONTA	la Fontaine
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Soursac	19550	FRETI	Forêt de Frétigne
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Secondigny	79130	FSECO	Forêt de Secondigny
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Saunacq-et-Muret	40410	GARRA	Lagune de Garrans
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Saunacq-et-Muret	40410	GARRA	Lagune de Garrans
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Hostens	33125	GATMO	Hostens - Lagune du Gat Mort
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Hostens	33125	GATMO	Hostens - Lagune du Gat Mort
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Bourriot-Bergonce	40120	GAUDO	Lagune de la Gaudole
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Peyrelevade	19290	GIATS	Landes et tourbières de Giat-St-Fourchat
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Montrol-Sénard	87330	GLAND	Grandes Landes
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Montrol-Sénard	87330	GLAND	Grandes Landes
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Lacelle	19170	GOURS	Prairies du Moulin de Goursolles
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Tarnac	19170	GOUTT	Tourbière de Gouttenègre
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Saint-Urcisse	47270	GROUS	Coteau de Grousset
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Saint-Urcisse	47270	GROUS	Coteau de Grousset
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Saint-Léger-la-Montagne	87340	HDAUG	Hêtraie des Dauges
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Le Mas-d'Agenais	47430	HMASA	Hêtraie du Mas d'Agenais
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Lanne-en-Baretous	64570	ISSAR	Tourbière d'Issarbe
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Sore	40430	JOURE	Lagune de la Joureyre

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Saint-Magne	33125	LACAM	Saint-Magne - Lagune du Cam
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Saint-Magne	33125	LACAM	Saint-Magne - Lagune du Cam
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Gentioux-Pigerolles	23340	LACHA	Ferme de Lachaud
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Louvie-Juzon	64260	LAGOU	Lagouare
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Saint-Médard-en-Jalles	33160	LAGUN	Saint-Médard-en-Jalles - Lagunasse
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Saint-Médard-en-Jalles	33160	LAGUN	Saint-Médard-en-Jalles - Lagunasse
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Montignac	24290	LASCA	Hêtraie de Lascaux
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	La Roche l'Abeille	87800	LAURE	Lande de Saint-Laurent
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	La Roche l'Abeille	87800	LAURE	Lande de Saint-Laurent
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Lussagnet	40270	LAVEY	Forêt Laveyron
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Louchats	33125	LAYAT	Lagune des Layats
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Callen	40430	LCALL	Callen
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Callen	40430	LCALL	Callen marais de Parias
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Lécumberry	64220	LECU1	Lécumberry 1
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Lécumberry	64220	LECU2	Lécumberry 2
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Pindères	47700	LEOUT	Pindères - Léoutre
Humide	Lagunes	Rainette verte	Brignac-la-Plaine	19310	LESCU	Lescure
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Luxey	40430	LGAOU	Lagune de Gaouchey
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Luxey	40430	LGAOU	Lagune de Gaouchey
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Houillès	47420	LHOUI	Houillès - Grand Lagu
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Houillès	47420	LHOUI	Houillès - Grand Lagu
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Landiras	33720	LLAND	Landiras-Suscouse
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Martillac	33650	LMART	Martillac
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Martillac	33650	LMART	Martillac
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	La Teste-de-Buch	33260	LO301	LO_33_01
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	La Teste-de-Buch	33260	LO301	LO_33_1
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	La Teste-de-Buch	33260	LO302	LO_33_02
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	La Teste-de-Buch	33260	LO302	LO_33_2
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	La Teste-de-Buch	33260	LO303	LO_33_03
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	La Teste-de-Buch	33260	LO303	LO_33_3
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO304	LO_33_04
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO304	LO_33_4

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO305	LO_33_05
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO305	LO_33_5
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO306	LO_33_06
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO306	LO_33_6
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO307	LO_33_07
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO307	LO_33_7
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO308	LO_33_08
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO308	LO_33_8
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO309	LO_33_09
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO309	LO_33_9
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO310	LO_33_10
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO310	LO_33_10
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lège-Cap-Ferret	33950	LO311	LO_33_11
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lège-Cap-Ferret	33950	LO311	LO_33_11
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO312	LO_33_12
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO312	LO_33_12
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO313	LO_33_13
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO313	LO_33_13
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO314	LO_33_14
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO314	LO_33_14
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO315	LO_33_15
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO315	LO_33_15
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO316	LO_33_16
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO316	LO_33_16
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO317	LO_33_17
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO317	LO_33_17
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Porge	33680	LO318	LO_33_18
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Porge	33680	LO318	LO_33_18
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	LO319	LO_33_19
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lacanau	33680	LO319	LO_33_19
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	LO320	LO_33_20
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lacanau	33680	LO320	LO_33_20
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	LO321	LO_33_21
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lacanau	33680	LO321	LO_33_21
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	LO322	LO_33_22
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lacanau	33680	LO322	LO_33_22
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	LO323	LO_33_23
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lacanau	33680	LO323	LO_33_23
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lacanau	33680	LO324	LO_33_24
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lacanau	33680	LO324	LO_33_24
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Carcans	33121	LO325	LO_33_25
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Carcans	33121	LO325	LO_33_25
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Carcans	33121	LO326	LO_33_26
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Carcans	33121	LO326	LO_33_26
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Hourtin	33990	LO327	LO_33_27
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Hourtin	33990	LO327	LO_33_27

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Hourtin	33990	LO328	LO_33_28
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Hourtin	33990	LO328	LO_33_28
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Hourtin	33990	LO329	LO_33_29
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Hourtin	33990	LO329	LO_33_29
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Hourtin	33990	LO330	LO_33_30
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Hourtin	33990	LO330	LO_33_30
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Hourtin	33990	LO331	LO_33_31
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Hourtin	33990	LO331	LO_33_31
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Hourtin	33990	LO332	LO_33_32
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Hourtin	33990	LO332	LO_33_32
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Naujac-sur-Mer	33990	LO333	LO_33_33
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Naujac-sur-Mer	33990	LO333	LO_33_33
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Naujac-sur-Mer	33990	LO334	LO_33_34
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Naujac-sur-Mer	33990	LO334	LO_33_34
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vendays-Montalivet	33930	LO335	LO_33_35
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vendays-Montalivet	33930	LO335	LO_33_35
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vendays-Montalivet	33930	LO336	LO_33_36
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vendays-Montalivet	33930	LO336	LO_33_36
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vendays-Montalivet	33930	LO337	LO_33_37
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vendays-Montalivet	33930	LO337	LO_33_37
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vendays-Montalivet	33930	LO338	LO_33_38
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vendays-Montalivet	33930	LO338	LO_33_38
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vendays-Montalivet	33930	LO339	LO_33_39
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vendays-Montalivet	33930	LO339	LO_33_39
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Grayan-et-l'Hopital	33590	LO340	LO_33_40
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Grayan-et-l'Hopital	33590	LO340	LO_33_40
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Grayan-et-l'Hopital	33590	LO341	LO_33_41
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Grayan-et-l'Hopital	33590	LO341	LO_33_41
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Grayan-et-l'Hopital	33590	LO342	LO_33_42
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Grayan-et-l'Hopital	33590	LO342	LO_33_42
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soulac-sur-Mer	33780	LO343	LO_33_43
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soulac-sur-Mer	33780	LO343	LO_33_43
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soulac-sur-Mer	33780	LO344	LO_33_44
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soulac-sur-Mer	33780	LO344	LO_33_44
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soulac-sur-Mer	33780	LO345	LO_33_45
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soulac-sur-Mer	33780	LO345	LO_33_45
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Verdon-sur-Mer	33123	LO346	LO_33_46

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Verdon-sur-Mer	33123	LO346	LO_33_46
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Verdon-sur-Mer	33123	LO347	LO_33_47
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Verdon-sur-Mer	33123	LO347	LO_33_47
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Le Verdon-sur-Mer	33123	LO348	LO_33_48
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Le Verdon-sur-Mer	33123	LO348	LO_33_48
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Tarnos	40220	LO401	LO_40_01
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Tarnos	40220	LO401	LO_40_1
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Tarnos	40220	LO402	LO_40_02
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Tarnos	40220	LO402	LO_40_2
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Tarnos	40220	LO403	LO_40_03
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Tarnos	40220	LO403	LO_40_3
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Tarnos	40220	LO404	LO_40_04
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Tarnos	40220	LO404	LO_40_4
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Ondres	40440	LO405	LO_40_05
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Ondres	40440	LO405	LO_40_5
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Labenne	40530	LO406	LO_40_06
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Labenne	40530	LO406	LO_40_6
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Capbreton	40130	LO407	LO_40_07
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Capbreton	40130	LO407	LO_40_7
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soorts-Hossegor	40150	LO408	LO_40_08
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soorts-Hossegor	40150	LO408	LO_40_8
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Seignosse	40510	LO409	LO_40_09
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Seignosse	40510	LO409	LO_40_9
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Seignosse	40510	LO410	LO_40_10
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Seignosse	40510	LO410	LO_40_10
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Seignosse	40510	LO411	LO_40_11
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Seignosse	40510	LO411	LO_40_11
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soustons	40140	LO412	LO_40_12
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soustons	40140	LO412	LO_40_12
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soustons	40140	LO413	LO_40_13
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soustons	40140	LO413	LO_40_13
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Soustons	40140	LO414	LO_40_14
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Soustons	40140	LO414	LO_40_14
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Messanges	40660	LO415	LO_40_15
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Messanges	40660	LO415	LO_40_15
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Messanges	40660	LO416	LO_40_16
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Messanges	40660	LO416	LO_40_16
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Moliets-et-Maa	40660	LO417	LO_40_17
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Moliets-et-Maa	40660	LO417	LO_40_17
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Moliets-et-Maa	40660	LO418	LO_40_18
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Moliets-et-Maa	40660	LO418	LO_40_18
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vielle-Saint-Girons	40560	LO419	LO_40_19

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vielle-Saint-Girons	40560	LO419	LO_40_19
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vielle-Saint-Girons	40560	LO420	LO_40_20
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vielle-Saint-Girons	40560	LO420	LO_40_20
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Vielle-Saint-Girons	40560	LO421	LO_40_21
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Vielle-Saint-Girons	40560	LO421	LO_40_21
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lit-et-Mixe	40170	LO422	LO_40_22
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lit-et-Mixe	40170	LO422	LO_40_22
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lit-et-Mixe	40170	LO423	LO_40_23
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lit-et-Mixe	40170	LO423	LO_40_23
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lit-et-Mixe	40170	LO424	LO_40_24
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lit-et-Mixe	40170	LO424	LO_40_24
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Lit-et-Mixe	40170	LO425	LO_40_25
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Lit-et-Mixe	40170	LO425	LO_40_25
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Saint-Julien-en-Born	40170	LO426	LO_40_26
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Saint-Julien-en-Born	40170	LO426	LO_40_26
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Saint-Julien-en-Born	40170	LO427	LO_40_27
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Saint-Julien-en-Born	40170	LO427	LO_40_27
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Mimizan	40200	LO428	LO_40_28
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Mimizan	40200	LO428	LO_40_28
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Mimizan	40200	LO429	LO_40_29
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Mimizan	40200	LO429	LO_40_29
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Mimizan	40200	LO430	LO_40_30
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Mimizan	40200	LO430	LO_40_30
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Mimizan	40200	LO431	LO_40_31
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Mimizan	40200	LO431	LO_40_31
Dune	Dunes littorales	Lézard ocellé	Mimizan	40200	LO432	LO_40_32
Dune	Dunes littorales	Végétations dunaires	Mimizan	40200	LO432	LO_40_32
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Le Pian-Médoc	33290	LPIAN	Le Pian Médoc
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Le Pian-Médoc	33290	LPIAN	Le Pian Médoc
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Saumos et Le Porge	33680	LPORG	Saumos - Lagune de Moulugat
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Saumos et Le Porge	33680	LPORG	Saumos - Lagune de Moulugat
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Vert	40420	LTAPY	Lagune de la Tapy
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Vert	40420	LTAPY	Lagune de la Tapy
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Tarnos	40220	LTARN	Tarnos
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Saint-Bazile	87150	LTUIL	Landes des Tuileries de Forgeas
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Captieux	33840	LUCMA	Captieux - Lagune de Lucmaysouau

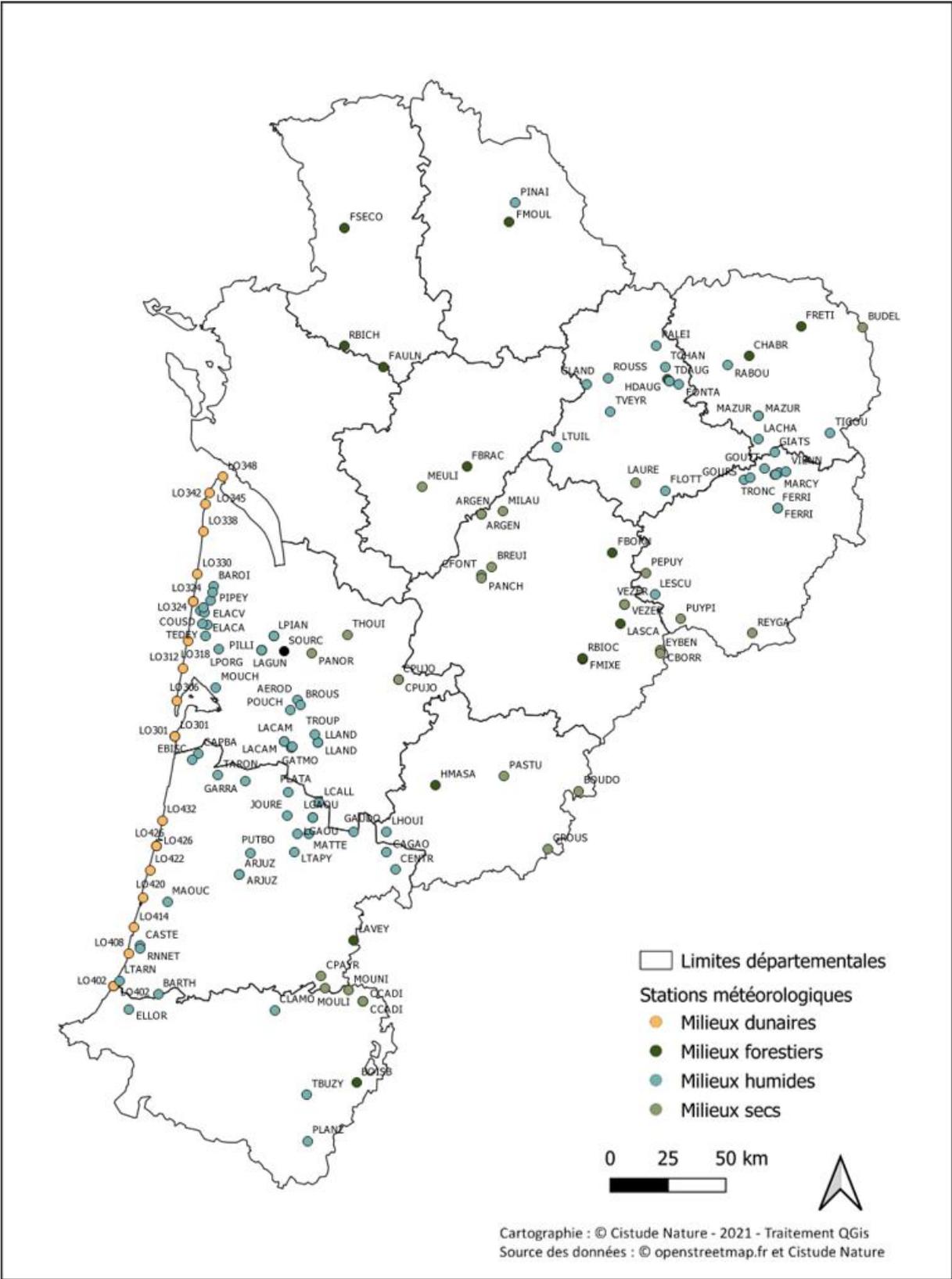
milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Captieux	33840	LUCMA	Captieux - Lagune de Lucmaysouau
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Lépidoptères de landes humides	Saint-Michel-Escalus	40550	MAOUC	Tourbière de Maoucout
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Saint-Michel-Escalus	40550	MAOUC	Tourbière de Maoucout (Tourbière de Pont Neuf)
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Tarnac	19170	MARCY	Landes de Marcy
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Luxey	40430	MATTE	Lagune de la Matte
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard catalan	Etsaut	64490	MATUR	Chemin de la Mâture
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Royère-de-Vassivière	23460	MAZUR	Landes et tourbières de la Mazure
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Royère-de-Vassivière	23460	MAZUR	Landes et tourbières de la Mazure
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Roulet-Saint Estèphe	16440	MEULI	Meulières
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Rudeau-Ladosse	24340	MILAU	Coteau de Milauioux
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Rudeau-Ladosse	24340	MILAU	Coteau de Milauioux
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Lanton	33138	MOUCH	Landes de Mouchon
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Lanton	33138	MOUCH	Landes de Mouchon
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Pimbo	40320	MOULI	Coteau du Moulin
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Pimbo	40320	MOULI	Coteau du Moulin
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Garlin	64330	MOUNI	Coteau de Mounicou
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Garlin	64330	MOUNI	Coteau de Mounicou
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Le Sen	40420	MOUTA	Lagune de Moutan
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Le Sen	40420	MOUTA	Lagune de Moutan
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Carcans	33121	MPOUC	Marais du Pouch
Montagnard	Pelouse de montagne	Gomphocerus sibiricus et cortège d'orthoptères de montagne associé	Laruns	64440	OPOMB	Pombie
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard de Bonnal	Laruns	64440	OSSAU	Ossau Nord
Humide	Lagunes	Rainette verte	Bessines-sur-Gartempe	19310	PALEI	les Paleines
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Saint-Sulpice-de-Roumagnac	24600	PANCH	Coteau de la Panche

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Saint-Sulpice-de-Roumagnac	24600	PANCH	Coteau de la Panche
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Carbon-Blanc	33560	PANOR	Parc Panoramis
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Carbon-Blanc	33560	PANOR	Parc Panoramis
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Laruns	64440	PARRI	Arrious
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Pinel-Hauterive	47380	PASTU	Pech de Pastur
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Pinel-Hauterive	47380	PASTU	Pech de Pastur
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	PAULE	Aule
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Ayen	19310	PEPUY	Pelouse du Puy Guimont
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Ayen	19310	PEPUY	Pelouse du Puy Guimont
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard catalan	Estérençuby	64220	PESTE	Pelouse Esterençuby
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Urdos	64490	PEYRE	ASP2-Peyrenère
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Saint-Médard-en-Jalles	33160	PILLI	Saint-Médard-en-Jalles - Pilliole
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Vouneuil-sur-vienne	86210	PINAI	Réserve du Pinail
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Carcans	33121	PIPEY	Rive de Pipeyrous
Humide	Landes humides	Azuré des mouillères	Laruns	64440	PLANZ	Plateau d'Anzé
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Laruns	64440	PLANZ	Plateau d'Anzé
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Sore	40430	PLATA	Marais du Plata
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard catalan	Mendive	64220	PMEND	Mendive
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Laruns	64440	POMBI	Pombie
Montagnard	Pelouse et rocaille de montagne	Lézard de Bonnal	Laruns	64440	POMBI	Pombie
Humide	Landes humides	Azuré des mouillères	Saucats	33650	POUCH	Pouchau
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Saucats	33650	POUCH	Pouchau
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Sabres	40630	PUTBO	Lagune de Put Boué
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Nespouls	19600	PUYPI	Pelouse du Puy Pialat
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Nespouls	19600	PUYPI	Pelouse du Puy Pialat

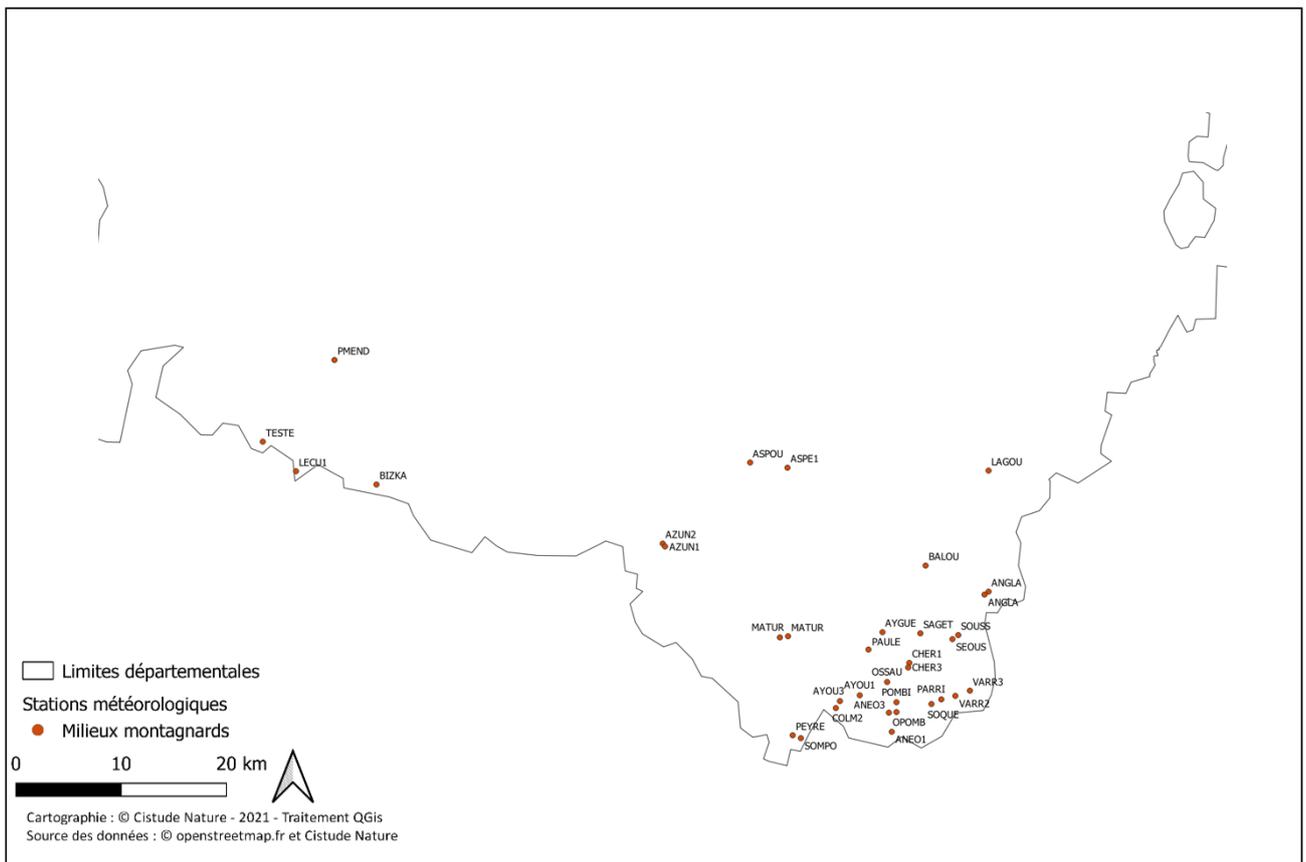
milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Augères	23210	RABOU	la Rabouillère
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Le Vert	79170	RBICH	RBI de Chizé
Forêt	Hêtraie relictuelle	Végétations de hêtraie	Campagne	24260	RBIOC	Réserve biologique mixte de Campagne
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Biscarosse	40600	RCRAS	Rive de Crastot Mieuy
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Reygade	19430	REYGA	Pelouse de Reygade
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Seignosse	40510	RNNET	RNN de L'Etang noir
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Tarnac	19170	RNRCB	RNR de la Tourbière de Chabanne bas
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Tarnac	19170	RNRCH	RNR Tourbière de Chabanne haut
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Vaulry	87140	ROUSS	Moulin de Rousset
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Lacanau	33680	RVIGN	Rive de Vignotte
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Laruns	64440	SAGET	Sagette
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Laruns	64440	SEOUS	Séous
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Urdos	64490	SOMPO	Somport
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Laruns	64440	SOQUE	Soques
Humide	Station Référence	Station Référence	Le Haillan	33185	SOURC	Site des sources
Montagnard	Pelouse de montagne	Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé	Laruns	64440	SOUSS	Soussouéou
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Ychoux	40160	TARON	Lubiosse-Lagune du Taron
Humide	Lagunes	Rainette ibérique	Ychoux	40160	TARON	Lubiosse-Lagune du Taron
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Buzy	64260	TBUZY	Tourbière de Buzy
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Buzy	64260	TBUZY	Tourbière de Buzy
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Berrac-sur-rivalier	87370	TCHAN	Tourbière de chanteribière
Humide	Landes humides	Lépidoptères de landes humides	Saint-Léger-la-Montagne	87340	TDAUG	Tourbière des Dauges
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Saint-Léger-la-Montagne	87340	TDAUG	Tourbière des Dauges
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Saint-Léger-la-Montagne	87340	TDAUG	Tourbière des Dauges

milieu	typeHabSDC	indicateurs	Commune	codePostal	site_Ref_Courte	obs_nomSite
Humide	Etangs arrière-littoraux	Végétations des étangs arrière-littoraux	Lacanau	33680	TEDEY	Rive de Tedey
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Estérençuby	64220	TESTE	Torrent Esterençuby
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Villegouge	33141	THOUI	Tertre de Thouil
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Villegouge	33141	THOUI	Tertre de Thouil
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Saint-Agnant-Près-Crocq	23260	TIGOU	Tigouleix
Montagnard	Torrents	Grenouille des Pyrénées	Larrau	64560	TLARR	Larrau
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Mées	40990	TMEES	Tourbière de Mées
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Laruns	64440	TPIET	Tourbière du Piet
Humide	Landes humides	Vipère péliade	Viam	19170	TRONC	Tourbière de Tronchet
Humide	Lagunes	Leucorrhines et cortège d'odonates associé	Guillos	33720	TROUP	Lac Troupins
Humide	Lagunes	Végétations de lagunes	Cabanac-et-Villagrains	33650	TROUP	Lac Troupins
Humide	Tourbières et landes tourbeuses	Végétations de tourbières et landes tourbeuses	Veyrac	87520	TVEYR	Tourbière du Petit Moulin
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	VARR1	Vallon d'Arrious-01
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	VARR2	Vallon d'Arrious-02
Montagnard	Pelouse de montagne	Marmotte des Alpes	Laruns	64440	VARR3	Vallon d'Arrious-03
Montagnard	Pelouse de montagne	Gomphocerus sibiricus et cortège d'orthoptères de montagne associé	Laruns	64440	VARR3	Arrious
Sec	Pelouses sèches	Lépidoptères de pelouses calcicoles	Les Farges	24290	VEZER	Vallée de la Vézère (Coteau des Farges)
Sec	Pelouses sèches	Végétations de pelouses sèches	Les Farges	24290	VEZER	Vallée de la Vézère (Coteau des Farges)
Humide	Landes humides	Lézard vivipare	Millevaches	19290	VIENN	Sources de la Vienne

## Annexe 2. Cartes de localisation des stations météorologiques



Stations météorologiques pour les milieux dunaires, forestiers, secs et humides en 2021



## Annexe 3. Clé de détermination des végétations dunaires

### Clé de détermination des végétations des dunes de Nouvelle-Aquitaine

A. Le Fouler, CBNSA, v1 (3/05/2021).

#### Clé générale

- 1 Végétations dominées par des plantes présentant de profondes adaptations à la vie aquatique (*Potamogeton*, *Lemna*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Utricularia*, *Callitriche*, Characées, etc...)..... **Végétations aquatiques (page 2)**
- 1' Végétations amphibies ou terrestres.....2
- 2 Végétations dominées en nombre par des plantes annuelles (généralement de très petite taille, faiblement enracinées et peu recouvrantes) ou bi-annuelles (plantes de friches) colonisant les zones de sols nus souvent remaniés ou fortement colonisées par les lichens. Les plantes vivaces peuvent être présentes mais toujours en nombre et en revêtement faibles  
..... **Végétations pionnières de plantes annuelles ou bi-annuelles (page 2)**
- 2' Végétations de plantes vivaces pouvant comporter un voile de plantes annuelles et éventuellement accompagnées d'une strate muscinale importante .....3
- 3 Végétations dominées par des plantes herbacées, pouvant être piquetées d'*Helichrysum stoechas* et de plantes ligneuses juvéniles ..4
- 3' Végétations dominées par des arbres, arbustes, cistes ou Ericacées ..... 10
- 4 Végétations hygrophiles (*Schoenus nigricans*, *Scirpoides holoschoenus*, *Carex trinervis*, *Carex panicea*, *Calamagrostis epigejos*, *Juncus maritimus*, *Molinia caerulea*, *Lysimachia vulgaris*, *Lotus pedunculatus*, *Galium paluste*, etc...) .....5
- 4' Végétations non hygrophiles.....7
- 5 Végétations dominées par *Phragmites australis* ou *Bolboschoenus maritimus* ..... **Roselières (page 5)**
- 5' Autres végétations.....6
- 6 Végétations marquées physionomiquement par *Molinia caerulea* ou *Agrostis canina* ..... **Végétations prairiales oligotrophiles (page 5)**
- 6' Autres végétations.....**Bas-marais (page 5)**
- 7 Végétations de dunes mobiles caractérisées par *Ammophila arenaria*, *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*  
..... **Végétations de dunes mobiles (page 6)**
- 7' Autres végétations.....8
- 8 Végétations de dune fixées caractérisées par *Helichrysum stoechas*, *Corynephorus canescens*, *Jasione maritima*, *Carex arenaria*, *Rumex acetosella* et *Hernaria ciliolata*, parfois marquées par un tapis de mousses et de lichens et riches en annuelles telles que *Vulpia fasciculata*, *Phleum arenarium*, *Cerastium semidecandrum*, *C. diffusum* ..... **Végétations de dunes fixées (page 8)**
- 8' Autres végétations ..... 9
- 9 Friches vivaces des dunes perturbées caractérisées par *Verbascum virgatum* div. sp., *Picris hieracioides*, *Echium vulgare*, *Echium asperrimum*, *Carduus pycnocephalus*, *Carduus tenuiflorus*..... **Friches vivaces (page 9)**
- 9' Ourlets herbacées caractérisées par *Rubia peregrina*, *Lonicera periclymenum*, *Pteridium aquilinum*, *Teucrium scorodonia*, *Arenaria montana*, *Melampyrum pratense*..... **Ourlets herbacés (page 9)**
- 10 Végétations dominées par des plantes ligneuses basses (sous-arbrisseaux), telles que *Cistus* div. sp., *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris* ne dépassant généralement pas 1 mètre de hauteur ..... **Végétations landicoles (page 10)**
- 10' Végétations dominées par des plantes ligneuses généralement supérieures à 2 mètres de hauteur.....11
- 11 Végétations arbustives (*Frangula dodonei*, *Salix atrocinerea*, *Erica scoparia*, *Daphne gnidium*, *Ligustrum vulgare*), éventuellement piquetées de quelques arbres ..... **Végétations arbustives (page 11)**
- 11' Végétations dominées par une strate arborescente (*Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus robur*, *Alnus glutinosa*, *Salix atrocinerea*), souvent accompagnée d'une strate arbustive ..... **Végétations forestières (page 12)**

## Végétations aquatiques

- 1 Végétations immergées dominées par des algues macroscopiques de la famille des Characées ..... **CHARETEA FRAGILIS**
- 1' Végétations dominées par des plantes vasculaires .....2
- 2 Végétations dominées par des plantes enracinées, flottantes ou immergées (*Potamogeton*, *Nuphar*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum*) ..... **POTAMETEA**
- 2' Végétations dominées par des plantes non ou faiblement enracinées, flottantes ou immergées (*Lemna*, *Utricularia*).....3
- 3 Végétations dominées par des plantes annuelles non enracinées, flottantes ou immergées (*Lemna*) ..... **LEMNETEA MINORIS**
- 3' Végétations dominées par des plantes immergées faiblement enracinées (*Utricularia*) ... **UTRICULARIETEA INTERMEDIO-MINORIS**

### **CHARETEA FRAGILIS** F. Fukarek 1961

Une seule alliance ..... **Nitellion flexilis** W. Krause 1969

Une seule association ..... **Magnonitellum translucens** Corill. 1957

EUNIS : B1.81 – CB : 16.31 – CH : 2190-1 – Dpt : 33 – Herbier à Nitelle translucide

Combinaison caractéristique : *Nitella translucens*

Espèce(s) compagne(s) : Aucune

Variation : aucune variation connue

Confusion : le fait que cette végétation soit monospécifique à *Nitella translucens* réduit la confusion avec les autres associations du *Nitellion flexilis* où cette espèce est souvent compagne

### **LEMNETEA MINORIS** Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955

Une communauté basale ..... **BC Lemna minor**

EUNIS : B1.81 – CB : 16.31 – CH : 2190-1 – Dpt : 33 – Herbier à Petite lentille d'eau

Combinaison caractéristique : *Lemna minor*

Espèce(s) compagne(s) : Aucune

Variation : aucune variation connue

Confusion : aucune

### **POTAMETEA** Klika in Klika & V. Novák 1941

- 1 Herbiers des eaux stagnantes ou légèrement courantes, oligotrophes à oligomésotrophes, acides à acidiclinales peu profondes, sur substrat sablo-graveleux à caillouteux siliceux et pouvant supporter une brève exondation estivale en ambiance humide (*Potamogeton polygonifolius*, *Myriophyllum alterniflorum*) ..... **Potamion polygonifolii** Hartog & Segal 1964

Une communauté basale connue ..... **BC Potamogeton polygonifolius**

EUNIS : B1.81 – CB : 16.31 – CH : 2190-1 – Dpt : 33 – Herbier basal à Potamot à feuilles de renouée

Combinaison caractéristique : *Potamogeton polygonifolius*

Espèce(s) compagne(s) : aucune

Variation : aucune variation connue

Confusion : aucune

- 1' Herbiers des eaux oligomésotrophes à eutrophes, légèrement salées, peu à moyennement profondes, stagnantes à faiblement courantes, sur substrat sableux ou argileux à faiblement vaseux, parfois soumises à une émergence estivale

..... **Zannichellion pedicellatae** Schaminée, B. Lanj. & P. Schipper ex Ri. Pott 1992

Une seule association connue ..... **Ranunculo drouetii – Callitrichetum brutiae** Bouzillé ex Felzines 2016

EUNIS : B1.81 – CB : 16.31 – CH : 2190-1 – Dpt : 17 – Herbier à Renoncule de Drouet et Callitriche pédonculé

Combinaison caractéristique : *Ranunculus trichophyllus* subsp. *drouetii*, *Callitriche brutia*

Espèce(s) compagne(s) : aucune

Variation : aucune variation connue

Confusion : aucune

### **UTRICULARIETEA INTERMEDIO-MINORIS** W. Pietsch ex Krausch 1968

Une seule alliance ..... **Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris** W. Pietsch ex Krausch 1968

Une communauté basale ..... **BC Utricularia minor**

EUNIS : B1.81 – CB : 16.31 – CH : 2190-1 – Dpt : 33 – Herbier basal à Petite utriculaire

Combinaison caractéristique : *Utricularia minor*

Espèce(s) compagne(s) : *Lemna minor*, *Nitella translucens*

Variation : aucune variation connue

Confusion : aucune

## Végétations pionnières de plantes annuelles ou bi-annuelles

- 1 Végétations soumises à la marée, en situation de hauts de plages ..... **CAKILETEA MARITIMAE**
- 1' Végétations non ou rarement soumises à la marée .....2
- 2 Végétations mésophiles nitrophiles rudérales caractérisées sur les dunes par *Stellaria media*, *Lysimachia arvensis*, *Lamium amplexicaule*, *Erodium cicutarium*, *Aphanes arvensis*, *Vicia bithynica* ..... **STELLARIETEA MEDIAE**
- 2' Autres végétations .....3
- 3 Végétations mésophiles nitrophiles rudérales caractérisées par *Cardamine hirsuta*, *Geranium molle*, *Geranium purpureum*, *Geranium rotundifolium*, *Draba verna*, *Anthriscus caucalis*, *Myosotis ramosissima*, *Lamium purpureum* ..... **CARDAMINETEA HIRSUTAE**
- 3' Autres végétations .....4
- 4 Végétations des sites fortement piétinés caractérisées sur les dunes par *Polycarpon tetraphyllum*, *Plantago coronopus*, *Trifolium suffocatum*, *Sagina apetala*, *Portulaca oleracea* ..... **POLYGONO ARENASTRI – POETEA ANNUAE**
- 4' Autres végétations .....5
- 5 Végétations de friche à physionomie prairiale caractérisées sur les dunes par *Anisantha diandra*, *Anisantha madritensis*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Sherardia arvensis*, *Glaucium flavum*, *Medicago polymorpha*, *Coincya monensis subsp. cheiranthos*, *Plantago arenaria*, *Chondrilla juncea*, *Avena barbata* ..... **SISYMBRIETEA OFFICINALIS**
- 5' Autres végétations .....6
- 6 Végétations hygrophiles formant un gazon ras composées de petites plantes au sein des cuvettes temporairement inondées caractérisées par *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Laphangium luteoalbum*, *Hypericum humifusum*, *Lythrum portula*, *Blackstonia perfoliata*, *Blackstonia imperfoliata*, *Parentucellia viscosa* ..... **JUNCETEA BUFONII**
- 6' Autres végétations .....7
- 7 Végétations oligotrophiles sur substrat acides caractérisés par *Tuberaria guttata*, *Cerastium semidecandrum*, *Hypochaeris glabra*, *Aira praecox*, *Aira caryophyllea*, *Catapodium rigidum*, *Silene gallica*, etc. .... **HELIANTHEMETEA GUTTATI**
- 7' Végétations oligotrophiles sur substrat calcaire caractérisées par *Euphorbia exigua*, *Bupleurum baldense*, *Arenaria serpyllifolia*, *Arenaria leptoclados*, *Lysimachia linum-stellatum*, *Silene conica*, *Saxifraga tridactylites*, *Medicago littoralis*, *Viola kitaibeliana*, *Catapodium marinum*, *Alyssum simplex* ..... **STIPO CAPENSIS – TRACHYNIETEA DISTACHYAE**

### CAKILETEA MARITIMAE Tüxen & Preising ex Braun-Blanq. & Tüxen 1952

- 1 Végétations des laisses de mer de haut de plage, riche en matières organiques, sur sables et graviers meubles à affinité européen-atlantique, nord-atlantique et baltiques ..... **Atriplici laciniatae – Salsolion kali**
- a Végétation composée d'*Atriplex laciniata*, *Atriplex prostrata*, *Kali soda*, *Cakile maritima* et *Elytrigia juncea* .....  
 ..... **Beto maritimae-Atriplicetum laciniatae** Tüxen ex Tüxen 1967  
 EUNIS : B1.12 – CB : 16.12 – CH : 2110-1 (haut de plage de sable), 1210 (cordon de graviers et galets) – Dpt : 17, 33, 40 ?, 64 ? – Pelouse à Bette maritime et Arroche laciniée  
 Combinaison caractéristique : *Beta vulgaris subsp. maritima*, *Atriplex laciniata*, *Cakile maritima subsp. integrifolia*, *Kali soda*, *Atriplex prostrata*  
 Espèce(s) compagne(s) :  
 Variation : en plus du *typicum*, trois sous associations : *salsoletosum sodae* caractérisée par *Salsola soda*, *atriplicetosum glabriusculae* caractérisée par *Atriplex glabriuscula*, *suaedetosum maritimae* caractérisée par *Suaeda maritima*.  
 Confusion : aucune
- a' Végétation des pieds des dunes embryonnaires, sur sables fins, pauvres en matière organique, légèrement enrichis en vase composée de *Kali soda*, *Suaeda maritima*, *Oxybasis rubra*, *Atriplex prostrata*, *Cakile maritima subsp. integrifolia* .....  
 ..... **Salsolo kali-Suaedetum maritimae** Farvacques 2014  
 EUNIS : B1.12 – CB : 16.12 – CH : 2110-1 (haut de plage de sable), 1210 (cordon de graviers et galets) – Dpt : 17 ?, 33 ?, 40 ?, 64 ? – Pelouse à Salsovie et Soude maritime  
 Combinaison caractéristique : *Kali soda*, *Suaeda maritima*, *Oxybasis rubra*, *Atriplex prostrata*, *Cakile maritima subsp. integrifolia*  
 Espèce(s) compagne(s) :  
 Variation : aucune variation connue  
 Confusion : aucune
- 1' Végétations des laisses de mer de haut de plage, pauvre en matière organique, à affinité méditerranéenne à cantabro-atlantiques, caractérisée par la très rare *Euphorbia pepli* ..... **Euphorbion peplidis**  
 Une seule association connue, sur sable grossier, caractérisée par *Beta vulgaris subsp. Maritima*, *Honckenya peploides*, *Polygonum maritimum*, *Euphorbia peplis*, *Tripleurospermum maritimum*..... **Matricario maritimae-Euphorbietum peplidi** Géhu 1964

EUNIS : B2.12 – CB : 17.2 – CH : 1210–2 – Dpt : 17, 33, 40, 64 – Pelouse à Matricaire maritime et Euphorbe péplis  
Combinaison caractéristique : *Beta vulgaris subsp. maritima*, *Honckenya peploides*, *Polygonum maritimum*, *Euphorbia peplis*,  
*Tripleurospermum maritimum*  
Espèce(s) compagne(s) :  
Variation : aucune variation connue  
Confusion : aucune

#### **CARDAMINETEA HIRSUTAE** Géhu 2000

Aucune association connue. A rechercher.

#### **HELIANTHEMETEA GUTTATI** (Braun–Blanq. ex Rivas Goday 1958) Rivas Goday & Rivas Mart. 1963

Une seule alliance ..... **Thero–Airion** Tüxen ex Oberd. 1957

1 Présence de *Mibora minima*, *Myosotis ramosissima*, *Spergula pentandra* et/ou *Viola kitaibeliana*

.....  
**Groupement à *Senecio vulgaris subsp. denticulatus* et *Mibora minima*** P. Lafon et al. 2015 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)

EUNIS : E1.91 – CB : 35.21 – CH : 2130-5 – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Sénéçon des dunes et Mibora naine

Combinaison caractéristique : *Senecio vulgaris subsp. denticulatus*, *Erodium cicutarium*, *Cerastium diffusum*, *Phleum arenarium*,  
*Mibora minima*, *Viola kitaibeliana*

Espèce(s) compagne(s) : *Cerastium semidecandrum*, *Teesdalia nudicaulis*, *Aira praecox*, *Tuberaria guttata*, *Hypochaeris glabra*,  
*Logfia minima*

Variation : aucune variation connue

1' Absence de ces espèces ..... 2

2 Présence de plantes oligotrophiles telles que *Teesdalia nudicaulis*, *Micropyrum tenellum* et *Cerastium semidecandrum*

.....  
**Senecioni denticulati–Teesdaliatum nudicaulis** P. Lafon in P. Lafon et al. (*in prep.*)

*Syn.* : *Groupement à *Micropyrum tenellum* et *Teesdalia nudicaulis**

EUNIS : E1.91 – CB : 35.21 – CH : 2130-5 – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Sénéçon des dunes et Teesdalie à tige nue

Combinaison caractéristique : *Vulpia fasciculata*, *Senecio vulgaris subsp. denticulatus*, *Phleum arenarium*, *Cerastium semidecandrum*,  
*Teesdalia nudicaulis*, *Micropyrum tenellum*

Espèce(s) compagne(s) : *Aira praecox*, *Tuberaria guttata*, *Hypochaeris glabra*, *Logfia minima*

Variation : aucune variation connue

2' Absence de plantes strictement oligotrophiles. Végétation de coupes forestières sur dune

.....  
**Senecioni denticulati–Airetum praecocis** Romeyer & P. Lafon 2018

EUNIS : E1.91 – CB : 35.21 – CH : 2130-5 – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Sénéçon des dunes et Canche printanière

Combinaison caractéristique : *Aira praecox*, *Senecio sylvaticus*, *Gamochaeta antillana*, *Senecio vulgaris subsp. denticulatus*,

Espèce(s) compagne(s) : *Tuberaria guttata*, *Logfia minima*, *Hypochaeris glabra*, *Holcus lanatus*, *Erigeron canadensis*

Variation : aucune variation n'a été observée actuellement.

Confusion : cette pelouse assez bien définie floristiquement peut se confondre avec d'autres groupements du *Thero – Airion* des sols moins tassés et remaniés dont il se différencie par la faible importance d'*Aira caryophyllea* et l'absence des taxons les plus oligotrophiles : *Mibora minima*, *Teesdalia nudicaulis*, *Micropyrum tenellum* et *Cerastium semidecandrum*.

#### **JUNCETEA BUFONII** B. Foucault 1988

Une seule alliance ..... ***Centaurio pulchelli–Blackstonion perfoliatae*** (Müll.–Stoll & W. Pietsch 1965) B. Foucault 1988

Une seule association ..... **Groupement à *Blackstonia imperfoliata* et *Blackstonia perfoliata*** B. Foucault 2013

EUNIS : E1.3131 – CB : 34.5131 – CH : 2130 ? – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Scléropoa marin et Ivraie à épis serrés

Combinaison caractéristique : *Parapholis strigosa*, *Lolium rigidum*, *Catapodium marinum*, *Silene gallica*, *Silene portensis*, *Cerastium semidecandrum*

Espèce(s) compagne(s) : *Aira praecox*, *Logfia minima*, *Hypochaeris glabra*, *Phleum arenarium*

Variation : aucune variation n'a été observée actuellement.

#### **POLYGO NO ARENASTRI – POETEA ANNUAE** Rivas Mart. 1975 corr. Rivas Mart., Báscones, T.E. Díaz, Fern. Gonz. & Loidi 1991

Aucune association connue. A rechercher.

#### **SAGINETEA MARITIMAE** V. Westh., C. Leeuwen & Adriani 1962

Une seule alliance ..... ***Saginion maritimae*** V. Westh., C. Leeuwen & Adriani 1962

Une seule association ..... **Groupement à *Catapodium marinum* et *Lolium rigidum*** P. Lafon, Le Fouler, Dufay & F. Hardy 2015

EUNIS : E1.3131 – CB : 34.5131 – CH : 2130 ? – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Scléropoa marin et Ivraie à épis serrés

Combinaison caractéristique : *Parapholis strigosa*, *Lolium rigidum*, *Catapodium marinum*, *Silene gallica*, *Silene portensis*, *Cerastium semidecandrum*

Espèce(s) compagne(s) : *Aira praecox*, *Logfia minima*, *Hypochaeris glabra*, *Phleum arenarium*

Variation : aucune variation n'a été observée actuellement.

#### **SISYMBRIETEA OFFICINALIS** Korneck 1974

Une seule alliance..... **Laguro ovati-Bromion rigidi** Géhu & Géhu-Franck 1985

1 Présence de *Vulpia fasciculata*, *Anisantha rigida* et *Bromus hordeaceus* subsp. *thominei*

..... **Laguro ovati-Vulpietum fasciculatae** Géhu & Géhu-Franck 1985

EUNIS : E5.1 – CB : 87.2 – CH : NC – Dpt : 17 ?, 33, 40 – Pelouse à Queue-de-lièvre et Vulpie à une glume

Combinaison caractéristique : *Lagurus ovatus*, *Vulpia fasciculata*, *Anisantha rigida*, *Bromus hordeaceus* subsp. *thominei*

Variation : aucune

1' Présence de *Centaurea aspera*..... **Laguro ovati-Centaureetum asperae** Géhu 2000

EUNIS : E5.1 – CB : 87.2 – CH : NC – Dpt : 17 ?, 33, 40 – Pelouse à Queue-de-lièvre et Vulpie à une glume

Combinaison caractéristique : *Lagurus ovatus*, *Centaurea aspera*, *Briza maxima*

Variation : aucune

#### **STELLARIETEA MEDIAE** Tüxen, W. Lohmeyer & Preising in Tüxen ex von Rochow 1951

Aucune association connue. A rechercher.

#### **STIPO CAPENSIS – TRACHYNIETEA DISTACHYAE** Brullo in Brullo, Scelsi & Spamp. 2001

Aucune association connue. A rechercher.

### Roselières

#### **PHRAGMITO AUSTRALIS-MAGNOCARICETEA ELATAE** Klika in Klika & V. Novák 1941

1 Présence de *Bolboschoenus maritimus*

..... **Rumici rupestris-Bolboschoenetum maritimi** F. Blanch. & Cacqueray 2010 *nom. ined.* (art. 1)

EUNIS : C3.27 – CB : 53.17 – CH : 2190-5 – Dpt : 33 – Roselière à Oseille des rochers et Scirpe maritime

Combinaison caractéristique : *Bolboschoenus maritimus* subsp. *maritimus*, *Phragmites australis*, *Rumex cuneifolius*, *Rumex rupestris*

Espèce(s) compagne(s) : *Atriplex prostrata*, *Cakile maritima*, *Calystegia sepium*, *Elytrigia juncea*

Variation : il existe 3 variantes en fonction de la microtopographie des lieux et donc de l'influence de la marée et de l'eau douce. La première forme une banquette assez basse physionomiquement marquée par le scirpe maritime, richement composée en espèces des *Cakiletea maritimae* et exempte de *Phragmites australis* qui ne supporte pas les fortes salinités. La seconde occupe des niveaux plus élevés et est caractérisée par l'arrivée de *Phragmites australis* (variante typique). Dans les plus hauts niveaux, à l'abri de la marée, souvent à flanc de falaise sableuse, le phragmite rentre en codominance avec le Scirpe maritime jusqu'à parfois le surpasser et les espèces des *Cakiletea maritimae* se raréfient.

Confusion : aucune confusion possible.

1' Absence de cette espèce

..... **..Groupement à *Convolvulus soldanella* et *Phragmites australis*** P. Lafon et al. 2015 *nom. ined.* (art. 1) et *nom. inval.* (art. 2d, 3c)

EUNIS : C3.2 – CB : 53.11 – CH : 2190-5 – Dpt : 33 – Roselière à Liseron des dunes et Roseau

Combinaison caractéristique : *Phragmites australis*, *Convolvulus soldanella*, *Elytrigia juncea*

Espèce(s) compagne(s) : *Sonchus asper*

Variation : aucune variation n'a été mise en évidence.

Confusion : sa position topographique particulière rend cette végétation peu confondable. Elle se différencie notamment du *Rumici rupestris* – *Bolboschoenetum maritimi* en contact principalement par l'absence de *Bolboschoenus maritimus*.

### Végétations prairiales oligotrophiles

#### **MOLINIO CAERULEAE-JUNCETEA ACUTIFLORI** Braun-Blanq. 1950

Une seule alliance..... **Juncion acutiflori** Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952

Un seul groupement..... **Groupement à *Carex trinervis* et *Agrostis canina*** P. Lafon & Le Fouler 2019

EUNIS : E3.512 – CB : 37.312 – CH : 6410 – Dpt : 33, 40 – Prairie à Laïche à trois nervures et Agrostide des chiens

Combinaison caractéristique : *Carex trinervis*, *Agrostis canina*, *Carex panicea*, *Carex viridula* var. *viridula*, *Lythrum salicaria*

Espèce(s) compagne(s) : *Molinia caerulea*, *Lysimachia vulgaris*, *Lotus pedunculatus*, *Galium palustre*

Variation : aucune variation n'a été observée actuellement.

### Bas-marais (à *Scirpoides holochoenus*)

#### **SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARICETEA FUSCAE** Tüxen 1937

Une seule alliance..... **Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis** B. Foucault 2008

1 Bas-marais des suitelements d'eau douce de haut de plage

..... **Juncio articulati-Scirpoidetum holoschoeni** F. Blanch. & Cacqueray 2010 *nom. ined.* (art. 1)

EUNIS : B1.83 – CB : 16.33 – CH : 2190-3 et 7230-1 – Dpt : 33 – Pelouse à Jonc à fruits luisants et Scirpe-jonc

Combinaison caractéristique : *Samolus valerandi*, *Scirpus holoschoenus*, *Juncus articulatus*

Espèce(s) compagne(s) : *Phragmites australis*, *Carex arenaria*, *Plantago coronopus*

Variation : pas de variation connue

1' Présence de *Carex trinervis* et/ou *Agrostis stolonifera*, absence de *Samolus valerandi* .....2

2 Présence de *Carex trinervis* .....**Holoschoeno-Caricetum trinervis** Géhu & B. Foucault 1982

EUNIS : B1.83 – CB : 16.33 – CH : 2190-3 et 7230-1 – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Scirpe-jonc et Laïche à trois nervures

Combinaison caractéristique : *Carex trinervis*, *Scirpoides holoschoenus*

Espèce(s) compagne(s) : *Agrostis stolonifera*, *Lotus corniculatus*, *Carex arenaria*, *Hypochaeris radicata*

Variation : une sous-association *juncetosum acuti* des stations humides caractérisée par le taxon éponyme et *Juncus articulatus* et une sous-association *corynephoretosum canescentis* à fort déficit hydrique estivale caractérisée par *Festuca juncifolia*, *Jasione maritima* ont été décrites.

2' Absence de *Carex trinervis*, présence de *Schoenus nigricans*, *Juncus maritimus* et/ou *Centaurium erythraea*

.....**Holoschoeno-Schoenetum nigricantis** Géhu & B. Foucault 1982

EUNIS : B1.83 – CB : 16.33 – CH : 2190-3 et 7230-1 – Dpt : 17, 33 – Pelouse à Scirpe-jonc et Choin noirâtre

Combinaison caractéristique : *Schoenus nigricans*, *Scirpoides holoschoenus*, *Calamagrostis epigejos*, *Salix repens* subsp. *dunensis*, *Juncus maritimus*, *Eupatorium cannabinum*, *Blackstonia perfoliata*

Espèce(s) compagne(s) : *Agrostis stolonifera*, *Carex flacca*, *Epipactis palustris*, *Lotus corniculatus*, *Ononis spinosa*, *Pulicaria dysenterica*

Variation : en plus d'une variation typique il a été mis en évidence une variation très humide à *Hydrocotyle vulgaris*, *Scorzonera humilis* et *Juncus subnodulosus* et une plus sèche à *Rosa pimpinellifolia* et *Ligustrum vulgare*.

## Végétations de dunes mobiles

1 Végétations des plages, intercalée entre la dune embryonnaire et les laines de mer, pauvre floristiquement, dominé par *Honckenia peploides* ou *Crithmum maritimum* ..... **HONCKENYO PEPLIDIS – ELYMETEA ARENARII**

1' Végétations différentes ..... **EUPHORBIO PARALIAE-AMMOPHILETEA AUSTRALIS**

### HONCKENYO PEPLIDIS – ELYMETEA ARENARII Tüxen 1966

1 Végétations sur substrat sableux ..... **Honckenyo peploidis – Elymion arenarii** Tüxen 1966

Une seule association ..... **Honckenyetum latifoliae** Géhu 1996 *nom. illeg.*

EUNIS : B1.311 – CB : 16.2111 – CH : 2110-1 – Dpt : 17, 33, 40, 64 – Pelouse à Pourpier de mer

Combinaison caractéristique : *Honckenya peploides*

Espèce(s) compagne(s) : *Elytrigia juncea* subsp. *boreatlantica*, *Cakile maritima*, *Convolvulus soldanella*

Variation : en plus de la sous-association *elytrygietosum boreatlanticae* des systèmes dunaires plusieurs sous-associations de contact de prés salés ont été décrites (*Elytrygietosum x obtusiusculae*, *Elytrygietosum athericae* et *Puccinellietosum maritimae*)

Confusion : cette pelouse est très proche de la sous-association à *Honckenia peploides* de l'*Euphorbia paralias* – *Agropyretum junceiformis* dont elle se différencie par la grande rareté d'*Eryngium maritimum*, d'*Euphorbia paralias* et d'*Ammophila arenaria* et la fréquence de *Cakile maritima*.

1' Végétations sur substrat caillouteux.....**Honckenyo peploidis – Crambion maritimae** Géhu & Géhu-Franck 1969

Une association à rechercher .....**Crithmo maritimi – Sonchetum arvensis** Bioret 2008

EUNIS : B1.311 – CB : 16.2111 – CH : 2110-1 – Dpt : 17 ? – Pelouse à Criste marine et Laiteron des champs

### EUPHORBIO PARALIAE-AMMOPHILETEA AUSTRALIS Géhu & Géhu-Franck 1988 *corr.* Géhu in Bardat et al., 2004

Une seule alliance .....**Ammophilion arenariae** (Tüxen in Braun-Blanq. & Tüxen 1952) Géhu 1988

3 possibilités :

1 Végétations des dunes embryonnaires caractérisées par le fort recouvrement d'*Elytrigia juncea*

.....**Agropyro boreoatlantici-Minuartienion peploidis** (Tüxen in Braun-Blanq. & Tüxen 1952) Géhu 1988

a Pelouse clairsemée dominée par *Elytrigia juncea*, parfois par *Eryngium maritimum*, accompagnée d'*Euphorbia paralias*, *Convolvulus soldanella*. *Ammophila arenaria* est assez souvent présente mais toujours avec des recouvrements très faibles

**Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis** Tüxen in Braun-Blanq. & Tüxen 1952 *corr.* Darimont, J. Duvign. & Lambinon 1962

EUNIS : B1.311 – CB : 16.2111 – CH : 2110-1 – Dpt : 17, 33, 40, 64 ? – Pelouse à Euphorbe des sables et Chiendent à feuilles de jonc

Combinaison caractéristique : *Elytrigia juncea* subsp. *boreatlantica*

Espèce(s) compagne(s) : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Cakile maritima*

Variation : en plus de la sous-association *typicum*, il existe une sous-association à *Honckenia peploides* marquant la transition avec les hauts de plage qui reste à identifier sur notre territoire. Une race à *Silene uniflora* subsp. *thorei* et *Hieracium eriophorum* a été observée dans le sud de l'Aquitaine.

Confusion : La race à *Silene uniflora* subsp. *thorei* est proche du *Sileno thorei* – *Ammophiletum arenariae elymetosum boreoatlantici* dont elle diffère par sa physionomie et par la plus faible fréquence d'*Ammophila arenaria*.

a' Pelouse des sables grossiers des dunes calcaires dominée par *Crithmum maritimum* et *Achillea maritima*, accompagnée de *Cakile maritima* subsp. *integrifolia*, *Convolvulus soldanella*, *Elytrigia juncea*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Galium arenarium*, *Hieracium eriophorum*.....**Crithmo maritimi-Otanthetum maritimi** (Pavill. 1928) Géhu 2009

EUNIS : B1.311– CB : 16.2111 – CH : 2110–1 – Dpt : 40, 64 – Pelouse à Criste marine et Diotis maritime

Combinaison caractéristique : *Achillea maritima*, *Crithmum maritimum*

Espèce(s) compagne(s) : *Cakile maritima*, *Convolvulus soldanella*, *Elytrigia juncea*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Galium arenarium*, *Hieracium eriophorum*, *Pancreaticum maritimum*

Variation : Une forme dégradée sans *Achillea maritima* existe par piétinement. Au sein de la sous-association *typicum*, deux races sont distinguées, une armoricaine plus nitrohalophile qui se distingue par la présence d'espèces des *Cakiletea*, et une race basque qui diffère par *Hieracium eriophorum*, *Linaria thymifolia*, *Silene uniflora subsp. thorei*, espèces endémiques de ce littoral.

Confusion : sur le littoral landais, des touffes d'*Achillea maritima* peuvent se rencontrer sur le glacis externe des dunes mobiles. Ce faciès à *Achillea maritima* du *Sileno thorei* – *Ammophiletum arenariae*, où *Crithmum maritimum* est très rare et le sable à plus faible granulométrie, ne doit donc pas être confondu avec l'association des cordons graveleux décrite ici.

1' Végétations des dunes mobiles dominées par *Ammophila arenaria*..... **Ammophilenion arenariae**

a Végétation des sables très mobiles, différenciée par la présence de *Silene uniflora subsp. thorei* et *Linaria thymifolia*

..... **Sileno thorei–Ammophiletum arenariae** (Géhu 1968) Géhu, Géhu–Franck & Bournique 1995

EUNIS : B1.321 – CB : 16.2121 – CH : 2120–1 – Dpt : 17, 33, 40, 64 – Pelouse à Silène de Thore et Oyat

Combinaison caractéristique : *Silene uniflora subsp. thorei*, *Linaria thymifolia*, *Ammophila arenaria*

Espèce(s) compagne(s) : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Elytrigia juncea subsp. boreatlantica*

Variation : en plus de la sous-association *typicum*, il existe une sous-association *artemisietosum maritimae* centrée sur le bassin d'Arcachon et le sud d'Hourtin-plage caractérisée par le taxon éponyme et une sous-association *elymetosum borealiatlantici* des sables plus mobiles. Une race appauvrie avec raréfaction de *Silene uniflora subsp. thorei* et de *Linaria thymifolia* semble exister également dans le centre du Médoc.

Confusion : cette pelouse, par son cortège typique, ne semble pas pouvoir être confondue avec d'autres végétations. Seules des formes intermédiaires avec les végétations en contact pourraient prêter à confusion.

a' Végétation des sables mobiles, différenciée par la présence de *Galium arenarium*, *Matthiola sinuata*, *Medicago marina* et l'absence de *Silene uniflora subsp. thorei* et *Linaria thymifolia*..... **Galio arenarii–Ammophiletum arenariae** Géhu Géhu 1968

EUNIS : B1.321 – CB : 16.2121 – CH : 2120–1 – Dpt : 17 – Pelouse à Gaillet des sables et Oyat

Combinaison caractéristique :

Espèces compagnes : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Achillea maritima*

Variation : Sur les côtes charentaises, l'association existe sous une race particulière à *Artemisia campestris subsp. maritima*

Confusion : cette pelouse, par son cortège typique, ne semble pas pouvoir être confondue avec d'autres végétations. Seules des formes intermédiaires avec les végétations en contact pourraient prêter à confusion.

1'' Végétations des dunes semi-fixées caractérisées par la présence et l'abondance de *Leontodon saxatilis*, *Lotus corniculatus*, *Galium arenarium*, *Festuca juncifolia*, *Ononis spinosa* ..... **Euphorbio paraliae–Festucenion arenariae**

a Présence de *Hieracium eriophorum* et/ou *Astragalus baionensis* .....b

a' Absence de ces espèces .....c

b Pelouse rase assez ouverte des sables semi-fixé, riche floristiquement, différencié par la présence d'*Astragalus baionensis*, *Hieracium eriophorum* et l'absence de *Solidago virgaurea subsp. macrorhiza*, *Dianthus gallicus* et *Artemisia campestris subsp. maritima*. Espèce(s) compagne(s) : *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Convolvulus soldanella*, *Ammophila arenaria*, *Silene uniflora subsp. thorei*, *Linaria thymifolia* ..... **Galio arenarii–Hieracietum eriophori** Géhu 1969

EUNIS : B1.321 – CB : 16.2121 – CH : 2120–1 – Dpt : 40, 64 – Pelouse à Gaillet des sables et Épervière des dunes

Combinaison caractéristique : *Hieracium eriophorum*, *Astragalus baionensis*, *Festuca juncifolia*, *Galium arenarium*, *Lotus corniculatus*, *Ononis spinosa*.

Espèce(s) compagne(s) : *Silene uniflora subsp. thorei*, *Ammophila arenaria*, *Convolvulus soldanella*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Linaria thymifolia*.

Variations : en plus de la variation type, il existe une variation plus externe à *Elytrigia juncea*, une variation à *Achillea maritima* ainsi qu'une variation plus interne à *Helichrysum stoechas*.

Confusions : dans le sud des Landes, elle peut être confondue avec le groupement à Epervière laineuse et Armoise maritime dont elle diffère par l'absence d'une partie des espèces qui caractérisent ce dernier : *Dianthus gallicus*, *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Solidago virgaurea subsp. macrorhiza*, *Koeleria arenaria*, *Thymus drucei*.

b' Pelouse transitoire entre la dune semi-fixée et la dune fixée, différencié par *Solidago virgaurea subsp. macrorhiza*, *Dianthus gallicus*, *Artemisia campestris subsp. maritima* ainsi que par la présence de quelques espèces de dune fixée telles que *Thymus drucei*, *Thesium humifusum*, *Hypochaeris radicata* et *Koeleria arenaria*.

Espèce(s) compagne(s) : *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Convolvulus soldanella*, *Ammophila arenaria*, *Astragalus baionensis*, *Plantago lanceolata* ..... **Hieracio eriophori–Dianthetum gallici** Dufay & F. Hardy in P. Lafon et al.(in prep.)

Syn : Groupement à *Hieracium eriophorum* et *Artemisia campestris subsp. maritima*

EUNIS : B1.321 – CB : 16.2121 – CH : 2120–1 – Dpt : 40 – Pelouse à Epervière des dunes et Oillet des dunes

Combinaison caractéristique : *Solidago virgaurea subsp. macrorhiza*, *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Dianthus gallicus*, *Hieracium eriophorum*, *Koeleria arenaria*

Espèce(s) compagne(s) : *Galium arenarium*, *Lotus corniculatus*, *Astragalus baionensis*, *Thesium humifusum*, *Thymus drucei*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Hypochaeris radicata*, *Carex arenaria*, *Plantago lanceolata*.

Variation : aucune.

**Confusion :** Cette végétation peut se confondre avec *l'Alyso loiseleurii – Helichrysetum stoechadis*. Elle en diffère par la présence de taxons de dunes mobiles telles que *Hieracium eriophorum*, *Astragalus baionensis*, *Galium arenarium* et l'absence ou la rareté d'espèces de dune fixée vraie : *Sedum acre*, *Helichrysum stoechas*, *Corynephorus canescens*, *Alyssum loiseleurii*.

c Pelouse très ouverte des sables semi-fixés différenciée par *Orobanche caryophyllacea*, *Solidago virgaurea*, *Astragalus baionensis*, *Eryngium campestre*, *Koeleria arenaria*, *Medicago marina* ainsi que par l'absence ou la grande rareté de *Linaria thymifolia*. Espèce compagne : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Ammophila arenaria*, *Solidago virgaurea subsp. macrorrhiza*..... **Festuco dumetorum-Galietum arenarii** Géhu 1964  
EUNIS : B1.321 – CB : 16.2121 – CH : 2120-1 – Dpt : 17, 33 – Pelouse à Fétuque à feuilles de Jonc et Gaillet des sables

Combinaison caractéristique : *Festuca juncifolia*, *Galium arenarium*, *Orobanche caryophyllacea*, *Leontodon saxatilis*, *Ononis spinosa*.

Espèce(s) compagne(s) : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Ammophila arenaria*, *Lotus corniculatus*, *Solidago virgaurea subsp. macrorrhiza*, *Astragalus baionensis*.

Variation : aucune

**Confusion :** la pointe du Médoc représente la limite méridionale de cette végétation. De ce fait, ces individus présentent un cortège typique atténué et le risque de confusion avec le *Linario thymifoliae-Festucetum juncifoliae* s'avère élevé. Il en diffère en Aquitaine par la présence de quelques espèces des sables non totalement décalcifiés : *Orobanche caryophylla*, *Astragalus baionensis* et plus rarement *Eryngium campestre*. Ce groupement peut aussi être confondu avec les ammophilaies clairsemées faiblement accumulatrices de sable.

c' Pelouse très ouverte des sables semi-fixés légèrement décalcifiées caractérisée par *Linaria thymifolia* et l'absence d'espèces calcicoles. Espèce(s) compagne(s) : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Ammophila arenaria*.

..... **Linario thymifoliae-Festucetum juncifoliae** P. Lafon & Le Fouler in P. Lafon et al. (in prep.)

Syn. : Groupement à *Linaria thymifolia* et *Festuca juncifolia*

EUNIS : B1.321 – CB : 16.2121 – CH : 2120-1 – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Linaire à feuilles de thym et Fétuque à feuilles de Jonc

Combinaison caractéristique : *Festuca juncifolia*, *Galium arenarium*, *Linaria thymifolia*.

Espèce(s) compagne(s) : *Euphorbia paralias*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus soldanella*, *Ammophila arenaria*, *Leontodon saxatilis*, *Lotus corniculatus*, *Ononis repens*.

**Variation :** en plus de la variation typique, il est possible de mettre en évidence une variation à *Artemisia campestris subsp. maritima* pouvant former des bosselets et une variante à *Helichrysum stoechas* faisant transition avec le stade pionnier du *Sileno portensis – Helichrysetum staechadis*.

**Confusion :** les risques de confusion avec les végétations de contact (*Sileno thorei – Ammophiletum arenariae* et *Sileno portensis – Helichrysetum staechadis*) sont importants lorsque la végétation ne présente pas sa physionomie classique de festucaie. Elle peut être facilement confondue avec son synvicariant du nord médoc, le *Festuco dumetori – Galietum arenarii*. Ce dernier est enrichi espèces basiphiles telles qu'*Orobanche caryophylla*, *Astragalus baionensis* ou *Eryngium campestre* et *Linaria thymifolia* est normalement absente.

## Végétations de dunes fixées

Une seule classe ..... **KOELERIO-CORYNEPHORETEA CANESCENTIS** Klika in Klika & V. Novák 1941

1 Pelouse des sables des dunes intérieures, oligotrophiles, primaires ou secondaires différencié par l'absence d'*Helichryson stoechadis* et caractérisées par *Mibora minima*, *Sesamoides purpurascens*, *Corynephorus canescens*

..... **Miboro minimae-Corynephorion canescentis** Loiseau & Felzines 2007

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : 2130\*-2 – Dpt : 17 ?, 33, 40, 64 ?

Deux associations à rechercher : *Corynephorus canescentis-Helianthemetum guttati* Géhu 1964 et Communauté à *Tuberaria guttata* et *Corynephorus canescens* Géhu 1995.

1' Pelouse des sables fixés, oligotrophiles à mésotrophiles, sur sables riches en calcaires, littorales, thermo-atlantiques, caractérisées par un mélange de plantes vivaces (*Helichryson stoechadis*, *Jasione maritima*, *Corynephorus canescens*, *Care arenaria*, *Rumex acetosella*) et de plantes annuelles (*Cerastium diffusum*, *Cerastium semidecandrum*, *Vulpia fasciculata*, *Phleum arenarium*)

..... **Euphorbio portlandicae – Helichryson stoechadis** Géhu & Tüxen ex G. Sissingh 1974

a Présence de *Koeleria arenaria*, *Dianthus gallicus* et autres plantes calcicoles .....b

a' Absence de plantes calcicoles.....e

.....b  
Présence d'*Alyssum loiseleurii* et/ou *Thymus drucei*. Végétation du sud de l'Aquitaine.....c

b' Absence de ces espèces .....d

c Présence d'*Alyssum loiseleurii*, absence ou grande rareté de *Logfia minima*, *Aira praecox*, *Tuberaria guttata* et faible recouvrement des lichens (dune partiellement fixée et non décalcifiée)..... **Alyso loiseleurii-Helichrysetum stoechadis** Géhu 1975

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : 2130\*-2 – Dpt : 40,64 – Pelouse à Corbeille-d'or des sables et Immortelle des dunes

Combinaison caractéristique : *Dianthus gallicus*, *Thymus drucei*, *Koeleria arenaria*, *Thesium humifusum*, *Asperula occidentalis*, *Alyssum loiseleurii*, *Sedum acre*

Espèce(s) compagne(s) : *Corynephorus canescens*, *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Vulpia fasciculata*, *Phleum arenarium*, *Cynodon dactylon*, *Plantago lanceolata*, *Cistus salviifolius*, *Herniaria ciliolata subsp. robusta*, *Herniaria ciliolata*, *Rumex acetosella*

Variation : aucune.

**Confusion** : En présence d'*Alyssum loiseleurii*, cette pelouse ne peut être confondue avec aucune autre, exceptée peut-être avec les formes de transition avec les végétations en contacts.

c' Absence d'*Alyssum loiseleurii*, présence de *Logfia minima*, *Aira praecox*, *Tuberaria guttata* et recouvrement important de lichens (dune fixée et décalcifiée) ..... **Thymo drucei-Corynephorum canescens** Dufay & F. Hardy in P. Lafon et al. (in prep.)  
Syn. : Groupement à *Koeleria arenaria* et *Helichrysum stoechas*

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : 2130\*-2 – Dpt : 40, 64 ? – Pelouse à Serpolet de Druce et Corynéphore blanchâtre

Combinaison caractéristique : *Thymus drucei*, *Koeleria arenaria*, *Asperula cynanchica*, *Silene portensis*, *Tuberaria guttata*, *Logfia minima*, *Aira praecox*

Espèce(s) compagne(s) : *Helichrysum stoechas*, *Corynephorus canescens*, *Jasione maritima*, *Carex arenaria*, *Rumex acetosella*, *Herniaria ciliolata*, *Cistus salviifolius*, *Festuca vasconensis*

**Variation** : Il existe en plus de la variation type, une variation à *Cistus salviifolius* témoignant d'un éloignement au littoral.

**Confusion** : cette pelouse, de par son cortège transitoire, peut être confondue avec le Groupement à *Micropyrum tenellum* et *Helichrysum stoechas* plus au nord et l'*Alyssum loiseleurii* – *Helichrysetum stoechadis* au sud. Celui-ci se différencie du premier par la présence d'espèces basiclines telles que *Thymus drucei* et parfois *Koeleria arenaria* et *Asperula cynanchica*, ainsi que par l'absence des espèces les plus acidiphiles : *Teesdalia nudicaulis* et *Micropyrum tenellum*. Le groupement à *Koeleria arenaria* et *Helichrysum stoechas* diffère de l'*Alyssum loiseleurii* – *Helichrysetum stoechadis* par l'absence de *Sedum acre*, *Alyssum loiseleurii*, *Thesium humifusum* et *Dianthus gallicus*.

d Végétation des dunes de sables fixés non décalcifiés caractérisé par *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Dianthus gallicus*,  
*Sonchus bulbosus*, *Ephedra distachya*, *Eryngium campestre*, *Koeleria arenaria*

..... **Artemisia lloydii-Ephedretum distachyae** Géhu & G. Sissingh in G. Sissingh 1974

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : 2130\*-2 – Dpt : 17, 33 – Pelouse à Armoise de Lloyd et Raisin-de-mer

Combinaison caractéristique : *Ephedra distachya*, *Eryngium campestre*, *Koeleria arenaria*, *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Dianthus gallicus*, *Sonchus bulbosus*.

Espèce(s) compagne(s) : *Helichrysum stoechas*, *Corynephorus canescens*, *Carex arenaria*, *Phleum arenarium*, *Vulpia fasciculata*, *Solidago virgaurea subsp. macrorrhiza*.

**Variation** : A noter une variation plus stabilisée riche en annuelles (*Mibora minima*, *Viola kitaibeliana*, *Logfia minima*, *Tuberaria guttata* et *Aira praecox*) où les lichens sont également plus recouvants. Cela pourrait correspondre à la sous-association *dianthetosum gallici* qui s'oppose à une *brometosum rigidi* plus pionnière.

**Confusion** : cette pelouse ne peut être confondue en raison de la présence d'*Ephedra distachya*.

d' Végétation perturbée caractérisée par *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Helichrysum stoechas* et *Koeleria arenaria*. Cette pelouse est souvent recouverte d'un voile de plantes annuelles nitrophiles psammophiles (*Lagurus ovatus* et *Oenothera glazioviana* essentiellement) en raison d'un enrichissement trophique

..... **Artemisia lloydii-Helichrysetum stoechadis** P. Lafon & Le Fouler in P. Lafon et al. (in prep.)

Syn. : Groupement à *Saxifraga tridactylites* et *Koeleria arenaria*

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : 2130\*-2 – Dpt : 17, 33 – Pelouse à Armoise de Lloyd et Immortelle des dunes

Combinaison caractéristique : *Saxifraga tridactylites*, *Artemisia campestris subsp. maritima*, *Helichrysum stoechas*, *Corynephorus canescens*, *Koeleria arenaria*, *Silene conica*.

Espèce(s) compagne(s) : *Euphorbia segetalis subsp. portlandica*, *Centaurea aspera*, *Vulpia fasciculata*, *Phleum arenarium*, *Cerastium semidecandrum*, *Solidago virgaurea subsp. macrorrhiza*

**Variation** : en plus de la variation typique, il existe une variation sur sable stabilisé à *Sedum rupestre* et *Sedum acre* riche en lichen et mousses. Ces Variations semblent faire la transition vers l'*Artemisia lloydii* – *Ephedretum distachyae*.

**Confusion** : de part son cortège d'espèces calcifuges particulier et l'absence d'*Ephedra distachya*, cette pelouse ne peut être confondue avec une autre.

e Végétation des dunes littorales décalcifiées fixées différenciée par la présence d'un fort recouvrement de lichens, l'abondance d'espèces annuelles telles que *Logfia minima*, *Aira praecox*, *Tuberaria guttata*, *Teesdalia nudicaulis*, *Micropyrum tenellum*, la faible abondance de *Silene portensis* et l'absence de plantes de dunes mobiles

..... **Micropyrum tenelli-Helichrysetum stoechadis** P. Lafon & Le Fouler in P. Lafon et al. (in prep.)

Syn. : Groupement à *Micropyrum tenellum* et *Helichrysum stoechas*

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : 2130\*-2 – Dpt : 33, 40 – Pelouse à Catapode des graviers et Immortelle des dunes

Combinaison caractéristique : *Micropyrum tenellum*, *Teesdalia nudicaulis*, *Aira praecox*, *Senecio vulgaris subsp. denticulatus*, *Helichrysum stoechas*.

Espèce(s) compagne(s) : *Vulpia fasciculata*, *Phleum arenarium*, *Cerastium semidecandrum*, *Corynephorus canescens*, *Jasione maritima*, *Carex arenaria*, *Rumex acetosella*, *Herniaria ciliolata*

**Variation** : En plus de la variation typique, il existe une variation à *Artemisia campestris subsp. maritima* et *Convolvulus soldanella* centrée essentiellement sur le bassin d'Arcachon dont le déterminisme et le statut phytosociologique restent à identifier ainsi qu'un faciès à *Cistus saviifolius* et *Festuca vasconensis*.

**Confusion** : cette pelouse peut être confondue avec celle du *Sileno portensis* – *Helichrysetum stoechadis* mais cette dernière est nettement moins marquée physionomiquement par les bryophytes et les lichens et beaucoup moins riche en plantes annuelles (*Micropyrum tenellum*, *Teesdalia nudicaulis*, *Aira praecox*, etc.).

e Végétation des dunes littorales décalcifiées et partiellement fixées, différencié par l'abondance de *Silene portensis* et l'absence ou la grande rareté de lichens et d'espèces annuelles telles que *Logfia minima*, *Aira praecox*, *Tuberaria guttata*, *Teesdalia nudicaulis*, *Micropyrum tenellum* ..... **Sileno portensis-Helichrysetum stoechadis** Géhu 1975 nom. nud. (art. 2b, 7)

EUNIS : B1.42 – CB : 16.222 – CH : **2130\*-2** – Dpt : 33,40 – Pelouse à Silène de Porto et Immortelle des dunes

Combinaison caractéristique : *Silene portensis*, *Vulpia fasciculata*, *Helichrysum stoechas*, *Jasione montana*, *Ammophila arenaria*

Espèce(s) compagne(s) : *Phleum arenarium*, *Cerastium semidecandrum*, *Corynephorus canescens*, *Jasione maritima*, *Carex arenaria*, *Convolvulus soldanella*.

**Variation** : une variation à *Artemisia campestris* subsp. *maritima* de part et d'autre du bassin d'Arcachon pouvant former des bossellements très caractéristiques. Le déterminisme et le statut phytosociologique de cette variation restent à clarifier. Une forme appauvrie taxonomiquement est présente dans la partie centrale du littoral ouest médocain.

**Confusion** : proche des variantes à *Helichrysum stoechas* des dunes semi-fixées (*Euphorbia paraliae* – *Festucenion arenariae*) dont il se distingue par la présence d'annuelles telles que *Silene portensis*, *Vulpia fasciculata*, *Phleum arenarium* ou encore *Cerastium semidecandrum*. Il se différencie également des végétations des lettres dunaires (groupement à *Micropyrum tenellum* et *Helichrysum stoechas*) par la rareté des bryophytes, l'absence de lichens et d'annuelles et la présence d'espèces de l'*Ammophilion arenaria*.

### Friches vivaces

Une seule classe ..... **ARTEMISIETEA VULGARIS** W. Lohmeyer, Preising & Tüxen in Tüxen ex von Rochow 1951

Aucune association connue. A rechercher.

### Ourlets

Une seule classe ..... **Melampyro pratensis–Holcetea mollis** H. Passarge 1994

Une seule alliance ..... **Conopodio majoris–Teucrium scorodoniae** Julve ex Boulet & Rameau in Bardat et al., 2004

a Végétation mésoxérophile dominées par *Avenella flexuosa*, *Cistus salviifolius* ou *Teucrium scorodonia* et ponctué de *Rubia peregrina*.  
*Holcus lanatus* est souvent présente dans ses faciès de dégradation

..... **Rubia peregrinae–Avenelletum flexuosae** Romeyer & P. Lafon 2018

EUNIS : E5.22 – CB : NC – CH : **NC** – Dpt : 33,40 – Ourlet à Garance voyageuse et Foin tortueux

Combinaison caractéristique : *Avenella flexuosa*, *Cistus salviifolius*, *Rubia peregrina*, *Teucrium scorodonia*, *Arenaria montana*, *Luzula forsteri*, *Lonicera periclymenum*.

Espèce(s) compagne(s) : *Erica cinerea*, *Holcus lanatus*, *Agrostis capillaris*, *Hypochaeris radicata*, *Carex arenaria*, *Luzula multiflora*, *Rumex acetosella*, *Jasione montana*

**Variation** : plusieurs Variations peuvent être décrites: une à *Festuca vasconensis* plus thermophile, une à *Pseudarrhenatherum longifolium* sur sols podzolisés et une à *Pteridium aquilinum* en stations plus fraîches.

**Confusion** : cet ourlet assez bien définie floristiquement peut se confondre avec l'ourlet acidiphile du *Rubia peregrinae* – *Cistetum salviifolii* plus héliophile et thermophile où *Avenella flexuosa* est absente. Il peut également être confondu avec la lande du *Festuco vasconensis* – *Ericetum cinereae* où les taxons d'ourlets et pelouses acidiphiles sont rares ou absents.

a' Végétation mésohygrophile à mésophile des dépressions arrière-dunaires marquée physionomiquement par *Calamagrostis epigejos* et dans une moindre mesure *Rubia peregrina*

..... **Groupement à Rubia peregrina et Calamagrostis epigejos** P. Lafon, Le Fouler, Dufay & F. Hardy 2015

EUNIS : E5.22 – CB : NC – CH : **NC** – Dpt : 17 ?, 33,40 – Ourlet à Garance voyageuse et Calamagrostide commune

Combinaison caractéristique : *Calamagrostis epigejos*, *Rubia peregrina*

Espèce(s) compagne(s) :

**Variation** : Pas de variation connue.

**Confusion** : Pas de confusion possible en présence de l'espèce éponyme *Calamagrostis epigejos*.

### Végétations landicoles

1 Présence d'*Erica cinerea* et/ou *Calluna vulgaris* ..... **CALLUNO VULGARIS–ULICETEA MINORIS**

1' Absence de ces espèces ..... **CISTO LADANIFERI–LAVANDULETEA STOECHADIS**

**CALLUNO VULGARIS–ULICETEA MINORIS** Braun-Blanq. & Tüxen ex Klika in Klika & Hadač 1944

Une seule alliance ..... **Cisto salviifolii–Ericion cinereae** Géhu in Bardat et al., 2004

1' Présence de *Festuca vasconensis* ..... **Festuco vasconensis–Ericetum cinereae** Géhu & Géhu-Franck 1975 corr. Géhu 1996

EUNIS : F4.2411 – CB : 31.2411 – CH : **2150\*** et **4030-4** – Dpt : 33, 40, 64 – Lande à Féтуque de Gascogne et Bruyère cendrée

Combinaison caractéristique : *Erica cinerea*, *Rubia peregrina*, *Festuca vasconensis*, *Cistus salviifolius*

Espèce(s) compagne(s) : *Calluna vulgaris*, *Ulex europaeus*, *Quercus suber*, *Cytisus scoparius*

**Variation** : une sous-association *loniceretosum* (=typicum) des stations les plus xériques se différencie d'une sous-association *scoparietosum* en situation plus fraîche.

**Confusion** : cette lande est très proche de son vicariant du nord de la région, le *Cisto salviifolii* – *Ericetum cinereae*, et ne s'en différencie que par la présence de *Festuca vasconensis* et *Rubia peregrina* et dans une moindre mesure *Lonicera periclymenum* et *Quercus suber*.

1' Absence de *Festuca vasconensis* ..... **Cisto salviifolii–Ericetum cinereae** Guittou, Juhel & Julve 2017

EUNIS : F4.2411 – CB : 31.2411 – CH : **2150\*** et **4030-4** – Dpt : 17, 33, 40 – Lande à Ciste à feuilles de sauge et Bruyère cendrée

Combinaison caractéristique : *Cistus salviifolius*; *Erica cinerea*

Espèce(s) compagne(s) : *Calluna vulgaris*; *Quercus ilex*, *Ulex europaeus*

**Variation** : pas de variation connue

**Confusion** : cette lande est très proche de son vicariant méridional, le *Festuco vasconensis* – *Ericetum cinereae*, et ne s'en différencie que par la présence de *Quercus ilex* (stade juvénile) et l'absence de *Festuca vasconensis*, *Quercus suber*, *Rubia peregrina* et dans une moindre mesure de *Lonicera periclymenum* et *Quercus suber*

**CISTO LADANIFERI-LAVANDULETEA STOECHADIS** Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Molin. & He. Wagner 1940

- 1 Présence de *Cistus inflatus*, *Cistus laurifolius* ou *Cistus monspeliensis* .....2  
 1' Absence de ces espèces .....3

3 possibilités :

2 Présence de *Cistus inflatus* ..... **Groupement à *Osyris alba* et *Cistus psilosepalus*** Lahondère in Bensettiti et al.2004 *nom. inval*  
 EUNIS : B1.64 – CB : 16.28 – CH : **2260-1** – Dpt : 17 – Lande à Rouvet blanc et Ciste hérissé  
 Combinaison caractéristique : *Cistus inflatus*, *Cistus x obtusifolius*, *Rubia peregrina*  
 Espèce(s) compagne(s) : *Cistus salviifolius*, *Ligustrum vulgare*, *Daphne gnidium*, *Quercus ilex*  
**Variation** : Aucune variation connue.

2' Présence de *Cistus laurifolius* ..... **Groupement à *Cistus laurifolius*** Lahondère in Bensettiti et al.2004 *nom. inval*  
 EUNIS : B1.64 – CB : 16.28 – CH : **2260-1** – Dpt : 17 – Lande à Ciste à feuilles de laurier  
 Combinaison caractéristique : *Cistus laurifolius*, *Osyris alba*, *Ligustrum vulgare*, *Daphne gnidium*, *Quercus ilex*, *Rubia peregrina*  
**Variation** : Aucune variation connue.

2'' Présence de *Cistus monspeliensis*..... **Groupement à *Cistus monspeliensis*** Lahondère in in Bensettiti et al.2004 *nom. inval*  
 EUNIS : B1.64 – CB : 16.28 – CH : **2260-1** – Dpt : 17 – Lande à Ciste de Montpellier  
 Combinaison caractéristique : *Cistus monspeliensis*; *Ligustrum vulgare*; *Daphne gnidium*; *Quercus ilex*; *Rubia peregrina*  
**Variation** : Aucune variation connue.

3 Présence de *Festuca vasconensis* ..... ***Festuco vasconensis*-*Cistetum salviifolii*** Dufay & F. Hardy in P. Lafon et al. (in prep.)  
 EUNIS : B1.64 – CB : 16.28 ? – CH : **2260-1** – Dpt : 33, 40, 64 – Lande à Fétuque de Gascogne et Ciste à feuilles de sauge  
 Combinaison caractéristique : *Festuca vasconensis*, *Cistus salviifolius* et *Rubia peregrina*.  
 Espèce(s) compagne(s) : *Hypochaeris radicata*, *Carex arenaria*, *Rubus div. sp.*, *Cytisus scoparius*.  
**Variation** : Aucune variation connue.

**Confusion** : A ne pas confondre avec la lande du *Festuco vasconensis* – *Ericetum cinereae* qui en diffère pas l'apparition d'*Erica cinerea* et parfois *Calluna vulgaris*. A ne pas confondre également avec la variation/variante à *Cistus salviifolius* du groupement à *Koeleria arenaria* et *Helichrysum stoechas* où *Cistus salviifolius* reste minoritaire.

3' Abence de *Festuca vasconensis* ..... ***Rubio peregrinae*-*Cistetum salviifolii*** Botineau, Bouzillé & Lahondère 1988  
 EUNIS : B1.64 – CB : 16.28 ? – CH : **2260-1** – Dpt : 17, 33, 40 – Lande à Garance voyageuse et Ciste à feuilles de sauge  
 Combinaison caractéristique : *Cistus salviifolius*, *Rubia peregrina*, *Hedera helix*, *Lonicera periclymenum*  
 Espèce(s) compagne(s) : *Teucrium scorodonia*, *Erica cinerea*, *Solidago virgaurea*, *Carex arenaria*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*, *Rubus div. sp.*

**Variation** : une sous-association *typicum* des sables nettement calcaires se distingue d'une sous-association *ulicetosum* sur sables décalcifiés voire acides. L'association décrite par Lazare (2017) sur la présence d'*Artemisia campestris* subsp. *maritima* (espèces à très large amplitude écologique sur les dunes d'Aquitaine) ne semble constituer qu'une variante du *Rubio peregrinae*-*Cistetum salviifolii*.

**Confusion** : cet ourlet chaméphytique peut se confondre avec le groupement à *Rubia peregrina* et *Avenella flexuosa*, moins héliophile et thermophile, différencié par la constance de cette dernière et la raréfaction du Ciste ; et avec la lande du *Cisto salviifolii* – *Ericetum cinereae* où les taxons d'ourlets et pelouses acidiphiles sont rares tandis que les taxons de landes (*Erica cinerea*, *Calluna vulgaris*) sont constants.

## Végétations arbustives

- 1 Présence de *Cytisus scoparius*, *Ulex europaeus*, *Arbutus unedo* ..... ***Cytisetea scopario-striati***  
 1' Absence ou raré de ces espèces ..... ***Rhamnocatharticae-Prunetea spinosae***

**CYTISETEA SCOPARIO-STRIATI** Rivas Mart. 1975

Une seule alliance..... ***Ulici europaei-Cytision striati*** Rivas Mart., Báscones, T.E. Díaz, Fern. Gonz. & Loidi 1991

1 Présence de *Quercus suber*..... ***Quercus suberis-Sarothamnetum scoparii*** P. Dupont ex Géhu & Géhu-Franck 1975  
 EUNIS : B1.612 – CB : 16.252 – CH : NC – Dpt : 33, 40, 64 – Fourré à Chêne liège et Genêt à balai  
 Combinaison caractéristique : *Cytisus scoparius*, *Crataegus monogyna*, *Quercus suber*, *Phillyrea angustifolia*  
 Espèce(s) compagne(s) : *Ulex europaeus*, *Arbutus unedo*, *Rubia peregrina*, *Cistus salviifolius*, *Pinus pinaster*, *Rubus div. sp.*, *Erica cinerea*, *Lonicera periclymenum*

**Variation** : une sous-association *typicum* des sables peu évolués se distingue des sous-associations *ericetosum scoparii* sur sables podzolisés pauvres et frais et *hederetosum* en situation moins littorale sur sables podzolisés.

**Confusion** : ce fourré bien définie floristiquement peut toutefois se confondre avec l'*Erico scopariae* – *Sarothamnetum scoparii* dont il se différencie essentiellement par la présence du Chêne liège et des taxons mésotrophes : *Ligustrum vulgare* et *Crataegus monogyna*.

1' Abence de *Quercus suber* ..... ***Erico scopariae-Sarothamnetum scoparii*** Géhu & Géhu-Franck ex Romeyer & P. Lafon 2018  
 EUNIS : B1.612 – CB : 16.252 – CH : NC – Dpt : 17 ?, 33, 40 – Fourré à Bruyère à balais et Genêt à balai

Combinaison caractéristique : *Arbutus unedo*, *Cytisus scoparius*, *Erica scoparia*  
 Espèce(s) compagne(s) : *Ulex europaeus*, *Rubia peregrina*, *Cistus salviifolius*, *Pinus pinaster*, *Orobanche rapum-genistae*, *Carex arenaria*, *Rubus div. sp.*

**Variation** : une sous-association *typicum* en situation pionnière sur sables très pauvres se distingue des sous-associations *quercetosum ilicis* sur sables plus riches en situation moins littorale et plus thermophile et *salicetosum* en situation plus fraîches. D'autres variantes reflétant la podzolisation plus importante des sols liée la pluviosité croissante vers le sud se dégagent assez nettement.

**Confusion** : ce fourré mal caractérisé floristiquement peut se confondre avec les fourrés du *Daphno gnidii-Ligustrum vulgare* et du *Quercus suberis-Sarothamnetum scoparii* dont il se différencie par l'absence du Chêne liège et des taxons mésotrophes et/ou calcicoles : *Ligustrum vulgare*, *Daphne gnidium* et *Crataegus monogyna*.

#### **RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE** Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962

1 Présence de *Salix repens* subsp. *dunensis* .....2

1' Absence de cette espèce ..... **Daphno gnidii-Ligustrum vulgare** (Géhu 1968) Géhu & Géhu-Franck 1975

EUNIS : B1.612 – CB : 16.252 – CH : NC – Dpt : 17, 33 – Fourré à Daphné Garou et Troène

Combinaison caractéristique : *Ligustrum vulgare*, *Daphne gnidium*, *Quercus ilex*.

Espèce(s) compagne(s) : *Iris foetidissima*, *Euphorbia segetalis* subsp. *portlandica*, *Rubia peregrina*, *Cistus salviifolius*, *Ulex europaeus*, *Pinus pinaster*, *Rubus div. sp.*

**Variation** : une sous-association *typicum* des sables calcaires se distingue des sous-associations *ericetosum scoparii* sur sables plus pauvres et plus frais, *sarothamnetosum* en situation moins littorale sur sables plus décalcifiés et *iridetosum* sur les sables plus riches en stations fraîches.

**Confusion** : ce fourré bien définie floristiquement peut toutefois se confondre avec la sous-association *ilicetosum* de l'*Erica scopariae-Sarothamnetum scoparii* dont il se différencie par la présence des taxons calcicoles : *Daphne gnidium*, *Ligustrum vulgare* ou *Euphorbia segetalis*.

2 Présence fréquente de *Genista anglica*, absence d'espèces thermophiles telles que *Rubia peregrina*, *Cistus salviifolius*, *Arbutus unedo*, *Koeleria arenaria* ..... **Genista anglicae-Salicetum repentis** Lazare 2017

EUNIS : B1.62 – CB : 16.26 – CH : **2170-1** – Dpt : 33 ?, 40 – Fourré à Genêt d'Angleterre et Saule rampant

Combinaison caractéristique : *Salix repens* subsp. *dunensis*, *Genista anglica*.

Espèce(s) compagne(s) : *Agrostis stolonifera* var. *arenaria*, *Carex arenaria*, *Scirpoides holoschoenus*, *Carex trinervis*.

**Variation** : aucune

**Confusion** : aucune

2' Absence de *Genista anglica*, présence d'espèces thermophiles telles que *Rubia peregrina*, *Cistus salviifolius*, *Arbutus unedo*, *Koeleria arenaria* ..... **Rubia peregrinae-Salicetum arenariae** Géhu & Géhu-Franck 1975

EUNIS : B1.62 – CB : 16.26 – CH : **2170-1** – Dpt : 17, 33, 40 – Fourré à Garance voyageuse et Saule des dunes

Combinaison caractéristique : *Salix repens* subsp. *dunensis*, *Lonicera periclymenum*, *Rubia peregrina*, *Sonchus bulbosus* subsp. *bulbosus*

Espèce(s) compagne(s) : *Cistus salviifolius*, *Koeleria arenaria*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*.

**Variation** : en plus du *typicum*, une sous association à *Cistus salviifolius* : *cistetosum salviifolii*

**Confusion** : aucune

### **Végétations forestières**

1 Présence de plantes mésophiles : *Avenella flexuosa*, *Melampyrum pratense*, *Luzula forsteri* ou *Arenaria montana*, absence ou grande rareté de chênes sempervirents ..... **QUERCETEA ROBORI-PETRAEAE**

1' Présence de chênes sempervirents, absence ou rareté de plantes mésophiles ..... **QUERCETEA ILICIS**

#### **QUERCETEA ILICIS** Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952

Une seule alliance..... **Quercion ilicis** Braun-Blanq. ex Molin. 1934

1' Absence de *Quercus suber* et présence de plantes calcicoles telles que *Ligustrum vulgare*, *Euphorbia segetalis* ssp. *portlandica*, *Osyris alba*, *Quercus pubescens*, *Cephalanthera rubra*, *Daphne gnidium*

..... **Pino pinastri-Quercetum ilicis** (Abbeyes 1954) Géhu & Géhu-Franck 1984

EUNIS : G3.711 – CB : 42.811 – CH : 9340-10 (si *Quercus ilex* dominant) et 2180-2 – Dpt : 17, 33 – Forêt à Pin maritime et Chêne vert

Combinaison caractéristique : *Quercus ilex*, *Pinus Pinaster*, *Cephalanthera rubra*, *Rubia peregrina*, *Cistus salviifolius*, *Arbutus unedo*, *Daphne gnidium*

Espèce(s) compagne(s) : *Quercus robur*, *Ligustrum vulgare*, *Iris foetidissima*, *Osyris alba*, *Clematis flammula*, *Orobanche hederaceae*, *Quercus pubescens*, *Polypodium gp. vulgare*

**Variation** : une sous-association *hederetosum* des stations plus fraîches sur sables calcaires se différencie d'une sous association *ulicetosum* plus ouverte des sables xériques décalcifiés.

**Confusion** : forêt assez mal définie floristiquement dans sa limite méridionale où elle se différencie de l' *Arbutus unedonis-Quercetum roboris* principalement par l'importance du chêne vert associée à l'absence ou la rareté des taxons acidiphiles *Teucrium scorodonia*, *Avenella flexuosa*, *Luzula forsteri*, *Arenaria montana* et *Erica cinerea*.

1' Absence de *Quercus ilex* et plantes calcicoles ..... **Pino pinastri-Quercetum suberis** (Géhu 1969) Vanden Berghen 1970

EUNIS : G3.711 – CB : 42.811 – CH : **9330-5** (si *Quercus suber* dominant) et **2180-3** – Dpt : 33, 40, 64 – Forêt à Pin maritime et Chêne liège

Combinaison caractéristique : *Quercus suber*, *Pinus Pinaster*, *Pteridium aquilinum*, *Erica cinerea*, *Rubia peregrina*.

Espèce(s) compagne(s) : *Frangula dodonei*, *Calluna vulgaris*, *Ulex europaeus*, *Teucrium scorodonia*, *Crataegus monogyna*, *Arbutus unedo*, *Quercus robur*.

**Variation** : une sous-association *ilicetosum* des stations plus fermée et abritée sur sables podzolisés se différencie d'une sous-association *cytisetosum* en situation plus ouverte sur sables peu évolués.

**Confusion** : cette forêt se distingue de l'*Arbutus unedo*-*Quercetum roboris* et du *Pino pinastri* - *Quercetum ilicis* principalement par l'importance du chêne liège vis-à-vis du chêne pédonculé associée à la présence des taxons mésotrophes et acidiphiles *Frangula dodonei*, *Crataegus monogyna*, *Ruscus aculeatus* et *Ilex aquifolium*.

**QUERCETEA ROBORI-PETRAEAE** Braun-Blanq. & Tüxen ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952

Une seule alliance..... **Quercion pyrenaicae** Rivas Goday ex Rivas Mart. 1965

Une seule association ..... **Arbutus unedo-Quercetum roboris** Romeyer & P. Lafon 2018

EUNIS : B1.7 – CB : 42.811 – CH : **2180-4** – Dpt : 33, 40 – Forêt à Arbousier commun et Chêne pédonculé

Combinaison caractéristique : *Quercus robur*, *Pinus Pinaster*, *Arbutus unedo*, *Ilex aquifolium*, *Erica scoparia*, *Avenella flexuosa*, *Teucrium scorodonia*, *Pteridium aquilinum*, *Erica cinerea*, *Cistus salviifolius*.

Espèce(s) compagne(s) : *Lonicera periclymenum*, *Rubia peregrina*, *Melampyrum pratense*, *Cytisus scoparius*, *Ulex europaeus*, *Rubus div. sp.*, *Ruscus aculeatus*, *Luzula forsteri*, *Arenaria montana*.

**Variation** : Pas de variation connue.

**Confusion** : cette forêt se distingue du *Pino pinastri* - *Quercetum suberis* et du *Pino pinastri* - *Quercetum ilicis* principalement par l'importance du chêne pédonculé vis-à-vis des chênes sclérophylles associée à la présence des taxons plus mésophiles : *Avenella flexuosa*, *Melampyrum pratense*, *Luzula forsteri* ou *Arenaria montana*.

## Annexe 4. Fiche de relevés pour les suivis des communautés dunaires par transect

BORDEREAU SUIVI DES DUNES OUVERTES PAR PLACETTE MOBILES Aquitaine / Poitou-Charentes															
<b>IDENTIFIANT source</b> Nom(s) (Organisme)* : ..... Programme (sous-programme) : .....				<b>IDENTIFIANT relevé</b> Date* : ..... / ..... / ..... Transect : ..... Code photo tête transect : .....											
<b>LOCALISATION (champs obligatoires)</b> Département : ..... Commune : ..... Lieu-dit : ..... Code pointage Tête de transect : ..... Code pointage Queue de transect : .....															
<b>NOTICE</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>Mésosome</b>                      10 : Plan                      20 : Concave                      30 : Convexe                      40 : Bossellement                      41 : Bossellement armoise                 </td> <td style="width: 33%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>Dynamique :</b>                      1 : Déflation                      2 : Légère Accumulation                      3 : Accumulation prononcée                      4 : Stabilité                      5 : érosion marine                      6 : érosion éolienne / forte caoudeyrisation                 </td> <td style="width: 33%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>Atteintes :</b>                      1 : Travaux dunaire                      2 : Equipements urbain/ infrastructure                      3 : Piétinement                      4 : Pollutions diverses                      5 : Plantes invasives présentes                      6 : Erosion éolienne                      7 : Erosion marine                      8 : Fermeture par ligneux                      9 : Voile nitrophile                 </td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>Pente :</b>                      1 : 0 à 5%                      2 : 5 à 15 %                      3 : 15 à 30 %                      4 : 30 à 60 %                 </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>Exposition :</b>                      0 : Sans    4 : Sud-Est    8 : Nord-Ouest                      1 : Nord    5 : Sud                      2 : Nord-Est    6 : Sud-Est                 </td> <td></td> </tr> </table>								<b>Mésosome</b> 10 : Plan 20 : Concave 30 : Convexe 40 : Bossellement 41 : Bossellement armoise	<b>Dynamique :</b> 1 : Déflation 2 : Légère Accumulation 3 : Accumulation prononcée 4 : Stabilité 5 : érosion marine 6 : érosion éolienne / forte caoudeyrisation	<b>Atteintes :</b> 1 : Travaux dunaire 2 : Equipements urbain/ infrastructure 3 : Piétinement 4 : Pollutions diverses 5 : Plantes invasives présentes 6 : Erosion éolienne 7 : Erosion marine 8 : Fermeture par ligneux 9 : Voile nitrophile	<b>Pente :</b> 1 : 0 à 5% 2 : 5 à 15 % 3 : 15 à 30 % 4 : 30 à 60 %	<b>Exposition :</b> 0 : Sans    4 : Sud-Est    8 : Nord-Ouest 1 : Nord    5 : Sud 2 : Nord-Est    6 : Sud-Est			
<b>Mésosome</b> 10 : Plan 20 : Concave 30 : Convexe 40 : Bossellement 41 : Bossellement armoise	<b>Dynamique :</b> 1 : Déflation 2 : Légère Accumulation 3 : Accumulation prononcée 4 : Stabilité 5 : érosion marine 6 : érosion éolienne / forte caoudeyrisation	<b>Atteintes :</b> 1 : Travaux dunaire 2 : Equipements urbain/ infrastructure 3 : Piétinement 4 : Pollutions diverses 5 : Plantes invasives présentes 6 : Erosion éolienne 7 : Erosion marine 8 : Fermeture par ligneux 9 : Voile nitrophile													
<b>Pente :</b> 1 : 0 à 5% 2 : 5 à 15 % 3 : 15 à 30 % 4 : 30 à 60 %	<b>Exposition :</b> 0 : Sans    4 : Sud-Est    8 : Nord-Ouest 1 : Nord    5 : Sud 2 : Nord-Est    6 : Sud-Est														
<b>Indice d'abondance - dominance</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">                     5 : Recouvrement &gt; 75% de la surface de référence                      4 : Recouvrement de 50-75% de la surface de référence                      3 : Recouvrement de 25-50% de la surface de référence                      2 : Individus très nombreux mais recouvrement &lt; 5 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 5 à 25 %                 </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                     1 : Individus nombreux mais recouvrement &lt; 1 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 1 à 5 %                      + : Peu d'individus, avec très faible recouvrement                      r : Très peu abondant, recouvrement très faible                 </td> </tr> </table>								5 : Recouvrement > 75% de la surface de référence 4 : Recouvrement de 50-75% de la surface de référence 3 : Recouvrement de 25-50% de la surface de référence 2 : Individus très nombreux mais recouvrement < 5 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 5 à 25 %	1 : Individus nombreux mais recouvrement < 1 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 1 à 5 % + : Peu d'individus, avec très faible recouvrement r : Très peu abondant, recouvrement très faible						
5 : Recouvrement > 75% de la surface de référence 4 : Recouvrement de 50-75% de la surface de référence 3 : Recouvrement de 25-50% de la surface de référence 2 : Individus très nombreux mais recouvrement < 5 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 5 à 25 %	1 : Individus nombreux mais recouvrement < 1 %, ou nombre d'individus quelconques mais recouvrement de 1 à 5 % + : Peu d'individus, avec très faible recouvrement r : Très peu abondant, recouvrement très faible														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>Code Syntaxon :</b>                      Honckenyo peploidis – Elymetum arenarii : HE                      Honckenyetum latifoliae : HL                      Crithmo maritimi – Sonchetum arvensis : CS                      Euphorbio paraliae – Ammophiletum australis : EA                      Agropyro boreoatlantici-Minuartienion peploidis : AM                      Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis : EA                      Crithmo maritimi-Otanthetum maritimi CO                      Ammophilenion arenariae : A                      Sileno thorei-Ammophiletum arenariae : SA                      Galio arenarii-Ammophiletum arenariae : GA                      Euphorbio paraliae-Festucenion arenariae : EF                      Galio arenarii-Hieracietum eriophori : GH                      Hieracio eriophori-Dianthetum gallici : HD                      Festuco dumetorum-Galietum arenarii : FG                      Linario thymifoliae-Festucetum juncifoliae : LF                      Koelerio – Corynephoretea canescens : KC                      Euphorbio portlandicae – Helichryson stoechadis : EH                      Alyso loiseleuri-Helichrysetum stoechadis : AH                      Thymo drucei-Corynephorum canescens : TC                      Artemisio lloydii-Ephedretum distachyae : AE                      Artemisio lloydii-Helichrysetum stoechadis : AH                      Micropyro tenellii-Helichrysetum stoechadis : MH                      Sileno portensis-Helichrysetum stoechadis : SH                      Roso pimpinellifoliae-Ephedretum distachyae : RE                      Miboro minima-Corynephorion canescens : MC                      Rumici rupestris-Bolboschoenetum maritimi : RB                      Groupement à Convolvulus soldanella et Phragmites australis : GCP                      Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori : MJ                      Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae : SC                      Groupement à Carex trinervis et Agrostis canina : GCA                      Junco articulati-Scirpoidetum holoschoeni : JS                      Holoschoeno-Caricetum trinervis : HC                      Holoschoeno-Schoenetum nigricantis : HS                      Quercetea ilicis : QI                      Pino pinastri-Quercetum ilicis : PQI                      Pino pinastri-Quercetum suberis : PQS                      Quercetea robori-petraeae : QRP                      Arbutu unedonis-Quercetum roboris : AQ                 </td> <td style="width: 20%; border-right: 1px solid black; text-align: center; vertical-align: middle; padding: 5px;">                     Dunes mobiles                       Dunes grises                       Bas marais                       Forêts                 </td> <td style="width: 40%; padding: 5px;">                     Calluno vulgaris-Ulicetea minoris : CU                      Festuco vasconensis-Ericetum cinereae : FE                      Cisto salviifolii-Ericetum cinereae : CE                      Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis : CL                      Groupement à Oxyris alba et Cistus psilosepalus : GOC                      Groupement à Cistus laurifolius : GCL                      Groupement à Cistus monspeliensis : GCM                      Festuco vasconensis-Cistetum salviifolii : FC                      Rubio peregrinae-Cistetum salviifolii : RC                      Cytisetea scopario-striati : CSS                      Quercu suberis-Sarothamnetum scoparii : QS                      Erico scopariae-Sarothamnetum scoparii : ES                      Rhamno catharticae-Prunetea spinosae : RP                      Daphno gnidii-Ligustretum vulgare : DL                      Genisto anglicae-Salicetum repentis : GS                      Rubio peregrinae-Salicetum arenariae : RS                      Cakiletea maritima : CM                      Atriplici laciniatae – Salsolion kali : AS                      Beto maritima-Atriplicetum laciniatae : BA                      Salsolo kali-Suaedetum maritima : SS                      Euphorbion peploidis : E                      Matricario maritima-Euphorbietum peplidi : ME                      Thero-Airion : TA                      Groupement à Senecio vulgaris subsp. denticulatus et Mibora minima : GSM                      Senecioni denticulati-Teesdaliatum nudicaulis : ST                      Senecioni denticulati-Airetum praecocis : SA                      Stipo capensis – Trachynietea distachyae : ST                      Saginetea maritima : SM                      Groupement à Catapodium marinum et Lolium rigidum : GCL                      Sisymbrietea officinalis : SO,                      Laguro ovati-Vulpietum fasciculatae : LV                      Laguro ovati-Centaureetum asperae : LC                      Juncetea bufonii : JB                      Groupement à Blackstonia imperfoliata et Blackstonia perfoliata : GBB                      Polygono arenastri – Poetea annua : PP                      Cardaminea hirsutae : CH                      Stellarietea media : SM                      Artemisietea vulgaris : AV                 </td> </tr> </table>								<b>Code Syntaxon :</b> Honckenyo peploidis – Elymetum arenarii : HE Honckenyetum latifoliae : HL Crithmo maritimi – Sonchetum arvensis : CS Euphorbio paraliae – Ammophiletum australis : EA Agropyro boreoatlantici-Minuartienion peploidis : AM Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis : EA Crithmo maritimi-Otanthetum maritimi CO Ammophilenion arenariae : A Sileno thorei-Ammophiletum arenariae : SA Galio arenarii-Ammophiletum arenariae : GA Euphorbio paraliae-Festucenion arenariae : EF Galio arenarii-Hieracietum eriophori : GH Hieracio eriophori-Dianthetum gallici : HD Festuco dumetorum-Galietum arenarii : FG Linario thymifoliae-Festucetum juncifoliae : LF Koelerio – Corynephoretea canescens : KC Euphorbio portlandicae – Helichryson stoechadis : EH Alyso loiseleuri-Helichrysetum stoechadis : AH Thymo drucei-Corynephorum canescens : TC Artemisio lloydii-Ephedretum distachyae : AE Artemisio lloydii-Helichrysetum stoechadis : AH Micropyro tenellii-Helichrysetum stoechadis : MH Sileno portensis-Helichrysetum stoechadis : SH Roso pimpinellifoliae-Ephedretum distachyae : RE Miboro minima-Corynephorion canescens : MC Rumici rupestris-Bolboschoenetum maritimi : RB Groupement à Convolvulus soldanella et Phragmites australis : GCP Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori : MJ Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae : SC Groupement à Carex trinervis et Agrostis canina : GCA Junco articulati-Scirpoidetum holoschoeni : JS Holoschoeno-Caricetum trinervis : HC Holoschoeno-Schoenetum nigricantis : HS Quercetea ilicis : QI Pino pinastri-Quercetum ilicis : PQI Pino pinastri-Quercetum suberis : PQS Quercetea robori-petraeae : QRP Arbutu unedonis-Quercetum roboris : AQ	Dunes mobiles  Dunes grises  Bas marais  Forêts	Calluno vulgaris-Ulicetea minoris : CU Festuco vasconensis-Ericetum cinereae : FE Cisto salviifolii-Ericetum cinereae : CE Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis : CL Groupement à Oxyris alba et Cistus psilosepalus : GOC Groupement à Cistus laurifolius : GCL Groupement à Cistus monspeliensis : GCM Festuco vasconensis-Cistetum salviifolii : FC Rubio peregrinae-Cistetum salviifolii : RC Cytisetea scopario-striati : CSS Quercu suberis-Sarothamnetum scoparii : QS Erico scopariae-Sarothamnetum scoparii : ES Rhamno catharticae-Prunetea spinosae : RP Daphno gnidii-Ligustretum vulgare : DL Genisto anglicae-Salicetum repentis : GS Rubio peregrinae-Salicetum arenariae : RS Cakiletea maritima : CM Atriplici laciniatae – Salsolion kali : AS Beto maritima-Atriplicetum laciniatae : BA Salsolo kali-Suaedetum maritima : SS Euphorbion peploidis : E Matricario maritima-Euphorbietum peplidi : ME Thero-Airion : TA Groupement à Senecio vulgaris subsp. denticulatus et Mibora minima : GSM Senecioni denticulati-Teesdaliatum nudicaulis : ST Senecioni denticulati-Airetum praecocis : SA Stipo capensis – Trachynietea distachyae : ST Saginetea maritima : SM Groupement à Catapodium marinum et Lolium rigidum : GCL Sisymbrietea officinalis : SO, Laguro ovati-Vulpietum fasciculatae : LV Laguro ovati-Centaureetum asperae : LC Juncetea bufonii : JB Groupement à Blackstonia imperfoliata et Blackstonia perfoliata : GBB Polygono arenastri – Poetea annua : PP Cardaminea hirsutae : CH Stellarietea media : SM Artemisietea vulgaris : AV					
<b>Code Syntaxon :</b> Honckenyo peploidis – Elymetum arenarii : HE Honckenyetum latifoliae : HL Crithmo maritimi – Sonchetum arvensis : CS Euphorbio paraliae – Ammophiletum australis : EA Agropyro boreoatlantici-Minuartienion peploidis : AM Euphorbio paraliae-Agropyretum junceiformis : EA Crithmo maritimi-Otanthetum maritimi CO Ammophilenion arenariae : A Sileno thorei-Ammophiletum arenariae : SA Galio arenarii-Ammophiletum arenariae : GA Euphorbio paraliae-Festucenion arenariae : EF Galio arenarii-Hieracietum eriophori : GH Hieracio eriophori-Dianthetum gallici : HD Festuco dumetorum-Galietum arenarii : FG Linario thymifoliae-Festucetum juncifoliae : LF Koelerio – Corynephoretea canescens : KC Euphorbio portlandicae – Helichryson stoechadis : EH Alyso loiseleuri-Helichrysetum stoechadis : AH Thymo drucei-Corynephorum canescens : TC Artemisio lloydii-Ephedretum distachyae : AE Artemisio lloydii-Helichrysetum stoechadis : AH Micropyro tenellii-Helichrysetum stoechadis : MH Sileno portensis-Helichrysetum stoechadis : SH Roso pimpinellifoliae-Ephedretum distachyae : RE Miboro minima-Corynephorion canescens : MC Rumici rupestris-Bolboschoenetum maritimi : RB Groupement à Convolvulus soldanella et Phragmites australis : GCP Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori : MJ Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae : SC Groupement à Carex trinervis et Agrostis canina : GCA Junco articulati-Scirpoidetum holoschoeni : JS Holoschoeno-Caricetum trinervis : HC Holoschoeno-Schoenetum nigricantis : HS Quercetea ilicis : QI Pino pinastri-Quercetum ilicis : PQI Pino pinastri-Quercetum suberis : PQS Quercetea robori-petraeae : QRP Arbutu unedonis-Quercetum roboris : AQ	Dunes mobiles  Dunes grises  Bas marais  Forêts	Calluno vulgaris-Ulicetea minoris : CU Festuco vasconensis-Ericetum cinereae : FE Cisto salviifolii-Ericetum cinereae : CE Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis : CL Groupement à Oxyris alba et Cistus psilosepalus : GOC Groupement à Cistus laurifolius : GCL Groupement à Cistus monspeliensis : GCM Festuco vasconensis-Cistetum salviifolii : FC Rubio peregrinae-Cistetum salviifolii : RC Cytisetea scopario-striati : CSS Quercu suberis-Sarothamnetum scoparii : QS Erico scopariae-Sarothamnetum scoparii : ES Rhamno catharticae-Prunetea spinosae : RP Daphno gnidii-Ligustretum vulgare : DL Genisto anglicae-Salicetum repentis : GS Rubio peregrinae-Salicetum arenariae : RS Cakiletea maritima : CM Atriplici laciniatae – Salsolion kali : AS Beto maritima-Atriplicetum laciniatae : BA Salsolo kali-Suaedetum maritima : SS Euphorbion peploidis : E Matricario maritima-Euphorbietum peplidi : ME Thero-Airion : TA Groupement à Senecio vulgaris subsp. denticulatus et Mibora minima : GSM Senecioni denticulati-Teesdaliatum nudicaulis : ST Senecioni denticulati-Airetum praecocis : SA Stipo capensis – Trachynietea distachyae : ST Saginetea maritima : SM Groupement à Catapodium marinum et Lolium rigidum : GCL Sisymbrietea officinalis : SO, Laguro ovati-Vulpietum fasciculatae : LV Laguro ovati-Centaureetum asperae : LC Juncetea bufonii : JB Groupement à Blackstonia imperfoliata et Blackstonia perfoliata : GBB Polygono arenastri – Poetea annua : PP Cardaminea hirsutae : CH Stellarietea media : SM Artemisietea vulgaris : AV													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Valid. cohérence                 </td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">                     Date                      ..... / ..... / .....                 </td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">                     Auteur                 </td> <td style="width: 25%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">                     Commentaires                 </td> <td style="width: 25%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Saisie                 </td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">                     Date                      ..... / ..... / .....                 </td> <td style="width: 15%; border-right: 1px solid black; padding: 5px;">                     Auteur                 </td> <td style="width: 25%; padding: 5px;">                     Commentaires                 </td> </tr> </table>								<input type="checkbox"/> Valid. cohérence	Date ..... / ..... / .....	Auteur	Commentaires	<input type="checkbox"/> Saisie	Date ..... / ..... / .....	Auteur	Commentaires
<input type="checkbox"/> Valid. cohérence	Date ..... / ..... / .....	Auteur	Commentaires	<input type="checkbox"/> Saisie	Date ..... / ..... / .....	Auteur	Commentaires								

Code placette	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Distance Tête de transect/début du facies (m)															
Code pointage limite début du facies (Ex: L1-011)															
Code pointage centre-placette (Ex: P1-011)															
Syntaxon															
HIC															
Syntaxon non enregistré < 11m															
Atteintes															
Pente (%)															
Exposition															
Mésomorphie															
Dynamique															
Rec. sol nu (%)															
Ht. strate herbacée (cm)															
Rec. strate herbacée (%)															
Rec. strate bryophytique (%)															
Rec. Strate lichénique (%)															
Ht. strate arborescente (cm)															
Ht. strate arborescente (%)															
Ht. strate arborée (cm)															
Ht. Strate arborée (%)															

## Annexe 5. Fiche de relevés pour les suivis des dunes grises sur placettes permanentes



### FICHE DE SUIVI DES DUNES GRISSES (HIC 2130) DE NOUVELLE-AQUITAINE

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique

Domaine de Certes – 33980 AUDENGE – Tél. 05 57 76 18 07 – Courriel : [contact@cbnsa.fr](mailto:contact@cbnsa.fr)

Site de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine (OBV) : [www.ofsa.fr](http://www.ofsa.fr)

#### IDENTIFIANT RELEVÉ (champs obligatoires)

Observateur(s) (Organisme(s)) : .....  
Date : ...../...../.....  
Code Quadrat : .....  
Temps passé : .....

#### LOCALISATION DU SITE (champs obligatoires)

Département : .....  
Commune : .....  
Lieu-dit : .....  
Nom du site : .....

#### INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE SITE

Numéro transect ONF associé : .....  
Précisions géographiques : .....  
Historique de gestion : .....  
Présence d'une station météo « Sentinelles » dans un rayon de 1,5 km :  Oui (id : ..... )  Non

#### CONDITIONS STATIONNELLES DU QUADRAT DE FREQUENCE

Degré de la pente :  < 1°  1 à 6°  6 à 27°  27 à 45°  45 à 70°  > 70°  
Exposition :  Nord  Nord-Est  Est  Sud-Est  Sud  Sud-Ouest  Ouest  Nord-Ouest  Nulle  
Dynamique dunaire :  Saupoudrage  Erosion éolienne  Forte accumulation  Erosion marine  
 Stabilité  Déflation  
Menaces / Atteintes :  Fermeture par ligneux  Piétinement/rudéralisation  Plantes exotiques  
 Autre : .....  
Position géomorphologique :  Plateau  Lette  Autre : .....  
Type de dune grise :  peu fixée (absence bryolichénique)  fixée  ancienne/très fixée (bryo et lichens très couvrants)  
Mésforme :  Plan  Concave  Convexe  Bossellement  Bossellement à Armoise  
Largeur de la dune grise : ..... m Hétérogénéité stationnelle :  Forte  Moyenne  Faible  
Description libre : .....

#### GEOLOCALISATION DES DISPOSITIFS

Quadrat de fréquence :	Coordonnées GPS (WGS 84 degrés décimaux)			Distance et cap / au repère naturel 1		Distance et cap / au repère naturel 2	
	X	Y	Précision (+/- mètres)				
Coin Nord-Ouest							
Coin Nord-Est							
Coin Sud-Est							
Coin Sud-Ouest							
Repère naturel 1							
Repère naturel 2							
Piquets métalliques implantés	Oui / Non						









## Annexe 7. Fiches de relevés des communautés végétales de pelouses sèches calcicoles



**SUD-ATLANTIQUE**

**FICHE DE SUIVI DES PELOUSES CALCICOLES  
DE NOUVELLE-AQUITAINE**

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique  
Domaine de Certes - 33980 AJUENGE - Tél. 05 57 76 18 07 - Courriel : [contact@chnsa.fr](mailto:contact@chnsa.fr)  
Site de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle Aquitaine (OIV) : [www.ofva.fr](http://www.ofva.fr)

**IDENTIFIANT RELEVÉ (champs obligatoires)**

Observateur(s) (Organisme(s)) : .....

Date : ...../...../.....

Code Quadrat : .....

Temps passé : .....

**LOCALISATION DU SITE (champs obligatoires)**

Département : .....

Commune : .....

Lieu-dit : .....

Nom du site : .....

**INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LE SITE**

Code site : .....

Propriétaire : .....

Gestionnaire : .....

Précisions géographiques : .....

Zonages réglementaires : .....

Historique de gestion : .....

Nombre de lecture antérieure : ..... Date de dernière lecture : .....

Objectifs complémentaires de suivi : .....

**CONDITIONS STATIONNELLES DU QUADRAT DE FREQUENCE**

Degré de la pente :  < 1°  1 à 6°  6 à 27°  27 à 45°  45 à 70°  > 70°

Exposition :  Nord  Nord-Est  Est  Sud-Est  Sud  Sud-Ouest  Ouest  Nord-Ouest  Nulle

Hétérogénéité stationnelle :  faible  moyenne  forte

Nature de l'hétérogénéité : .....

Roche mère :  calcaires durs  calcaires tendres  marnes  argiles  molasses  sables

Type de sol :  lithosol  rendosol  calcosol  brunisol

Description libre : .....







## Annexe 9. Tableau synthétique répertoriant les espèces de Rhopalocères et de Zygènes présentes en Nouvelle-Aquitaine par niveau de détermination

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
Zygène verte	-	Procris du Prunellier	<i>Rhagades pruni</i>		X	
Zygène verte	<i>Jordanita sp.</i>	Procris des cirses	<i>Jordanita subsolana</i>		X	X
Zygène verte	<i>Jordanita sp.</i>	Procris des centaurées	<i>Jordanita globulariae</i>		X	
Zygène verte	<i>Jordanita sp.</i>	Procris de la Jacée	<i>Jordanita notata</i>		X	
Zygène verte	<i>Jordanita sp.</i>	Procris de Hongrie	<i>Jordanita budensis</i>		X	
Zygène verte	<i>Adscita sp.</i>	Procris de l'Hélianthème	<i>Adscita geryon</i>			X
Zygène verte	<i>Adscita sp.</i>	Procris vert brillant	<i>Adscita mannii</i>		X	X
Zygène verte	<i>Adscita sp.</i>	Procris de l'Oseille	<i>Adscita statices</i>	X	X	X
-	-	Aglaopé des haies	<i>Aglaope infausta</i>		X	
Petite zygène rouge	-	Zygène du Panicaut	<i>Zygaena sarpedon</i>		X	
Petite zygène rouge	-	Zygène du Panicaut bleu	<i>Zygaena contaminei</i>			X
Petite zygène rouge	-	Zygène pourpre	<i>Zygaena purpuralis</i>		X	X
Petite zygène rouge	-	Zygène du Sainfoin	<i>Zygaena carniolica</i>		X	
Petite zygène rouge	-	Zygène occitane	<i>Zygaena occitanica</i>		X	
Petite zygène rouge	-	Zygène de la petite Coronille	<i>Zygaena fausta</i>		X	
Grande zygène rouge	-	Zygène de la Dorycnie	<i>Zygaena rhadamanthus</i>		X	
Grande zygène rouge	Montagne : <i>Zygaena romeo / osterodensis</i>	Zygène de la Gesse	<i>Zygaena romeo</i>		X	X
Grande zygène rouge	Montagne : <i>Zygaena romeo / osterodensis</i>	Zygène de la Jarosse	<i>Zygaena osterodensis</i>			X
Grande zygène rouge	-	Zygène des sommets	<i>Zygaena exulans</i>			X
Grande zygène rouge	-	Zygène des Pyrénées	<i>Zygaena anthyllidis</i>			X
Grande zygène rouge	-	Zygène du Lotier	<i>Zygaena loti</i>		X	X
Grande zygène rouge	-	Zygène de la Badasse	<i>Zygaena lavandulae</i>		X	
Grande zygène rouge	Montagne : <i>Zygaena trifolii / filipendulae / loniceræ / viciae</i>	Zygène des Thérésiens	<i>Zygaena viciae</i>			X
Grande zygène rouge	-	Zygène de la Coronille variée	<i>Zygaena ephialtes</i>		X	
Grande zygène rouge	<i>Zygaena filipendulae / transalpina</i> OU <i>Zygaena transalpina / hippocrepidis</i>	Zygène transalpine	<i>Zygaena transalpina</i>		X	X
Grande zygène rouge	<i>Zygaena filipendulae / transalpina</i>	Zygène du Pied-de-Poule	<i>Zygaena filipendulae</i>	X	X	X
Grande zygène rouge	Montagne : <i>Zygaena trifolii / filipendulae / loniceræ</i>	Zygène des prés	<i>Zygaena trifolii</i>	X	X	X

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
Grande zygène rouge	Montagne : <i>Zygaena trifoli / filipendulae / loniceræ</i>	Zygène des bois	<i>Zygaena loniceræ</i>			X
-	-	Hespérie du Brome	<i>Carterocephalus palaemon</i>	X		X
-	-	Miroir	<i>Heteropterus morpheus</i>	X		
-	-	Point de Hongrie	<i>Erynnis tages</i>	X	X	X
Hespérie marron tachetée	<i>Carcharodus sp.</i>	Hespérie de l'Alcée	<i>Carcharodus alceæ</i>	X	X	X
Hespérie marron tachetée	<i>Carcharodus sp.</i>	Hespérie du Marrube	<i>Carcharodus floccifer</i>		X	X
Hespérie marron tachetée	<i>Carcharodus sp.</i>	Hespérie de l'Épiaire	<i>Carcharodus lavatheræ</i>		X	X
Petite hespérie noire	<i>Pyrgus malvæ/malvoïdes / Spialia sertorius</i> OU <i>Pyrgus malvæ / malvoïdes</i>	Hespérie de l'Ormière	<i>Pyrgus malvæ</i>	X	X	
Petite hespérie noire	<i>Pyrgus malvæ/malvoïdes / Spialia sertorius</i> OU <i>Pyrgus malvæ / malvoïdes</i>	Tacheté austral	<i>Pyrgus malvoïdes</i>	X	X	X
Grande hespérie noire	<i>Pyrgus alveus / armoricanus / onopordi / serratulæ</i>	Hespérie du faux-buis	<i>Pyrgus alveus</i>	X	X	X
Grande hespérie noire	<i>Pyrgus alveus / armoricanus / onopordi / serratulæ</i>	Hespérie des Potentilles	<i>Pyrgus armoricanus</i>	X	X	X
Petite hespérie noire	-	Hespérie des Cirsés	<i>Pyrgus cirsii</i>		X	X
Grande hespérie noire	<i>Pyrgus alveus / armoricanus / onopordi / serratulæ</i>	Hespérie de la Malope	<i>Pyrgus onopordi</i>		X	X
Grande hespérie noire	<i>Pyrgus alveus / armoricanus / onopordi / serratulæ</i>	Hespérie de l'Alchémille	<i>Pyrgus serratulæ</i>	X	X	X
Grande hespérie noire	-	Hespérie du Carthame	<i>Pyrgus carthami</i>		X	X
Grande hespérie noire	-	Hespérie de Wallengren	<i>Pyrgus andromedæ</i>			X
Petite hespérie noire	<i>Pyrgus malvæ/malvoïdes / Spialia sertorius</i>	Hespérie des Sanguisorbes	<i>Spialia sertorius</i>		X	X
Hespérie orange	Grande hespérie orange	Sylvaine	<i>Ochlodes sylvanus</i>	X	X	X
Hespérie orange	Grande hespérie orange	Virgule	<i>Hesperia comma</i>		X	X
Hespérie orange	Petite hespérie orange	Actéon	<i>Thymelicus acteon</i>		X	X
Hespérie orange	Petite hespérie orange	Hespérie du Dactyle	<i>Thymelicus lineola</i>	X	X	X
Hespérie orange	Petite hespérie orange	Hespérie de la Houque	<i>Thymelicus sylvestris</i>	X	X	X
-	-	Apollon	<i>Parnassius apollo</i>			X

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
-	-	Semi-Apollon	<i>Parnassius mnemosyne</i>			X
Pays Basque = Flambé/Voilier blanc	-	Flambé	<i>Iphiclides podalirius</i>		X	X
Pays Basque = Flambé/Voilier blanc	-	Voilier blanc	<i>Iphiclides feisthamelii</i>			X
-	-	Machaon	<i>Papilio machaon</i>	X	X	X
Petite piéride blanche	<i>Leptidea sp.</i>	Piéride de la Moutarde	<i>Leptidea sinapis</i>	X	X	X
Petite piéride blanche	<i>Leptidea sp.</i>	Piéride de Réal	<i>Leptidea reali</i>	X	X	X
Citron indéterminé	-	Citron de Provence	<i>Gonepteryx cleopatra</i>		X	X
Citron indéterminé	-	Citron	<i>Gonepteryx rhamni</i>	X	X	X
Colias blanc	-	Candide	<i>Colias phicomone</i>			X
Colias blanc	<i>Colias alfacariensis / Colias crocea forme helice</i>	Fluoré	<i>Colias alfacariensis</i>		X	X
Colias blanc	<i>Colias alfacariensis / Colias crocea forme helice / Colias hyale</i>	Souffré	<i>Colias hyale</i>	X		
Si pas orange = Colias blanc	<i>Colias alfacariensis / Colias crocea forme helice</i>	Souci	<i>Colias crocea</i>	X	X	X
Petite piéride blanche	-	Aurore	<i>Anthocharis cardamines</i>	X		X
Petite piéride blanche	<i>Euchloe sp.</i>	Piéride des Biscutelles	<i>Euchloe crameri</i>	X	X	X
Petite piéride blanche	<i>Euchloe sp.</i>	Piéride du Simplon	<i>Euchloe simplonia</i>			X
Grande piéride blanche	-	Piéride du Vêlar	<i>Pontia callidice</i>			X
Grande piéride blanche	-	Marbré de vert	<i>Pontia daplidice</i>	X	X	X
Grande piéride blanche	-	Piéride du Chou	<i>Pieris brassicae</i>	X	X	X
Grande piéride blanche	-	Piéride de l'Ibérie	<i>Pieris manni</i>		X	X
Grande piéride blanche	-	Piéride du Navet	<i>Pieris napi</i>	X	X	X
Grande piéride blanche	-	Piéride de la Rave	<i>Pieris rapae</i>	X	X	X
Grande piéride blanche	-	Gazé	<i>Aporia crataegi</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	-	Lucine	<i>Hamearis lucina</i>	X		X
-	-	Thécla du Chêne	<i>Quercusia quercus</i>		X	
thecla marron	<i>Satyrium acaciae / ilicis</i>	thecla de l'Amarel	<i>Satyrium acaciae</i>		X	X
thecla marron	<i>Satyrium acaciae / ilicis</i>	Thécla de l'Yeuse	<i>Satyrium ilicis</i>	X	X	X
thecla marron	-	Thécla du Prunier	<i>Satyrium pruni</i>		X	
thecla marron	-	Thécla des Nerpruns	<i>Satyrium spini</i>		X	X
thecla marron	-	Thécla de l'Orme	<i>Satyrium w- album</i>	X	X	X
-	-	Thécla du Bouleau	<i>Thecla betulae</i>	X	X	
-	-	Thécla de la Ronce	<i>Callophrys rubi</i>	X	X	X
Grand cuivré	Montagne : <i>Lycaena alciphron / hippotoe</i>	Cuivré mauvin	<i>Lycaena alciphron</i>	X		X
Grand cuivré		Cuivré des marais	<i>Lycaena dispar</i>	X		

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
Grand cuivré	Montagne : <i>Lycaena alciphron</i> / <i>hippotoe</i>	Cuivré écarlate	<i>Lycaena hippotoe</i>			X
Petit cuivré	-	Cuivré commun	<i>Lycaena phlaeas</i>	X	X	X
Petit cuivré	-	Cuivré fuligineux	<i>Lycaena tityrus</i>	X	X	X
Grand cuivré	-	Cuivré de la Verge-d'or	<i>Lycaena virgaureae</i>			X
	<i>Leptotes</i> / <i>Lampides</i>	Azuré de la Luzerne	<i>Leptotes pirithous</i>	X	X	X
	<i>Leptotes</i> / <i>Lampides</i>	Azuré porte-queue	<i>Lampides boeticus</i>	X	X	X
Petit azuré marron	-	Brun des Pélargoniums	<i>Cacyreus marshalli</i>	X	X	X
Petit azuré bleu	<i>Cupido</i> sp.	Azuré de la faucille	<i>Cupido alcetas</i>	X	X	X
Petit azuré bleu	<i>Cupido</i> sp.	Azuré du Trêfle	<i>Cupido argiades</i>	X	X	X
Petit azuré bleu	<i>Cupido</i> sp.	Argus frêle	<i>Cupido minimus</i>		X	X
Grand azuré bleu	-	Azuré des Nerpruns	<i>Celastrina argiolus</i>	X	X	X
Grand azuré bleu	-	Azuré des Cytises	<i>Glaucopsyche alexis</i>		X	X
Grand azuré bleu	<i>Glaucopsyche</i> sp.	Azuré de la Badasse	<i>Glaucopsyche melanops</i>			X
Grand azuré bleu	-	Demi-Argus	<i>Cyaniris semiargus</i>	X	X	X
Grand azuré bleu	-	Azuré de la Pulmonaire	<i>Phengaris alcon</i>	X		
Grand azuré bleu	-	Azuré du Serpolet	<i>Phengaris arion</i>		X	X
Grand azuré bleu	-	Azuré de la Sanguisorbe	<i>Phengaris teleius</i>	X		
Petit azuré bleu	<i>Plebejus</i> sp.	Azuré de l'Ajonc	<i>Plebejus argus</i>	X	X	X
Petit azuré bleu	<i>Plebejus</i> sp.	Azuré du Genêt	<i>Plebejus idas</i>	X	X	X
Petit azuré bleu	<i>Plebejus</i> sp.	Azuré des Coronilles	<i>Plebejus argyrognomon</i>	X	X	
Grand azuré bleu	Azuré bleu électrique	Azuré de la Jarosse	<i>Polyommatus amandus</i>			X
Grand azuré bleu	<i>Lysandra bellargus</i> / <i>coridon</i> / <i>Polyommatus</i> OU <i>Lysandra bellargus</i> / <i>coridon</i>	Bel-Argus	<i>Lysandra bellargus</i>		X	X
Grand azuré bleu	<i>Lysandra bellargus</i> / <i>coridon</i> / <i>Polyommatus</i> OU <i>Lysandra bellargus</i> / <i>coridon</i>	Argus bleu-nacré	<i>Lysandra coridon</i>		X	X
Grand azuré bleu	-	Sablé du Sainfoin	<i>Polyommatus damon</i>			X
Grand azuré bleu	Azuré bleu électrique	Azuré du Mélilot	<i>Polyommatus dorylas</i>		X	X
Grand azuré bleu	Azuré bleu électrique	Azuré d'Eros	<i>Polyommatus eros</i>			X
Grand azuré bleu	<i>Polyommatus</i> sp.	Azuré d'Escher	<i>Polyommatus escheri</i>		X	X
Grand azuré bleu	<i>Lysandra bellargus</i> / <i>Polyommatus</i> OU <i>Polyommatus</i> sp.	Azuré de la Bugrane	<i>Polyommatus icarus</i>	X	X	X
Grand azuré bleu	<i>Polyommatus</i> sp.	Azuré de l'Esparcette	<i>Polyommatus thersites</i>		X	X

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
Petit azuré bleu	-	Azuré du Thym	<i>Pseudophilotes baton</i>		X	X
Petit azuré bleu	-	Azuré des Orpins	<i>Scolitantides orion</i>		X	
Petit azuré bleu	<i>Argus sp.</i>	Argus brun	<i>Aricia agestis</i>	X	X	X
Petit azuré bleu	<i>Argus sp.</i> OU <i>Aricia agestis / montensis</i>	Argus andalou	<i>Aricia montensis</i>			X
Petit azuré bleu	<i>Argus sp.</i>	Argus de la Sanguinaire	<i>Eumedonia eumedon</i>			X
Petit azuré bleu	<i>Agriades glandon / pyrenaica</i>	Azuré des Soldanelles	<i>Agriades glandon</i>			X
Petit azuré bleu	<i>Agriades glandon / pyrenaica</i>	Azuré de l'Androsace	<i>Agriades pyrenaica</i>			X
Petit nymphalidé noir et blanc	-	Petit Sylvain	<i>Limenitis camilla</i>	X	X	X
Petit nymphalidé noir et blanc	-	Sylvain azuré	<i>Limenitis reducta</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Petite Violette	<i>Boloria dia</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Grand collier argenté	<i>Boloria euphrosyne</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Petit collier argenté	<i>Boloria selene</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Nacré subalpin	<i>Boloria pales</i>			X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Petit Nacré	<i>Issoria lathonia</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Nacré de la Ronce	<i>Brenthis daphne</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Nacré de la Filipendule	<i>Brenthis hecate</i>		X	
Petit nymphalidé orange	Petit nacré	Nacré de la Sanguisorbe	<i>Brenthis ino</i>	X		X
Grand nymphalidé orange	Moyen / Grand Nacré / Chiffre	Moyen Nacré	<i>Fabriciana adippe</i>	X	X	X
Grand nymphalidé orange	Moyen / Grand Nacré / Chiffre	Grand Nacré	<i>Speyeria aglaja</i>	X	X	X
Grand nymphalidé orange	Moyen / Grand Nacré / Chiffre	Chiffre	<i>Fabriciana niobe</i>		X	X
Grand nymphalidé orange	Tabac d'Espagne / Cardinal	Cardinal	<i>Argynnis pandora</i>			X
Grand nymphalidé orange	Tabac d'Espagne / Cardinal	Tabac d'Espagne	<i>Argynnis paphia</i>		X	X
Grand nymphalidé noir et blanc	<i>Apatura sp.</i>	Grand Mars changeant	<i>Apatura iris</i>	X	X	X
Grand nymphalidé noir et blanc	<i>Apatura sp.</i>	Petit Mars changeant	<i>Apatura ilia</i>	X		X
-	-	Morio	<i>Nymphalis antiopa</i>	X	X	X
Grand nymphalidé orange	Tortue	Grand Tortue	<i>Nymphalis polychloros</i>		X	X
Grand nymphalidé orange	Tortue	Petite Tortue	<i>Aglais urticae</i>	X	X	X
Grand nymphalidé sombre	Paon-du-jour / Vulcain	Paon-du-jour	<i>Aglais io</i>	X	X	X
Grand nymphalidé sombre	Paon-du-jour / Vulcain	Vulcain	<i>Vanessa atalanta</i>	X	X	X
Grand nymphalidé orange	-	Belle-Dame	<i>Vanessa cardui</i>	X	X	X

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
Grand nymphalidé orange	-	Robert-le-Diable	<i>Polygonia c-album</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange OU Petit nymphalidé noir et blanc	-	Carte géographique	<i>Araschnia levana</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	-	Damier de la Succise	<i>Euphydryas aurinia</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	-	Mélitée du Plantain	<i>Melitaea cinxia</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	<i>Melitaea athalia / nevadensis / parthenoides</i>	Mélitée du Mélampyre	<i>Melitaea athalia</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	<i>Melitaea athalia / nevadensis / parthenoides</i>	Mélitée de Fruhstorfer	<i>Melitaea nevadensis</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	<i>Melitaea parthenoides / deione / phoebe</i>	Mélitée des Linaires	<i>Melitaea deione</i>		X	X
Petit nymphalidé orange	<i>Melitaea athalia / nevadensis / parthenoides</i> OU <i>Melitaea parthenoides / deione / phoebe</i>	Mélitée des Scabieuses	<i>Melitaea parthenoides</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	-	Mélitée noirâtre	<i>Melitaea diamina</i>	X		X
Petit nymphalidé orange	-	Mélitée orangée	<i>Melitaea didyma</i>	X	X	X
Petit nymphalidé orange	<i>Melitaea deione / phoebe</i>	Mélitée des Centaurées	<i>Melitaea phoebe</i>	X	X	X
Mégères et voisins	<i>Lasiommata sp.</i>	Némusien / Arianne	<i>Lasiommata maera</i>		X	X
Mégères et voisins	<i>Lasiommata sp.</i>	Satyre / Mégère	<i>Lasiommata megera</i>	X	X	X
Mégères et voisins	<i>Lasiommata sp.</i>	Gorgone	<i>Lasiommata petropolitana</i>			X
Mégères et voisins	-	Tircis	<i>Pararge aegeria</i>	X	X	X
Petit coenonympha	-	Céphale	<i>Coenonympha arcania</i>		X	X
Grand nymphalidé sombre	<i>Aphantopus hyperantus / Coenonympha oedippus</i>	Fadet des Laïches	<i>Coenonympha oedippus</i>	X		
Petit coenonympha	-	Fadet commun	<i>Coenonympha pamphilus</i>	X	X	X
-	-	Demi-Deuil	<i>Melanargia galathea</i>	X	X	X
-	-	Amaryllis	<i>Pyronia tithonus</i>	X	X	X
Grand nymphalidé sombre	-	Myrtil	<i>Maniola jurtina</i>	X	X	X
Grand nymphalidé sombre	<i>Aphantopus hyperantus / Coenonympha oedippus</i>	Tristan	<i>Aphantopus hyperantus</i>	X		
Petit moiré	<i>Erebia arvernensis / E. rondoui</i>	Moiré lustré	<i>Erebia arvernensis</i>			X
Petit moiré	<i>Erebia arvernensis / E. rondoui</i>	Moiré de Rondou	<i>Erebia rondoui</i>			X

Niveau 1	Niveau 2	Nom vernaculaire	Nom latin	LH	Coteaux	Montagne
Petit moiré	Moiré très sombre	Moiré de la Canche	<i>Erebia epiphron</i>			X
Grand moiré	-	Moiré frange-pie	<i>Erebia euryale</i>			X
Petit moiré	-	Moiré chamoisé	<i>Erebia gorge</i>			X
Grand moiré	-	Moiré pyrénéen	<i>Erebia gorgone</i>			X
Grand moiré	Moiré très sombre	Moiré cantabrique	<i>Erebia lefebvrei</i>			X
Grand moiré	Moiré très sombre	Moiré variable	<i>Erebia manto</i>			X
Grand moiré	-	Moiré des fétuques	<i>Erebia meolans</i>			X
Grand moiré	Moiré très sombre	Moiré des luzules	<i>Erebia oeme</i>			X
Grand moiré	-	Moiré fontinal	<i>Erebia pronoe</i>			X
Grand moiré	-	Moiré andorran	<i>Erebia sthenno</i>			X
Grand moiré	-	Moiré printannier	<i>Erebia triarius</i>			X
Grand nymphalidé noir et blanc	<i>Hipparchia alcyone / fagi</i>	Petit Sylvandre	<i>Hipparchia alcyone</i>			X
Grand nymphalidé noir et blanc	<i>Hipparchia alcyone / fagi</i>	Sylvandre	<i>Hipparchia fagi</i>		X	X
Grand nymphalidé noir et blanc	<i>Hipparchia semele / Arethusana</i>	Agreste	<i>Hipparchia semele</i>		X	
Grand nymphalidé sombre	-	Faune	<i>Hipparchia statilinus</i>		X	
Grand nymphalidé noir et blanc	<i>Chazara / Brintesia / Hipparchia</i>	Hermite	<i>Chazara briseis</i>		X	
Grand nymphalidé sombre	<i>Satyrus / Minois</i>	Grande Coronide	<i>Satyrus ferula</i>		X	
Mégères et voisins	<i>Hipparchia semele / Arethusana OU Arethusana arethusana / boabdil</i>	Mercure	<i>Arethusana arethusana</i>		X	
Mégères et voisins	<i>Hipparchia semele / Arethusana OU Arethusana arethusana / boabdil</i>	?	<i>Arethusana boabdil</i>		X	X
Grand nymphalidé noir et blanc	-	Silène	<i>Brintesia circe</i>		X	
Grand nymphalidé sombre	<i>Satyrus / Minois</i>	Grand Nègre des bois	<i>Minois dryas</i>	X	X	X













## Annexe 14. Fiche de terrain du suivi Vipère péliade

### Fiche de terrain suivi Péliade Auvergne : Protocole ORA 2017

Région : Auvergne :  Autre :  Préciser :

Méthode : A vue

Site : ..... Transect N° : ..... Longueur transect : .....

Prospecteur (s): ..... Date : ...../...../.....

N° de passage sur le transect : .....

Heure début transect : ..... Heure fin transect : .....

Température au début du transect: .....°C (à relever sur météociel <http://www.meteociel.fr>)

Météo : Ensoleillé  Belles éclaircies  Nuageux prédominant  Très nuageux

Orageux  Pluvieux  Ciel voilé

Vent: Nul  Léger  Moyen  Fort

Transect					
ESPECES	Age (*)	1er tiers du transect	2ème tiers du transect	3eme tiers du transect	Hors protocole (à positionner sur plan)
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
	<i>Juvenile</i>				
	<i>Adulte</i>				
Indéterminé	<i>lézard</i>				
	<i>serpent</i>				

Commentaire général :

.....  
 .....  
 .....  
 .....

## Annexe 15. Typologie des habitats POPReptile

Il s'agit de décrire l'habitat dominant sur **deux bandes de 30m de large environ** de part et d'autre du transect. La description d'habitats est réalisée **indépendamment** pour chaque côté du transect. En effet, selon les milieux, les habitats peuvent être différents (certains milieu bordier) ou bien identiques.



Nous proposons une classification générale pour identifier les habitats (classification EUNIS, [http://inpn.mnhn.fr/docs/ref\\_habitats/EUNIS\\_trad\\_francais.pdf](http://inpn.mnhn.fr/docs/ref_habitats/EUNIS_trad_francais.pdf)).

Cette classification a une structure hiérarchique fondée sur 10 grands types de milieux auxquels s'ajoute une classe (X : complexe d'habitat). Nous proposons de se limiter au aux niveaux 1 & 2. Certaines unités d'habitat sont hors champs (A : Habitat marins) ou bien s'appliquent pour un transect situé sur une interface d'habitats différents (par exemple un transect situé en bordure d'un fleuve)

Note: l'habitat dominant (principal) est également demandé à titre informatif à l'échelle de l'aire suivie

## **CLASSIFICATION DES HABITATS (Niveaux 1 & 2)**

### **B - HABITATS CÔTIERS**

**B1** DUNES CÔTIÈRES ET RIVAGES SABLEUX

**B2** GALETS CÔTIERS

**B3** FALAISES, CORNICHES ET RIVAGES ROCHEUX

### **C - EAUX DE SURFACE CONTINENTALES**

**C1** EAUX DORMANTES DE SURFACE

**C2** EAUX COURANTES DE SURFACE

**C3** ZONES LITTORALES DES EAUX DE SURFACE CONTINENTALES

### **D - TOURBIÈRES HAUTES ET BAS MARAIS**

**D1** TOURBIÈRES HAUTES ET TOURBIÈRES DE COUVERTURE

**D2** TOURBIÈRES DE VALLÉES BAS MARAIS ACIDES ET TOURBIÈRES DE TRANSITION

**D4** BAS MARAIS RICHES EN BASES ET TOURBIÈRES DES SOURCES CALCAIRES

**D5** ROSELIÈRES SÈCHES ET CARIÇAIES NORMALEMENT SANS EAU LIBRE

**D6** MARAIS CONTINENTAUX SALÉS ET SAUMÂTRES ET ROSELIÈRES

### **E - PRAIRIES TERRAINS DOMINÉS PAR DES HERBACÉES NON GRAMINOÏDES, DES MOUSSES OU DES LICHENS**

**E1** PELOUSES SÈCHES

**E2** PRAIRIES MÉSIQUES

**E3** PRAIRIES HUMIDES ET PRAIRIES HUMIDES SAISONNIÈRES

**E4** PELOUSES ALPINES ET SUBALPINES

**E5** OURLETS, CLAIRIÈRES FORESTIÈRES ET PEUPELEMENTS DE GRANDES HERBACÉES NON GRAMINOÏDES

**E6** STEPPES SALÉES CONTINENTALES

**E7** PRAIRIES PEU BOISÉES

### **F - LANDES, FOURRÉS ET TOUNDRAS**

**F2** FOURRÉS ARCTIQUES, ALPINS ET SUBALPINS

**F3** FOURRÉS TEMPÉRÉS ET MÉDITERRANÉO-MONTAGNARDS

**F4** LANDES ARBUSTIVES TEMPÉRÉES

**F5** MAQUIS, MATORRALS ARBORESCENTS ET FOURRÉS THERMO-MÉDITERRANÉENS

**F6** GARRIGUES

**F7** LANDES ÉPINEUSES MÉDITERRANÉENNES (PHRYGANES, LANDES-HÉRISSON ET VÉGÉTATION APPARENTÉE DES FALAISES LITTORALES)

**F9** FOURRÉS RIPICOLES ET DES BAS MARAIS

**FA** HAIES

**FB** PLANTATIONS D'ARBUSTES

**G - BOISEMENTS, FORÊTS ET AUTRES HABITATS BOISÉS**

**G1** FORÊTS DE FEUILLUS CADUCIFOLIÉS

**G2** FORÊTS DE FEUILLUS SEMPERVIRENTS

**G3** FORÊTS DE CONIFÈRES

**G4** FORMATIONS MIXTES D'ESPÈCES CADUCIFOLIÉES ET DE CONIFÈRES

**G5** ALIGNEMENTS D'ARBRES, PETITS BOIS ANTHROPIQUES, BOISEMENTS RÉCEMMENT ABATTUS, STADES INITIAUX DE BOISEMENTS ET TAILLIS

**H - HABITATS CONTINENTAUX SANS VÉGÉTATION OU À VÉGÉTATION CLAIRSEMÉE**

**H1** GROTTES, SYSTÈMES DE GROTTES, PASSAGES ET PLANS D'EAU SOUTERRAINS TERRESTRES

**H2** ÉBOULIS

**H3** FALAISES CONTINENTALES, PAVEMENTS ROCHEUX ET AFFLEUREMENTS ROCHEUX

**H4** HABITATS DOMINÉS PAR LA NEIGE OU LA GLACE

**H5** HABITATS CONTINENTAUX DIVERS SANS VÉGÉTATION OU À VÉGÉTATION CLAIRSEMÉE

**H6** RELIEFS VOLCANIQUES RÉCENTS

**I - HABITATS AGRICOLES, HORTICOLES ET DOMESTIQUES RÉGULIÈREMENT OU RÉCEMMENT CULTIVÉS**

**I1** CULTURES ET JARDINS MARAÎCHERS

**I2** ZONES CULTIVÉES DES JARDINS ET DES PARCS

**J - ZONES BÂTIES, SITES INDUSTRIELS ET AUTRES HABITATS ARTIFICIELS**

**J1** BÂTIMENTS DES VILLES ET DES VILLAGES

**J2** CONSTRUCTIONS À FAIBLE DENSITÉ

**J3** SITES INDUSTRIELS D'EXTRACTION

**J4** RÉSEAUX DE TRANSPORT ET AUTRES ZONES DE CONSTRUCTION À SURFACE DURE

**J5** PLANS D'EAU CONSTRUITS TRÈS ARTIFICIELS ET STRUCTURES CONNEXES

**J6** DÉPÔTS DE DÉCHETS

## Annexe 16. Typologie simplifiée des milieux POPReptile

La classification des habitats offre une résolution insuffisante pour décrire les lieux de vie des reptiles. Par exemple, la présence de "placettes" d'insolation (végétation basse) à proximité du couvert végétal ou d'abris, est généralement essentielle aux lézards et serpents. Des milieux trop fermés ou trop ouverts sont souvent défavorables.

Il est donc important de définir le milieu **sur lequel un transect est positionné**. L'espace considéré ici correspond à **une largeur de 3m environ** de part et d'autre de la ligne de transect)

Nous proposons (**annexe 3**) une classification simplifiée en 5 types de milieux selon la structure de la végétation et la présence de placettes d'insolation:

- a) **Milieux linéaires ou « bordiers »** (haies, lisières, écotones)  
En général de nombreuses placettes d'insolations.
- b) **Milieux « en mosaïque » à végétale basse**. La végétation la plus haute est généralement inférieure à 1,5m. Milieux en *patch* offrant des zones d'interface et placettes d'insolations.
- c) **Milieux à « en mosaïque » à végétation haute**. La végétation la plus haute est généralement supérieure à 2m. Milieux en *patch* offrant des zones d'interface et placettes d'insolations.
- d) **Milieux à structuration végétale homogène** (par exemple des boisements, landes, pelouses, maquis, garrigue peu structurés, c'est à dire avec une classe de végétation dominante et une hauteur assez constante). Dans ce type de milieu, si la végétation est >50cm les observations à vue peuvent devenir difficiles.
- e) **Milieux « Anthropiques »** : proximité de bâtiment, ruines

Note : des illustrations des différents milieux seront mises en ligne pour faciliter l'identification

---

**a) Transect sur un milieu linéaire (ou « bordier »):**

---

il s'agit de milieux avec une interface linéaire facilement identifiable.

- Définir la nature de l'interface :

- 1) Lisière intra-forestière
  - 2) Lisière périphérie forestière
  - 3) Haie bocagère
  - 4) Muret entre parcelle
  - 5) Talus entre parcelle
  - 6) Bord de chemin ou bord de route
  - 7) Voie de chemin de fer
  - 8) Bord de canal ou rivière
  - 9) Périphérie étang ou mare ou marais
-

### **Transect dans un milieu non linéaire**

Par opposition au précédent, il s'agit de milieux qui sont spatialement plus étendus car non limité à un linéaire facilement identifiables. Leur description est plus complexe mais le point important est de décrire la présence de structuration favorable aux observations (placettes d'insolation).

---

### **b) Milieux « en mosaïque » à végétale basse.**

---

Ce type de milieu est structuré en "patch" combinant des zones ouvertes et d'autres plus fermées. Ces milieux changements de hauteur végétations et des zones d'interfaces (pied de buisson, ronciers, arbrisseaux)

La végétation la plus haute est généralement inférieure à 1,5m.

Evaluer l'hétérogénéité de la végétation :

- 1) « mosaïque ouvert » combine de grandes zones ouvertes (sol ou strate herbacé basse visible) avec quelques zones plus fermées (sous abrisseau, arbrisseau, arbuste)
- 2) « mosaïque intermédiaire » : combine équitablement des zones ouvertes (sol ou strate herbacé basse visible) et plus fermées (herbacé haute, sous arbrisseaux, arbrisseaux, arbustes)
- 3) « mosaïque fermée » constitué de grandes zones fermées avec quelques zones plus ouvertes (sol ou strate herbacé basse visible)

---

### **C) Milieux à « en mosaïque » à végétation haute.**

---

Ce type de milieu est structuré en "patch" combinant des zones ouvertes et d'autres plus fermées. Ces milieux changent de hauteur végétations et des zones d'interfaces (pied de buisson, ronciers, arbrisseaux).

Ils sont comparables aux précédents mais la végétation la plus haute est généralement supérieure à 2m. Ces milieux sont donc généralement plus fermés.

Evaluer l'hétérogénéité de la végétation :

- 1) « mosaïque ouvert » combine de grandes zones ouvertes (sol ou strate herbacé basse visible) avec quelques zones plus fermées (arbrisseau, arbuste, arbres)
- 2) « mosaïque intermédiaire » : combine équitablement des zones ouvertes (sol ou strate herbacé basse visible) et plus fermées (arbrisseaux, arbustes, arbres)
- 3) « mosaïque fermée » constitué de grandes zones fermées (arbrisseau, arbuste, arbres) avec quelques zones plus ouvertes (sol ou strate herbacé basse visible)

---

### **D) Transect sur un milieu à structuration végétale homogène**

---

Ce type de milieu est associé à une végétation de structure homogène avec une strate dominante. Il n'existe pas de changement net dans la structure de la végétation.

Il est important d'évaluer la hauteur moyenne de la végétation reptiles.

- Evaluer la hauteur de la végétation :
  - 1) Milieu fermé arboré (arbre de haut jet)
  - 2) Milieu fermé non-arboré (arbuste, arbrisseaux < 4m)
  - 3) Milieu ouvert à végétation haute (1-2m, arbrisseaux-sous arbrisseaux)
  - 4) Milieu ouvert à végétation moyenne (50cm-1m, arbrisseaux-sous arbrisseaux, herbacées haute)
  - 5) Milieu ouvert à végétation basse (herbacée < 50cm)

Note: les prospections sont souvent plus difficiles dans les milieux homogènes. Les catégories 1 et 2 sont souvent trop peu exposés si la végétation est dense. Les milieux 3, 4 & 5 sont plus ouverts et donc plus favorables mais la détection à vue est assez difficile (pas de placette d'insolation). L'étude de ces milieux est cependant intéressante.

---

## **E) Milieux Anthropiques**

---

Ce type de milieu très différents des précédents est associé aux activités humaines. Nous incluons ici différents cas de figures.

- Evaluer le type de structure :
  - 1) habitation, ruines
  - 2) bâtiments agricoles, infrastructure industrielle
  - 3) zones de stockage/ déchets
  - 4) autres (définir)
  
- Evaluer la fréquentation humaine:
  - 1) Importante
  - 2) Ponctuelle
  - 3) absente ou rare

# Annexe 17. Fiche de relevés des communautés végétales de lagunes (transect)



Conservatoire Botanique National  
SUD-ATLANTIQUE

## Suivi d'état de conservation : Les HIC des lagunes du plateau landais

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique  
Domaine de Certes – 33980 AUDENGE – Tél. : 05 57 76 18 07 – Courriel : contact@cbnsa.fr  
Site de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine (DBV) : www.ofsa.fr

Version 1 –  
16/08/2017

**1 IDENTIFIANT source (champs obligatoires)**

Nom(s) (Organisme) : .....

Programme : .....

**IDENTIFIANT relevé**

Date : ..... / ..... / .....

N° du transect (AA00) : .....T

**LOCALISATION (champs obligatoires)**

Code lagune : ..... Département : ..... Commune : ..... Lieu-dit : .....

Coord. GPS (WGS 84) : N..... E / W (Entourer la bonne position) : ..... Code pointage : ..... Précision (m) : .....

N° photo(s) : ..... Précisions géographiques : .....

**2 CARACTERISTIQUES DE LA LAGUNE**

Surface totale (m<sup>2</sup>) : ..... Surface de sol nu (%) : ..... Surface de végétation (%) : .....

Pente moyenne :  < 1°  1 à 6°  6 à 27°  27 à 45°  45 à 70°  > 70°

Lagune coalescente :  Oui  Non      Forme :  Ronde  Ovale  Autre : .....

Organisation spatiale :  Isolée  En chapelet  En réseau dense  En réseau lâche

Niveau d'eau :  exondée  engorgée  en eau : profondeur (m) : ..... Acidité (pH) : ..... Réaction HCl :  Oui  Non  Non testée

Conductivité 1 (S.m<sup>-1</sup>) : ..... Localisation de la mesure : .....

Conductivité 2 (S.m<sup>-1</sup>) : ..... Localisation de la mesure : .....

Conductivité 3 (S.m<sup>-1</sup>) : ..... Localisation de la mesure : .....

Type de sol (à ordonner) :  Tourbeuse  Vaseuse  Sableuse  Limoneuse

Type de dune :  Dune ancienne  Dune moderne  Aucune      Acidité :  Acidiphile  Acidicline  Neutrophile  Basophile

Occupation du pourtour de la lagune :  Coupe rase récente  Coupe rase ancienne  Pinède <2m  Pinède > 2m  Culture

Forêt de feuillus  Zone urbaine  Autre : .....

**3 GEOLOCALISATION DU TRANSECT**

Longueur totale du transect (m) : ..... Nombre de quadrat : .....

Intervalle entre quadrats :  variable  Fixe      Précisions : .....

	Coordonnées GPS (WGS 84)	Précision (+-m)
Repère fixe supérieur		
Repère fixe inférieur		
Distance entre repères fixes (m)		

Situation(s) atypique(s) non évitée(s) : .....



Code de l'habitat ou du syntaxon	Habitat ou syntaxon	Distance au repère supérieur (m)	Distance au repère inférieur (m)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

TYPOLOGIE PROVISOIRE DES HABITATS DES LAGUNES DU PLATEAU LANDAIS

Végétations d'intérêt communautaire :		Végétations non d'intérêt communautaire :	
<b>3110 : Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses Littorelletalia uniflorae</b>			
<i>Elodea palustris - Sparganium</i>	Gazons amphibies vivaces oligotrophes atlantiques	<i>Eleocharis malicaulis, E. acicularis, Littorella uniflora, Hypericum elodes, Isolepis fluitans, Baldella repens, Juncus bulbosus, J. heterophyllus, Potamogeton polygonifolius, Ptilularia globulifera...</i>	<i>Nymphaea alba, Nuphar lutea, Potamogeton natans, Polygonum amphibium</i>
<b>3130 : Eaux stagnantes, oligo- mésotrophes Littorelletalia uniflorae et/ou Isoetes-Nanojuncetea</b>			
<i>Cicendion filiformis</i>	Gazons amphibies annuels oligotrophes atlantiques	<i>Cicendia filiformis, Eaculum pusillum, Juncus capitatus, Anagallis minima, Juncus pygmaeus, Lythrum hyssopifolia</i>	<i>Nymphaea crux-galli, Nannium du. Sp., Bidens frondosa, Cirsium littorale, Persicaria lapathifolia, Atriplex prostrata, A. patula</i>
<i>Nanocyperion flavescens</i>	Gazons amphibies annuels oligotrophes atlantiques d'influence continentale	<i>Cyperus flavescens, C. fuscus, Gypsophila muralis, Gnaphalium oligosum...</i>	<i>Bidens cernuus, Bidens connata, Ranunculus sceleratus, Bidens cernuus, Leersia oryzoides, Persicaria hydropiper</i>
<i>Eleochariton saloniensis</i>	Gazons amphibies annuels mésotrophes à eutrophiles	<i>Eleocharis hexandra, Lindernia dubia, Rorippa palustris...</i>	
<b>3140 : Eaux oligo- mésotrophes calcaires avec végétation benthique à Characeae</b>			
<i>Nitellon flexilis</i>	Herbiers pionniers à Characeae	<i>Nitella gracilis, Nitella translucens, Chara fragilera</i>	
<b>3150 : Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou Hydrocharitton</b>			
<i>Potamion pectinatus</i>	Herbiers enracinés mésotrophes à eutrophiles	<i>Potamogeton pectinatus, P. gramineus, P. berchardii, P. crispus, P. lucens, P. gramineus, Elodea du. sp...</i>	
<i>Lemna minoris</i>	Herbiers non enracinés flottants eutrophiles	<i>Lemna minor, Spirodela polyrrhiza, Lemna minuta...</i>	
<i>Lemna trisulcata - Salvinia natans</i>	Herbiers non enracinés flottants mésotrophes	<i>Lemna trisulca, Riccia fluitans, Ricciocarpus natans</i>	
<i>Hydrocharitton marsus - ranae</i>	Herbiers mésotrophes à eutrophiles flottants entre deux eaux	<i>Utricularia australis, Ceratophyllum demersum (non enraciné)</i>	
<b>3160 : Lacs et mares dystrophes naturels</b>			
<i>Utricularietalia intermedia - minoris</i>	Végétations immergées des gouilles et des chenaux des tourbières	<i>Utricularia minor, U. ochroleuca, U. intermedia, Sphagnum cuspidatum</i>	
<b>4020* : Landes humides atlantiques tempérées à Erica ciliaris et Erica tetralix</b>			
<i>Ulici minoris - Ericenion ciliaris p.p.</i>	Landes mésohygrophiles à hygrophiles	<i>Erica tetralix, E. ciliaris, Myrica gale, Genista anglica</i>	
<b>4030 : Landes sèches européennes</b>			
<i>Ulici minoris - Ericenion ciliaris p.p.</i>	Landes mésohygrophiles à mésophiles	<i>Erica tetralix, E. ciliaris, E. cinerea, Pycnodanthus longifolium</i>	
<i>Ulicenion minoris</i>	Landes mésophiles à xérophiles	<i>Erica cinerea, Cistus alysoides, C. umbellatus...</i>	
<b>6410 : Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux à Molinion caerulea</b>			
<i>Juncion acutiflori</i>	Prés paratourbeux	<i>Molinia caerulea, Carex viridula, Agrostis canina, Carex verticillata-inundata, Lobelia urens, Carex verticillata, Juncus acutiflorus, Veronica scutellata...</i>	
<b>7110* : Tourbières hautes actives</b>			
<i>Oxycocco palustris - Ericenion tetralicis</i>	Végétations de haut-marais	<i>Sphagnum magellanicum, S. rubellum, S. jubnites, Narthecium ossifragum, Drosera rotundifolia...</i>	
<b>7150 : Dépressions sur substrats tourbeux du Rhynchosporion</b>			
<i>Rhynchosporion albae</i>	Pelouse de gouille de cicatrization	<i>Rhynchospora fusca, R. alba, Drosera intermedia</i>	
<b>7210* : Marais calcaires à Cladium mariscus et espèces du Caricion davallianae</b>			
<i>Cladium marisci</i>	Cladiales	<i>Cladium mariscus</i>	

# Annexe 18. Fiche de relevé des communautés végétales de lagunes (Diagnostic)



**Conservatoire Botanique National**  
**SUD-ATLANTIQUE**

## Évaluation d'état de conservation : les HIC des lagunes du plateau landais

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique

Domaine de Certes – 33980 AUDENGE – Tél. 05 57 76 18 07 – Courriel : [contact@cbnsa.fr](mailto:contact@cbnsa.fr)

Site de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine (OBV) : [www.ofsa.fr](http://www.ofsa.fr)

Version du 21/08/2017

---

**1 IDENTIFIANT source (champs obligatoires)**

Nom(s) (Organisme) : .....

Programme : .....

**IDENTIFIANT relevé**

Date : ..... / ..... / .....

N° du suivi (AA00) : ..... **S**

---

**LOCALISATION (champs obligatoires)**

Code lagune : ..... Département : ..... Commune : ..... Lieu-dit : .....

Coord. GPS (WGS 84) : N..... E / W (Entourer la bonne position): ..... Code pointage : ..... Précision (m) : .....

N° photo(s) : ..... Précisions géographiques : .....

---

**2 CARACTERISTIQUES DE LA LAGUNE**

Surface totale (m<sup>2</sup>) : ..... Surface de sol nu (%) : ..... Surface de végétation (%) : .....

Pente moyenne :  < 1°  1 à 6°  6 à 27°  27 à 45°  45 à 70°  > 70°

Lagune coalescente :  Oui  Non      Forme :  Ronde  Ovale  Autre : .....

Organisation spatiale :  Isolée  En chapelet  En réseau dense  En réseau lâche

Niveau d'eau :  Exondée  Engorgée  En eau : profondeur (m) : ..... Acidité (pH) : ..... Réaction HCl :  Oui  Non  Non testée

Conductivité 1 (S.m<sup>-3</sup>) : ..... Localisation de la mesure : .....

Conductivité 2 (S.m<sup>-3</sup>) : ..... Localisation de la mesure : .....

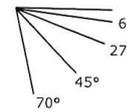
Conductivité 2 (S.m<sup>-3</sup>) : ..... Localisation de la mesure : .....

Type de sol (à ordonner) :  Tourbeuse  Vaseuse  Sableuse  Limoneuse

Type de dune :  Dune ancienne  Dune moderne  Aucune      Acidité :  Acidiphile  Acidicline  Neutrophile  Basophile

Occupation du pourtour de la lagune :  Coupe rase récente  Coupe rase ancienne  Pinède <2m  Pinède > 2m  Culture

Forêt de feuillus  Zone urbaine  Autre : .....



---

**6 EVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION DE LA LAGUNE**

Eclairement :  Ombre  Demi-ombre  Lumière

Dépôts de matériaux :  Non  Organique : ..... Surface (%) : .....

Inorganique : ..... Surface (%) : .....

Pompage :  Oui  Non      Surface mise en culture / Destruction (%) : .....

Fossé :  Oui  Non      Profondeur (m) : ..... Connecté :  Oui  Non      Distance (m) : .....

Creusement :  Oui  Non      Surface impactée (%) : .....  H  X

Comblement :  Oui  Non      Surface impactée (%) : .....  H  X

Passage d'engins :  Oui  Non      Surface impactée (%) : .....  H  X

Impact de la faune :  Retournement par les sangliers      Surface (%) : .....  H  X

Abroutissement des végétaux  Présence d'écrevisses américaines  Non évalué

Remarques générales :       Présence de ragondins  Présence de poissons exotiques

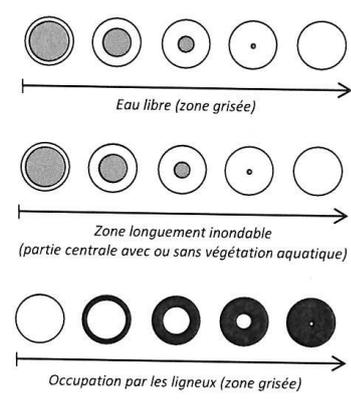
.....

.....

.....

.....

**Niveau d'évolution (colmatage/atterrissement) :**



Eau libre (zone grisée)

Zone longuement inondable (partie centrale avec ou sans végétation aquatique)

Occupation par les ligneux (zone grisée)

4

## RELEVÉ DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES (géosymphytosociologie)

Alliance phytosociologique	Communautés aquatiques	Carrière caractéristique (barrer les taxons absents)	Association végétale (à compléter si possible)	Rec. (%)	* Code indice d'agrégation	Com. basale	Com. fragmentaire	Com. Dérivée	Id. relevé phyt. associé
Surface exempte de végétation									
<b>3110 : Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses Littorelletalia uniflorae</b>									
<i>Elodea palustris - Sparganium 1</i>	Gazon amphibie vivace oligotrophile atlantique	<i>Eleocharis multicaulis, E. acicularis, Littorella uniflora, Hypericum elodes, Isalepis fluitans, Baldella repens, Juncus bulbosus, J. heterophyllus, Potamogeton polygonifolius, Ptilularia globulifera, ...</i>							
<i>Elodea palustris - Sparganium 2</i>	Gazon amphibie vivace oligotrophile atlantique	<i>Eleocharis multicaulis, E. acicularis, Littorella uniflora, Hypericum elodes, Isalepis fluitans, Baldella repens, Juncus bulbosus, J. heterophyllus, Potamogeton polygonifolius, Ptilularia globulifera, ...</i>							
<i>Elodea palustris - Sparganium 3</i>	Gazon amphibie vivace oligotrophile atlantique	<i>Eleocharis multicaulis, E. acicularis, Littorella uniflora, Hypericum elodes, Isalepis fluitans, Baldella repens, Juncus bulbosus, J. heterophyllus, Potamogeton polygonifolius, Ptilularia globulifera, ...</i>							
<b>3130 : Eaux stagnantes, oligo-mésotrophes Littorelletalia uniflorae et/ou Isoeto-Nanojuncetea</b>									
<i>Cicendian filiformis</i>	Gazon amphibie annuel oligotrophile atlantique	<i>Cicendia filiformis, Exaculum pusillum, Juncus capitatus, Lysimachia minima, Juncus pygmaeus, Lythrum hyssopifolia</i>							
<i>Nanocyperion flavescens</i>	Gazon amphibie annuel oligotrophile atlantique	<i>Cyperus flavescens, Cyperus fuscus, Gypsophila muralis, Gnaphalium uliginosum, ...</i>							
<i>Eleochariton soloniensis</i>	Gazon amphibie annuel oligotrophile atlantique	<i>Elatine hexandra, Lindernia dubia, Rorippa palustris, ...</i>							
<b>3140 : Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à Characeae</b>									
<i>Nitellion flexilis</i>	Herbier pionnier à Characées	<i>Nitella gracilis, N. translucens, Chara fragifera</i>							
<b>3150 : Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou Hydrocharition</b>									
<i>Potamion pectinatus</i>	Herbier enraciné mésotrophile à eutrophile	<i>Potamogeton pectinatus, P. berchtoldii, P. crispus, P. lucens, P. gramineus, Elodea div. sp., ...</i>							
<i>Lemnon minoris</i>	Herbier non enraciné flottant eutrophile	<i>Lemna minor, L. minuta, Spirodela polyrrhiza, ...</i>							
<i>Lemna trisulcae - Salvinion notantis</i>	Herbier non enraciné flottant mésotrophile	<i>Lemna trisulca, Riccia fluitans, Ricciocarpos natans</i>							
<i>Hydrocharition morsus - ranae</i>	Herbier mésotrophile à eutrophile flottant entre deux eaux	<i>Utricularia australis, Ceratophyllum demersum (non enraciné)</i>							
<b>3160 : Lacs et mares dystrophes naturels</b>									
<i>Utricularietalia intermedia - minoris</i>		<i>Utricularia minor, U. ochroleuca, U. intermedia</i>							
<b>4020* : Landes humides atlantiques tempérées à Erica ciliaris et Erica tetralix</b>									
<i>Ulici minoris - Ericenion ciliaris p.p.</i>	Landes méschyrophile à hygrophile	<i>Erica tetralix, E. ciliaris, Myrica gale, Genista anglica</i>							
<b>4030 : Landes sèches européennes</b>									
<i>Ulici minoris - Ericenion ciliaris p.p.</i>	Landes méschyrophile	<i>Erica tetralix, E. ciliaris, E. cinerea, Pseudarrhenatherum longifolium, ...</i>							
<i>Ulicenion minoris</i>	Landes mésophile à xérophile	<i>Erica cinerea, Erica ciliaris, Cistus alysoides, C. umbellatus, ...</i>							
<b>6410 : Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux à Molinion caerulea</b>									
<i>Juncion acutiflori 1</i>	Prés paratourbeux	<i>Molinia caerulea, Carex viridula, Agrostis canina, Carex verticillata-inundata, Labelia urens, Carum verticillatum, Juncus acutiflorus, ...</i>							
<i>Juncion acutiflori 2</i>	Prés paratourbeux	<i>Molinia caerulea, Carex viridula, Agrostis canina, Carex verticillata-inundata, Labelia urens, Carum verticillatum, Juncus acutiflorus, ...</i>							
<b>7110* : Tourbières hautes actives</b>									
<i>Oxycocco palustris - Ericenion tetralicis</i>	Végétation de haut-marais	<i>Sphagnum magellanicum, S. rubellum, Northicum ossifragum, Drosera rotundifolia, ...</i>							
<b>7150 : Dépressions sur substrats tourbeux du Rhynchosporion</b>									
<i>Rhynchosporion albae</i>	Pelouse de gouille de cicatrization	<i>Rhynchospora fusca, R. alba, Drosera intermedia, ...</i>							
<b>7210* : Marais calcaires à Cladium mariscus et espèces du Caricion davallianae</b>									
<i>Cladium marisci</i>	Cladiale	<i>Cladium mariscus</i>							
<b>Autres végétations aquatiques</b>									
<i>Nymphaeion albae</i>	Herbier enraciné flottant	<i>Nymphaea alba, Nuphar lutea, Potamogeton natans, Persicaria amphibia</i>							
<i>Potamion polygonifolii</i>	Herbier enraciné oligotrophile à mésotrophile	<i>Potamogeton polygonifolius, Luronium natans, Myriophyllum alterniflorum, Ranunculus omiophyllus</i>							
<b>Végétations amphibies</b>									
<i>Chenopodion rubri</i>	Gazon amphibie annuel eutrophile sur minéraux	<i>Echinochloa crus-galli, Xanthium div. sp., Bidens frondosa, Corrigiola littoralis, Persicaria lapathifolia, Atriplex prostrata, A. patula, ...</i>							
<i>Bidention tripartitae</i>	Gazon amphibie annuel eutrophile sur vase	<i>Bidens cernua, B. connata, B. cernua, Ranunculus sceleratus, Leersia oryzoides, Persicaria hydropiper, ...</i>							
<b>Communautés d'hélophytes</b>									
<i>Magnocaricion elatae</i>	Carrière mésotrophile	<i>Carex elata, C. paniculata</i>							
<i>Caricion gracilis</i>	Carrière méso-eutrophile à eutrophile	<i>Carex acutiformis, C. riparia</i>							
<i>Oenanthon aquatica</i>	Roselière pionnière	<i>Alisma plantago-aquatica, Sparganium erectum, Eleocharis palustris, ...</i>							
<i>Convolvulion sepium</i>	Mégaphorbiale eutrophile	<i>Convolvulus sepium, Epilobium hirsutum, Eupatorium cannabinum, Urtica dioica, ...</i>							
<b>Végétations prairiales et pelousales</b>									
<i>Glyceria fluitans - Sparganium neglecti</i>	Prairie flottante mésotrophile à eutrophile	<i>Glyceria fluitans, ...</i>							
<i>Apion nodiflori</i>	Cressonnière	<i>Berula erecta, Nasturtium nodiflorum, Helosciadium nodiflorum, ...</i>							
<b>Végétations arbustives</b>									
<i>Ulici europaei - Cytision striati</i>	Fourrés acidiphile xérophile	<i>Cytisus scoparius, Ulex europaeus, Erica scoparia, ...</i>							
<i>Frangula alni - Pyrrhon cordatae</i>	Fourrés acidiphile mésophile	<i>Erica scoparia, Frangula alnus, Ulex europaeus</i>							
<i>Osmundo regalis - Myricion gale</i>	Fourrés acidiphile hygrophile	<i>Salix atrocinerea, Myrica gale, Erica scoparia, Osmunda regalis</i>							
<b>Autres végétations</b>									
* Code indice d'agrégation : 1 : isolé, 2 : éclaté en fragment réduits, 3 : éclaté en fragment plus ou moins étendus, 4 : peu fragmenté et peu étendu, 5 : peu fragmenté et étendu, 6 : non fragmenté et étendu.									







## Annexe 21. Fiche de relevés des communautés végétales des étangs arrière-littoraux

Code transect											
Etang											
Observateur(s)											
Date											
Commune											
Lieu-dit											
Site Natura 2000											
Propriétaire(s)											
Gestionnaire(s)											
Zonages réglementaires											
Historique de gestion											
Objectifs complémentaires de suivi											
Nombre de lecture(s) antérieure(s)											
Date de dernière lecture											
Longueur transect											
Nombre de placettes											
Temps de repositionnement											
Temps de lecture + photos + pointage GPS											
Géolocalisation		Coordonnées GPS submétrique		Distance au repère fixe supérieur (m)	Code pointage GPS submétrique	Précision (m)	Commentaires				
		X	Y								
Repère fixe supérieur											
Repère fixe inférieur											
Autre point GPS											
Autre point GPS											
Autre point GPS											
Autre point GPS											
N° communauté		Communauté végétale					Code	Intervalle (m)		%	HIC
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
Perturbations et contraintes		Fréquence	Intensité	Commentaires							
Fertilisation anthropique											
Plantation forestière											
Élimination des strates inférieures											
Extraction de matériaux											
Décharge											
Gibier											
Destruction des sols											
Passage d'engin											
Piétinement, fréquentation humaine											
Pollution des eaux de surface ou des sols											
Modification du système hydrographique											
Pâturage											
Incendie											
Comblement											
Dynamique sédimentaire											
EEE Flore											
EEE Faune											
Espèces patrimoniales											
Espèces complémentaires observées											
Richesse spécifique totale											
Commentaires											













## Annexe 25. Fiche d'aide à l'estimation des distances.

Exemple de fiches pour les points POM3 du site de Pombie et ARR2 du site d'Arrious.

**Site: POMBIE** **Point : POM3**

**Description :**  
Cairn sur une sente au dessus du transect

**Coordonnées GPS**  
0.424811 W ; 42.836003 N



**Site: ARRIOUS** **Point : ARR2**

**Description :**  
Au niveau d'un rocher dans un fourré au dessus du ruisseau

**Coordonnées GPS**  
0.371453 W ; 42.839325 N



## Annexe 26. Fiche de relevé du suivi de la Grenouille des Pyrénées

Tronçon n°			Observateur :		Année :	
		<b>N-O</b>			<b>N-E</b>	
		<b>S-O</b>			<b>S-E</b>	
<b>Aide localisation :</b>						
Altitude (m)						
Largeur max. (m)						
Largeur min. (m)						
Dénivelé (m)						
Exposition						
Nombre de vasques						
Diamètre de la plus grande vasque						
Substrat / Granulométrie						
Distance source						
Présence connue de <i>P. leniusculus</i> dans le ruisseau						
Hiver précédent			Température			
			Pluviométrie			
Paysage	Boisement feuillu					
	Boisement résineux					
	Boisement mixte					
	Bocage					
	Prairie					
	Sol nu					
	Autres					
Elevage						
Strates de végétation (%)	Strate muscinale					
	Strate herbacée					
	Strate buissonnante					
	Strate supérieure					

## Annexe 27. Fiches de relevé du suivi des lézards de montagne

## Fiche de relevé Lézard Catalan

Site	
N° placette	Année
Aide localisation	
Altitude	
Hiver précédent : T°C & Pluvio	
Type de substrat	
Strates de végétation (%)	roche nu
	muscinale
	herbacée
	buissonnante
	supérieure (+ type : feuillu, épineux, mixte)

Passage		1	2	3
Observateur				
Date				
Heure	Début			
	Fin			
Météo	T°C			
	T°C 7jours			
	Nébulosité			
	Pluvio.			
	Pluvio 7j.			
	Vent (m/s)			
Contact Lézard	PMM			
	PMF			
	PMJ			
	PMI			
	PLM			
	PLF			
	PLJ			
	PLI			
	Indéter.			
Contact autre faune				
Commentaire				





## Annexe 29. Tutoriels des stations météorologiques

Plus d'une quarantaine d'observateurs du programme les sentinelles du climat ont à leur disposition des tutoriels du montage à l'entretien des stations sur le terrain afin d'organiser le réseau des 184 stations météorologiques disposées sur le terrain.

### • Montage d'une station météorologique : abri météorologique HOB0 Solar Radiation Shield RS3-B

#### Matériel nécessaire :

- 1 enregistreur de température/hygrométrie en interne et/ou externe avec interface USB optique HOB0 datalogger U23 Pro V2 Temp/Rh
- 1 abri météorologique HOB0 Solar Radiation Shield RS3-B
- 1 branche de soutien
- 1 accroche (enregistreur)
- 2 boulons dorés
- 3 bracelets plastiques
- 1 pince coupante

Les éléments nécessaires sont ceux présentés ci-dessous.



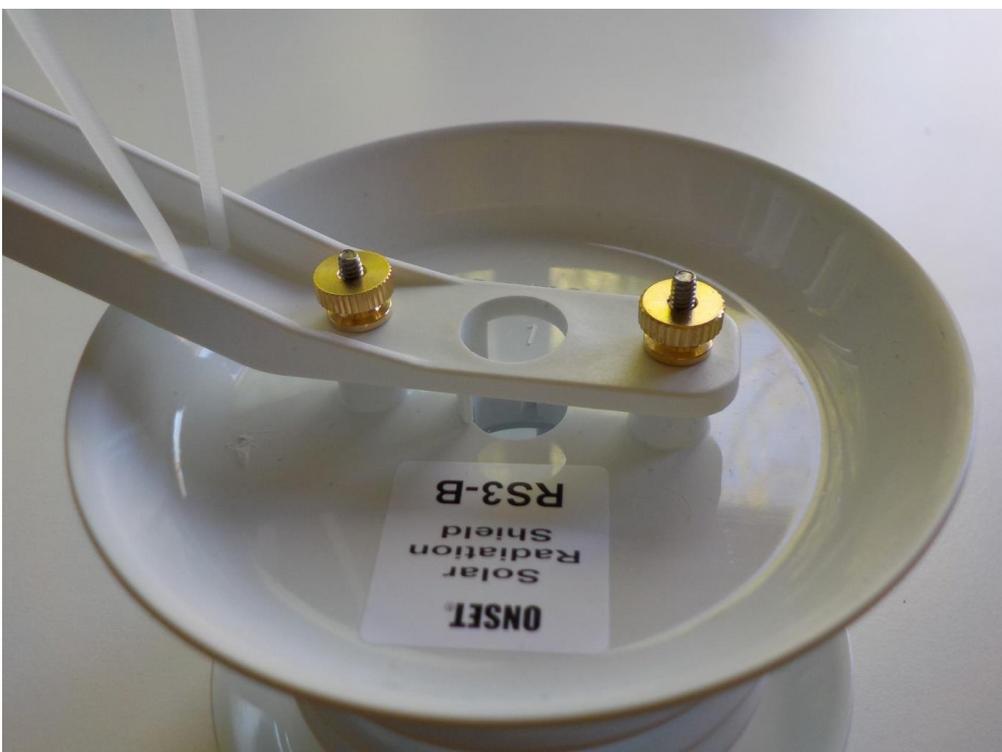
Les éléments non utilisés seront mis dans le sachet zippé.

**Etape n°1 : Fixer la branche de soutien à l'abri météorologique.**

Passer préalablement un bracelet plastique dans les deux trous situés au plus près de l'abri météorologique, pour plus de facilité lors de la suite du montage.



Visser ensuite la branche de soutien à l'abri météorologique à l'aide des deux boulons dorés comme indiqué sur la photo ci-dessous.

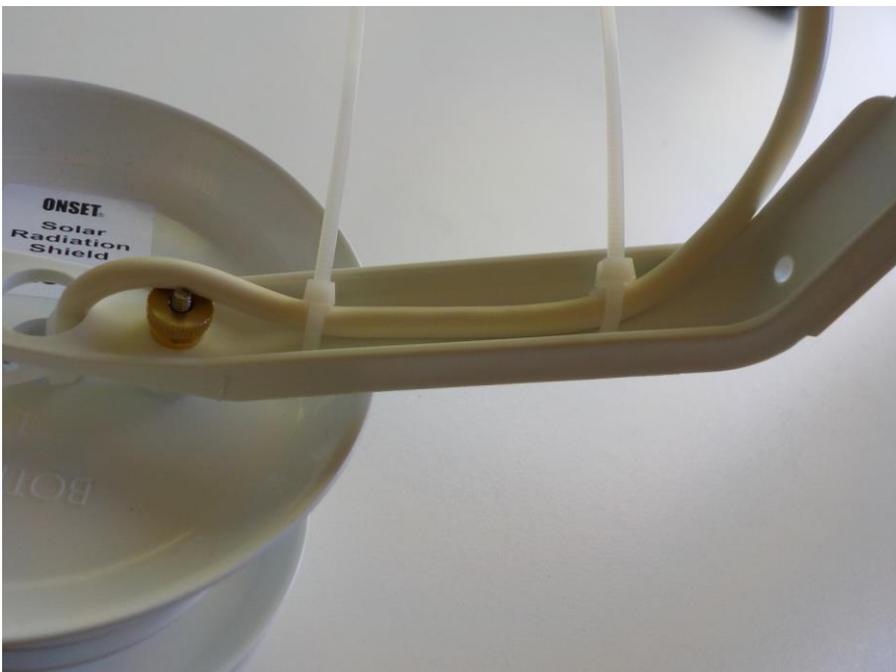


**Etape n°2 : Fixer la sonde à l'abri météorologique et la branche de soutien.**

Intégrer la sonde à l'intérieur de l'abri météorologique jusqu'au fond. Serrer par la suite le fil de la sonde à la collerette de la branche de soutien à l'aide d'un bracelet plastique.



Exécuter la même manipulation afin de serrer le fil de la sonde le long de la branche de soutien.



Une fois les bracelets serrés, il est préférable de couper les parties trop longues des bracelets à l'aide d'une pince coupante.

- Montage d'une station météorologique : abri météorologique HOB00039 RS1

### Matériel nécessaire

- 1 enregistreur de température/hygométrie en interne et/ou externe avec interface USB optique HOB0 datalogger U23 Pro V2 Temp/Rh
- 1 abri météorologique HOB00039 RS1
- Tournevis cruciforme
- Clé plate de 9 ou pièce de serrage

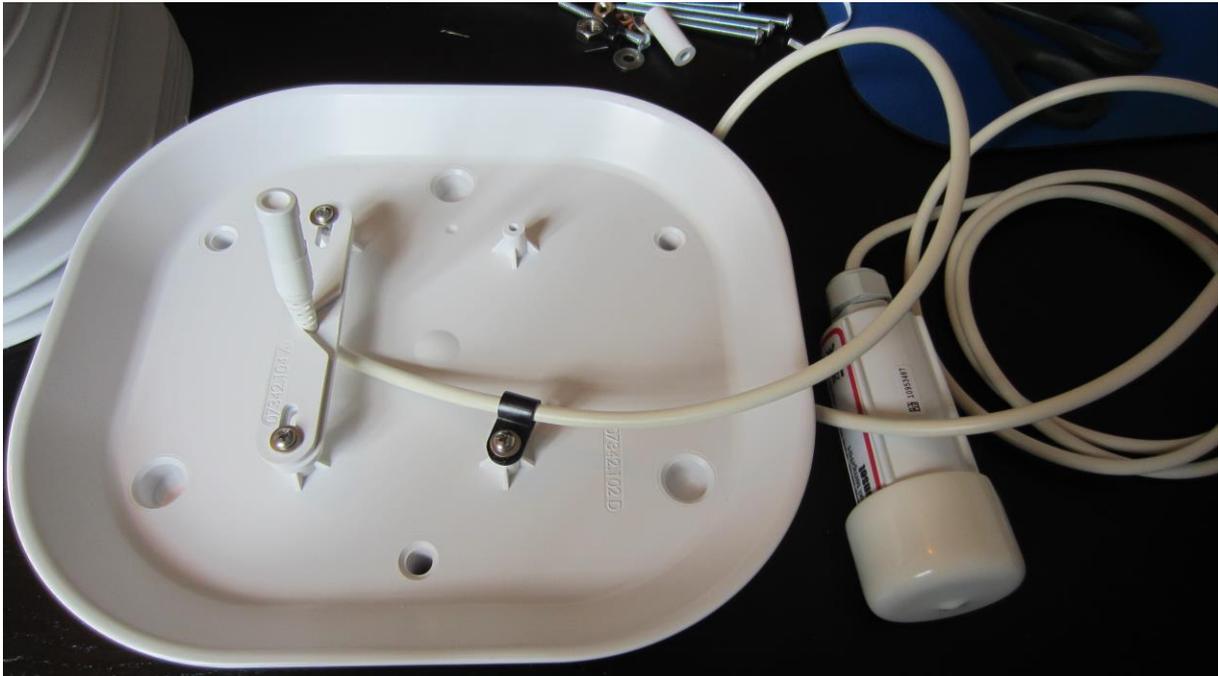
Dans le sachet les éléments nécessaires sont ceux présentés ci-dessous.



Les éléments non utilisés seront mis dans le sachet zippé.



Etape n°1 : Fixer la sonde et le fils de l'enregistreur sous une capsule : coincer la sonde entre les deux éléments plastiques puis visser avec des petites rondelles l'ensemble sur la capsule, fixer le fils avec la bague avec une vis et une petite rondelle



Etape n°2 : Emboîter deux capsules dans le même sens et insérer les grandes vis dans les trous qui doivent se superposer



Etape n°3 : Insérer les capsules avec un trou central dans les vis



Etape n°4 : Insérer la capsule avec la sonde en dernier. La sonde doit se retrouver dans l'espace creux créé par les capsules avec un trou central.



Etape n°5 : Compléter avec la capsule avec 3 trous



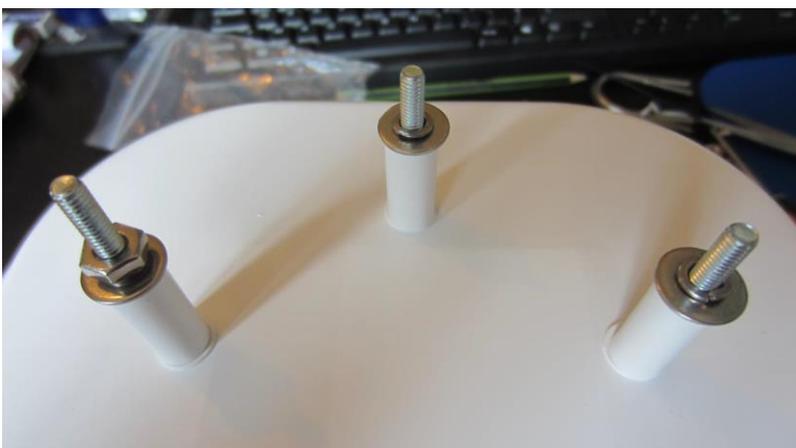
Etape n°6 : Disposer la plaque métallique avec les grandes vis en ayant au préalable insérer 3 vis



Etape n°7 : Fixer l'ensemble avec les bagues transparentes et les ailettes



Etape n° 8 : Insérer la capsule couvercle sur le dessous puis insérer dans l'ordre : 1 tube blanc, 1 rondelle plate, 1 petite rondelle, 1 boulon et serrer l'ensemble



- **Pose d'une station météorologique**

**Matériel nécessaire :**

- 1 station météorologique montée
- 1 accroche (enregistreur)
- 5 vis
- 1 bracelet plastique
- 1 visseuse
- 1 tournevis cruciforme
- 1 pince coupante
- Option n°1 (lande humide, pelouse calcicole,...): 1 poteau en acacia, 1 masse, 1 tarière
- Option n°2 (pelouse calcicole xérobromion): 1 scie
- Option n°3 (en montagne) : poteau en fer

**Etape n°1 : Réaliser un trou dans le sol.**

Option n°1 : Faire un trou d'environ 30–40 cm dans le sol avec la tarière. Insérer la partie taillée du poteau dans le trou précédemment réalisé. Taper ensuite sur le haut du poteau à l'aide d'une masse afin d'obtenir une position droite et immobile.



Option n°2 : Etêter un petit arbre isolé



Option n°3 : Encastrer le poteau avec un tas de roches



## Etape n°2 : Visser la plaque d'avertissement en haut du poteau.

La plaque d'avertissement doit être située sur l'extrémité haute du poteau. Elle doit être disposée dans le même sens que l'abri météorologique, c'est-à-dire en direction du sud. On se fiera ensuite à cette plaque comme témoin pour fixer l'abri.



## Etape n°3 : Fixer la branche de soutien au poteau.

Fixer la branche de soutien au poteau à l'aide de 2 vis de manière à ne pas cacher les écritures de la plaque d'avertissement.





**Etape n°4 : Fixer l'accroche de l'enregistreur.**

Fixer enfin l'accroche de l'enregistreur à l'aide de 2 vis de façon à ce que l'enregistreur soit positionné perpendiculairement au poteau. 3 à 5 cm d'écart entre la branche de soutien et l'accroche de l'enregistreur sont suffisant. Le fil reliant l'enregistreur à la sonde est très long c'est pourquoi il est préférable d'accrocher le fil à la branche de soutien à l'aide d'un bracelet plastique.





**Etape n°5 :** Noter le numéro de l'enregistreur



**Etape n° 6 :** Enregistrer le point GPS. Noter les coordonnées GPS, le nom du site, l'altitude, la date de pose, horaire de fonctionnement après installation de la station

**Etape n°7 :** Poser l'appareil photo sur le dessus du piquet et prendre des photos orientées dans cet ordre Nord, Est, Sud et Ouest et une photo de face de la station dans le paysage



**Etape n°8:** Remplir le tableau Excel « Code météo » sur le site collaboratif du programme les sentinelles du climat ou transmettre le tableau à Fanny Mallard, coordinatrice du programme, email : [fanny.mallard@cistude.org](mailto:fanny.mallard@cistude.org)

Renseigner les données suivantes : N° sondes, Département, Structure, Nom du site, Milieu, Taxon, Date de pose, horaire, Position GPS, Altitude

N° sondes	Département	Structure	Nom du site	Milieu	Taxon	Date de pose	horaire	Position GPS	Altitude

- Utilisation de la navette pour récupérer les données des stations météorologiques

**Fréquence des relevés des stations météorologiques** : récupération des données au 1<sup>er</sup> suivi de terrain et au dernier suivi de terrain par le chargé de mission sur son site d'étude, soit 2 relevés par an par station météorologique

Matériel dans la boîte :



Matériel nécessaire : Les éléments nécessaires sont ceux présentés ci-dessous :

Prévoir en plus 2 piles AA pour la navette (si jamais les piles sont usagées)



**Mise à jour de la navette :** Avant de récupérer les données sur le terrain, il est fortement conseillé de vérifier l'état de la batterie et de mettre à jour la navette via le logiciel hoboware sur votre ordinateur.

➔ Etapes d'installation du logiciel cf « Tutoriel 3\_Logiciel HOBOWARE envoi des fichiers »

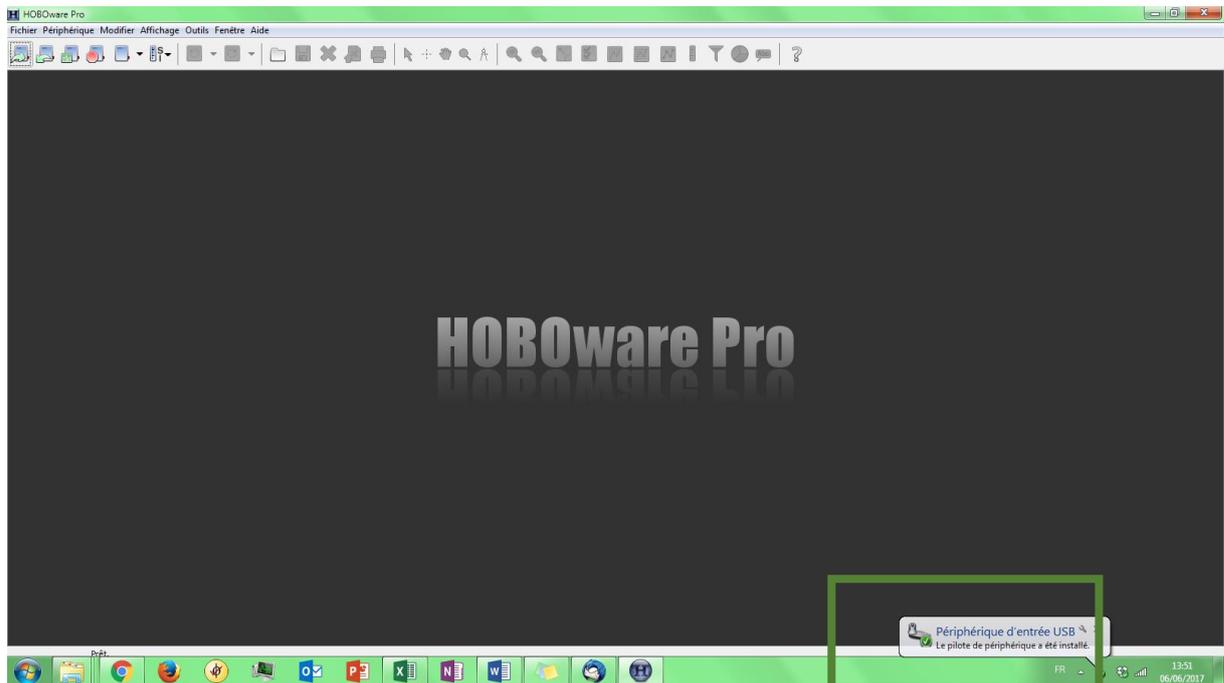
- Une fois le logiciel ouvert, vous avez cet écran :



- Vous pouvez maintenant brancher la navette à votre ordinateur avec le câble USB fournit dans la boîte :



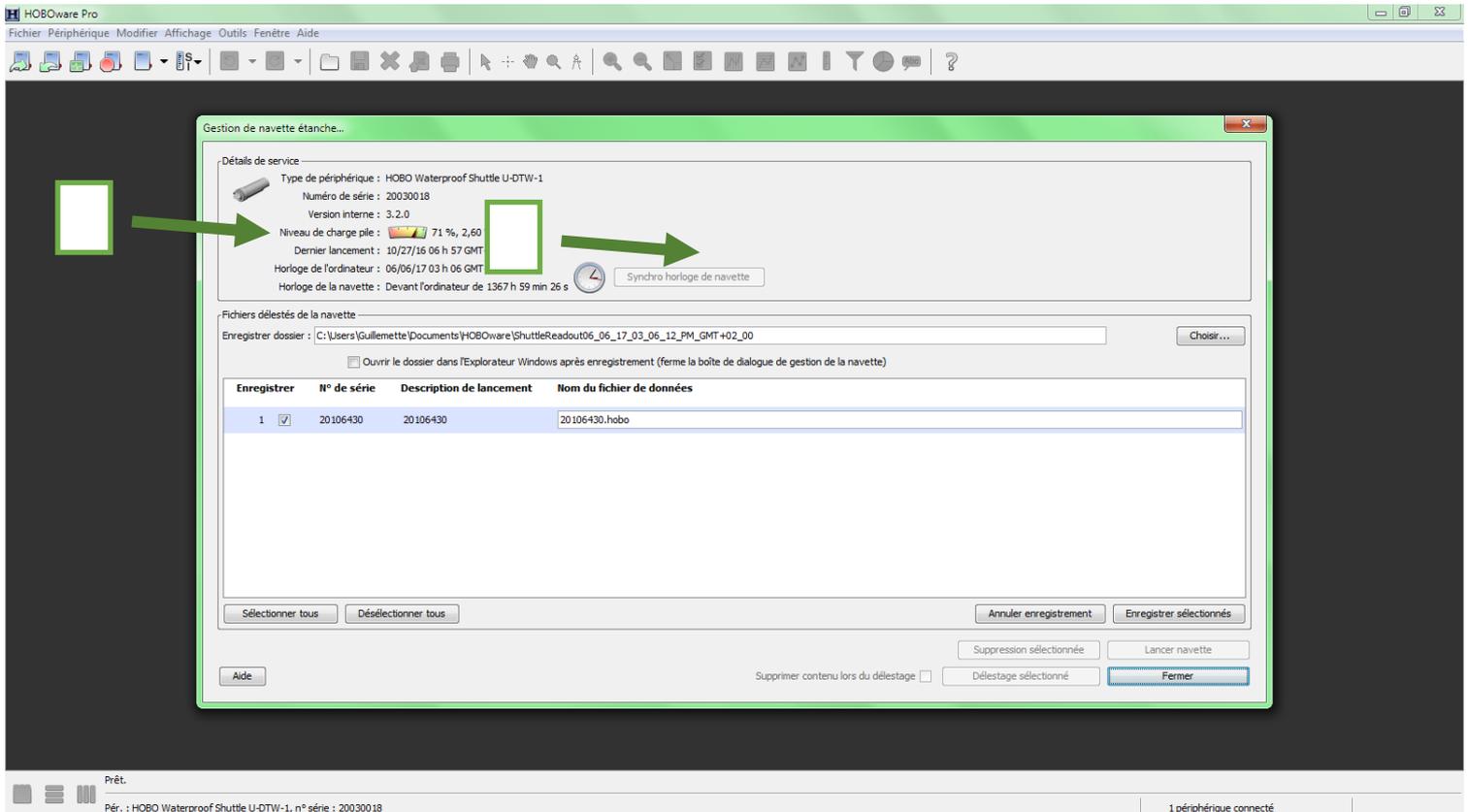
- Votre ordinateur va peut-être devoir installer le périphérique, il suffit d'attendre quelques minutes jusqu'à ce qu'il affiche une notification de réussite :



- Cliquez sur « Périphérique », puis sur « Lecture »



Voici l'écran que vous obtenez :



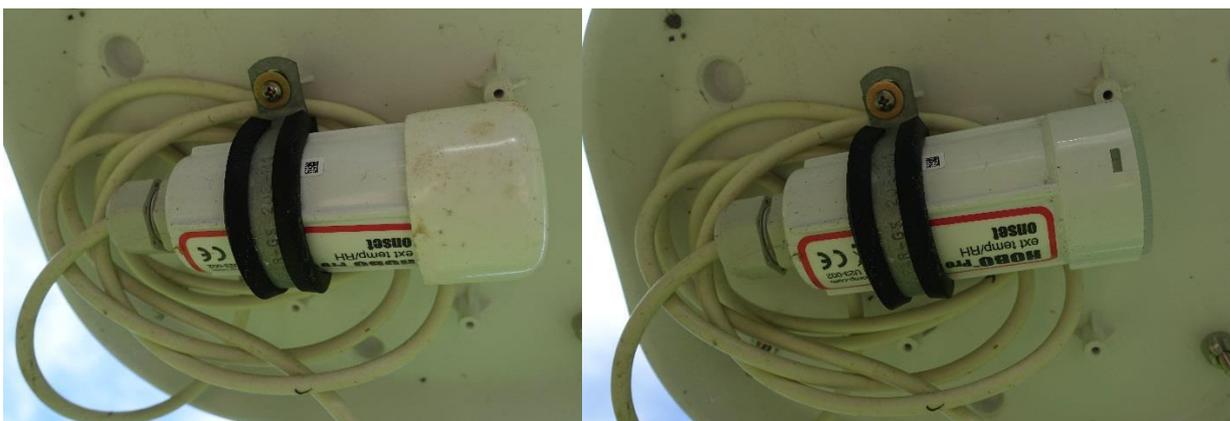
- Vous pouvez voir l'état de la batterie de la navette (et donc prévoir le changement de piles)
- Vous pouvez aussi cliquer sur synchroniser l'horloge de la navette permettant de la mettre à jour.

**Vous pouvez maintenant utiliser votre navette et récupérer les données sur le terrain.**

**Etape n°1 : Mettez l'adaptateur rouge sur la navette**



**Etape n°2 : Enlever le capuchon de l'enregistreur**



### Etape n°3 : Brancher la navette à l'enregistreur.

L'enregistreur possède une petite rainure qu'il faut faire coïncider avec celle de l'embout de la navette.



#### Etape n°4 : Appuyer fortement sur la languette pour récupérer les données

Appuyer assez fortement sur la languette en plastique noire puis relâcher la languette.

La lumière **jaune** correspond au transfert (noté « Transfer » sur la navette) des données. Tant qu'elle clignote, les données sont en train d'être transférées.

Une fois terminé, la lumière clignote **vert** (« OK » sur la navette) pour dire que le transfert est terminé.



#### Etape n°5 : Retirer la navette et remettre le capuchon protecteur sur l'enregistreur



### **Les données sont maintenant dans la navette !**

Vous pouvez récupérer les données de chaque station météo à la suite des unes des autres. La navette va créer un dossier pour chaque sonde, avec le numéro de la sonde pour les différencier.

**ATTENTION : Une fois les données transférées dans la navette, l'enregistreur de la sonde efface les données préexistantes. Il ne faut donc pas perdre la navette, ni supprimer les fichiers avant de les avoir sauvegardés sur l'ordinateur.**

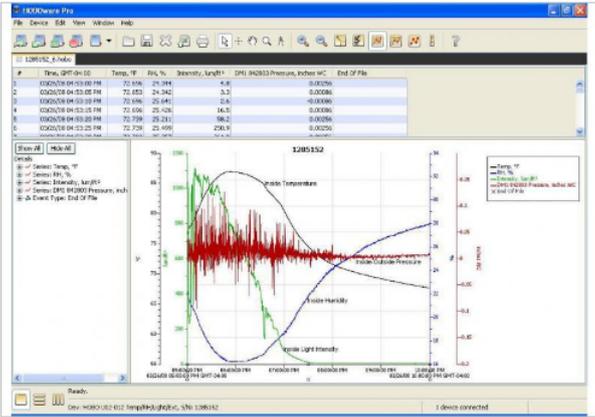
- Installation du logiciel Hoboware et son utilisation pour récupérer les données de la navette

Etape n°1 : Installation du logiciel.

- Pour installer le logiciel, vous devez aller sur le lien : <http://www.onsetcomp.com/products/software/bhw-pro-dld>
- Cliquer sur « Download free trial »

Free US shipping on online orders over \$250  
Most orders ship within 24 hours!
InTemp Monitoring Solutions   User Forum   Measurements   Translate   \$0.00 USD

PRODUCTS
APPLICATIONS
SUPPORT
RESOURCES
COMPANY
CONTACT



Home > Products > Software > BHW-PRO-DLD

**Overview**

Powerful, Intuitive, One-of-a-Kind: HOBOWare® Pro is Onset's flagship data logging software used for all HOBO data loggers and wireless data nodes. You can easily set up your application in a matter of minutes, quickly read out and plot data, and export to spreadsheets for further analysis all with an intuitive, point-and-click interface. From setup to analysis, no other data logger software can compare to the power and simplicity of HOBOWare Pro.

If you would like to buy the download only version or try the HOBOWare Pro Free Trial, click the links below:

[CD or USB Drive Version](#)  
Download free trial

### HOBOWare Pro - Mac/Win (Download Only) Software

Part # BHW-PRO-DLD

1 Add to Cart

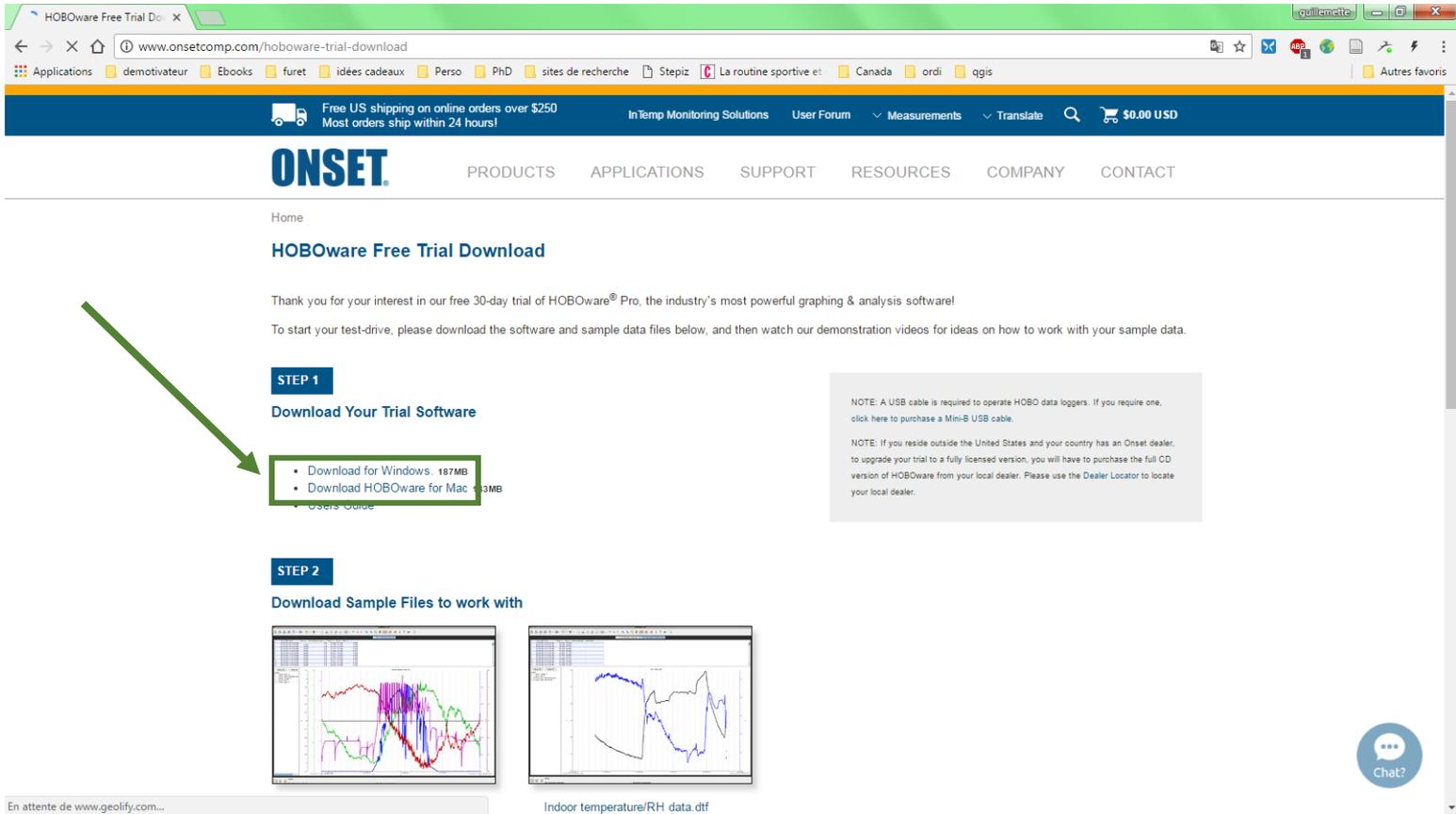
\* All US online orders ship free over \$250 (ground shipping only)

Important Info | Share

A USB cable is required but NOT included. HOBOWare software must be purchased one license per computer. See License Agreement for more details. HOBOWare Pro is non-refundable upon receipt of software license key.

Need help deciding?
 Suggest a Product

- Choisissez votre téléchargement en fonction de votre ordinateur
  - Cliquer sur **“Download for Windows”** ou **“Download HOBOWare for Mac”**



Etape n°2 : Téléchargement.

Une fois le téléchargement fini vous devez cliquer sur le fichier : HOBOWare\_Setup.exe

Suivez les indications pour installer le logiciel dans le dossier qui vous convient.

Etape n°3 : Enregistrement de la clé.

Une fois installé, vous pouvez ouvrir le logiciel HOBOWare via le raccourci sur votre bureau

Dès l’ouverture du logiciel, celui-ci vous propose d’enregistrer votre clé de licence :



Votre logiciel va s’éteindre pour enregistrer la clé, vous pouvez le rallumer pour sauvegarder les données de la/les navette(s).

Etape n°4 : Enregistrement des données de la navette vers votre ordinateur :

- Une fois le logiciel ouvert, vous avez cet écran :



- Vous pouvez maintenant brancher la navette à votre ordinateur avec le câble USB fourni dans la boîte :



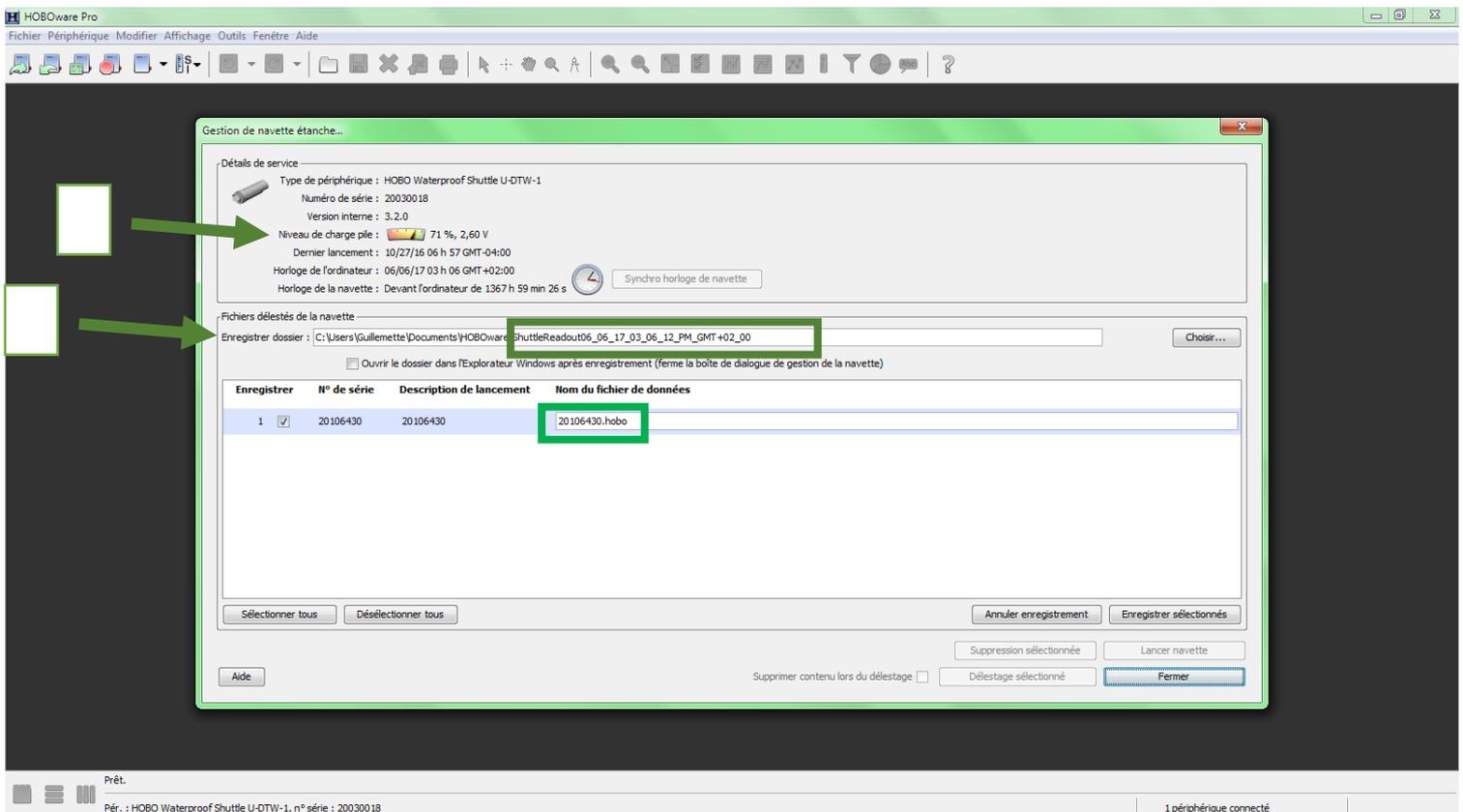
- Votre ordinateur va peut-être devoir installer le périphérique, il suffit d'attendre quelques minutes jusqu'à ce qu'il affiche une notification de réussite :



- Cliquez sur « Périphérique », puis sur « Lecture »



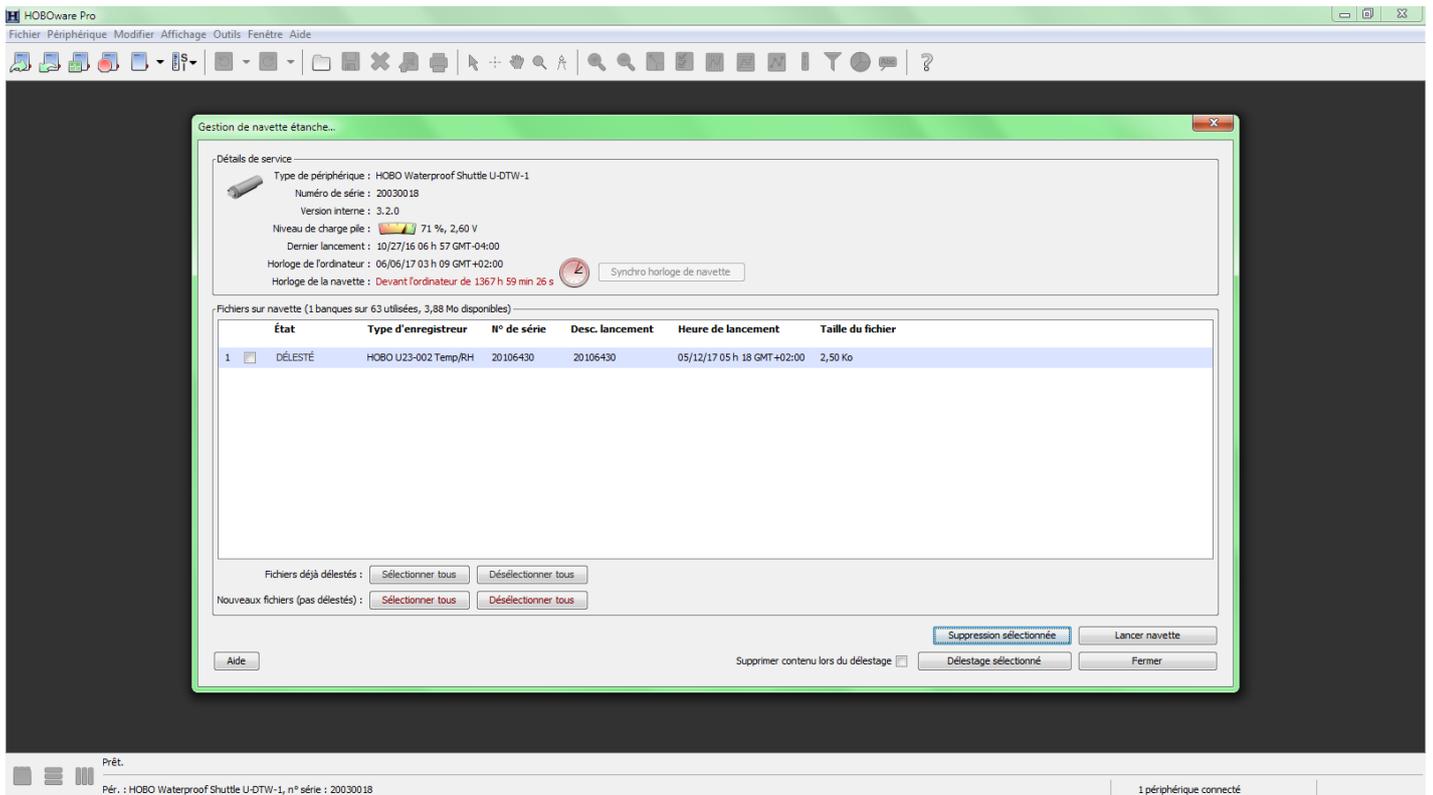
Voici l'écran que vous obtenez :



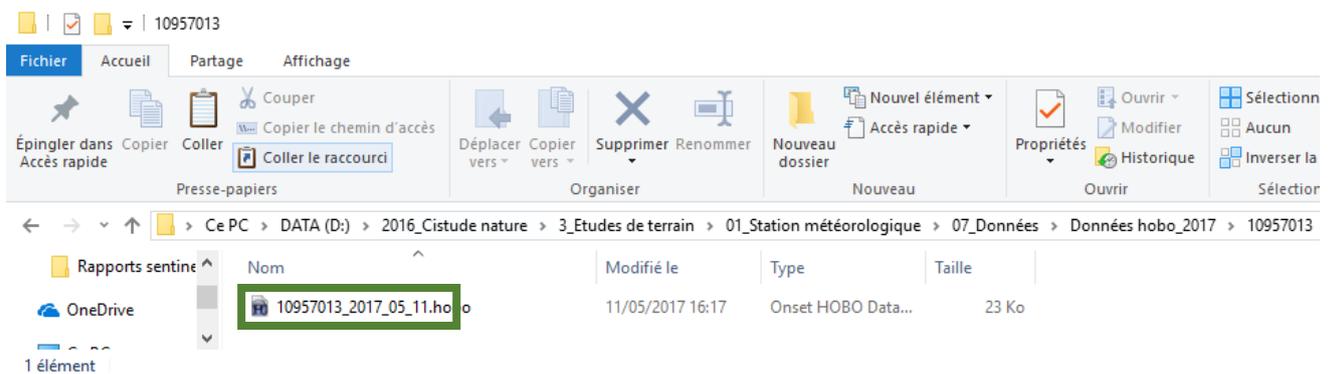
- Vous pouvez voir l'état de la batterie de la navette (et donc prévoir le changement de piles)
- Vous pouvez aussi vérifier le nombre de sonde qui ont été enregistrées par la navette. Vérifiez que cela correspond bien au nombre de vos relevés.
- Vous pouvez changer le chemin du dossier (indiquer par la flèche orange  ci-dessus) pour ranger le fichier à enregistrer dans un nouveau dossier. Le nom de chaque fichier est défini par le numéro de la sonde (cadre vert), **ajoutez la date de relevé sur le terrain de la navette**, dans le format suivant : **n°sonde\_année\_mois\_jour**.

**Exemple : 20106430\_2017\_06\_06.**

- Cliquez sur « enregistrer sélectionnés », attendez quelques secondes/minutes le temps que s'affiche l'écran suivant :

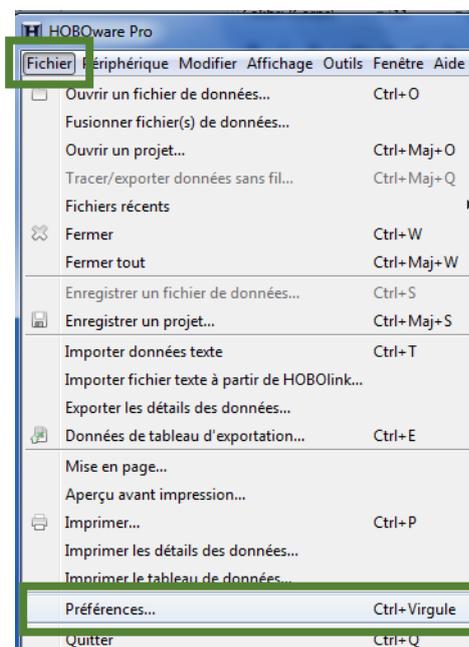


- Vérifiez bien que tous les fichiers de chaque sonde se sont créés dans votre dossier avec comme fichier « : n°sonde\_année\_mois\_jour.hobo »:

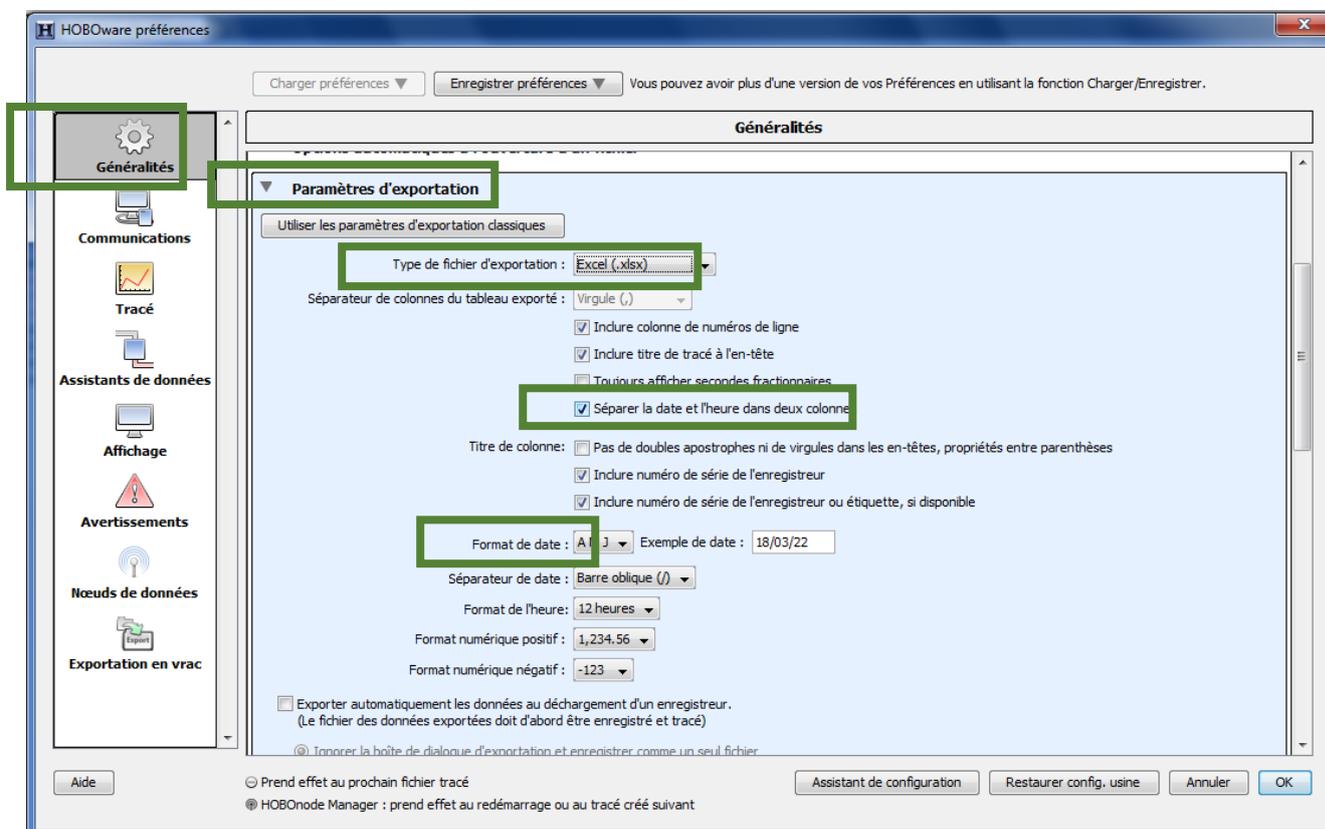


- Avant de convertir le fichier Hobo en Excel, certaines options de préférences sont à modifier sur votre logiciel HOBOWare (étape à réaliser une seule fois).

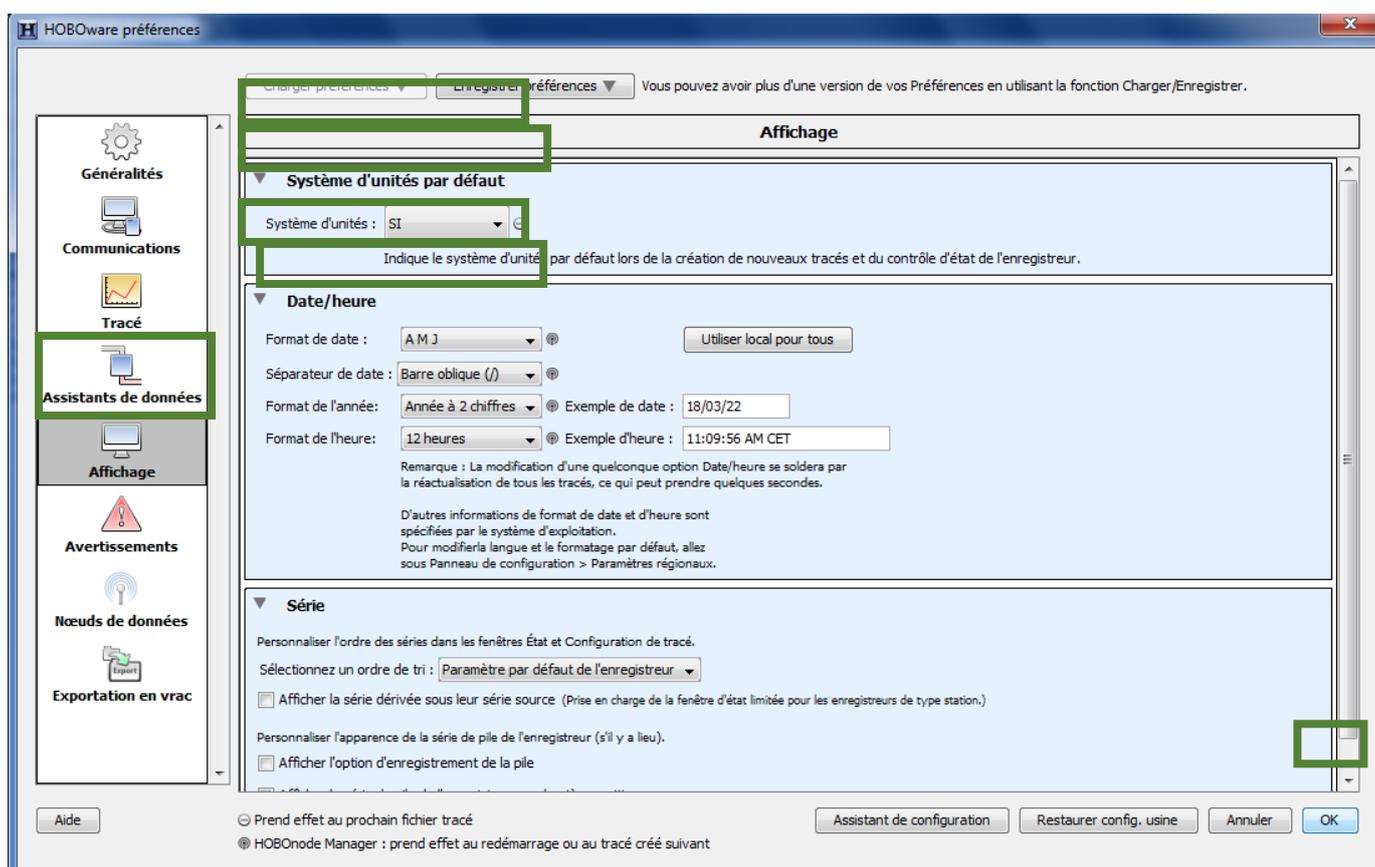
Pour cela, ouvrez le logiciel, allez dans « Fichier » et choisissez « préférences... » :



- Une nouvelle fenêtre s'ouvre. Dans « Généralités », ouvrez le volet « paramètres d'exportation ». Choisissez le Type de fichier d'exportation « Excel (.xlsx) » ; cochez « Séparer la date et l'heure dans deux colonnes » ; choisissez le format de la date « A M J ».

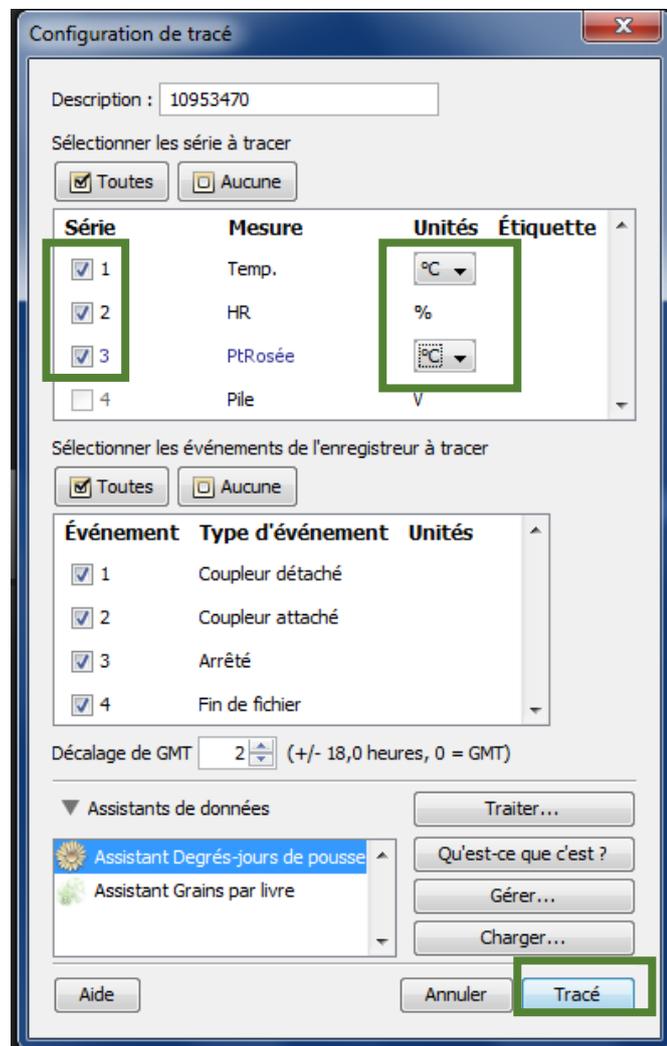


- Dans « **Affichage** », ouvrez le volet « **Système d'unités par défaut** », choisissez le **système d'unité « SI »**. Dans le volet « **Date et heure** » choisissez le **format de la date « A M J »**. Vous pouvez maintenant cliquer sur « **OK** ».

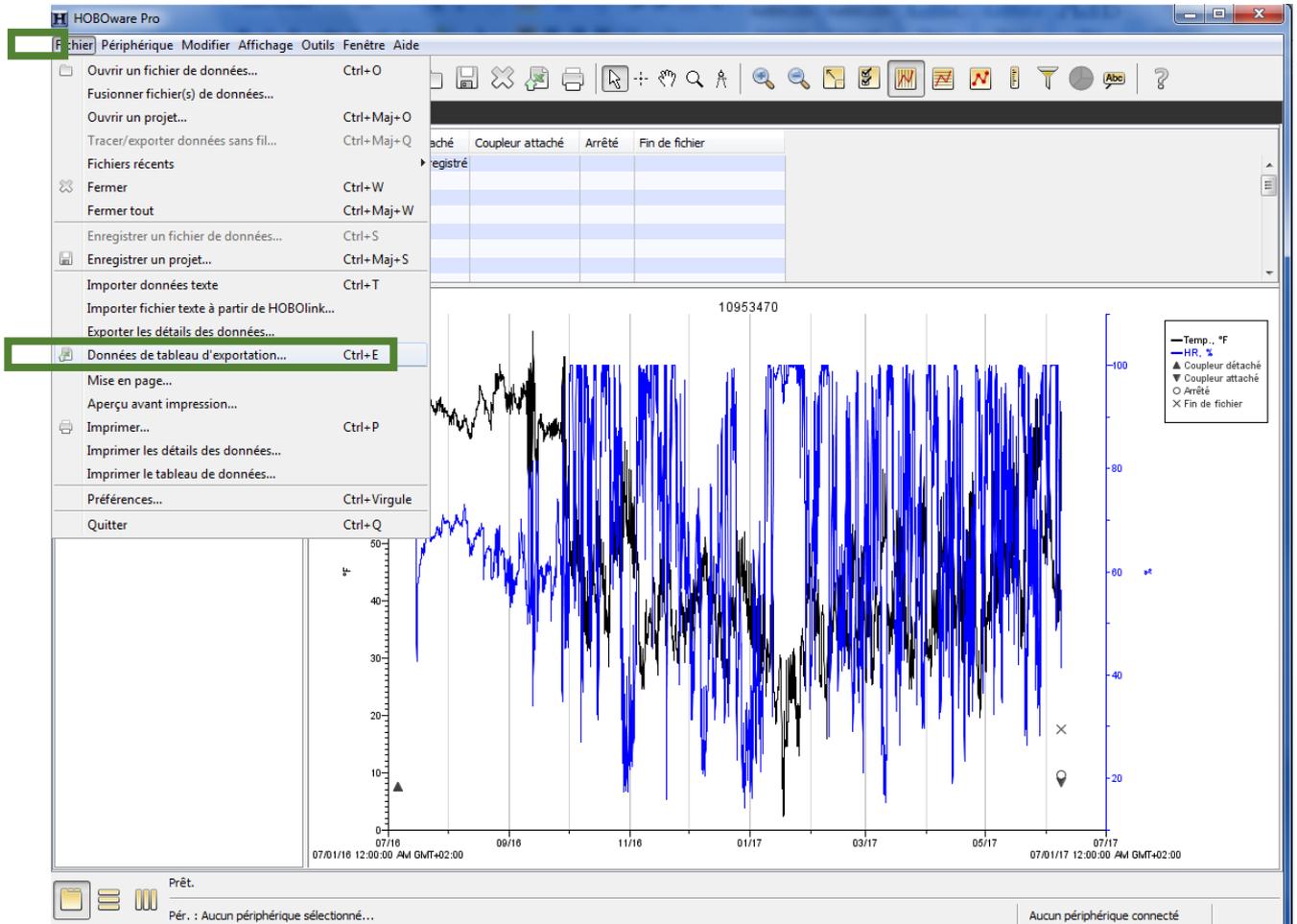


- **Enregistrer maintenant votre fichier au format .xls :**

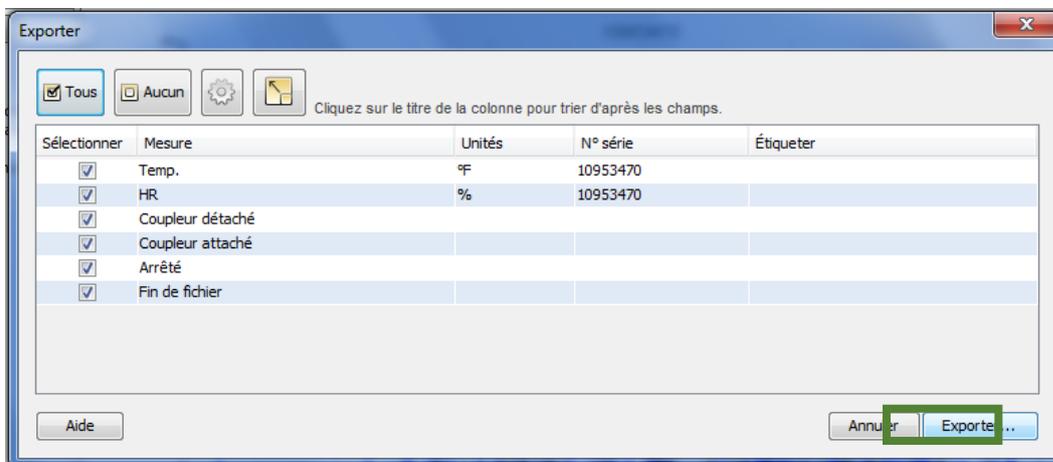
Pour cela double cliquez sur votre fichier pour l'ouvrir. Une fois le logiciel Hoboware ouvert, une fenêtre apparaît, vérifiez que **les 3 séries soient cochées** (Temp., HR et PtRosée) et que **les unités sont en °C**. Cliquez sur « **Tracé** » :



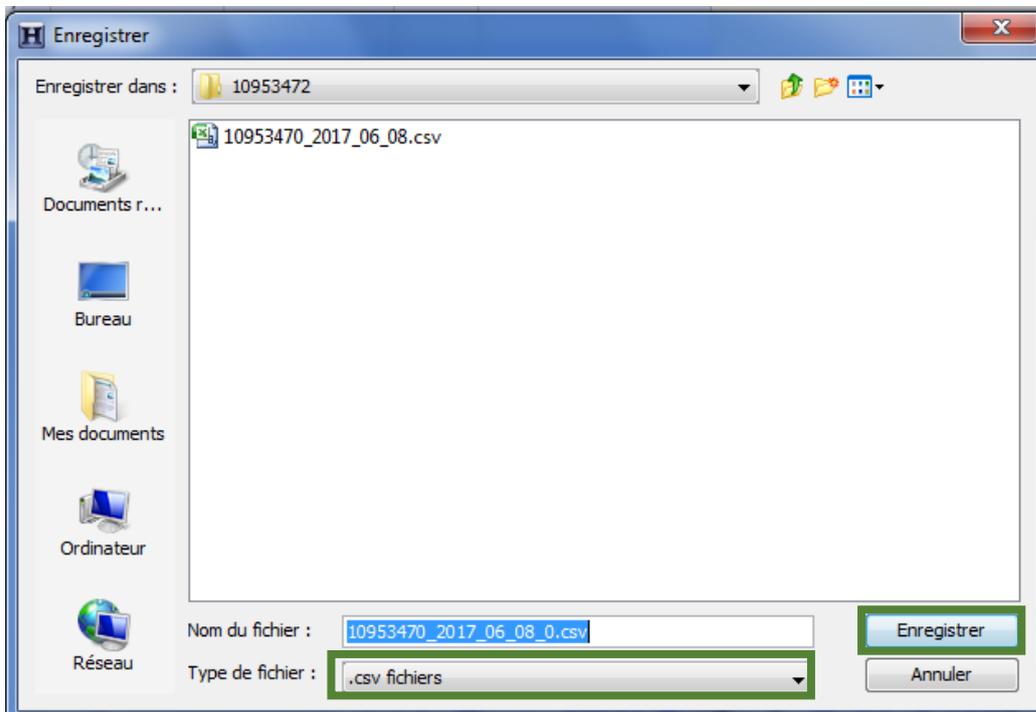
- Votre fichier est maintenant ouvert. Exportez-le au format .xls : cliquez sur « **Fichier** » puis sur « **Données de tableau d'exportation...** » :



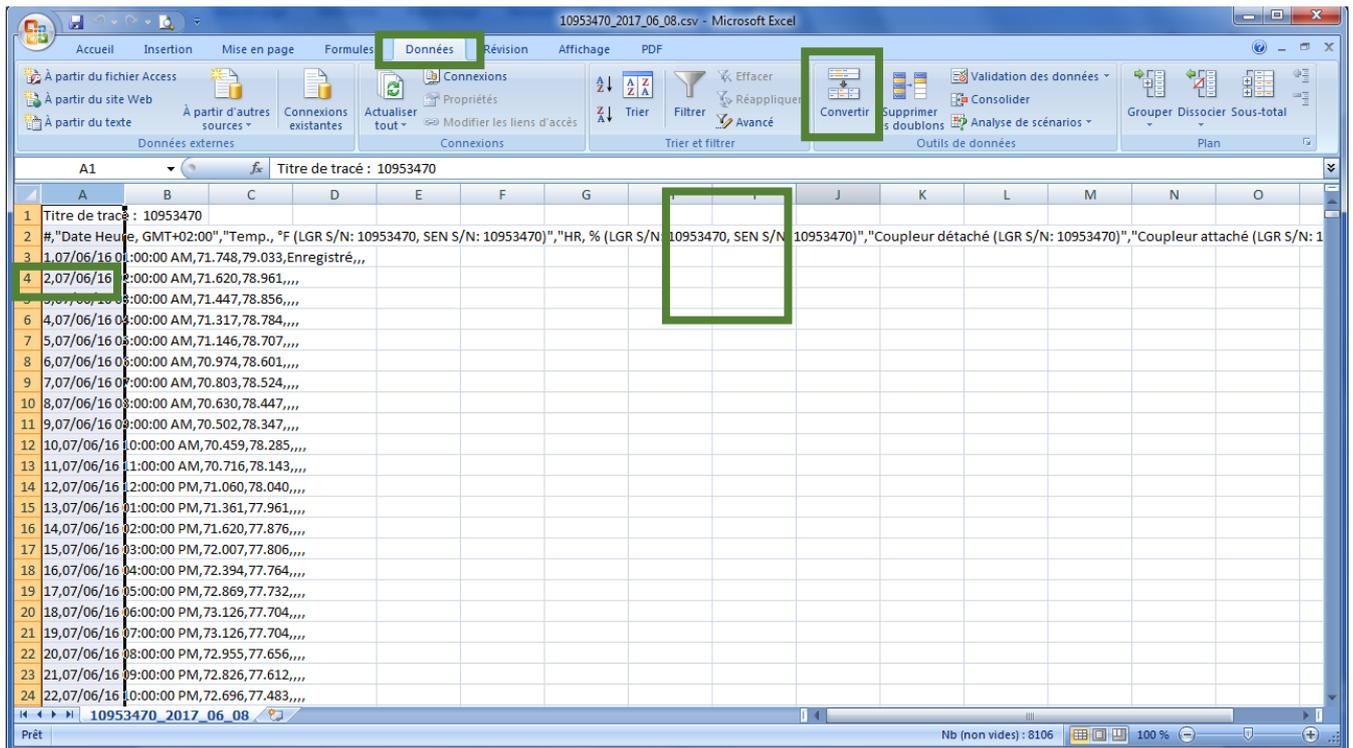
- Une nouvelle fenêtre s'ouvre, cliquez sur « **Exporter** » (vérifiez que toutes les cases soient cochées) :



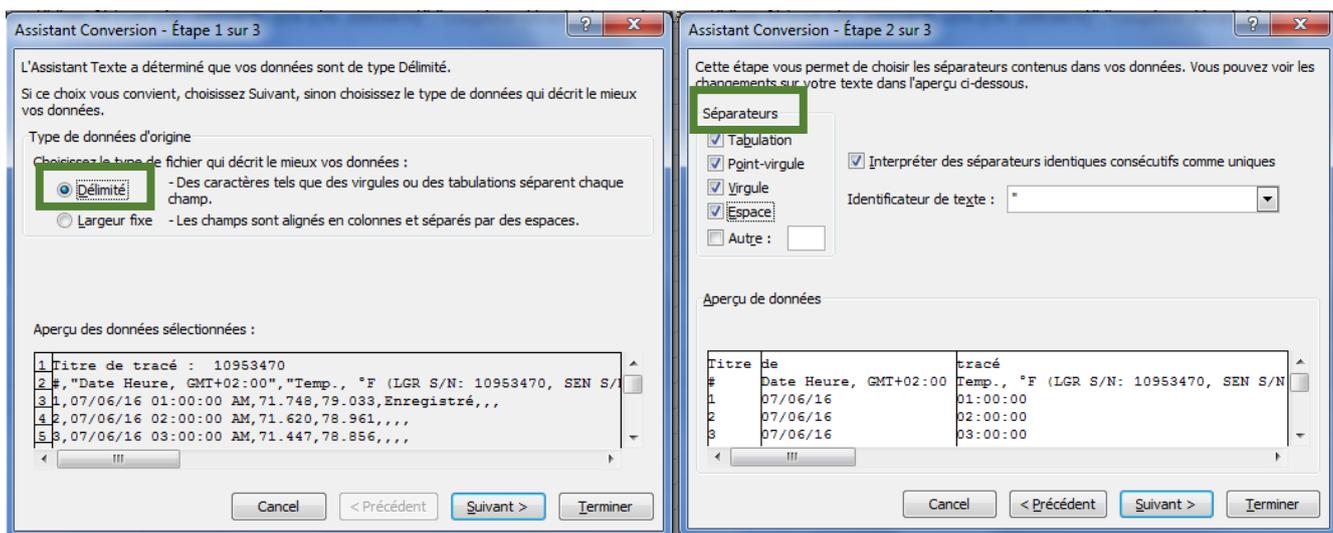
- Dans « **Type de fichier** », choisissez le format **.xls**. (Si votre ordinateur ne vous propose pas le format **.xls**, choisissez le format **.csv** en sachant qu'il faudra le convertir en **.xls** par la suite).  
Choisissez le dossier dans lequel vous souhaitez mettre votre fichier ; nommez votre fichier « **n°sonde\_année\_mois\_jour** » puis cliquez sur « **Enregistrer** » :



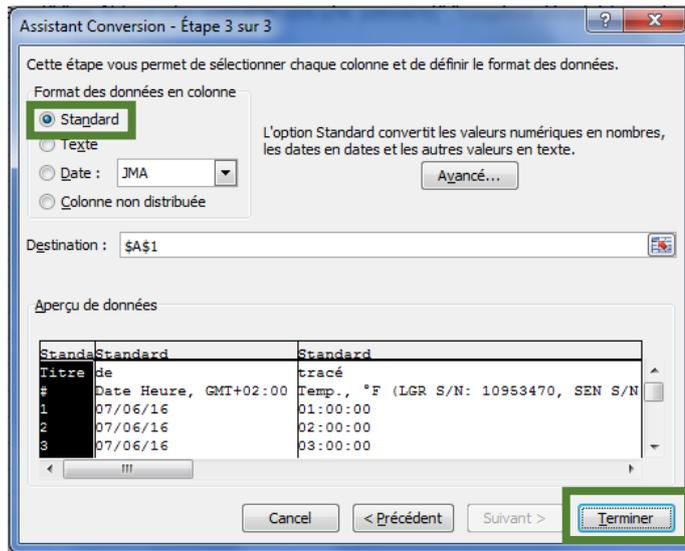
- **Si vous avez enregistré votre fichier au format .csv, il faut le convertir en .xls :**  
Ouvrez le fichier **.csv** ; cliquez sur « **A** » pour sélectionner la première colonne puis dans « **Données** », choisir « **Convertir** » :



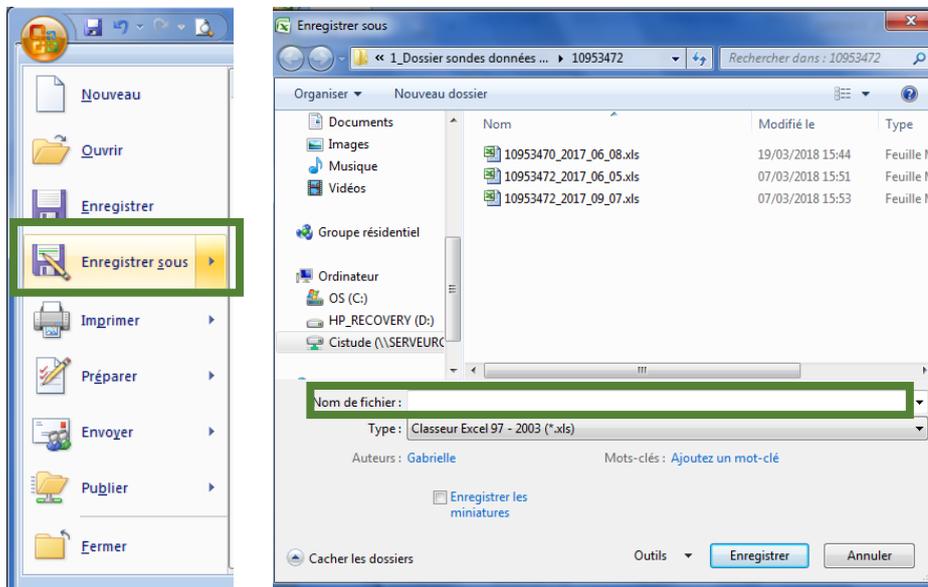
- Une nouvelle fenêtre s'ouvre, cochez « **Délimité** » puis cliquez sur « **Suivant** ». **Cochez tous les séparateurs** puis sur « **Suivant** » :



- Cochez « **Standard** » puis cliquez sur « **Terminer** » :



- Vous pouvez maintenant « Enregistrer sous » votre fichier en choisissant le « Type » « .xls ».



- Il est conseillé ensuite de faire un dossier pour chaque sonde avec le numéro de la sonde comme nom de dossier. **Copier** chacun de vos fichiers sonde dans le dossier qui correspond.

Vous pouvez ainsi enregistrer tous les fichiers concernant cette sonde (.hobo et .xls) dans le même dossier avec une date associée à chaque fichier.

**Cela permet d'assurer une sauvegarde de chaque fichier en les ayant à 2 endroits différents.**

- Retournez dans le logiciel, vérifiez que tous les fichiers sont bien « délestés » dans la colonne Etat, puis sélectionnez tous les fichiers de la navette à l'aide du bouton « **Sélectionner tous** ».

The screenshot shows the HOBOWare Pro software interface. A dialog box titled "Gestion de navette étanche..." is open. It contains the following information:

**Détails de service**

- Type de périphérique : HOBO Waterproof Shuttle U-DTW-1
- Numéro de série : 20030018
- Version interne : 3.2.0
- Niveau de charge pile : 71 %, 2,60 V
- Dernier lancement : 10/27/16 06 h 57 GMT-04:00
- Horloge de l'ordinateur : 06/06/17 03 h 14 GMT+02:00
- Horloge de la navette : Devant l'ordinateur de 1367 h 59 min 26 s

**Fichiers sur navette (1 banques sur 63 utilisées, 3,88 Mo disponibles)**

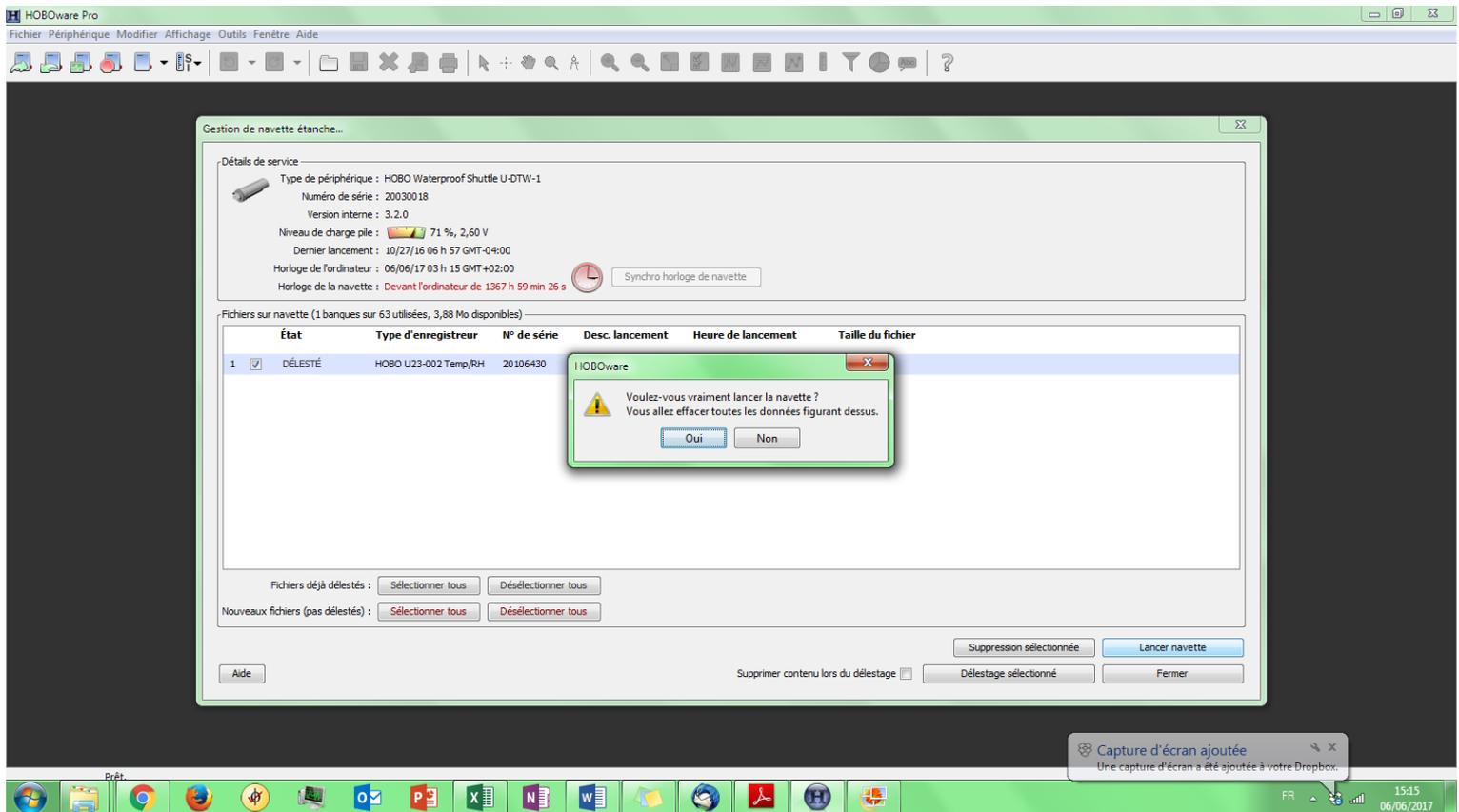
État	Type d'enregistreur	N° de série	Desc. lancement	Heure de lancement	Taille du fichier
<input checked="" type="checkbox"/> DÉLESTÉ	HOBO U23-002 Temp/RH	20106430	20106430	05/12/17 05 h 18 GMT+02:00	2,50 Ko

Buttons at the bottom of the dialog:

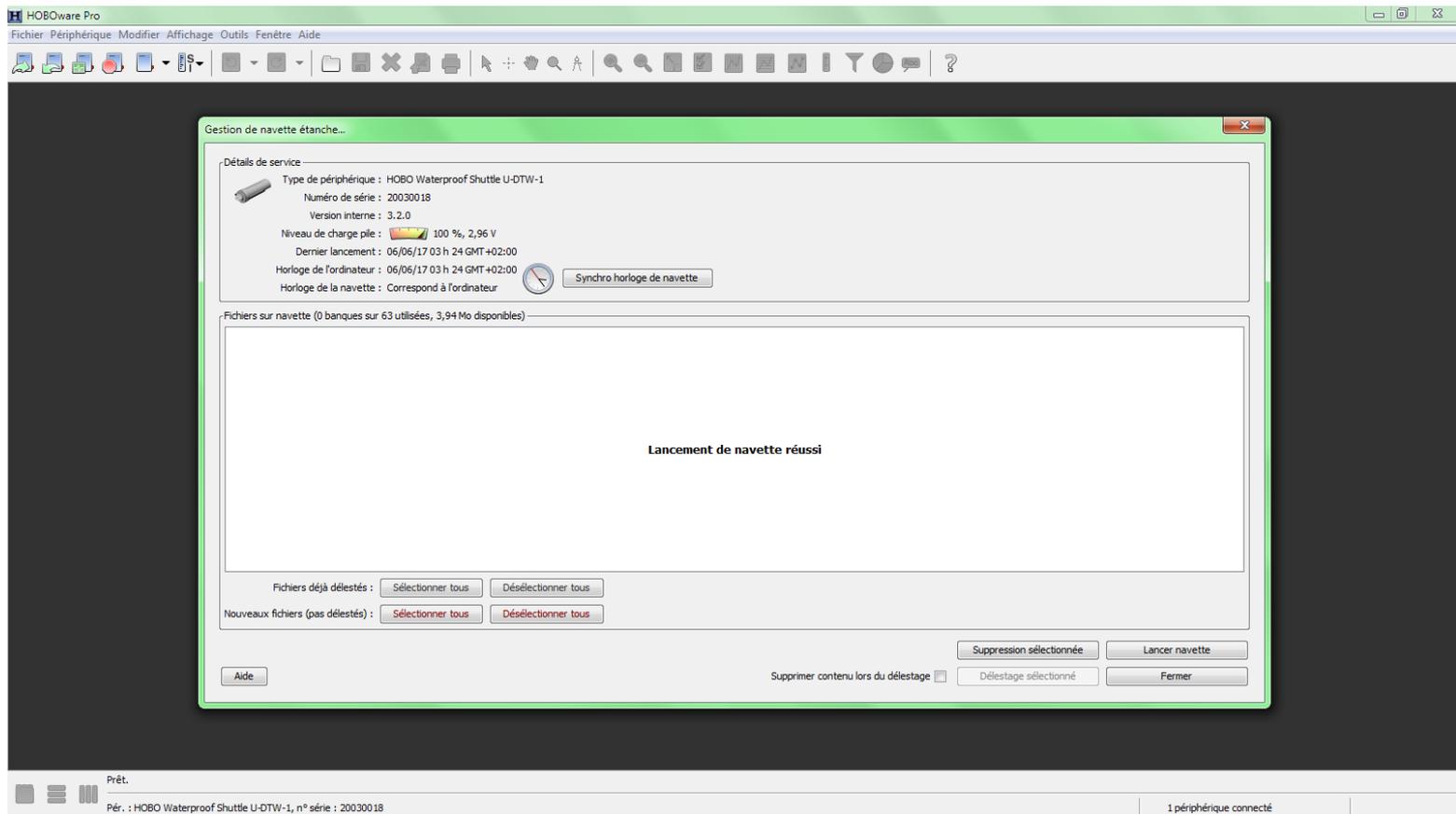
- Sélectionner tous** (highlighted with a green box)
- Désélectionner tous
- Désélectionner tous
- Suppression sélectionnée
- Lancer navette
- Aide
- Supprimer contenu lors du délestage
- Délestage sélectionné
- Enregistre l'en-tête de navette, règle l'horloge et efface tous les fichiers

At the bottom of the software window, the status bar shows: "Prêt. Pér. : HOBO Waterproof Shuttle U-DTW-1, n° série : 20030018" and "1 périphérique connecté".

- Après avoir tous sélectionnés, cliquez sur « lancer la navette ». Un message apparaît, vous pouvez répondre « oui » :



- L'écran s'affiche avec une navette vidée et remise à l'heure :



Il ne reste plus qu'à envoyer tous les fichiers (.hobo et .xls) à Mallard Fanny [fanny.mallard@cistude.org](mailto:fanny.mallard@cistude.org). Il est possible d'envoyer environ 20 fichiers/mail.

Merci à tous pour votre aide précieuse

- Changement des piles des stations météorologiques et changement des piles de la navette

### A. CHANGEMENT DES PILES DE L'ENREGISTREUR

Nous vous recommandons de changer les piles de l'enregistreur **tous les ans** pour être certains que l'enregistrement se fasse en continue. Le changement de piles de la station météorologique s'effectuera au moment du dernier suivi de terrain de chaque année par le chargé de mission sur son site d'étude.

#### Matériel nécessaire :

L'enregistreur + la pile fournit

Pour les différents types de station :



### **Etape n°0 : SAUVEGARDE DES DONNÉES**

**Vous devez impérativement récupérer vos données avant tout changement de piles à l'aide de la navette.**

#### **Etape n°1 : Ouvrir l'enregistreur**

Pour ouvrir l'enregistreur, vous devez :

- Enlevez le capuchon blanc de protection
- Tournez la partie transparente dans le sens anti-horaire jusqu'au taquet.



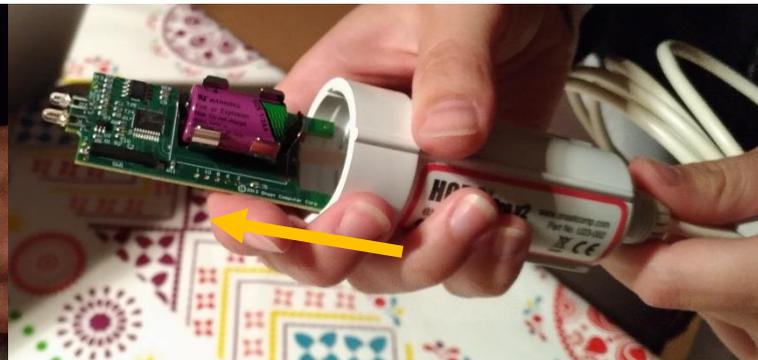
- Soulevez le chapeau transparent



- Dévissez entièrement l'embout au niveau du câble de l'enregistreur

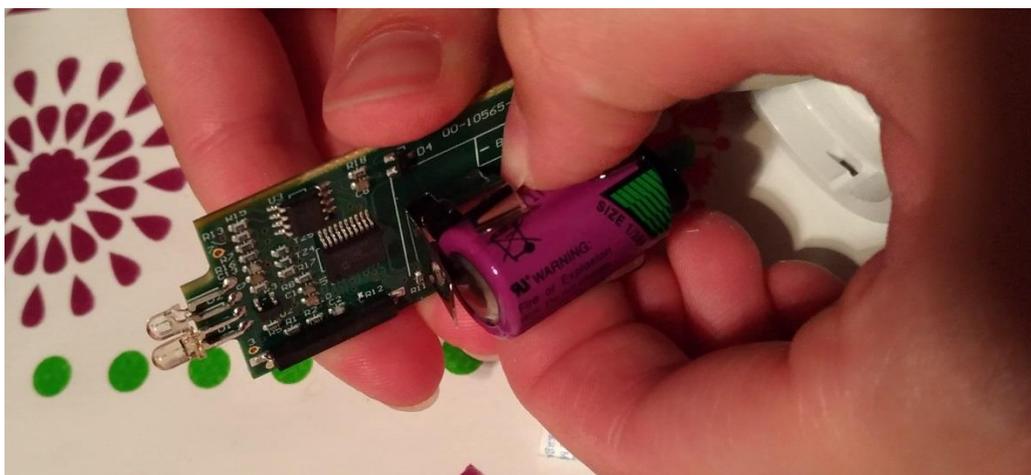


- Poussez **doucement** le câble pour faire sortir la carte électronique (Attention, il y a les sachets anti-humidité qu'il ne faut pas perdre)



### Etape n°2 : Changer la pile

Pendant cette étape, il est impératif de faire attention à la carte électronique. Pour enlever la pile, vous devez la pincer assez fortement entre la carte et la pile tout en soulevant. Une fois enlevée, vous pouvez mettre la pile neuve.



### Etape n°3 : Refermez l'enregistreur

Une fois la pile changée :

- remettez la carte à son emplacement en tirant **doucement** sur le câble
- remettez les sachets anti-humidité autour de la carte (le principal c'est que tout rentre)
- Remettez le capuchon transparent en faisant attention au petit taquet qu'il faut faire coïncider avec la rainure. Il faut appuyer et tourner dans le sens horaire.



- **Réactiver l'enregistreur à l'aide de la navette** avant de remettre le capuchon blanc.

### Etape n°4 : Réactivation de l'enregistreur

**Une fois les piles changées vous devez obligatoirement brancher la navette à l'enregistreur pour réactiver ce dernier. Il faut refaire la même manipulation que si vous transférez les données :**

- Branchez la navette à l'enregistreur
- Appuyez sur le levier jusqu'à ce que la lumière jaune clignote
- Attendez jusqu'à ce que la lumière verte s'allume
- Réappuyez sur le levier de la navette pour l'éteindre
- Enlevez la navette, et remettez le capuchon blanc sur l'enregistreur

Votre enregistreur est de nouveau fonctionnel et peut enregistrer jusqu'au prochain changement de pile l'année prochaine.

## B. CHANGEMENT DES PILES DE LA NAVETTE

Vous pouvez voir l'état des piles de la navette lorsque vous la branchez à votre ordinateur avec le logiciel Hoboware. Si vous voyez que le niveau des piles est faible, il est nécessaire de les changer pour assurer le bon fonctionnement de la navette.

### Matériel nécessaire :

La navette + 2 piles AA



### Etape n°1 : Ouvrir la navette

Pour ouvrir la navette et accéder aux piles, vous devez :

- Retirer le caoutchouc noir qui entoure la navette (le plus grand anneau)



- Appuyer sur le capuchon blanc et tournez en même temps dans le sens antihoraire



- Enlevez le capuchon blanc



- Sortez **délicatement** la carte électronique qui est à l'intérieur (Attention, il y a les sachets anti-humidité qu'il ne faut pas perdre)



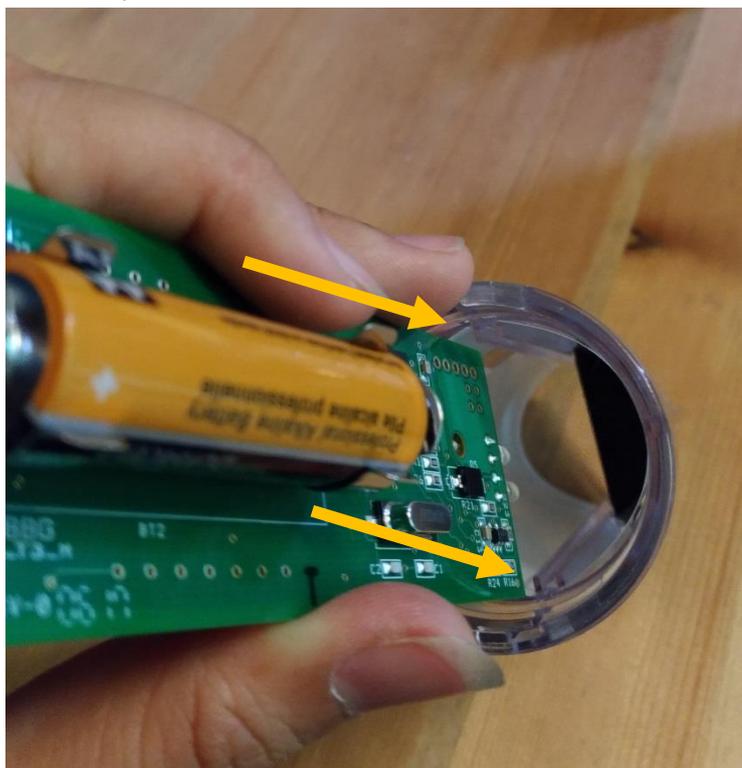
## Etape n°2 : Changer les piles

Retirez les anciennes piles AA et mettez les neuves

## Etape n°3 : Refermez la navette

Une fois les piles changées :

- remettez la carte à son emplacement à l'aide des 2 rainures



- remettez les sachets anti-humidité autour de la carte (le principal c'est que tout rentre)
- Remettez le capuchon blanc en faisant attention au petit taquet qu'il faut faire coïncider avec la rainure. Il faut appuyer et tourner dans le sens horaire.



- Remettez le caoutchouc noir.

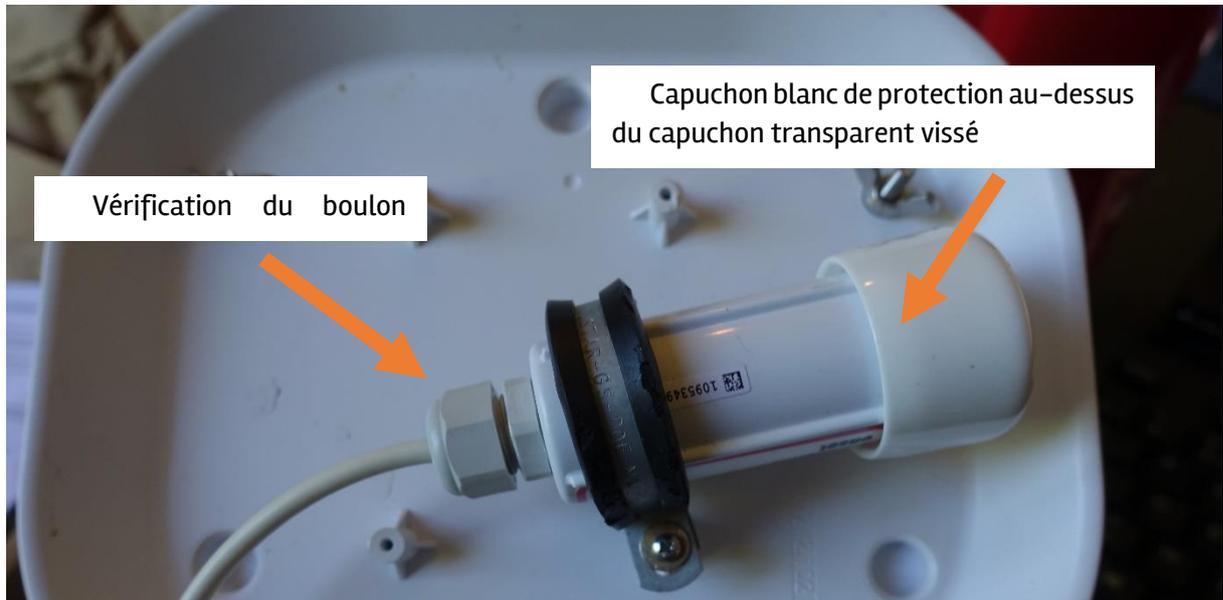


Votre navette est de nouveau fonctionnelle.

- Vérifications des stations météorologiques sur le terrain

### A. Étanchéité de l'enregistreur

Afin d'assurer l'étanchéité de la carte électronique à l'intérieur de l'enregistreur, veuillez vérifier que **le boulon** à l'arrière de l'enregistreur soit **bien vissé** et que le **capuchon transparent** soit également bien vissé et **protégé** par le **capuchon blanc**.



### B. Branchement fil carte électronique : Etape changement de piles

Lors du changement des piles, manipuler avec précaution la carte électronique et vérifier que le fil soit bien en contact du port USB sur la carte électronique.



## Annexe 30. Tome XI Annexes : Fiches de description des unités d'échantillonnage des sites de suivis naturalistes

### Modèle de fiche descriptive

Un document modèle de fiche a été mis en place pour la description des unités d'échantillonnage sur les sites d'étude du programme « Les sentinelles du climat ». Une unité d'échantillonnage correspond à une unité de suivi, d'observation, de relevé sur un site, soit : un transect ou une placette ou un quadrat ou un point d'écoute, etc. L'objectif est de constituer de garder une traçabilité précise des unités d'échantillonnage.

Une fiche correspond donc à une unité d'échantillonnage sur un site. Un site peut avoir plusieurs fiches.

L'objectif pour les observateurs est de donner toutes les informations indispensables pour repérer ces unités sur le site afin d'assurer la traçabilité des suivis sur le long-terme.

Le modèle suivant d'illustration de fiche de terrain présente trois types d'informations (Fig. 99):

- Zone 1 (en jaune) – Informations sur le site : Département, Commune, Lieu-dit, Nom du site, Points GPS du centroïde du site + les quatre points cardinaux pour les sites type quadrat, Type d'habitat, Dénomination de l'indicateur suivi, Dénomination du point d'échantillonnage, Informations observateur, une carte IGN permettant de localiser le site avec l'ensemble des points d'échantillonnage ;
- Zone 2 (en bleu) – Informations sur l'accès au site : informations sur le propriétaire à contacter, accès voiture, accès au site depuis la voiture et une carte IGN de localisation de l'accès au site ;
- Zone 3 (en gris) – Informations sur le point d'échantillonnage : caractéristiques (exposition, altitude, etc.), points GPS de repérage en WGS84 (départ, arrivée, etc.), etc. ;
- Zone 4 (en vert) – Informations sur les repères de terrain : toutes les informations permettant de retrouver le point d'échantillonnage sur le terrain.

<b>Département</b> : 64 <b>Commune</b> : Larruns <b>Lieu-dit</b> : <b>Nom du site</b> : Arrious <b>Code du site</b> : MM_64440_ARIOU <b>X WGS84</b> : <input type="text"/> <b>Y WGS84</b> : <input type="text"/> <b>Habitat</b> : Pelouse de montagne <b>Indicateur</b> : Apollon et cortège de lépidoptères de montagne associé <b>Dénomination du pt échant.</b> : Transect n°1 <b>Code pt échant.</b> : P001 <b>Nom observateur</b> : Mathieu Molières <b>Structure</b> : Cistude Nature <b>Email</b> : mathieu.molieres@cistude.org <b>Tel</b> : 05 56 28 47 72	<b>Carte IGN localisation du site et des points d'échantillonnage</b> 
<b>Carte IGN de localisation de l'accès au site</b> 	- <b>Contactez le propriétaire</b> (nom, numéro, email) : non - <b>Accès voiture</b> : - <b>Accès au site depuis la voiture</b> : 40 min de marche (.....)
<b>Point d'échantillonnage</b>	
<b>Caractéristiques</b> : Exposition : sud    Longueur: 150 m    Autre : <input type="text"/> <b>Altitude</b> : départ : 1686m    arrivée : 1691m <b>X WGS84</b> Départ : <input type="text"/> Arrivée : <input type="text"/> <b>Y WGS84</b> Départ : <input type="text"/> Arrivée : <input type="text"/>	
<b>Repères de terrain</b> : Départ sur la HRP au niveau d'un bloc rocheux à <i>Erica vagans</i> et après 2 ruisseaux « empierrés ». Puis une vingtaine de mètres après prendre une sente visible sur la droite. Quelques cairns marquent le tracé. Arrivée au niveau d'un bloc rocheux avec Rosa.	
<b>Départ T1</b> 	<b>Arrivée T1</b> 

Fig. 99. Modèle de fiche descriptive d'une unité d'échantillonnage sur un site d'étude du programme « Les sentinelles du climat ».



## Sommaire

### Milieu dunaire

- Communautés végétales des dunes littorales non boisées 1
- *Timon lepidus* (Daudin, 1802) – Lézard ocellé des dunes grises du littoral aquitain 2

### Milieu sec

- Communautés végétales des pelouses sèches calcicoles 19
- Populations de lépidoptères des pelouses calcicoles 80

### Milieu humide

- Communautés végétales des tourbières, landes tourbeuses et bas-marais acidiphiles 175
- Populations de lépidoptères de landes humides 193
- *Phengaris alcon* écotype « *alcon* » (Denis & Schiffermüller, 1775) – Azuré des mouillères des landes et prairies humides tourbeuses à paratourbeuses 257
- *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823) – Lézard vivipare des landes humides et tourbières de Nouvelle-Aquitaine 273
- *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) et autres vipères dans les landes humides d'altitude 299
- Communautés végétales des lagunes du plateau landais 328
- Leucorrhines et cortège d'odonates associé des lagunes des Landes de Gascogne 340
- *Hyla molleri* (Bedriaga, 1889) – Rainette ibérique des lagunes du triangle landais et *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758) – Rainette verte des mares, des landes et du bocage Picto-Limousin 366
- Communautés végétales des rives d'étangs arrière-littoraux 387

### Milieu forestier

- Communautés végétales de forêts à Hêtre de plaines 394

### Milieu montagnard

- *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) – Apollon et cortège lépidoptérique associé aux pelouses thermophiles montagnardes 458
- *Gomphocerus sibiricus* (Linnaeus, 1767) et le cortège des orthoptères associé des prairies et pelouses de montagne 490
- *Rana pyrenaica* (Serra-Cobo, 1993) – Grenouille des Pyrénées des torrents de montagne 497
- *Iberolacerta bonnali* (Lantz, 1927) – Lézard de Bonnal et *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905) – Lézard catalan des affleurements et éboulis rocheux de montagne 562
- *Marmota marmota* (Linnaeus, 1758) – La Marmotte des Alpes des pelouses et rocailles pyrénéennes 579



# les sentinelles du climat

Avec le soutien de



UNION EUROPEENNE  
Fonds Européen de  
développement Régional



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine



Gironde  
LE DEPARTEMENT  
[gironde.fr](http://gironde.fr)

