Réserve Naturelle
PINAIL

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION RÉGIONALE
DE L'ENVIRONNEMENT
DE L'AMÉNAGEMENT
ET DU LOGEMENT
NOUVELLE-AQUITAINE

Répertoire des indicateurs et protocoles scientifiques de la Réserve naturelle nationale du Pinail

association de gestion de la réserve du Pinail
gerepi

Version 2022

Membre du réseau des Réserves Naturelles DE FRANCE

Association GEREPI

Moulin de Chitré, 86 210 Vouneuil-sur-Vienne

contact@reserve-pinail.org ; 05.49.02.33.47 ; http://www.reserve-pinail.org/

Photo de couverture :

Vue aérienne © Jean-Guy Couteau, différentes espèces de la biodiversité de la RNN du Pinail © Yann Sellier.

Financeurs :

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Nouvelle-Aquitaine (*dispositif Réserve Naturelle Nationale*), Agence de l'Eau Loire-Bretagne (*Contrat Territorial Vienne Aval*), Conseil Régional de Nouvelle-Aquitaine (*feuille de route Néo Terra*), Communauté d'Agglomération de Grand Châtellerault (*Plan Climat Air Énergie Territorial*).

Coordination :

Yann Sellier
Chargé de missions scientifiques faune, flore, fonge, habitats naturels.
Courriel : yann.sellier@reserve-pinail.org
Tél. : 07.83.11.22.20
https://www.researchgate.net/profile/Yann_Sellier

Contributeurs :

Kévin Lelarge, Valentine Dupont, Sandra Cerclet, Tristan Berry (GEREPI), Elisa Bernard, Olivier Lourdais
Conseil Scientifique de la Réserve naturelle nationale du Pinail

Rédaction et mise en page :

Yann Sellier, Kévin Lelarge

Relecture :

Kévin Lelarge, Conseil Scientifique de la Réserve naturelle nationale du Pinail.

Citation :

Sellier Y., Dupont V., Cerclet S., Berry T., Léauté J., Menard B., Frioux R., Boile L., Bernard E., Préau C. et Lelarge K. – 2022. Répertoire des indicateurs et protocoles scientifiques de la Réserve naturelle nationale du Pinail. Édité par GEREPI. Vouneuil-sur-Vienne, France. 442 pages.

Répertoire des indicateurs et protocoles de suivis scientifiques de la Réserve naturelle nationale du Pinail

(version 2022)

Table des matières

Résumé 1
Mots clés 1
Abstract 2
Keys words 2
Remerciements 3
Introduction 4
Chapitre 1 : Contexte et objectifs 6
I. Stratégie d'acquisition de connaissances 6
II. Plan de gestion 2018-2027 7
III. Observatoire « eau - biodiversité – climat » 10
IV. Partenariats financiers et scientifiques 24
V. Gestion des données naturalistes 24
VI. Analyse et valorisation des données 26
Chapitre 2 : Indicateurs d'état du plan de gestion 28
I. Notions d'indicateurs 28
II. Indicateurs d'état du patrimoine naturel 30
III. Indicateurs d'état des activités du site 61
IV. Planification des suivis et des moyens humains 68
Chapitre 3 : Suivi de l'état de la mosaïque de landes, des habitats et espèces associés 70
I. Suivi cartographique des habitats « terrestres » [CS 01.1 (ensemble des habitats)et CS 01.2 (habitats prioritaires)] 73
II. Suivi hydrologique et météorologique [CS 03.1] 79
III. Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (landes humides) [CS 04.1] 84
IV. Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (bas-marais) [CS 04.2] 96
V. Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (les landes) [CS 04.3] 116
VI. Suivi des populations d'azuré des Mouillères [CS 05.1] 119
VII. Suivi phénologique de l'azuré des Mouillères [CS 05.2] 122
VIII. Suivi spiranthe d'été [CS 06.1 et CS 06.2] 140
IX. Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus [CS 07.1] 148
X. Suivi Orthoptères [CS 08] 154
XI. Suivi Reptiles [CS 09] 159
XII. Suivi avifaune nicheuse : STOC [CS 10.1] 172
XIII. Suivi avifaune nicheuse : fauvette Pitchou [CS 10.2] 179
XIV. Suivi de Formicoxenus nitidulus [CS 30] 186

Chapitre 4 : Suivi de l'état des séries dynamiques des mares et espèces inféodées 190
I. Suivi cartographique des habitats « aquatiques et palustres » [CS 02.1] 192
II. Suivi cartographique des habitats de surface des mares [CS 02.2] 203
III. Suivi hydrologique - quantité de surface [CS 03.2] 212
IV. Suivi hydrologique - qualité de surface [CS 03.3 (température, oxygène) et CS 03.4 (pH, conductivité…)] 216
V. Suivi phytosociologique - tourbières [CS 04.4] 227
VI. Suivi phytosociologique – Transects des mares [CS 04.5] 231
VII. Suivi flore et cryptoflore - Milieux tourbeux [CS 07.2] 239
VIII. Suivi flore et cryptoflore - Mares [CS 07.3] 249
IX. Suivi Odonates - Imagos [CS 11.1] 263
X. Suivi Odonates - Exuvies [CS 11.2] 274
XI. Suivi écrevisse à pieds blancs - Contrôle [CS 12.1] 280
XII. Suivi écrevisse à pieds blancs - Effectif [CS 12.2] 289
XIII. Suivi Amphibiens - Communauté [CS 13.1] 301
XIV. Suivi Amphibiens - Tritons [CS 13.2] 307
XV. Suivi invertébrés aquatiques : Dolomèdes [CS 14.1] 314
XVI. Suivi invertébrés aquatiques : IcoCAM [CS 14.2] 331
Bibliographie 343
Annexes 347

Table des figures

Figure 1 : Carte de localisation des landes et quadrats sentinels 14
Figure 2 : Lien entre pérennité de l'eau et géologie de la réserve..... 17
Figure 3 : Schéma de sélection des mares sentinelles 21
Figure 4 : Carte de localisation des 203 mares sentinelles..... 22
Figure 5 : Localisation des 200 mares sentinelles dont les 20 mares de référence 23
Figure 6 : Diagrammes d'évaluation type de l'état des Objectifs à Long Terme 29
Figure 7 : Modèle B2 simulation d'indicateur note 0 = disparition partielle de l'objet droite 34
Figure 8 : Modèle B1 simulation d'indicateur note 0 = disparition partielle de l'objet courbe « asymptote »..... 34
Figure 9 : Seuils affectés aux grilles de lecture des indicateurs d'état du patrimoine naturel 35
Figure 10 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 01 Suivi cartographique des habitats "terrestres" 36
Figure 11 : Grille de lecture de l'indicateur CS 01 Suivi cartographique des habitats "terrestres"..... 36
Figure 12 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 03 Suivi hydrologie 37
Figure 13 : Grille de lecture de l'indicateur CS 03 Suivi hydrologie 37
Figure 14 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)..... 38
Figure 15 : Grille de lecture de l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)..... 38
Figure 16 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 05 Suivi Azuré des mouillères 39
Figure 17 : Grille de lecture de l'indicateur CS 05 Suivi Azuré des mouillères 39
Figure 18 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 06 Suivi spiranthe d'été 40
Figure 19 : Grille de lecture de l'indicateur CS 06 Suivi spiranthe d'été 40
Figure 20 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus 41
Figure 21 : Grille de lecture de l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus 41
Figure 22 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 08 Suivi orthoptères 42
Figure 23 : Grille de lecture de l'indicateur CS 08 Suivi orthoptères..... 42
Figure 24 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 09 Suivi reptiles 43
Figure 25 : Grille de lecture de l'indicateur CS 09 Suivi reptiles 43
Figure 26 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 10 Suivi avifaune nicheuse 44
Figure 27 : Grille de lecture de l'indicateur CS 10 Suivi avifaune nicheuse..... 44

Figure 28 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 30 Suivi fourmi dont Formicoxenus nitidulus 45
Figure 29 : Grille de lecture de l'indicateur CS 30 Suivi fourmi dont Formicoxenus nitidulus 45
Figure 30 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 02 Suivi cartographique des habitats "aquatiques" 46
Figure 31 : Grille de lecture de l'indicateur CS 02 Suivi cartographique des habitats "aquatiques" 46
Figure 32 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 03 Suivi hydrologique 47
Figure 33 : Grille de lecture de l'indicateur CS 03 Suivi hydrologique 47
Figure 34 : Proportion d'objets biodiversité conservés par note pour l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières) 48
Figure 35 : Grille de lecture de l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières) 48
Figure 36 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…) 49
Figure 37 : Grille de lecture de l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…) 49
Figure 38 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 11 Suivi Odonates dont les leucorrhines 50
Figure 39 : Grille de lecture de l'indicateur CS 11 Suivi Odonates dont les leucorrhines 50
Figure 40 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 12 Suivi écrevisse à pieds blancs 51
Figure 41 : Grille de lecture de l'indicateur CS 12 Suivi écrevisse à pieds blancs 51
Figure 42 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…) 52
Figure 43 : Grille de lecture de l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…) 52
Figure 44 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 13 Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson 53
Figure 45 : Grille de lecture de l'indicateur CS 13 Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson 53
Figure 46 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS14 Suivi Invertébrés aquatiques dont la dolomède des radeaux 54
Figure 47 : Grille de lecture de l'indicateur CS14 Suivi Invertébrés aquatiques dont la dolomède des radeaux 54
Figure 48 : Exemple fictif de l'évaluation de l'état des indicateurs de la mosaïque de landes 59
Figure 49 : Exemple fictif de l'évaluation de l'état des indicateurs des séries dynamiques des mares 59

Figure 50 : Indicateurs issus des deux séries dynamiques (mares et landes) concernant plus directement la mise en évidence des impacts du changement climatique sur la réserve .. 60
Figure 51 : Seuils affectés aux grilles de lecture des indicateurs d'état des activités de gestion 61
Figure 52 : Représenation fictive des indicateurs d'état relatifs à la gestion partenariale du Pinail..... 63
Figure 53 : Représentation fictive des indicateurs d'état relatifs à la connaissance de la réserve..... 64
Figure 54 : Représentative fictive des indicateurs d'état relatifs au fonctionnement de la réserve..... 66
Figure 55 : Représentation fictive des indicateurs d'état relatifs à l'accueil et la sensibilisation du public 67
Figure 56 : Cuphophyllus lacmus © Y. Sellier..... 72
Figure 57 : Spiranthes aestivalis © Y. Sellier..... 72
Figure 58 : Phengaris alcon © Y. Sellier..... 72
Figure 59 : Cartographie des habitats naturels de la réserve naturelle du Pinail et de la bande des quatre vents..... 74
Figure 60 : Localisation de la station météo et piézomètre de nappe du pâturage..... 80
Figure 61 : Localisation des deux lignes de piézomètre du secteur du Rivau (sud) et du secteur des écrevisses (nord)..... 81
Figure 62 : Résultat du dernier rapportage (2013-2018 sur l'état de conservation des landes humides atlantiques à Erica tertralix (UE 4010), ainsi qu'Erica tertalix et E. ciliaris (UE 4020*) (issu de Mistraz et Grivel 2020)..... 84
Figure 63 : carte de localisation des suivis landes humides..... 85
Figure 64 : Schématisation de l'approche terrain © L. Grivel..... 86
Figure 65 : Aide à la détermination de du recouvrement des espèces ligneuses (issu Mistarz et Givel 2020)..... 88
Figure 66 : Fiche de terrain 1/2 (Mistarz et Grivel 2020)..... 90
Figure 67 : Fiche de terrain 2/2 (Mistarz et Grivel 2020)..... 91
Figure 68 : Grille de décompte des points des relevés de lande humide (issu de Mistarz et Grivel 2020)..... 92
Figure 69 : Localisation de l'ensemble des suintements de la réserve naturelle du Pinail 97
Figure 70 : Carte de localisation du Suintement secteur du Rivau (zone d'application du protocole)..... 98
Figure 71 : Localisation du qudrat bas-marais Q1..... 99
Figure 72 : Localisation du qudrat bas-marais Q2..... 100
Figure 73 : Localisation du qudrat bas-marais Q3..... 101
Figure 74 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 1/4..... 103
Figure 75 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 2/4..... 104
Figure 76 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 3/4..... 105
Figure 77 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 4/4..... 106

Figure 78 : schéma de principe de l'échantillonnage par petits quadrats (25x25 cm) (d'après CBNSA 2020) 107
Figure 79 : Fiche de suivi des bas-marais 1/4 110
Figure 80 : Fiche de suivi des bas-marais 2/4 111
Figure 81 : Fiche de suivi des bas-marais 3/4 112
Figure 82 : Fiche de suivi des bas-marais 4/4 113
Figure 83 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire AbruE 124
Figure 84 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire AfauBV4 125
Figure 85 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire Apat 126
Figure 86 : Représentation de l'obtention des données au niveau régional (PCN, 2017) 127
Figure 87 : Travail au sein des sous-quadrats de 2x2 m (issu de Mallard et al. 2017) 128
Figure 88 : Méthode de comptage et référencement des pieds de gentiane et œufs de Phengaris alcon alcon © Y. Sellier 129
Figure 89 : Fiche de relevé protocole gentaine et oeuf Phengaris alcon alcon 1/2 (d'après Mallard et al. 2017) 130
Figure 90 : Fiche de relevé protocole gentaine et oeuf Phengaris alcon alcon 2/2 (d'après Mallard et al. 2017) 131
Figure 91 : Schéma de la réalisation de comptage rhopalocères (Langlois & Gilg, 2007) 133
Figure 92 : Exemple d'appareil mesurant la température, la vitesse du vent et l'hygrométrie utilisé dans le cadre de ce protocole 134
Figure 93 : Fiche de terrain suivi rhopalocère suivi Phengaris (Mallard et al. modifié Y. Sellier) 135
Figure 94 : Piège à fourmis appâté. Ici Myrmica scabrinodis © Y. Sellier. 137
Figure 95 : Mesure biométrique d'une Myrmica pour identification © Y. Sellier 137
Figure 96 : Évolution des effectifs de spiranthe sur les 3 stations de la réserve (1994-2020) 140
Figure 97 : Carte de localisation des suivis Spiranthe d'été 141
Figure 98 : Suintement S1 © R. Raimond 142
Figure 99 : Suintement du Rivau © R. Raimond 142
Figure 100 : Schéma type de prospection des suintements à spiranthe d'été 143
Figure 101 : Etiquette utilisées pour l'individualisation et numérotation des pieds de spiranthe © Y. Sellier 144
Figure 102 : Fiche de relevé terrain spiranthe d'été RNN Pinail page 1/3 (ficche complète allant jusqu'à 100 hampes) 145
Figure 103 : Fiche de terrain pour les relevés fongiques 1/2 150
Figure 104 : Fiche de terrain pour les relevés fongiques 2/2 151
Figure 105 : CS 08 Fiche de suivi des orthoptères 156
Figure 106 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QpatQ en zone pâturée 160
Figure 107 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QnoninT en de non-intervention 161

Figure 108 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QbruG en zone brulée 162
Figure 109 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QfauT en zone fauchée 163
Figure 110 Thermomètre, hygromètre de précision laser 165
Figure 111 : Mini-station météo : anémomètre termomètre de terrain 165
Figure 112 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 1/4 166
Figure 113 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 2/4 167
Figure 114 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 3/4 168
Figure 115 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 4/4 169
Figure 116 : Localisation des points d'observation pour le protocole STOC EPS et le Pitchou 173
Figure 117 : Recto de la fiche terrain pour le protocole de suivi temporel des oiseaux communs par points d'écoute (STOC EPS) 175
Figure 118 : Verso de la fiche terrain pour le protocole de suivi temporel des oiseaux communs par points d'écoute (STOC EPS) 176
Figure 119 : Fiche de relevé terrain Pitchou (recto) 182
Figure 120 : Fiche de relevé terrain Pitchou (verso) 183
Figure 121 : Carte de localisation du suivi Formicoxenus nitudulus 187
Figure 122 : Technique de prise de mesure des fourmilières à dôme de la réserve 188
Figure 123 : Recto du bordereau d'inventaire phytosociologique 196
Figure 124 : Verso du bordereau d'inventaire phytosociologique 197
Figure 125 : Recto du bordereau d'inventaire des séries et géoséries 199
Figure 126 : Verso du bordereau d'inventaire des séries et géoséries 200
Figure 127 : Localisation des transects du secteur E 204
Figure 128 : Localisation des transects du secteur L 205
Figure 129 : Localisation des transects du secteur Q 206
Figure 130 : Localisation des transects du secteur E 207
Figure 131 : Exemple de photo aérienne permettant de dessiner lea répartition des habitats aquatiques (mare F2) 209
Figure 132 : Localisation des mares à relevé piézométrique 213
Figure 133 : Sonde piézométrique STS DLN 70 214
Figure 134 : Localisation des mares à relevé température 219
Figure 135 : Localisation des mares à relevé oxygène 220
Figure 136 : Localisation des points d'échantillonnage sur une mare 221
Figure 137 : Equipement standard des mares de type A et B 223
Figure 138 : équiapement standard des mares de type C 223
Figure 139 : Equipement des mares peu profondes et temporaires 224
Figure 140 : Equipement de 2 mares particulières (complément piézométrique concomittant) 224
Figure 141 : Localisation des tourbières 228
Figure 142 : Carte des transect du secte Q 232
Figure 143 : Carte des transect du secte L 233
Figure 144 : Carte des transect du secte E 234
Figure 145 : Carte des transect du secte T 235
Figure 146 : Schéma de transect des habitats de mare 237
Figure 147 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur T 241

Figure 148 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur L..... 242
Figure 149 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur E 243
Figure 150 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur T 244
Figure 151 : Fiche de relevé terrain flore et cryptoflore des milieux tourbeux 246
Figure 152 : Pollen U. bremii © Y Sellier 251
Figure 153 : Pollen U. bremii © Y Sellier 251
Figure 154 : Fleur U. bremii © Y Sellier 251
Figure 155 : Pollen U. bremii © Y Sellier 251
Figure 156 : Pollen U. bremii © Y Sellier 251
Figure 157 : Pollen U. bremii © Y Sellier 251
Figure 158 : Poils U. bremii © Y Sellier 251
Figure 159 : Poils U. bremii © Y Sellier 251
Figure 160 : Pollen U. bremii © Y Sellier 251
Figure 161 : Poils U. bremii © Y Sellier 251
Figure 162 : Fleurs U. minor © Y Sellier 252
Figure 163 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 164 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 165 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 166 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 167 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 168 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 169 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 170 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 171 : Pollen U. minor © Y Sellier 252
Figure 172 : Poils U. minor © Y Sellier 253
Figure 173 : Poils U. minor © Y Sellier 253
Figure 174 : Mares du secteur Q et T concernées par le suivi CS. 07.3 254
Figure 175 : Mares du secteur Q concernées par le suivi CS. 07.3 255
Figure 176 : Mares du secteur L concernées par le suivi CS. 07.3 256
Figure 177 : Mares du secteur G concernées par le suivi CS. 07.3 257
Figure 178 : Mares du secteur E concernées par le suivi CS. 07.3 258
Figure 179 : Fiche de relevé du protocole CS 07.3 : Flore et Cryptoflore - mare 260
Figure 180 : Carte des végétations et section de transect Odonate du fossé de la Hutte265
Figure 181 : Précision des sections de transect du bas du fossé de la Hutte 266
Figure 182 : Cadre d'observation virtuel des libellules sur les cours d'eau (Langlois et Gilg 2007) 268
*Figure 183 : Fiche de relevé des suivis odonates imagos sur les mares de la réserve naturelle du Pinail*270
Figure 184 : Conditions météo favorables aux suivis Odonates (Steli 2011) 271
Figure 185 : Force du vent sur l'échelle de Beaufort 271
Figure 186 : Fiche de relevé des suivis odonates imagos sur les mares de la réserve naturelle du Pinail 277
Figure 187 : Comparatife entre mâle (droite) et femelle (gauche) d'écrevisse à pieds blancs © B. Ménard 282
Figure 188 : Individu touché par la thélaniose © Y. Sellier 283
Figure 189 : Répartition de l'écrevisse à pieds blansc en France (INPN 2020) 284

Figure 190 : Mares à écrevisse de la RNN Pinail 285
Figure 191 : Dispositif d'attraction des écrevisses (fil de pêche et andouillette bio) © Y. Sellier 286
Figure 192 : fiche de relevé suivis CS 12.1 présence-absence des écrevisses à pieds blancs 287
Figure 193 : Comparatife entre mâle (droite) et femelle (gauche) d'écrevisse à pieds blancs © B. Ménard 291
Figure 194 : Individu touché par la thélaniose © Y. Sellier 292
Figure 195 : Répartition de l'écrevisse à pieds blanc en France (INPN 2020) 293
Figure 196 : Mares à écrevisse de la RNN Pinail 295
Figure 197 : Dispositif de capture d'écrevisses : nasse cylindique et système d'ancrage © B. Menard 296
Figure 198 : Ecrevisse marquée lors du premier passage © B. Menard 297
Figure 199 : Dispositif de marquage d'écrevisses © B. Menard 297
Figure 200 : Fiche de relevé protocole de capture-marquage-recapture des écrevisses à pieds blancs 298
Figure 201 : Exemples des effets supposés sur la rainette arboricole (à gauche) et le titon crété (à droite) concernant leur aire de répartition potentielle face au changement climatique et au variation de l'occupation du sol (D'après Préau et al. 2018) 301
Figure 202 : Fiche de relevé terrain protocole popamphibien communauté RNN Pinail 304
Figure 203 : Exemples des effets supposés sur la rainette arboricole (à gauche) et le titon crété (à droite) concernant leur aire de répartition potentielle face au changement climatique et au variation de l'occupation du sol (D'après Préau et al. 2018) 307
Figure 204 : Tritons capturés (à gauche) et couleuvre vipérine (à droite) © Y. Sellier et T. Berry 309
Figure 205 : Fiche de relevé terrain protocole amphicapt RNN Pinail (adapté de Maillet 2013) 311
Figure 206 : Perspective de distribution de Dolomedes plantarius avec le changement climatique (scénario B2A) 317
Figure 207 : Fiche de terrain CS 14.1 suivi des dolomèdes 318
Figure 208 : Planche préseantant les espèces d'aiagnées proches des dolomèdes dans les mêmes milieux de vie 320
Figure 209 : Planche de distinction des deux espèces de Dolomèdes 321
Figure 210 : Planche de distinction des épigynes des deux Ddolomèdes 322
Figure 211 : Planche focus sur la variabilité des épigyne de D. plantarius 323
Figure 212 : Planche de distinction des pédipalpes chez les deux dolomèdes 324
Figure 213 Planche de distinction des apophyses tibilal des deux espèces de dolomèdes 325
Figure 214 : Fiche descriptive de la mare de mise en place de l'IcoCAM 1/2 335
Figure 216 : Détail schématique de l'étape 3 336
Figure 215 : Fiche descriptive de la mare de mise en place de l'IcoCAM 2/2 336
Figure 217 : Calcul du temps d'échantillonnage 337
Figure 218 : Fiche de structuration des habitats de la mare 338

Figure 224 : Carte globale de répartition des aires sentinels et des quadrats sentinels de la réserve naturelle nationale du Pinail 348
Figure 225 : Aire sentinelle brûlis du secteur G 349
Figure 226 : Aire sentinelle brûlis du secteur E 350
Figure 227 : Aire sentinelle brûlis du secteur L 351
Figure 228 : Aire sentinelle brûlis du secteur I 352
Figure 229 : Aires sentinelles non intervention du secteur T et fauche du secteur T et Q 353
Figure 230 : Aire sentinelle non intervention du secteur P 354
Figure 231 : Aire sentinelle pâturage du secteur Q et D 355
Figure 232 : Quadrat Brulis du secteur E 356
Figure 233 : Quadrat brûlis du secteur G 357
Figure 234 : Quadrat brûlis du secteur I 358
Figure 235 : Quadrat fauche du secteur Q 359
Figure 236 : Quadrat fauche du secteur T 360
Figure 237 : Quadrat non-intervention du secteur P 361
Figure 238 : Quadrat non-intervention du secteur T 362
Figure 239 : Quadrat pâturage du secteur D 363
Figure 240 : Quadrat pâturage du secteur Q 364
Figure 241 : Répartition des mares temporaires et permanent de la Réserve naturelle du Pinail et bande des quatre vents 365
Figure 242 : Répartition des types de mares sur la Réserve naturelle du Pinail et la bande des quatre vents 366
Figure 243 : Mares sentinelles du secteur E (1/3) 367
Figure 244 : Mares sentinelles du secteur E (2/3) 368
Figure 245 : Mares sentinelles du secteur E (3/3) 369
Figure 246 : Mares entinelles du secteur L (1/2) 370
Figure 247 : Mares sentinelles du secteur L 371
Figure 248 : Mares sentinelles du secteur T (1/4) 372
Figure 249 : Mares sentinelles du secteur T (2/4) 373
Figure 250 : Mares sentinelles du secteur T (3/4) 374
Figure 251 : Mares sentinelles du secteur T (4/4) 375
Figure 252 : Mares sentinelles du secteur G 376
Figure 253 : Mares sentinelles du secteur V 377
Figure 254 : Mares sentinelles du secteur Q et F (1/3) 378
Figure 255 : Mares sentinelles du secteur Q et F (2/3) 379
Figure 256 : Mares sentinelles du secteur Q et F (3/3) 380
Figure 257 : Mares sentinelles du secteur D et F (1/2) 381
Figure 258 : Mares sentinelles du secteur Q (2/2) 382
Figure 259 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Centre de la réserve naturelle nationale du Pinail 383
Figure 260 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Est de la réserve naturelle nationale du Pinail 384
Figure 261 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Nord de la réserve naturelle nationale du Pinail 385

Figure 262 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Ouest nord de la réserve naturelle nationale du Pinail 386
Figure 263 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Ouest sud de la réserve naturelle nationale du Pinail 387
Figure 264 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Sud de la réserve naturelle nationale du Pinail 388
Figure 265 : Mares de référence du secteur T (1/2) 389
Figure 266 : Mares de référence du secteur T (2/2) 390
Figure 267 : Mares de référence du secteur Q et F 391
Figure 268 : Mares de référence du secteur L 392
Figure 269 : Mares de référence du secteur E 393
Figure 270 : Mare sentinelle de réfrénce E122 © R. Raimond 394
Figure 271 : Mare sentinelle de réfrénce E124 © R. Raimond 395
Figure 272 : Mare sentinelle de réfrénce E126 © R. Raimond 396
Figure 273 : Mare sentinelle de réfrénce F2 © R. Raimond 397
Figure 274 : Mare sentinelle de réfrénce L24 © R. Raimond 398
Figure 275 : Mare sentinelle de réfrénce L28 © R. Raimond 399
Figure 276 : Mare sentinelle de réfrénce L36 © R. Raimond 400
Figure 277 : Mare sentinelle de réfrénce L69_69a © R. Raimond 401
Figure 278 : Mare sentinelle de réfrénce L82e © R. Raimond 402
Figure 279 : Mare sentinelle de réfrénce Q17d © R. Raimond 403
Figure 280 : Mare sentinelle de réfrénce Q19 © R. Raimond 404
Figure 281 : Mare sentinelle de réfrénce Q20 © R. Raimond 405
Figure 282 : Mare sentinelle de réfrénce Q23 © R. Raimond 406
Figure 283 : Mare sentinelle de réfrénce Q27 © R. Raimond 407
Figure 284 : Mare sentinelle de réfrénce T2_2a © R. Raimond 408
Figure 285 : Mare sentinelle de réfrénce T6_50b © R. Raimond 409
Figure 286 : Mare sentinelle de réfrénce T50 © R. Raimond 410
Figure 287 : Mare sentinelle de réfrénce T143_143a © R. Raimond 411
Figure 288 : Mare sentinelle de réfrénce T184 © R. Raimond 412
Figure 289 : Mare sentinelle de réfrénce T204 © R. Raimond 413
Figure 290 : Carte de localisation générale des points d'écoute oiseaux et les tampons de distances associés 414
Figure 291 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 31 et STOC 1 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux 414
Figure 292 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 34 et STOC 3 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux 414
Figure 293 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 37 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux 414
Figure 294 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 38 et STOC 7 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux 414
Figure 295 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 40 et STOC 8 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux 414
Figure 296 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 41 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux 414

Figure 297 : Localisation du point d'écoute « STOC 2 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux..... 414
Figure 298 : Localisation du point d'écoute « STOC 4 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux..... 414
Figure 299 : Localisation du point d'écoute « STOC 5 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux..... 414
Figure 300 : Localisation du point d'écoute « STOC 6 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux..... 414
Figure 301 : Localisation du point d'écoute « STOC 9 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux..... 414
Figure 302 : Localisation du point d'écoute « STOC 10 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux..... 414

Table des tableaux

Tableau 1 : Répartition du nombre d'aires et de quadrats sentinels 13
Tableau 2 : Répartition du nombre de mares sentinelles par type de mare et de gestion. 20
Tableau 3 : Indicateurs d'état de l'OLT I du plan de gestion 31
Tableau 4 : Indicateurs d'état l'OLT II du plan de gestion 32
Tableau 5 : Tableau relationnel entre dispositif de suivis, protocoles et représentation des indicateurs d'état (branhe du radar) par objectif de long terme 56
Tableau 6 : Liste des habitats terrestres à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail 70
Tableau 7 : Liste de la flore terrestre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail 70
Tableau 8 : Liste de la fonge terrestre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail .. 71
Tableau 9 : Liste de la faune terresrrestre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail 72
Tableau 10 : Liste et cotation des atteintes quantifiables au sein du polygone de landes humides étudié (Mistarz et Grivel 2020)..... 89
Tableau 11 : Listes des atteintes diffuses difficielmen quantifiable au niveau de la surface du polygone étudié (Mistarz et Grivel 2020)..... 89
Tableau 12 : Attribution des codes en fonction de l'intensité des éléments météorologiques (couverture nuageuse, pluie, vent et visibilité) 175
Tableau 13 : Liste des habitats aquatiques et palustres à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail..... 190
Tableau 14 : Liste des espèces de faune aquatique et palustre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail..... 191
Tableau 15 : Liste des espèces de flore aquatique et palustre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail..... 191
Tableau 16 : Liste des espèce de fonge aquatique et palustre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail..... 191
Tableau 17 : Tableau des critères différeciant U. minor et U. bremii sur la base de l'observation de quelques individus de la réserve du Pinail 250
Tableau 18 : Tableau récapitulatif du nombre d'Amphicapts nécéssaires par mare 309

Résumé

Ce document regroupe les différents protocoles de suivis scientifiques mis en place sur la Réserve naturelle nationale du Pinail au regard des indicateurs d'état du patrimoine naturel et des activités du plan de gestion 2018-2027, ainsi que des programmes d'études complémentaires. Le concept appliqué ici est dérivé des éléments de système de management de la qualité (norme ISO 9001), permettant synthétiquement d'écrire ce que l'on fait et faire que ce que l'on a écrit pour permettre une reproductibilité et interprétation fiable des suivis et études mit en place dans le temps et l'espace, et ceci, quel que soit l'opérateur. L'objectif est d'assurer une vision sur la qualité des protocoles et des données scientifiques recueillies en adéquation avec la stratégie du plan de gestion en cours (Lelarge et al. 2018) et les suivants. La stratégie et les objectifs de l'observatoire « eau-biodiversité-climat » en lien avec la réforme des modes d'acquisition des connaissances sur le site y sont détaillés en lien avec les objectifs du plan de gestion et les espèces à responsabilité du site. Chaque protocole de suivis et d'étude de la réserve est décrit dans ce document.

Mots clés

Protocoles, suivis, études, indicateurs d'état, réserve naturelle, Pinail, biodiversité, observatoire, eau, climat, écocomplexes, base de données, bio-indicateurs. Physico-chimie, météorologie, piézométrie, thermie, hydrologie. Faune : mammifères, oiseaux, amphibiens, Reptiles, poissons, lépidoptères, Odonates, orthoptères, coléoptères, fourmis, écrevisses à pieds blancs, dolomèdes, invertébrés. Habitats : phytosociologie, géoséries, séries, landes, mares, tourbières, suintements, pelouses. Flore : plantes, characées, algues. Fonge : champignons pyrophiles, stabilité physicochimique des sols.

Abstract

This document brings together the various protocols put in place on the reserve concerning the monitoring of status indicators of the management plan, and the studies carried out since 2018 on the nature reserve. The concept applied here is derived from the elements of the quality management system (ISO 9001 standard), synthetically allowing to write what we do and do what we have written to allow a reliable reproducibility and interpretation. Monitoring and studies implemented in time and space, regardless of the operator. The objective is to ensure a vision of the quality of protocols and data obtained in line with the strategy of the current management plan (Lelarge et al. 2018) and the following management plans. The strategy and objectives of the "water-biodiversity-climate" observatory in connection with the reform of methods of acquiring knowledge on the site are programmed therein in connection with the objectives of the management plan and the species responsible for the site. Each reserve monitoring and study protocol is included in this document.

Keys words

Protocols, monitoring, studies, state indicators, nature reserve, Pinail, biodiversity, observatory, water, climate, eco-complexes, databases, bioindicators. Physico-chemistry, meteorology, piezometry, thermics, hydrology. Fauna: mammals, birds, amphibians, reptiles, fish, lepidoptera, odonata, orthoptera, beetles, ants, white-footed crayfish, dolomeds, invertebrates. Habitats: phyotosociology, geoseries, series, moors, ponds, bogs, tracks, lawns. Flora: plants, characeae, algae. Fonge: pyrophilic fungi, physicochemical stability of soils.

Remerciements

Depuis de nombreuses années, GEREPI sollicite des décideurs, des partenaires financiers, des naturalistes, des chercheurs ou scientifiques de plusieurs disciplines, de toute la France ou d'autres pays, pour ses activités de suivis ou d'études scientifiques, et d'inventaires naturalistes.

L'équipe de GEREPI tient à remercier sincèrement tous ces partenaires et spécialistes avec qui nous avons travaillé ou travaillons, de près ou de loin, sur un ou plusieurs taxa, syntaxa, facteurs abiotiques ou les processus biotiques et abiotiques passés, en cours ou futurs. Ils nous permettent par leurs financements, leurs connaissances, leurs réflexions, leurs conseils, leurs vérifications, de mettre en place des protocoles fiables, d'alimenter et partager notre base de données, et de mettre en place des études précises et pertinentes.

Plus important encore, ils nous permettent, par leurs connaissances et compétences, de regarder la Réserve naturelle du Pinail par de nouvelles fenêtres au fur et à mesure de la compréhension des interactions biotiques et abiotiques qui influent sur chaque taxon et syntaxon.

Nous espérons que ces collaborations perdureront et se multiplieront dans l'objectif affiché de mieux comprendre la biodiversité (compositions, structures, interactions, fonctionnalités), mieux la protéger et la gérer, en favorisant le rapprochement entre gestionnaires et chercheurs, scientifiques et décideurs.

Introduction

Nous sommes aujourd'hui dans un contexte de dégradation des habitats, de modification des conditions abiotiques (pollution, climat...) (Hannah, Lohse et al. 1994) et de chute de la biodiversité. Il est même démontré que nous sommes dans la sixième extinction de masse de la biodiversité de notre planète (Barnosky et al. 2011).

Les milieux humides suivent une trajectoire accentuée de destruction et de dénaturation, avec plus de 50 % des zones humides détruites en France au cours du dernier siècle (Eaufrance 2017). Il en découle que nombre d'espèces emblématiques de ces milieux sont aujourd'hui menacées de disparition, tels les amphibiens devenus le groupe le plus en péril au niveau mondial avec 40 % des espèces en danger (vulnérable, en danger, en danger critique) (UICN 2017), et c'est environ 20 % au niveau de la France et de l'ex-région Poitou-Charentes(UICN France 2015; Poitou-Charentes-Nature 2016).
Au niveau local, les milieux humides ont subi les mêmes pressions, les mares tout particulièrement se sont raréfiées.

Au-delà des activités anthropiques dégradant les habitats humides ou aquatiques, les zones préservées de ces actions directes, comme les espaces naturels protégés, sont désormais touchées par des impacts indirects de plus en plus prégnants : les changements globaux (climat, pollution, introduction d'espèces, etc.). Les effets du changement climatique (acidification de l'eau, modification du régime des pluies, sécheresse...) se font déjà ressentir sur la Réserve naturelle nationale du Pinail (Beaune et al. Soumis) et pousse le gestionnaire vers une indispensable stratégie d'adaptation et/ou d'atténuation de ces impacts.

Il parait important dans ce contexte, et en cohérence avec les politiques environnementales portées par l'État et différents partenaires (*Agence de l'Eau Loire Bretagne, Conseil Régional de Nouvelle-Aquitaine, Conseil Départenamental de la Vienne, Communauté d'Agglomération de Grand Châtellerault, etc.*) de mettre en place un observatoire local permanent pour mesurer l'état de conservation et l'évolution de la biodiversité de la Réserve naturelle Pinail.
En effet, ces milieux très riches en biodiversité et très divers dans leurs compositions (*landes, pelouses, suintements, tourbières, mares*...), sont des témoins des dynamiques locales et globales. Les suivis et études doivent permettre de rendre compte de l'état de conservation des habitats et espèces, et de comprendre les différents impacts directs (*modes de gestion*) et indirects (*changements globaux, dont le changement climatique*) des pressions pesant sur notre site et ses composantes à plus long terme.

Ce document présente la démarche de l'observatoire eau-biodiversité-climat assurant la réforme des méthodes d'acquisition des connaissances sur le site et fédérant l'ensemble des protocoles de suivis mis en place, ainsi qu'une partie des études. Il s'en suit la présentation de la démarche d'évaluation par les indicateurs d'état. Ensuite, les enjeux et responsabilités biologiques sont rappelés, et les protocoles de suivis sont décrits pour les deux premiers objectifs à long terme (I : Maintenir le paysage des "Brandes du Poitou" et la mosaïque d'habitats terrestres oligotrophes ; II : Maintenir la capacité d'accueil des séries

dynamiques des mares pour les espèces aquatiques et palustres). Enfin, différents procotoles d'études sont explicités.
Ces derniers ont vocation à être évolutifs et à se compléter au cours du temps en fonction de l'évolution des objectifs, des thématiques de travail, des opportunités d'études ou de recherches... Le présent document sera donc mis à jour régulièrement.

Chapitre 1 : Contexte et objectifs

I. Stratégie d'acquisition de connaissances

La Réserve naturelle nationale du Pinail est un site de 142 ha composé de landes et de mares. Ce site présente une matrice paysagère relictuelle de landes au sein de laquelle résident 6 000 mares issues de l'extraction de pierres meulières. La biodiversité s'y mêle au sein d'une matrice complexe composée de milieux xériques, mésophiles, humides, aquatiques en perpétuel enchevêtrement : un complexe d'écotones.

La doctrine des Réserves Naturelles de France est la suivante : protéger, gérer, sensibiliser. Au sein des réserves, le premier pilier est donc de protéger le patrimoine naturel, la biodiversité et la géodiversité, et pour accomplir cet objectif, il est primordial de connaître et comprendre les objets à préserver.

Ce document est une déclinaison opérationnelle du plan de gestion 2018-2027 de la Réserve du Pinail en précisant tout particulièrement les opérations déclinées des objectifs à long terme I et II, spécifiques à la conservation du patrimoine naturel (Lelarge et al. 2017) C'est également la formalisation de la nouvelle stratégie d'acquisition de connaissances développée lors de l'élaboration du 5ème plan de gestion de la réserve en appui de plusieurs constats :

- La disparité spatiale des connaissances acquises au cours du temps sur la réserve limitant le croisement des données pourtant indispensable à l'exploitation des résultats et une bonne compréhension des dynamiques et processus écologiques,
- L'absence de formalisation et/ou de reproductibilité de certains protocoles avec un manque de fiabilité quant à l'exploitation des résultats,
- La réévaluation des enjeux et responsabilités de conservation du site nécessitant des compléments quant à des espèces précédemment non prises en compte,
- La difficulté à évaluer les impacts des modes de gestion ainsi que l'absence de prise en compte des impacts du changement climatique, de plus en plus prégnants.

La nouvelle stratégie d'acquisition de connaissances prend la forme d'un observatoire local de la biodiversité, de l'eau et du climat. Cette réforme a été développée à partir de connaissances consolidées, à savoir :

- la réfection de la cartographie précise des mares (Dupont and Sellier 2017b) ;
- l'étude des géoséries et petites séries végétales des mares (Dupont, Sellier, and Lelarge 2018) ;
- la mise à jour de la cartographie des habitats terrestres de la réserve (Dupont and Sellier 2017a) ;
- le renouvellement du plan de gestion de la réserve comportant une évaluation des responsabilités du patrimoine naturel de la réserve naturelle (Kévin Lelarge et al. 2018) ;

- des évolutions conceptuelles liées à l'appréhension du changement climatique, de l'effondrement de biodiversité et aux impacts déjà perçus sur la réserve (Beaune et al. 2018; Préau et al. 2018; Préau and Beaune 2016), appuyées par des demandes grandissantes des politiques et partenaires afin de disposer d'informations concrètes et locales sur les éléments précités.

Le présent document vise à formaliser et centraliser l'ensemble des protocoles scientifiques et méthodologies d'évaluation mises en œuvre sur la Réserve naturelle du Pinail en distinguant, après la présentation des indicateurs d'état du plan de gestion, une partie :

- **Suivi** pour les données collectées *in situ* de manière récurrente et dont les résultats alimentent les indicateurs d'état du patrimoine naturel, l'évaluation du plan de gestion de la réserve.
- **Étude** pour les données ponctuelles et/ou non affectées aux indicateurs d'état (*cette partie sera alimentée en continu, au gré de la réalisation de nouvelles études qu'elles soient programmées ou opportunistes*).

II. Plan de gestion 2018-2027

Le plan de gestion est le document-cadre des activités de la réserve naturelle. Il s'agit d'un outil de développement et de programmation à la fois stratégique et opérationnelle. Il est élaboré par le gestionnaire de manière structurée, logique et partagée avec les acteurs du site. Le diagnostic réalisé (Kévin Lelarge et al. 2018) a permis d'évaluer les responsabilités du site en termes de conservation du patrimoine naturel et de définir deux enjeux fondamentaux, à la base de la structure du présent document.

2.1. Responsabilités de conservation du site

La Réserve naturelle du Pinail est un site exceptionnel par sa configuration intrinsèque : des milliers de mares et une grande diversité de milieux de landes et d'habitats connexes, entremêlés au sein de cet écotone complexe qu'est le Pinail. Au sein de cette entité fonctionnelle, la réserve recèle des habitats et espèces protégées ou menacées, ou peu connues dont elle a la responsabilité de conservation.

Les responsabilités de conservation ont été évaluées sur la base d'une méthodologie rigoureuse (Cohez et al. 2011) dépassant les seuls statuts de protection ou de menace permettant de dégager les réels enjeux de la réserve au regard du patrimoine biologique. En l'état actuel des connaissances, 2462 espèces et 42 habitats sont recensés sur le site. Le diagnostic a démontré que la réserve a des responsabilités pour 4 % de cette biodiversité avec un total de 26 habitats, 19 animaux, 10 plantes et 40 champignons. Sur ces derniers, un travail approfondi a été mené pour hiérarchiser ces enjeux et dégager les responsabilités de la réserve.

L'intérêt des habitats terrestres se concentre sur les landes humides, habitat dont la réserve à une responsabilité majeure, abritant notamment l'azuré des mouillères. Le site abrite

différents habitats d'intérêt comme les suintements marneux où se développe le spiranthe d'été ou encore le pissenlit des marais. Par ailleurs, les milieux terrestres représentent de manière générale pour la réserve des responsabilités modérées (landes sèches et mésophiles…) même si plusieurs espèces animales et fongiques (fauvette pitchou, hygrocybes, entolomes…) leur confèrent une valeur particulière. Cette valeur est d'autant plus importante que le complexe de landes est géré par pâturage (orthoptères, fourmi commensale, pipit farlouse) et brûlis (champignons pyrophiles).

La réserve a pour les habitats palustres et aquatiques des responsabilités assez fortes (végétations enracinées, characées, eaux oligotrophes ou dystrophes…). Ces milieux accueillent un nombre important d'espèces dont certaines de faune à responsabilités majeures pour la réserve avec la présence de l'écrevisse à pieds blancs, la grenouille de Lesson ou la dolomède des radeaux. Les mares sont également le refuge d'une flore originale et menacée (rubanier nain, petite utriculaire) et bien connue pour leur richesse en odonates (plus de 50 % des espèces présentes en France, dont deux leucorrhines et la cordulie à taches jaunes).

Résultant du comblement des mares, en imbrication avec les landes humides, les tourbières représentent un fort enjeu pour la réserve, en cumulant plusieurs habitats et espèces à responsabilité de conservation. Bien que ponctuels et de petite surface, les milieux tourbeux sont diversifiés et abritent notamment un cortège de champignons remarquables (Hygrocybes, omphales…).

Les habitats et espèces citées ici sont ceux pour lesquels la réserve naturelle du Pinail a une responsabilité. D'autres espèces non émergentes de cette évaluation, mais bénéficiant d'un statut de protection particulier participent pleinement à la valeur de la réserve et sont de fait intégrées à la stratégie de gestion conservatoire. Ces habitats et espèces sont soumis à différents facteurs d'influence, d'origines « naturelles » ou anthropiques, que le gestionnaire doit considérer au regard de la réelle emprise qu'il peut avoir sur ces derniers. Le plan de gestion doit déployer son arborescence sur la base de ces responsabilités et le gestionnaire, doit prendre toutes les dispositions en sa possession pour atteindre ou maintenir un bon état de conservation de ce patrimoine biologique. Cette démarche a donc conduit à une nouvelle hiérarchisation méthodologique et actualisée des enjeux et responsabilités de la réserve.

2.2. Enjeux de conservation du patrimoine naturel

2.2.1. *Enjeu 1 : L'écocomplexe des landes et mares du Pinail*

La réserve naturelle du Pinail abrite un patrimoine biologique remarquable, celui-là même qui a justifié sa création en 1980. La responsabilité de l'espace protégé est considérable au regard de sa superficie de seulement 142 ha, aussi bien au niveau des habitats que de la flore, la faune ou la fonge. L'imbrication et la juxtaposition des habitats et donc des milieux

de vie des espèces ont conduit à considérer un « écocomplexe du Pinail » regroupant l'ensemble des composantes abiotiques et biotiques, rares comme communes, de la réserve. La fonctionnalité et la diversité du patrimoine biologique prennent racine à cette échelle d'association d'écosystèmes où chaque habitat ou espèce peut difficilement être considéré indépendamment des autres. La mise en exergue de cette notion résulte également de la stratégie de conservation développée in situ depuis 1994 par grandes unités de gestion (pâturage, brûlage dirigé, fauche, non-intervention) appliquée à un complexe d'habitats et d'espèces.

Cet enjeu de conservation prioritaire comprend l'ensemble des responsabilités de la réserve naturelle rassemblées au cœur de l'écocomplexe de landes et mares (à noter que le périmètre de la réserve est administratif, concentré sur l'espace de plus forte densité de mares du Pinail, et donc non fonctionnel du point de vue écologique). L'oligotrophie est la clé de voûte de l'intérêt écologique du Pinail. Prenant racine dans la pauvreté du sol, la richesse biologique se répartit selon un gradient d'humidité marqué par le réseau de mares et le battement de nappe phréatique. Le caractère humide constitue le deuxième facteur fondamental de l'intérêt écologique de la réserve. Trois grands types de milieux sont mis en exergue par les évaluations patrimoniales et responsabilités de la réserve :

- Les landes
- Les mares
- Les tourbières

Chacun de ses milieux associe différents habitats et espèces pour lesquels la réserve a une responsabilité particulière de conservation (ci-dessus). Le plan de gestion doit porter l'ambition d'atteindre et de les maintenir en bon état de conservation. Au-delà de ces priorités, il s'agit également de considérer l'ensemble des habitats et espèces, moins rares et communes, ainsi que l'environnement de la réserve dont la présence et la connectivité concourent au bon fonctionnement des écosystèmes.

2.2.2. *Enjeu 2 : Les connaissances scientifiques*

Ce second enjeu en lien direct avec la conservation concerne l'acquisition de connaissances sur le fonctionnement écologique et la diversité biologique de la réserve. Les nombreux inventaires, études ou suivis scientifiques ont permis de faire ressortir la richesse et les particularités du Pinail. La conservation de cet espace implique d'appréhender son évolution en continu en intégrant de manière concertée les progrès scientifiques et technologiques.

« Pour bien gérer, il faut bien connaître ». Le volet connaissance constitue la base d'une gestion adaptative, notamment dans le contexte des changements globaux. La gestion conservatoire et les expérimentations développées sur la réserve peuvent contribuer à améliorer les connaissances en biologie de la conservation à partir d'une diffusion et mise en réseau entre gestionnaires et chercheurs. La réserve naturelle du Pinail, avec ses milliers de mares et ses spécificités biologiques, constitue un espace privilégié du développement

de travaux de recherche. Le partenariat historique avec l'université de Poitiers notamment, inscrit pleinement GEREPI et la réserve dans une dynamique de « site de référence scientifique ». Cette ambition apparait essentielle pour contribuer à freiner l'érosion de la biodiversité et à maintenir les services écosystémiques dont bénéficie l'Homme.

III. Observatoire « eau - biodiversité – climat »

3.1. Enjeux et objectifs

Les enjeux et objectifs de cette démarche sont multiples et peuvent cependant être résumés en un objectif global, celui d'optimiser notre temps et notre énergie pour faire performer nos données naturalistes, concentrées sur des sites sentinels, lors des suivis et études dans une mise en cohérence globale.
Trois grands domaines d'évaluation de l'observatoire sont priorisés :

- L'état de conservation du patrimoine naturel, en priorité les espèces et habitats à responsabilités de conservation ;
- Les impacts des modes de gestion ;
- Les impacts du changement climatique.

Les objets évalués et suivis sont aussi bien biotiques qu'abiotiques permettant de refléter la tendance d'évolution du patrimoine naturel et la fonctionnalité ou l'intégrité des écosystèmes = notion d'indicateurs. Cette démarche comprend le développement et la consolidation scientifique de nos protocoles (robustesse, reproductibilité, exploitabilité des données).

Voici la liste des objectifs visés par la réforme de notre mode d'acquisition de connaissances par la création de l'observatoire :

- Évaluer l'état de conservation des habitats et espèces à responsabilité pour la réserve, en cohérence avec les indicateurs d'état du plan de gestion ;
- Qualifier, évaluer les impacts des modes de gestion réalisés sur le site ;
- Mettre en évidence les impacts du changement climatique et des autres éléments des changements globaux ;
- Accroitre nos connaissances sur les écosystèmes (*habitats et espèces*) et leurs interactions au sein de la réserve en permettant la contextualisation et l'interprétation étendue d'études réalisées sur un taxon ou syntaxon, ainsi que la réalisation de méta-analyses nécessaires à la compréhension des liens entre les facteurs abiotiques et les différents groupes taxinomiques, mais aussi les éléments fonctionnels (*flux*) et les relations intra ou interspécifiques ;
- Rechercher des groupes taxinomiques bioindiacteurs pertinents pour refléter des fonctionnalités, des processus ou flux passés, en cours ou futurs ;
- Contribuer à différentes collectes de connaissances sur la biodiversité (SINP, plateformes régionales, associations partenaires), et par là même à différents

travaux vertueux pour la biodiversité (études, atlas, listes rouges, plans régionaux et nationaux...)

- Disposer d'études fiables et de suffisamment de répliquats pour vérifier les hypothèses scientifiques, et diffuser des informations, des connaissances à différentes échelles (articles scientifiques, articles naturalistes, retour d'expériences, documents de sensibilisation, synthèses aux décideurs, animations grand public ou formations des professionnels...) ;
- Assurer la comparabilité des résultats intersites par l'utilisation de protocoles régionaux, nationaux ou internationaux, permettant la contextualisation de nos résultats et interprétations ;
- Bénéficier d'un dispositif de base fiable pour développer des partenariats scientifiques, ou sur lesquels apposer les partenariats de recherche ;
- Optimisation des ressources visant la production de connaissances, et mise à disposition des décideurs et politiques locaux et nationaux ;

In fine, tout ceci devra permettre d'adapter autant que nécessaire et possible les modalités de gestion conservatoire en faveur de la biodiversité. Cet observatoire a été mis en place sous l'égide de l'objectif à long terme IV du plan de gestion visant à développer les connaissances scientifiques sur la biodiversité et le changement climatique. Cette démarche a conduit à instaurer des indicateurs d'état du patrimoine naturel pour les objectifs à long terme I et II visant respectivement le maintien ou l'atteinte du bon état de conservation des écosystèmes terrestres et des écosystèmes aquatiques et palustres. L'observatoire a été structuré par la mise en place de deux plans d'échantillonnage représentatifs pour chacun des écosystèmes ciblés :

- les landes sentinelles ;
- les mares sentinelles.

3.2. Les landes sentinelles

Dans l'optique de compiler les connaissances sur les taxons et syntaxons terrestres, particulièrement au travers des indicateurs d'état et des suivis ou études associés, des landes sentinelles ont été définies selon plusieurs critères ou contraintes. Chaque lande sentinelle correspond à des aires délimitées dans l'espace où se concentreront l'ensemble des protocoles et dans lesquelles ont été placés un ou plusieurs quadrats d'étude privilégiée.

3.2.1. *Critères d'échantillonnage*

Les modes de gestion

Un des intérêts privilégiés pour l'organisme gestionnaire de la réserve est celui de mesurer les impacts des interventions sur le patrimoine naturel. Il a donc été choisi des aires dans chacun des principaux modes de gestion réalisés sur le site :

- Brûlage dirigé ;
- Pâturage extensif ;

- Coupe manuelle et sélective avec export ;
- Libre évolution.

L'objectif est d'évaluer les effets de la gestion sur les écosystèmes, sur différents taxons et syntaxons représentatifs ou à responsabilité de conservation. Le cas échéant, les suivis et études permettront de réorienter, réajuster la mise en œuvre stratégique et opérationnelle des interventions sur le patrimoine naturel de la réserve.

Les habitats terrestres

Les habitats terrestres sont la cible centrale d'étude de ces aires terrestres. En conséquence, les aires sentinelles ont, dans la mesure du possible, une représentation de l'ensemble des habitats à responsabilité pour la réserve dans l'optique de pouvoir étudier et comparer la biodiversité associée.

Les facteurs biotiques

Les aires sentinelles et surtout les quadrats sentinels ont été également centrés sur les zones de plus forts enjeux biologiques. Ceci à la fois liés aux enjeux des mares, mais surtout aux enjeux terrestres comme les orthoptères, les champignons, le spiranthe d'été, les landes humides, l'azurés des moulières et les habitats terrestres.

Le réseau de mares sentinelles

Le réseau de mares sentinelles ayant été défini avant les aires sentinelles, il est apparu cohérent une fois de plus de réaliser une compilation des connaissances sur une même entité dès que cela était possible. Il a donc été superposé les aires sentinelles sur les lots de mares sentinelles préalablement établies. Cela avait notamment pour objet de faire le lien dans la mesure du possible entre les deux compartiments terrestres et aquatiques, fortement imbriqués sur le site. En étudiant notamment les interactions possibles entre les habitats terrestres et aquatiques, mais aussi les reptiles (couleuvres aquatiques) et la composition faunistique des mares.

3.2.2. *Plan d'échantillonnage*

Une lande sentinelle est un espace représentatif des milieux terrestres du Pinail, de leur biodiversité et modalité de gestion, en lien avec les milieux palustres et aquatiques associés. Le nombre de **landes sentinelles** a été évalué selon l'emprise des modes de gestion ainsi que pour disposer de zones dispatchées sur l'ensemble de la réserve. Pour le brûlis en particulier, les impacts sont très forts juste après intervention, mais se résorbent aussi très rapidement, il a ainsi été délimité 4 landes sentinelles visant à disposer de landes présentant à un instant « t » de l'ensemble du cycle de rotation de brulage de 0 à 8 ans permettant la mise en place de certains protocoles.

Les landes sentinelles sont de taille assez variables en fonction des différentes contraintes précitées et mesurent de 1,7 à 8,2 ha. La lande sentinelle du pâturage est la plus grande en

raison de la surface nécessaire pour englober l'ensemble des habitats à suivre et les différents points d'intérêt biologiques.

Dans les landes sentinelles, il a été défini des **quadrats sentinels**, des quadrats d'étude privilégiée, afin d'augmenter la quantité et la qualité des données collectées dans le temps. Concernant leur nombre, il a été fait le choix d'en disposer de 2 par mode de gestion (sauf le brûlis qui dispose 3 quadrats) de manière à pouvoir disposer de l'ensemble des habitats. Bien qu'il aurait été souhaitable de disposer de davantage de répliquats, ces quadrats ne pouvaient être multipliés en raison des protocoles à appliquer et de la démultiplication des moyens à mobiliser en mettant en balance le coût et le bénéfice rapporté.

Les quadrats mesurent systématiquement 1,2 ha (*sauf le quadrat du secteur I de 1 ha : absence de mare*), et il a été considéré et calculé qu'ils comportaient en moyenne 20 % de la surface en mares. Donc la surface effective de sol s'approche de 1 ha pour chaque quadrat.

Modes de gestion	Nombre de landes sentinelles	Nombre de quadrats sentinels
Brûlis	4	3
Pâturage	1	2
Fauche	2	2
Non-intervention	2	2
Gestion expérimentale	1	0

Tableau 1 : Répartition du nombre d'aires et de quadrats sentinels

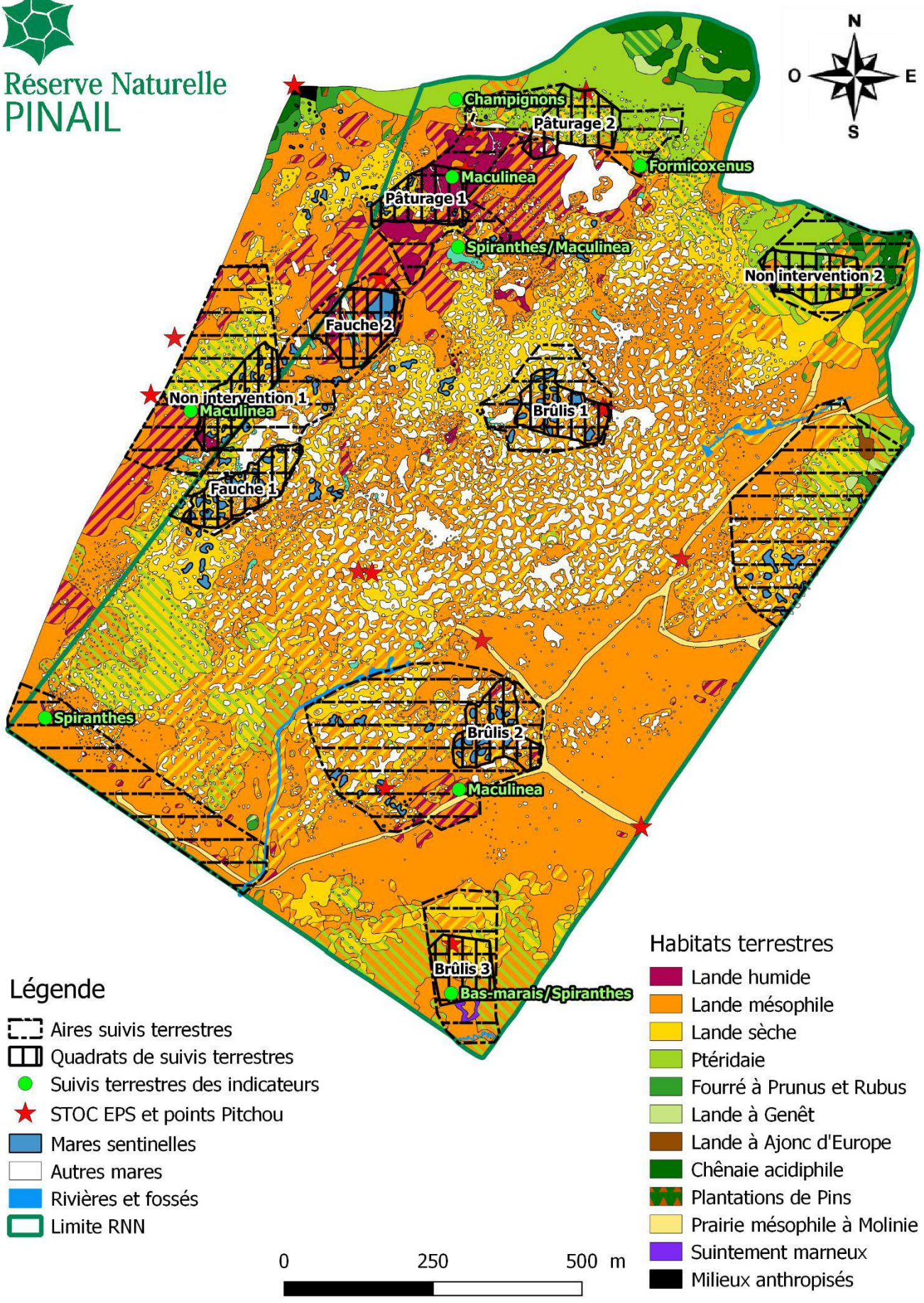


Figure 1 : Carte de localisation des landes et quadrats sentinels

3.3. Les mares sentinelles

Un lot de 203 mares représentatives de la réserve, les **mares sentinelles**, a été défini pour concentrer l'ensemble des suivis et un maximum d'études. L'idée est de réaliser une sorte d'ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory) sur chacune de ces mares. Ces mares sont représentatives de l'ensemble des conditions qui peuvent être rencontrées sur la réserve. Afin d'avoir une vision plus explicative de ce projet, il est important de mettre en exergue les différents critères qui siègent au choix des mares prises en compte pour la mise en place de cette étude globale.

3.3.1. *Critères d'échantillonnage*

Les modes de gestion

L'entrée la plus importante pour l'organisme gestionnaire de la réserve est celle de la gestion des milieux. Il a donc été choisi des mares dans chacun des principaux types de gestion réalisés sur le site :

- Brûlage dirigé ;
- Pâturage extensif ;
- Coupe manuelle avec export ;
- Libre évolution.

Aujourd'hui, les enjeux de notre site ont été cernés, même s'ils ont fait l'objet d'adaptations lors du nouveau plan de gestion (Kévin Lelarge et al. 2018; Kevin Lelarge, Sellier, and Dupont 2018). Les questions ne se posent plus simplement en termes de connaissance des espèces présentes, mais bien en ce qui concerne les effets et l'efficacité de la gestion mise en place. De plus, à l'heure où les fonds publics s'amenuisent, il n'a jamais été aussi important de justifier par des données scientifiques et objectives l'intérêt de tel ou tel mode de gestion sur un site protégé. Le cas échéant, cette évaluation permettra de réorienter, réajuster les modalités de gestion de la réserve.

Le contexte géologique et pédologique

Les éléments les plus structurants pour un écosystème sont les facteurs abiotiques. Des couches géologiques découle la création de sols spécifiques qui conditionnent les espèces présentes, les habitats et certains flux (pérennité de l'eau...).

Il sera donc pris au sein des différentes zones gérées des mares représentatives des différentes conditions géologiques et pédologiques du site. Un lot suffisant et irréductible de mares portant le même contexte acide non connecté à la nappe (banc de calcaire) a été défini prioritairement.

En d'autres termes, un nombre minimum de mares définies en milieu acide argileux. Il a été opportun d'ajouter des mares présentant des caractéristiques différentes (plus profondes, pérennes, en lien avec la nappe et d'affinité calcaire).

Ces mares plus profondes sont très importantes du point de vue de l'hétérogénéité et de la complémentarité pour la biodiversité du site (écrevisses à pieds blancs, characées...).

La pérennité de l'eau

La pérennité de l'eau dans une mare est un des paramètres des plus importants pour la biodiversité qu'elle abrite. Si cette absence temporaire d'eau ne pose aucun problème à certaines espèces, pour d'autres ce sera la mort assurée. Pour d'autres encore, tels que les amphibiens, c'est la période de l'assèchement qui aura un impact sur la reproduction, la transformation des larves en adulte, et donc la survie de la progéniture.

Les mares considérées comme permanentes sont celles dont il n'est jamais constaté d'assec, quel que soit le moment de l'année. En revanche, un assec peut y être constaté dans des conditions exceptionnelles de sécheresse et de baisse drastique de la nappe phréatique, ce cas ne se présentant qu'exceptionnellement (10-20 ans). Les autres mares qui peuvent s'assécher tous les ans, même seulement en fin de saison ou tous les deux, trois ans... sont considérées comme des mares temporaires.

Il y a trois « comportements types » des mares vis-à-vis de la pérennité de l'eau (Coutouis and Forestier 2014)(Coutouis and Forestier 2014)(Coutouis and Forestier 2014)(Coutouis and Forestier 2014) :

- Mare peu profonde temporaire (mare vert foncé Figure 2), sans connexion avec le banc de calcaire, pouvant s'assécher plus ou moins tôt en été et dépendante de la pluie ;
- Mare moyennement profonde potentiellement temporaire mares (mare vert clair Figure 2), en contact avec la marne, mais sans connexion avec le banc de calcaire, pouvant s'assécher ou non un peu plus tard dans la saison (évaporation ralentie) ;
- Mare profonde permanente connectée au banc de calcaire (mares bleu Figure 2). Elles peuvent notamment communiquer entre elles par cette couche géologique.

Il conviendrait de choisir une proportion représentative de mares permanentes et temporaires. Mais actuellement, nous n'avons pas les connaissances nécessaires pour avancer de proportions de mares pérennes et temporaires sur la réserve. Les choix ont donc été réalisés de manière empirique sur la base de la taille, de la profondeur, du volume et des espèces végétales présentes (indicatrices de la présence de calcaire...).

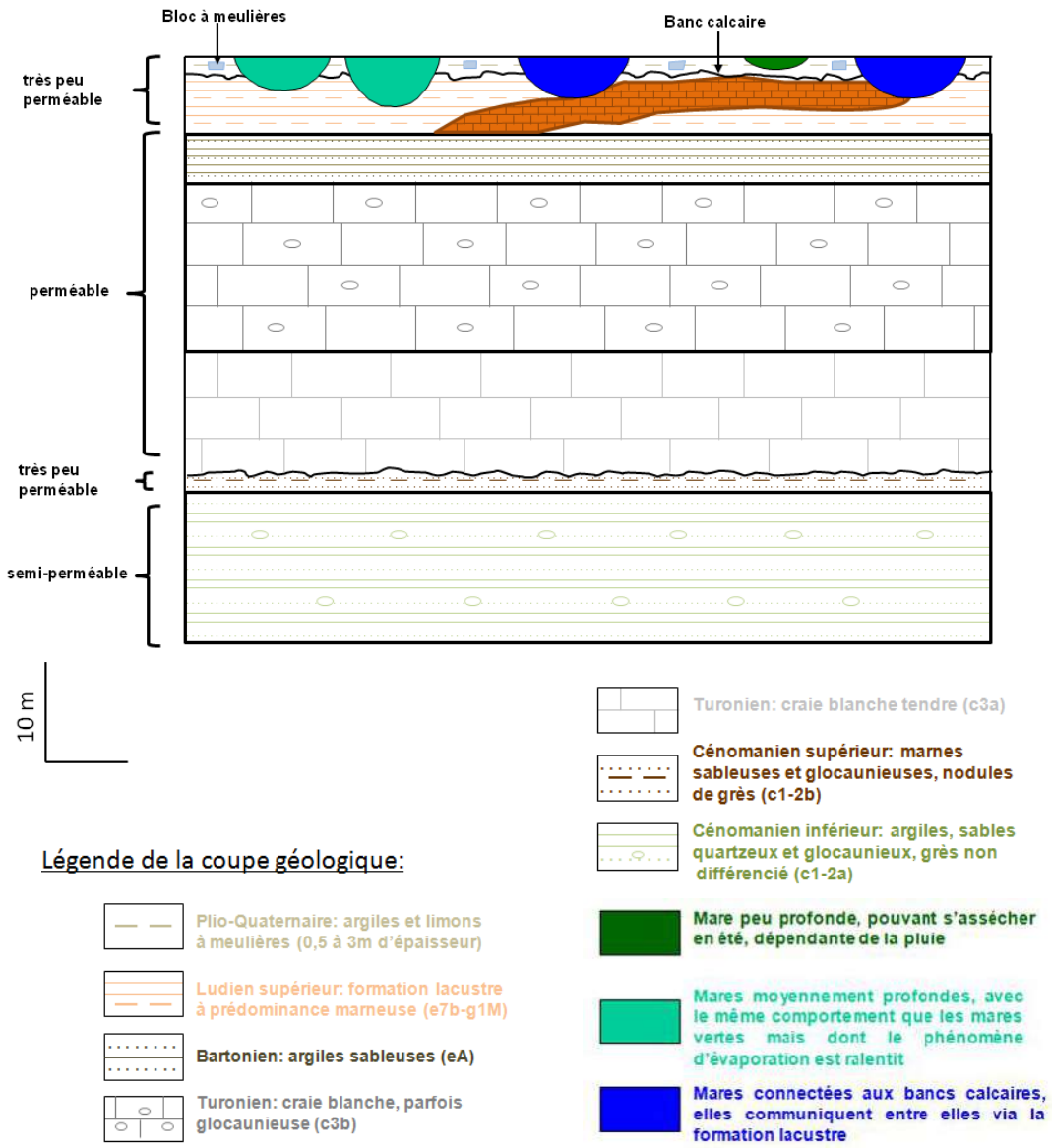


Figure 2 : Lien entre pérennité de l'eau et géologie de la réserve

La morphologie des mares

Au cours de l'actualisation de la cartographie des mares en 2017 (se référer au rapport pour plus d'informations (Dupont and Sellier 2017b) et annexe 3), une typologie des mares a été élaborée sur des critères de morphologie, de stade d'évolution de la mare ainsi que de densité et de type de végétation. Celle-ci catégorise l'entièreté des mares en cinq grandes catégories :

- Le type A correspond aux mares d'une profondeur supérieure à 150 cm, dont les pentes sont abruptes et dont la végétation du cœur de mare ne dépasse pas 20 % de la superficie. Une grande partie des mares de type A, au vu de leur profondeur, sont en connexion avec le banc calcaire et sont donc composées d'une ceinture végétale dominée par *Cladium mariscus*.

- Le type B correspond aux mares d'une profondeur supérieure à 100 cm et dont l'assemblage de critères ne correspond pas à une mare de type A. Ces mares sont tout de même relativement profondes et sont pour la plupart en eau toute l'année.
- Le type C correspond aux mares d'une profondeur inférieure à 100 cm et majoritairement composées d'une végétation aquatique caractéristique (*Potamogeton sp., Eleocharis sp., Nymphea alba, Phragmites australis, Typha sp., Utricularia sp.*, ...). Au vu de ces caractéristiques, la moitié des mares de la réserve correspondent à ce type malgré des morphologies et des espèces végétales très différentes.
- Les types D correspondent aux mares les plus évoluées qui se sont naturellement comblées au cours des années. Leur profondeur ne dépasse pas 100 cm.
    - Le type D1 correspond aux mares composées en partie par une végétation de prairie humide et entremêlée à une végétation aquatique : mélange de *Molinia caerulea, Ranunculus flammula, Potamogeton sp., Eleocharis multicaulis*...
    - Le type D2 correspond aux mares composées en partie par une végétation de lande humide et entremêlée à une végétation aquatique : *Erica tetralix, Erica scoparia, Molinia caerulea*...
    - Le type D3 correspond aux mares tourbeuses ou paratourbeuses dans lesquelles sont présentes des espèces caractéristiques des tourbières : *Sphagnum sp., Drosera rotundifolia, Erica tetralix, Menyanthes trifoliata, Rhynchospora alba, Eriophorum angustifolium*...
- Le type E correspond aux mares les plus temporaires qui sont immergées quelques mois chaque année. Le recouvrement de sol nu ou de matière organique en décomposition est majoritaire et la végétation aquatique est limitée à quelques pieds isolés.

Les facteurs biotiques

Même s'il est établi que les facteurs abiotiques sont un prérequis à l'installation de telle ou telle biodiversité, certaines espèces ont des impacts sur les habitats amenant à la surexpression de certains éléments abiotiques et peuvent donc interagir sur des éléments comme la turbidité, la matière en suspension, le pH, etc. Certains cyprinidés, l'écrevisse à pieds blancs, de même que certaines espèces potentiellement impactantes pour l'ensemble de l'écosystème (perche-Soleil), présentent ici des axes d'études privilégiés pour obtenir des informations sur l'interaction intra et interspécifique.

Il nous parait important d'apporter des éléments de réponse sur certaines contraintes ou menaces sur la biodiversité et il a été sélectionné certaines mares où sont présentes les perches-Soleil.

Par ailleurs, il nous est paru important de ne pas omettre des mares où certaines espèces patrimoniales sont connues (droseras, écrevisses, characées...), et des mares dont certains processus semblent en cours (transformation en tourbière...)

Les habitats terrestres périphériques

Afin d'assurer la comparabilité des mares, il parait essentiel de les choisir dans une matrice paysagère la plus semblable possible (paysage, habitats). En effet, différents facteurs abiotiques pourront sinon être modifiés. Par exemple, si l'on analyse une mare sous forestière ou une mare de lande ouverte, les apports de feuilles en automne par exemple, ou l'ensoleillement... seront complètement différents (Labat 2019).

La quasi-totalité des mares a donc été choisie dans des secteurs de landes au sens large. Quelques-unes ont été choisies au regard de leur spécificité préforestière pour démontrer les différences de fonctionnalité.

Les données et protocoles de suivis antérieurs

Afin de conserver un maximum de données et informations existantes et collectées *in situ*, les mares ayant fait l'objet de plusieurs suivis ou études antérieures ont été autant que possible intégrées aux lots de mares sentinelles. À noter que d'un point de vue pratique, leur accessibilité et proximité a également été considérée afin de constituer des lots cohérents.

3.3.2. *Plan d'échantillonnage*

Pour que les données soient statistiquement interprétables, on parle conventionnellement d'un minimum de 30 répliquats par échantillon *(cela reste très variable selon les types d'analyses et de résultats*). Plus il y a de répliquats et plus il est possible de post-traiter les résultats, évincer les données marginales, amener une puissance statistique aux résultats... Mais cela demande aussi plus de temps et donc plus de budget. Au regard des moyens mobilisables pour la gestion de la réserve naturelle, nous nous limiterons donc à 40 le nombre de mares par mode de gestion.

Afin de prendre en compte tous les paramètres d'étude, deux lots de mares distincts ont été sélectionnés, pour un total de **203 mares sentinelles**.

Le premier lot contient 160 mares représentatives de l'ensemble des mares de la réserve. Elles ont été sélectionnées afin de comparer les impacts des modes de gestion et les types de mares. L'objectif était d'obtenir 10 mares de chaque type dans chaque mode de gestion. Cependant, la répartition des mares sur la réserve est telle qu'il n'existe pas de mare de type « A » ni dans la zone pâturée ni dans la zone en libre évolution. Afin d'obtenir un lot statistique de 40 mares de type « A », 20 mares ont été sélectionnées dans la zone gérée par brûlis dirigé et 20 dans la zone fauchée au lieu de 10. Les mares de type « D » n'ont pas été prises en compte puisqu'elles correspondent à trois types de végétation radicalement différents et elles sont trop peu nombreuses pour être présentes dans tous les modes de gestion en proportions suffisantes. Cette répartition des types de mares par mode de gestion permet d'obtenir un lot statistique minimal satisfaisant pour chaque mode de gestion et chaque type de mare.

	Brûlis	Fauche	Non-intervention	Pâturage	Total
A	20	20	Aucune	Aucune	40
B	10	10	10	10	40
C	10	10	10	10	40
E	10	10	10	10	40
Total	50	50	30	30	160

Tableau 2 : Répartition du nombre de mares sentinelles par type de mare et de gestion

La sélection de ces 160 mares s'est basée sur une analyse croisée de tous les critères précédemment mentionnés.

Le second lot de 43 mares a pour but d'étudier les mares marginales et atypiques qui possèdent des caractéristiques biotiques, abiotiques ou des fonctionnalités spécifiques. Parmi celles-ci, sont comprises les mares à écrevisse à pieds blancs, les tourbières ou habitats paratourbeux, des mares à phragmites, les mares enrichies en azote situées à proximité de la bergerie, des mares sous forestières ou bien encore des mares ferrugineuses.

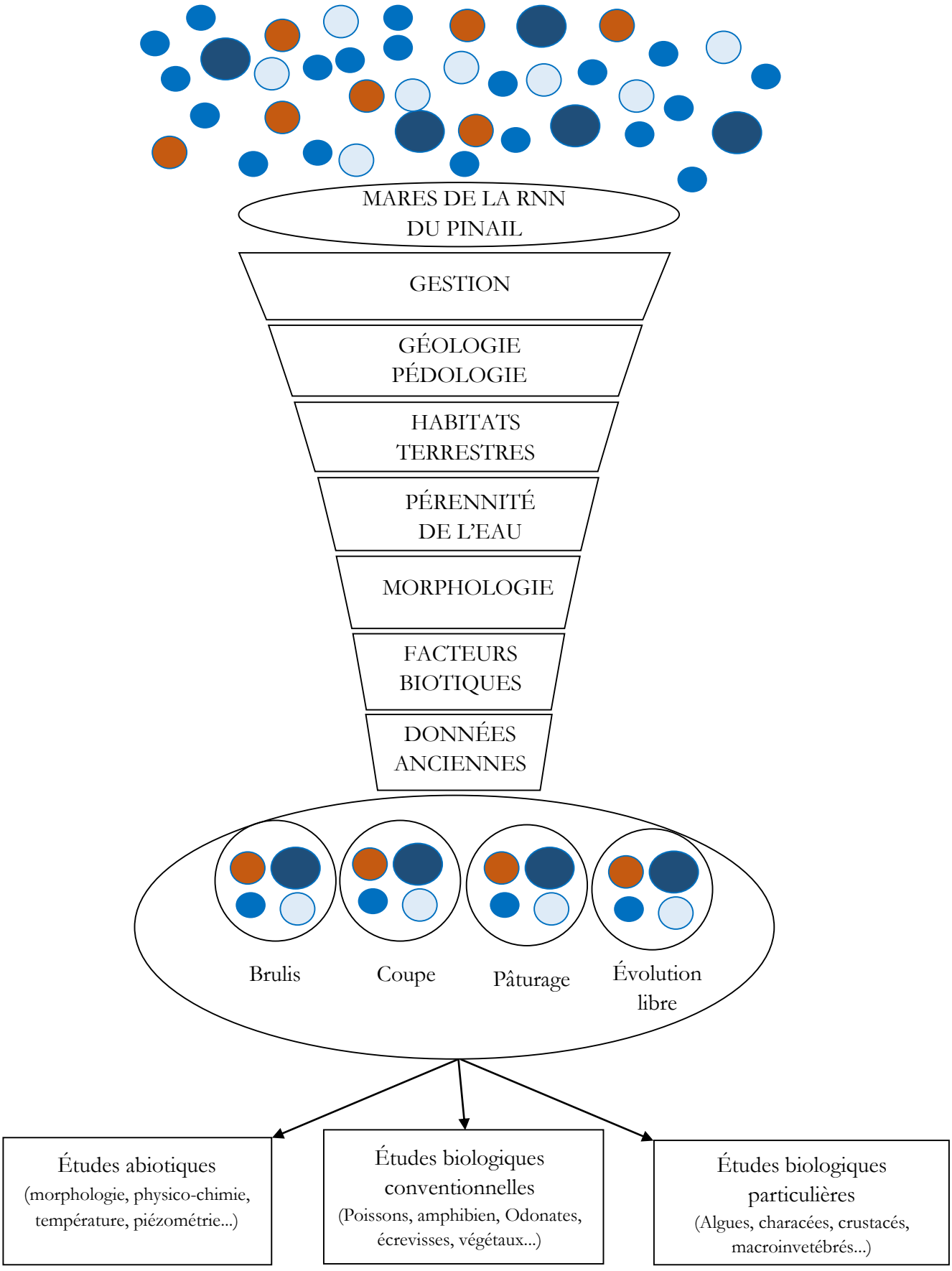


Figure 3 : Schéma de sélection des mares sentinelles

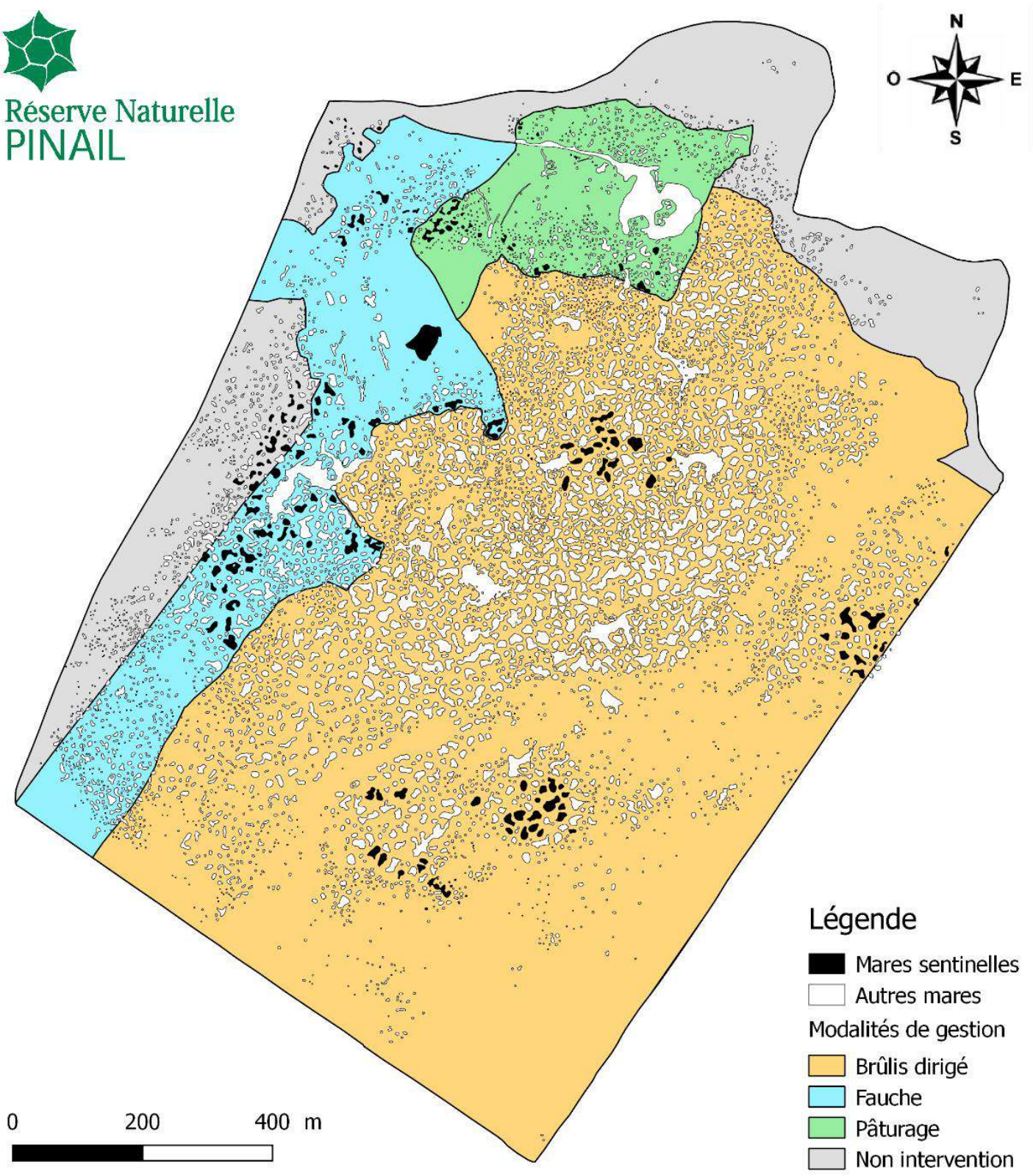


Figure 4 : Carte de localisation des 203 mares sentinelles

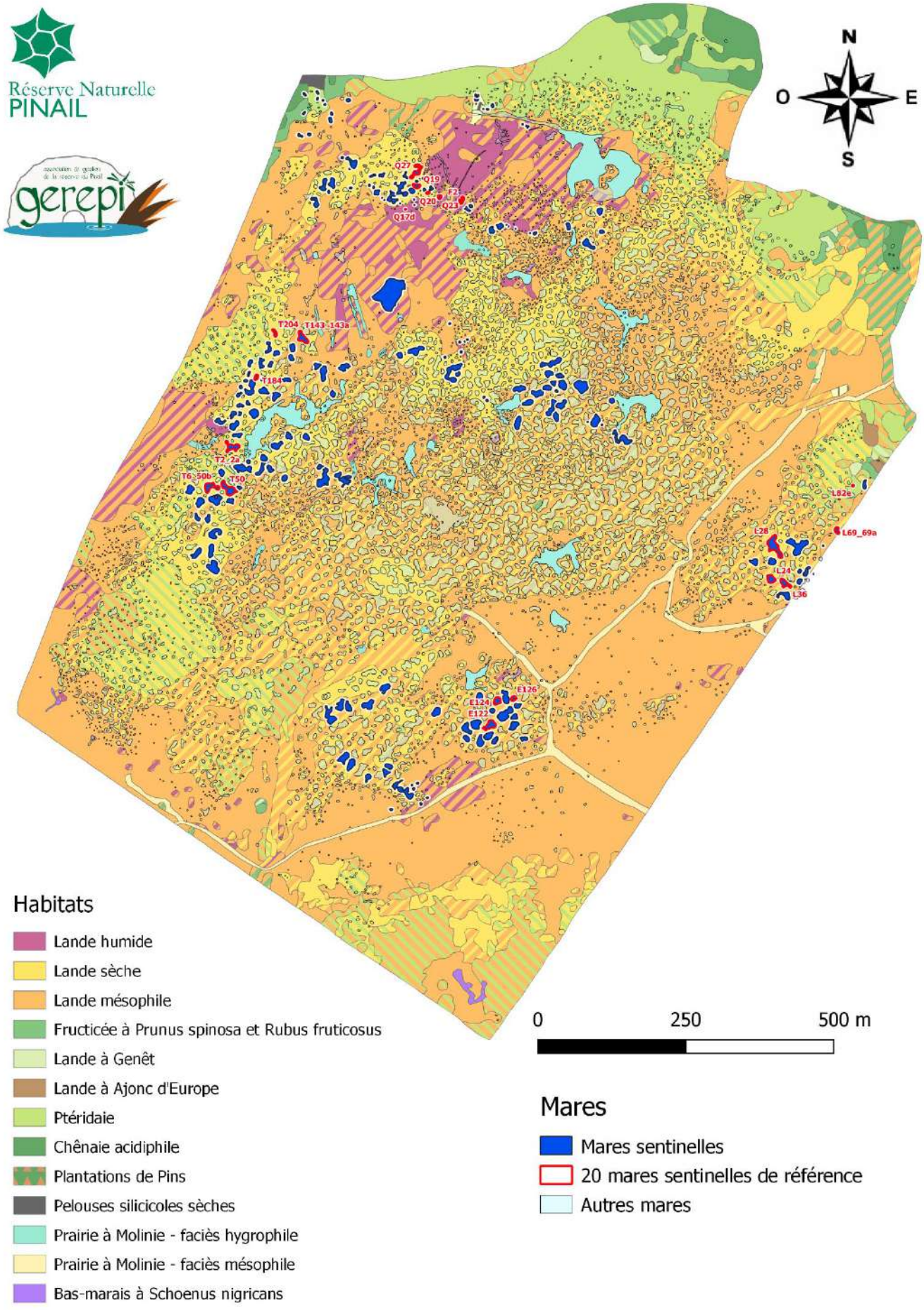


Figure 5 : Localisation des 200 mares sentinelles dont les 20 mares de référence

IV. Partenariats financiers et scientifiques

La mise en place de l'observatoire est soutenue par différents partenaires financiers, notamment parce qu'il s'inscrit en cohérence avec plusieurs politiques environnementales à différentes échelles (*DREAL Nouvelle-Aquitaine au travers le dispositif Réserve Naturelle Nationale, CR de Nouvelle-Aquitaine au travers la feuille de route Néoterra, CA Grand Châtellerault au travers le PCAET*) :

- Préservation de la biodiversité (*site réservoir de biodiversité, au cœur de la trame verte et bleue, avec d'innombrables habitats et espèces rares et protégées, et développement de solutions fondées sur la nature*) et des services écosystémiques (*cycle de l'eau, climat, cycle du carbone, biodiversité, culture...*)
- Production et partage des données sur le patrimoine naturel (*SINP, convention d'Aarhus*) en appui de protocoles nationaux ou régionaux, et de différents programmes (*Plans Nationaux d'Action, évaluations Natura 2000...*) ;
- Acquisition de données locales sur les impacts du changement climatique et plus largement des changements globaux (*pollution, espèce invasive...*) et alimentation de stratégies et dynamique d'atténuation et d'adaptation ;
- Publication d'articles scientifiques ou retours d'expériences, et diffusion de connaissances interprétées auprès de différents publics (*communauté internationale, professionnels, étudiants, politiques et décideurs*) ;
- Expérimentation et retour d'expérience sur les politiques novatrices de gestion des espaces naturels (méthodologie de plan de gestion, indicateurs d'état du patrimoine naturel, évaluation d'état de conservation d'habitats et d'espèces, évaluation de la vulnérabilité face aux changements globaux et notamment climatiques) ;
- Valorisation et vulgarisation des connaissances au travers la communication environnementale et la sensibilisation du grand public aux enjeux de la protection de la nature (*citoyens, élus, professionnels...*).

Depuis sa création, la réserve développe des partenariats scientifiques, notamment avec le monde de la recherche. Ces collaborations ont pris la forme de différents partenariats entre des naturalistes, des scientifiques indépendants, des laboratoires ou des facultés. Dans notre vision, la réserve naturelle du Pinail a vocation à être un laboratoire à ciel ouvert. La multitude de mares et leur hétérogénéité en fait un site particulièrement prisé pour les études scientifiques. Les collaborations avec différents laboratoires permettent aussi l'apport de financements extérieurs pour amplifier nos connaissances, que ce soit par le matériel mis à disposition ou le temps de travail consacré par les équipes de chercheurs. C'est donc une manière constructive de participer à la diversification des financements des études de la réserve naturelle.

V. Gestion des données naturalistes

Si la production de données de qualité est un enjeu primordial, il n'en reste pas moins que leur bancarisation optimale est un point crucial pour assurer leur exploitation et leur

contribution à l'ensemble de la communauté scientifique. L'ensemble des données seront bancarisées sous SERENA 2, un logiciel de base de données développé par Réserve Naturelles de France permettant de bancariser à la fois des données biotiques et abiotiques. De plus, ce logiciel offre la possibilité, par l'intermédiaire de pesudo-champs, de développer nos propres champs permettant ainsi de s'adapter à l'ensemble de nos protocoles passés, actuels et futurs.

GEREPI, comme l'ensemble des acteurs de l'environnement financé par des fonds publics, restitue ces données aux plateformes **SINP régionales** animées en Nouvelle-Aquitaine par :

- L'OAFS pour les données faune ;
- Le CBNSA pour les données habitats, flore, fonge et protozoa (*NB : GEREPI transmet aussi ses données à la base de données fongique Poitou-Charentes*) ;
- l'Association pour la Réserve Géologique de Saucats-La Brède pour les données géologie.

En revanche dans le cas de productions communes ou indépendantes de données, obtenues par un tiers lors d'une étude, son accord sera nécessaire pour la transmission vers le SINP ou un autre tiers.

À noter qu'un délai de transmission sera irrémédiable dans le cas où les données en question seraient vouées à être publiées dans une revue scientifique, particulièrement à comité de lecture.

5.1. Méthode de récolte et type de données

La récolte des données sera fonction du protocole utilisé et pourra avoir plusieurs formats ou métriques, aussi bien quantitatifs que qualitatifs :

- Des surfaces (*habitats, zone de présence, aire de répartition...*) ;
- Des présences (*cas classique de détection d'une espèce sur un site d'étude*) ;
- Des absences (*une discussion est à mener sur notre capacité à avérer des absences réelles selon les protocoles, si pour certains taxons comme les poissons, l'absence d'eau et de connexion de la mare amènera à une absence certaine, il n'en sera pas de même quant à l'absence d'un champignon dans une zone*). À noter que dans le cas de protocoles particuliers, l'absence de détection sera notée alors que pour les relevés non ciblés ou multitaxinomiques, seules les présences seront notées ;
- Des données numériques (effectifs de population, mesures biométriques d'individus, concentrations de substances, variations de niveau...) ;
- Des données phénologiques et comportementales (*stade de développement, période d'expression, état d'avancement phénologique...*) ;
- Des données morphologiques (*taille, poids, envergure, etc.*) ;
- Des données en 3 dimensions (*LIDAR*) ;
- Des données génétiques (*suite de nucléotides, allèles...*) ;
- Des images et photographies.

La majorité des données sera récoltée sur le terrain à l'aide de fiches de relevé préétablies. Pour certains protocoles, la tablette numérique permettra une numérisation directe des surfaces, localisations... l'ensemble de ces données aura vocation a être bancarisé, excepté pour les données LIDAR et génétique.

5.2. Format de bancarisation

Les fiches de données brutes avec leurs métadonnées seront archivées au format numérique (*scan des fiches de relevés*). Le contenu de ces fiches sera quant à lui intégralement numérisé dans la base de données SERENA 2.

Par ailleurs, chaque mare du protocole dispose d'un dossier informatique regroupant différentes informations à son égard : fiche de relevés, photos... Il figurera notamment dans un dossier global, un fichier Excel de suivi permettant de mettre en exergue les protocoles déjà réalisés sur chaque mare et ceux restant à réaliser. À terme, ce fichier sera une carte d'identité de chaque mare comportant l'ensemble des données récoltées lors des différentes campagnes de suivis. Un système identique existe pour les landes et quadrats sentinels.

La bancarisation des données sous SERENA oblige à créer des masques de saisie particuliers précisant par des pseudo-champs tous les éléments nécessaires à l'implémentation des données.

L'ensemble des données sera enregistré comme une observation contenant un auteur, une date, une heure... de manière à pouvoir observer les changements et les évolutions dans le temps.

Pour cette même raison, les données existantes (*fichier Excel, rapports d'études antérieures*...) seront recherchées en vue de les bancariser et permettre leur conservation et utilisation.

VI. Analyse et valorisation des données

L'observatoire permettra a minima de continuer les valorisations actuelles, à savoir un rapport annuel des suivis et études soumis au conseil scientifique et comité de gestion de la réserve naturelle, ainsi que la publication d'articles scientifiques ou de vulgarisation. Mais l'ambition est évidemment d'aller beaucoup plus loin grâce à la synergie des informations collectées permettant à la fois de préciser des éléments de biologie des espèces, d'état de conservation, d'impacts des modes de gestion, d'impacts du changement climatique, de tendances d'évolution au travers les indicateurs d'état...

Le dispositif actuel vise à valoriser les connaissances acquises au travers des indicateurs du plan de gestion de la réserve et les bases de données locales à nationales sur le patrimoine naturel (*biodiversité, changement climatique, eau, etc.*) mais aussi en communiquant auprès des politiques et décideurs locaux (*diagnostic, planification, aménagement, etc.*) et du grand public (*sensibilisation, pédagogie, etc.*). Il est également souhaité de faire connaitre plus largement nos travaux et études à travers des publications scientifiques internationales (*revue à comité de lecture*) ou nationales (*bulletin de sociétés françaises*) comme cela est arrivé à quelques reprises par le passé. Dans cette optique, nous serons sans doute amenés à collaborer avec des chercheurs ou experts indépendants, dont les compétences en statistiques et expériences de publications sont importantes, favorisant ainsi un rapprochement entre gestionnaires et chercheurs.

Un des rôles fondamentaux de l'observatoire sera d'alimenter les stratégies locales en faveur de la préservation de la biodiversité et de la lutte contre le changement climatique, sur la base d'exemples concrets et vécus sur le territoire, en mettant ainsi la science au service de la politique, de la prise de décision.

Chapitre 2 : Indicateurs d'état du plan de gestion

I. Notions d'indicateurs

La définition d'indicateurs constitue l'évolution essentielle de la démarche d'élaboration du plan de gestion des espaces naturels protégés. Ils structurent la démarche dite « tableau de bord » en associant dès la réflexion stratégique, une ambition à atteindre avec les moyens permettant de l'évaluer de manière opérationnelle.

> **Définition :** un indicateur est une quantité mesurable directement ou calculable indirectement, à partir de données relevées sur le terrain à l'aide d'un protocole (AFB 2020).

Les indicateurs du tableau de bord du plan de gestion mesurent de manière séquencée l'atteinte de ces différentes cibles à travers **trois questions évaluatives** :

- Est-ce que je progresse vers les objectifs à long terme et l'état souhaité pour l'enjeu ? (*indicateurs d'état*)
- Est-ce que j'ai atteint les objectifs opérationnels et agit efficacement sur les pressions ? (*indicateurs de pression*)
- Est-ce que j'ai mis en œuvre l'intégralité des actions prévues ? Ai-je obtenu les réponses escomptées ? (*indicateurs de réalisation*)

Le jeu d'indicateurs du tableau de bord est mobilisé par le gestionnaire afin de mesurer la situation actuelle de la réserve, de sa gestion comme de son état, et l'écart éventuel à l'objectif fixé (AFB 2020).

Les **indicateurs d'état** visent à rendre compte de la tendance d'évolution des enjeux de la réserve naturelle, de l'état d'avancement voir de l'atteinte de chaque objectif à long terme (OLT). Il s'agit d'un système d'évaluation, protocolé et continu, permettant d'informer les acteurs du site, le gestionnaire en 1er lieu, sur l'évolution des processus naturels et l'efficacité des actions au travers d'un lot d'indicateurs spécifique à chaque OLT.

Cette évaluation implique de fixer un niveau d'exigence à atteindre pour chacun des OLT et de mesurer l'écart entre cet état théorique et la réalité. Un système de notation permettra de préciser l'état de chaque indicateur sur une échelle de valeurs allant de 0 à 5, respectivement de défavorable à favorable. L'état de chaque OLT sera apprécié au regard des notes obtenues pour l'ensemble de son lot d'indicateurs et chaque indicateur constituera un système d'information à part entière, indépendant, selon la dynamique régressive (*note décroissance*) comme progressive (*note croissante ou maximum*) qu'il traduit.

La vision dynamique des indicateurs d'état repose sur un graphique en radar où chaque branche correspond à un indicateur et où chaque nœud correspond à la note obtenue par l'indicateur. Ce type d'illustration permet d'appréhender de manière simple et synthétique l'état et la tendance d'évolution de chacun des OLT, particulièrement lors de l'évaluation de fin de plan de gestion.

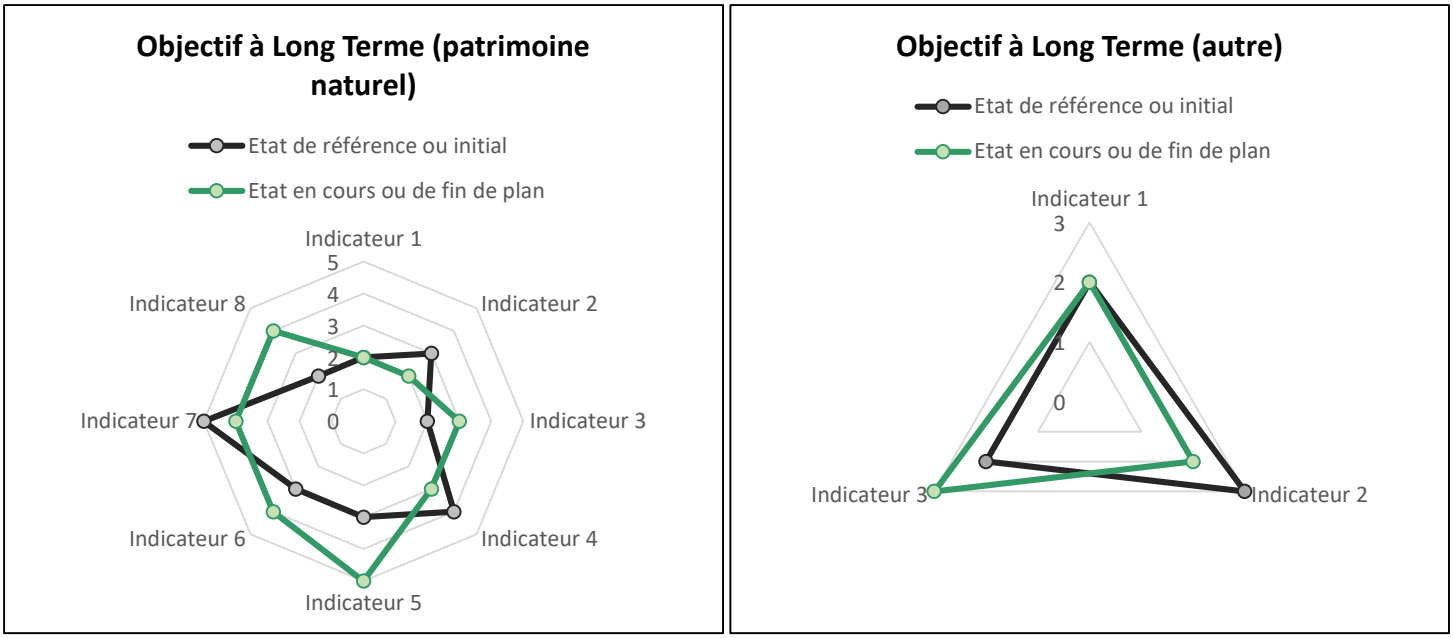


Figure 6 : Diagrammes d'évaluation type de l'état des Objectifs à Long Terme

Généralement, les indicateurs d'état sont définis uniquement pour les objectifs spécifiques à la conservation du patrimoine naturel. Cependant, il est apparu tout aussi intéressant d'engager une évaluation des autres enjeux et objectifs du plan de gestion par ce même dispositif : la connaissance scientifique, l'administration de la réserve et l'accueil et sensibilisation du public. Toutefois, pour ces derniers, le dispositif a été allégé avec un nombre d'indicateurs limité pour chacun des OLT correspondants et un système de notation allant de 1 à 3, respectivement d'insuffisant à optimal.

Enfin, dans la mesure où il s'agit d'une nouvelle méthode et d'une 1ère version, le présent système d'évaluation (*qualité/représentativité des indicateurs et cohérence/précision de leur grille de lecture respective*) sera évalué dans le même temps que l'évaluation du plan de gestion afin de l'adapter, l'améliorer le cas échéant.

II. Indicateurs d'état du patrimoine naturel

2.1. Démarche et objectifs

Dans ce document, les éléments nommés « suivi » regroupent l'ensemble des protocoles de suivi des taxons, groupes de taxons (*y compris syntaxons*) et variables abiotiques permettant de renseigner les indicateurs d'état du plan de gestion des deux OLT spécifiques à la conservation du patrimoine naturel :

- Maintenir le paysage des « Brandes du Poitou » et la mosaïque d'habitats terrestres oligotrophes (**OLT I**)
- Maintenir la capacité d'accueil des séries dynamiques des mares pour les espèces aquatiques et palustres (**OLT II**)

Ce travail a été achevé dans le cadre de la mise en œuvre du plan de gestion avec l'établissement d'une liste d'indicateurs avec des métriques et une grille de lecture spécifiques, robustes et pertinentes quant à une évaluation pragmatique de l'état de conservation du patrimoine naturel. Ces travaux ont été réalisés en concertation et avec la validation du Conseil Scientifique de la Réserve naturelle nationale du Pinail. Lors de la rédaction du plan de gestion, une première liste d'indicateurs avait été proposée. Celle-ci a été consolidée de manière à disposer de l'ensemble des taxons à responsabilité de la réserve. Il a par exemple été ajouté un protocole de suivi des dolomèdes pour l'indicateur » invertébrés » des mares ainsi qu'un indicateur concernant spécifiquement *Formicoxenus nitudulus* pour les landes. À la suite de la confirmation de cette liste d'indicateurs d'état, plusieurs réunions ont eu lieu en interne pour voir comment ces indicateurs pouvaient répondre à différents objectifs :

- Être représentatif de « l'état de santé » de l'écocomplexe des landes et mares (*habitats et espèces*) et intégrer les responsabilités de conservation de la réserve ;
- Rendre compte de l'évolution des facteurs abiotiques déterminant la fonctionnalité des écosystèmes (*pH, trophie, humidité, etc.*), particulièrement sous l'influence des changements globaux ciblés sur le changement climatique ;
- Utiliser des protocoles communs pour permettre une valorisation de données brutes ou des résultats à différentes échelles ;
- Être réalisable régulièrement (*ceci implique que les moyens matériels et humains doivent être compatibles avec le budget alloué à la gestion pérenne de la réserve)* ;

Il est à noter que ce travail a soulevé de nombreuses questions quant aux aspects de représentativité, bioindication et compétences pour certains objets suivis. Il a cependant été pris parti d'intégrer l'ensemble des taxons et groupes taxonomiques à responsabilité et d'évaluer dans un 2nd temps ce système d'évaluation : l'essentiel étant de collecter la donnée afin de pouvoir prendre les meilleures décisions par la suite.

Lors de deux réunions spécifiques, il a notamment été demandé aux membres du Conseil Scientifique, en fonction de leur domaine de compétences, d'analyser la cohérence des indicateurs au regard des :

- Objets ciblés en lien avec les responsabilités du site ;
- Variables ou métriques en lien avec l'interprétation attendue et donc des types de jalons de la grille de lecture (*perte d'espèce, d'occurrence, de répartition, etc.*) ;
- Systèmes de notation avec la définition des seuils (*classes d'état*) et de l'état 0 (*proportion d'objets conservés altérés ou disparus*)

Voici la liste synthétique des indicateurs d'état retenus (**Erreur ! Référence non valide pour un signet.**) :

OBJECTIF A LONG TERME	DISPOSITIFS DE SUIVI		État souhaité	Référent(s) du conseil scientifique	Impacts modes gestion	État de cons. objet	Changement Climatique A : global B : spcfq	Protocoles usités A : Régio. B : Natio. C : Euro. D : RNN Pinail	Augmentation importantes connaissances
	Code	Intitulé							
Maintenir le paysage des "Brandes du Poitou" et la mosaïque d'habitats terrestres oligotrophes	CS 01	**Suivi cartographique des habitats "terrestres"**	Maintien d'une mosaïque d'habitats "terrestres" de la série dynamique des landes	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	X	X	A	C	X
	CS 03	**Suivi hydrologique**	Connaissance adaptée de l'état quantitatif des eaux *(milieux humides)*	Gilles Porel	-	-	B	D	X
	CS 04	**Suivi phytosociologique -** milieux "terrestres" (landes et bas-marais)	Maintien d'une composition et structure floristique caractéristique *(landes humides, bas marais [et pelouses siliceuses])*	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	X	X	A	C	X
	CS 05	**Suivi azuré des Mouillères**	Bon état de conservation de *Maculinea alcon (landes humides)*	Samuel Ducept	X	X	B	B	X
	CS 06	**Suivi spiranthe d'été**	Bon état de conservation de *Spiranthes estivalis (suintements marneux)*	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	X	X	B	A	X
	CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - Pyrofungus	Maintien d'un peuplement de champignons caractéristique *(milieux brûlés ou sols non perturbés)*	Raphaël Hervé, Patrick Gatignol	X	X	A	D	X
	CS 08	**Suivi Orthoptères**	Maintien d'un peuplement d'Orthoptères caractéristique et "patrimonial" *(complexe des landes)*	Samuel Ducept, Michel Perrinet	X	X	A	B	X
	CS 09	**Suivi Reptiles**	Maintien d'un peuplement de Reptiles caractéristique *(mosaïque des landes à mares)*	Samuel Ducept, Miguel Gailledrat	X	X	A	B	X
	CS 10	**Suivi avifaune nicheuse** dont la fauvette Pitchou	Maintien d'un peuplement d'oiseaux nicheurs caractéristique ; Bon état de conservation de *Sylvia undata (complexe des landes)*	Thierry Dubois	-	X	A	B	-
	CS XX	**Suivi fourmi** dont Formicoxenus nitidulus	Bon état de conservation de *Formicoxenus nitudulus*	Samuel Ducept, Michel Perrinet	X	X	A	D	X

Tableau 3 : Indicateurs d'état de l'OLT I du plan de gestion

Légende : Indicateur contribuant à l'objectif (cf. intitulé de colonne), - indicateur ne contribuant pas à l'objectif (cf. intitulé de colonne), colonne changement climatique : A : indicateur contribuant de manière globale à l'évaluation du changement climatique, B : protocole calibré pour permettre une vision précise des impacts climatiques. Colonne protocole : A : le protocole utilisé est un protocole régional, B : le protocole utilisé est un protocole national, C : le protocole utilisé est un protocole européen, E : le protocole utilisé est un protocole élaboré par GEREPI.

OBJECTIF A LONG TERME	DISPOSITIFS DE SUIVI		État souhaité	Référent(s) du conseil scientifique	Impacts modes gestion	État de cons. objet	Changement Climatique A : global B : spcfq	Protocoles usités A : Régio. B : Natio. C : Euro. D : RNN Pinail	Augmentation importantes connaissances
	Code	Intitulé							
Maintenir la capacité d'accueil des séries dynamiques des mares pour les espèces aquatiques et palustres	CS 02	**Suivi cartographique des habitats "aquatiques"**	Maintien d'une mosaïque d'habitats "aquatiques et amphibie" de la série dynamique des mares	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	X	X	A	C	X
	CS 03	**Suivi hydrologique**	Connaissance de la diversité des eaux ; Maintien en bon état qualitatif et quantitatif des eaux	Gilles Porel	-	-	B	B	X
	CS 04	**Suivi phytosociologique** - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières)	Maintien d'une composition et structure végétale caractéristique et diversifiée *(tourbières à sphaignes)*	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	-	X	A	D	X
	CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…)	Maintien d'un peuplement de plantes, bryophytes et champignons caractéristique des milieux tourbeux	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	-	X	A	D	X
	CS 11	**Suivi Odonates** dont les leucorrhines	Maintien d'un peuplement diversifié et caractactéristique d'Odonates ; Bon état de conservation de *Leucorrhinia sp.* et *S. flavomaculata*	Samuel Ducept, Miguel Gailledrat, Olivier Prévost	-	X	A	D	X
	CS 12	**Suivi écrevisse à pieds blancs**	Bon état de conservation de *Austropotamobius pallipes*	Frédéric Grangjean, Michel Bramard	-	X	A	D	-
	CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…)	Maintien d'un peuplement végétal et de Characées ; État de conservation de *Sparganium natans* et *Utricularia minor*	Romain Bissot, Patrick Gatignol, Fabien Zunino, Michel Perrinet	-	X	A	D	X
	CS 13	**Suivi Amphibiens** dont la grenouille de Lesson	Maintien d'un peuplement caractactéristique et diversifié d'Amphibiens ; Bon état de conservation de *P. lessonae*	Miguel Gailledrat, Samuel Ducept	-	X	B	B	X
	CS 14	**Suivi Invertébrés aquatiques**	Maintien d'un peuplement caractactéristique et diversifié d'Invertébrés aquatiques (coléoptères, dolomèdes)	Samuel Ducept	?	X	A	A	X

Tableau 4 : Indicateurs d'état l'OLT II du plan de gestion

Légende : Indicateur contribuant à l'objectif (cf. intitulé de colonne), - indicateur ne contribuant pas à l'objectif (cf. intitulé de colonne), colonne changement climatique : A : indicateur contribuant de manière globale à l'évaluation du changement climatique, B : protocole calibré pour permettre une vision précise des impacts climatiques. Colonne protocole : A : le protocole utilisé est un protocole régional, B : le protocole utilisé est un protocole national, C : le protocole utilisé est un protocole européen, E : le protocole utilisé est un protocole élaboré par GEREPI.

Pour chaque indicateur, il a été difficile de satisfaire à l'ensemble des objectifs, tout particulièrement pour la dimension changements globaux. Lors de leur conception, nous avons tenté d'ajouter, à chaque fois que cela était possible, des éléments complémentaires pour tenter de prendre en compte et mesurer les effets du changement climatique.

En plus des impacts sur les facteurs abiotiques (*niveau d'eau, température, pH...*), le changement climatique impacte trois principales caractéristiques de la biodiversité :

- La phénologie (*modification des rythmes et périodes d'activités biologiques : floraison, émergence...*) ;
- La physiologie (*modification des fonctions vitales des organismes vivants, de leur morphologie...*) ;
- La chorologie (*migration, déplacement des espèces vers des biotopes et conditions climatiques favorables, modification des aires de répartition*).

Lors des réflexions prospectives développées en interne, il est apparu trop lourd et complexe de se positionner sur des données physiologiques dans le cadre des suivis et indicateurs du plan de gestion. Des protocoles spécifiques ont été établis pour la phénologie et le déplacement des espèces en complément des nouveaux croisements de données biotiques (*habitats et espèces*) et abiotiques (*météo, niveau d'eau...*) de l'observatoire. Plusieurs espèces et habitats cibles, fortement vulnérables au changement climatique sur le Pinail, ont ainsi été pris en compte.

Enfin, il est à noter que pour certains taxons à responsabilité tels que les dolomèdes, champignons, fourmis... il s'agit d'inventer le dispositif de suivi, car ils ne bénéficient en l'état actuel que de peu de connaissances de manière générale. Une phase de recherche et d'expérimentation pourrait ainsi être nécessaire à la mise en place ou la pérennisation de certains protocoles de l'observatoire.

2.2. Calibrage des indicateurs

Chaque indicateur dispose d'une grille de lecture spécifique, reposant sur un système de notation mobilisant les données récoltées *in situ* selon un protocole précis. Alimenté au grès des campagnes de suivi, ce système comprend des seuils faisant basculer l'indicateur vers un état plus ou moins favorable, une tendance d'évolution régressive ou progressive. Cette évaluation a inévitablement posé les problématiques :

- de l'état de référence à considérer (*le début du plan de gestion, la 1ère récolte de données issues des nouveaux protocoles ou les données antérieures connues de l'objet suivi, si tant est que les protocoles antérieurs usités permettent de mobiliser ces données*) ;
- des jalons, seuils ou classes d'état à définir (*à quel moment et selon quelles quantité ou qualité l'évolution de l'objet suivi est-elle considérée comme déclassante tout en considérant leur variation interannuelle naturelle*).

Pour savoir où situer les jalons du système de notation, nous avons réalisé des modèles de courbes simplifiés pour lesquels il a été essentiel de définir :

- le 0 de la grille de lecture, représentant le cœur du graphique d'interprétation en radar (*est-ce que le 0 signifie la disparition complète (modèle A) des objets suivis, ou seulement d'une partie (modèle B) ?*) ;
- la courbe d'évolution décrite par le système de notation (*doit-elle être en forme « d'asymptote » (indice modèle 1) ou linéaire (indice modèle 2)*).

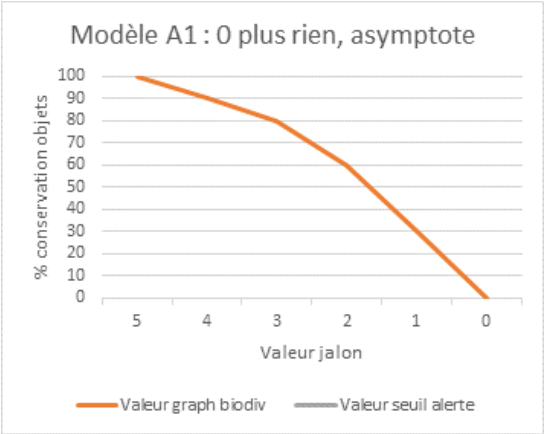


Figure 14 : Modèle A1 simulation d'indicateur note 0 = disparition complète de l'objet courbe « asymptote"

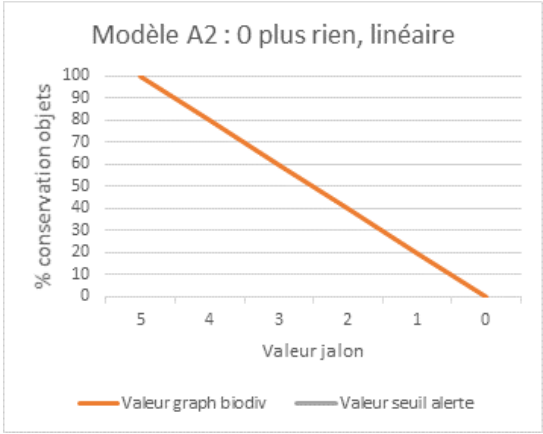


Figure 15 : Modèle A2 simulation d'indicateur note 0 = disparition complète de l'objet droite

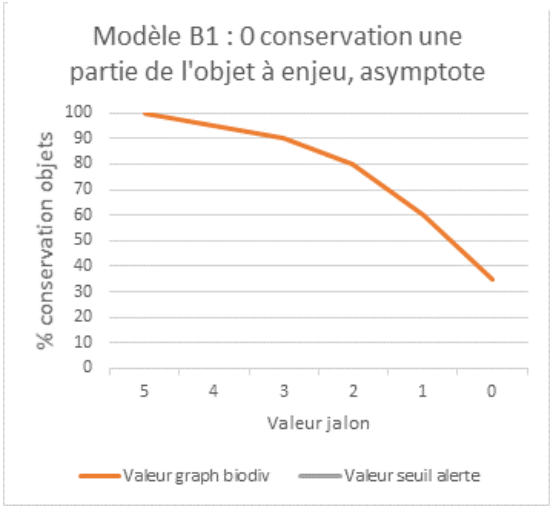


Figure 8 : Modèle B1 simulation d'indicateur note 0 = disparition partielle de l'objet courbe « asymptote »

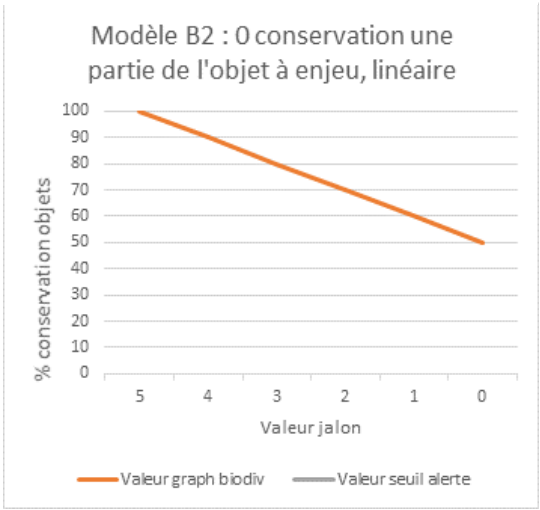


Figure 7 : Modèle B2 simulation d'indicateur note 0 = disparition partielle de l'objet droite

Il a été pris le partie d'usiter les modèles de type B pour lesquels le 0 correspondant à une conservation d'une partie de l'objet étudié. En effet, si le 0 signifiait la disparition de l'entièreté de l'objet suivi, la situation serait vraiment critique, voire même irrémédiable (*exemple de la disparition totale d'un ou plusieurs habitats à responsabilité*). Notre site se doit donc d'alerter des variations défavorables significatives sans attendre la chute complète de l'objet. C'est un rôle fondamental de l'observatoire eau-biodiversité-climat.

Il a également été fait le choix d'avoir des indicateurs assez réactifs/sensibles, car nous affirmons que la réserve, où le cadre de gestion est pleinement maîtrisé, doit avoir pour objectif une préservation la plus exhaustive possible de son patrimoine naturel, priorisé sur les objets à responsabilité (*facteurs abiotiques, fonctionnalité des écosystèmes, espèces ou habitats*) et les pressions sur lesquelles le gestionnaire a une emprise. Certains indicateurs comprennent des doubles critères, de valeurs différentes, où chacun des deux permet indépendamment d'atteindre une note donnée. Exemple pris pour les odonates : la note est relative soit à la chute de l'occurrence des espèces à responsabilité soit à la disparition des espèces du cortège, le curseur étant mis sur la métrique le plus déclassante.

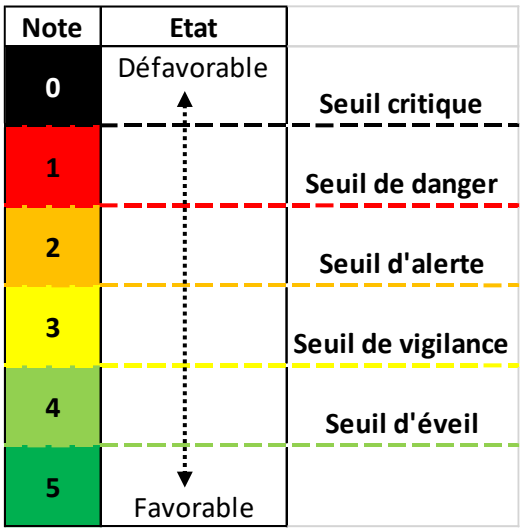


Figure 9 : Seuils affectés aux grilles de lecture des indicateurs d'état du patrimoine naturel

Le système de notation variant de 5 à 0 reflète l'état de conservation des indicateurs et leur tendance d'évolution structurée par des seuils d'intensité d'alerte traduisant une dynamique régressive des objets suivis. Le contexte d'effondrement global de la biodiversité et de vulnérabilité au changement climatique de la réserve a été à la racine de cette considération. Toutefois, la note maximum de 5 peut également illustrer une dynamique progressive des indicateurs en bon état de conservation par rapport à l'état de référence, ce qui pourrait correspondre à un certain idéal théorique. Les différents seuils d'alerte doivent conduire le gestionnaire et les acteurs à adapter autant que nécessaire la gestion du site en agissant sur les pressions/facteurs mis en cause et pour lesquels ils ont une emprise.

Pour chaque indicateur, un graphique théorique a été réalisé à la suite de l'établissement de leur grille de lecture respective. À noter que les valeurs présentées sur les graphiques en question correspondent aux médianes des classes de valeurs d'état du ou des objets suivis. Seul l'indicateur « hydrologie » n'est pas encore opérationnel, les jalons seront à établir à la lumière des connaissances acquises ultérieurement (*variations et état de référence à définir*).

2.2.1. *Indicateurs d'état relatifs aux écosystèmes terrestres (OLT I)*

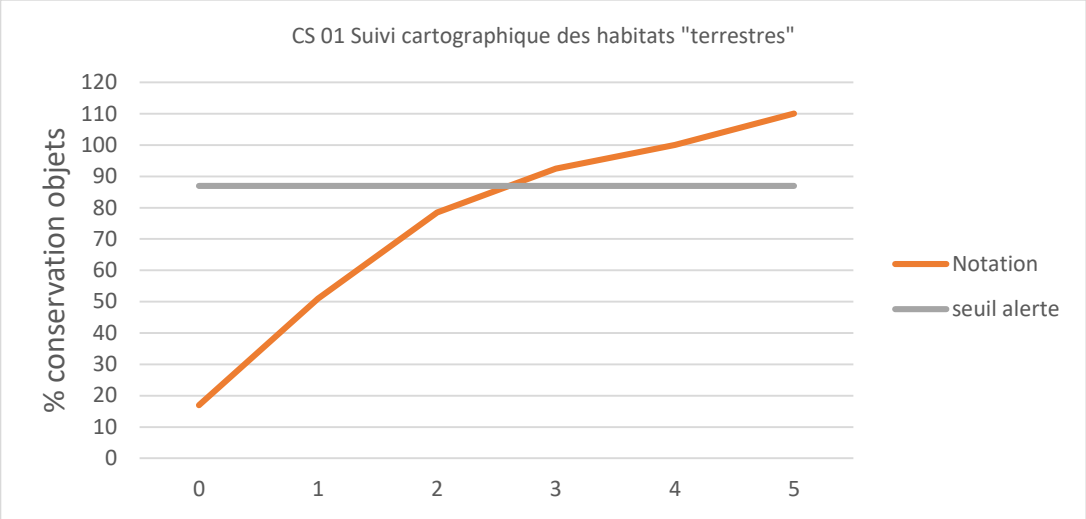


Figure 10 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 01 Suivi cartographique des habitats "terrestres"

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 01	Suivi cartographique des habitats "terrestres"	0	Seuil extinction	0 : Disparition de 66% des surfaces d'habitats à responsabilité sur la réserve (sauf habitats ponctuels évalués sur les quadrats de 1ha / occurence). Perte de 66% et plus des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité
		1	Seuil critique	1 : Disparition de 33 à 65% des surfaces d'habitats à responsabilité modérée à majeure. Perte de 50 à 65% des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité
		2	Seuil d'alerte	2 : Disparition de 11 à 32% des surfaces d'habitats à responsabilité modérée à majeure. Perte de 36 à 50 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité
		3	Seuil de vigilance	3 : Perte de 5 à 10% des surfaces d'habitats à responsabilité. Perte de 26 à 35 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité.
		4	Seuil d'éveil	4 : Maintien de l'ensemble des habitats à responsabilité. Perte de 10 à 25 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité
		5		5 : Maintien ou augmentation de tout ou partie des habitats à responsabilité sur la réserve.

Figure 11 : Grille de lecture de l'indicateur CS 01 Suivi cartographique des habitats "terrestres"

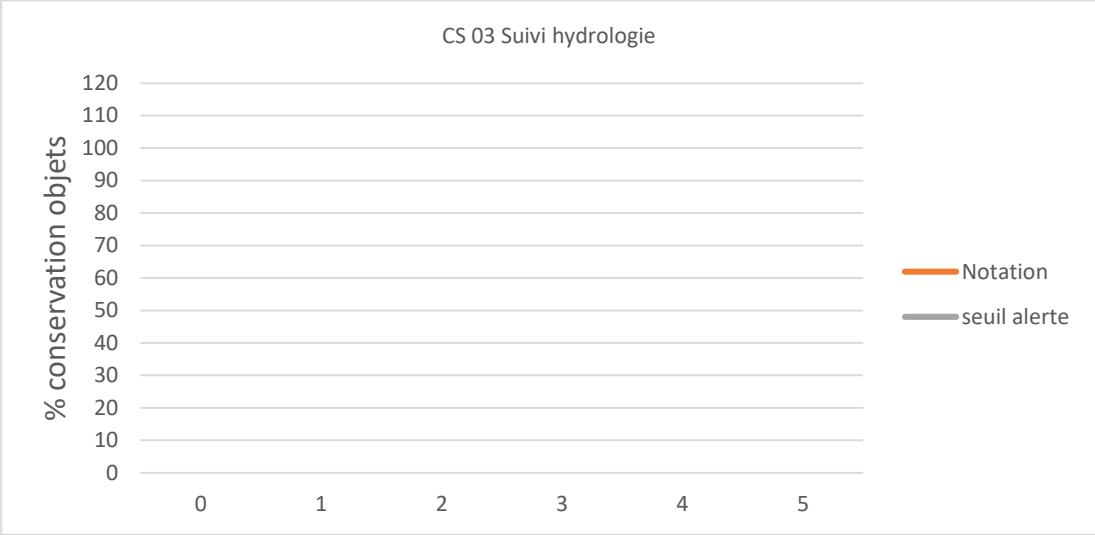


Figure 12 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 03 Suivi hydrologie

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 03	Suivi hydrologique	0	Seuil extinction	0 : À définir
		1	Seuil critique	1 : À définir
		2	Seuil d'alerte	2 : À définir
		3	Seuil de vigilance	3 : À définir
		4	Seuil d'éveil	4 : À définir
		5		5 : À définir

Figure 13 : Grille de lecture de l'indicateur CS 03 Suivi hydrologie

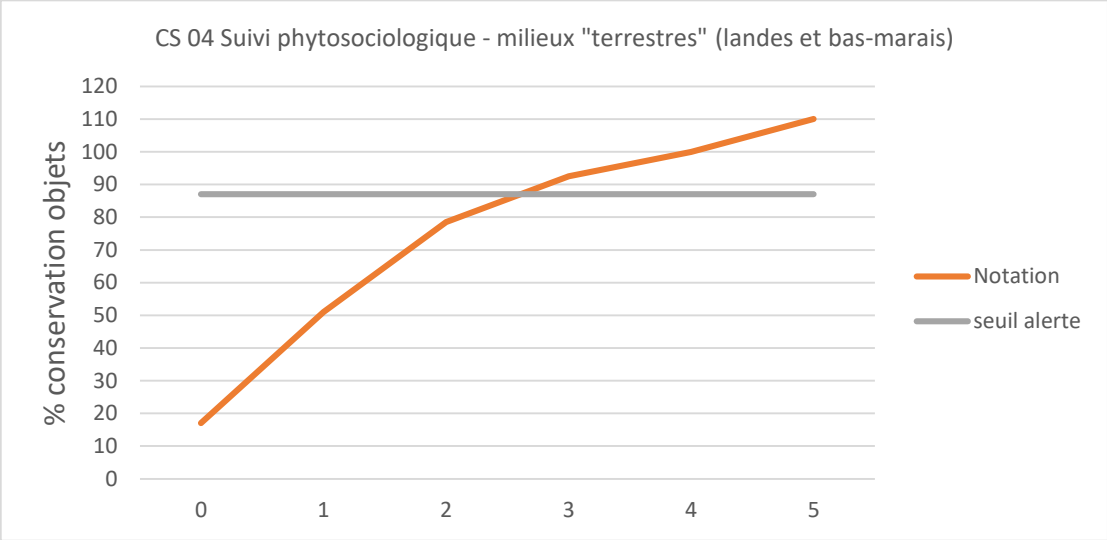


Figure 14 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 04	**Suivi phytosociologique** - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)	**0**	**Seuil extinction**	0 : Altération significative de la structure ou composition des habitats ciblés (au regard de l'état initial)
		1	**Seuil critique**	1 : Altération significative de la structure ou composition de deux habitats ciblés (au regard de l'état initial)
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Alération légère de la structure ou composition des trois habitats ciblés ou altération significative de la structure ou composition d'un des habitats ciblés (au regard de l'état initial)
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Alération légère de la structure ou composition de un ou deux des habitats ciblés (au regard de l'état initial)
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Maintien de la structure ou composition des habitats ciblés
		5		5 : Amélioration de la structure et composition des trois habitats ciblés

Figure 15 : Grille de lecture de l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)

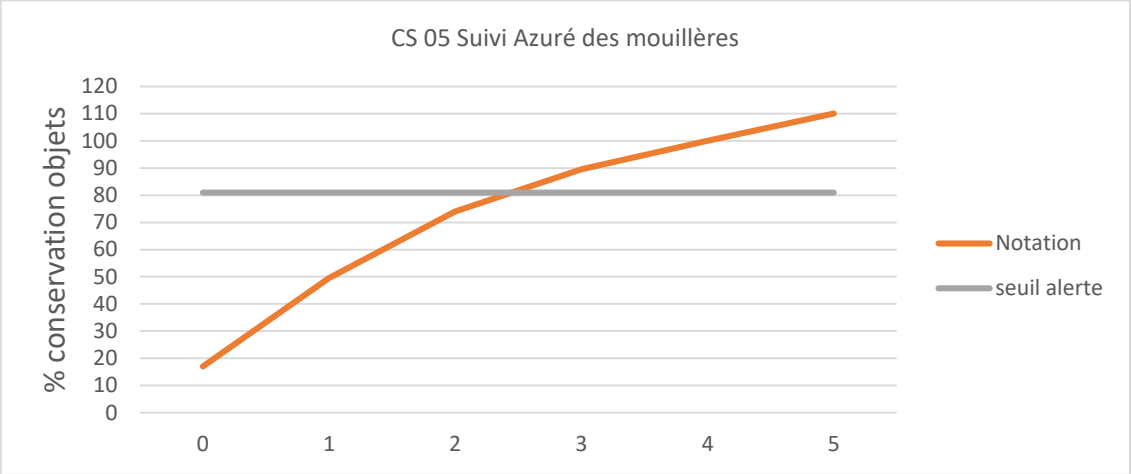


Figure 16 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 05 Suivi Azuré des mouillères

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 05	Suivi azuré des Mouillères	0	Seuil extinction	0 : Disparition de plus 66% des gentianes ou de son occurrence et/ou de 66% de l'occurrence du papillon (œufs présents sur la station)
		1	Seuil critique	1 : Baisse de l'effectif de la gentiane de 36 à 65 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 36 à 65%
		2	Seuil d'alerte	2 : Baisse de l'effectif de la gentiane 21 à 35 %. Baisse de l'occurence du papillon de 11 à 35 %
		3	Seuil de vigilance	3 : Baisse de l'effectif de la gentiane de 11 à 20%. Baisse de l'occurrence du papillon de 5 à 10%
		4	Seuil d'éveil	4 : Maintien des effectifs de la gentiane
		5		5 : Augmentation des effectifs de la gentiane ou de l'occurrence du papillon

Figure 17 : Grille de lecture de l'indicateur CS 05 Suivi Azuré des mouillères

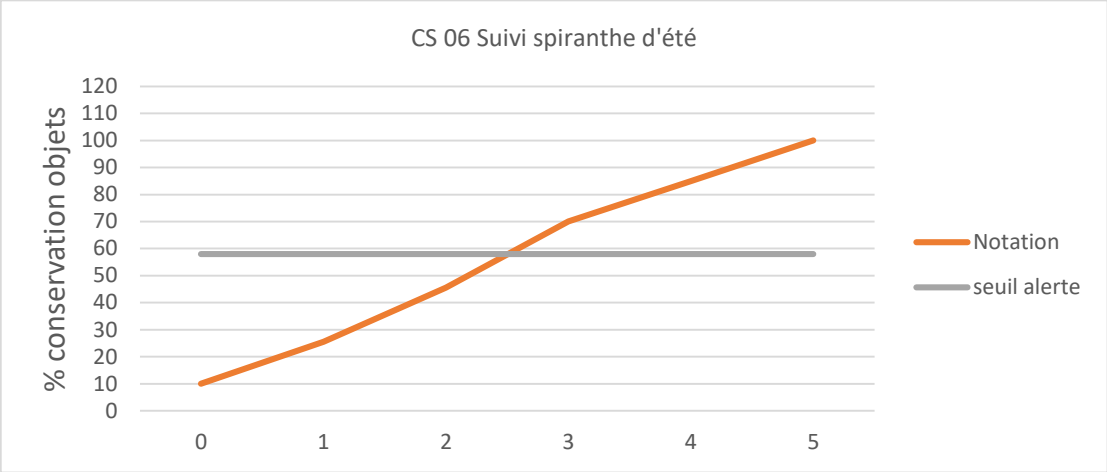


Figure 18 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 06 Suivi spiranthe d'été

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 06	Suivi spiranthe d'été	0	Seuil extinction	0 : Disparition de 2 stations de la Spiranthe (pendant 3 ans) et effectif moyen sur les 5 dernières années inférieur à 10 individus fleuris
		1	Seuil critique	1 : Disparition de 2 stations de Spiranthe (pendant 3 ans) et effectif moyen sur 5 ans inférieur à 20 individus fleuris
		2	Seuil d'alerte	2 : Disparition de 1 station (présence/absence durant les 5 ans) ou effectif moyen sur 5 ans inférieur à 25 individus fleuris
		3	Seuil de vigilance	3 : Maintien du nombre de stations (présence/absence durant les 5 ans) mais effectifs d'une station toujours située sous les valeurs référence (et sous l'écart-type)
		4	Seuil d'éveil	4 : Maintien du nombre de stations (présence/absence durant les 5 ans) mais effectifs d'une ou deux stations situés sous les valeurs référence mais dans l'écart-type
		5		5 : Maintien ou augmentation du nombre de stations (3 stations connues à la création de la réserve), nombre de hampes florales stable ou en augmentation au dessus des seuils établis par station (moyenne)

Figure 19 : Grille de lecture de l'indicateur CS 06 Suivi spiranthe d'été

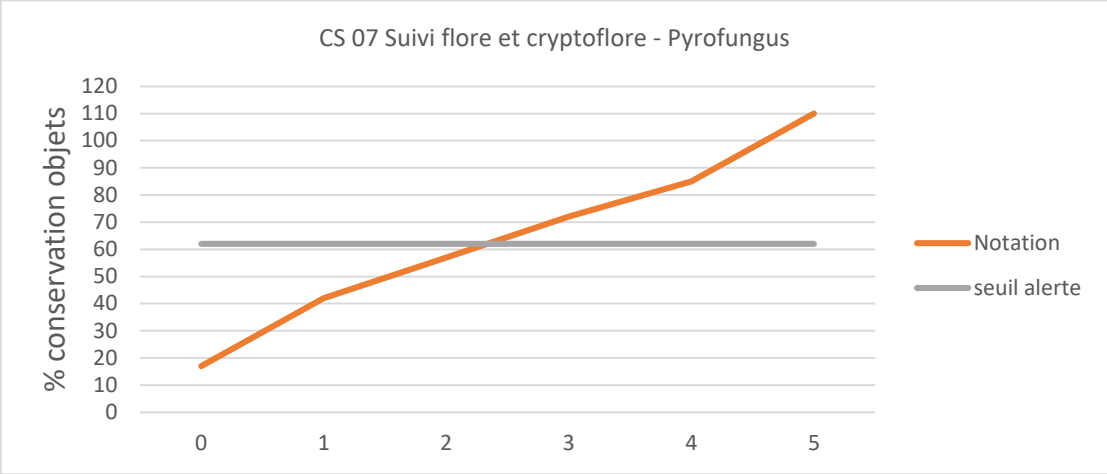


Figure 20 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - Pyrofungus	**0**	**Seuil extinction**	0 : Disparition de plus de 33% des espèces sur 10 ans et 66% de baisse d'occurrence sur 5 ans du cortège ciblé
		1	**Seuil critique**	1 : Disparition de 20 à 32% des espèces sur 10 ans et 51 à 65% de baisse d'occurrence sur 5 ans du cortège ciblé
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Disparition de 1 espèce sur 10 ans et 36 à 50 % de baisse d'occurrence sur 5 ans du cortège ciblé
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Maintien de l'ensemble du cortège des champignons ciblés sur 10 ans. 21 à 35% de baisse d'occurrence sur 5 ans
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Maintien de l'ensemble du cortège des champignons ciblés sur 10 ans. 10 à 20 % de baisse d'occurrence sur 5 ans
		5		5 : Maintien ou augmentation de l'occurrence des champignons des sols brulés ou non perturbés

Figure 21 : Grille de lecture de l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus

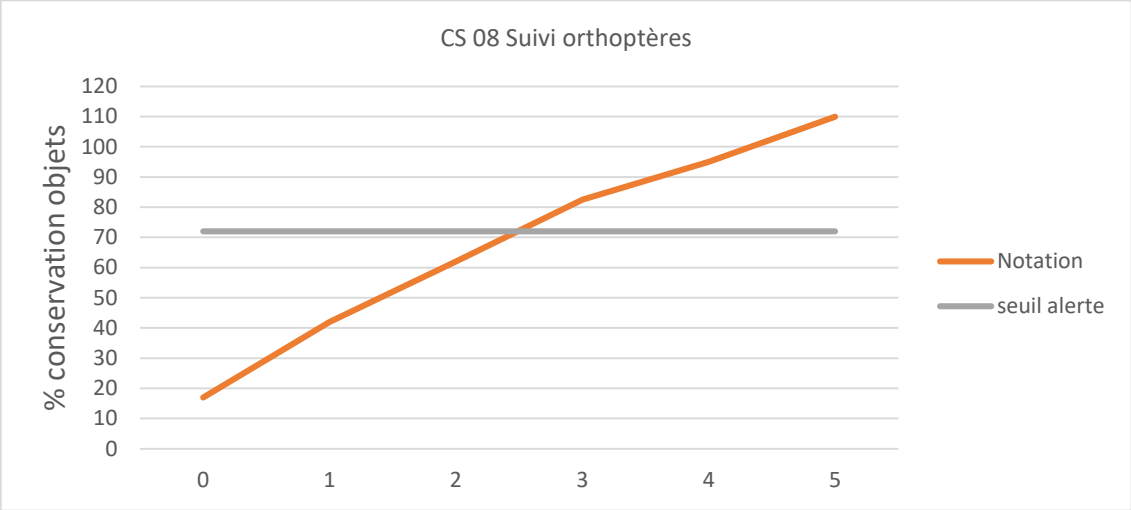


Figure 22 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 08 Suivi orthoptères

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 08	Suivi Orthoptères	0	Seuil extinction	0 : Disparition (ou non détection) de 66% et plus du cortège des milieux de lande. Perte des 66% et plus des occurrences des espèces à responsabilité
		1	Seuil critique	1 : Disparition (ou non détection) de 51 à 65% du cortège des milieux de lande. Perte de 51 à 65 % des occurences des espèces à responsabilité
		2	Seuil d'alerte	2 : Disparition (ou non détection) de 26 à 50 % du cortège des milieux de lande. Perte de 26 à 50 % des occurences des espèces à responsabilité
		3	Seuil de vigilance	3 : Disparition (ou non détection) de 1 à 25 % du cortège des milieux de lande. Perte de 1 à 25 % des occurences des espèces à responsabilité
		4	Seuil d'éveil	4 : Baisse significative (+ 20%)de l'occurrence du cortège des milieux de lande
		5		5 : Maintien ou amélioriation du cortège d'orthoptères ou de leur occurrence

Figure 23 : Grille de lecture de l'indicateur CS 08 Suivi orthoptères

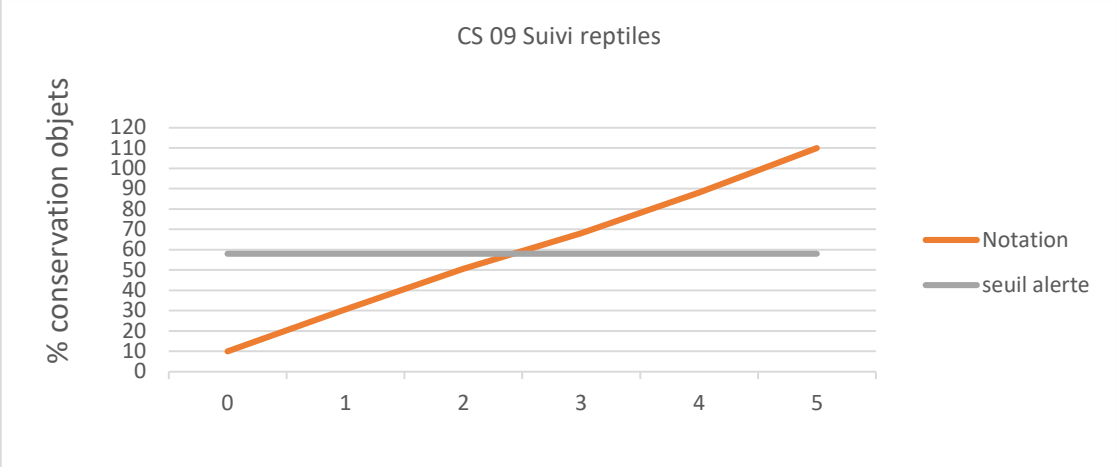


Figure 24 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 09 Suivi reptiles

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 09	Suivi Reptiles	0	Seuil extinction	0 : Disparition (non détection) de 4/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives
		1	Seuil critique	1 : Disparition (non détection) de 3/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives
		2	Seuil d'alerte	2 : Disparition (non détection) de 2/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives
		3	Seuil de vigilance	3 : Disparition (non détection) de 1/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives ou diminution de l'occurrence des reptiles supérieure à 25%.
		4	Seuil d'éveil	4 : Diminiution de l'occurrence des reptiles de 10 à 25%
		5		5 : Maintien ou augmentation de la répartition et l'occurrence des différentes espèces de reptiles

Figure 25 : Grille de lecture de l'indicateur CS 09 Suivi reptiles

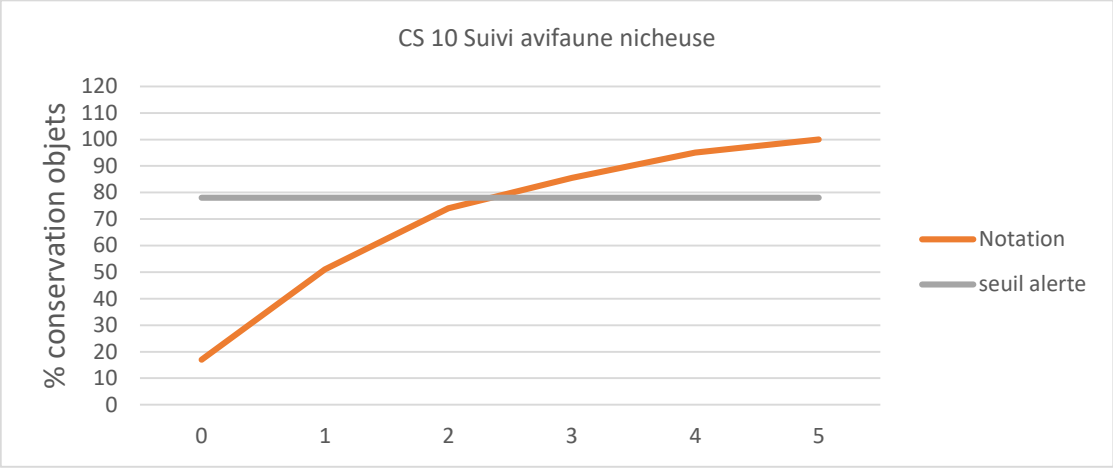


Figure 26 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 10 Suivi avifaune nicheuse

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 10	**Suivi avifaune nicheuse** dont la fauvette Pitchou	**0**	**Seuil extinction**	0 : Disparition (non détection) de 66% et plus du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de Sylvia undata de 66% et plus de manière pérenne (/ moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
		1	**Seuil critique**	1 : Disparition (non détection) de 33 à 65% du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de Sylvia undata de plus de 33 à 65% de manière pérenne (/ moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Disparition (non détection) de moins 15 à 32% du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de Sylvia undata de 25 à 32% de manière pérenne (/ moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Baisse de l'occurrence moyenne des oiseaux des landes (intégrant F. Pitchou) supérieur à 25%. (disparition possible d'espèces du cortège inférieur à 15%)
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Baisse de l'occurrence moyenne des oiseaux des landes (intégrant F. Pitchou) de 10 à 25% (sans disparition d'espèce du cortège)
		5		5 : Maintien ou augmentation de l'ensemble du cortège ornithologique des landes et de la fauvette Pitchou

Figure 27 : Grille de lecture de l'indicateur CS 10 Suivi avifaune nicheuse

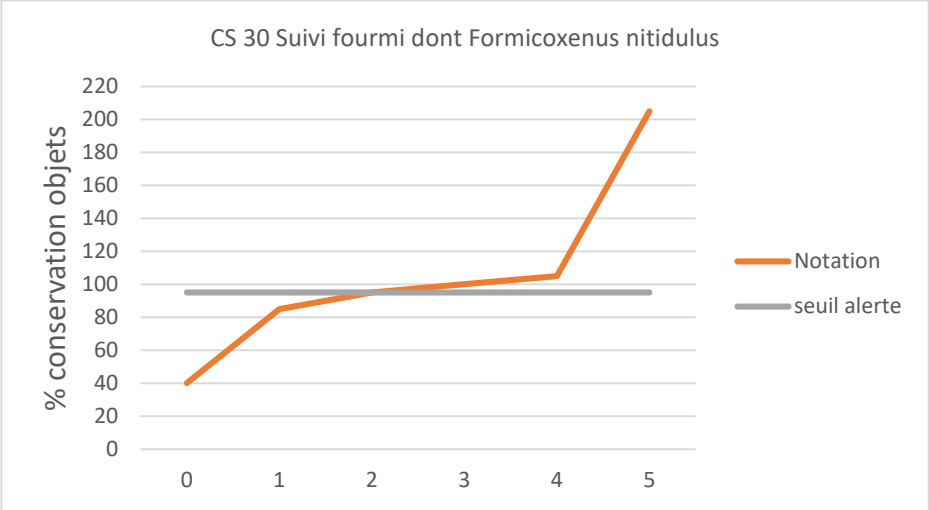


Figure 28 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 30 Suivi fourmi dont Formicoxenus nitidulus

Bon état de conservation de *Formicoxenus nitudulus*	Seuil critique	0 : Maintien de la fourmillière accueillant F. nitudulus avec atteinte significative et/ou diminution taille supérieure à 20 %.
	Seuil de danger	1 : Maintien de la fourmillière accueillant F. nitudulus avec une atteinte significative et/ou diminution taille de 11 à 20%.
	Seuil d'alerte	2 : Maintien avec atteinte non significative et/ou diminution taille inférieure à 10 %.
	Seuil de vigilance	3 : Maintien de la fourmillière accueillant F. nitudulus et de sa taille
	Seuil d'éveil	4 : Maintien avec croissance de la taille de la fourmilière accuillant F. nitudulus
		5 : Augmentation du nombre de fourmilières accueillant F. nitudulus

Figure 29 : Grille de lecture de l'indicateur CS 30 Suivi fourmi dont Formicoxenus nitidulus

2.2.2. *Indicateurs d'état relatifs aux écosystèmes aquatiques et palustres (OLT II)*

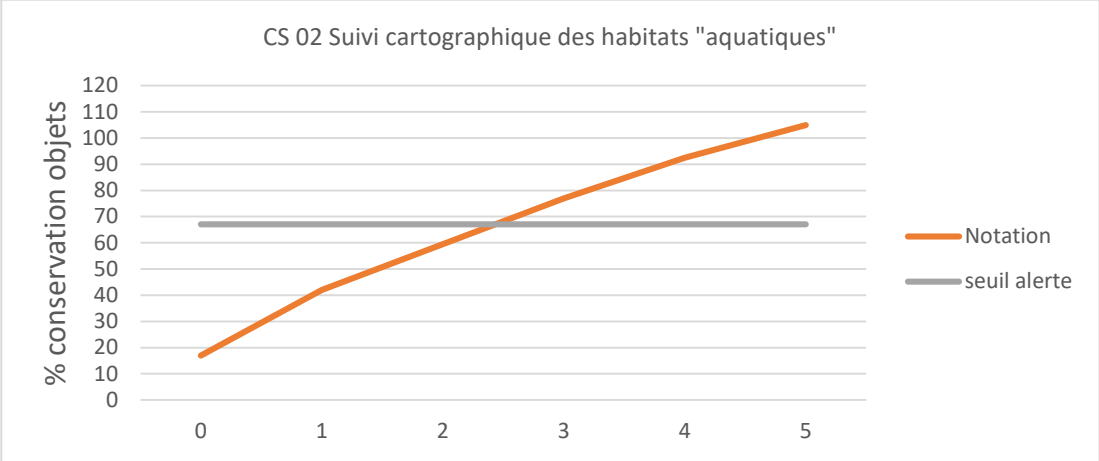


Figure 30 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 02 Suivi cartographique des habitats "aquatiques"

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 02	Suivi cartographique des habitats "aquatiques"	0	Seuil extinction	0 : Disparition de 66% et plus de la surface globale des habitats à responsabilité modéré à forte
		1	Seuil critique	1 : Disparition de 51 à 65% de la surface globale des habitats à responsabilité
		2	Seuil d'alerte	2 : Disparition de 31 à 50% de la surface globale des habitats à responsabilité
		3	Seuil de vigilance	3 : Disparition de 16 à 30% de la surface globale des habitats à responsabilité
		4	Seuil d'éveil	4 : Disparition de 0 à 15% de la surface globale des habitats à responsabilité
		5		5 : Maintien ou augmentation de la surface de tous les habitats à responsabilité

Figure 31 : Grille de lecture de l'indicateur CS 02 Suivi cartographique des habitats "aquatiques"

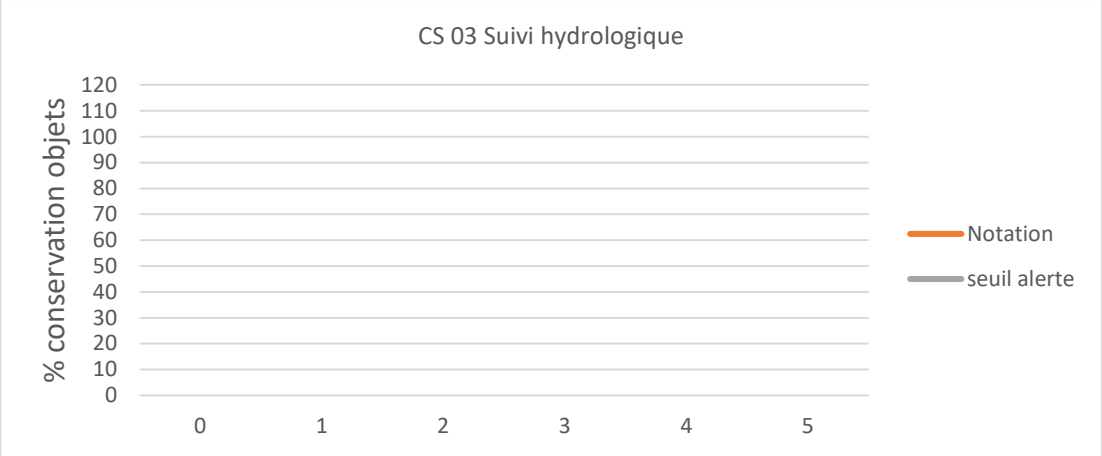


Figure 32 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 03 Suivi hydrologique

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Note**	**Critères de classes d'état**
CS 03	Suivi hydrologique	0	Seuil extinction	0 : xxx
		1	Seuil critique	1 : xxx
		2	Seuil d'alerte	2 : xxx
		3	Seuil de vigilance	3 : xxx
		4	Seuil d'éveil	4 : xxx
		5		5 : xxx

Figure 33 : Grille de lecture de l'indicateur CS 03 Suivi hydrologique

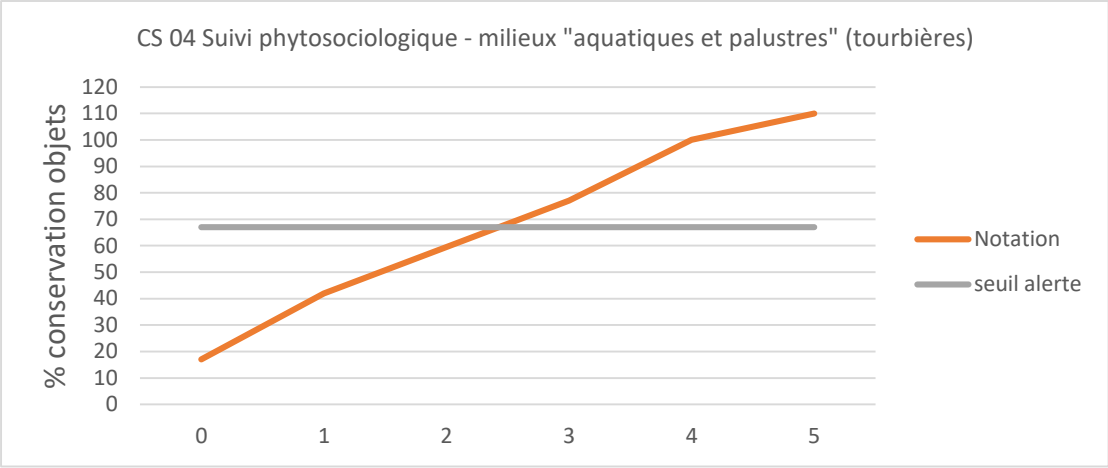


Figure 34 : Proportion d'objets biodiversité conservés par note pour l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières)

Seuil critique	0 : Disparition ou altération de 66% ou plus de la surface des habitats tourbeux
Seuil de danger	1 : Disparition ou altération de 51 à 65% de la surface des habitats tourbeux
Seuil d'alerte	2 : Disparition ou altération de 31 à 50% de la surface des habitats tourbeux
Seuil de vigilance	3 : Disparition ou altération de 16 à 30% de la surface des habitats tourbeux
Seuil d'éveil	4 : Maintien de la structure composition des habitats tourbeux
	5 : Amélioration de la structure composition des habitats tourbeux

Figure 35 : Grille de lecture de l'indicateur CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières)

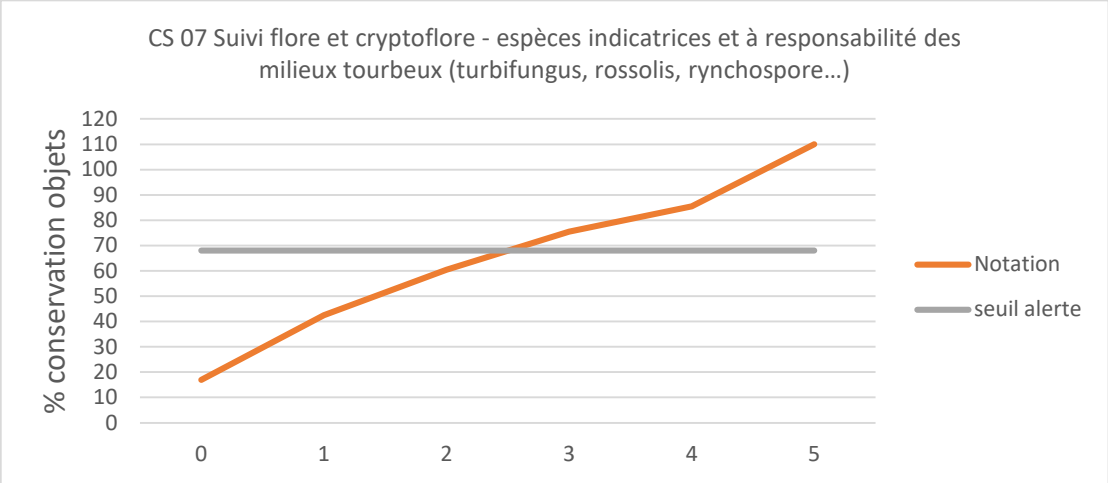


Figure 36 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…)

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…)	**0**	**Seuil extinction**	0 : Disparition de 33% des espèces (champignons sur 10 ans et plantes sur 3 ans) et/ou baisse d'occurrence sur 5 ans de 66% des plantes et de 33% des champignons
		1	**Seuil critique**	1 : Disparition de 25 à 32% des espèces (champignons sur 10 ans et plantes sur 3 ans) et/ou baisse d'occurrence sur 5 ans de 50% des plantes et de 20% des champignons
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Disparition de 10 à 24% des espèces (champignons sur 10 ans et plantes sur 3 ans) et/ou baisse d'occurrence sur 5 ans de 30% des plantes et de 10% des champignons
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Maintien de l'ensemble du cortège mais baisse importante des effectifs (hors des variations interannuelles possibles) de 2 plantes ou plus sur 3 années ; Non détection des champignons sur 5 années de suivis
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Maintien de l'ensemble du cortège des milieux tourbeux mais baisse importante des effectifs de plantes sur 1 à 2 années ; Non détection des champignons sur 3 années de suivis
		5		5 : Maintien de l'ensemble du cortège des milieux tourbeux et des effectifs (variation interannuels possibles) ou augmentation de l'occurrence des espèces

Figure 37 : Grille de lecture de l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…)

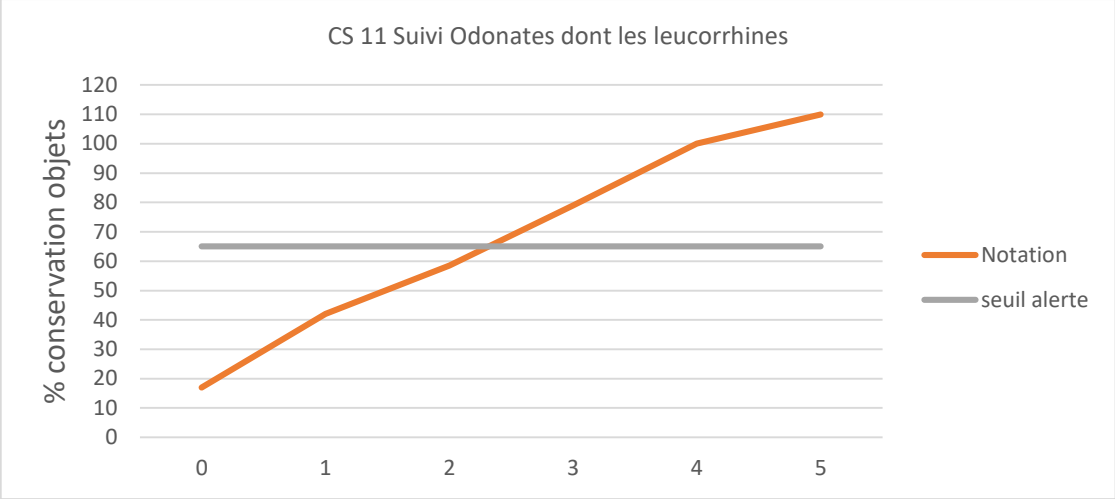


Figure 38 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 11 Suivi Odonates dont les leucorrhines

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 11	**Suivi Odonates** dont les leucorrhines	**0**	**Seuil critique**	0 : Perte de 66% ou plus du cortège ou 66% ou plus des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte
		1	**Seuil de danger**	1 : Perte de 51 à 65% du cortège ou 51 à 65% des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Perte de 26 à 50% du cortège ou 33 à 50% des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Perte de 1 à 25% du cortège ou 10 à 32% des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Conservation du cortège, mais baisse d'occurrence des espèces (supérieur à 20%)
		5		5 : Conservation (ou augmentation) du cortège (présence/absence sur 5 ans) et maintien ou augmentation de l'occurence des espèces à responsabilité

Figure 39 : Grille de lecture de l'indicateur CS 11 Suivi Odonates dont les leucorrhines

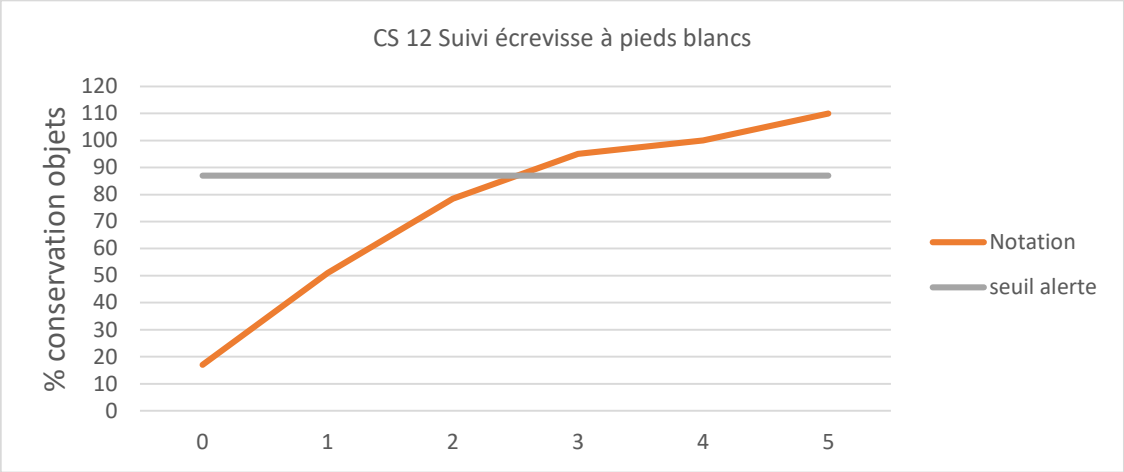


Figure 40 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 12 Suivi écrevisse à pieds blancs

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 12	Suivi écrevisse à pieds blancs	0	Seuil extinction	0 : Perte des 6/9 des populations de la réserve, ou 2 mares à fort effectif (E121, E122, T195)
		1	Seuil critique	1 : Perte des 3/9 des populations de la réserve, ou 1 mare à fort effectif (E121, E122, T195)
		2	Seuil d'alerte	2 : Perte d'une population de la réserve, hors mare à fort effectif
		3	Seuil de vigilance	3 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares de pésence actuelle, mais constat de chute d'effectifs anormale (hors des données historiques connues)
		4		4 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares de pésence actuelle
		5		5 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares et extention à des mares d'acceuil complémentaire

Figure 41 : Grille de lecture de l'indicateur CS 12 Suivi écrevisse à pieds blancs

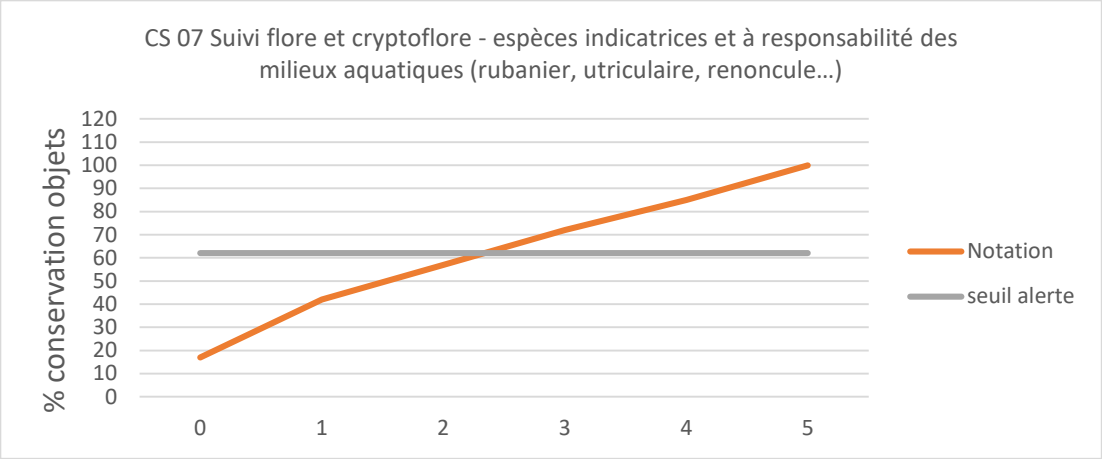


Figure 42 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…)

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…)	**0**	**Seuil extinction**	0 : Perte de 66% ou plus des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
		1	**Seuil critique**	1 : Perte de 51 à 65% des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Perte de 36 à 50% des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Perte de 21 à 35% des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Perte de 10 à 20% des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
		5		5 : Observation de toutes les espèces de la liste et maintien de l'ensemble des stations suivies ou maintien/augmentation du nombre de stations globales

Figure 43 : Grille de lecture de l'indicateur CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…)

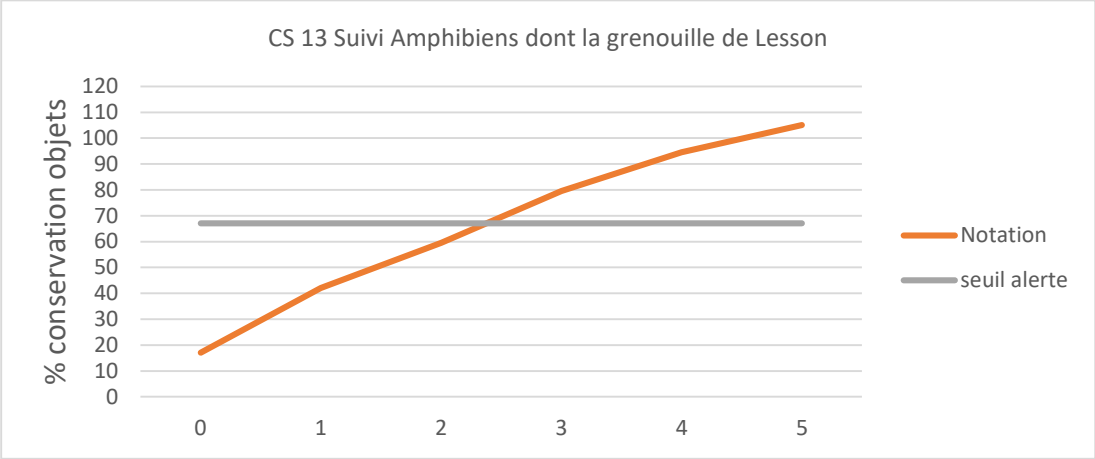


Figure 44 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS 13 Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 13	**Suivi Amphibiens** dont la grenouille de Lesson	**0**	**Seuil extinction**	0 : Perte de 66% ou plus des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 66% ou plus de l'occurrence de Pelophylax lessonae
		1	**Seuil critique**	1 : Perte de 31 à 65% des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 51 à 65% de l'occurrence de Pelophylax lessonae
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Perte de 10 à 30% des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 31 à 50% de l'occurrence de Pelophylax lessonae ou plus de 51% de l'occurrence moyenne globale de toutes les espèces suivies
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Conservation de l'ensemble des espèces, mais baisse forte de leur occurrence 33 à 66 % ou 11 à 30% de l'occurrence de Pelophylax lessonae
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Baisse de 10 à 32% de l'occurrence moyenne globale de toutes les espèces suivies ou 1 à 10 % de l'occurrence de Pelophylax lessonae
		5		5 : Maintien ou augmentation de l'occurence de l'ensemble des espèces (variation acceptée)

Figure 45 : Grille de lecture de l'indicateur CS 13 Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson

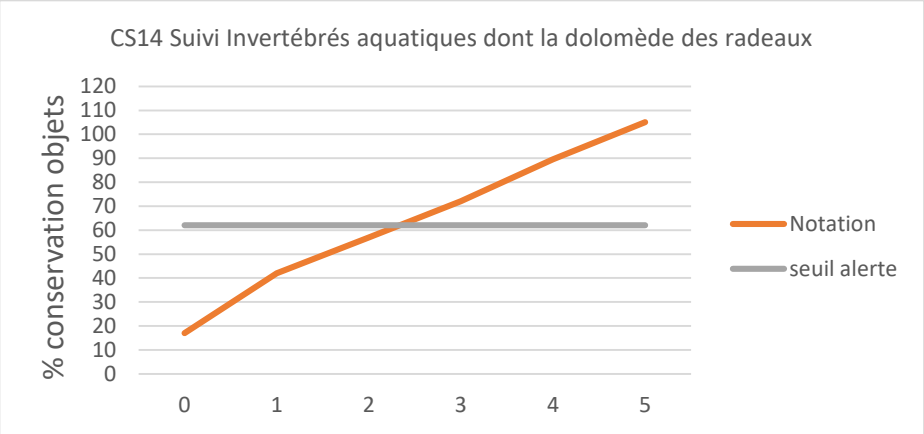


Figure 46 : Proportion d'objets conservés par note pour l'indicateur CS14 Suivi Invertébrés aquatiques dont la dolomède des radeaux

Indicateur		Grille de lecture		
Code	**Opération**	**Note**	**Seuils**	**Critères de classes d'état**
CS 14	**Suivi Invertébrés aquatiques** dont la dolomèdes des radeaux	**0**	**Seuil extinction**	0 : Perte de 66% ou plus de l'occurrence de *Dolomedes plantarius* hors variations naturelles, perte 66% ou plus de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux (état zéro à venir)
		1	**Seuil critique**	1 : Perte de 51 à 65% des occurrences de *Dolomedes plantarius*, perte 51 à 65% de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux
		2	**Seuil d'alerte**	2 : Perte de 36 à 50% des occurrences de *Dolomedes plantarius* hors variations naturelles, perte 36 à 50% de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux
		3	**Seuil de vigilance**	3 : Perte de 21 à 35% des occurrences de Dolomedes plantarius, perte 21 à 35% de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux
		4	**Seuil d'éveil**	4 : Maintien de la proportion de l'occurrence de Dolomedes plantarius (variation de 10-20 % acceptée), maintien ou amélioration de l'indice de fonctionnalité coléoptères
		5		5 : Amélioration de l'occurrence de de Dolomedes plantarius et de l'indice IcoCAM

Figure 47 : Grille de lecture de l'indicateur CS14 Suivi Invertébrés aquatiques dont la dolomède des radeaux

2.3. Illustration des résultats : les graphiques en radar

La notation de chaque indicateur d'état est représentée sur un graphique en radar spécifique à chacun des objectifs à long terme. En cumulant chaque lot d'indicateurs, ce type d'illustration offre une vision globale sur « l'état de santé » de chaque types de milieux, terrestres pour l'OLT I et aquatiques et palustres pour l'OLT II. Bien que chaque indicateur ne sera pas renseigné/actualisé chaque année, chacun ayant un protocole et donc une périodicité propre, les graphiques seront publiés dans chaque rapport annuel de gestion de la réserve et ils constitueront l'armature de l'évaluation du plan de gestion.

Chaque branche du radar peut être incrémentée par un seul ou plusieurs dispositifs de suivis (CS). Un dispositif de suivi peut être divisé en différents protocoles alimentant tous la même branche du radar ou des branches différentes. Pour mettre en lien ces différents aspects se référer au Tableau 5.

Au cœur de l'évaluation du plan de gestion, les indicateurs doivent fournir une information la plus fiable et représentative possible, à ce moment (*tous les 5 et 10 ans, soit 2022 et 2027 pour le 5ème plan de gestion*), de l'état de conservation du patrimoine naturel du site. Il a ainsi été recherché, dans la mesure du possible, une adéquation avec la fréquence des suivis d'importance majeure (*habitats et espèces à fortes responsabilité de conservation, mosaïque globale*) tout en considérant le plan de charge global de ce travail.

Il apparait dès à présent logique que l'état initial estimé (en 2020) de certains indicateurs ne démarre pas nécessairement à 5 (note maximum), car, pour certains groupes taxonomiques, nous avons un historique montrant déjà une dégradation de l'état de conservation de l'espèce, en terme d'effectif ou de surface, ou une situation non satisfaisante (*ci-dessous exemple factice de notation*).

Tableau 5 : Tableau relationnel entre dispositif de suivis, protocoles et représentation des indicateurs d'état (branhe du radar) par objectif de long terme

Dispositif de suivi	OLT	Intitulé du protocole	Branche du radar concernée
CS 02 Suivi cartographique des habitats "aquatiques"	**II**	Suivi cartographique des habitats « aquatiques et palustres » [CS 02.1]	Habitats aquatiques et espèces des mares
CS 02 Suivi cartographique des habitats "aquatiques"	**II**	Suivi cartographique des habitats de ceinture des mares [CS 02.2]	Habitats aquatiques et espèces des mares
CS 03 Suivi hydrologique	**II**	Suivi hydrologique - quantité de surface [CS 03.2]	Hydrologie mares
CS 03 Suivi hydrologique	**II**	Suivi hydrologique - qualité de surface [CS 03.3 (température)]	Hydrologie mares
CS 03 Suivi hydrologique	**II**	Suivi hydrologique - qualité de surface [CS 03.4 (pH, conductivité, température)]	Hydrologie mares
CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières)	**II**	Suivi phytosociologique - tourbières [CS 04.4]	Milieux tourbeux et espèces des tourbières
CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "aquatiques et palustres" (tourbières)	**II**	Suivi phytosociologique - Mares [CS 04.5]	Habitats aquatiques et espèces des mares
CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux tourbeux (turbifungus, rossolis, rynchospore…)	**II**	Suivi flore et cryptoflore - Milieux tourbeux [CS 07.2]	Milieux tourbeux et espèces des tourbières
CS 07 Suivi flore et cryptoflore - espèces indicatrices et à responsabilité des milieux aquatiques (rubanier, utriculaire, renoncule…)	**II**	Suivi flore et cryptoflore - Mares [CS 07.3]	Habitats aquatiques et espèces des mares
CS 11 Suivi Odonates dont les leucorrhines	**II**	Suivi Odonates - Imagos [CS 11.1]	Odonates
CS 11 Suivi Odonates dont les leucorrhines	**II**	Suivi Odonates - Exuvies [CS 11.2]	Odonates
CS 12 Suivi écrevisse à pieds blancs	**II**	Suivi écrevisse à pieds blancs - Contrôle [CS 12.1]	Ecrevisses à pieds blancs
CS 12 Suivi écrevisse à pieds blancs	**II**	Suivi écrevisse à pieds blancs - Effectif [CS 12.2]	Ecrevisses à pieds blancs
CS 13 Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson	**II**	Suivi Amphibiens - Communauté [CS 13.1]	Amphibiens
CS 13 Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson	**II**	Suivi Amphibiens - Tritons [CS 13.2]	Amphibiens
CS 14 Suivi Invertébrés aquatiques dont la dolomède des radeaux	**II**	Suivi invertébrés aquatiques : Dolomèdes [CS 14.1]	Dolomèdes - coléoptères

CS 14 Suivi Invertébrés aquatiques dont la dolomède des radeaux	**II**	Suivi invertébrés aquatiques : IcoCAM [CS 14.2]	Dolomèdes - coléoptères
CS 01 Suivi cartographique des habitats "terrestres"	**I**	Suivi cartographique des habitats « terrestres » [CS 01.1] (ensemble des habitats)	Habitats terrestres
CS 01 Suivi cartographique des habitats "terrestres"		Suivi cartographique des habitats « terrestres » [CS 01.2] (habitats prioritaires)	Bas-marais et spiranthe d'été et Landes humides et azuré des mouillères
CS 03 Suivi hydrologique	**I**	Suivi hydrologique et météorologique [CS 03.1]	Hydrologie sol
CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)	**I**	Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (landes humides) [CS 04.1]	Landes humides et azuré des mouillères
CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)	**I**	Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (bas-marais) [CS 04.2]	Bas-marais et spiranthe d'été
CS 04 Suivi phytosociologique - milieux "terrestres" (landes et bas-marais)	**I**	Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » des landes [CS 04.3]	Habitats terrestres
CS 05 Suivi azuré des Mouillères	**I**	Suivi des populations d'azuré des Mouillères [CS 05.1]	Landes humides et azuré des mouillères
CS 05 Suivi azuré des Mouillères	**I**	Suivi phénologique de l'azuré des Mouillères [CS 05.2] (Gentiane et phengaris)	Landes humides et azuré des mouillères
CS 05 Suivi azuré des Mouillères	**I**	Suivi phénologique de l'azuré des Mouillères [CS 05.2] (papillons landes humides)	Landes humides et azuré des mouillères
CS 05 Suivi azuré des Mouillères	**I**	Suivi phénologique de l'azuré des Mouillères [CS 05.2] (fourmis)	Landes humides et azuré des mouillères
CS 06 Suivi spiranthe d'été	**I**	Suivi spiranthe d'été [CS 06.1] (effectifs)	Bas-marais et spiranthe d'été
CS 06 Suivi spiranthe d'été	**I**	Suivi spiranthe d'été [CS 06.2] (phénologie)	Bas-marais et spiranthe d'été
CS 07 Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus	**I**	Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus [CS 07.1]	Fonge terrestres
CS 08 Suivi Orthoptères	**I**	Suivi Orthoptères [CS 08]	Orthoptères
CS 09 Suivi Reptiles	**I**	Suivi Reptiles [CS 09]	Reptiles
CS 10 Suivi avifaune nicheuse dont la fauvette Pitchou	**I**	Suivi avifaune nicheuse : STOC [CS 10.1]	Avifaune
CS 10 Suivi avifaune nicheuse dont la fauvette Pitchou	**I**	Suivi avifaune nicheuse : fauvette Pitchou [CS 10.2]	Avifaune
CS 30 Suivi fourmi dont Formicoxenus nitidulus	**I**	Suivi de Formicoxenus nitidulus [CS 30]	Fourmis

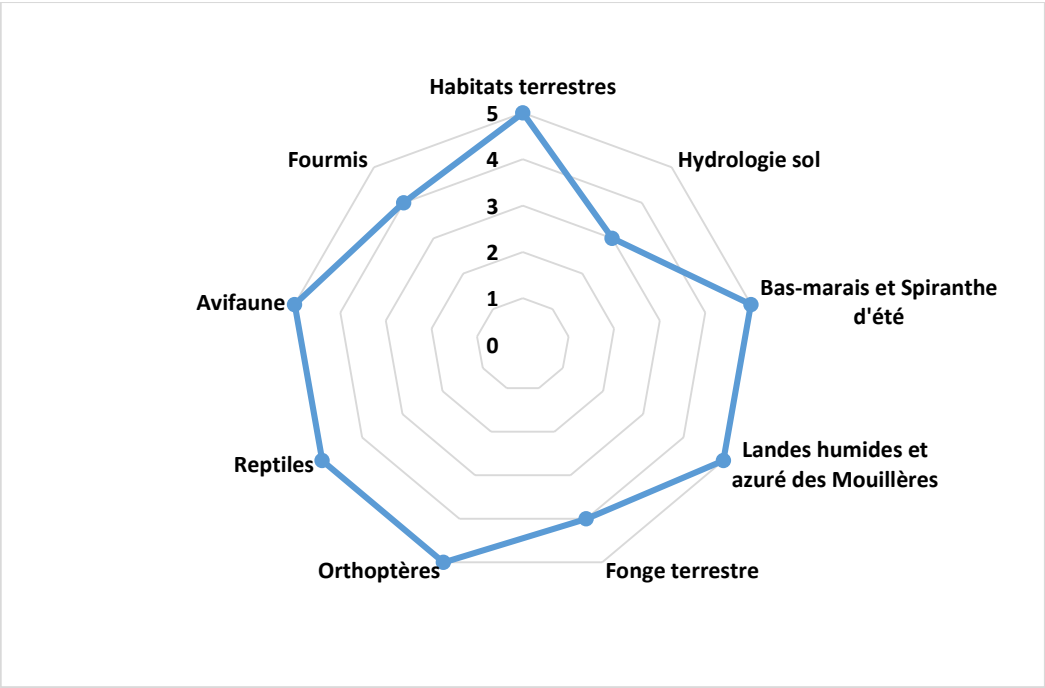


Figure 48 : Exemple fictif de l'évaluation de l'état des indicateurs de la mosaïque de landes

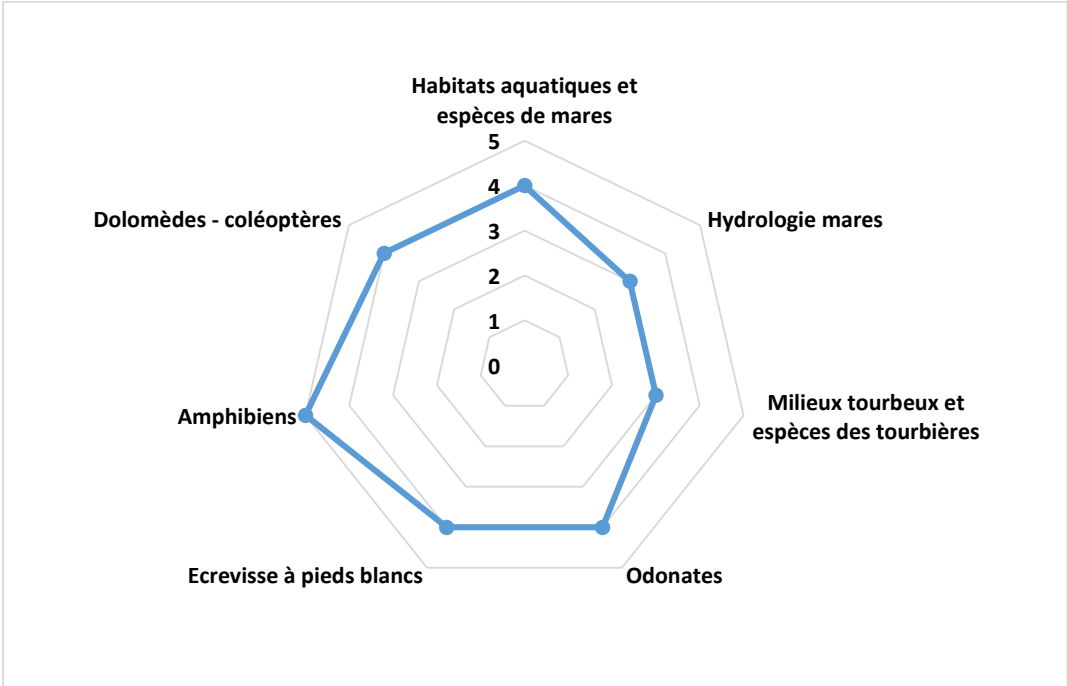


Figure 49 : Exemple fictif de l'évaluation de l'état des indicateurs des séries dynamiques des mares

Suite à l'observation de changement rapides liés aux impacts du changement climatique sur la réserve en lien avec l'évaluation à mi-parcour du plan de de gestion décennal, il est apparu opportun de regrouper dans une même représentation radar issu des indicateurs des deux séries dynamiques et des mares et des landes reflétant les impacts du changement climatique. Ces indicateurs biotiques et abiotiques sont plus sensibles, les plus révélateurs des impacts directs et rapides du changement climatique.

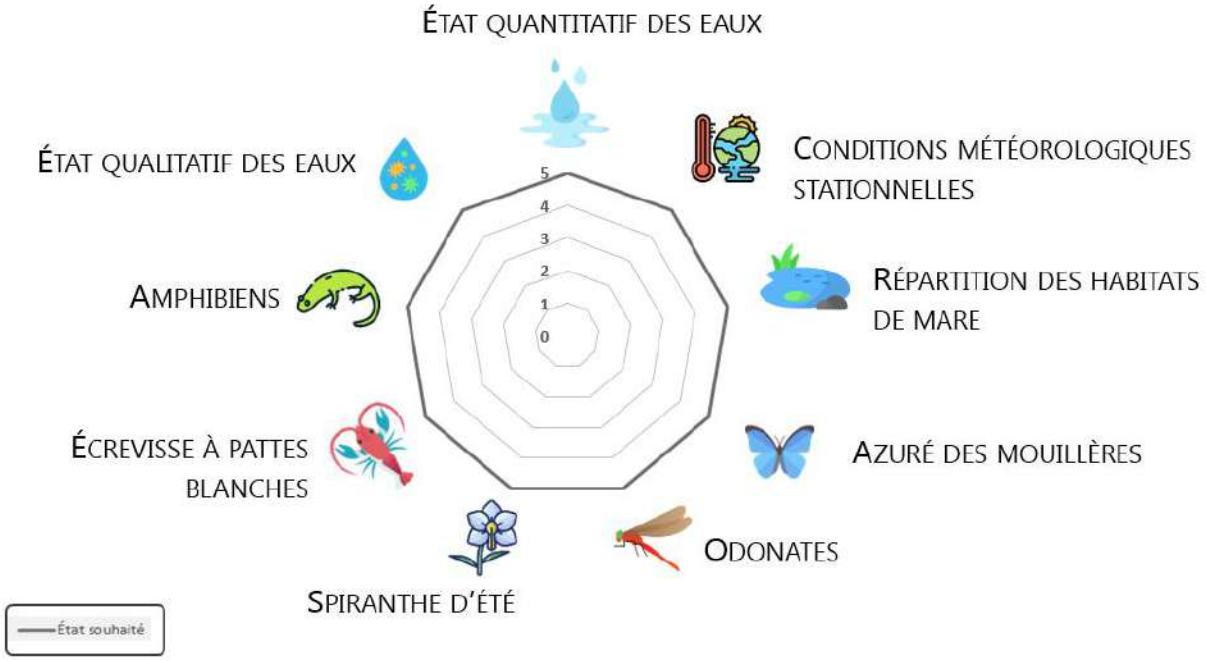


Figure 50 : Indicateurs issus des deux séries dynamiques (mares et landes) concernant plus directement la mise en évidence des impacts du changement climatique sur la réserve

III. Indicateurs d'état des activités du site

3.1. Démarche et objectifs

Dans la même démarche et logique que les indicateurs d'état du patrimoine naturel, il a été pris parti d'évaluer et rendre compte des activités de gestion de la réserve en appui d'indicateur pour chacun des autres objectifs à long terme :

- Contribuer au développement d'une gestion multipartenariale de cohérence écologique des landes du Pinail (OLT III)
- Améliorer et valoriser les connaissances de la réserve (OLT IV)
- Assurer le fonctionnement optimal de la réserve (OLT V)
- Structurer l'accueil et la sensibilisation du public par des dispositifs intégrés et évolutifs (OLT VI)

Pour ces enjeux, facteurs clés et objectifs, le déploiement d'indicateurs d'état a cependant été simplifié afin d'optimiser/prioriser la charge de travail du gestionnaire tout en répondant à l'ambition d'une évaluation globale du plan de gestion. Ainsi un nombre limité d'indicateurs a été défini, au nombre de 3 par OLT, avec des métriques relativement simples et des données relativement facile à acquérir (*peu chronophage*).

3.2. Calibrage des indicateurs

La définition des indicateurs d'état des OLT indirectement liés à la conservation du patrimoine naturel, ainsi que leur grille de lecture, a été réalisée en interne par le gestionnaire. Bien que seulement 3 classes d'état aient été définies, les indicateurs relèvent d'un système de notation multicritères permettant de refléter au mieux la dimension fonctionnelle des activités de gestion en jeu et les interactions qu'elles impliquent.

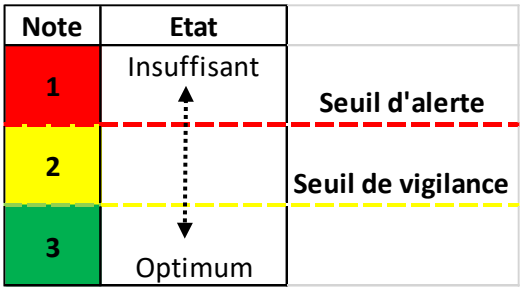


Figure 51 : Seuils affectés aux grilles de lecture des indicateurs d'état des activités de gestion

À l'inverse des indicateurs d'état du patrimoine naturel, les variables et métriques ne bénéficient pas d'un protocole scientifique dans la mesure où les données sont moins complexes à récolter, plus qualitatives ou à « dire d'experts » et enfin et surtout partagés entre le gestionnaire et les acteurs du site. La note maximum de 3 correspond à une fonctionnalité considérée comme optimale de la gestion de la réserve au regard de l'objectif et des enjeux ou facteurs clés concernés. La note minimum de 1 a été définie par opposition à l'état optimum (note de 3) en considérant ce qui pourrait fragiliser, déséquilibrer jusqu'à mettre en péril la gestion du site et, *in fine*, la conservation du patrimoine naturel.

3.1. Illustration des résultats : les graphiques en radar

La représentation des résultats des indicateurs d'état des activités de gestion de la réserve est identique à celle des indicateurs d'état du patrimoine naturel (cf. 0). Chaque graphique en radar est spécifique à un OLT et c'est l'ensemble du lot d'indicateurs qui reflète la tendance d'évolution de l'enjeu ou du facteur clé. Chaque indicateur sera renseigné annuellement et les graphique seront publiés dans chacun des rapports de gestion de la réserve.

3.1.1. *Indicateurs d'état relatifs à la gestion partenariale du Pinail*

Suivi landes du Pinail	**Insuffisant**	1 : Pas de partenariat avec l'ONF (bande des quatre vents) ; Pas d'intervention du dispositif N2000 ; Intégration poure partie du gestionnaire de la RN dans les comités de gestion concernant le Pinail (Moulière, N2000, Sylvafaune, Ramsar) ; Intégration pour partie des enjeux de la RN dans les documents de gestion concernant le Pinail (plan d'aménagement de la forêt de Moulière, DOCOB N2000, document de gestion durable Ramsar) ; Pas de partage de connaissances et/ou recherche de mutualisation de moyens entre gestionnaires et usagers du Pinail (études, travaux, aménagements de fréquentation, etc.)
	Correct	2 : Partenariat avec l'ONF et/ou RTE (bande des quatre vents) ; Mobilisation ponctuelle du dispositif N2000 (contrats et/ou AAP) ; Intégration du gestionnaire de la RN dans les comités de gestion concernant le Pinail (Moulière, N2000, Sylvafaune, Ramsar) ; Intégration des enjeux de la RN dans les documents de gestion concernant le Pinail (plan d'aménagement de la forêt de Moulière, DOCOB N2000, document de gestion durable Ramsar) ; Collaboration ponctuelle entre gestionnaires et usagers pour la préservation et valorisation du Pinail (études, travaux, aménagements de fréquentation, etc.)
	Optimal	3 : Partenariat pluriannuel avec l'ONF et à minima ponctuel avec RTE (bande des quatre vents) ; Mobilisation régulière ou autant que nécessaire du dispositif N2000 sur la RN (contrat et/ou AAP) ; Intégration du gestionnaire de la RN dans les comités de gestion concernant le Pinail (Moulière, N2000, Sylvafaune, Ramsar) ; Intégration des enjeux de la RN dans les documents d'objectifs et de gestion concernant le Pinail avec déclinaison opérationnelle conforme et/ou complémentaire (plan d'aménagement de la forêt de Moulière, DOCOB N2000, document de gestion durable Ramsar) ; Collaboration continue entre gestionnaires et usagers pour la préservation et valorisation du Pinail (études, travaux, aménagements de fréquentation, etc.)

Suivi eau et milieux aquatiques	**Insuffisant**	1 : Partenariat avec l'AELB et/ou dispositif CTMA non opérationnel ou n'intégrant pas le programme d'actions de la RN ; Pas de dynamique de reconnaissance de la valeur de la zone humide du Pinail (Ramsar)
	Correct	2 : Partenariat avec l'AELB et/ou dispositif CTMA intégrant le programme d'actions de la RN ; Dynamique de reconnaissance ou reconnaissance de la valeur de la zone humide du Pinail (Ramsar)

	Optimal	3 : Partenariat avec l'AELB et/ou dispositif CTMA intégrant le programme d'actions de la RN ; Reconnaissance de la valeur de la zone humide du Pinail (Ramsar) et engagement volontariste des acteurs du territoire pour sa gestion durable (restauration et gestion conservatoire de la zone humide du Pinail, valorisation patrimoniale, etc.)

Suivi aménagement local et TVB	Insuffisant	1 : Intégration de la RN dans les documents d'urbanisme (PLU, PLUi, SCOT) ; Prise en compte des continuités écologiques (TVB) et plus largement de la biodiversité sur le territoire sans aller au delà du cadre réglementaire ; Aménagement(s) et/ou activité(s) nouvelle(s) sur le territoire susceptible(s) de porter atteinte à la résilience de la RN (destruction d'infrastructures paysagères type haie ou zone humide, implantation de rucher(s) à moins de 3 km, etc.)
	Correct	2 : Consultation du gestionnaire et intégration de la RN dans les documents d'urbanisme locaux (PLU, PLUi, SCOT) ; Prise en compte des continuités écologiques (TVB) et plus largement de la biodiversité sur le territoired'emprise de la RN et du Pinail avec une déclinaison stratégique locale à caractère opérationnel ponctuel/temporaire ;
	Optimal	3 : Consultation du gestionnaire et intégration de la RN et du Pinail dans les documents d'urbanisme locaux (PLU, PLUi, SCOT) ; Prise en compte des continuités écologiques (TVB) et plus largement de la biodiversité sur le territoired'emprise de la RN et du Pinail avec une déclinaison stratégique locale à caractère opérationnel continue/pérenne ; Engagement volontariste du territoire d'emprise de la RN et du Pinail dans la reconquête de la biodiversité (ABC, TEN, etc.)

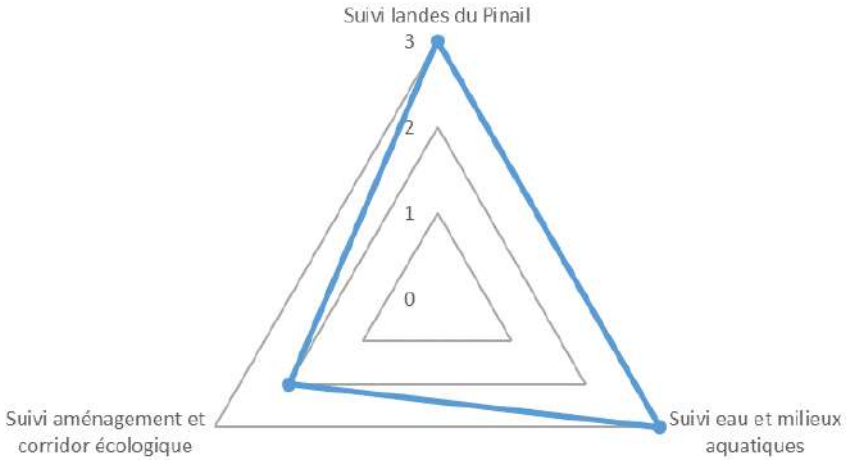


Figure 52 : Représenation fictive des indicateurs d'état relatifs à la gestion partenariale du Pinail

3.1.2. *Indicateurs d'état relatifs à la connaissance de la réserve*

Suivi état des connaissances scientifiques	**Insuffisant**	1 : Pas de base de donnée ; Pas de complément ou actualisation d'inventaires ; Protocoles non formalisés et/ou mise en œuvre aléatoire des suivis ; Pas de veille sur l'évolution du patrimoine naturel
	Correct	2 : Base de donnée opérationnelle et archivage des données irrégulier ; Complément ou actualisation d'inventaires opportuniste ; Protocoles formalisés et mise en œuvre opérationnelle des suivis ; Veille aléatoire sur l'évolution du patrimoine naturel
	Optimal	3 : Base de donnée opérationnelle et archivage des données régulier ; Complément ou actualisation d'inventaires programmé ; Protocoles formalisés et mise en œuvre opérationnelle des suivis ; Application de programme(s) de recherche répondant aux enjeux de la RN ; Veille active sur l'évolution du patrimoine naturel

Suivi climat	**Insuffisant**	1 : Station météorologique non opérationnelle ; Ni étude(s) spécifique(s) ni suivi(s) d'impact du changement climatique
	Correct	2 : Station météorologique opérationnelle ; Etude(s) spécifique(s) sur le changement climatique ; Pas de suivis d'impact du changement climatique
	Optimal	3 : Station météorologique multiparamétrique opérationnelle ; Etude(s) spécifique(s) sur le changement climatique ; Suivi(s) d'impact du changement climatique opérationel(s) ; Travail en réseau thématique

Suivi valorisation des connaissances	**Insuffisant**	1 : Pas de diffusion d'articles, retours d'expérience ou rapports spécifiques ; Pas d'intervention lors de conférences, colloques, formations, etc. ; Pas de lien avec la recherche
	Correct	2 : Diffusion aléatoire d'articles, retours d'expérience ou rapports spécifiques ; Pas d'intervention lors de conférences, colloques, formations, etc. ; Lien passif avec la recherche et et pas de projet spécifique (programme, publication, etc.)
	Optimal	3 : Diffusion régulière d'articles, retou d'expérience ou rapports spécifiques ; Intervention lors de conférences, colloques, formations, etc. ; Lien actif et projet avec la recherche (programme, publication, etc.)

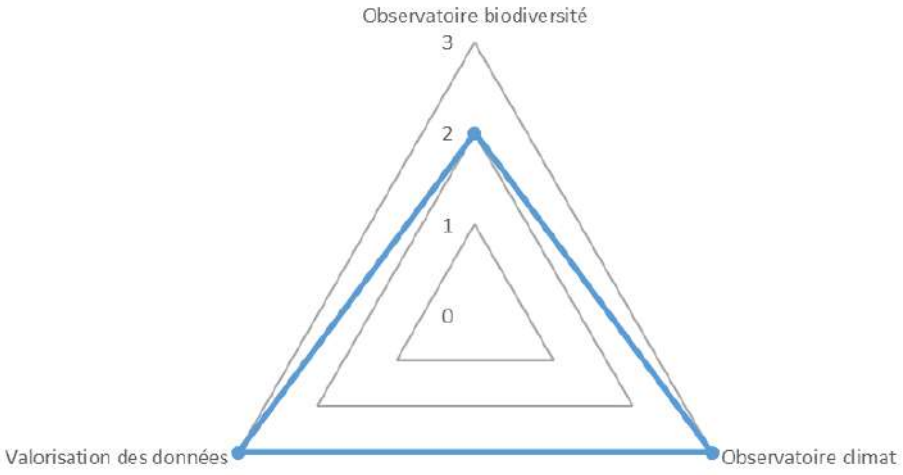


Figure 53 : Représentation fictive des indicateurs d'état relatifs à la connaissance de la réserve

3.1.3. *Indicateurs d'état relatifs au fonctionnement de la réserve*

Suivi dispositif de gestion	**Insuffisant**	1 : CC et/ou CS dysfonctionnels ; PG non valide >1an ; Budget alloué inadapté à la mise en œuvre opérationnelle du PG et/ou prestations hors RN >20% du temps de travail ; Equipements en état de fonctionnement aléatoire, acquisition et remplacement de matériels aléatoire ; Personnel sous-proportionné à la charge de travail du PG et formation continue irrégulière
	Correct	2 : CC et CS opérationnels ; PG valide ou en cours de renouvellement <1an ; Budget alloué adapté à la mise en œuvre des opérations de priorités 1 et 2 du PG ; Equipements en bon état de fonctionnement, acquisition et remplacement de matériels discontinus ; Personnel proportionné à la charge de travail du PG et formation continue régulière
	Optimal	3 : CC et CS opérationnels et mobilisés (taux de présence > 66%); PG en cours de validité ; Budget alloué adapté à la mise en œuvre intégrale des opérations du PG ; Equipements en bon état de fonctionnement, acquisition et remplacement de matériels continus ; Personnel proportionné à la charge de travail du PG, formation continue régulière et spécialisation par domaines d'activités (animation, police, etc.)

Suivi réglementation	**Insuffisant**	1 : Pas de stratégie de police ou inadaptée aux pressions pesant sur la RN ; Atteinte à l'état de la réserve et/ou infractions régulières, significatives ou non ; Pas d'agent assermenté
	Correct	2 : Stratégie de police opérationnelle et adaptée aux pressions pesant sur la RN ; Pas d'atteinte à l'état de la réserve ou indépendante du gestionnaire, infractions aléatoires et non significatives ; 1 agent assermenté
	Optimal	3 : Stratégie de police opérationnelle et intégrée ; Pas d'atteinte à l'état de la réserve ou indépendante du gestionnaire, infractions exceptionnelles et/ou non significatives ; 2 agents assermentés ou partenariat actif avec l'OFB

Suivi intégration territoriale	**Insuffisant**	1 : Collaborations et/ou partenariats avec une partie des échelles territoriales (<3 niveaux : état, région, département, EPCI, commune) ; Pas de collaborations et/ou partenariats multi sectoriels ; Participation passive aux politiques et réseaux de protection et connaissance du patrimoine naturel (RNF, ARB, ENS, PRA, etc.) ; Pas de contribution à la formation aux métiers de l'environnement et à l'éducation à la nature (établissements d'enseignement à professionnels) ; Information discontinue sur la vie de la RN (gazette Pinail, bulletins collectivités locales, articles site internet et réseaux sociaux)
	Correct	2 : Collaborations et/ou partenariats avec une partie des échelles territoriales (>3 niveaux : état, région, département, EPCI, commune) ; Collaborations et/ou partenariats multi sectoriels, publics comme privés (<3 domaines : cadre de vie, environnement, tourisme, transition écologique, éducation, aménagement, etc.) ; Participation opportuniste aux politiques et réseaux de protection et connaissance du patrimoine naturel (RNF, ARB, ENS, PRA, etc.) ; Contribution à la formation aux métiers de l'environnement et à l'éducation à la nature (établissements d'enseignement à professionnels) ; Information ponctuelle sur la vie de la RN (gazette Pinail, bulletins collectivités locales, articles site internet et réseaux sociaux)
	Optimal	3 : Collaborations et/ou partenariats avec l'ensemble des échelles territoriales (>4 niveaux : état, région, département, EPCI, commune) ; Collaborations et/ou partenariats multi sectoriels, publics comme privés (>3 domaines : cadre de vie, environnement, tourisme, transition écologique,

		éducation, aménagement, etc.) ; Participation active aux politiques et réseaux de protection et connaissance du patrimoine naturel (RNF, ARB, ENS, PRA, etc.) ; Contribution régulière à la formation aux métiers et enjeux de l'environnement (établissements d'enseignement à professionnels) ; Information permanente sur la vie de la RN (gazette Pinail, bulletins collectivités locales, articles site internet et réseaux sociaux)

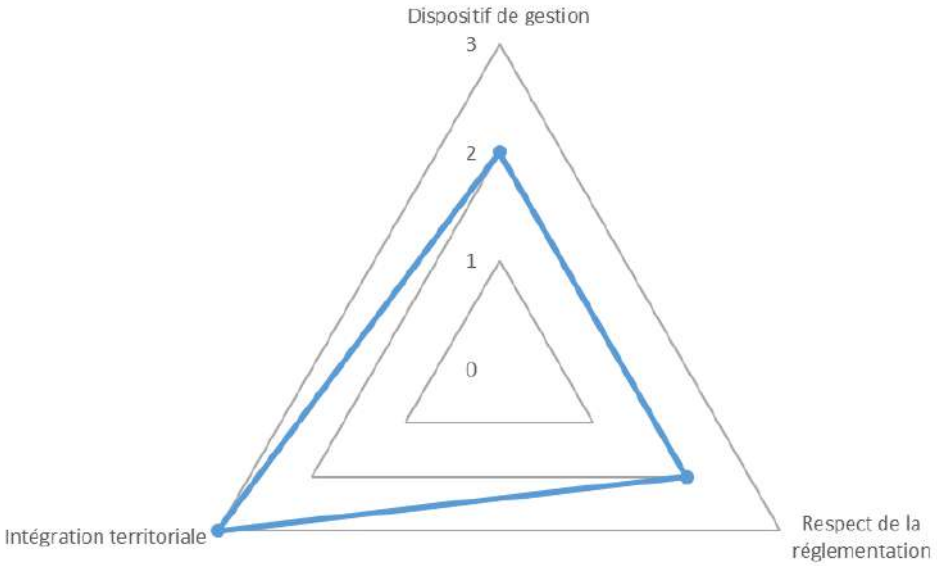


Figure 54 : Représentative fictive des indicateurs d'état relatifs au fonctionnement de la réserve

3.1.4. *Indicateurs d'état relatifs à l'accueil et la sensibilisation du public*

Suivi fréquentation	**Insuffisant**	1 : Fréquentation sur-proportionnée à la capacité de charge ; Impact significatif de la fréquentation (hors chemin, pollution, vandalisme, activités, etc.) ; Fréquentation < 6 000 visiteurs/an
	Correct	2 : Fréquentation sous-proportionnée à la capacité de charge ; Impact peu significatif de la fréquentation (hors chemin, pollution, vandalisme, activités, etc.) ; Fréquentation < 12 000 visiteurs/an
	Optimal	3 : Fréquentation proportionnée à la capacité de charge ; Impact non significatif de la fréquentation (hors chemin, pollution, vandalisme, activités, etc.) ; Fréquentation > 12 000 visiteurs/an

Suivi infrastructures d'accueil du public	**Insuffisant**	1 : Pas d'infrastructure d'accueil sur site ; Sentier de découverte et aménagements de fréquentation en état dégradé ; Signalétique et supports d'information pédagogique en état dégradé et/ou anachroniques
	Correct	2 : Pas d'infrastructure de type maison de réserve mais local de substitution sur site ; Sentier de découverte et aménagements de fréquentation en bon état ; Signalétique et supports d'information pédagogique opérationnels (renouvellement selon vetusté : panneaux >6 ans, muséographie >3 ans, interface numérique >3 ans)

	Optimal	3 : Infrastructure de type maison de réserve avec accueil permanent sur site ; Sentier de découverte et aménagements de fréquentation variés et en bon état ; Signalétique et des supports d'information pédagogique opérationnels et attractifs (renouvellement dynamique : panneaux <6 ans ; muséographie <3 ans ; interface numérique <3 ans) ; Label(s) de reconnaissance et qualité (tourisme et handicap, accueil vélo, qualité Vienne, etc.)

Suivi sensibilisation des publics	Insuffisant	1 : Encadrement exceptionnel d'activités scolaires (<15 animations/an) ; Encadrement ponctuel d'activités grand public ((<12 animations/an) et pas d'évènmentiel ; Démarche pédagogique non formalisée mais création d'outils pédagogiques opportuniste (carnet de découverte, activité ludique, etc.) ; Parutions médiatiques rares (presse, radio, etc.)
	Correct	2 : Encadrement occasionnel d'activités scolaires (>15 animations/an) ; Encadrement ponctuel d'activités grand public ((>12 animations/an) et évènmentiel (fête RN biennalle) ; Supports pédagogiques opérationnels et renouvellement opportuniste (carnet de découverte, répertoire et fiches pédagogiques, etc.) ; Parutions médiatiques ponctuelles (presse, radio, etc.)
	Optimal	3 : Encadrement ou partenariat "permanent" d'activités scolaires (>25 animations/an) ; Encadrement régulier d'activités grand public ((>25 animations/an) et évènmentiel (>3 évènements/an dont fête RN biennalle) ; Supports pédagogiques diversifiés et régulièrement actualisés (carnet de découverte, répertoire et fiches pédagogiques, etc.) ; Parutions médiatiques régulières (presse, radio, etc.) ; DIVERSITE DES types de PUBLICS et de ACTIVITES ou DEMARCHES PEDAGOGIQUES ; > 0,5 ETP Educ-Com

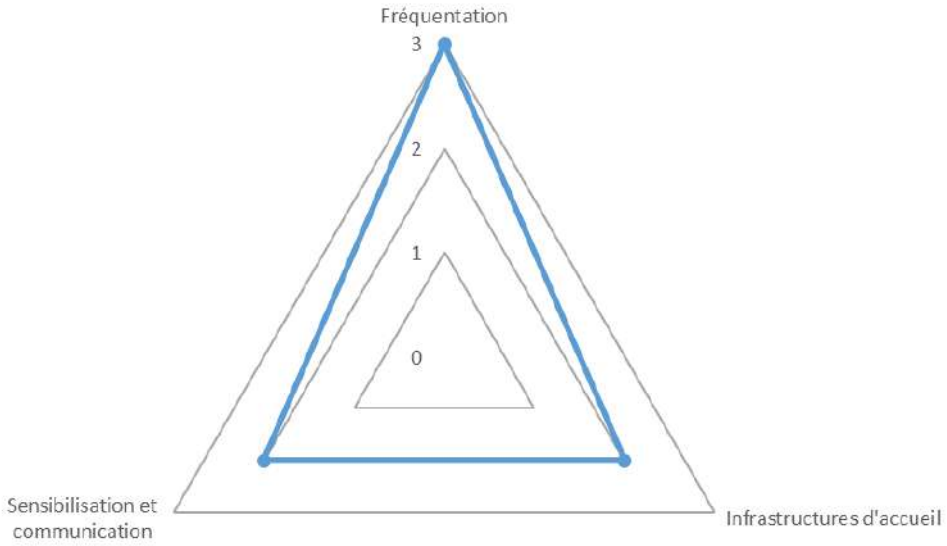


Figure 55 : Représentation fictive des indicateurs d'état relatifs à l'accueil et la sensibilisation du public

IV. Planification des suivis et des moyens humains

L'ensemble des moyens humain visant à réaliser les opérations et remplir les objectifs ont été prévu en 2018 pour la durée du plan de gestion.

OPERATIONS			OLT (X) OO (X.X)	PLANNIFICATION DES MOYENS HUMAINS (nb jours)										
Code	Intitulé	Priorité		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2018-2027
CS 01	**Suivi cartographique des habitats "terrestres"**	1	I	3				20					50	73
CS 02	**Suivi cartographique des habitats "aquatiques"**	1	II	90						55				145
CS 03	**Suivi hydrologique**	1	I II	10	15	10	10	10	10	10	10	10	10	105
CS 04	**Suivi phytosociologique -** Milieux "terrestres", "aquatiques et palustres"	1	I II		14		12		12		12		12	62
CS 05	**Suivi azuré des Mouillères**	1	I		3		3		3		3		3	15
CS 06	**Suivi spiranthe d'été**	1	I	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	15
CS 07	**Suivi flore et cryptoflore** - Espèces indicatrices et à responsabilité de conservation *(et/ou groupes d'espèces)*	1	I II	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	170
CS 08	**Suivi Orthoptères**	1	I			10					10			20
CS 09	**Suivi Reptiles**	1	I	8		8		8		8		8	8	48
CS 10	**Suivi avifaune nicheuse dont fauvette pitchou**	1	I	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60
CS 11	**Suivi Odonates dont les leucorrhines**	1	II	7	52	7	7	52	7	7	52	7	7	205
CS 12	**Suivi écrevisse à pieds blancs**	1	II				15					15		30
CS 13	**Suivi Amphibiens dont la grenouille de Lesson**	1	II	12	12		12		12		12		12	72
CS 14	**Suivi invertébrés aquatiques**	1	II											
CS 15	**Etude LIDAR**	1	II.1	25		15								40
CS 16	**Etude des milieux tourbeux**	1	II.2			45								45
CS 17	**Etude de l'impact du peuplement piscicole (*perche soleil*...)**	1	II.5				10						10	20
CS 18	**Suivi état des connaissances**	1	IV	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2
CS 19	**Suivi climat**	1	IV	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22

OPERATIONS			OLT (X) OO (X.X)	PLANNIFICATION DES MOYENS HUMAINS (nb jours)										
Code	Intitulé	Priorité		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2018-2027
CS 20	**Suivi valorisation des connaissances**	1	IV	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2
CS 21	**Développement des protocoles de suivis et calibrage des indicateurs d'état de conservation**	1	IV.1	32	22			12					12	78
CS 22	**Actualisation et compléments d'inventaires naturalistes** *(araignées, fourmis, pelouses, syrphes, Bryophytes, Arthropodes, recherche de bioindicateurs…)*	1	IV.1	2	15	62	60	27	50	52	50	52	25	395
CS 23	Veille écologique (prospections opportunistes ou ciblées sur des espèces non revues, EEE, potentiellement présentes…)	2	IV.1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
CS 24	Veille scientifique (documentation, colloques, groupes de travail...)	2	IV.1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
CS 25	**Alimentation et partage de bases de données (SERENA, INPN, partenaires…)**	1	IV.3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
CS 26	**Rédaction d'articles scientifiques et retours d'expériences (réseaux de gestionnaires, naturalistes, chercheurs…)**	1	IV.3	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	80
CS 27	Participation à des colloques ou conférences	2	IV.3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
CS 28	Recherche sur les usages passés de la réserve (récolte de témoignages, archives…)	2	IV.4	2	6									8
CS 29	Recherche sur l'exploitation de la pierre meulière (archives, archéologie expérimentale...)	3	IV.4				10		30	10				50

Chapitre 3 : Suivi de l'état de la mosaïque de landes, des habitats et espèces associés

Ces suivis ont vocation à alimenter les indicateurs d'évaluation du plan de gestion relatifs à l'objectif à long terme I **« Maintenir le paysage des "Brandes du Poitou" et la mosaïque d'habitats terrestres oligotrophes »**.

Les indicateurs d'état du patrimoine naturel visent à suivre en particulier les espèces et habitats à responsabilité de conservation de la réserve, rappelés ci-dessous pour les milieux « terrestres ».

Tableau 6 : Liste des habitats terrestres à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Habitats "terrestres"
Responsabilité modérée	34.323 Pelouses semi-arides médio-européennes dominées par Brachypodium 35.12 Pelouses mésophiles fermées à *Agrostis* sp. et *Festuca* sp. 35.21 Pelouses siliceuses à annuelles naines médio-européennes 31.2391 Landes aquitano-ligériennes à *Ulex minor* et *Erica cinerea* (lande sèche) 31.2393 Landes aquitano-ligériennes à *Ulex minor* et *Erica scoparia* (lande mésophile)
Responsabilité assez forte	22.323 Communautés naines à *Juncus bufonius* 35.22 Pelouses siliceuses ouvertes pérennes à *Agrostis capillaris*, *A. vinealis*
Responsabilité forte	54.21 Bas-marais à *Schoenus nigricans*
Responsabilité majeure	31.11 Landes humides atlantiques septentrionales

Tableau 7 : Liste de la flore terrestre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Espèces floristiques
Responsabilité modérée	*Bupleurum tenuissimum* subsp. *tenuissimum* L., 1753 *Lysimachia minima* (L.) U.Manns & Anderb., 2009 *Taraxacum palustre* (Lyons) Symons, 1798
Responsabilité assez forte	*Spiranthes aestivalis* (Poir.) Rich., 1817

Tableau 8 : Liste de la fonge terrestre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Espèces fongiques
Responsabilité modérée	*Cotylidia undulata* (Swartz : Fr.) P. Karsten *Entoloma chalybaeum* var. *lazulinum* (Fr.) Noordeloos *Entoloma exile* (Fries ex Fries) Hesler var. exile *Entoloma exile* var. *pyrospilum* (Romagnesi ex P.D. Orton) Noordeloos *Entoloma formosum* (Fr. : Fr.) Noordeloos *Entoloma longistriatum* var. *sarcitulum* (Kühner & Romagnesi ex P.D. Orton) Noordeloos *Entoloma phaeocyathus* Noordeloos *Entoloma queletii* (Boudier) Noordeloos *Entoloma xanthochroum* (P.D. Orton) Noordeloos *Hygrocybe nitrata* (Pers.) Wünsche *Hygrocybe punicea* (Fr. : Fr.) Kummer *Hygrocybe reidii* Kühner *Russula seperina* Dupain *Xerocomus silwoodensis* A.E. Hills, U. Eberhardt & A.F.S.
Responsabilité assez forte	*Daldinia caldariorum* Henn. *Geoglossum umbratile* Sacc. 1878 *Hericium coralloides* (Scop. : Fr.) Pers. *Hygrocybe insipida* (J.E. Lange ex Lundell) Moser *Hygrocybe irrigata* (Pers. : Fr.) Moser ex M. Bon *Hygrocybe laeta* var. *laeta* (Pers.) P. Kumm. 1871 *Hygrocybe moseri* Bon *Hygrocybe splendidissima* (P.D. Orton) Moser *Psilocybe montana* (Pers. : Fr.) Kummer *Tephrocybe ambusta* (Fr. : Fr.) Donk *Tephrocybe atrata* (Fr. : Fr.) Donk *Tephrocybe tesquorum* (Fr.) Moser *Trichoglossum hirsutum* (Persoon ex Fries) Boudier
Responsabilité forte	*Cuphophyllus lacmus* (Schum.) M. Bon ex M. Bon *Entoloma turbidum* (Fr. : Fr.) Quélet

Tableau 9 : Liste de la faune terresrrestre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Espèces faunistiques
Responsabilité modérée	*Agrochola haematidea* (Duponchel, 1827) *Anthus pratensis* (Linnaeus, 1758) *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) *Compsoptera opacaria* (Hübner, 1819) *Formica pratensis* Retzius, 1783 *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) *Stenobothrus stigmaticus* (Rambur, 1838)
Responsabilité assez forte	*Sylvia undata* (Boddaert, 1783)
Responsabilité forte	*Maculinea alcon* D., 1775
Responsabilité majeure	*Formicoxenus nitidulus* Mayr, 1855

Figure 56 : Cuphophyllus lacmus © Y. Sellier

Figure 57 : Spiranthes aestivalis © Y. Sellier

Figure 58 : Phengaris alcon © Y. Sellier

I. Suivi cartographique des habitats « terrestres » [CS 01.1 (ensemble des habitats)et CS 01.2 (habitats prioritaires)]

1.1. Contexte général et connaissances existantes

La végétation est le reflet des conditions du milieu. La connaissance des habitats, milieux de vie de la flore, la faune et la fonge, est à la base de la conservation de la diversité biologique. Ce suivi vise à rendre compte de l'évolution de la diversité et répartition de l'ensemble des habitats terrestres de la réserve ainsi que de l'état de conservation des habitats à responsabilité de conservation pour le site.

La cartographie des habitats de la réserve du Pinail et de la bande des Quatre Vents a été actualisée en 2017 (Dupont & Sellier 2017), laissant derrière elle un travail fastidieux réalisé sur plusieurs années (*1999-2008*) par plusieurs observateurs (*salariés et stagiaires*). Ce suivi s'appuie sur le protocole établi en 2017.

1.2. Objectif(s)

Les objectifs principaux sont :

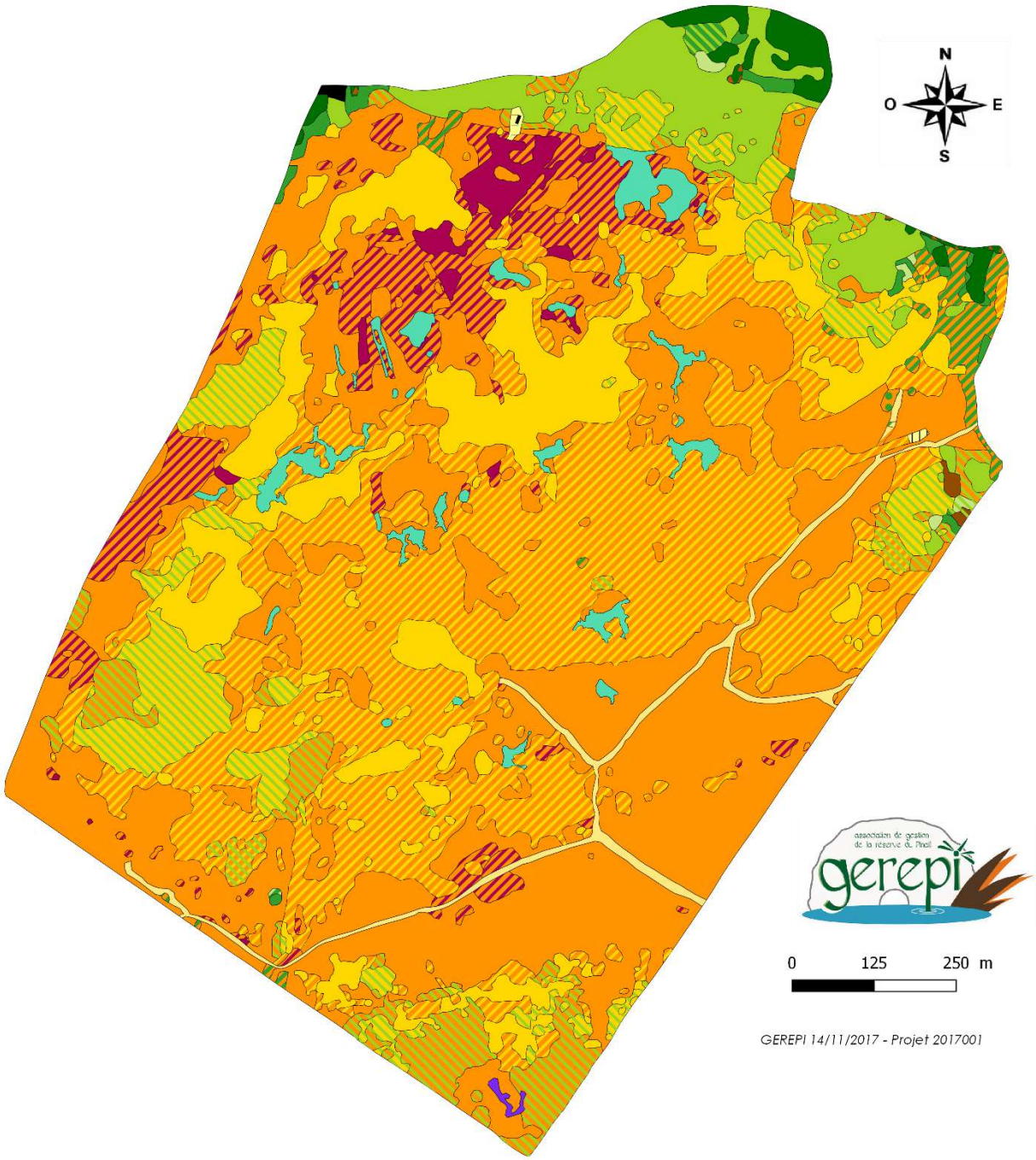
- Évaluer l'évolution qualitative (*diversité et typicité*) et quantitative (*surface*) de la mosaïque d'habitats terrestres, particulièrement ceux à responsabilité de conservation (*lande humide et bas marais alcalin*) et ceux à caractère potentiellement envahissant (*ptéridaie*) ;
- Évaluer l'impact des modes de gestion sur l'état de conservation des habitats terrestres à responsabilité de conservation ;
- Évaluer l'impact du changement climatique sur la tendance d'évolution de la mosaïque d'habitats terrestres, particulièrement ceux à responsabilité de conservation.

1.3. Élément(s) à récolter

Répartition spatiale des habitats (cartographie sous SIG)
Caractérisation des habitats (relevés phytosociologiques)

1.4. Localisation

Ensemble de la réserve naturelle du Pinail et si possible de la bande des Quatre vents (Figure 59).



Habitats de la RNN du Pinail et de la bande des Quatre-vent, Codes CORINE Biotopes

- 31.11 Landes humides à Erica tetralix
- 31.11 X 31.2393 Landes mésophiles à humides à Ulex minor, Erica scoparia et Erica tetralix
- 31.2393 Landes mésophiles à Ulex minor et Erica scoparia
- 31.2391 X 31.2393 Landes sèches à mésophiles à Ulex minor, Erica cinerea et Erica scoparia
- 31.2391 Landes sèches à Ulex minor et Erica cinerea
- 31.86 Landes a Pteridium aquilinum
- 31.2391 X 31.86 Landes sèches à Ulex minor, Erica cinerea et Pteridium aquilinum
- 31.2391 X 31.2393 X 31.86 Landes sèches à mésophiles à Ulex minor, Erica cinerea, Erica scoparia et Pteridium aquilinum
- 31.2393 X 31.86 Landes mésophiles à Ulex minor, Erica scoparia et Pteridium aquilinum
- 32.2393 X 31.832 Landes mésophiles à Ulex minor et Erica scoparia et Fourrés à Bourdaine
- 31.2393 X 31.8111 Landes mésophiles à Ulex minor et Erica scoparia et Fructicées à Prunus spinosa et Rubus sp
- 31.8111 Fructicées subatlantiques à Prunus spinosa et Rubus sp
- 31.8111 X 31.84 Fructicées à Prunus spinosa et Rubus sp et Lande à Genêt
- 31.8111 X 31.86 Fructicées à Prunus spinosa et Rubus sp et Landes à Pteridium aquilinum
- 31.84 Lande à Genêt
- 31.84 X 31.86 Lande à Genêt et à Pteridium aquilinum
- 31.85 Lande à Ajonc d'Europe
- 31.85 X 31.86 Lande à Ajonc d'Europe et à Pteridium aquilinum
- 41.5 Chênaie acidiphile
- 83.3112 Plantations de Pins européens
- 34.32 Pelouses calcaires sub-atlantiques semi-arides
- 37.217 Prairies a Jonc diffus
- 37.31 Prairies à Molinie - faciès hygrophile
- 37.31 Prairies à Molinie - faciès mésophile
- 37.31 X 31.2393 Prairies à Molinie - faciès mésophile et Landes mésophiles à Ulex minor et Erica scoparia
- 37.31 X 31.8111 Prairies à Molinie - faciès mésophile et Fructicées à Prunus spinosa et Rubus sp
- 54.21 Bas-marais à Schoenus nigricans
- Milieux anthropisés (parking, hutte)

Figure 59 : Cartographie des habitats naturels de la réserve naturelle du Pinail et de la bande des quatre vents

1.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Avant la réalisation à proprement parler de la cartographie des habitats terrestres, **il est primordial de se référer à la typologie des habitats réalisée en 2017 pour définir les habitats présents et leurs variations**. La réserve est constituée de multiples variations de lande allant de faciès xériques à hygrophiles en seulement quelques mètres. Les landes sont des milieux peu diversifiés et les critères permettant de distinguer deux faciès différents relèvent souvent du pourcentage de recouvrement de quelques espèces caractéristiques. Une fois les critères mémorisés et définis visuellement sur le terrain, le suivi peut débuter.

Le protocole de terrain doit être réalisé sur **une seule année de réalisation, par un seul observateur et du matériel performant** (tablette numérique de terrain équipée d'un GPS).

L'intégralité de la réserve du Pinail et de la bande des Quatre-vents doit être prospectée, dont le(s) secteur(s) géré(s) l'an passé pour lesquels l'interprétation est parfois difficile. Une attention toute particulière doit être portée aux jeunes pousses d'*Erica tetralix* qui ne fleurissent pas systématiquement la première année après brûlis.

La cartographie est à réaliser sur tablette numérique de terrain équipée d'un GPS avec le logiciel QGIS à l'échelle 1/1500 selon la méthodologie suivante :

- Dans les secteurs à mare, **seul l'habitat terrestre dominant doit être cartographié, les habitats ponctuels au sommet des buttes et les habitats plus hygrophiles de bordure de mare ne doivent pas être pris en compte**, il est important de considérer l'habitat dans sa globalité et de s'affranchir de toutes les variations présentes ;
- Chaque habitat doit être contourné à pied afin de suivre les indications du GPS et de numériser simultanément le polygone ;
- Les habitats facilement identifiables (prairies à Molinie, landes à fougère ou fourrés à prunellier) ou de faible superficie sont cartographiés en premier ;
- Les habitats dominants de grande superficie (lande mésoxérophile dans les secteurs à mare ou lande mésophile dans les secteurs dépourvus de mare) doivent être quadrillés afin de vérifier qu'il ne subsiste aucun oubli d'habitat ponctuel ;
- Une attention toute particulière doit être portée aux landes mésohygrophiles et à la recherche de patchs d'*Erica tetralix* au sein de la lande mésophile ; lorsqu'un pied est trouvé, la zone périphérique doit être minutieusement prospectée pour évaluer le pourcentage de recouvrement de l'espèce et vérifier, si possible, la présence d'espèces compagnes et caractéristiques de milieux hygrophiles (*Carex sp., joncus sp., etc.*).

Les éléments concernés par cette cartographie comprennent tous les habitats terrestres ainsi que les prairies à Molinie qui sont à l'interface entre milieux terrestres et aquatiques et qui ne sont pas toutes identifiées comme des mares au vu de leur végétation (absence

d'espèce amphibie comme *Eleocharis multicaulis*). En aucun cas les milieux aquatiques et amphibies autres ne doivent être cartographiés (saules, cariçaies, cladiaies...). Ce protocole n'est pas adapté pour répertorier les habitats de faible superficie puisque l'échelle choisie du 1/1500 ne permet pas de numériser des polygones inférieurs à 50 m². Hors de nombreux habitats patrimoniaux présents sur les buttes les plus sèches dépassent rarement 2 ou 3 m². Un protocole spécifique doit être mis en place pour l'inventaire de ces végétations, mais il est tout de même important de localiser précisément ces habitats par des points sur un autre fichier shape lorsqu'ils sont rencontrés sur le terrain.

1.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole.
Bonne compétence en botanique et SIG obligatoire.
Aucune autorisation nécessaire.

1.7. Méthode(s) de traitement de l'information

1.1.1. *Cartographie(s)*

Une fois la phase de terrain terminée, les erreurs de numérisation doivent être corrigées. La couche des mares doit ensuite être soustraite à la couche des habitats afin de pouvoir calculer la superficie réelle des habitats terrestres.

1.1.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Ici il faudrait décrire toutes les variables analysées :

- Surface par habitats/pourcentage de recouvrement sur le site ;
- Nombre d'entités par habitat ;
- État de conservation des habitats prioritaires sur le site et analyse selon les modes de gestion ;
- Dynamique des habitats humides sur le site (proportion habitats humides/autres habitats) et analyse selon évolution du climat.

1.1.3. *Renseignement de l'indicateur d'état*

État souhaité
Maintien d'une mosaïque d'habitats « terrestres » de la série dynamique des landes.

Indicateur d'état
Diversité et répartition des habitats (nb. habitats maintenus/prévus ; évolution des surfaces des habitats à responsabilité et prioritaires : landes humides, suintements marneux).

Métriques
Nombre d'habitats ; surface des habitats à responsabilité.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de 66 % des surfaces d'habitats à responsabilité sur la réserve (sauf habitats ponctuels évalués sur les quadrats de 1ha/occurrence). Perte de 66 % et plus des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité ;
- 1 : Disparition de 33 à 65 % des surfaces d'habitats à responsabilité modérée à majeure. Perte de 50 à 65 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité ;

- 2 : Disparition de 10 à 32 % des surfaces d'habitats à responsabilité modérée à majeure. Perte de 36 à 50 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité ;
- 3 : Perte de 5 à 11 % des surfaces d'habitats à responsabilité. Perte de 26 à 35 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité ;
- 4 : Maintien de l'ensemble des habitats à responsabilité. Perte de 10 à 25 % des habitats naturels (hors plantation de pins) sans responsabilité ;
- 5 : Maintien ou augmentation de tout ou partie des habitats à responsabilité sur la réserve.

1.2. Programmation

Deux actualisations sont programmées en lien avec les évaluations du plan de gestion :

- Cartographie de l'ensemble des habitats en 2027

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	**2022**	2023	2024	2025	2026	**2027**	J	F	M	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	2022 : 20 j (*habitats prioritaires*) ; 2027 : 60 j (*tous habitats*)																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Chargé d'études																				

La cartographie de l'intégralité du site doit être renouvelée tous les 10 ans.
NB : la cartographie des habitats prioritaires (landes humides, suintement marneux) est réalisée de manière complémentaire et intermédiaire dans l'opération CS 04 afin de suivre plus finement leur évolution.

1.8. Durée et coût

Récolte des données
La phase de terrain nécessite 2 mois à temps complet pour réaliser les relevés phytosociologiques et pour cartographier l'intégralité de la réserve et de la bande des Quatre-vents.

Traitement des données
La gestion des données SIG, l'analyse de la cartographie comprenant la caractérisation et l'évolution des habitats, et la rédaction d'un rapport d'étude spécifique prennent environ 1 mois.

Matériel spécifique
+/- 250 € coût d'entretien de la tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD...

1.9. Personnes/Organismes ressources

CBNSA et Conseil Scientifique RNN Pinail (Romain Bissot du CBNSA et Patrick Gatignol de la SBCO).

II. Suivi hydrologique et météorologique [CS 03.1]

2.1. Contexte général et connaissances existantes

L'eau est un élément fondamental du fonctionnement et de la diversité biologique de la réserve. Situé sur un plateau, le site est une zone humide alimentée exclusivement par les précipitations et subie de fait des variations de niveau d'eau importantes au grès des saisons et des années. Environ 1400 mares sont considérées comme permanentes (Dupont et Sellier 2017). La qualité des eaux est également variable et diversifiée selon la nature du sol et sous-sol (*calcaire, riche en fer, etc.)* ainsi que par les activités biologiques propres à chaque mare (*matière en suspension, etc.*). Le changement climatique est un facteur d'influence de plus en plus prégnant aussi bien sur la quantité (*augmentation des températures et intensification des périodes de sécheresse, modification du régime des pluies*) que sur la qualité de l'eau (*acidification liée à l'augmentation du CO^2 atmosphérique, désoxygénation liée à l'augmentation de la température de l'eau*) avec des répercussions sur l'ensemble de la biodiversité.

Malgré des lacunes de connaissances, notamment du fait de l'absence de dispositifs protocolés sur du long terme, il est constaté une tendance régressive de l'humidité et de l'engorgement des sols de la réserve. Le bas marais du Rivau serait un témoin de cette tendance d'évolution marquée par un manque de rechargement hivernal de la nappe phréatique et/ou un assèchement de plus en plus précoce et prolongé.
Pour les données météorologiques, la station en place depuis 2013 sur la réserve a été repositionnée et complétée par des données du sol (température et hygrométrie) en 2019 afin d'éliminer les nombreux biais antérieurs et de fiabiliser la récolte d'information. Les données anciennes ne peuvent ainsi être mobilisées. En 2021, une seconde station météo a été implantée en lien avec le programme « Sentinelles du climat » au niveau du secteur des Écrevisses.

2.2. Objectif(s)

Les objectifs principaux sont :

- Suivre et évaluer l'état quantitatif des eaux du sol de la réserve
- Suivre les conditions météorologiques stationnelles de la réserve

2.3. Localisation

Piézomètres équipés de sonde :

- à coté de la mare F2,
- au niveau du bas marais du Rivau.

Piézomètres non équipés :

- Ligne/transect dans le secteur du Rivau (R),
- Ligne/transect dans le secteur des écrevisses (E).

Stations météorologiques :

- Enclos de pâturage eF1, à proximité directe de la mare F2,
- Lande humide à *Maculinea* du secteur E.

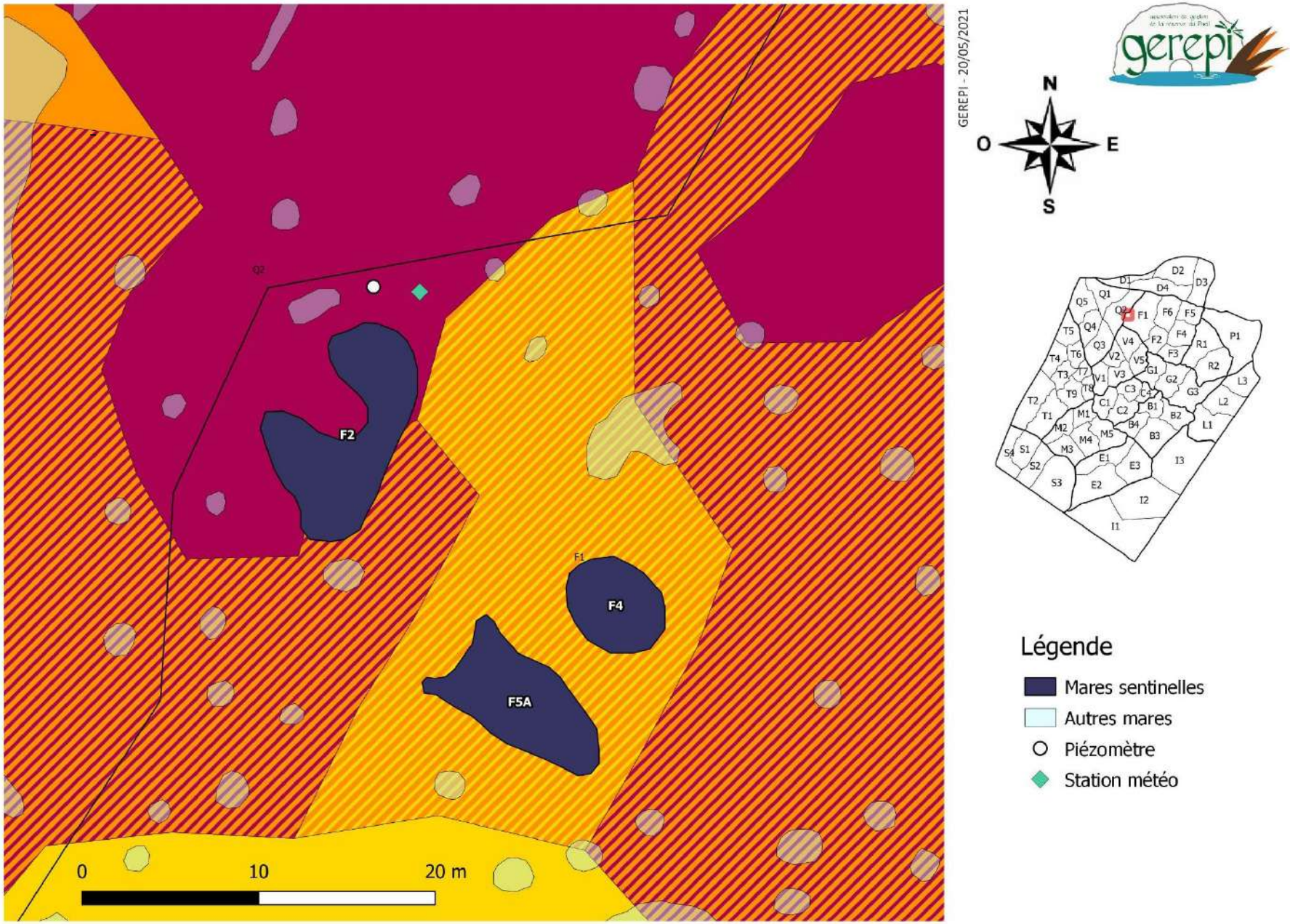


Figure 60 : Localisation de la station météo et piézomètre de nappe du pâturage

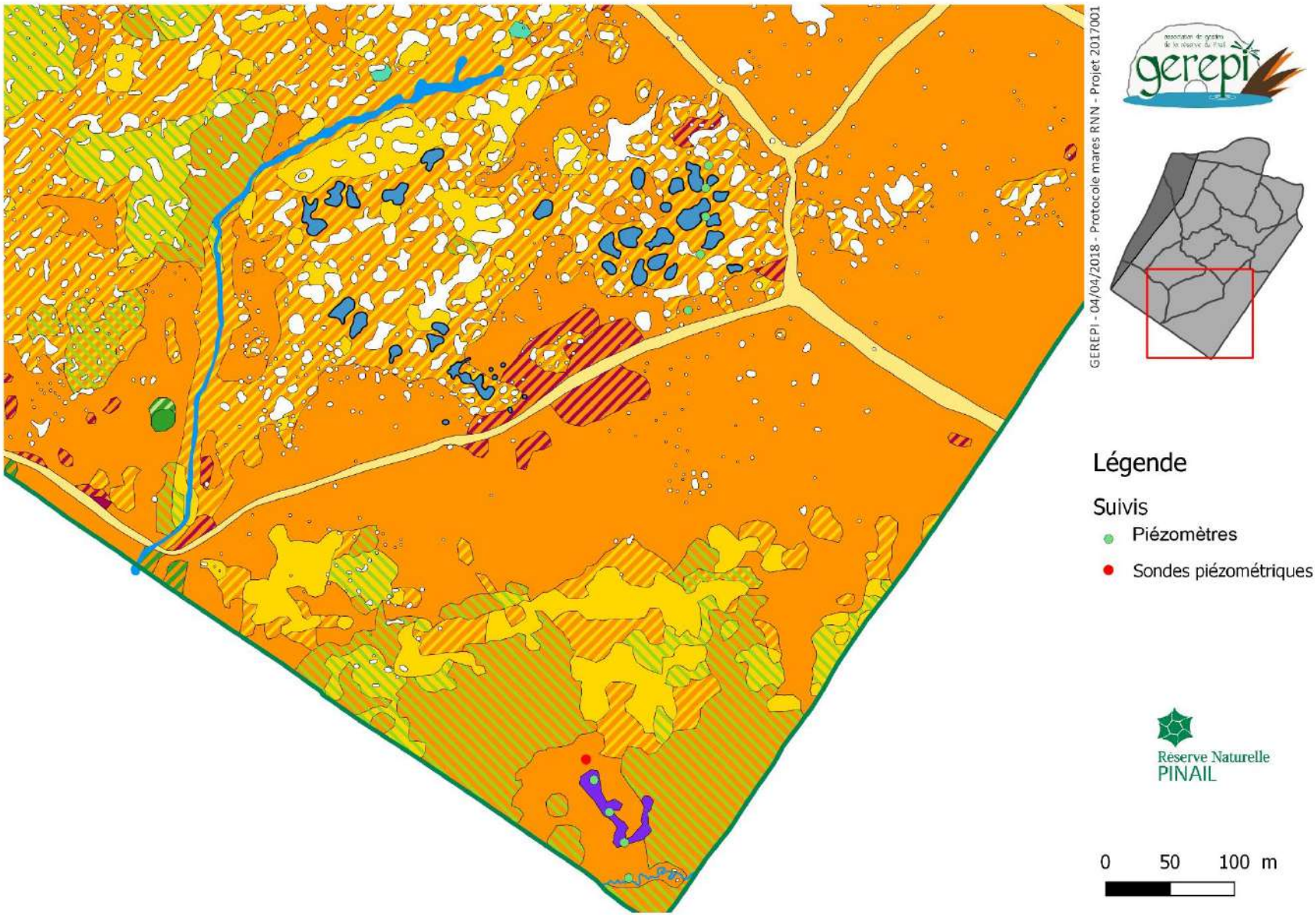


Figure 61 : Localisation des deux lignes de piézomètre du secteur du Rivau (sud) et du secteur des écrevisses (nord)

2.4. Éléments à récolter

Piézométrie : niveau d'eau de la nappe et température (selon modèle de sonde).
Météorologie :

- pour l'air : température de l'air, précipitation, vent (vitesse et direction), ensoleillement (durée et puissance), pression atmosphérique, hygrométrie ;
- pour le sol : température et hygrométrie à 17,5 cm de profondeur.

2.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole s'appuie sur des capteurs et sondes numériques, aussi bien pour la piézométrie que pour la météorologie, relevant en continu les informations (*pas de temps programmable*). Dès lors qu'ils sont implantés *in situ*, le relevé consiste a connecter le matériel à un ordinateur de terrain pour télécharger les données brutes.

- Piézométrie : relevé des sondes tous les 3 mois.
- Météorologie : relevé tous les mois.

La régularité des relevés est nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement du matériel et ainsi éviter/limiter la perte d'information en cas de défaillance. Un changement de pile ou de batterie est indispensable, à des pas de temps variables, et un entretien des boites contenant les sondes et capteurs est également à assurer.

2.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Aucune condition particulière, données numériques recueillies en continu sur l'ensemble de l'année. Une surveillance et un relevé des données des sondes piézométriques sont à assurer au minimum tous les trimestres et tous les mois pour la station météo. Une vérification du collecteur d'eau de pluie est assurée systématiquement afin de s'assurer qu'aucun matériau n'obstrue le matériel (feuille, animal, etc.).

2.7. Méthode(s) de traitement de l'information

2.7.1. Analyse(s) statistique(s)

Piézométrie

- Graphique annuel/interannuel des niveaux d'eau ;
- Hauteurs d'eau maximum et minimum annuel avec analyse temporelle (période et durée).

Météorologie

- Diagramme ombrothermique ;
- Pour chaque variable, calcul du minimum, maximum et de la moyenne annuelle ;
- Analyses interannuelles et tendance d'évolution.

2.7.2. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Maintien de niveaux d'eau adaptés à la fonctionnalité humide de la réserve. Connaissance des conditions météorologiques stationnelles

Indicateur d'état
Variation de paramètres vis-à-vis d'une situation "normale" à établir.

Métriques
Ensemble des unités de mesures des facteurs abiotiques des nappes et des éléments météorologiques

Grille de lecture et seuils
Les seuils seront a étalonner à la lumière des analyses des données obtenues et des données contextuelles de proximité.

2.8. Programmation

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					10 j/an (1 visite/mois météo, 1 visite/trimestre piézo)																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions																

2.9. Durée et coût

Récolte des données
Sondes piézométriques : 4 passages/an de 2 heures soit 1.5 jours/an.
Station météo : 12 passages/an de 2 heures soit 3.5 jours/an

Traitement des données
Variable selon les utilisations et lien avec diverses études ou suivis biologiques.
5 jours par an de bancarisation et analyse (avec maintenance).

Matériel
Maintenance et remplacement du matériel : +/- 2 500 € (*sondes, capteurs, batterie, PC…*)
(Si implantation d'un piézomètre profond : +/- 2 500 € (*entreprise spécialisée*)

2.10. Personnes/Organismes ressources

Conseil Scientifique RNN Pinail (Gilles Porel, Clémentine Préau).

III. Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (landes humides) [CS 04.1]

3.1. Contexte général et connaissances existantes

La végétation est le reflet des conditions du milieu, terrestre comme aquatique. La connaissance des habitats, milieux de vie de la flore, la faune et la fonge, est à la base de la conservation de la diversité biologique. Leur cartographie est réalisée à de larges pas de temps et implique, de manière complémentaire, une évaluation plus fine de l'évolution des habitats représentant une responsabilité de conservation pour la réserve, ainsi qu'une série de mosaïque d'habitats représentatifs. Les landes humides représentent le seul habitat à responsabilité majeur sur la réserve. Cet habitat se trouve au niveau européen dans un état de conservation défavorable.

Domaine biogéographique	Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
Atlantique	4010	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais
	4020*	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

Figure 62 : Résultat du dernier rapportage (2013-2018 sur l'état de conservation des landes humides atlantiques à Erica tertralix (UE 4010), ainsi qu'Erica tertalix et E. ciliaris (UE 4020) (issu de Mistraz et Grivel 2020)*

Au delà de cette évaluation de responsabilité, les perspectives proposées par le changement climatique amèneront de manière obligatoire des changements de fonctionnalité de ces milieux. Il apparait donc impératique de disposer de protocoles qui au-delà d'évaluer un état de conservation, permettent de réaliser une » photographie de sa structure et composition » du milieu en question. De cette manière nous pourrons ensuite mener diverses comparaisons.

3.2. Objectif(s)

Le principal objectif est de :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de l'habitat à responsabilité majeure, la lande humide, en lien avec les modes de gestion.

3.3. Localisation

Le suivi des landes humides est mis en place au niveau de patchs d'habitats fauchés et pâturés. L'habitat n'étant pas réparti dans les secteurs brûlés, ce mode de gestion n'a pu être intégré (*dans les secteurs E et I, ces zones sont fauchées tous les 2 ans et brûlées tous les 10 à 8 ans*).

3.4. Éléments à récolter

Structure et composition de la végétation (relevés phytosociologiques).
Pressions et menaces pesant sur les habitats prioritaires.
Répartition des habitats cibles (cartographie).

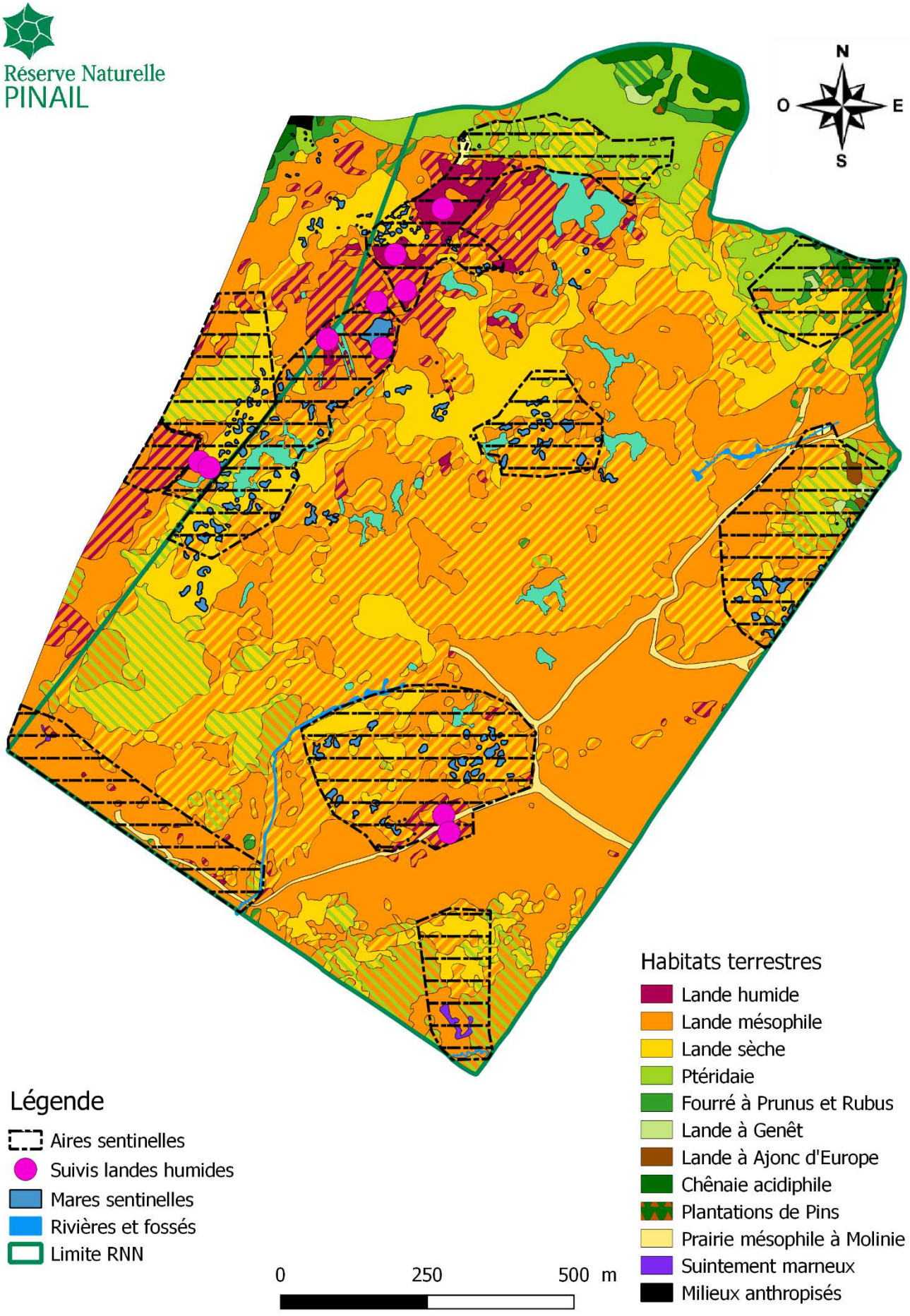


Figure 63 : carte de localisation des suivis landes humides

3.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Ler protocole usité est issus de travaux du MNHN (Mistarz and Grivel 2020). Il s'agit de prévoir un relevé phytosociologique de 100 m² placette de 10x10 m. La placette doit être bien représentative du polygone d'habitat. Pour la forme (linéaire, circulaire, etc.), elle dépends de la configuration du polygone d'habitat. Le relevé peut également être fragmenté.

Figure 64 : Schématisation de l'approche terrain © L. Grivel

Il est entendu par » polygone » une surface relativement homogène en termes de composition floristique rattachée à l'habitat de lande humide, soumise à une gestion particulière (ou absence de gestion), délimitée par la topographie ou la présence d'autres communautés végétales.

Évaluer la surface de l'habitat

Différentes méthodes sont proposées dans le protocole, sur l'ensemble de la réserve naturelle du Pinail les polygones connus seront réévalués/cartographiés à chaque évaluation pour obtenir un résultat précis. Le relevé terrain sera réalisé à l'aide de la carte existante (SIG) et de la tablette numérique.

Évaluer le recouvrement de ligneux bas

Méthode : En ciblant exclusivement les espèces de la liste ci-après, on pourra estimer le recouvrement des ligneux bas, dont la hauteur est inférieure à 5 m. Une simple estimation visuelle du recouvrement des ligneux bas ciblés à l'échelle de la placette ou bien du polygone sera effectuée.

Protocole : Il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement des ligneux bas ciblés (< 5 m), ainsi que les espèces présentes sur la fiche de relevé.

Évaluer le recouvrement de la strate arborée

Méthode : Seules les espèces enracinées dans le polygone ou dans la placette seront prises en compte. Les ligneux hauts causant de l'ombrage en bordure peuvent être enracinés sur un niveau topographique différent, un habitat différent, etc. Ils sont donc à exclure du relevé. Le but est ici d'évaluer visuellement le recouvrement des ligneux hauts, c'est-à-dire la strate arborée (> 5 m), et de les identifier. Une simple estimation visuelle du recouvrement de la strate arborée à l'échelle de la placette ou bien du polygone sera effectuée.

Protocole : Il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement de la strate arborée (> 5 m), ainsi que les espèces présentes sur la fiche de relevé.

Liste des espèces ligneuses à considérer pour les deux indicateurs ci-dessus :

Alnus glutinosa Betula pendula, Betula pubescens, Cytisus scoparius, Erica scoparia, Frangula alnus, Myrica gale, Picea abies, Pinus pinaster, Pinus sylvestris, Populus tremula, Prunus serotina, Quercus robur, Qurecus rubra, Rubus sp. Salix atrocinerea, Salix aurita, Salix cinerea, Ulex europaeus.

Évaluer le recouvrement en molinie

Méthode : Le but est ici d'évaluer visuellement le recouvrement de *Molinia caerulea* au sein de la placette de 10x10m.

Protocole : Il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement de *Molinia caerulea* sur la fiche de relevé.

Évaluer le recouvrement en fougère aigle

Méthode : Le but est ici d'évaluer visuellement le recouvrement de *Pteridium aquilinum* à l'échelle de la placette.

Protocole : Il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement de *Pteridium aquilinum* sur la fiche de relevé. Il est également recommandé de noter la présence ou l'absence de gestion de cette espèce, sans que cela rentre dans la notation. Il s'agit ainsi d'indiquer si les efforts de gestion doivent débuter ou s'ils doivent être accentués.

Évaluer la présence d'espèce indicatrice d'enrichissement trophique

Méthode : En ciblant exclusivement les espèces de la liste, on pourra noter leur seule présence au sein de la placette. La présence d'espèces indicatrices d'enrichissement trophique pourra également être notée grâce à un relevé phytosociologique ou floristique réalisé à l'échelle de la placette.

Protocole : En utilisant la même placette, la présence d'une seule espèce indicatrice d'un enrichissement trophique de la liste suffira à rendre l'indicateur défavorable. Il est néanmoins conseillé de noter le nom de toutes les espèces indicatrices d'un enrichissement trophique présentes sur la fiche de relevé.

Liste des espèces indicatrices d'enrichissement trophique :

Cirsium palustre, Cladium mariscus, Holcus lanatus, Poa annua, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Phragmites australis, Rubus spp. Trifolium repens.

Évaluer le recouvrement des espèces structurantes

Méthode : En ciblant exclusivement les espèces de la liste, on pourra estimer leur seul recouvrement au sein de la placette.

Protocole : Sur la même placette, il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement total des espèces structurantes, ainsi que les espèces présentes sur la fiche de relevé.

Liste des espèces structurantes :

Calluna vulgaris, Erica tetralix, Ulex minor.

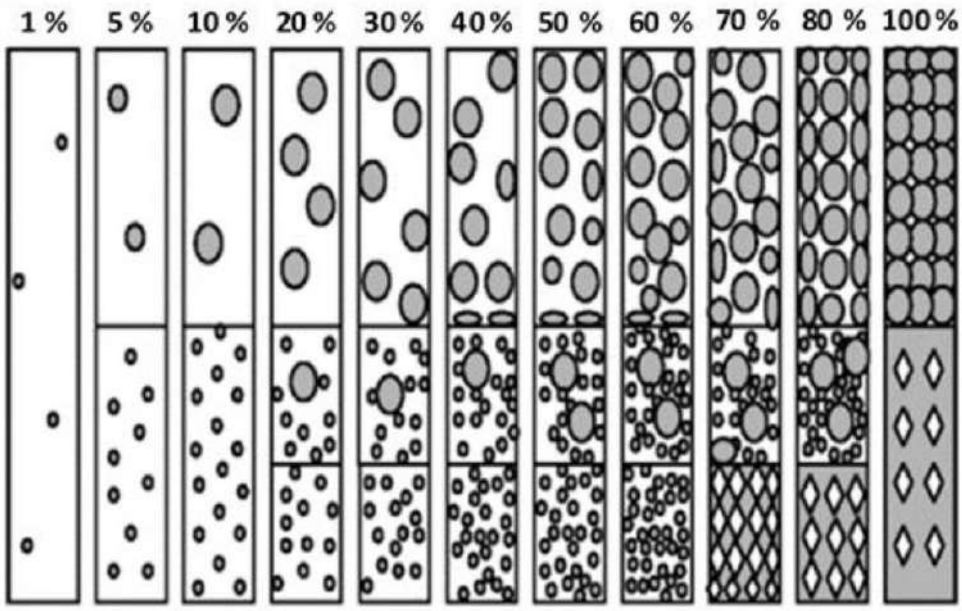


Figure 65 : Aide à la détermination de du recouvrement des espèces ligneuses (issu Mistarz et Givel 2020)

Détermination de la présence d'azuré des Mouillères (bonus)

Méthode : La méthode la plus simple consiste à repérer les pontes sur les pieds de *Gentiana pneumonanthe* à l'échelle du polygone de lande humide.

Protocole : La présence de l'espèce sera avérée à la première ponte relevée sur un pied de *Gentiana pneumonanthe*. L'ensemble du polygone devra être parcouru afin de vérifier le plus de pieds possible selon le temps alloué à l'application de la méthodologie. L'avantage de cette méthode est qu'elle permet de pallier la détectabilité potentiellement faible de l'espèce en cas de chasse à vue ou de conditions climatiques défavorables (vent, pluie, temps nuageux, températures fraîches, etc.).

Détermination de la somme des atteintes lourdes (quantifiables en surface)

Méthode : On relèvera toutes les atteintes visibles à l'échelle du polygone (surface englobant la placette de 10x10m) en leu attribuant une proportion de surface impactée, le cas échéant.

Protocole : Chaque atteinte relevée se voit attribuer une note de 1 à 2 selon son origine (anthropique ou naturelle), la surface d'habitat impactée ou encore sa localisation par

rapport au polygone. La somme des notes est attribuée à chaque atteinte donne la note globale de l'indicateur. Voici le tableau des atteintes quantifiables ci-dessous.

Tableau 10 : Liste et cotation des atteintes quantifiables au sein du polygone de landes humides étudié (Mistarz et Grivel 2020)

Atteintes quantifiables (polygone)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation ou au pâturage (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation ou au pâturage (> 50 %)	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Incendies/Brûlis	1
Drains artificiels	2
Broutage	1
Présence d'espèces exotiques envahissantes	1

Détermination de la somme des atteintes diffuses (difficilement quantifiable)

Méthode : Il s'agit d'évaluer l'impact des atteintes difficilement quantifiables en surface à l'échelle du site ou du bassin versant sur l'état de conservation de l'habitat.

Protocole : Toutes les atteintes présentes sur le site ou le bassin versant qui peuvent avoir un impact sur l'état de conservation de l'habitat doivent être recensées. Les atteintes potentielles sont listées ci-dessous. À dire d'expert, il s'agit d'évaluer l'impact global de toutes les atteintes recensées sur l'état de conservation de l'habitat.

Tableau 11 : Listes des atteintes diffuses difficielmen quantifiable au niveau de la surface du polygone étudié (Mistarz et Grivel 2020)

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Drainage
Activités de pompage
Pollutions ponctuelles des eaux de surface/souterraines
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Rejets d'azote atmosphérique
Surfréquentation
Barrage
Endiguement
Chenalisation
Aménagement de chemins carrossables
Comblement
Enrésinement/plantations

Fiche terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des landes humides

Indicateurs à relever à l'échelle de la placette ou du polygone

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Paramètre	Critère	Indicateur	Résultats attendus	Notes	Résultats observés	Notes associées	Espèces contactées	Recouvrements associés
Structures et fonctions	Composition floristique	Recouvrement des ligneux bas (< 5 m) (%)	< 10	0				
			10-75	-15				
			> 75	-30				
		Recouvrement de la strate arborée (> 5 m) (%)	< 5	0				
			5-15	-5				
			> 15	-10				
		Espèces indicatrices d'un enrichissement trophique	Absence	0				
			Présence	-15				
		Recouvrement des espèces structurantes (%)	> 50	0				
			25-50	-5				
			< 25	-10				
		Recouvrement de la molinie (%)	< 50	0				
			> 50	-15				
		Recouvrement de la fougère-aigle (%)	0	0			Commentaires sur la gestion :	
			< 25	-20				
			> 25	-40				
	Composition faunistique	Azuré des mouillères et/ou azuré du genêt (bonus)	Présence	+10				
Altérations	Atteintes lourdes	Somme des atteintes quantifiables en surface	0	0			Atteintes :	
			1	-5				
			2	-10				
			3	-15				
			≥ 4	-20				
Note globale à l'échelle de la placette = 100 + somme des notes =							État de la placette =	

Figure 66 : Fiche de terrain 1/2 (Mistarz et Grivel 2020)

Indicateurs à relever à l'échelle du site

Paramètre	Critère	Indicateur	Résultats attendus	Notes	Résultats observés	Notes associées	Surface (année 1)	Surface (année 2)
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte par l'habitat	Progression, stabilité	0				
			Régression	-10				
							Atteintes recensées	Impact
Altérations	Atteintes diffuses	Atteintes difficilement quantifiables en surface	Impact négligeable ou nul	0				
			Impact moyen	-10				
			Impact fort	-20				
Note des indicateurs à l'échelle du site =								

Évaluation globale à l'échelle du site

Modalités	Notes
Plus de 70 % des placettes en état favorable	0
Entre 50 et 70 % des placettes en état favorable	-15
50 % des placettes en état favorable et 50 % des placettes en état dégradé	-30
Entre 50 et 70 % des placettes en état dégradé	-45
Plus de 70 % des placettes en état dégradé	-60
Note globale d'état de conservation des landes humides à l'échelle du site Natura 2000 = 100 + Note liée au pourcentage de placettes en état favorable et/ou en état dégradé + Note des indicateurs à l'échelle du site =	

Merci d'envoyer les résultats de l'évaluation ainsi que tous vos commentaires à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Figure 67 : Fiche de terrain 2/2 (Mistarz et Grivel 2020)

3.1. Conditions de réalisation technique et règlementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole, correspondant à la période optimale d'expression de l'habitat (juillet).
Bonnes compétences en botanique et SIG obligatoires.
Aucune autorisation nécessaire.

3.2. Méthode(s) de traitement des données

3.2.1. *Cartographies*

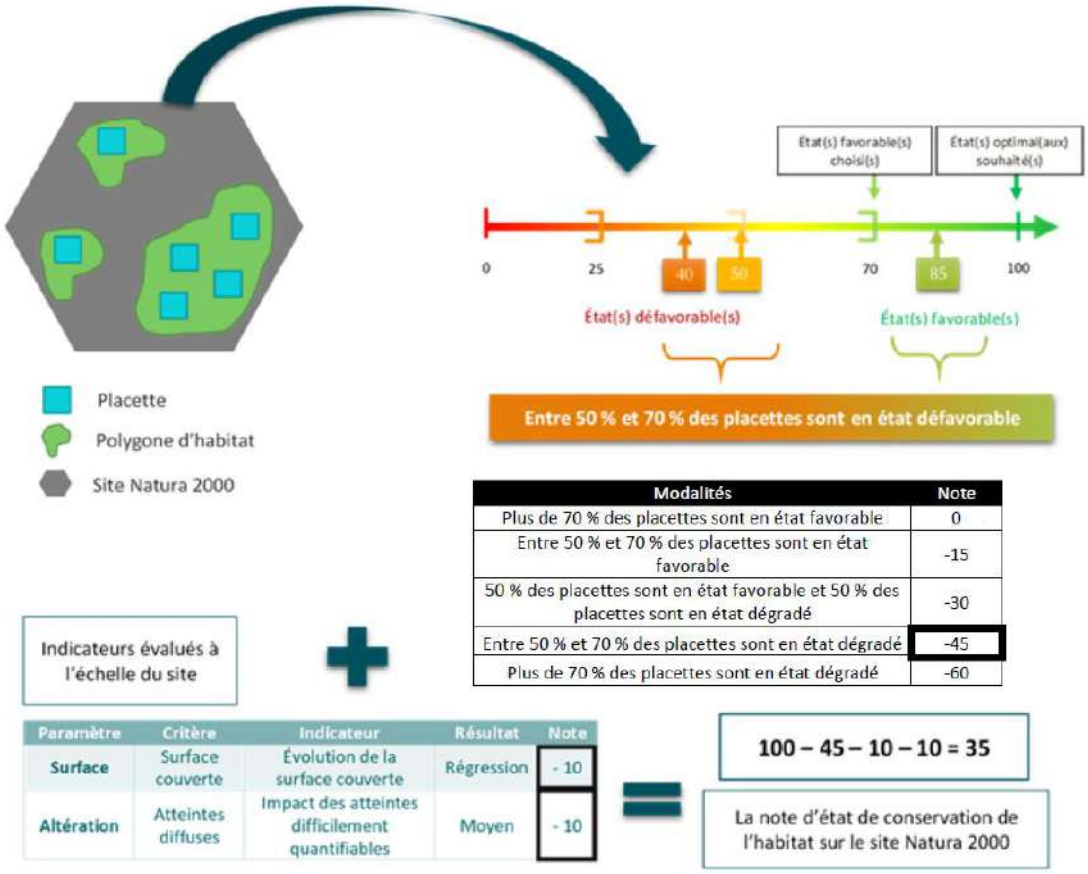
Éliminiation des erreurs de saisie SIG et production des cartes de répartition des habitats ciblés avec analyse des données initiales ou de référence avec celles observées.

3.2.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Pour l'interprétation des relevés de terrain sont à réaliser avec la grille située ci-dessus et les jalons choisis par GEREPI concernant les différents états de conservation de chaque polygone. L'interprétation globale pour le site Natura 2000 se faisant avec l'échelle défini ci-après (page suivante).

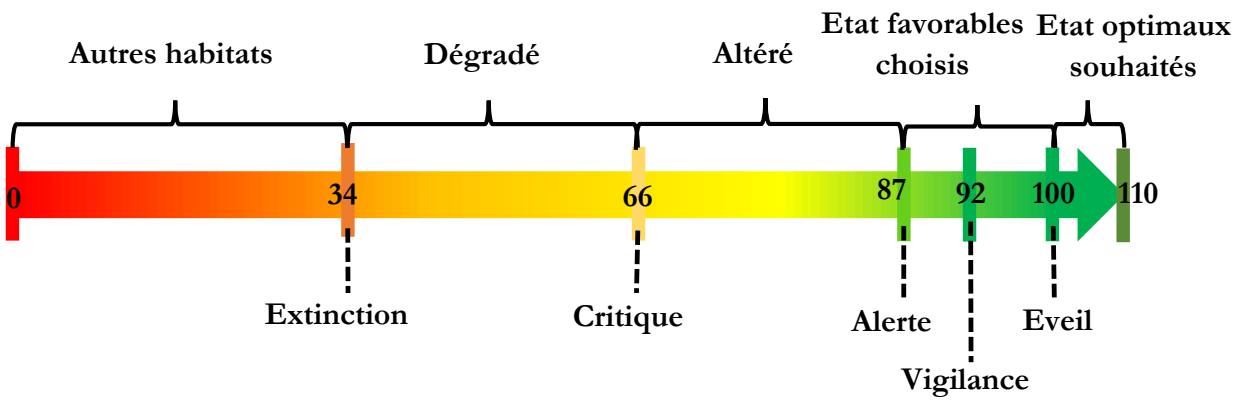
Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte par l'habitat	Site	Progression, stabilité	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Composition floristique	Recouvrement des ligneux bas (< 5 m) (%)	Polygone ou placette	< 10	0
				10-75	-15
				> 75	-30
		Recouvrement de la strate arborée (> 5 m) (%)	Polygone ou placette	< 5	0
				5-15	-5
				> 15	-10
		Recouvrement de la molinie (%)	Placette	< 50	0
				> 50	-15
		Recouvrement de la fougère-aigle (%)	Placette	0	0
				< 25	-20
				> 25	-40
		Espèces indicatrices d'un enrichissement trophique	Placette	Absence	0
				Présence	-15
		Recouvrement des espèces structurantes (%)	Placette	> 50	0
				25-50	-5
				< 25	-10
	Composition faunistique	Azuré des mouillères et/ou azuré du genêt (bonus)	Polygone	Présence	+10
Altérations	Atteintes lourdes	Somme des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-5
				Somme des points = 2	-10
				Somme des points = 3	-15
				Somme des points ≥ 4	-20
	Atteintes diffuses	Atteintes difficilement quantifiables en surface	Site/Bassin versant	Impact négligeable ou nul	0
				Impact moyen	-10
				Impact fort	-20

Figure 68 : Grille de décompte des points des relevés de lande humide (issu de Mistarz et Grivel 2020)



Les seuils d'interprétation choisis pour la Réserve naturelle nationale du Pinail sont les suivants :

Classes MNHN



Seuils GEREPI

Calcul d'une note moyenne des placettes

$$\frac{\sum notes\ par\ placettes}{n} = moyenne\ des\ notes\ sur\ les\ n\ placettes$$

3.6. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien d'une composition et structure floristique caractéristique des landes humides.

Indicateur d'état
Composition et structure de la végétation (Grille de lecture MNHN INPN GEREPI).

Métriques
Nb d'espèces, recouvrement spécifique, hauteur de végétation…

Grille de lecture et seuils
Attention : l'interprétation doit se faire en synergie avec les l'azué des moullière.
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Altération significative de la structure et composition des habitats ciblés (au regard de l'état initial) ;
- 1 : Altération significative de la structure ou composition de deux habitats ciblés (au regard de l'état initial) ;
- 2 : Alération légère de la structure ou composition des deux habitats ciblés ou altération significative de la structure ou composition d'un des habitats ciblés (au regard de l'état initial) ;
- 3 : Alération légère de la structure ou composition de l'habitat ciblé (au regard de l'état initial) ;
- 4 : Maintien de la structure ou composition des habitats ciblés
  5 : Amélioration de la structure et composition de l'habitat ciblé.

3.7. Programmation

PÉRIODICITÉ et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	**2021**	2022	2023	2024	**2025**	2026	**2027**	J	F	M	A	M	J	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF				5 j/an																	
POSTE PRINCIPAL				Chargé de missions																	

3.8. Durée et coût

Récolte des données de terrain
1.5 heure/quadrat (10 quadrats) soit 2 jours.

Traitement des données
1 jour.

Matériel
+/- 800 € (*piquets, tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD, consommables...*)

3.9. Personnes/Organismes ressources

Margaux Mistarz (MNHN), Patrick Gatignol (SBCO), Romain Bissot (CBNSA), Anthony Le Fouler (CBNSA).

IV. Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (bas-marais) [CS 04.2]

4.1. Contexte général et connaissance existantes

La végétation est le reflet des conditions du milieu, terrestre comme aquatique. La connaissance des habitats, milieux de vie de la flore, la faune et la fonge, est à la base de la conservation de la diversité biologique. Leur cartographie est réalisée à de large pas de temps et implique, de manière complémentaire, une évaluation plus fine de l'évolution des habitats représentant une responsabilité de conservation pour la réserve, ainsi qu'une série de mosaïque d'habitats représentatifs.

Le bas marais à schoin est le seul habitat à responsabilité forte de la réserve. Au delà de cette évaluation de responsabilité, les perspectives proposées par le changement climatique amènera de manière obligatoire des changements de fonctionnalité des ces deux milieux humides. Il apparait donc impératique de disposer de protocoles qui au delà d'évaluer un état de consrvation, permettent de réaliser une "photographie de sa structure et composition" du milieu en question. De cette manière nous pourrons ensuite mener diverses conparaisons.

4.2. Objectif(s)

Le principal objectif est de :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de l'habitat terrestre à forte responsabilité, le bas-marais à choin noirâtre, en lien avec les modes de gestion.

4.3. Localisation

Une seule station de bas marais est caractéristique de l'habitat sur la réserve et donc propice à la mise en place du suivi par quadrat : le suintement du secteur du Rivau. L'évalution de l'état de conservation sera cependant réalisée sur l'ensemble des patchs d'habitats connus de la réserve en intégrant les stations de spiranthe d'été.

4.4. Éléments à récolter

Structure et composition de la végétation (relevés phytosociologiques).
Pressions et menaces pesant sur les habitats prioritaires.
Répartition des habitats cibles (cartographie).

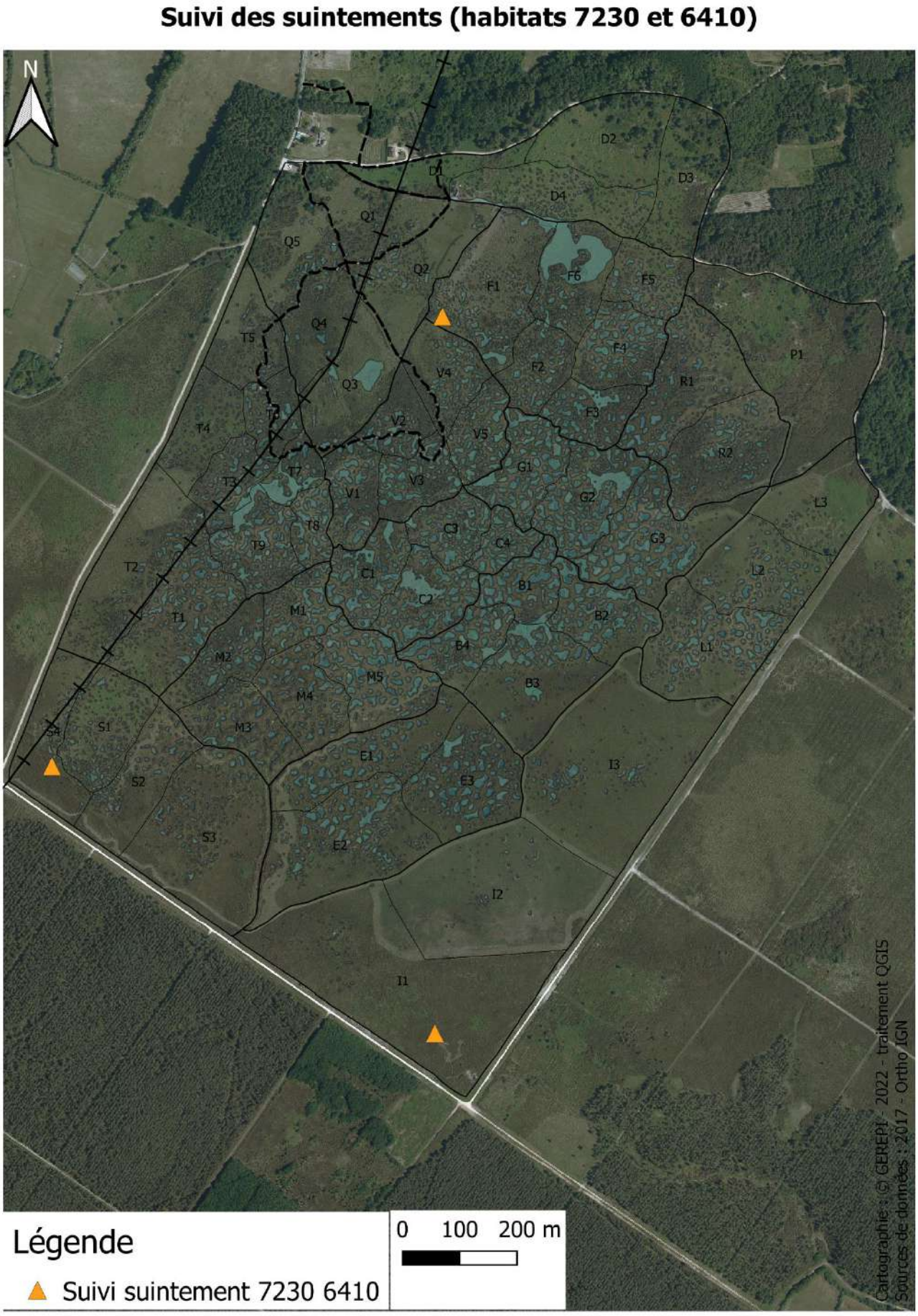


Figure 69 : Localisation de l'ensemble des suintements de la réserve naturelle du Pinail

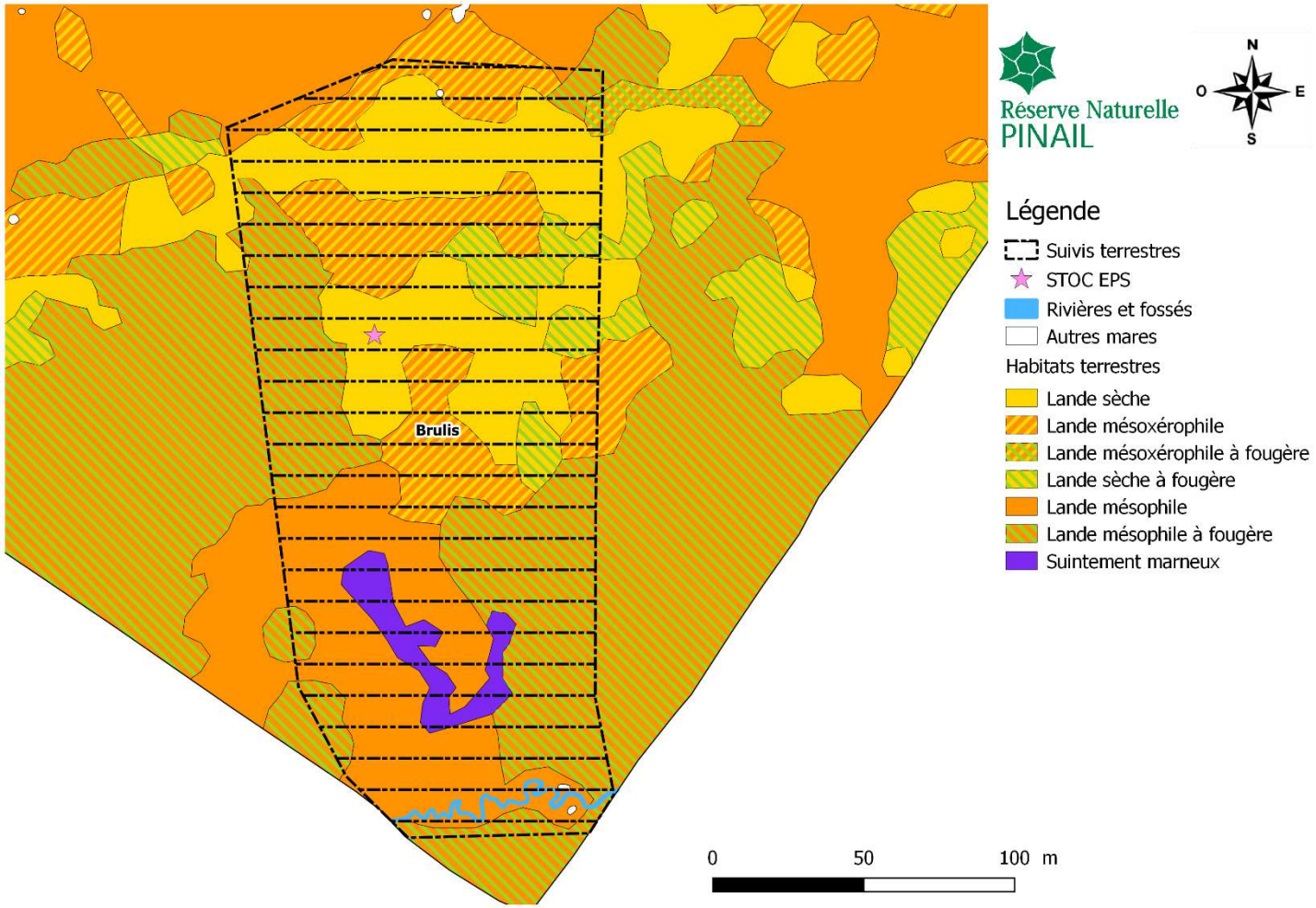


Figure 70 : Carte de localisation du Suintement secteur du Rivau (zone d'application du protocole)

les sentinelles du climat

Programme les sentinelles du climat : Fiche descriptive des unités d'échantillonnage sur un site

Département : 86

Commune : Vouneuil Sous Vienne

Lieu-dit : -Le Pinail

Nom du site : RNN Pinail

Code du site :

Y WGS84 : **X WGS84** :

Habitat : : Communauté végétale de bas-marais

Indicateur : Communauté végétale de bas-marais

Dénomination du pt échant. :

Code pt échant.: 2021xxxx-FF01Q

Nom observateur: Frédéric Fy
Structure : CBN Sud-Atlantique
Email : f.fy@cbnsa.fr
Tel :

Carte IGN localisation du site et des points d'échantillonnage

Carte IGN de localisation de l'accès au site

-**Contacter le propriétaire** (nom, numéro, email) :
Gerepi, Kevin Lelarge
Email : kevin.lelarge@reserve-pinail.org

- **Accès voiture** : Depuis la piste forestière du Rivau d'Aillé.

- **Accès au site depuis la voiture** :
Suivre les cheminements visibles à la photo-interprétation.

Point d'échantillonnage

Caractéristiques : **Exposition** : **Dispositifs permanents** : tiges métalliques aux 4 coins **Altitude** : **Surface** : 9m²

Y WGS84 **X WGS84** :

Repères de terrain :

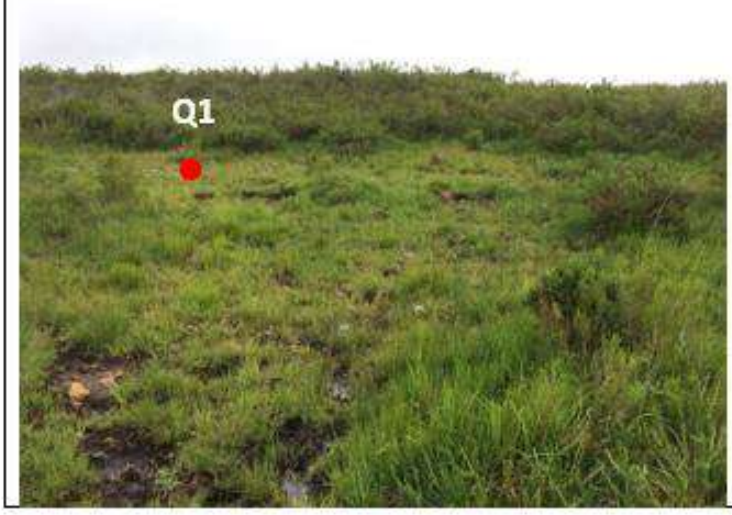


Figure 71 : Localisation du qudrat bas-marais Q1

Département : 86

Commune : Vouneuil|Sous Vienne

Lieu-dit : -Le Pinail

Nom du site : RNN Pinail

Code du site :

Y WGS84 : | **X WGS84** :

Habitat : : Communauté végétale de bas-marais

Indicateur : Communauté végétale de bas-marais

Dénomination du pt échant. :

Code pt échant.: 2021xxxx-FF01Q

Nom observateur: Frédéric Fy
Structure : CBN Sud-Atlantique
Email : f.fy@cbnsa.fr
Tel :

Carte IGN localisation du site et des points d'échantillonnage

Carte IGN de localisation de l'accès au site

-**Contacter le propriétaire** (nom, numéro, email) :
Gerepi, Kevin Lelarge
Email : kevin.lelarge@reserve-pinail.org

- **Accès voiture** : Depuis la piste forestière du Rivau d'Aillé.

- **Accès au site depuis la voiture** :
Suivre les cheminements visibles à la photo-interprétation.

Point d'échantillonnage

Caractéristiques : **Exposition** : **Dispositifs permanents** : tiges métalliques aux 4 coins **Altitude** : **Surface** : 9m²

Y WGS84 | **X WGS84** :

Repères de terrain :

Figure 72 : Localisation du qudrat bas-marais Q2

les sentinelles du climat

Programme les sentinelles du climat : Fiche descriptive des unités d'échantillonnage sur un site

Département : 86
Commune : Vouneuil Sous Vienne
Lieu-dit : -Le Pinail
Nom du site : RNN Pinail
Code du site :
Y WGS84 : **X WGS84** :
Habitat : : Communauté végétale de bas-marais
Indicateur : Communauté végétale de bas-marais
Dénomination du pt échant. :
Code pt échant.: 2021xxxx-FF01Q
Nom observateur: Frédéric Fy
Structure : CBN Sud-Atlantique
Email : f.fy@cbnsa.fr
Tel :

Carte IGN localisation du site et des points d'échantillonnage

Carte IGN de localisation de l'accès au site

-**Contacter le propriétaire** (nom, numéro, email) :
Gerepi, Kevin Lelarge
Email : kevin.lelarge@reserve-pinail.org

- **Accès voiture** : Depuis la piste forestière du Rivau d'Aillé.

- **Accès au site depuis la voiture** :
Suivre les cheminements visibles à la photo-interprétation.

Point d'échantillonnage

Caractéristiques : **Exposition** : **Dispositifs permanents** : tiges métalliques aux 4 coins **Altitude** : **Surface** : 9m²

Y WGS84 **X WGS84** :

Repères de terrain :

Figure 73 : Localisation du qudrat bas-marais Q3

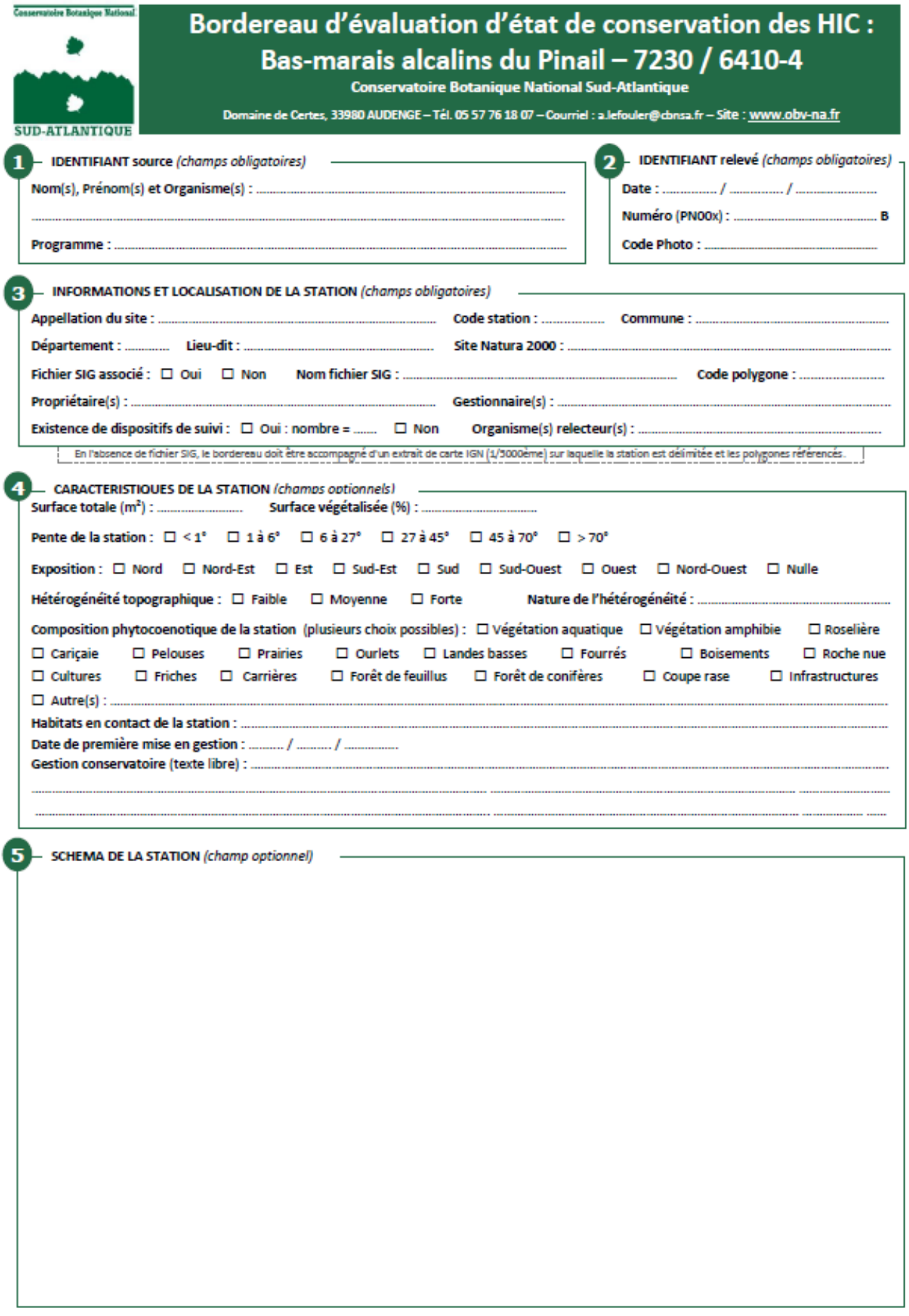
4.5. Méthode(s) de récolte de l'information

4.6. Protocole bas marais à choin noirâtre (CBNSA et GEREPI)

Protocole 1 : évaluation de l'état de conservation des station de l'habitat

Le protocole de suivi des bas marais à schoin et végétation de molinion présents sur les suintements marneux de la réserve a été élaboré en collaboration avec le Conservatoire Botanique National Sud-Atltantique (A. Le Fouler, R. Bissot). La première étape consiste à délimiter sur le terrain la localisation des surfaces attribuées à chaque habitat sur lesquels seront ensuite réalisés les relevés et analyses de leur état de conservation. L'ensemble des éléments se situe ensuite sur les fiches présentées ci-après. En outre la délimitation précise de chaque habitat devra être tracé sur le fond de carte orthophoto (lien protocole spiranthe CS 06).

En complément de ces relevés concernant directement la plante, un relevé de **pH du sol** sera à réaliser systématique, en haut, au milieu et en bas de la zone favorable du suitement du Rivau, et de manière représentative sur le suintement S1. Le suitement du Rivau dispose d'une sonde piézométrique. Il sera opportun de lier les données obtenues lors de l'analyse fonctionnelle des habitats et des populations de spiranthe.



Conservatoire Botanique National
SUD-ATLANTIQUE

Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas-marais alcalins du Pinail – 7230 / 6410-4

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique

Domaine de Certes, 33980 AUDENGE – Tél. 05 57 76 18 07 – Courriel : a.lefouler@cbnsa.fr – Site : www.obv-na.fr

1 IDENTIFIANT source *(champs obligatoires)*

Nom(s), Prénom(s) et Organisme(s) : .....

.....

Programme : .....

2 IDENTIFIANT relevé *(champs obligatoires)*

Date : ..... / ..... / .....

Numéro (PN00x) : ..... B

Code Photo : .....

3 INFORMATIONS ET LOCALISATION DE LA STATION *(champs obligatoires)*

Appellation du site : ..... Code station : ..... Commune : .....

Département : ..... Lieu-dit : ..... Site Natura 2000 : .....

Fichier SIG associé : ☐ Oui ☐ Non Nom fichier SIG : ..... Code polygone : .....

Propriétaire(s) : ..... Gestionnaire(s) : .....

Existence de dispositifs de suivi : ☐ Oui : nombre = ... ☐ Non Organisme(s) relecteur(s) : .....

En l'absence de fichier SIG, le bordereau doit être accompagné d'un extrait de carte IGN (1/5000ème) sur laquelle la station est délimitée et les polygones référencés.

4 CARACTERISTIQUES DE LA STATION *(champs optionnels)*

Surface totale (m²) : ..... Surface végétalisée (%) : .....

Pente de la station : ☐ < 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 topographique : ☐ Faible ☐ Moyenne ☐ Forte Nature de l'hétérogénéité : .....

Composition phytocoenotique de la station (plusieurs choix possibles) : ☐ Végétation aquatique ☐ Végétation amphibie ☐ Roselière

☐ Cariçaie ☐ Pelouses ☐ Prairies ☐ Ourlets ☐ Landes basses ☐ Fourrés ☐ Boisements ☐ Roche nue

☐ Cultures ☐ Friches ☐ Carrières ☐ Forêt de feuillus ☐ Forêt de conifères ☐ Coupe rase ☐ Infrastructures

☐ Autre(s) : .....

Habitats en contact de la station : .....

Date de première mise en gestion : ..... / ..... / .....

Gestion conservatoire (texte libre) : .....

.....

.....

5 SCHEMA DE LA STATION *(champ optionnel)*

Figure 74 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 1/4

6 **LISTES FLORISTIQUES** *(champs obligatoires)*

7230	
Surface (m²) :	
Typicité	
Lysimachia tenella	
Carex lepidocarpa	
Carex davalliana	
Dactylorhiza praetermissa	
[illegible]	
Hydrocotyle vulgaris	
Juncus subnodulosus	
Lysimachia tenella	
Oenanthe lachenalii	
Parnassia palustris	
Schoenus nigricans	
Spiranthes aestivalis	
Taraxacum palustre agg.	
Taxons typiques Total	
Dérive trophique (taxons de prairies)	
Agrostis stolonifera	
Juncus inflexus	
Mentha aquatica	
Pulicaria dysenterica	
Ranunculus repens	
Schedonorus arundinaceus	
Recouvrement %	
Fermeture	
Brachypodium rupestre	
Centaurea sp.	
Erica tetralix	
Erica scoparia	
Frangula alnus	
Molinia caerulea	
Ulex minor	
Salix atrocinerea	
Recouvrement %	
Exotiques envahissantes	
Recouvrement %	
7230 (suite) Assèchement (taxon des niveaux supérieurs dont 6410)	
Carex flacca	
Cirsium acaulon	
Cirsium dissectum	
Cirsium tuberosum	
Galium boreale	
Genista tinctoria	
Inula salicina	
Lathyrus pannonicus asp.	
Lotus maritimus	
Molinia caerulea	
Oenanthe lachenalii	
Potentilla erecta	
Prunella hyssopifolia	
Ranunculus flammula	
Sanguisorba officinalis	
Scorzonera humilis	
Serratula tinctoria	
Silaum silaus	
Succisa pratensis	
Recouvrement %	
Autres espèces	

6410-4	
Surface (m²) :	
Typicité	
Blackstonia perfoliata	
Carex panicea	
Carex tomentosa	
Cirsium acaulon	
[illegible]	
Dactylorhiza incarnata	
Epipactis palustris	
Galium boreale	
Genista tinctoria	
Inula salicina	
Iris reichenbachiana	
Juncus subnodulosus	
Lathyrus pannonicus asp.	
Lotus maritimus	
Molinia caerulea	
Oenanthe lachenalii	
Prunella hyssopifolia	
Sanguisorba officinalis	
Scorzonera humilis	
Serratula tinctoria	
Silaum silaus	
Succisa pratensis	
Recouvrement %	
Dérive trophique (taxons de prairies)	
Agrostis stolonifera	
Convolvulus sepium	
Dactylis glomerata	
Digitaria sanguinalis	
Eupatorium cannabinum	
Holcus lanatus	
Juncus articulatus	
Juncus effusus	
Juncus inflexus	
Lotus corniculatus	
Lycopus europaeus	
Lysimachia vulgaris	
Lythrum salicaria	
Mentha aquatica	
Plantago lanceolata	
Pulicaria dysenterica	
Rubus sp. Rumex spp.	
Stachys palustris	
Trifolium repens	
Recouvrement %	
6410-4 Exotiques envahissantes	
Bidens frondosa	
Dichanthelium acuminatum	
Paspalum distichum	
Campylopus introflexus	
Recouvrement %	
Fermeture	
Alnus glutinosus	
Asphodelus alba	
Betula pubescens	
Calluna vulgaris	
Centaurea sp.	
Erica tetralix	
Erica scoparia	
Euphorbia dulcis	
Frangula alnus	
Myrica gale	
Potentilla montana	
Pteridium aquilinum	
Rosa sp.	
Salix atrocinerea	
Stachys officinalis	
Succisa pratensis Ulex minor	
Recouvrement %	

6410-4 (suite)	
Assèchement (taxon des niveaux supérieurs dont 6210)	
Brachypodium rupestre	
Erica cinerea	
Bromopsis erecta	
[illegible]	
Seseli montanum	
Festuca lemanii	
Pilosella officinarum	
Carex caryophyllea	
Festuca marginata	
Himantoglossumhircinum	
Hippocrepis comosa	
Teucrium chamaedrys	
Cervaria rivini	
Ophrys scolopax	
Filipendula vulgaris	
Anacamptis pyramidalis	
Galatella linosyris	
Prunella laciniata	
Recouvrement %	
Autres espèces	

Figure 75 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 2/4

7 **GRILLE D'EVALUATION** *(champs obligatoires)*

Habitats	Intitulés des habitats
7230	Tourbières basses alcalines
6410-4	Pelouses hygrophiles paratourbeuses thermophiles subméditerranéennes

Paramètre	Critère	Indicateur	Modalité	Valeur	Bon (B)	Moyen (M)	Défavorable (D)	7230			6410		
Structures et fonctions	Typicité structurelle	Recouvrement de végétation	%		35-65	20-35 ou 65-80	< 20 ou > 80%	B	M	D			
					> 80	80 - 60	< 60				B	M	D
		Nombre de taxons de fermeture			< 4	4 - 6	> 6	B	M	D			
					< 4	4 - 8	> 8				B	M	D
		Recouvrement de taxons de fermeture			< 25	25 - 50	> 50	B	M	D	B	M	D
		Occupation de l'habitat dans la mosaique spatiale	%		> 70	50-70	> 50	B	M	D			
	Composition floristique	Nombre de taxons typiques	Quantité		> 4	3-4	< 3	B	M	D			
					> 6	6-4	< 4				B	M	D
		Recouvrement des EEE	%		0	0-20	> 20	B	M	D	B	M	D
		Nombre de taxons de dérive trophique			< 3	3 - 5	> 5	B	M	D	B	M	D
		Recouvrement des taxons de dérive trophique			< 10	10-30	> 30	B	M	D	B	M	D
		Nombre de taxons d'assèchement	Quantité		< 3	3 - 6	> 6	B	M	D	B	M	D
		Recouvrement des taxons d'assèchement	%		< 15	15-25	> 25	B	M	D	B	M	D
					Evaluation globale "Structures et fonctions"			**B**	**M**	**D**	**B**	**M**	**D**
Perspectives futures	Atteintes diffuses	Rejets de polluants	Présence		Oui	Non		B	M		B	M	
		Drainage, assèchement			Oui	Non		B	M		B	M	
		Fragmentation			Oui	Non		B	M		B	M	
		Plantation périphérique			Oui	Non		B	M		B	M	
		Autres :			Oui	Non		B	M		B	M	
	Atteintes lourdes	Piétinement et/ou traces d'engins (% de sol nu)	%		< 30	30 - 50	> 50	B	M	D			
					< 10	10 - 40	> 40				B	M	D
		Recouvrement de matériaux inertes			< 5	5 - 40	> 40	B	M	D	B	M	D
		Labour par les sangliers			< 25	25 - 50	> 50	B	M	D	B	M	D
		Extraction de tourbe			< 5	5 - 20	> 20	B	M	D	B	M	D
		Autres :						B	M	D	B	M	D
					Evaluation globale "Perspectives futures"			**B**	**M**	**D**	**B**	**M**	**D**
					Evaluation globale de l'état de conservation			**B**	**M**	**D**	**B**	**M**	**D**

Désaccord avec l'évaluation de l'état de conservation : justifications

Habitats	Mesures de gestion conservatoire opérées sur chaque habitat
7230	
6410	

Figure 76 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 3/4

8 **INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LA STATION** *(Champs optionnels)*

Si présence d'infrastructures, en préciser la nature : .....

Si présence d'amendement, fertilisation et/ou irrigation, en préciser la nature : .....

Si présence de piétinement, labour animaux sauvages et/ou traces d'engins, en préciser la nature : .....

Si présence de carrière et/ou de modification, en préciser la nature : .....

Si présence de matériaux inertes, en préciser la nature : .....

Dynamique générale de la station (fermeture et dérive trophique) : .....

.....

.....

Autres habitats d'intérêt communautaire répertoriés :

Appellation de l'HIC	Code de l'HIC	Surface occupée (m^2)	Appréciation de l'état de conservation

9 **GEOSYMPHYTOSOCIOLOGIE** *(Champ optionnel. Se référer à la typologie)*

Syntaxon (Association) / Habitat	Coefficient de forme	Coefficient de dominance	HIC

Figure 77 : Bordereau d'évaluation d'état de conservation des HIC : Bas marais alcalin et molinion 7230 – 6410-4 feuille 4/4

Protocole 2 : Suivi du bas –marais par quadrat permanents (CBNSA)

Objectif

Collecte de données ayant trait aux paramètres structure et fonction. Trois processus seront suivis au cours du temps via cette méthode : la dérive trophique, le degré de fermeture par les ligneux et l'assèchement.

Dispositif

Pour collecter la donnée floristique, le type de dispositif retenu est un quadrat 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).

Au sein de ce quadrat de 9 m² sont disposés 9 quadrats élémentaires (appelés également sous-quadrats) de 0,25 m de côté. Un relevé floristique exhaustif, en présence/absence, est réalisé à l'intérieur de chacun des 9 quadrats élémentaires. Un relevé complémentaire est ensuite réalisé, en présence/absence, pour les taxons non relevés à l'intérieur des 9 sous-quadrats, mais présents au sein du quadrat de 3 m x 3 m (schéma du dispositif ci-après).

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.

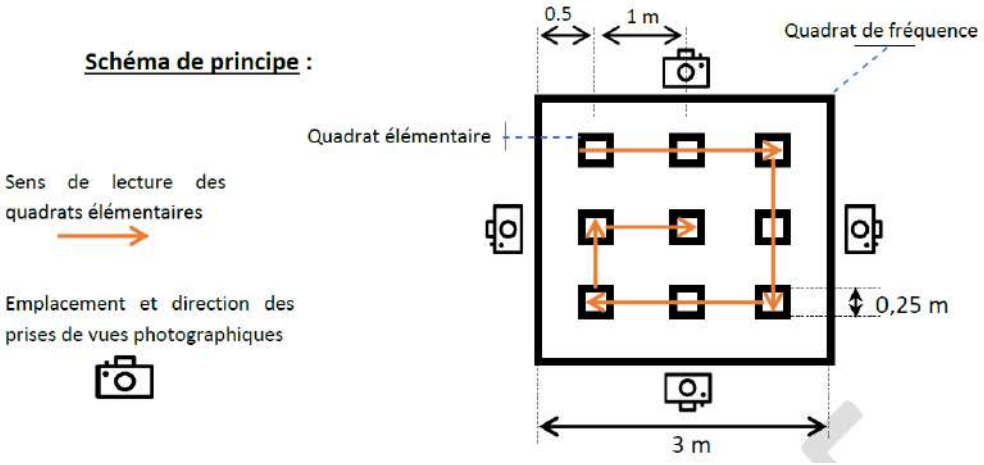


Figure 78 : schéma de principe de l'échantillonnage par petits quadrats (25x25 cm) (d'après CBNSA 2020)

À partir des observations floristiques réalisées, la fréquence de chaque taxon est calculée pour chaque dispositif et exprimée en pourcentage selon la formule suivante :

$$\frac{\text{Nb. Pres.}}{\text{Nb. Tot}} \times 100 = \text{fréquence de chaque taxon}$$

Nb pres = nombre de quadrats élémentaires où le taxon est présent (valeur de 1 à 9).
Nb tot = nombre total de quadrats élémentaires (9 par défaut).

Concernant les taxons considérés comme rares au sein du quadrat de fréquence, car observés seulement en dehors des quadrats élémentaires, une valeur de 0,5 leur est attribuée de façon arbitraire (soit une fréquence de 6 %).

Données récoltées

- *Métadonnées :* nom du site, date de lecture, identité du ou des observateurs, coordonnées GPS (WGS84), code du quadrat et code du sous-quadrat.

- *Hauteur de végétation :* hauteur de biomasse (et non pas hauteur maximale), mesurée avec précision (±5 cm en général).

- *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 afin d'appréhender leur pouvoir compétitif et leur colonisation.

N. B. 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.

- *Liste floristique des taxons :* 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 taxons non inclus 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 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.

Géoréférencement de la placette

Ces quadrats ont vocation à être suivis sur le long terme. Afin de relocaliser les quadrats, différentes règles et méthodes sont employées :

- Repérage au sol

Le bord supérieur du quadrat (première ligne de lecture) est orienté soit vers le haut du coteau (dans la direction de plus grande pente), soit vers le Nord en absence de pente.
Chaque quadrat est délimité par 4 piquets en robinier (de taille adaptée).

- Photographie

Afin de garder une trace visuelle du contexte paysager à chaque lecture, des prises de vue sont effectuées systématiquement de la façon suivante : 4 photographies en format paysage prises depuis chacun des côtés du quadrat en direction du centre, de façon à intégrer les sommets adjacents. Il est également nécessaire d'associer chaque photographie au côté du quadrat correspondant.

Matériel

Pour la mise en place et la lecture d'un quadrat, le matériel requis est le suivant :

- Pointe acier x 4 par quadrat (pour l'installation) ;
- Appareil GPS (GPS submétrique/tablette GPS) ;

- Corde non étirable de 17 m minimum (tour du quadrat + diagonale), marquée tous les 3 mètres (coin du quadrat) et au niveau des positions des sous-quadrats (pour un côté : 0,5 m, 1 m, 1 m) ;
- Sous-quadrats en carton, plastique ou bois (25 cm de côté) ;
- Boussole ;
- Tablette tactile et bordereaux de suivi ;
- Appareil photo ;
- Fiche terrain (Figure 79 ; Figure 80 ; Figure 81 ; Figure 82).

Conservatoire Botanique National
SUD-ATLANTIQUE

FICHE DE SUIVI DES BAS-MARAIS DE NOUVELLE-AQUITAINE

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 (OBV) : **www.ofsa.fr**

IDENTIFIANT RELEVE (champs obligatoires)

Observateur(s) (Organisme(s)) : .....

Date : ...../...../.....

Code Quadrat : ....

Temps passé : .....

LOCALISATION DU SITE (champs obligatoires)

Département : .....

Commune : .....

Lieu-dit : .....

Nom du site : .....

INFORMATIONS GENERALES SUR LE SITE

Code site : .....

Propriétaire : .....

Gestionnaire : .....

Précisions géographiques : .....

.....

.....

Zonages règlementaires : .....

.....

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 :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Figure 79 : Fiche de suivi des bas-marais 1/4

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						

Quadrat Paysager :	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						

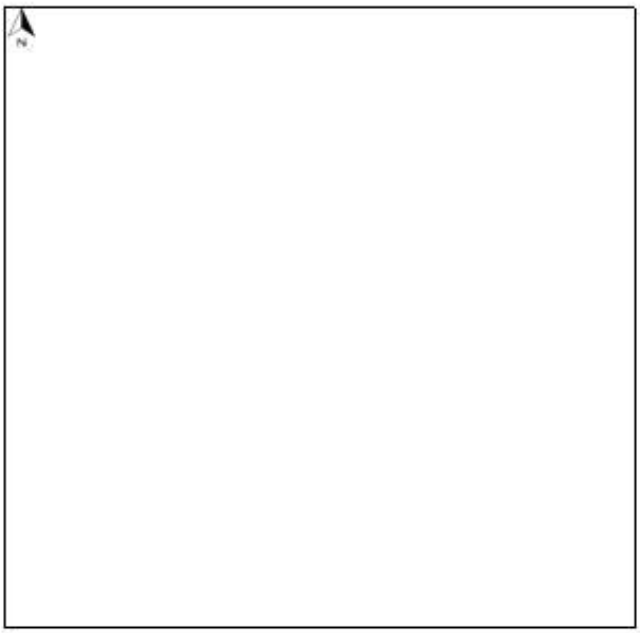
Releve floristique complementaire

Taxon	Freq	Taxon	Freq	Taxon	Freq

Figure 80 : Fiche de suivi des bas-marais 2/4

RELEVE PAYSAGER

Code groupement	Communauté végétale	Code relevé phytocoenologique	Surface occupée (%)	Indice d'agrégation
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



Code polygone	Code groupement et proportion (%)			
Exemple : A	*1*	*30%*	*2*	*70%*
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				

Figure 81 : Fiche de suivi des bas-marais 3/4

QUADRAT DE FREQUENCE

Code quadrat	
Communauté végétale dominante	
Sol nu (%)	
Litière (%)	
Recouvrement bryophytique (%)	
Recouvrement lichénique (%)	
Recouvrement ponctuel sociales (%)	

Strate thérophytique :	Recouvrement (%)		
	Hauteur moyenne (cm)		
Strate herbacée vivace :	Recouvrement (%)		
	Hauteur moyenne (cm)		
Strate chaméphytique et fourré bas (<1m) :	Recouvrement (%)		
	Hauteur moyenne (cm)		
Strate fourré (>1m) :	Recouvrement (%)		
	Hauteur moyenne (cm)		

Code Prélèvement	Nb Taxon	Numéro sous-quadrats 1	2	3	4	5	6	7	8	9	HR	
	1											1
	2											2
	3											3
	4											4
	5											5
	6											6
	7											7
	8											8
	9											9
	10											10
	11											11
	12											12
	13											13
	14											14
	15											15
	16											16
	17											17
	18											18
	19											19
	20											20
	21											21
	22											22
	23											23
	24											24
	25											25
	26											26
	27											27
	28											28
	29											29
	30											30
	31											31
	32											32
	33											33
	34											34
	35											35
	36											36
	37											37
	38											38
	39											39
	40											40
	41											41
	42											42
	43											43
	44											44
	45											45
	46											46
	47											47
	48											48
	49											49
	50											50

Figure 82 : Fiche de suivi des bas-marais 4/4

4.7. Conditions de réalisation technique et règlementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole, correspondant à la période optimale d'expression de l'habitat (juillet).
Bonnes compétences en botanique et SIG obligatoires.
Aucune autorisation nécessaire.

4.8. Méthode(s) de traitement des données

4.8.1. *Cartographies*

Éliminiation des erreurs de saisie SIG et production des cartes de répartition des habitats ciblés avec analyse des données initiales ou de référence avec celles observées.

4.8.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Protocole bas marais
Attente méthode analyse CBNSA post terrain 2021

4.9. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien d'une composition et structure floristique caractéristique du bas marais.

Indicateur d'état
Composition et structure de la végétation (Grille de lecture CBNSA GEREPI)

Métriques
Nb d'espèces, recouvrement spécifique, hauteur de végétation…

Grille de lecture et seuils
Attention : l'interprétation doit se faire en synergie avec le spiranthe d'été
Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Altération significative de la structure et composition des habitats ciblés (au regard de l'état initial) ;
- 1 : Altération significative de la structure ou composition de deux habitats ciblés (au regard de l'état initial) ;
- 2 : Alération légère de la structure ou composition des deux habitats ciblés ou altération significative de la structure ou composition d'un des habitats ciblés (au regard de l'état initial) ;
- 3 : Alération légère de la structure ou composition de l'habitat ciblé (au regard de l'état initial) ;
- 4 : Maintien de la structure ou composition des habitats ciblés
  5 : Amélioration de la structure et composition de l'habitat ciblé.

4.10. Programmation

PÉRIODICITÉ et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	**2021**	2022	2023	2024	**2025**	2026	**2027**	J	F	M	A	M	J	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	2,5 j/an																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions																				

4.11. Durée et coût

Récolte des données de terrain

1,5 heure/quadrat (1 quadrat) et 2 heures/évaluation soit 1 jour pour les bas marais

Traitement des données

1,5 jours

Matériel

+/- 300 € (*piquets, tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD, consommables...*)

4.12. Personnes/Organismes ressources

Patrick Gatignol (SBCO), Romain Bissot (CBNSA), Frédéric Fy (CBNSA), Anthony Le Fouler (CBNSA).

V. Suivi phytosociologique - Milieux « terrestres » (les landes) [CS 04.3]

Attente Partenariat CBNSA

5.1. Contexte général et connaissance existantes

La végétation est le reflet des conditions du milieu, terrestre comme aquatique. La connaissance des habitats, milieux de vie de la flore, la faune et la fonge, est à la base de la conservation de la diversité biologique. Leur cartographie est réalisée à de large pas de temps et implique, de manière complémentaire, une évaluation plus fine de l'évolution des habitats représentant une responsabilité de conservation pour la réserve, ainsi qu'une série de mosaïque d'habitats représentatifs.

Ici ce suivi précis de la composition physociologique sur de petites surface (1 ha) des complexes de lande et habitats associés permettra plus régulièrement d'observer les impacts des modes de gestion et plus largement des changement globaux au sein de ces quadrats.

5.2. Objectif(s)

Le principal objectif est de :

- Suivre la mosaïque d'habitats terrestres, en lien avec les modes de gestion.

5.3. Localisation

Les 9 quadrats sentinels sont répartis dans les landes sentinelles, selon les modes de gestion : 2 quadrats en secteurs pâturés, fauché et non entrenus, et 3 en secteurs brûlés (Figure 232, Figure 233, Figure 234, Figure 235, Figure 236, Figure 237, Figure 238, Figure 239, Figure 240).

5.4. Éléments à récolter

Structure et composition de la végétation (relevés phytosociologiques).
Répartition et surface des habitats (cartographie).

5.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Cartographie à l'association végétale / Partenariat CBNSA ou autre nécessaire A réaliser

5.6. Conditions de réalisation technique et règlementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole, coorepondant à la période optimale d'expression de l'habitat (juillet).
Bonnes compétences en botanique et SIG obligatoires.
Aucune autorisation nécessaire.

5.7. Méthode(s) de traitement des données

5.7.1. *Cartographies*

Éliminiation des erreurs de saisie SIG et production des cartes de répartition des habitats ciblés avec analyse des données observées avec celles initiales.

5.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

A faire

5.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien structure et répartition des habitats de la mosaïque des landes.

Indicateur d'état
Composition et structure de la végétation (Grille de lecture CBNSA GEREPI)

Métriques
Nb d'espèces, recouvrement spécifique, hauteur de végétation…

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

A construire avec le CBNSA

5.9. Programmation

PÉRIODICITÉ et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	**2021**	2022	2023	2024	**2025**	2026	**2027**	J	F	M	A	M	J	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions																

5.10. Durée et coût

Récolte des données de terrain
Quadrats sentinels

Traitement des données
Quadrats sentinels

Matériel
+/- 500 € (*piquets, tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD, consommables...*)

5.11. Personnes/Organismes ressources

Patrick Gatignol (SBCO), Romain Bissot (CBNSA), Anthony Le Fouler (CBNSA).

VI. Suivi des populations d'azuré des Mouillères [CS 05.1]

Cette fiche est en attente d'un nouveau protocole mis à jour en partenariat avec Cistude Nature (2023)

6.1. Contexte général et connaissances existantes

L'azuré des Mouillères est l'une des quatre espèces à responsabilité de conservation majeure pour la réserve. Les landes du Pinail constituent la dernière station de l'ex-région Poitou-Charentes pour cette espèce de papillon menacé de disparition. Cette espèce, au-delà de sa rareté et de sa patrimonialité, est aussi une des espèces indicatrices des impacts du changement climatique mis en relief dans le cadre du programme « sentinelles du climat » (Mallard 2016). En effet, les traits de vie particuliers de cette espèce à symbiose tripartite la rendent vulnérable en cas de désynchronisation de la phénologie avec son unique plante hôte, la gentiane pneumonathe (Cormont et al. 2013), ou encore avec l'une des 3 ou 4 espèces de fourmis hôte (ex. *Myrmica* spp.).

La population de *Phengaris alcon* est répartie sur l'ensemble du site N2000 Landes du Pinail et tout particulièrement au niveau des pare-feu et layons forestiers. Il a colonisé la réserve suite au brûlage dirigé des secteurs E et I2 en 2010 ayant donné lieu au développement de plusieurs 100aines de pieds de gentiane. Dans la poursuite, une gestion spécifique a été mise en place pour favoriser son développement (*fauche-export biennale*) ainsi qu'un suivi. Un comptage est ainsi réalisé annuellement au niveau des prairies/landes humides de ces 2 secteurs et ont mis en évidence une augmentation du nombre de pontes du papillon qui colonise par ailleurs le Nord de la réserve. Enfin, une étude d'évaluation d'état de conservation globale de la population a été réalisée de 2016 à 2018 (GEREPI, *PRA Maculinea*) et a permis d'estimer un effectif total minimum de 754 ± 28 individus représentant environ 377 couples.

6.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de la population d'azuré des Mouillères ;
- Évaluer l'impact des modes de gestion sur la symbiose tripartite de l'azuré des Mouillères

Hypothèse de départ :

- Le maintien de l'ouverture des milieux favorise la population de *Phengaris alcon* dépendante de sa plante et fourmi hôte, *Gentiana pneumonanthe* et *Myrmica sp* (lien impact des modes de gestion) ;
- La floraison de *Gentiana pneumonanthe* et l'émergence de *Maculinea alcon* sont influencées par le climat dont l'évolution peut notamment conduire à une désynchronisation phénologique et/ou une altération du succès de reproduction (lien impact du changement climatique).

6.3. Éléments à récolter

Nombre d'œufs de Phengaris alcon et nombre de gentianes (hampe, fleur).

6.4. Localisation

Le suivi sera réalisé sur les 3 quadrats de 10 m x 10 m (pâturage, secteur E, bande des Quatre vents) (voir Figure 83 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire AbruE, Figure 84 et Figure 85 dans le protocole CS 05.2).

6.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Il est utilisé les placettes de 100 m² (10x10 m) (quadrat) comme proposés dans l'analyse Mallard *et al.* 2016 issu du protocole de Van Dyck (Van Dyck and Regniers 2010) en conditions de différentes (gestion), comptage de gentianes (hampes fleuries, nombre de fleurs) et d'œufs de *Phengaris alcon*

Ce protocole sera réalisé **1 seule fois** dernière semaine d'août (plus tôt selon météo et phénologie) ou première semaine de septembre, en tout état de cause après la fin de la saison de reproduction des imagos. Juste à la fin de la reproduction, car par la suite le nombre d'œufs chute rapidement.
Les données recueillies nous indiquent que le nombre d'œufs peut évoluer très vite tant qu'il y a des individus volants.

6.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Phengaris alcon est une espèce protégée, il est donc nécessaire de disposer d'autorisation de dérangement.

6.7. Traitement(s) des données

6.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Comparaison interannuelle des effectifs d'œufs d'Azuré et de gentianes.

6.7.2. *Renseignement de l'indicateur d'état*

État souhaité
Bon état de conservation de *Phengaris alcon* (maintien à augmentation de la population).

Indicateur d'état
Occurrence et répartition de la population.

Métriques

Effectif de son espèce végétale hôte (hampe, fleur) ; effectifs des propagules de l'espèce (œufs).

Grille de lecture et seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de plus 66 % des gentianes ou de son occurrence et/ou de 66 % de l'occurrence du papillon (œufs présents sur la station)
- 1 : Baisse de l'effectif de la gentiane de 36 à 65 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 36 à 65 %
- 2 : Baisse de l'effectif de la gentiane 21 à 35 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 11 à 35 %
- 3 : Baisse de l'effectif de la gentiane de 11 à 20 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 5 à 10 %
- 4 : Maintien des effectifs de la gentiane
- 5 : Augmentation des effectifs de la gentiane ou de l'occurrence du papillon

6.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	**2021**	2022	**2023**	2024	**2025**	2026	**2027**	J	F	M	A	M	J	J	**A**	**S**	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	2,5 j tous les 2 ans																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions																				

6.9. Durée et coût

Récolte des données de terrain

0.5 jour/quadrat (3 quadrats) soit 1.5 jours

Traitement des données

1 jour

Matériel

+/- 100 € (*tablette numérique de terrain, matériel météo, marquage quadrat, batterie, ortho photo HD...*)

6.10. Personnes/Organismes ressources

Cistude Nature (Programme Sentinelles du climat), Deux-Sèvres Nature Environnement (DSNE) (coordinateur Plan régional d'action lépidoptères), Poitou-Charentes Nature (PCN), Samuel Ducept.

VII. Suivi phénologique de l'azuré des Mouillères [CS 05.2]

7.1. Contexte général et connaissances existantes

L'azuré des Mouillères est l'une des quatre espèces à responsabilité de conservation majeure pour la réserve. Les landes du Pinail constituent la dernière station de l'ex-région Poitou-Charentes pour cette espèce de papillon menacé de disparition. Cette espèce, au-delà de sa rareté et de sa patrimonialité, est aussi une des espèces indicatrices des impacts du changement climatique mis en relief dans le cadre du programme « sentinelles du climat » (Mallard 2016). En effet, les traits de vie particuliers de cette espèce à symbiose tripartite la rendent vulnérable en cas de désynchronisation de la phénologie avec son unique plante hôte, la gentiane pneumonathe (Cormont et al. 2013), ou encore avec l'une des 3 ou 4 espèces de fourmis hôte (ex. *Myrmica* spp.).

La population de *Phengaris alcon* est répartie sur l'ensemble du site N2000 Landes du Pinail et tout particulièrement au niveau des pare-feu et layons forestiers. Il a colonisé la réserve suite au brûlage dirigé des secteurs E et I2 en 2010 ayant donné lieu au développement de plusieurs 100aines de pieds de gentiane. Dans la poursuite, une gestion spécifique a été mise en place pour favoriser son développement (*fauche-export biennale*) ainsi qu'un suivi. Un comptage est ainsi réalisé annuellement au niveau des prairies/landes humides de ces 2 secteurs et ont mis en évidence une augmentation du nombre de pontes du papillon qui colonise par ailleurs le Nord de la réserve. Enfin, une étude d'évaluation d'état de conservation globale de la population a été réalisée de 2016 à 2018 (GEREPI, *PRA Maculinea*) et a permis d'estimer un effectif total minimum de 754 ± 28 individus représentant environ 377 couples.

7.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de la population d'azuré des Mouillères ;
- Évaluer les impacts du changement climatique (phénologie, physiologie, répartition) dans la symbiose entre *Gentiana pneumonanthe* et *Phengaris alcon* (décalages phénologiques, vitalité des populations...) ;
- Évaluer l'impact des modes de gestion sur la symbiose tripartite de l'azuré des Mouillères

Hypothèse de départ :

- Le maintien de l'ouverture des milieux favorise la population de *Phengaris alcon* dépendante de sa plante et fourmi hôte, *Gentiana pneumonanthe* et *Myrmica sp* (lien impact des modes de gestion) ;
- La floraison de *Gentiana pneumonanthe* et l'émergence de *Maculinea alcon* sont influencées par le climat dont l'évolution peut notamment conduire à une désynchronisation phénologique et/ou une altération du succès de reproduction (lien impact du changement climatique).

7.3. Éléments à récolter

Espèce cible, azuré des Mouillères : nombre et position des œufs et nombre d'imagos.
Plante hôte, gentiane pneumonanthe : nombre de pieds, de hampes florales, de fleurs et état phénologique (bouton, fleur épanouie, fleur fanée, fructification).
Fourmis hôte, Myrmica ssp. : Présence/absence.
Cortège de papillons : Nombre d'espèces et effectif d'imagos.

7.4. Localisation

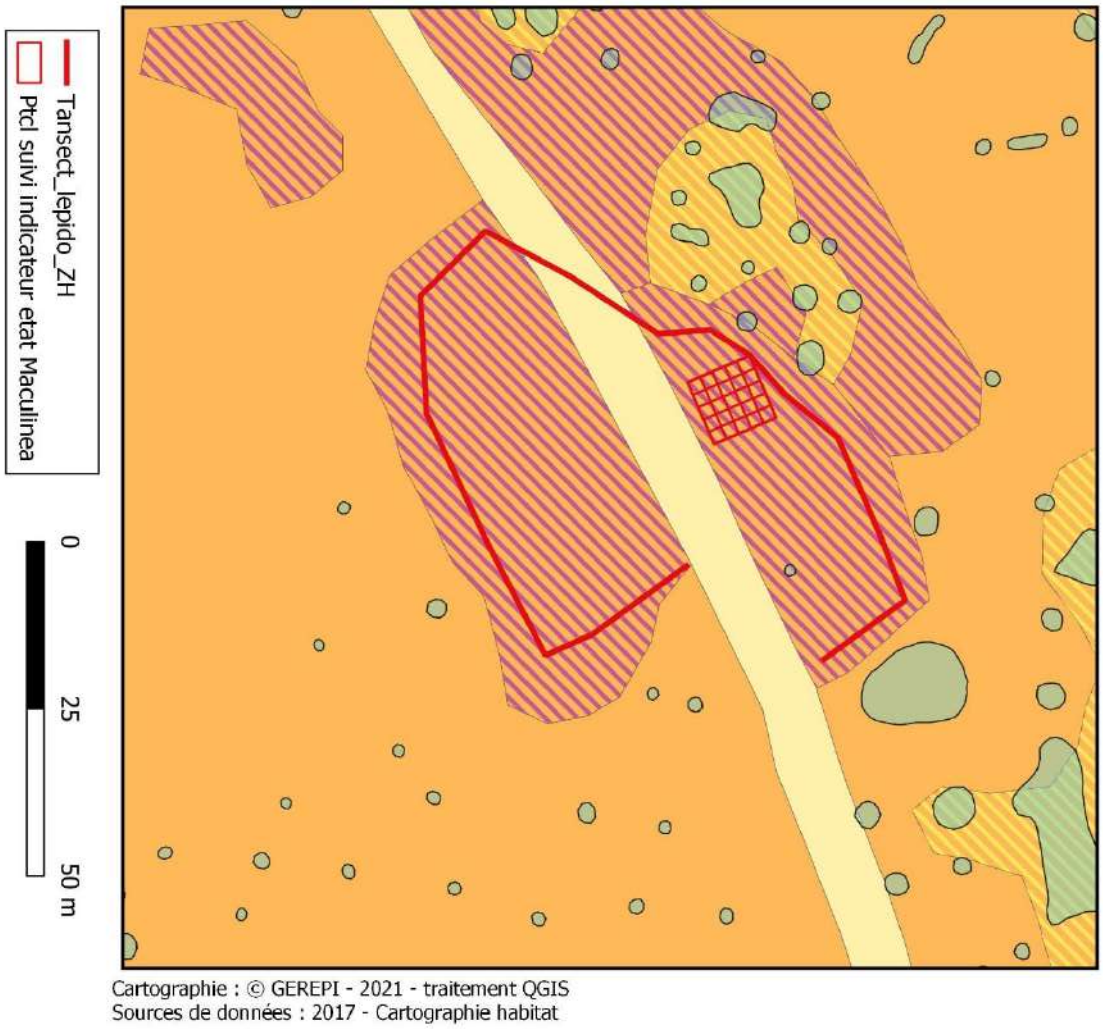


Figure 83 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire AbruE

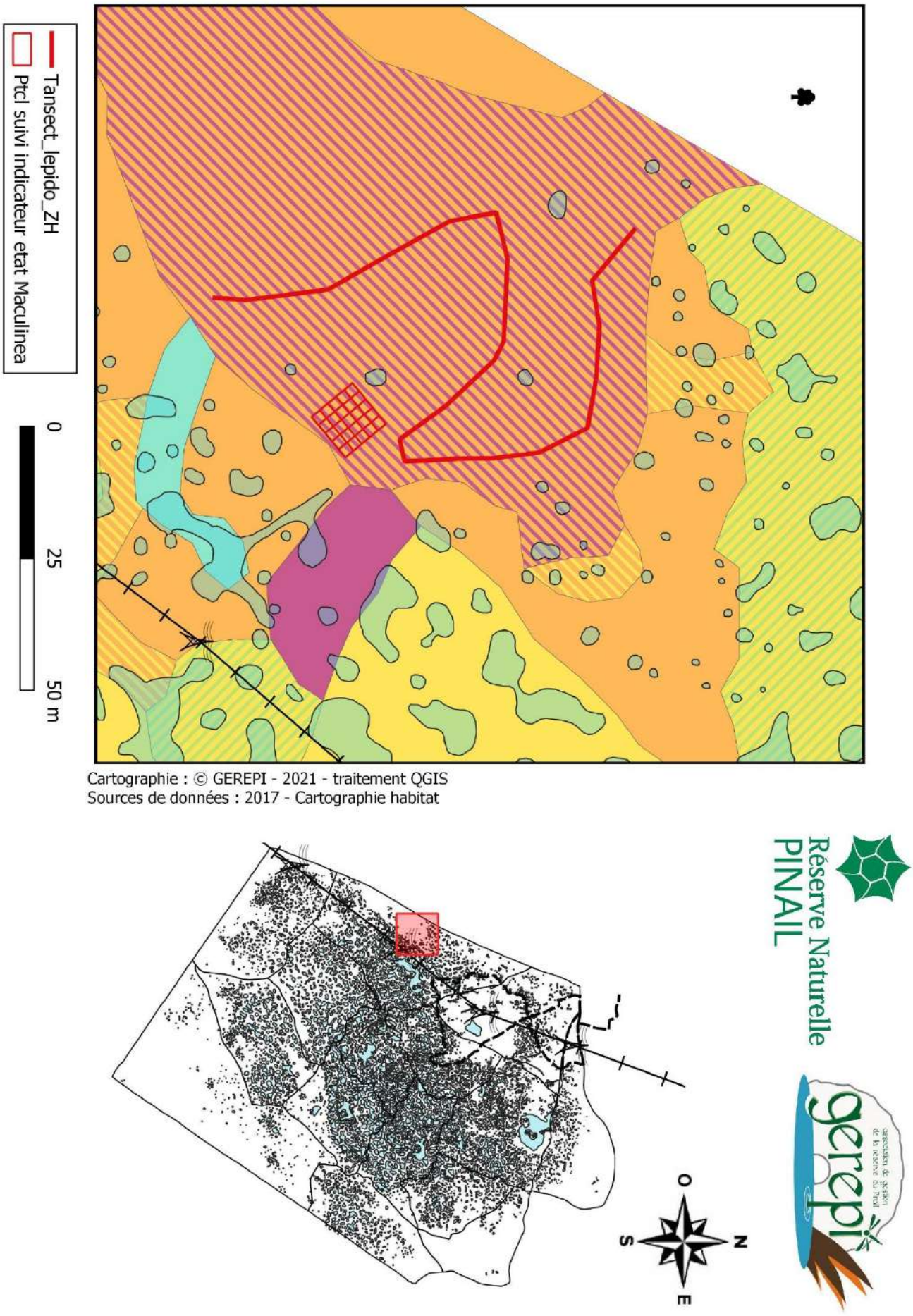


Figure 84 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire AfauBV4

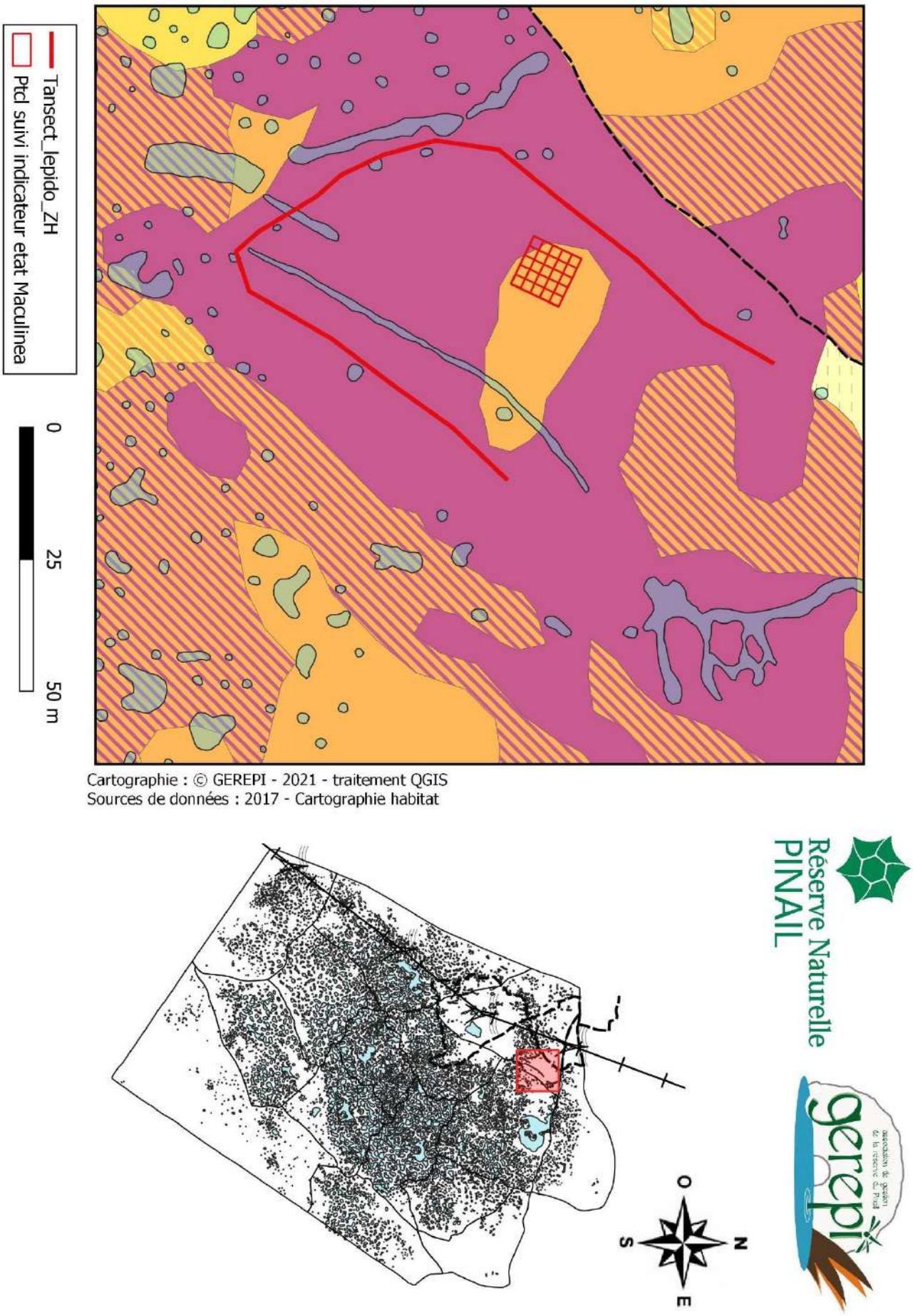


Figure 85 : Localisation des sites de suivi Phengaris alcon/gentianes et lépidoptères des landes humides aire Apat

7.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Suivi biennal de la phénologie de *Gentiana pneumonanthe* et *Phengaris alcon*, et des communautés associées de papillons et fourmis

Ce travail est réalisé en partenariat avec Cistude Nature et le programme sentinnelles du climat (Mallard et al. 2017).

Les suivis hebdomadaires seront étalés sur les 7 semaines du pic phénologique de *Gentiana* (floraison) et de *Phengaris* (vol). Deux passages complémentaires seront assurés pour être certains d'encadrer l'ensemble de la phénologie des espèces. Le passage précoce aura lieu fin juin, et le passage tardif, la deuxième semaine de septembre.

Figure 86 : Représentation de l'obtention des données au niveau régional (PCN, 2017)

N. B. La figure ci-dessus présente les données obtenues en ex-région Poitou-Charentes, au vu de la répartition des données il est possible que la première semaine de septembre soit à exclure et que les données correspondent plutôt **à des comptages d'œufs** que des imagos.

Sous-protocole 1

Suivi de *Gentiana pnemonanthes*
et des œufs de *Phengaris alcon alcon*

Méthode utilisée : 3 quadrats permanents de 10x10m (Figure 83, Figure 84 et Figure 85) seront suivis tous les deux ans.

Fréquence de suivis : 1 passage par semaine, **si possible le même jour de la semaine**. **Important :** bien faire attention de faire les suivis **aux mêmes dates d'une année à l'autre (jusqu'à 1 à 3 jours de décalage)** afin de pouvoir comparer les données lors des analyses.

Début des suivis : une semaine avant la date de première floraison de *G. pneumonanthe* connue sur le site ou la semaine avant l'émergence des premiers imagos de *P. alcon* si

antérieure. Les dates définies en début de protocole (fin juin) couvriront cette période (première floraison connue le 27 juillet 2020). **Le premier passage devra avoir lieu semaine 27 (début juillet).**

Conditions météorologiques requises : ce suivi ne nécessite pas de conditions météorologiques spécifiques.

Figure 87 : Travail au sein des sous-quadrats de 2x2 m (issu de Mallard et al. 2017)

Méthode de relevés : chaque quadrat de 100 m² est divisé en 25 quadrats de 4 m² (Figure 87, Figure 88) qui sont numérotés de 1 à 25. Garder la même numérotation des quadrats d'un suivi à l'autre. Dans chaque quadrat de 4 m², les éléments suivants sont notés sur la fiche de relevés présentée ci-après :

- Au sein du quadrat de 10x10, numéroter chaque hampe florale avec un identifiant unique du n°1 au n°X

- Numéroter chaque pied de gentiane comptabilisé au sein du quadrat de 4 m² (du n° 1 au n° x) : reprendre la numérotation à 1 lorsqu'on change de quadrat de 4 m².

- Pour les quadrats de 4 m² où aucun pied de gentiane n'a été observé : indiquer le numéro du quadrat de 4 m² et indiquer qu'aucun pied n'a été observé. Pour la saisie des données, se reporter au fichier Excel transmis.

- 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 4 m².

- Pour chaque hampe numérotée, noter les éléments suivants (Figure 87, Figure 88) :

  - 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.

Important : toutes les numérotations sont données de haut en bas et de droite à gauche pour les quadrats, les pieds et les hampes. Le côté haut est celui qui est orienté le plus au nord.

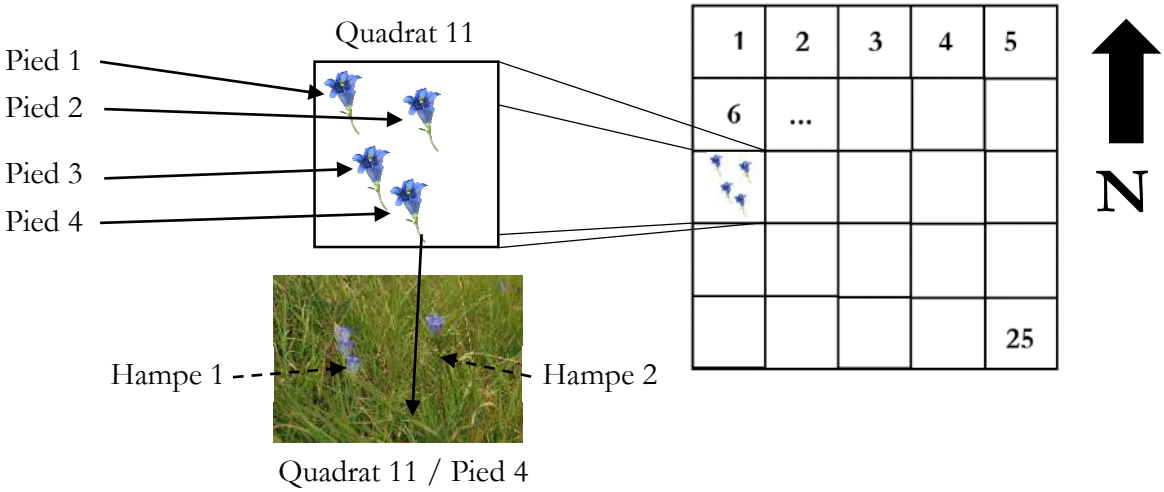


Figure 88 : Méthode de comptage et référencement des pieds de gentiane et œufs de Phengaris alcon alcon © Y. Sellier

Fiche relevé - protocole suivi *Gentiana pneumonanthe* et *Phengaris alcon alcon*

Nom du site : ……………………………………… Commune (département) : ……………………………… N° quadrat 10x10 : ………………………………

Structure : ……………………………………… Observateur(s) : ……………………………… Date : ………/………/………

N° quadrat 2x2	N° pied Gentiane	N° hampe florale gentiane	Nb bourgeons /hampe	Nb fleurs épanouies /hampe	Nb fruits/hampe	Nb œufs/fleurs (épanouies + bourgeons)	Nb œufs/tiges	Nb œufs/feuilles	Remarque

Figure 89 : Fiche de relevé protocole gentaine et oeuf Phengaris alcon alcon 1/2 (d'après Mallard et al. 2017)

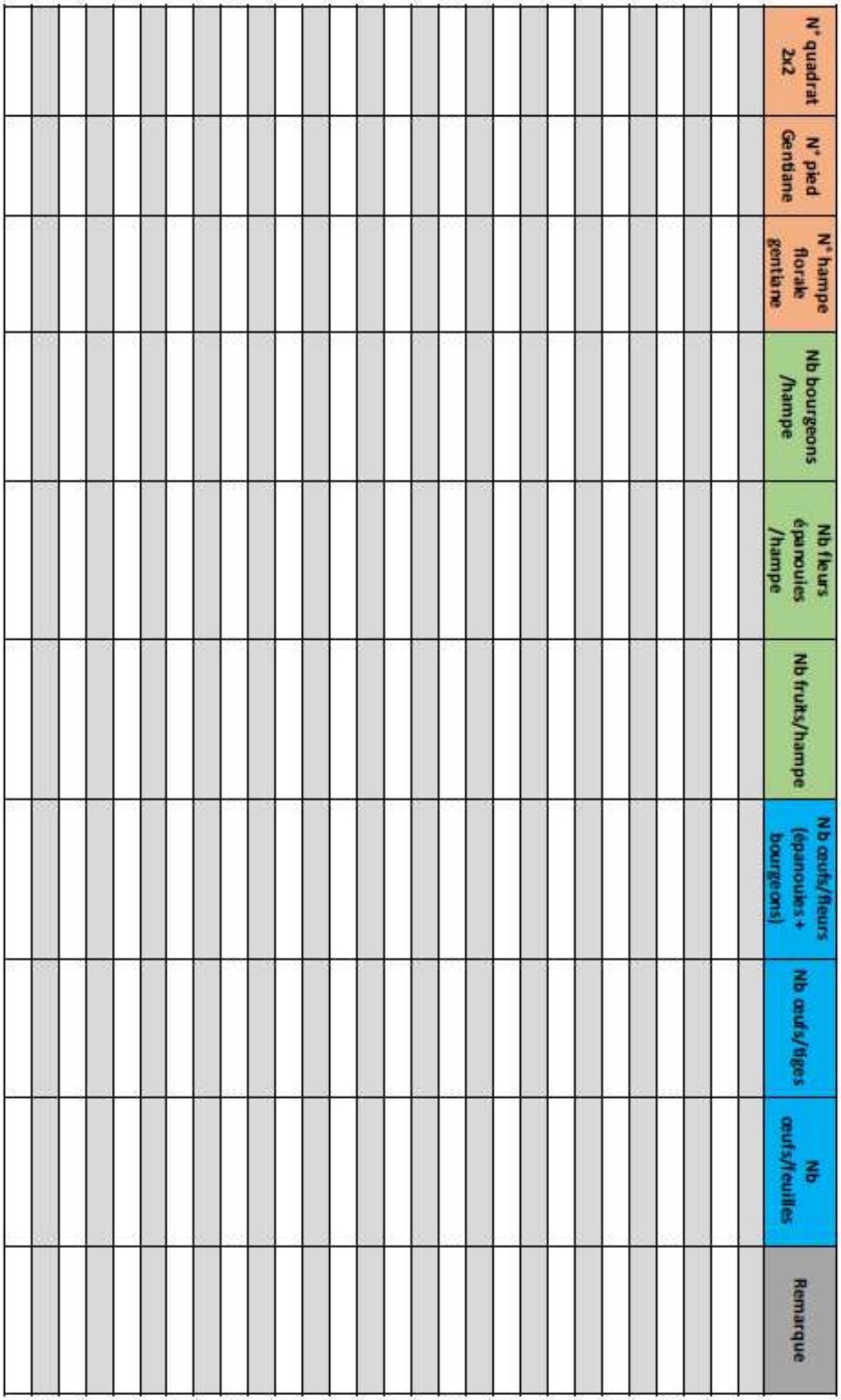


Figure 90 : Fiche de relevé protocole gentaine et oeuf Phengaris alcon alcon 2/2 (d'après Mallard et al. 2017)

Sous-protocole 2

Suivi des papillons des landes humides, dont *Phengaris alcon alcon*

Pour la détection et le comptage des imagos de *Phengaris alcon*, le protocole suivi s'appuiera sur la méthodologie du protocole de suivi des rhopalocères proposé par RNF (Langlois and Gilg 2007) lui-même issu de (Moore 1975) et (Manil and Henry 2007) et condition de distance du transect issu du protocole sentinelles du climat (Mallard et al. 2017). Le suivi est mis en place sur les transects de landes à gentianes définis par le protocole (Figure 83, Figure 84 et Figure 85).

Condition de réalisation

Le transect doit être parcouru entre 10 et 17 heures dans les conditions météorologiques suivantes :

- Présence d'une couverture nuageuse d'au maximum 75 % et sans pluie.
- Vent inférieur à 30 km/h (inférieur à 5 sur l'échelle de Beauforts ; indicateurs : les petites branches se plient, les poussières s'envolent), sauf dans les régions habituellement très venteuses (ex. bords de mer, basse vallée du Rhône) où cette limite est portée à 50 km/h, soit 6 Beauforts (on entend siffler le vent).
- Température d'au moins 13 °C si le temps est ensoleillé ou faiblement nuageux (soleil ou quelques nuages) ou d'au moins 17 °C si le temps est nuageux (10 à 50 % de couverture).

Pour juger de manière factuelle de ses éléments et bancariser des données brutes plus fiables, l'observateur sera équipé de matériel de relevé thermique, vent et hygrométrie (Figure 92). Si la météo se dégrade en cours de la prospection (sortant des critères susdécrits), les comptages seront interrompus jusqu'au retour d'une météo favorable. Si les conditions se détériorent durablement le suivi devra être recommencé (transect entier).

Réalisation du comptage :

Les comptages s'appliquent exclusivement sur les imagos. Seuls sont comptés les papillons présents sur une distance de 2,5 m de part et d'autre de l'observateur (soit une largeur de 5 m), et dans les 5 m devant l'observateur (en aucun cas derrière l'observateur). L'observateur est libre de se déplacer à l'intérieur de la bande des 5 m uniquement pour capturer un individu (Figure 91). **L'observateur se considérera comme étant à la limite postérieure d'une boîte virtuelle de 5 m de côté avançant avec lui,** dans le but de standardiser la distance à laquelle les papillons seront comptés.

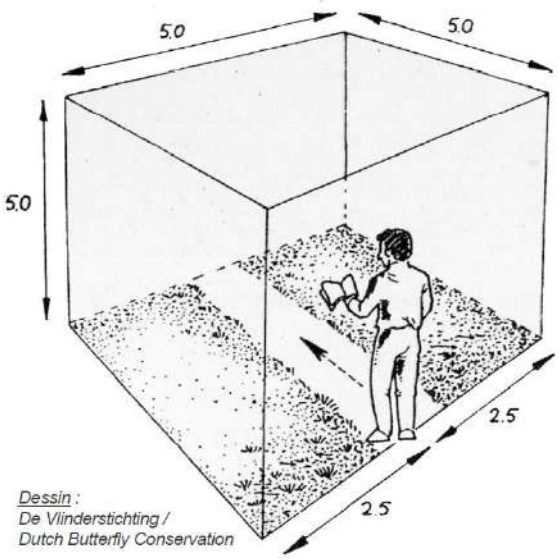


Figure 91 : Schéma de la réalisation de comptage rhopalocères (Langlois & Gilg, 2007)

Chaque transect de 200 m sera parcouru en 10 minutes (± 1 minute) et tous les rhopalocères identifiables à distance (séparément ou par groupes d'espèces [groupes complexes]) seront comptés.

Il est nécessaire de disposer d'un filet et de jumelle, ainsi que d'une pochette ou une boîte en plastique pour faciliter l'identification. L'observateur devra parfois courir après un individu pour le capturer. Dans ce cas, le transect est interrompu le temps de la détermination (qui doit être réduit au minimum) et repris à l'endroit précis de son interruption. Disposer d'un dictaphone peut être un avantage en période de gros effectifs, sinon la fiche terrain est présentée ci-après (Figure 93).

Deux classes de distances seront retenues : « dans » et « hors de la boîte ». Les comptages dans la boîte sont standardisés et donc comparables entre sites et au cours du temps. Les espèces de papillons observées uniquement en dehors de la boîte ne seront pas comptées (hors de cette limite, les comptages sont plus subjectifs, moins fiables et peu reproductibles), mais leur présence indiquée par l'inscription d'un P (pour présent), pour signaler leur présence sur ce site, mais sans qu'il soit possible d'en apprécier l'abondance.
Dans le cas d'individus isolés d'**espèces non identifiées « dans la boîte »**, il vaut mieux arrêter le décompte du temps pour le transect, capturer l'exemplaire et l'identifier. Ensuite seulement, il faut reprendre le décompte du temps et le comptage des papillons sur ce transect. Les espèces non identifiées « hors de la boîte » ne seront pas comptées.
Dans le cas de **forte abondance d'espèces non-identifiables** (cf. groupes d'espèces dans la liste), il faut les compter au niveau du groupe d'espèces et finir le transect. À la fin du transect, nous encourageons les observateurs à revenir capturer un échantillon d'individus, et identifier le pourcentage de chaque espèce en mélange. À partir de ces pourcentages, les comptages des individus non-identifiés sont redistribués entre les différentes espèces identifiées.

Nombre de suivis :

Pour avoir une bonne estimation de la répartition temporelle de la phénologie de *Phengaris alcon*, il est proposé de passer :

- Une fois par mois en mai et juin (données STERF) (visites espacées d'au moins 15 jours)
- Les 7 semaines consécutives de pic phénologique de l'espèce détectée dans les bases de données régionales (ex Poitou-Charentes) (Poitou-Charentes-Nature 2017) de début juillet à la première semaine de septembre.

Figure 92 : Exemple d'appareil mesurant la température, la vitesse du vent et l'hygrométrie utilisé dans le cadre de ce protocole

Fiche relevés Lépidoptères

Nom Observateur :

Structure :
Date :
Type d'habitat :
Dénomination du site :

Transect n°	1	2	3
Altitude moyenne (m)			
Heure début			
Heure de fin			
Temps de pause			
Température (°C)			
Humidité %			
Vent (Km/h)			
Direction du vent			
Couverture nuageuse (%)			

Remarque :

Transect n°	1	2	3
Espèces de lépidoptères			

Figure 93 : Fiche de terrain suivi rhopalocère suivi Phengaris (Mallard et al. modifié Y. Sellier)

Sous-protocole 3

Suivi des communautés de fourmis, dont les espèces hôtes de *Phengaris alcon alcon*

Pour évaluer la présence et l'importance des *Myrmica* au sein des communautés de fourmis le protocole du PNA a été utilisé (Kaufmann et al. 2014). Il est toutefois rappelé ici la méthodologie, et l'application qu'il en est fait spécifiquement dans le cadre de notre protocole.

Objectif : caractérisation des habitats favorables à *Phengaris alcon* et probabilité des chenilles d'arrivée à maturité (papillon).

Méthode utilisée :

- Les appâts sont préparés sur des plateaux à l'abri du vent. Ce sont des cartons carrés de bristol de 3 cm de côté, sur lesquels sont déposés un morceau de rillettes de saumon et une goutte de miel de manière non contigu (Figure 94 : Piège à fourmis appâté. Ici *Myrmica scabrinodis* © Y. Sellier).
- Les tubes prévus pour récupérer les fourmis sont remplis avec environ 1 cm d'alcool à 70° et sont numérotés (étiquette à l'intérieur du tube ou scotchée à l'extérieur du tube). Prévoir 2 tubes pour chaque appât.
- Les appâts sont posés au centre de chaque sous-quadrat de 4 m² (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il faut que les appâts soient bien à plat, avec un maximum de leur surface en contact avec le sol. En cas de végétation très dense, il est parfois nécessaire de dégager celle-ci juste sous l'appât. On dépose les deux tubes, pour recueillir les fourmis lors des relevés. L'heure de dépôt du premier appât doit être notée. Les flacons sont notés identifiés avec une étiquette (impression laser ou écrit au crayon de papier) glissée à l'intérieur du flacon comprenant le numéro de quadrat de sous-quadrat et le numéro de passage avec la nomenclature suivante (exemple) :
    - QESSQ12A : Quadrat du secteur Écrevisse (QE) sous-quadrat 12 (SSQ12) premier relevé (A)
    - QQSSQ3B : Quadrat du secteur Quatre vents (QQ) sous-quadrat 3 (SSQ3) deuxième relevé (B)
- Le premier relevé se fait 30 min après la pose du premier appât. À l'aide de l'aspirateur à bouche, aspirer les fourmis présentes sur l'appât (inutile d'en prendre plus de 20 d'une même forme et d'une même couleur), sous l'appât, ainsi que les fourmis de forme et de couleur différentes dans un rayon de 10 cm autour de l'appât sont récoltées. Les fourmis sont placées dans le tube destiné à accueillir les fourmis du 1er relevé. L'appât est replacé avant de passer à l'appât suivant.
- Le second relevé commence 1 h après le début du premier relevé (soit 1 h 30 après la pose du piège). Il se passe dans les mêmes conditions que le relevé précédent. Les fourmis prélevées seront placées dans le second tube à côté de l'appât. Il faut récupérer tous les tubes encore présents près de l'appât.

- Les échantillons sont ensuite identifiés. Pour les *Myrmica,* le document récemment créé par le groupe d'AntArea (Galkowski and Lebas 2015) est à utiliser. Lorsque cela est nécessaire, des mesures biométriques de la face des *Myrmica* sont à réaliser en plus des comparaisons morphologiques classiques (Figure 95).

Matériel :
- Appât : rillettes de saumon + miel.
- Carré bristol 3x3 cm.
- Éthanol à 70°.
- Tubes (piluliers) préparés à l'avance.
- Étiquettes encodées préparées à l'avance.
- Plateaux/boîtes pour organiser les appâts.
- Aspirateur à bouche.
- Piquets.
- Thermomètre.

Figure 94 : Piège à fourmis appâté. Ici Myrmica scabrinodis *© Y. Sellier.*

Figure 95 : Mesure biométrique d'une Myrmica *pour identification © Y. Sellier*

7.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

En condition météo favorable (vent, ensoleillement...) détaillée dans la méthode, température inférieure à 25 °C au sol.

7.7. Traitement(s) des données

7.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

L'évolution de l'occurrence des espèces de fourmis sera comparée à la présence des gentianes et des pontes à l'instant « t ». Puis une comparaison diachronique sera réalisée.

7.7.2. *Renseignement de l'indicateur d'état*

État souhaité
Bon état de conservation de *Phengaris alcon* (maintien à augmentation de la population).

Indicateur d'état
Occurrence et répartition effectif de la population.

Métriques
Effectif de son espèce végétale hôte (hampe, fleur) et phénologie (bouton, fleur, graine) ; occurrence et effectif de *Phengaris* (imagos, œufs), occurrence de la fourmi hôte.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de plus 66 % des gentianes ou de son occurrence et/ou de 66 % de l'occurrence du papillon (œufs présents sur la station)
- 1 : Baisse de l'effectif de la gentiane de 36 à 65 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 36 à 65 %
- 2 : Baisse de l'effectif de la gentiane 21 à 35 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 11 à 35 %
- 3 : Baisse de l'effectif de la gentiane de 11 à 20 %. Baisse de l'occurrence du papillon de 5 à 10 %
- 4 : Maintien des effectifs de la gentiane
- 5 : Augmentation des effectifs de la gentiane ou de l'occurrence du papillon

7.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	2020	**2021**	2022	**2023**	2024	**2025**	2026	**2027**	J	F	M	A	M	J	**J**	**A**	**S**	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					25,5 j de plus tous les 2 ans																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions																

7.9. Durée et coût

Récolte des données de terrain
La réalisation terrain demande 21 jours à laquelle il convient d'ajouter 1 jour de coordination, préparation matérielle... soit 24 jours au total

- Protocole 2 ss ptcl A (gentianes et œufs) : 4 à 6 h (selon densité du nombre de pieds et œufs de *Phengaris* (Mallard et al. 2018)) par quadrat* (6 h secteur E, 2 h zone fauche et 2 h zone pâturage) quadrats x 9 semaines de suivis
  *pour les quadrats Ouest fauche et pâturage le temps sera sans doute raisonnable (faible nombre de pieds de gentianes).
  Soit (6 +2 +2) x 9= 90 h soit **13 jours de travail.**
- Protocole 2 ss ptcl B (papillon) : 1 h de travail (10-15 min de réalisation et déplacement compris) x 3 transects x 9 semaines : 1 x 3 x 9 = 27 h soit **4 jours de travail**.
- Protocole 2 ss ptcl C (fourmis) : 3 h par quadrat x 3 quadrats = 9 h arrondi à **1,5 jour de terrain**.

Traitement des données

ss ptcl 1 (œufs et gentiane) : 3 jours
ss ptcl 2 (papillons) : 2 jours
ss ptcl 3 (fourmis) : le temps de détermination en laboratoire sera non négligeable, il faut compter environ 2 jours (reconditionnement et identification (Sellier and Beaune 2016)), et 1 jour de traitement et bancarisation.

Matériel
+/- 300 € (*tablette numérique de terrain, matériel météo, marquage quadrat, batterie, ortho photo HD...*)

7.10. Personnes/Organismes ressources

Cistude Nature (Programme Sentinelles du climat), Deux-Sèvres Nature Environnement (DSNE) (coordinateur Plan régional d'action lépidoptères), Poitou-Charentes Nature (PCN), Samuel Ducept.

VIII. Suivi spiranthe d'été [CS 06.1 et CS 06.2]

8.1. Contexte général et connaissances existantes

Le spiranthe d'été est l'espèce végétale de plus forte responsabilité de conservation pour la réserve. Elle est caractéristique des milieux de suintements marneux, des habitats de bas-marais. Cette espèce est liée au fonctionnement de la nappe phréatique influant sur la résurgence d'eau au niveau des suintements marneux.

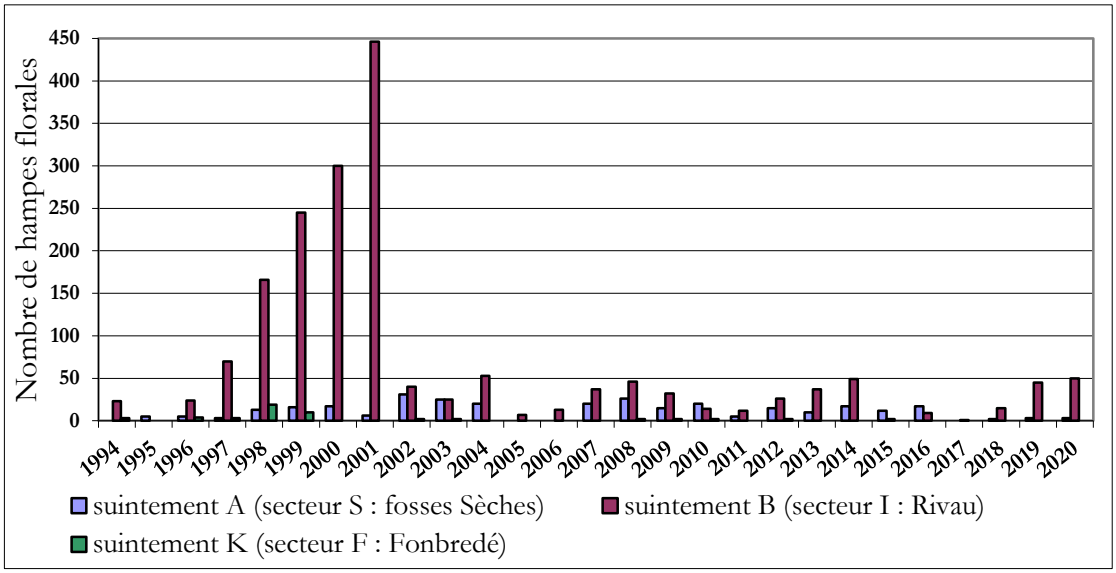


Figure 96 : Évolution des effectifs de spiranthe sur les 3 stations de la réserve (1994-2020)

Depuis 2002, les effectifs de spiranthe sont à un niveau bas et semblent former des oscillations sur la station principale (B). depuis 2017, ces oscillations semblent se poursuivre avec une nette réduction des autres stations qui restent à un niveau bas (A), et qui a disparu (K). Les facteurs abiotiques pourraient être un élément déterminant, la gestion ayant peu évoluée sur ladite période. Des actions de microgestion ont été mises en place en 2020 pour tenter d'inverser la situation de cette espèce pionnière, par l'utilisation de décapage superficiel ciblé. Il est supposé que chaque oignon se produit pas de hampe florale chaque année, il a donc été fait le choix de matérialiser chacun d'entre eux sur plusieurs années.

8.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation du spiranthe d'été ;
- Évaluer l'efficacité des actions de microgestion ;
- Évaluer les impacts du changement climatique sur le spiranthe d'été.

8.3. Éléments à récolter

Individus de spiranthe d'été : nombre et taille des hampes florales, géolocalisation et phénologie.

8.4. Localisation

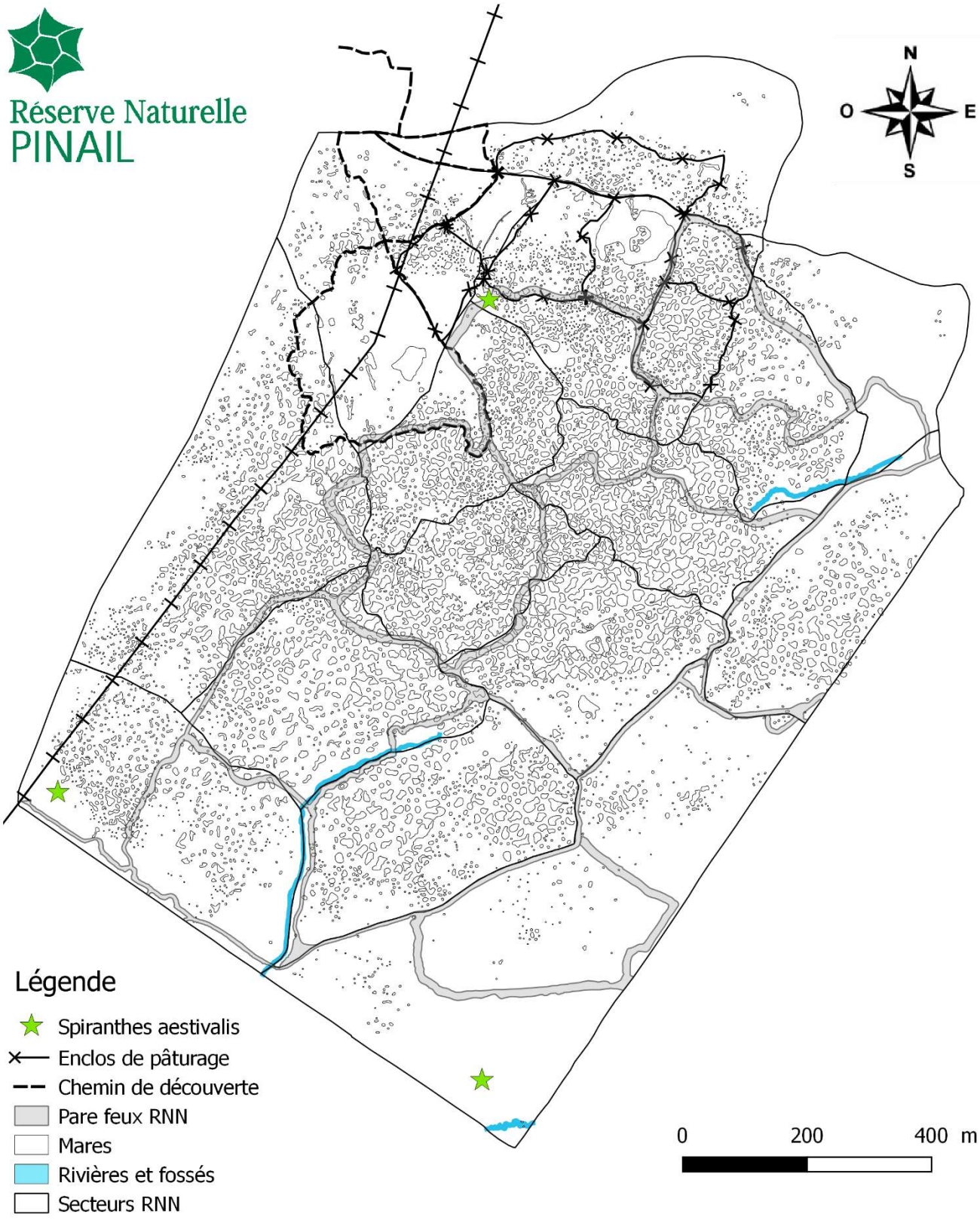


Figure 97 : Carte de localisation des suivis Spiranthe d'été

Figure 98 : Suintement S1 © R. Raimond

Figure 99 : Suintement du Rivau © R. Raimond

8.5. Méthode(s) de récolte de l'information

8.5.1. *Protocole CS 06.1 : Suivi de l'effectif de spiranthe*

La première semaine de juillet, une localisation, un comptage complet du nombre de pieds (exhaustif) sera réalisé sur l'ensemble des suintements de la réserve (Figure 97) et l'exhaustivité des surfaces considérées comme favorables.

Sur le suintement du Rivau où se concentre la population, le procédé consiste, à deux opérateurs, à tendre une corde sur le suintement de part en part et suivre celle-ci au sol et compter de manière exhaustive les pieds en partant de la base du suintement (chemin d'accès). Une fois que les deux opérateurs ont scruté l'ensemble de la surface, la corde est remontée de 1 m, inspection de la nouvelle surface et ainsi de suite jusqu'à inspection complète et exhaustive de l'ensemble du suintement. Cette technique, demande un peu de temps de réalisation, mais à la vue de la patrimonialité de l'espèce, et de sa discrétion, il ne peut être pris le risque d'écraser une hampe florale ou un pied végétatif.

Figure 100 : Schéma type de prospection des suintements à spiranthe d'été

8.5.2. *Protocole CS 06.2 : Suivi de la phénologie du spiranthe d'été*

A l'aide d'orthophoto haute définition ou photo drône (Figure 98, Figure 99) sur les stations de spiranthe connues (Figure 97), un marquage individuel, numéroté, des spiranthes est réalisé en suivant le protocole N° 1 et à l'aide d'étiquette métalliques de jardinage (Figure 101).

Sur cette base, il sera réalisé un suivi hebdomadaire sur 4 semaines du 15 juin au 15 juillet avec les relevés suivants :

- comptage :
    - nombre de hampes florales,
    - géolocalisation précise sur photo aérienne,
    - mise en place d'une étiquette individuelle,

- État phénologique et physiologique :
    - Nombre de fleurs ouvertes,
    - nombre de fleurs fanées,
    - de fleurs fécondées,
    - hauteur de chaque hampe.

Les éléments mesurés sont à incrémenter dans la fiche de relevé spécifique (Figure 102).

En vue de préciser quelques éléments biologiques (reproduction, taxinomie, morphologie) :

- prise de vue photographique **sur 10 pieds** pris de manière représentative spatialement et sur des plantes de morphologie variées (grandes et petites). Une fois l'ensemble des étiquetages et relevés effectués :
    - vue d'ensemble de la hampe florale avec étiquette apparente,
    - de face (vision de l'intérieur du tube floral pour bien voir les pollinies et le viscidium),
    - de coté hampe droite dans l'image pour vérifier l'inclinaison de la fleur (résupination : position par rapport à l'horizontale), ceci étant aussi un indicateur du vieillissement de la fleur.

Les numéros de photos sont à incrémenter dans la fiche de relevé spécifique (Figure 102).

Figure 101 : Etiquette utilisées pour l'individualisation et numérotation des pieds de spiranthe © Y. Sellier

Fiche de relevé phénologique des spiranthes RNN Pinail

Date :		Observateurs :			
Site					
pH haut		pH milieu :		pH bas :	
N° étiquette	Hauteur hampe en cm	Nb. Fleurs	Nb. Fanées	Nb. Fruits	Photos N°X à X
Fleur 1					
Fleur 2					
Fleur 3					
Fleur 4					
Fleur 5					
Fleur 6					
Fleur 7					
Fleur 8					
Fleur 9					
Fleur 10					
Fleur 11					
Fleur 12					
Fleur 13					
Fleur 14					
Fleur 15					
Fleur 16					
Fleur 17					
Fleur 18					
Fleur 19					
Fleur 20					
Fleur 21					
Fleur 22					
Fleur 23					
Fleur 24					
Fleur 25					
Fleur 26					
Fleur 27					
Fleur 28					
Fleur 29					
Fleur 30					
Fleur 31					
Fleur 32					

Figure 102 : Fiche de relevé terrain spiranthe d'été RNN Pinail page 1/3 (ficche complète allant jusqu'à 100 hampes)

8.6. Conditions de réalisation technique et règlementaire

Aucune condition particulière de réalisation.
Il n'y a aucune autorisation à demander, car même si cette espèce est protégée, il n'y a aucune atteinte portée aux individus.

8.7. Traitement(s) des données

8.7.1. *Cartographie(s)*

Protocole phénologie :
À la suite de ces relevés de terrain, ces informations seront numérisées sous SIG avec une table attributaire comprenant les champs précités et la distance au pied le plus proche (mesure a posteriori sur SIG).

En lien avec le suivi phytosociologique du bas marais (CS 04.2), la spatialisation des pieds devra permettre de distinguer les pieds situés dans tel ou tel habitat. D'autre part, une mesure de la fréquence dans un quadrat sera additionnée en lien direct avec le suivi réalisé pour les habitats de suintement.

8.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Ce protocole permettra d'analyser les effectifs totaux annuels (hampes, fleurs) et leurs évolutions interannuelles, mais aussi la proportion de plantes fleuries par rapport au nombre total d'oignons. Il permettra une analyse sur la phénologie de l'espèce (pic phénologique de chaque élément du cycle : floraison, fanaison, fructification), ainsi que le succès reproduction (engageant la pollinisation). Ces éléments bénéficieront de comparaisons diachroniques potentiellement interprétable en fonction des facteurs météorologiques (CS 03.1).

8.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Bon état de conservation du spiranthe d'été.

Indicateur d'état
Taille et répartition de la population.

Métriques
Effectif, nombre de stations.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de 2 stations du Spiranthe (pendant 3 ans) et effectif moyen sur les 5 dernières années inférieur à 10 individus fleuris
- 1 : Disparition de 2 stations de Spiranthe (pendant 3 ans) et effectif moyen sur 5 ans inférieurs à 20 individus fleuris

- 2 : Disparition de 1 station (présence/absence durant les 5 ans) ou effectif moyen sur 5 ans inférieurs à 25 individus fleuris
- 3 : Maintien du nombre de stations (présence/absence durant les 5 ans), mais effectifs d'une station toujours située sous les valeurs référence (et sous l'écart-type)
- 4 : Maintien du nombre de stations (présence/absence durant les 5 ans), mais effectifs d'une ou deux stations situées sous les valeurs référence, mais dans l'écart-type
- 5 : Maintien ou augmentation du nombre de stations (3 stations connues à la création de la réserve), nombre de hampes florales stable ou en augmentation au-dessus des seuils établis par station (moyenne)

8.9. Programmation

PERIODICITE et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	2020	**2021**	2022	**2023**	2024	**2025**	2026	**2027**	J	F	M	A	M	**J**	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					1,5 j/an et 6.5 j tous les 3 ans (en gras)																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions																

8.10. Durée et coût

Récolte des données de terrain

Suivi N°1 : 1 jour tous les 2 ans (0,5 jour réalisé avec 2 opérateurs).
Suivi N°2 : 0.5 jour/passage (4 passages avec 2 opérateurs) soit 4 jours équivalent jour.

Traitement des données

Suivi N°1 :0, 5 jour tous les 2 ans.
Suivi N°2 : 2 jours tous les 2 ans.

Matériel

+/- 250 € (*tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD...*).

8.11. Personnes/Organismes ressources

Conservatoire Botanique Sud-Atlantique (CBNSA), Société Fraçaise d'Orchidophilie (SFO).

IX. Suivi flore et cryptoflore - Pyrofungus [CS 07.1]

9.1. Contexte général et connaissances existantes

Les champignons constituent un des groupes les plus diversifiés de la réserve (plus de 700 espèces actuellement répertoriés) et dont de nombreuses espèces sont patrimoniales (Sellier et al. 2019) et pour lesquelles la réserve présente une responsabilité de conservation modérée à forte. Parmi ces espèces, il y a notamment des espèces spécifiques du passage du feu et de sols à stabilité physique ou chimique préservée, toute modification de ces conditions entrainant la disparition des espèces pendant plusieurs dizaines d'années (Sellier, Sugny, and Corriol 2015).

9.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Évaluer l'impact des modes de gestion sur la biodiversité fongique et les cortèges spécialisés ;
- Suivre le cortège d'espèces liées à la stabilité physicochimique des sols ;
- Suivre le cortège d'espèces anthracophiles des secteurs gérés par brûlage dirigé.

9.3. Localisation

Les suivis sont à réaliser sur les quadrats sentinels et à l'ouest du pâturage (pour les espèces indicatrices des sols stables) (Figure 1).

9.4. Éléments à récolter

Présence/absence des espèces de champignons par quadrat sentinel et la station dédiée.

9.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Liste des espèces anthracophiles ciblées :

- *Coprinus angulatus,*
- *Cotylidia undulata,*
- *Daldinia caldariorum,*
- *Tephrocybe ssp.* des zones brûlées.

Liste des espèces indicatrices des sols non perturbés physico-chimiquement :

- *Entoloma chalybeum,*
- *Entolma formosum,*
- *Entoloma longistratum,*
- *Entoloma xanthochroum,*
- *Hygrocybe cantharellus,*
- *Hygrocybe punicea,*
- *Hygrocybe splendidissima.*

Les prospections se feront sous forme de divagation aléatoire représentative (Moreau 2002), les suivis seront effectués sur des quadrats sentinels de chaque mode de gestion sur 4 suivis annuels. Chaque quadrat n'est pas obligatoirement réalisé à chaque prospection,

mais au moins un quadrat par mode de gestion. Il y aura 3 suivis en automne et un au printemps. Ces suivis seront espacés de 15 jours minimum (Sellier, Sugny, and Corriol 2015). Seule la présence/absence des espèces est à noter.
Le temps de prospection est de 2 heures par zone de 1 ha. Si les prospections des champignons sont menées sur la même semaine sur les différents quadrats, ils seront considérés comme faisant partie d'un même passage.
Les champignons seront récoltés de manière à respecter au maximum la reproduction sexuée des espèces et leur intégrité physique. Mais les échantillons devront permettre l'identification (supports laissés en place). Les spécimens seront isolés par zone en papillote aluminium ou papier et étiquetés (Sellier et al. 2021).

Fiche de relever terrain
Etude fongique

Département : .....Commune : .....Lieu : .....

Placette : .....GPS : .....Habitat : .....

Mode de gestion : .....Date : ..... Surface : .....

Noms de prospecteurs : .....Déterminateur(s) : .....

Temps passé : .....Pourcentage du site parcouru : .....Précision zone parcourue :.....

.....

Groupe / espèce	Milieu	Support	N° Position carte	Photos	N° échtl

Figure 103 : Fiche de terrain pour les relevés fongiques 1/2

Groupe / espèce	Milieu	Support	N° Position carte	Photos	N° échtl

Figure 104 : Fiche de terrain pour les relevés fongiques 2/2

9.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Il sera important de réaliser les suivis dans le cadre d'une météo favorable dans la période précédant les campagnes de suivi : pluie abondante et températures supérieures à 0°. Il sera nécessaire de faire une préprospection de repérage terrain pour avoir une vue sur la poussée globale de la fonge sur le site de manière à vérifier l'opportunité d'un suivi.
Aucune autorisation n'est nécessaire, aucune espèce étant protégée en l'état actuel.

9.7. Méthode(s) de traitement(s) de l'information

9.7.1. *Analyse(s) en laboratoire*

De nombreuses espèces nécessitent une détermination ou une vérification en utilisant des colorants, des réactifs et du matériel de microscopie.

9.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

L'occurrence des espèces sera analysée en fonction des modes de gestion. Les spectres biologiques (statuts trophiques) des espèces seront aussi valorisés.
La diversité structure du peuplement sera aussi comparé dans le temps, ainsi que la probabilité de détection en fonction des facteurs abiotiques (météo/climat).

9.8. Renseignement de l'indicateur

État souhaité

Maintien de peuplements de champignons caractéristiques des zones de landes brûlées et des sols stables physico-chimiquement.

Indicateur d'état

Richesse spécifique ; présence/absence des espèces et occurrence.

Métriques

Nombre d'espèces ; nombre station/espèce et occurrence.

Grille de lecture et seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de plus de 33 % des espèces sur 10 ans et 66 % de baisse d'occurrence sur 5 ans du cortège ciblé
- 1 : Disparition de 20 à 32 % des espèces sur 10 ans et 51 à 65 % de baisse d'occurrence sur 5 ans du cortège ciblé
- 2 : Disparition de 1 espèce sur 10 ans et 36 à 50 % de baisse d'occurrence sur 5 ans du cortège ciblé
- 3 : Maintien de l'ensemble du cortège des champignons ciblés sur 10 ans. 21 à 35 % de baisse d'occurrence sur 5 ans

- 4 : Maintien de l'ensemble du cortège des champignons ciblés sur 10 ans. 10 à 20 % de baisse d'occurrence sur 5 ans
- 5 : Maintien ou augmentation de l'occurrence des champignons des sols brulés ou non perturbés

9.9. Programmation

PERIODICITE et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	J	F	**M**	**A**	M	J	J	A	**S**	**O**	**N**	**D**
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					11,5 j/an 3 fois sur 5 années																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Chargé d'études																

9.10. Durée et coût

Récolte des données de terrain

4 modes de gestion x 4 suivis x 2 h = 32 h de prospection + 0,5 jour de déplacement et préparation : 5 jours

Analyse des échantillons en laboratoire

5 jours

Traitement des données

1,5 jour

Matériel

+/- 250 € par an (petit matériel de terrain et laboratoire, ouvrages...)

9.11. Personnes/Organismes ressources

Société Mycologique du Poitou (SMP), Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (CBNSA).

X. Suivi Orthoptères [CS 08]

10.1. Contexte général et connaissances existantes

Les orthoptères affectionnent les milieux ouverts et thermophiles comme les landes. Ce groupe représente un intérêt de bio-indicateur de l'état de conservation des landes et de l'impact des modes de gestion. Une étude menée sur le site (Chevallier 2012 ; Sellier 2012) a montré que les modes de gestion permettaient d'avoir une complémentarité dans la composition des cortèges, et que les gestions ne présentaient pas tous les mêmes intérêts pour ce groupe. Plusieurs espèces d'orthoptères sont à responsabilité pour la réserve naturelle dont *Stenobothrus stigmaticus*, *Locusta migratoria* et *Chorthippus binotatus.*

Depuis 2012 peu de connaissances ont été acquises sur ce groupe, dont certaines espèces sont des bio-indicateurs intéressants tels que les 3 espèces à responsabilité. La précédente étude était essentiellement centrée sur les cælifères, le suivi intègre désormais beaucoup mieux les ensifères.

10.2. Objectif(s)

- Suivre et évaluer l'état de conservation des orthoptères dont *Stenobothrus stigmaticus*, *Locusta migratoria* et *Chorthippus binotatus.*
- Évaluer l'impact des modes de gestion sur les cortèges d'orthoptères
- Étudier les compositions et structures des communautés orthoptériques de la réserve.

10.3. Localisation

Ce suivi est à réaliser sur les quadrats sentinnels (Figure 232, Figure 233, Figure 234, Figure 235, Figure 236, Figure 237, Figure 238, Figure 239, Figure 240).

10.4. Éléments à récolter

Richesse spécifique en orthoptères, occurrence par espèce.

10.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le Chronoventaire est une méthode d'inventaire standardisée, applicable sur n'importe quel site et reproductible dans le temps. Tous les éléments de ce protocole sont issus du dossier réalisé par Pascal Dupont (Dupont P., 2014) et détaillés ci-après.

Pour chaque quadrat, la marche à suivre pour une session du Chronoventaire est la suivante :

- Parcourir la station avec un itinéraire échantillon non fixe (divagation aléatoire) choisi par l'observateur ;
- Noter la première espèce rencontrée. L'heure exacte de ce premier contact est notée, elle correspond à l'heure du départ du Chronoventaire ;
- Attribuer le chiffre 1 à toutes les espèces rencontrées au cours des 5 premières minutes. Ce chiffre correspond à un rang d'observation ;

- Attribuer le chiffre 2 à toutes les espèces rencontrées entre les 5e et 10e minutes, etc. La durée minimum de 20 minutes du Chronoventaire est donc découpée en 4 périodes qui correspondent à autant de rangs d'observation ;
- Si aucune nouvelle espèce n'est observée pendant 15 minutes successives après la dernière période de 5 minutes, il arrête sa session de Chronoventaire ;
- Si une nouvelle espèce est observée entre 20 et 25 minutes, il attribue le chiffre 5 à cette espèce ;
- Le chiffre 6 est attribué à une espèce observée entre 25 et 30 minutes, etc.

Tous les éléments présents au niveau de la station (formations herbacées de différentes hauteurs, zones fleuries, zones de sol nu ou rocher affleurant…) doivent être visités sans priorisation. Il est conseillé de repasser plusieurs fois dans une zone.

Cette méthode sera appliquée sur 3 passages répartis comme suit :

- Mai
- Juin-juillet
- Août-septembre (avec une préférence pour août, car il y a des décalages phénologiques observés ces dernières années).

En complément du Chronoventaire (pour chaque passage), dans l'objectif de disposer d'une vision plus complète des orthoptères présents et notamment pour les Ensifères (sauterelles et grillons), deux méthodes seront utilisées :

- Une écoute d'une minute au détecteur d'ultrasons entre chaque phase du Chronoventaire ;
- Un battage des branches d'arbres/brandes pour dénicher les sauterelles arboricoles en fin de protocole (10 min).

10.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

La base du Chronoventaire est retenue pour l'inventaire des orthoptères cælifères (Criquets) seulement, avec les conditions minimales ci-dessous :

- Entre 10 h et 18 h. Il faut vérifier que les adultes soient majoritairement en activité.
- Température supérieure 15°.
- Vent inférieur à 30 km/h.

De bonnes connaissances en reconnaissance aux stridulations ainsi qu'en ultrason sont indispensables (ou alors, solliciter le soutien d'un partenaire naturaliste).
Aucune autorisation n'est nécessaire.

CS 08 Suivi chronoventaire des orthoptères de la RNN du Pinail

Observateur :
Date :
Heure d'arrivée :
Heure de départ du chronoventaire :

Site :
couv. Nuageuse (%) :
Vent :
Température :

	0-5 min	5-10 min	10-15 min	15-20 min	20-25 min	25-30 min
	Tranche 1	Tranche 2	Tranche 3	Tranche 4	Tranche 5	Tranche 6
Aiolopus strepens (Latreille, 1804)						
Aiolopus thalassinus (Fabricius, 1781)						
Calliptamus barbarus (Costa, 1836)						
Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758)						
Chorthippus albomarginatus (De Geer, 1773)						
Chorthippus biguttulus (Linnaeus, 1758)						
Chorthippus binotatus (Charpentier, 1825)						
Chorthippus brunneus (Thunberg, 1815)						
Chorthippus dorsatus (Zetterstedt, 1821)						
Pseudochorthippus parallelus (Zetterstedt, 1821)						
Chorthippus vagans (Eversmann, 1848)						
Chrysochraon dispar (Germar, 1834)						
Conocephalus fuscus (Fabricius, 1793)						
Ephippiger diurnus Dufour, 1841						
Euchorthippus declivus (Brisout de Barneville, 1848)						
Euchorthippus elegantulus Zeuner, 1940						
Gomphocerippus rufus (Linnaeus, 1758)						
Gryllotalpa gryllotalpa (Linnaeus, 1758)						
Gryllus campestris Linnaeus, 1758						
Leptophyes punctatissima (Bosc, 1792)						
Locusta migratoria (Linnaeus, 1758)						
Meconema thalassinum (De Geer, 1773)						
Mecostethus parapleurus (Hagenbach, 1822)						
Roeseliana roeselii (Hagenbach, 1822)						
Nemobius sylvestris (Bosc, 1792)						
Oecanthus pellucens (Scopoli, 1763)						
Oedipoda caerulescens (Linnaeus, 1758)						
Omocestus rufipes (Zetterstedt, 1821)						
Pezotettix giornae (Rossi, 1794)						
Phaneroptera falcata (Poda, 1761)						
Pholidoptera griseoaptera (De Geer, 1773)						
Platycleis albopunctata (Goeze, 1778)						
Pteronemobius heydeni subsp. concolor (Walker, F. 1871)						
Ruspolia nitidula (Scopoli, 1786)						
Stenobothrus lineatus (Panzer, 1796)						
Stenobothrus stigmaticus (Rambur, 1838)						
Stethophyma grossum (Linnaeus, 1758)						
Eumodicogryllus bordigalensis (Latreille, 1804)						
Tetrix ceperoi Bolívar, 1887						
Tetrix subulata (Linnaeus, 1758)						
Tetrix undulata (Sowerby, 1806)						
Tettigonia viridissima (Linnaeus, 1758)						
Tylopsis lilifolia (Fabricius, 1793)						

Commentaires :

Figure 105 : CS 08 Fiche de suivi des orthoptères

10.7. Métode(s) de traitement de l'information

10.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Richesse spécifique totale et par mode de gestion.
Occurence des espèces par mode de gestion.

10.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Maintien d'un peuplement d'orthoptères caractéristique et « patrimonial » des complexes de landes et bon état de conservation de *Stenobothrus stigmaticus*, *Locusta migratoria* et *Chorthippus binotatus*.

Indicateur d'état

Richesse spécifique.

Métriques

Nombre d'espèces ; occurrence par espèce.

Grille de lecture et seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition (ou non-détection) de 66 % et plus du cortège des milieux de lande. Perte des 66 % et plus des occurrences des espèces à responsabilité ;
- 1 : Disparition (ou non-détection) de 51 à 65 % du cortège des milieux de lande. Perte de 51 à 65 % des occurences des espèces à responsabilité ;
- 2 : Disparition (ou non-détection) de 26 à 50 % du cortège des milieux de lande. Perte de 26 à 50 % des occurences des espèces à responsabilité ;
- 3 : Disparition (ou non-détection) de 1 à 25 % du cortège des milieux de lande. Perte de 1 à 25 % des occurences des espèces à responsabilité ;
- 4 : Baisse significative (+ 20 %) de l'occurrence du cortège des milieux de lande
- 5 : Maintien ou amélioration du cortège d'orthoptères ou de leur occurrence.

10.9. Programmation

PÉRIODICITÉ et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	**2022**	2023	2024	2025	**2026**	2027	J	F	M	A	**M**	**J**	J	**A**	**S**	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					9,5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Chargé d'études																

10.10. Durée et coût

Récolte des données de terrain

3 passages x 1,5 heure x 10 quadrats = 45 heures soit 6,5 jours.

Analyse d'échantillons en laboratoire

1 jour.

Traitement des données

2 jours.

Matériel

+/- 400 € (*batbox, tablette numérique de terrain, filet, flacon, livres*…)

10.11. Personnes/Organismes ressources

Vienne Nature

XI. Suivi Reptiles [CS 09]

11.1. Contexte général et connaissances existantes

Tous protégés en France, les reptiles affectionnent les milieux thermophiles comme les landes. L'imbrication des landes avec les mares permet la présence d'un cortège de serpents à la fois strictement terrestres et d'autres utilisant le compartiment aquatique, notamment pour chasser. Ce groupe représente un intérêt de bio-indicateur de l'état de conservation des landes et de l'impact des modes de gestion (Sellier and Perez 2015; Pernat et al. 2017). Comme tous les prédateurs, leur abondance est un signe positif de fonctionnalité des écosystèmes.

11.2. Objectif(s)

Ce suivi a commencé en 2015 (Sellier & Perez 2015), et il a plusieurs objectifs :

- Suivre et évaluer l'intégrité du cortège et l'état de conservation du peuplement de reptiles ;
- Évaluer l'impact des modes de gestion sur les reptiles ;
- Étudier la thermie des plaques et des habitats de landes, avec une mise en évidences des avantages thermiques présentés par les différents types de plaques pour les reptiles (étude temporaire, réalisée lors des 3 prochaines années de suivis).

11.3. Éléments à récolter

Richesse spécifique et effectif de reptiles.

11.4. Localisation

Les plaques sont disposées par lots dans 4 quadrats sentinels et en périphérie des mares sentinelles comprises dans ces landes sentinelles. La localisation précise de ces dernières est figurée sur les cartes ci-après (Figure 106, Figure 107, Figure 108, Figure 109).

Figure 106 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QpatQ en zone pâturée

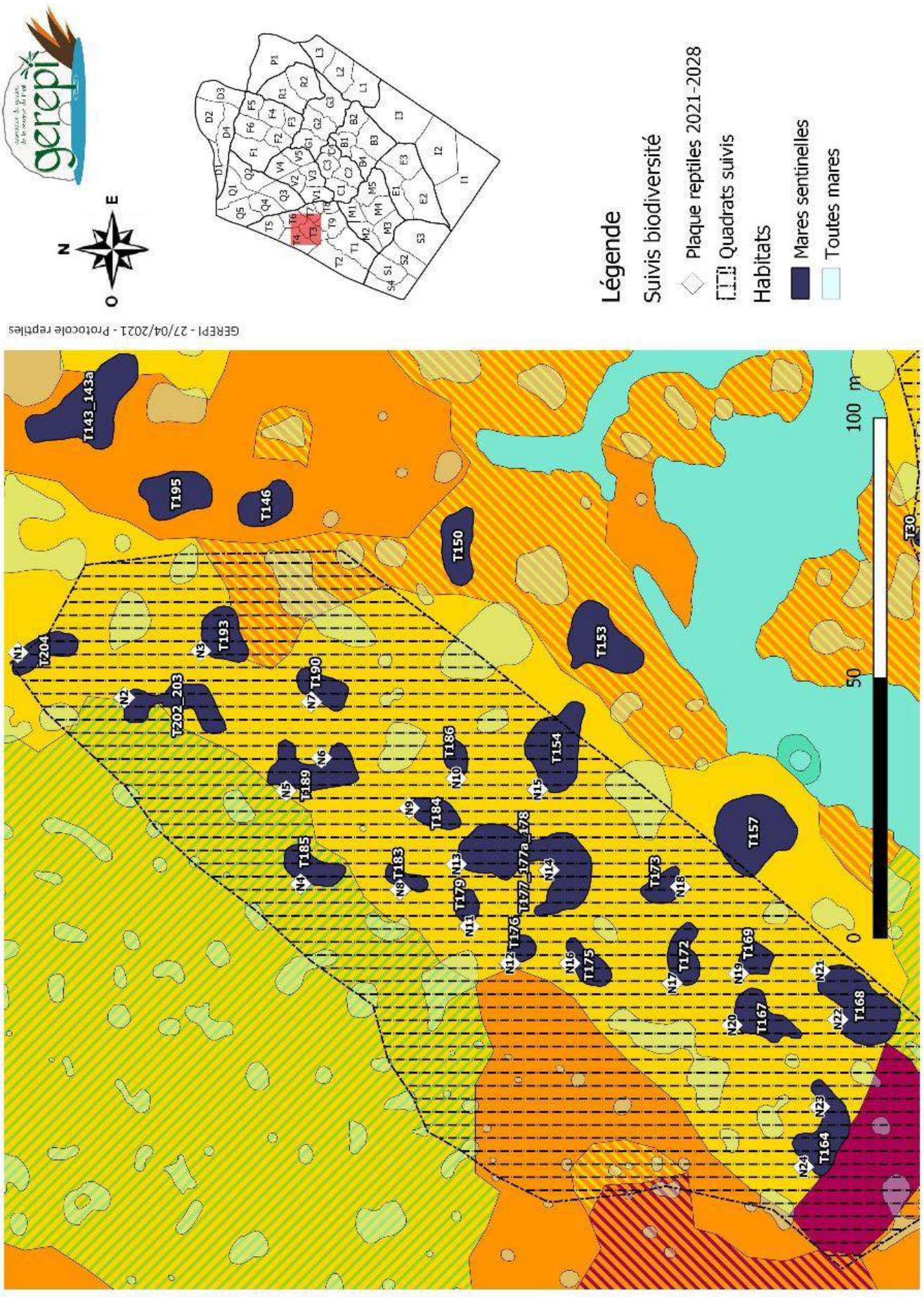


Figure 107 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QnoninT en de non-intervention

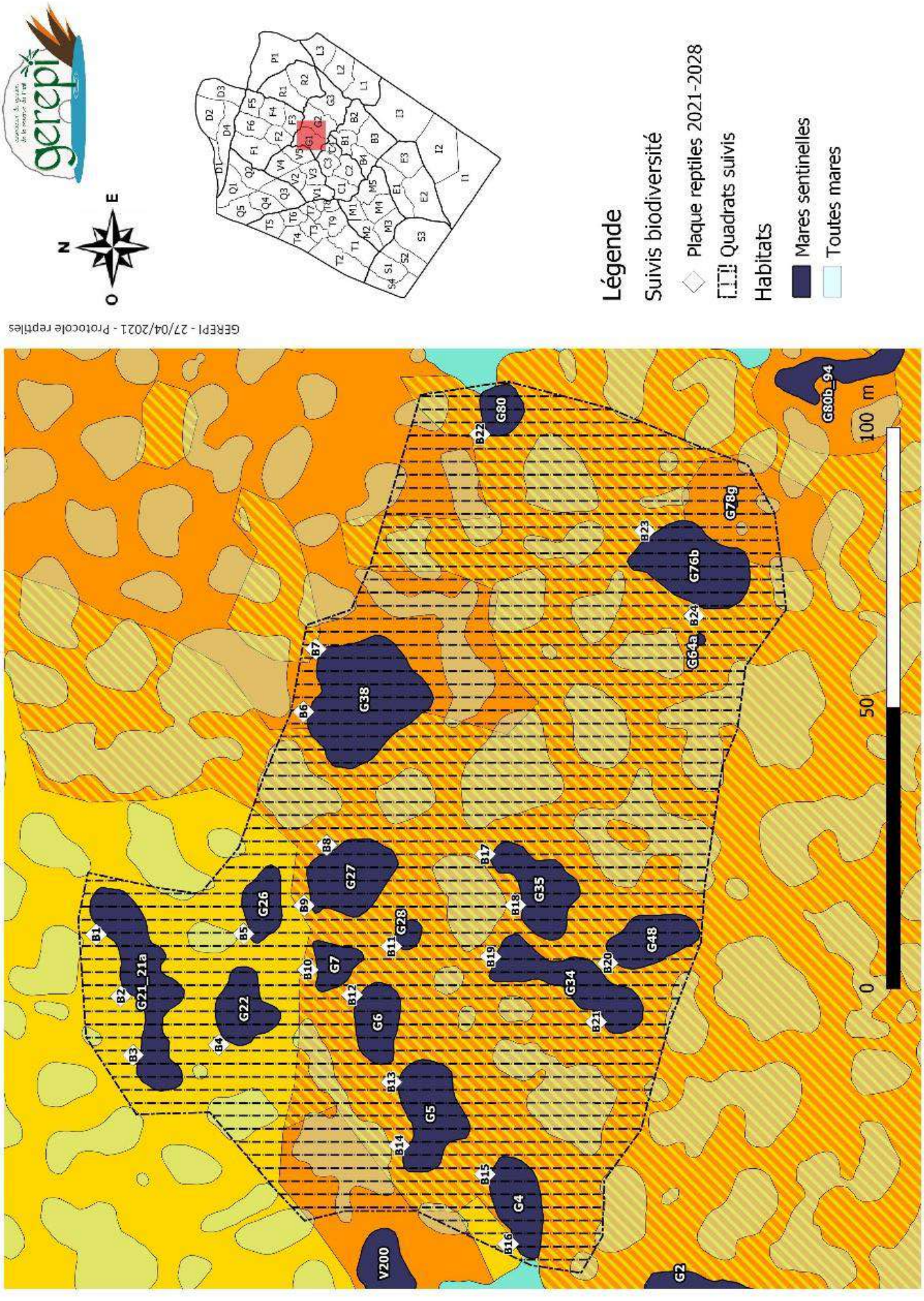


Figure 108 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QbruG en zone brulée

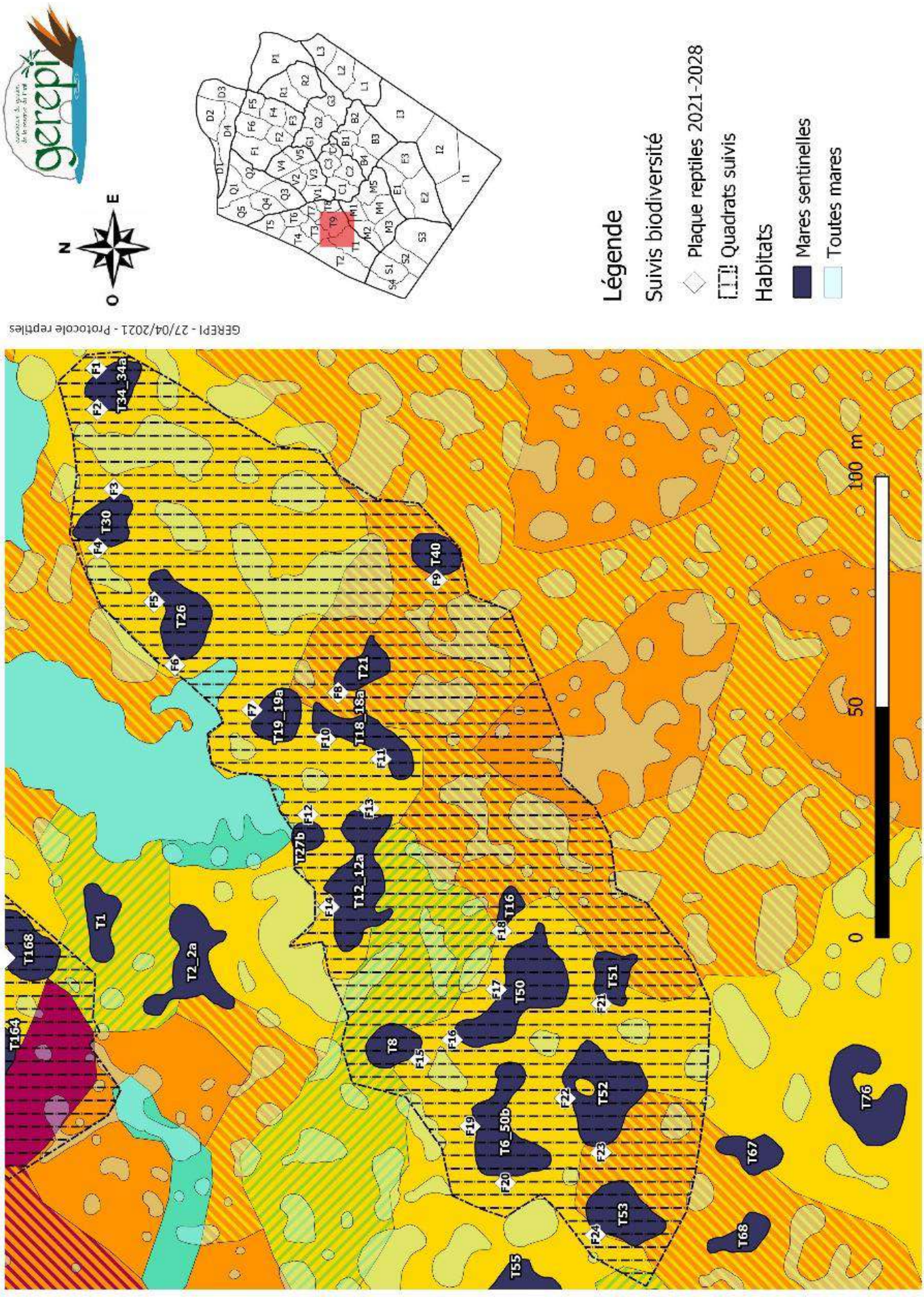


Figure 109 : Localisation des plaques à reptiles quadrat QfauT en zone fauchée

11.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole s'appuie sur l'étude développée sur la réserve depuis 2015, dont le premier but était de comparer l'impact du brûlage dirigé et du paturâge sur les reptiles à l'aide de plaques. D'autre part, le protocole permettra d'alimenter les données reccueillis dans le cadre des protocoles nationaux concernant ce groupe taxonomique (SHF, RNF) Popreptile. Cela participera aussi au retour d'expérience sur les impacts de gestion sur les reptiles au sein de notre réseau de gestionnaires et de naturalistes.

Période et nombre de suivis :
Pour être en cohérence avec le protocole PopReptile, six passages minimum sont à réaliser par année de suivi. Les passages sont espacés de 2 jours au minimum. Ces suivis auront lieu entre la mi-avril et la mi-juin (si possible toutes les deux semaines à partir du 15 avril).

Lors de ces passages, l'ensemble des lézards et serpents présents sur et sous les plaques, ainsi que sur une marge de 50 cm, sera noté (espèces et nombre d'individus, si possible le sexe). Contrairement au protocole PopReptile, il ne sera pas réalisé de transect, la détection ne sera opérée qu'au niveau de chaque plaque pour les raisons suivantes :

- Il n'y a pas d'habitats linéaires à prospecter au sein des zones, rendant à la fois le cheminement mais surtout la détection très difficile ;
- La détection à vue demande une très bonne acuité visuelle et une certaine expérience, ce qui implique un biais observateur important, non souhaitable ;
- La détection des reptiles dans les landes est très difficile du fait des microstructures verticales et de la densité de la végétation ;
- Enfin, le protocole PopReptile explique qu'il ne peut y avoir plus de deux transects composés de trois plaques espacés de 20 à 50 m sur un 1ha. Il y aura sur la réserve 24 emplacements (*au total 48 pendant l'étude complémentaire sur l'attractivité des plaques qui seront doublées*) par hectare de quadrat sentinels.

Le protocole est composé de 24 plaques doublées par lot de suivi. Les plaques originellement utilisées depuis 2015 sont en fibrociment. L'étude complémentaire sur les Reptiles testera des plaques en onduline qui pourront, selon les résultats, remplacer les précédentes.

Le suivi est réalisé à deux opérateurs. Chaque opérateur fera le suivi des deux lots de plaques les plus proches (paturage et brûlis pour l'un, fauche et non intervention pour l'autre). Le but est de réaliser le suivi dans un temps restreint de manière à disposer de conditions météorologiques homogènes et favorables. Le départ est synchrone entre les opérateurs pour le premier lot de plaque prospecté.

Au cours du suivi, les deux plaques du même emplacement doivent être soulevées dans un délai restreint.

Collecte des données :

Pour chaque lot de plaque l'observateur rempli l'encadré qui concerne le lot de gestion la date l'observateur ainsi que les données collectées en observation directes (ciel) et sur la mini-station météo (température, vent) (Figure 111).

Pour chaque plaque : Les données de température sous la plaque (au centre) sont recueillies à l'aide d'un thermomètre pistolet (Figure 110). Ce dernier est mis a hauteur de genou et pointe vers le centre de la plaque tout de suite après avoir soulevé la plaque.
L'espèce, le nombre d'individus et le sexe (si possible, et sans manipulation) sont notés (cf. fiche de relevé terrain ci-après).

Figure 111 : Mini-station météo : anémomètre termomètre de terrain

Figure 110 Thermomètre, hygromètre de précision laser

Individu contacté **à coté de la plaque**
Individu contacté **sur la plaque**
Individu contacté **sous la plaque**

Si individu sexé noter : ♂♀
Noter la réactivité/obs : F pour forte, M pour modérée

Prospecteur :	**Date :**	**Mode de gestion :**	**Couverture nuageuse (%) :**
Température :	**Vent (Km/h et orientation) :**	**Point de rosée (dp) :**	**Hygro (% RH) :**

Plaque : N1o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N1f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N2o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N2f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N3o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N3f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N4o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N4f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N5o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N5f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N6o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Plaque : N6f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :		
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :		

Figure 112 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 1/4

Individu contacté à coté de la plaque
Individu contacté sur la plaque
Individu contacté sous la plaque

Si individu sexé noter : ♂♀
Noter la réactivité/obs : F pour forte, M pour modérée

Plaque : N7o	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N7f	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N8o	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N8f	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N9o	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N9f	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N10o	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N10f	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N11o	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N11f	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N12o	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Plaque : N12f	Heure :			Température :			Commentaires :				
Vipère :				C. Vip :							
C. V et J :				L. muraille :				Orvet :			
C. helvetique :				L. Vert :				Autre :			

Figure 113 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 2/4

Individu contacté **à coté de la plaque**
Individu contacté **sur la plaque**
Individu contacté **sous la plaque**

Si individu sexé noter : ♂♀
Noter la réactivité/obs : F pour forte, M pour modérée

Plaque : N13o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N13f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N14o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N14f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N15o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N15f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N16o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N16f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N17o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N17f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N18o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Plaque : N18f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**			
Vipère :			C. Vip :					
C. V et J :			L. muraille :		Orvet :			
C. helvetique :			L. Vert :		Autre :			

Figure 114 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 3/4

Individu contacté **à coté de la plaque**
Individu contacté **sur la plaque**
Individu contacté **sous la plaque**

Si individu sexé noter : ♂♀
Noter la réactivité/obs : F pour forte, M pour modérée

Plaque : N19o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N19f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N20o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N20f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N21o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N21f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N22o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N22f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N23o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N23f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N24o	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Plaque : N24f	**Heure :**		**Température :**		**Commentaires :**	
Vipère :			C. Vip :			
C. V et J :			L. muraille :			Orvet :
C. helvetique :			L. Vert :			Autre :

Figure 115 : Fiche terrain du protocole de suivi des Reptiles 4/4

11.6. Conditions de réalisation technique et règlementaire

La période de prospection s'échelonne d'avril à juin.
Les conditions météorologiques à privilégier sont les jours couverts, plus favorables à la détection d'animaux sous plaques (comm. pers. X. Bonnet). De manière conventionnelle le départ du suivi sera proche de 10 h du matin (à adapter si nécessaire).
Lors de températures trop basses, inférieures à 15 °C, il n'est pas opportun en revanche de prospecter. Les journées chaudes et ensoleillées, les horaires de passages seront situés environ entre 8 h et 10 h, avant que la température de l'air ne soit trop importante et limite l'attractivité/intérêt des plaques. Les journées couvertes et chaudes, les prospections pourront avoir lieu à tout moment de la journée.

Sécurité :
Avant la réalisation de ce protocole, une formation auprès du chargé de missions est obligatoire pour un apprenant. Le dérangement d'espèces protégées requiert des informations importantes pour ne pas porter atteinte à ces espèces.
D'autre part, il y a une obligation de réaliser des gestes précis avec un équipement de sécurité adapté :

- Port des bottes ;
- Port des gants ;
- Trousse de secours ;
- Moyens de télécommunication ;
- Pas de manipulation des animaux, pas de contact avec les vipères.

Une autorisation est nécessaire pour le dérangement et la manipulation, le cas échéant, de ces espèces.

11.7. Méthode(s) de traitement(s) de l'information

11.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Richesse spécifique et effectifs totaux par mode de gestion.
Occurence des espèces totale et par mode de gestion.

11.7.2. *Renseignement de l'indicateur d'état*

État souhaité
Maintien d'un peuplement de reptiles caractéristique des mosaïques de landes à mares.

Indicateur d'état
Richesse spécifique ; occurrence.

Métriques
Nombre d'espèces ; occurrence des espèces.

Grille de lecture et seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition (non-détection) de 4/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives ;
- 1 : Disparition (non-détection) de 3/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives ;
- 2 : Disparition (non-détection) de 2/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives ;
- 3 : Disparition (non-détection) de 1/5 espèces du cortège des milieux de lande sur deux campagnes consécutives ou diminution de l'occurrence des reptiles supérieure à 25 %.
- 4 : Diminiution de l'occurrence des reptiles de 10 à 25 % ;
- 5 : Maintien ou augmentation de la répartition et l'occurrence des différentes espèces de reptiles.

11.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	J	F	M	**A**	**M**	**J**	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	7 j/an																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Chargé d'études																				

11.9. Durée et coût

Récolte de terrain

2 opérateurs x 3 h x 6 passages = 36 hures soit 5 jours (2,5 jours x 2 opérateurs).

Traitement des données

2 jours

Matériel

+/- 700 € (*plaques à Reptiles fibrociment et onduline (remplacement), thermomètres*).

11.10. Personnes/Organismes ressources

CNRS de Chizé (Olivier Lourdais), RNR du Bocage des Antonins (Alexandre Boissinot).

XII. Suivi avifaune nicheuse : STOC [CS 10.1]

12.1. Contexte général et connaissances existantes

Les oiseaux sont des bio-indicateurs de la qualité des paysages. Plus finement, certaines espèces sont caractéristiques ou inféodées à certains types de milieux et forment des cortèges spécifiques comme pour les landes. La fauvette Pitchou (*Sylvia undata)*, porte-drapeau des landes du Pinail, est une espèce à forte responsabilité de conservation pour la réserve. D'autres espèces, notamment parmi les rapaces comme les busards, représentent également un intérêt particulier. Sur le Pinail, le suivi des oiseaux est mis en place par la LPO, animatrice du site N2000, et GEREPI met en œuvre le protocole sur le territoire de la réserve. Une convention de partenariat d'échanges de données lie les deux associations.

Mis en place depuis 2002 sur la réserve, le protocole STOC (Suivi Temporel des Oiseaux Communs) s'intéresse au cortège d'oiseaux nicheurs. Le but du suivi par échantillonnages ponctuels simples (EPS) (VIGIENATURE 2020)) est d'obtenir une évaluation des tendances d'évolution des effectifs de différentes espèces communes nicheuses de France. Le nombre de contacts avec une espèce en un point donné est une mesure de l'abondance de l'espèce dans le milieu.

12.2. Objectif(s)

L'objectif principal est :

- Suivre et évaluer l'intégrité du peuplement d'avifaune nicheuse

12.3. Éléments à récolter

Liste d'espèces présentes.
Nombre de contacts par espèces (posées ou en vol).

12.4. Localisation

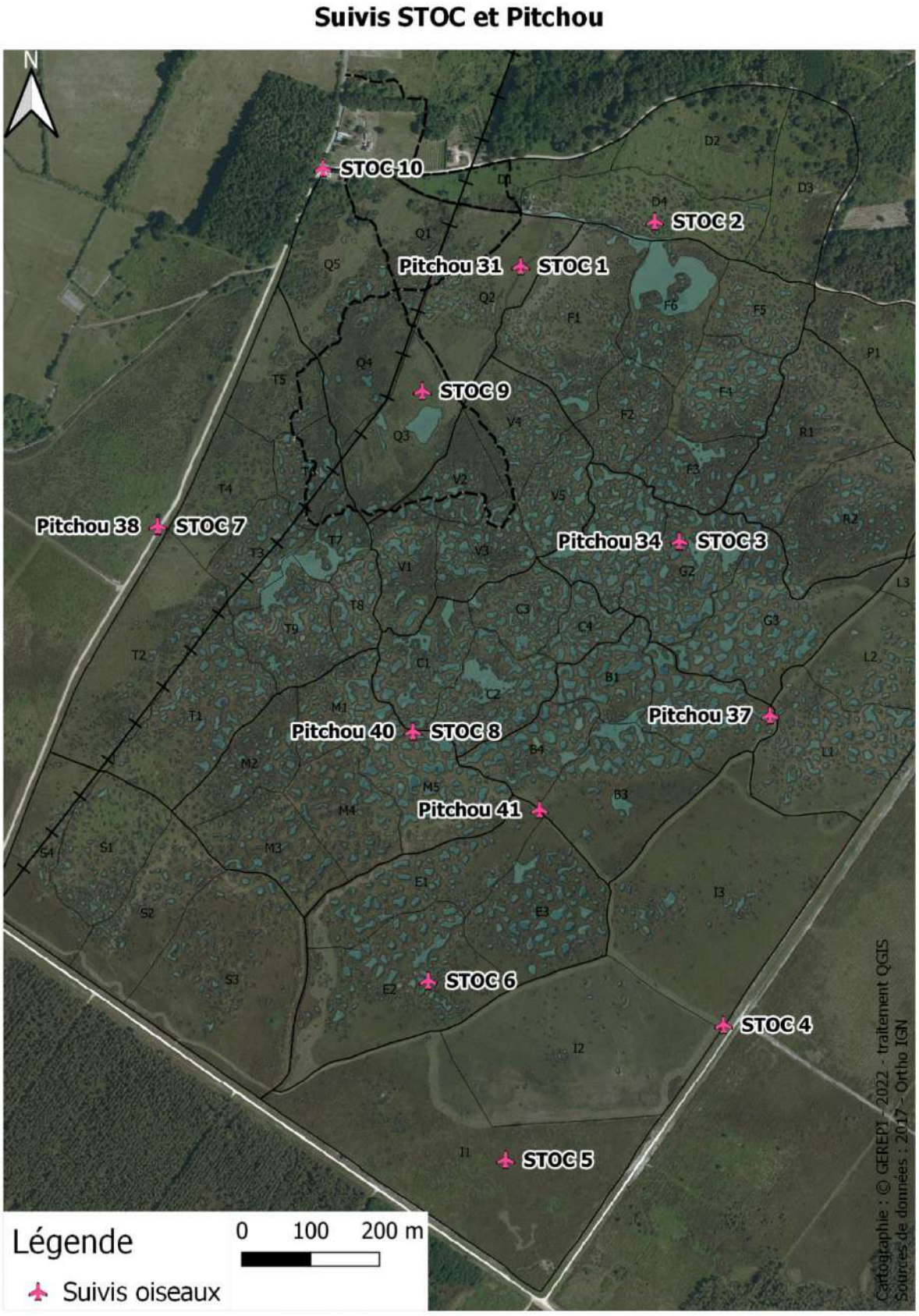


Figure 116 : Localisation des points d'observation pour le protocole STOC EPS et le Pitchou

12.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Ce suivi vise à rendre compte de l'évolution de l'avifaune nicheuse et d'espèce(s) à responsabilité de conservation.

- Suivi Temporel des Oiseaux Communs
- Possible intégration ponctuelle d'autres espèces : pipit farlouse, busards…

Il s'appuie d'une part sur un protocole national STOC EPS.

Un EPS est un dénombrement de l'avifaune en un point où un observateur reste stationnaire pendant 5 minutes exactement. Il note tous les oiseaux qu'il entend ou voit, posés ou en vol, pendant cette durée. Toutes les espèces sont notées, et on comptabilise les contacts d'individus différents. Il appartient à l'observateur de juger si deux contacts sont à attribuer au même individu ou à deux individus différents. Les jumelles peuvent être utilisées pour identifier un oiseau détecté préalablement, mais pas pour rechercher des oiseaux distants. De bonnes conditions météorologiques d'observation sont requises. Noter toutes les espèces inclut donc les moineaux domestiques, les pigeons bisets urbains, les groupes de martinets...
Chaque EPS est effectué deux fois en période de nidification :

- Un premier passage (précoce) sera réalisé en mars, date à centrer autour du **15 mars** ;
- Le second passage a lieu en début de saison de reproduction (du 1er avril au 8 mai) pour recenser les nicheurs précoces. Elle sera réalisée en même temps que le suivi Pitchou autour **du 8 avril (à partir de 8 h le matin (calé sur l'heure du suivi Pitchou);**
- le troisième a lieu entre le 9 mai et le 15 juin pour les nicheurs tardifs (notamment les migrateurs transsahariens), si possible **centré autour du 3 juin**.

Il est recommandé d'effectuer les deux passages à 4 à 6 semaines d'intervalle. Sous la contrainte de conditions météorologiques favorables, les deux passages seront effectués aux mêmes dates (à quelques jours près) et avec le même intervalle d'une année à l'autre. Pour un carré donné, les points seront tous effectués le même jour (lors d'un passage) et dans le même ordre (lors des différents passages). Chaque relevé sera effectué entre 1 et 4 heures après le lever du soleil (le chorus matinal est ainsi évité). Idéalement, le relevé **commence vers 6 ou 7 heures du matin, et se termine avant 10 heures.**

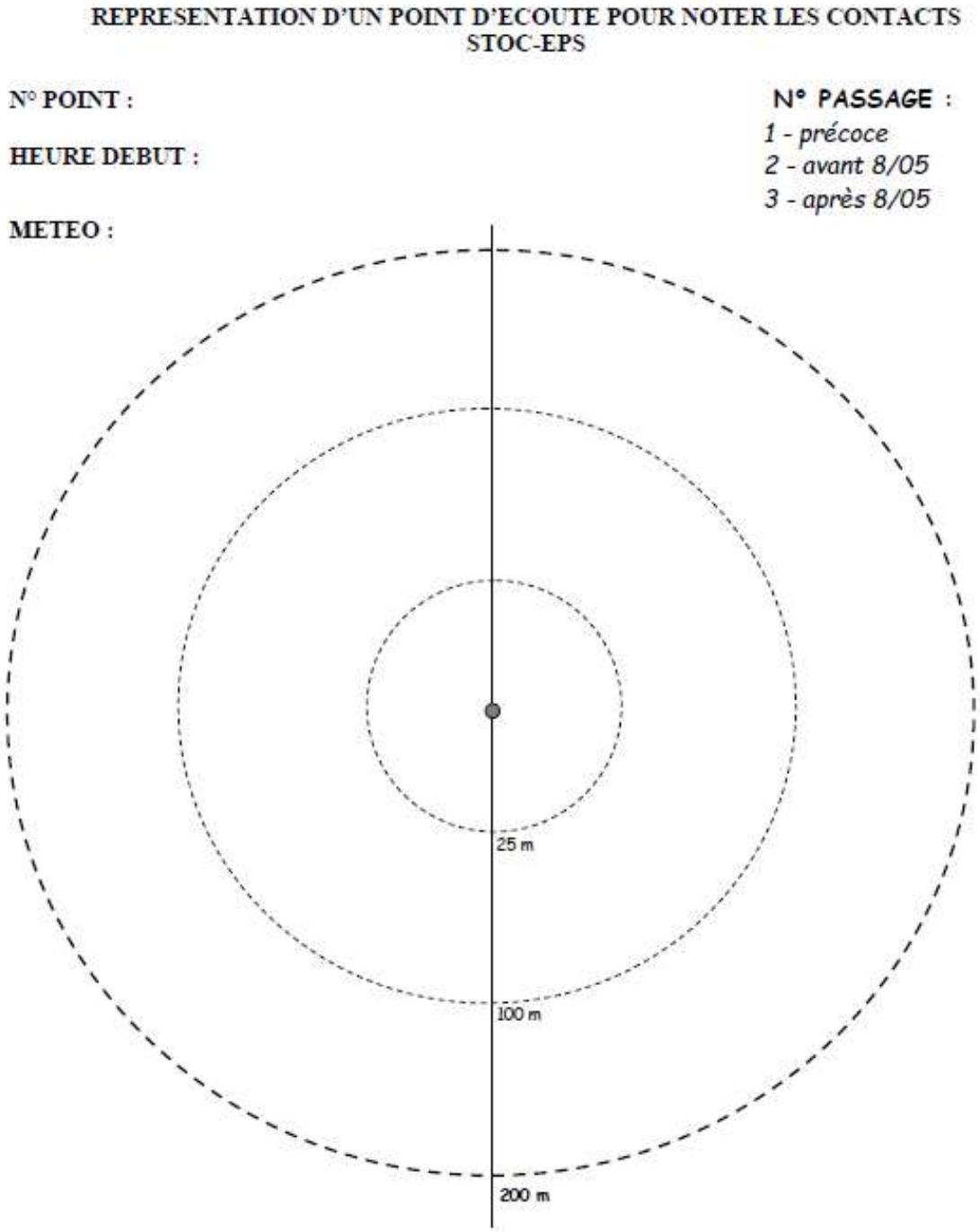
La distance des contacts à l'observateur est notée selon trois catégories : moins de 25 mètres, entre 25 et 100 mètres, entre 100 et 200 m, et plus de 200 mètres (voir carte et tampons de distance (Figure 290 à Figure 302).

Sur chaque fiche doit figurer le nom de l'observateur, le numéro du département, le numéro de carré (national), l'heure de début de suivi du point, la date et le numéro de passage (1 ou 2, correspondant aux deux périodes avant ou après le 8 mai). On note sur la fiche d'observation des informations sur la couverture nuageuse, la pluie, le vent et la visibilité, codés de 1 à 3 selon leur intensité (voir tableau ci-dessous).

Tableau 12 : Attribution des codes en fonction de l'intensité des éléments météorologiques (couverture nuageuse, pluie, vent et visibilité)

Couverture nuageuse	Pluie	Vent	Visibilité
0 – 33% = 1	Absente = 1	Absent = 1	Bonne = 1
33 – 66% = 2	Brume = 2	Faible = 2	Modérée = 2
66 – 100% = 3	Averses = 3	Moyen à fort = 3	Faible = 3

Figure 117 : Recto de la fiche terrain pour le protocole de suivi temporel des oiseaux communs par points d'écoute



(STOC EPS)

FICHE RELEVE - STOC-EPS

Nom de l'observateur		Département	N° carré	N° point	Date
Heure début	**1er ou 2e passage**	**Nuages**	**Pluie**	**Vent**	**Visibilité**
	Distances de contact				
ESPECE	**< 25m**	**25-100m**	**> 100m**	**Vol**	**Total**
Non identifiée(s) :					

Figure 118 : Verso de la fiche terrain pour le protocole de suivi temporel des oiseaux communs par points d'écoute (STOC EPS)

12.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Ce suivi doit être réalisé par un personnel formé et expérimenté. Il doit être réalisé à l'aube avec un ciel dégagé, ensoleillé.
Aucune autorisation n'est nécessaire.
Les données recueillies sont transmises spécifiquement à la LPO, chaque année (convention partenariale).

12.7. Méthode(s) de traitement de l'information

12.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

L'analyse n'est pas réalisée sur les quelques points de la réserve, les données servent à alimenter la base de données nationale analysée par le CRBPO. Des analyses à plus petite échelle pourront être tentées avec la LPO.

12.7.2. *Renseignement de l'indicateur d'état*

État souhaité
Maintien d'un peuplement d'oiseaux nicheurs caractéristique ;

Indicateur d'état
Richesse spécifique et occurrence des espèces par point.

Métriques
Nombre d'espèces ; occurrence par espèce.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition (non détection) de 66 % et plus du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de *Sylvia undata* de 66 % et plus de manière pérenne (/moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
- 1 : Disparition (non détection) de 33 à 65 % du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de *Sylvia undata* de plus de 33 à 65 % de manière pérenne (/moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
- 2 : Disparition (non-détection) de moins 15 à 32 % du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de *Sylvia undata* de 25 à 32 % de manière pérenne (/moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
- 3 : Baisse de l'occurrence moyenne des oiseaux des landes (intégrant *Sylvia undata*) supérieure à 25 %. (disparition possible d'espèces du cortège inférieur à 15 %)
- 4 : Baisse de l'occurrence moyenne des oiseaux des landes (intégrant *Sylvia undata*) de 10 à 25 % (sans disparition d'espèce du cortège)

- 5 : Maintien ou augmentation de l'ensemble du cortège ornithologique des landes et de *Sylvia undata*.

12.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	J	F	**M**	**A**	**M**	**J**	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					3,5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Conservateur																

12.9. Durée et coût

Récolte des données
0,5 jour x 3 passages = 1,5 jour

Traitement des données
2 jours

Matériel
+/- 600 € (*jumelles, longue vue*)

12.10. Personnes/Organismes ressources

LPO et MNHN.

XIII. Suivi avifaune nicheuse : fauvette Pitchou [CS 10.2]

13.1. Contexte général

Les oiseaux sont des bio-indicateurs de la qualité des paysages. Certaines espèces sont caractéristiques ou inféodées à certains types de milieux et forment des cortèges spécifiques comme pour les landes. La fauvette Pitchou (*Sylvia undata)*, porte-drapeau des landes du Pinail, est une espèce à forte responsabilité de conservation pour la réserve. D'autres espèces, notamment parmi les rapaces comme les busards, représentent également un intérêt particulier. Sur le Pinail, le suivi des oiseaux est mis en place par la LPO, animatrice du site N2000, et GEREPI met en œuvre le protocole sur le territoire de la réserve. Une convention de partenariat d'échanges de données lie les deux associations.

Mis en place depuis 2014 sur la réserve, le protocole pitchou s'intéresse particulièrement à la population de fauvette pitchou.

Présentation de la Fauvette Pitchou (*Sylvia undata Boddaert 1783*)
Espèce qui affectionne la lande à bruyères, les ajoncs et genêts (ainsi que d'autres espèces xérophiles). Fréquente également les jeunes plantations de résineux et les coupes forestières, voire les ronciers en Charente-Maritime. Les densités les plus importantes se rencontrent dans les grandes étendues de lande homogènes. À l'inverse, les lambeaux de lande ne sont pas occupés. Le nid est construit dans les parties denses de la lande, à partir de 15 cm du sol jusqu'à 1 m de haut. C'est une coupe végétale avec herbe, mousse, voire duvet végétal et cocons d'araignées, garnie de brin d'herbe, duvet et crin.
Espèce sédentaire dont la nidification débute à partir de mi-avril.
Généralement une ponte mi-avril – début mai et souvent une seconde en juin – juillet (3 – 4 œufs). La femelle est identique au mâle, mais de couleur plus terne.

L'espèce souffre surtout de la disparition de ses habitats, mais également des hivers froids qui déciment ses populations. En Poitou, des landes sont encore détruites au profit de l'agriculture et de la sylviculture, mais également pour l'aménagement d'infrastructures routières, voire d'équipements de loisirs. Oiseau insectivore occupant une niche écologique relativement spécialisée et étant sédentaire, les hivers rigoureux déciment leurs populations. Ce fut le cas en Poitou-Charentes lors des hivers froids et enneigés de 1985 et 1986. Les incendies sont également préjudiciables à l'espèce qui perd momentanément des sites de nidification et qui peut également subir directement les conséquences du feu en période de reproduction.
Il est nécessaire de mettre en place des mesures de conservation des landes pour enrayer le déclin de cette espèce dont la population du Poitou-Charentes constitue un lien entre celles de Bretagne et d'Aquitaine.
L'aire de répartition de la fauvette Pitchou en Poitou-Charentes est concentrée en Charente-Maritime et en Vienne. En Charente et en Deux-Sèvres, l'espèce est devenue très rare. C'est l'erratisme des jeunes qui favorise la recolonisation des habitats abandonnés car ces oiseaux sont très fidèles à leurs sites de nidification.

INPN MNHN : Espèce classée en danger au niveau national et vulnérable en Poitou-Charentes. Espèce déterminante de l'inventaire ZNIEFF. Population de Sylvia undata undata en déclin, 36 000 – 65 000 couples.
Espèce réglementée à l'annexe II de la Convention de Berne, à l'annexe I de la Directive Oiseaux et à l'article 3 de la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire national.

13.2. Objectif(s)

L'objectif principal est :

- Suivre et évaluer l'abondance de la fauvette pitchou.

13.3. Éléments à récolter

Fauvette pitchou et cortège d'avifaune associé.

13.4. Localisation

Les points sont spécifiés sur la carte du protocole STOC ci-avant (Figure 116).

13.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole Pitchou se déroule sur le même modèle dispositif global que le protocole STOC-EPS, mais avec des spécificités (Williamson 2013). Des points de passage sont choisis et les espèces d'oiseaux, ainsi que leur nombre, dans un rayon de 200 mètres sont à inscrire. Les conditions météorologiques sont également à renseigner. Pour chaque point d'observation et d'écoute, trois passages sont à effectuer en matinée. Le relevé se déroule en deux tranches de 5 minutes. Dans la première tranche, toutes les espèces d'oiseaux observées sont renseignées alors que dans la deuxième tranche seulement les fauvettes Pitchou sont renseignées.

Pour chaque observation de fauvette Pitchou, il est demandé de renseigner par des symboles le sexe, si cela peut être déterminé, ainsi que la méthode d'observation.

Le principe général s'appuie sur une méthode d'échantillonnage par points d'écoute (12 sur la réserve naturelle et 72 en tout sur le Pinail). Ils sont régulièrement répartis sur les zones à prospecter, suivant un espacement moyen de l'ordre de 250 mètres.

- Chaque observateur possède entre 6 et 8 points d'écoute à visiter ;
- Lors d'un relevé, l'observateur s'oriente systématiquement face au Nord ;
- Les points sont visités dans le même ordre d'une année sur l'autre ;
- Chaque point est visité pendant 10 minutes précisément :
  - Durant les 5 premières minutes, toutes les espèces vues et/ou entendues sont notées ;
  - Durant les 5 minutes suivantes, seules les Fauvettes pitchou vues et/ou entendues sont notées en utilisant une couleur différente (ou en spécifiant tranche 2), en prenant soin de ne noter que les individus nouveaux par rapport à la première tranche d'écoute. Ainsi, en additionnant le nombre d'individus de chaque tranche, on obtient le nombre total d'individus contactés sur le point.

• Lors d'un relevé, l'observateur utilise la fiche sur laquelle sont matérialisés les cercles correspondant aux classes de distance. Il y reporte tous les oiseaux vus en respectant pour la Fauvette pitchou les symboles spécifiques indiqués et les couleurs propres à chaque tranche d'écoute (ou indique tranche 1 ou 2).

• Des classes de distance en fonction de l'éloignement des oiseaux par rapport à l'observateur ont été définies de la manière suivante (en mètres) : 0-25, 25-50, 50-100, 100-200, >200 (voir carte et tampons de distance (Figure 290 à Figure 302).

• Dix observateurs sont nécessaires pour le secteur de brandes du Pinail.

Période de la journée

Pour des conditions optimales, il faut :

- Attendre au minimum 30 minutes après le lever du soleil pour commencer (voir heure selon date ci-dessous,
- Les inventaires s'étalent au plus tard jusqu'à 11 h.
- Contraintes météorologiques : éviter les conditions de froid, de vent et de pluie.

Nombre et fréquence des visites

• Trois visites sont effectuées par an.

• Celles-ci sont centrées chacune sur les première et seconde quinzaines d'avril, et sur la première quinzaine de mai, en respectant autant que possible un intervalle de 15 jours minimum entre deux visites. Dans l'optimal les visites auront lieu autour des dates suivantes :

- **8 avril à partir de 8 h le matin ;**
- **22 avril à partir de 7 h 30 le matin ;**
- **7 mai à partir de 7 h le matin.**

• En cas de mauvaises conditions météo (pluie, vent), il est préférable de décaler dans le temps un passage sur le terrain, quitte à ce que celui-ci ne se trouve plus dans une période optimale. Par contre, **il ne faut pas reporter ce décalage sur les passages suivants**, afin de disposer d'un maximum de passages en périodes optimales.

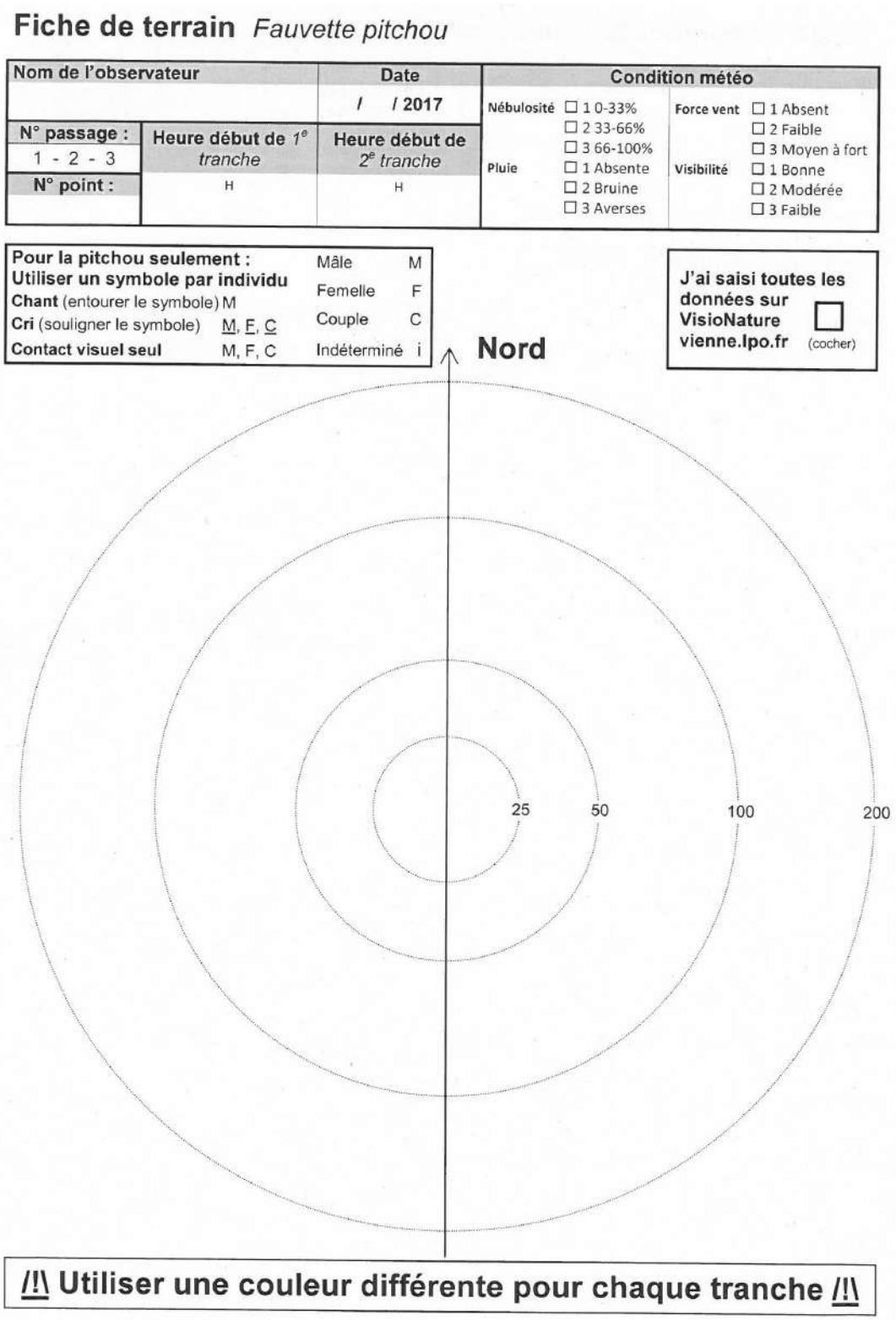


Figure 119 : Fiche de relevé terrain Pitchou (recto)

Fiche de synthèse *Fauvette pitchou*

Nom de l'observateur		
N° passage (Entourer)	N° point :	Date
1 - 2 - 3		/ / 2017

J'ai saisi toutes les données sur VisioNature vienne.lpo.fr ☐ (cocher)

Première tranche de 5 minutes

(Noter toutes les espèces, y compris la Fauvette pitchou)

Heure début 1e tranche	H

Espèce	Distances de contact				
	< 25 m	25 – 50 m	50 – 100 m	100 – 200 m	> 200 m

Deuxième tranche de 5 minutes

Heure début 2e tranche	H

Fauvette pitchou seulement et noter seulement les **nouveaux individus** contactés

Distances de contact				
< 25 m	25 – 50 m	50 – 100 m	100 – 200 m	> 200 m

Utiliser un symbole par individu :

Mâle : **M** Couple : **C**

Femelle : **F** Indéterminé : **i**

Chant (entourer le symbole) ▶ (M)

Cri (souligner le symbole) ▶ M, F, C, i

Contact visuel seul ▶ M, F, C, i

Figure 120 : Fiche de relevé terrain Pitchou (verso)

13.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Ce suivi doit être réalisé par un personnel formé et expérimenté, par temps dégagé et ensoleillé.
Aucune autorisation nécessaire.

13.7. Méthode(s) de traitement de l'information

13.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Il est réalisé par la LPO et le MNHN un indice d'abondance de la Fauvette pitchou. GEREPI ne fait que transmettre les données pour cet indice. Analyse de l'occurrence de l'espèce (diachronique).

13.7.2. *Renseignement de l'indicateur*

État souhaité
Maintien d'un peuplement d'oiseaux nicheurs caractéristique ; bon état de conservation de *S. undata* (complexe des landes).

Indicateur d'état
Richesse spécifique et occurrence de *Sylvia undata.*

Métriques
Nombre d'espèces ; occurrence par espèce.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition (non détection) de 66 % et plus du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de *Sylvia undata* de 66 % et plus de manière pérenne (/moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
- 1 : Disparition (non détection) de 33 à 65 % du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de *Sylvia undata* de plus de 33 à 65 % de manière pérenne (/moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
- 2 : Disparition (non-détection) de moins 15 à 32 % du cortège des milieux de lande (sur 5 ans). Baisse des occurrences de *Sylvia undata* de 25 à 32 % de manière pérenne (/moyenne des 5 dernières années) Interprétation sur le site N2000 en lien avec LPO
- 3 : Baisse de l'occurrence moyenne des oiseaux des landes (intégrant *S. undata*) supérieur à 25 %. (disparition possible d'espèces du cortège inférieur à 15 %)
- 4 : Baisse de l'occurrence moyenne des oiseaux des landes (intégrant *S. undata*) de 10 à 25 % (sans disparition d'espèce du cortège)
- 5 : Maintien ou augmentation de l'ensemble du cortège ornithologique des landes et de *S. undata.*

13.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	J	F	M	**A**	**M**	**J**	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					3,5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Conservateur																

13.9. Durée et coût

Récolte des données

3 suivis x 0,5 jour = 1,5 jour.

Traitement des données

2 jours.

Matériel

+/- 600 € (*jumelles, longue vue*)

13.10. Personnes/Organismes ressources

LPO et MNHN

XIV. Suivi de Formicoxenus nitidulus [CS 30]

14.1. Contexte général et connaissances existantes

Les fourmis sont des architectes de nos écosystèmes et recyclent notamment 95 % des cadavres d'insectes. La réserve abrite 39 espèces de fourmis dont des Myrmica pouvant élever les larves d'azuré des Mouillères, mais aussi *Formicoxenus nitudulus*, une des quatre espèces à responsabilité majeure de conservation de la réserve. Elle construit son ou ses nid(s) dans les fourmilières à dôme de *Formica*. Sur la réserve, elle a été découverte en 2015 et elle est abritée dans un dôme de *Formica pratensis* situé au nord-est de la prairie humide de Fonbredé.

L'acquisition de connaissances sur cette espèce est récente et directement en lien avec l'actualisation des responsabilités des conservations de la réserve en 2017. La 1re étude a été initiée en 2019 sur les distances de fourragement de la fourmi des près. De nombreuses connaissances seront aussi à acquérir dans le cadre d'études spécifiques et notamment la recherche d'autres dômes de fourmis sur la réserve ou en périphérie.

14.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont les suivants :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de *Formicoxenus nitudulus* ;

14.3. Éléments à récolter

Présence/Absence de *Formicoxenus nitudulus*.
Dimension du(des) dôme(s) hôte(s).

14.4. Localisation

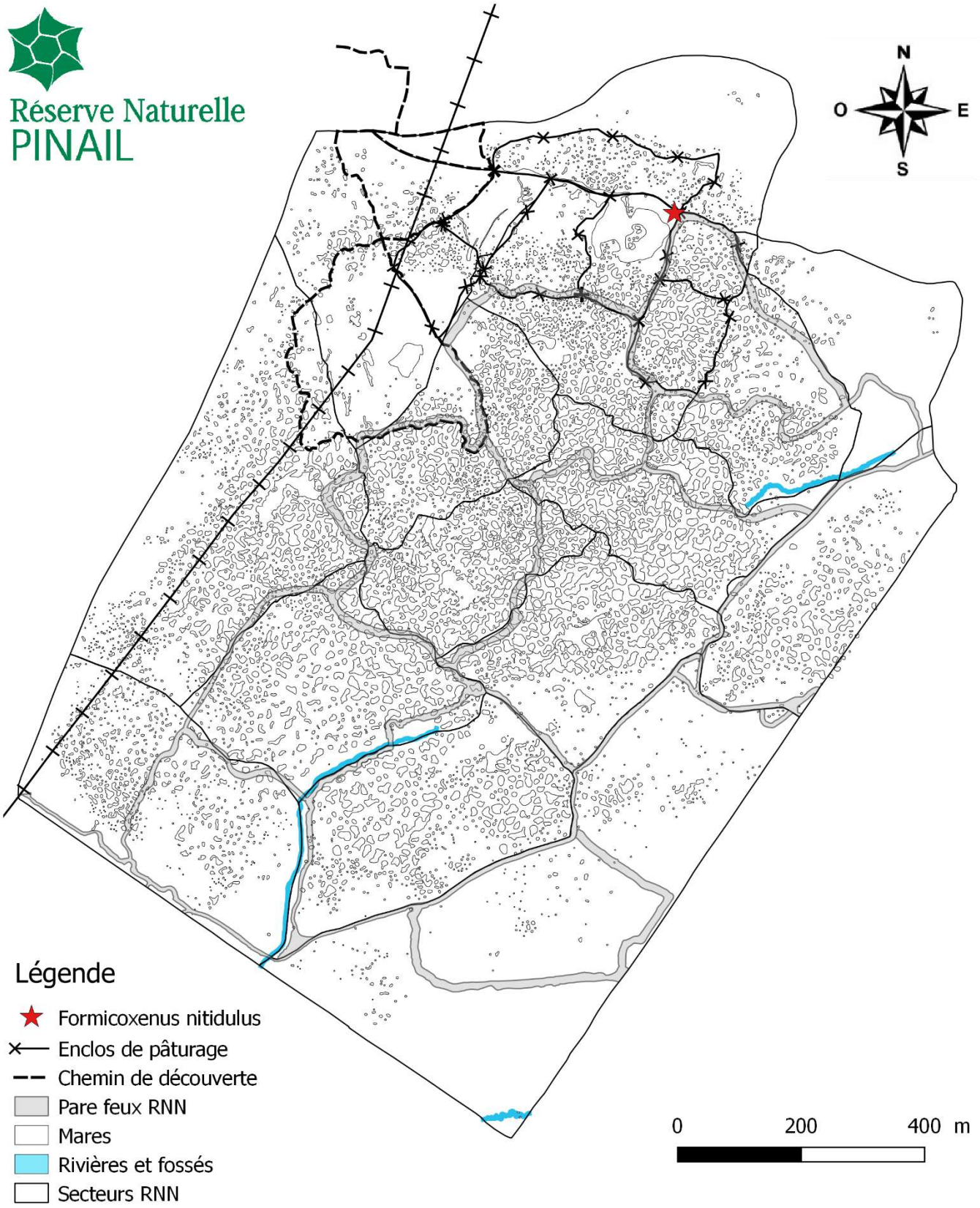


Figure 121 : Carte de localisation du suivi Formicoxenus nitudulus

14.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Chaque année, il s'agira de confirmer la présence de *Formicoxenus nitudulus,* espèce cible de la démarche, en observant la présence d'individus reproducteurs fin août qui fréquentent habituellement l'extérieur du dôme par de bonnes températures.

En complément, le protocole de relevé comprend une mesure de la ou des fourmillière(s) hôte de *Formica pratensis* (ou autres espèces) afin d'en évaluer la dynamique :

- Hauteur par rapport au niveau du sol,
- Largeur à la médiane de la hauteur.

Figure 122 : Technique de prise de mesure des fourmilières à dôme de la réserve

14.6. Conditions de réalisation technique et règlementaire

Les suivis devront être réalisés dans des conditions météo favorables : temps ensoleillé, température supérieure de 20 °C.
Aucune autorisation nécessaire.

14.7. Traitement(s) des données

14.7.1. *Cartographie(s)*

Le cas échéant, géolocalisation de nouvelle(s) fournimilière(s).

14.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Évolution interannuelle de la dimension de la fourmilière hôte.

14.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Maintien en bon état de conservation de la population de *Formicoxenus nitudulus* et, si possible, augmentation du nombre de fourmilières hôtes avec *F. nitudulus*.

Indicateur d'état

Taille répartition de la population, structure de la fourmilière hôte.

Métriques

Nombre de fourmilières, état/volume de la fourmilière hôte.

Grille de lecture et seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Maintien de la fourmillière accueillant F. nitudulus avec atteinte significative et/ou diminution taille supérieure à 20 %. Ou disparition de *F. nitudulus*.
- 1 : Maintien de la fourmillière accueillant F. nitudulus avec une atteinte significative et/ou diminution taille de 11 à 20%.
- 2 : Maintien avec atteinte non significative et/ou diminution taille inférieure à 10 %.
- 3 : Maintien de la fourmillière accueillant F. nitudulus et de sa taille.
- 4 : Maintien avec croissance de la taille de la fourmilière accuillant F. nitudulus.
- 5 : Augmentation du nombre de fourmilières accueillant F. nitudulus.

7.1. Programmation

PERIODICITE et CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	J	F	M	A	M	J	J	**A**	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					1 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Chargé d'études																

14.9. Durée et coût

Récolte des données de terrain

½ journée maximum

Traitrement des données

½ journée maximum

Matériel

Aucun

14.10. Personnes/Organismes ressources

ANTAREA.

Chapitre 4 : Suivi de l'état des séries dynamiques des mares et espèces inféodées

Ces suivis ont vocation à alimenter les indicateurs d'évaluation du plan de gestion relatif à l'objectif à long terme II « **Maintenir la capacité d'accueil des séries dynamiques des mares pour les espèces aquatiques et palustres** ».

Les indicateurs d'état du patrimoine naturel visent à suivre en particulier les espèces et habitats à responsabilité de conservation de la réserve, rappelés ci-dessous pour les milieux « aquatiques et palustres ».

Tableau 13 : Liste des habitats aquatiques et palustres à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Habitats « aquatiques et palustres »
Responsabilité modérée	22.414 Colonies d'utriculaires 22.4311 Tapis de nénuphars 22.4314 Tapis de Potamot flottant 22.432 Communautés flottantes des eaux peu profondes 22.433 Groupements oligotrophes de potamots, callitriches, *R. ololeucos*
Responsabilité assez forte	22.11 Eaux oligotrophes pauvres en calcaire 22.15 Eaux oligo-mésotrophes riches en calcaire 22.441 Tapis immergés de *Chara* 22.442 Tapis immergés de *Nitella* 22.313 Gazons des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes 53.33 Cladiaies acidophiles riveraines, paucispécifiques
Responsabilité forte	22.14 Eaux dystrophes 22.314 Gazon des berges tourbeuses en eaux peu profondes 22.45 Mares de tourbières à Sphaignes et Utriculaires 54.58 Radeaux de sphaignes et d'*Eriophorum polystachion* flottants sur les mares permanentes des landes 54.6 Communautés à *Rhynchospora alba* 51.11 Buttes, bourrelets et pelouses tourbeuses des tourbières hautes

Tableau 14 : Liste des espèces de faune aquatique et palustre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Espèces faunistiques
Responsabilité modérée	*Aeshna isoceles* (Müller, 1767) *Arvicola sapidus* Miller, 1908 *Lestes sponsa* (Hansemann, 1823)
Responsabilité assez forte	*Somatochlora flavomaculata* (Vander Linden, 1825)
Responsabilité forte	*Leucorrhinia caudalis* (Charpentier, 1840) *Leucorrhinia pectoralis* (Charpentier, 1825)
Responsabilité majeure	*Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) *Dolomedes plantarius* (Clerck, 1758) *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882)

Tableau 15 : Liste des espèces de flore aquatique et palustre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Espèces floristiques
Responsabilité modérée	*Aristavena setacea* (Huds.) F.Albers & Butzin, 1977 *Cardamine parviflora* L., 1759 *Gratiola officinalis* L., 1753 *Salix repens* subsp. *repens* L., 1753
Responsabilité assez forte	*Sparganium natans* L., 1753 *Utricularia minor* L., 1753

Tableau 16 : Liste des espèce de fonge aquatique et palustre à responsabilité de la réserve naturelle du Pinail

Niveau de responsabilité	Espèces fongiques
Responsabilité modérée	*Mitrula paludosa* Fries ex Fries
Responsabilité assez forte	*Arrhenia oniscus* (Fr. : Fr.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys *Arrhenia philonotis* (Lasch) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys
Responsabilité forte	*Arrhenia sphagnicola* (Berk.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys *Galerina mairei* Bouteville & P.-A. Moreau *Galerina sphagnorum* (Pers. : Fr.) Kühner *Gymnopilus fulgens* (J. Favre & R. Maire) Singer *Hygrocybe coccineocrenata* (P.D. Orton) Moser *Hygrocybe helobia* (Arnolds) M. Bon *Hygrocybe riparia* var. *conicopalustris* (R. Haller ex M. Bon) M. Bon *Laccaria affinis* var. *anglica* (Singer) M. Bon

I. Suivi cartographique des habitats « aquatiques et palustres » [CS 02.1]

1.1. Contexte général et connaissances existantes

Les mares de la Réserve du Pinail proviennent de l'intense activité d'extraction de pierre meulière qui a, durant plus d'un millénaire, profondément remanié la topographie du site, le transformant en une infinie variation de fosses et de monticules. La forte imbrication des habitats qui en résulte et les difficultés d'accès ont été, depuis la création de la réserve en 1980, un frein majeur à l'étude des habitats.

Les membres du conseil scientifique (Romain Bissot et Patrick Gatignol) ont été sollicités afin d'établir la méthodologie la plus adaptée à la configuration particulière du site, qui est celle de l'étude des séries et petites géoséries de végétation. Leur prise en compte est essentielle à la compréhension de l'organisation spatio-temporelle des habitats et permet une planification des opérations de gestion adaptée à la fonctionnalité du site. La cartographie des végétations d'un site dresse le plus souvent un état figé à un instant donné et ne prend pas en compte l'évolution naturelle des habitats (Colasse et al., 2016). La méthodologie d'inventaire des séries et petites géoséries provient des études récentes mises en place par les conservatoires botaniques nationaux (CBN). Elle considère qu'une mare est un écosystème dans lequel la seule variable correspond au gradient topographique (et donc au gradient d'humidité). Tous les autres paramètres (trophie, pH...) sont identiques et vont conditionner l'ensemble des végétations.

En 2018, un état zéro a été réalisé sur l'ensemble des mares sentinelles. Ceci permettra à la lumière des nouvelles mises en place de ce suivi de réaliser des comparaisons diachroniques de l'évolution des végétations et cortèges d'espèces.

1.2. Objectif(s)

Les objectifs principaux sont :

- Suivre l'évolution et l'intégrité des habitats des séries dynamiques des mares de la Réserve du Pinail (*profil type, dynamique...*) ;
- Évaluer l'impact des modes de gestion sur les habitats aquatiques et palustres ;
- Évaluer l'impact du changement climatique sur les herbiers amphibies et aquatiques ;

1.3. Localisation

L'inventaire des végétations aquatiques est réalisé sur les 203 mares sentinelles (Figure 4) et sur quelques autres mares colonisées par de la phragmitaie (sous représentée dans les mares sentinelles).

1.4. Éléments à récolter

Relevés phytosociologiques.
Relevés synphytosociologiques.

Répartition des habitats (cartographie).

1.5. Méthode(s) de récolte de l'information

La méthode d'inventaire des séries et petites géoséries de végétation utilisée dans le cadre de cette étude provient d'un guide méthodologique élaboré par le Conservatoire botanique national de Brest (Delassus et al., 2017, Laurent et al., 2017-a et b) et d'une application de cette méthodologie au domaine de Menez-Meur (Colasse et al., 2016). Seuls les éléments utiles à la compréhension du rapport et adaptés à l'inventaire des séries et petites géoséries des mares de la Réserve du Pinail sont présentés dans la partie suivante.

1.5.1. *Présentation et définitions*

L'étude des séries et petites géoséries de végétation permet de décrire et de comprendre des écosystèmes puisqu'elle fournit des indications sur l'imbrication et la succession des habitats dans le paysage. Cette connaissance est essentielle à la compréhension du fonctionnement d'un ensemble paysager. La méthode employée est basée sur la phytosociologie dynamico-caténale qui est la science des séries et géoséries de végétation (Delassus et al., 2017). Cette transposition de la phytosociologie sigmatiste à l'étude du paysage végétal est particulièrement adaptée aux habitats aquatiques, amphibies et humides des mares de la réserve du Pinail.

Les principes de la phytosociologie

EXTRAIT DE COLASSE ET AL., 2016 (adapté à la RNN du Pinail)

"L'étude des habitats aquatiques, amphibies et humides de la Réserve du Pinail a été réalisée selon la méthode de la phytosociologie sigmatiste. Cette science étudie les communautés végétales. Elle est basée sur le caractère indicateur et intégrateur des facteurs écologiques, dynamiques, chorologiques et historiques des espèces végétales, et plus encore des associations végétales. Elle est ordonnée en un système hiérarchisé (synsystème) où l'association végétale est l'unité fondamentale.

La phytosociologie sigmatiste est à la base de la phytosociologie paysagère (ou dynamico-caténale). Cette science intégratrice étudie les successions de groupements végétaux dans le temps et dans l'espace. Elle utilise les méthodes et concepts de la phytosociologie transposés à l'analyse du paysage végétal. Son objectif est d'étudier les complexes de groupements végétaux au sein d'unités spatiales homogènes, qui constituent les éléments du paysage. Elle inclut l'étude des groupements végétaux, des séries et des géoséries de végétation."

La série de végétation

EXTRAIT DE DELASSUS ET AL., 2017

"Une série de végétation est une unité paysagère regroupant des groupements végétaux susceptibles de se trouver à l'intérieur d'une même enveloppe écologique homogène. Chaque syntaxon constituant ces unités s'inscrit dans une même succession végétale et présente donc une même potentialité végétale. Les liens entre les groupements sont temporels et un même point du site peut potentiellement accueillir chacun d'eux.

La série de végétation est nommée par le groupement végétal climacique de la série, c'est-à-dire en équilibre plus ou moins stable avec le milieu en l'absence de pression de gestion. Le plus souvent, la succession aboutit

à un stade forestier, mais elle peut également être stoppée à un stade moins structuré (il s'agit alors d'une série courte, tronquée, appelée curtasérie), voire n'être constituée que d'un seul stade (il s'agit alors d'une série permanente appelée permasérie), en raison de contraintes édaphiques empêchant l'installation de la forêt.

La série de végétation met donc en évidence les liens dynamiques qui unissent les groupements végétaux au sein d'enveloppes écologiques homogènes et permettent ainsi de décrire les trajectoires dynamiques potentielles liées à la gestion ou à la succession naturelle. Ces liens peuvent être synthétisés sous forme de schéma."

Les habitats aquatiques et amphibies de la réserve du Pinail correspondent donc à des séries permanentes, ou permaséries.

La géosérie et la petite géosérie de végétation

Bien que cette étude n'aborde pas l'inventaire des géoséries, il est important d'introduire cette notion pour décrire ce qu'est une petite géosérie.

EXTRAIT DE DELASSUS ET AL., 2017

"La géosérie est une unité de paysage regroupant des séries de végétation différentes au sein d'une entité géomorphologique et bioclimatique homogène. Ces groupements appartiennent à plusieurs séries généralement organisées le long de gradients écologiques ou topographiques. Les liens entre les séries sont spatiaux et les limites de chaque unité sont fixes dans le temps. L'exemple typique est le système d'une vallée où les séries de végétation se répartissent depuis la crête jusqu'au fond de vallée. Le facteur principal de répartition des séries est lié à l'écoulement des eaux de pluie : déficit en eau et arrachage des éléments du sol au niveau des crêtes, accumulation de l'eau et des éléments du sol en fond de vallée.

La petite géosérie de végétation est une unité de paysage végétal synthétique regroupant plusieurs séries de végétation s'exprimant au sein d'une zone de faible étendue spatiale marquée par la juxtaposition de plusieurs contextes écologiques fortement imbriqués. Il s'agit donc de séries qui se rencontrent invariablement ensemble (dans des proportions pouvant varier) dans une enveloppe à l'intérieur de laquelle chacune d'elle serait difficilement représentable individuellement. La petite géosérie constitue ainsi une portion individualisée à l'intérieur de la géosérie. Il s'agit par exemple :

- ***Des mares ou des cours d'eau avec leurs groupements végétaux d'eaux profondes, d'eaux peu profondes, amphibies et rivulaires ;***
- *Des tourbières avec leur alternance de buttes et de dépressions ;*
- *Des crêtes rocheuses avec leurs groupements des replats à sol peu profond, des fissures (ensoleillées, à l'ombre), des sols plus profonds en pied d'affleurement ;*
- *Des vallées alluviales où la moindre dépression peut entraîner une durée d'inondation de plusieurs semaines, contraignant ainsi les séries de végétation...*

La petite géosérie de végétation est une unité principalement utilisée en cartographie pour représenter des situations complexes du point de vue écologique où les séries ne peuvent pas toujours être individualisées à l'échelle de restitution. Il s'agit également d'une unité qui permet de décrire des enveloppes fonctionnelles correspondant souvent à des unités de gestion au sein d'un site ou d'un territoire.

La petite géosérie de végétation est nommée par le groupement végétal climacique de la série occupant la surface moyenne la plus importante. Si une petite géosérie est caractérisée par des curtasséries, on parle de petites géocurtasséries. Si elle est caractérisée par des permasséries, on parle de petites géopermasséries."

1.5.2. *Inventaire des habitats aquatiques, amphibies et humides*

Les objectifs de cette étape sont de décrire et de caractériser les habitats aquatiques, amphibies et humides liés à la présence de mares afin d'actualiser et d'améliorer leur connaissance sur la réserve et d'inclure ces connaissances au programme d'étude des mares.

Afin d'identifier et de caractériser ces habitats, 96 relevés phytosociologiques ont été réalisés de fin juin à début août 2018 suivant la méthodologie préconisée par les CBN (Delassus, 2015). Les végétations les mieux développées sur la réserve ont été sélectionnées pour réaliser les relevés phytosociologiques afin de faciliter leur interprétation.

La nomenclature de la flore vasculaire utilisée dans cette étude correspond à la version 10 du référentiel taxonomique national TAXREF. La réserve du Pinail se situant à proximité du territoire d'agrément du Conservatoire botanique national de Brest, la nomenclature des syntaxons employée a principalement suivi celle adoptée dans le Référentiel des noms de la végétation et des habitats de l'Ouest (RNVO) (CBN Brest, 2017). Les habitats ont été rattachés autant que possible à une association végétale, ou à défaut une alliance et un groupement. La correspondance avec les référentiels d'habitats nationaux et européens (EUNIS, Corine Biotopes, EUR 28 et les cahiers d'habitats) a été réalisée a *posteriori* à partir des relevés.

Toutes les données utiles à l'interprétation des habitats sont notées sur le bordereau d'inventaire phytosociologique des habitats aquatiques de la Réserve du Pinail (Figure 123, Figure 124). Celui-ci a été réalisé sur la base des bordereaux de trois Conservatoires botaniques différents (CBN Sud-Atlantique, CBN Bassin-Parisien et CBN de Brest). Seuls les critères pouvant varier sur la réserve ont été conservés. La géologie et la pédologie, notamment, ne varient pas de façon significative d'une mare à une autre et ne représentent pas une source d'information indispensable à l'inventaire des végétations des mares de la réserve du Pinail.

Réserve Naturelle PINAIL

Bordereau d'inventaire phytosociologique des habitats aquatiques de la RNN du Pinail

GEREPI

Moulin de Chitré, 86210 Vouneuil-sur-vienne – 05 49 02 33 47 – contact@reserve-pinail.org

Identifiant source

Observateur(s) : .....

.....

Opération PG / Étude : .....

.....

Localisation

Secteur : .....

Code mare : .....

Hors mare : .....

.....

Identifiant du relevé

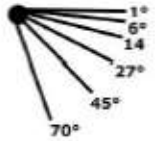
Date : _ _ / _ _ / _ _ _ _

Numéro de relevé : .....

.....

Code photo : .....

Informations stationnelles



Topographie stationnelle : O Plat O Pente O Faux-plat O Fond de mare O Butte

Pente : O <1° O 1 à 6° O 6 à 27° O 27 à 45° O 45 à 70° O > 70°

Exposition : O N O NE O E O SE O S O SO O O O NO

Luminosité : O Lumière O Mi-ombre O Ombre

Gestion : O Brûlis O Pare-feux O Pâturage O Fauche O Non intervention Date : .....

Texture* : O Argile O Limon O Sable O MO O Tourbe O Graviers O Cailloux O Pierres O Blocs

Fréquence en eau : O Permanente O Assec 1 fois/3-5 ans O Assec qqls mois/an O Immergé après fortes pluies

Description générale

Physionomie : O Herbier O Roselière O Prairie O Gazon O Lande O Fourré O Forêt O Tourbière

Type biotique dominant* : O Hydrophyte O Hélophyte O Hémicryptophyte O Chaméphyte O Thérophyte O Phanérophyte

Hydrologie : O Entièrement immergé O En partie submergé O Humide O Peu humide O Suintement

Trophie* : O Oligotrophe O Mésotrophe O Eutrophe O Dystrophe

Acidité* : O Acidiphile O Neutrophile O Basophile

Typicité floristique : O Bonne O Moyenne O Mauvaise

Typicité structurelle : O Bonne O Moyenne O Mauvaise

Description libre : .....

.....

Végétations en contact : .....

.....

Schéma

Figure 123 : Recto du bordereau d'inventaire phytosociologique

Typologie

Syntaxon : .....

EUNIS : .....

Natura 2000 : .....

Corine Biotopes : .....

Type de relevé : ○ Phyto sigmatiste ○ Phyto sinusiale ○ Floristique ○ Suivi ○ Aucun

Structure du relevé

Forme : ○ Grand spatial ○ Petit spatial ○ Linéaire ○ Spatio-linéaire ○ Ceinture continue ○ Ponctuel

Fragmentation : ○ Non fragmenté ○ 2-3 entités distinctes ○ Plusieurs entités

Qualité du relevé : ○ Bonne ○ Moyenne ○ Faible Temps passé : .....

Surface (m²): ..... % recouvrement sur la mare : .....

Hauteur totale : ..... Recouvrement total : .....

herbacée : ..... herbacée (h) : ..... ; bryophytes (m) : .....

arbustive : ..... algues (m) : ..... ; arbustive (a) : .....

arborée : ..... arborée (A) : ..... ; eau libre : .....

litière : ..... ; sol nu : ..... ; roche : .....

	Espèce	h	m	a	A		Espèce	h	m	a	A
1						21					
2						22					
3						23					
4						24					
5						25					
6						26					
7						27					
8						28					
9						29					
10						30					
11						31					
12						32					
13						33					
14						34					
15						35					
16						36					
17						37					
18						38					
19						39					
20						40					

Incide d'abondance dominance

5 : recouvrement > 75%
4 : recouvrement de 50-75%
3 : recouvrement de 25-50%
2 : recouvrement de 5-25%
ou < 5% mais individus très nombreux
1 : recouvrement de 1-5%
ou < 1% mais individus très nombreux
+ : peu d'individus avec faible recouvrement
r : très peu abondant et recouvrement très faible
i : individu unique

* : *Information optionnelle, à renseigner si déterminable visuellement*

Figure 124 : Verso du bordereau d'inventaire phytosociologique

1.5.3. *Inventaire des séries et petites géoséries des mares*

Les objectifs de cette étape sont de décrire et caractériser les séries ou petites géoséries des mares du Pinail (Figure 259 à Figure 264) afin de pouvoir :

- Déduire la répartition de chaque habitat selon le type de mare, de gestion ou le contexte ;
- Connaître les potentialités de végétation et leurs expressions et adapter la gestion à ces potentialités.

Afin d'identifier et de caractériser les séries et petites géoséries des mares de la réserve, 205 relevés symphytosociologiques ont été réalisés entre juillet et août 2018 sur les 203 mares sentinelles et sur quelques mares colonisées par des roselières (habitat peu représenté au sein des mares sentinelles).

Actuellement, il n'existe aucun référentiel national des complexes de végétation et très peu de littérature existe à ce sujet (Delassus et al., 2017). Quelques études ont été menées en Bretagne, principalement par le CBN de Brest (Colasse et al., 2016) ou ailleurs en France par d'autres CBN (Catteau et Villejoubert, 2018, Hostein et al., 2018). Elles concernent à la fois les milieux terrestres et aquatiques, mais étant situées sur des aires biogéographiques différentes, les végétations décrites ne sont pas présentes sur la réserve du Pinail.

Toutes les données utiles à l'interprétation des séries ou petites géoséries sont notées sur le bordereau d'inventaire phytosociologique des habitats aquatique de la Réserve du Pinail (Figure 123, Figure 124, Figure 125, Figure 126). Celui-ci a été réalisé sur la base du bordereau de relevé de série de végétation du CBN de Brest (Delassus et al., 2017). De même que pour les relevés phytosociologiques, seuls les critères pouvant varier sur la réserve ont été conservés.

Réserve Naturelle PINAIL

Bordereau d'inventaire de séries et géoséries de végétation des mares de la RNN du Pinail

GEREPI

Moulin de Chitré, 86210 Vouneuil-sur-vienne – 05 49 02 33 47 – contact@reserve-pinail.org

Identifiant source

Observateur(s) : .....

.....

Opération PG / Étude : .....

.....

Localisation

Secteur : .....

Code mare : .....

.....

Type de la mare : .....

Identifiant du relevé

Date : _ _ / _ _ / _ _ _ _

Numéro de relevé : .....

.....

Code photo : .....

Informations stationnelles

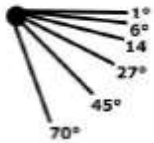
Pente majoritaire de la berge : ○ <1° ○ 1 à 6° ○ 6 à 14° ○ 14 à 27° ○ 27 à 45° ○ 45 à 70° ○ > 70°

Luminosité moyenne : ○ Lumière ○ Mi-ombre ○ Ombre

Gestion : ○ Brûlis ○ Pare-feux ○ Pâturage ○ Fauche ○ Non intervention

Texture* : ○ Argile ○ Limon ○ Sable ○ MO ○ Tourbe ○ Graviers ○ Cailloux ○ Pierres

Fréquence d'immersion : ○ Permanente ○ Assec 1 fois / 3-5 ans ○ Assec qqls mois/an



Description générale

Trophie* : ○ Oligotrophe ○ Mésotrophe ○ Eutrophe ○ Dystrophe

Acidité* : ○ Acidiphile ○ Neutrophile ○ Basophile

Description libre : .....

.....

Végétation dominante : .....

.....

Schéma

* : *Information optionnelle, à renseigner si déterminable visuellement*

Figure 125 : Recto du bordereau d'inventaire des séries et géoséries

Description du relevé

Géosérie : .....

Qualité du relevé : ○ Bonne ○ Moyenne ○ Faible Temps passé : .....

	Syntaxon	Forme O o Ø / () ; .	Recouvrement (%)	Topographie ⌣ ⌒ — ⟍	Typ flor + +/- -	Typ stru + +/- -
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						
31						
32						
33						

Forme

O : grand spatial
o : petit spatial
Ø : spatio-linéaire
/ : linéaire
() : ceinture continue
; : fragmenté
. : ponctuel

Topographie

⌣ cuvette
⌒ butte
⟍ pente
— plat

Typicité

*Flor : floristique**
Stru : structurelle
+ : bonne
+/- : moyenne
- : faible

** : La typicité floristique s'évalue par rapport à la diversité spécifique par rapport aux relevés phytosociologiques de référence. Une bonne typicité floristique correspond à un habitat semblable aux relevés. Une typicité moyenne correspond à une absence de certaines espèces du cortège. Une typicité faible correspond à une communauté basale ou composée uniquement d'une seule espèce végétale.*

Figure 126 : Verso du bordereau d'inventaire des séries et géoséries

1.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole.
La période favorable à l'inventaire des végétations aquatiques s'étale sur le mois d'avril pour les herbiers à renoncules et les mois de juillet-août pour les autres habitats.
Bonnes compétences en botanique obligatoires.
Aucune autorisation nécessaire.

1.7. Méthode(s) de traitement des données

1.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Diversité et représentativité synphytosociologique.

1.7.2. *Renseignement de l'indicateur*

État souhaité
Maintien d'une mosaïque d'habitats « aquatiques et amphibies » de la série dynamique des mares.

Indicateur d'état
Diversité et répartition des habitats (nombre habitats maintenus/prévus ; répartition habitats à responsabilité).

Métriques
Nombre d'habitats ; surface relative.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de 66 % et plus de la surface globale des habitats à responsabilité modérée à forte ;
- 1 : Disparition de 51 à 65 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 2 : Disparition de 31 à 50 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 3 : Disparition de 16 à 30 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 4 : Disparition de 0 à 15 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 5 : Maintien ou augmentation de la surface de tous les habitats à responsabilité.

1.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	**2024**	2025	2026	2027	J	F	M	**A**	M	J	**J**	**A**	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF										63 j/an + 4 j/an (protocole 2)											
POSTE PRINCIPAL										Chargé de missions, Chargé d'études											

1.9. Durée et coût

Récolte des données

Ptcl général : Réalisation des relevés phytosociologiques et des relevés de géoséries : 3 jours en avril + 35 jours (fin juin, mi-août).

Traitement des données

Ptcl général : Retranscription des données sous format numérique et analyse : 25 jours.

Coût matériel

Matériel nécessaire à la réalisation du protocole 250 € ;

- Impression 300 feuilles de terrain (100 relevés phyto + 200 relevés géoséries) : 20 € ;
- Guide de terrain : 60 € (Flore de la Belgique, du Luxembourg et du Nord de la France) et autres guides... ;
- Loupe de terrain : 30 € ;
- Tablette numérique (entretien).

1.10. Personnes/Organismes ressources

Romain Bissot (CBNSA), Patrick Gatignol, SBCO.

II. Suivi cartographique des habitats de surface des mares [CS 02.2]

Suivis associé au CS 04.5 Transects mares lors de la réalisation

2.1. Contexte général et connaissances existantes

Les mares de la Réserve du Pinail proviennent de l'intense activité d'extraction de pierre meulière qui a, durant plus d'un millénaire, profondément remanié la topographie du site, le transformant en une infinie variation de fosses et de monticules. La forte imbrication des habitats qui en résulte et les difficultés d'accès ont été, depuis la création de la réserve en 1980, un frein majeur à l'étude des habitats.

Avec le changement climatique, il est attendu le fait que les mares soient de moins en moins bien rechargées et sur des périodes plus courtes (diminution de la pluviométrie, augmentation de la température et évapotranspiration, changement de la répartition des pluies). De fait, nous supposons que cela va avoir un impact sur les habitats de ceinture des mares, avec une potentielle descente des habitats terrestres, amphibies au détriment des habitats aquatiques. Le présent protocole vise à observer ce phénomène.

2.2. Objectif(s)

Les objectifs principaux sont :

- Évaluer l'impact du changement climatique sur les herbiers amphibies et aquatiques ;

2.3. Localisation

Le protocole s'applique sur les 20 mares sentinelles de référence (Figure 265, Figure 266, Figure 267, Figure 268, Figure 269). Les localisations de chaque transect est localisée sur les cartes ci-dessous (Figure 127, Figure 128Figure 129, Figure 130).

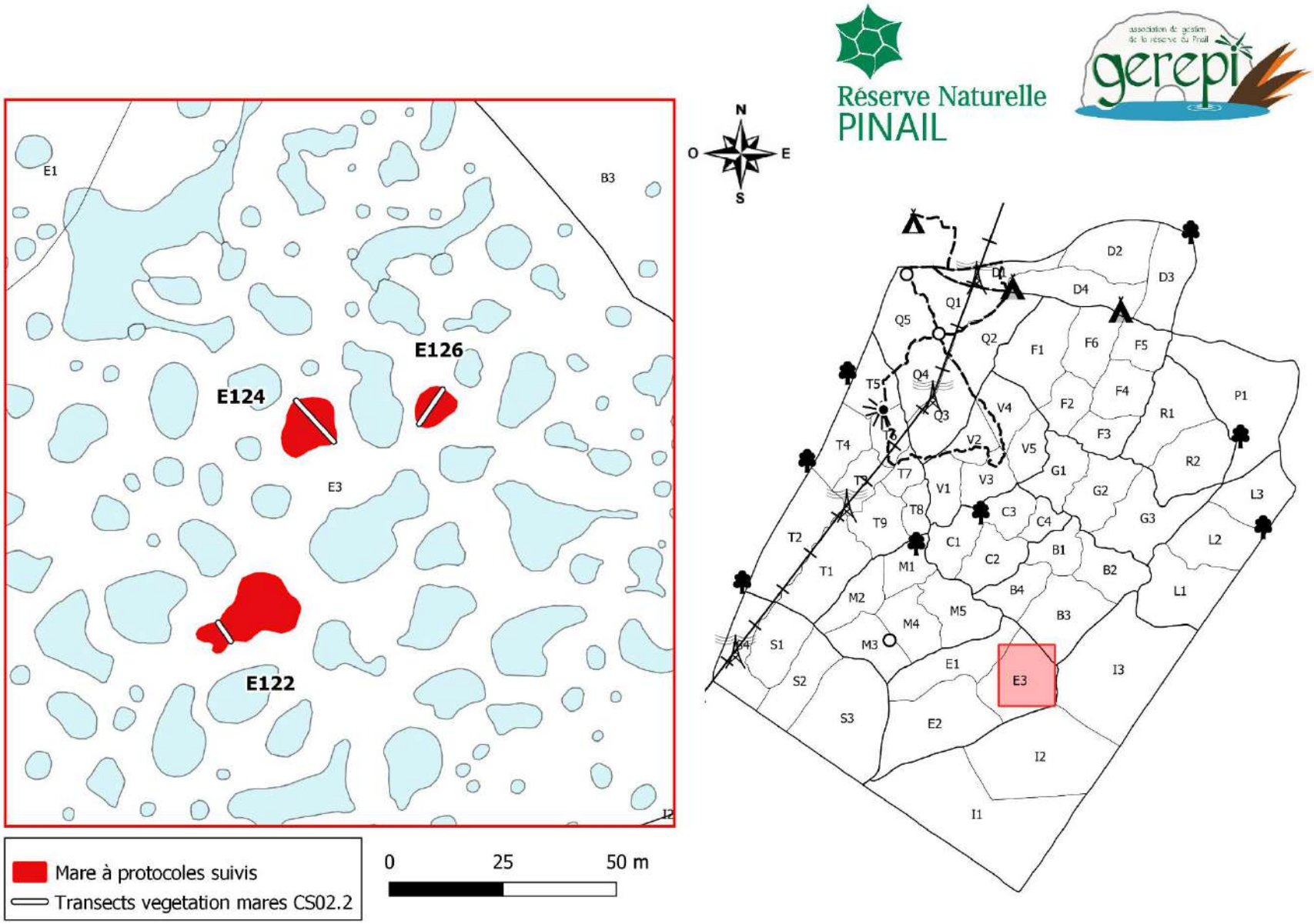


Figure 127 : Localisation des transects du secteur E

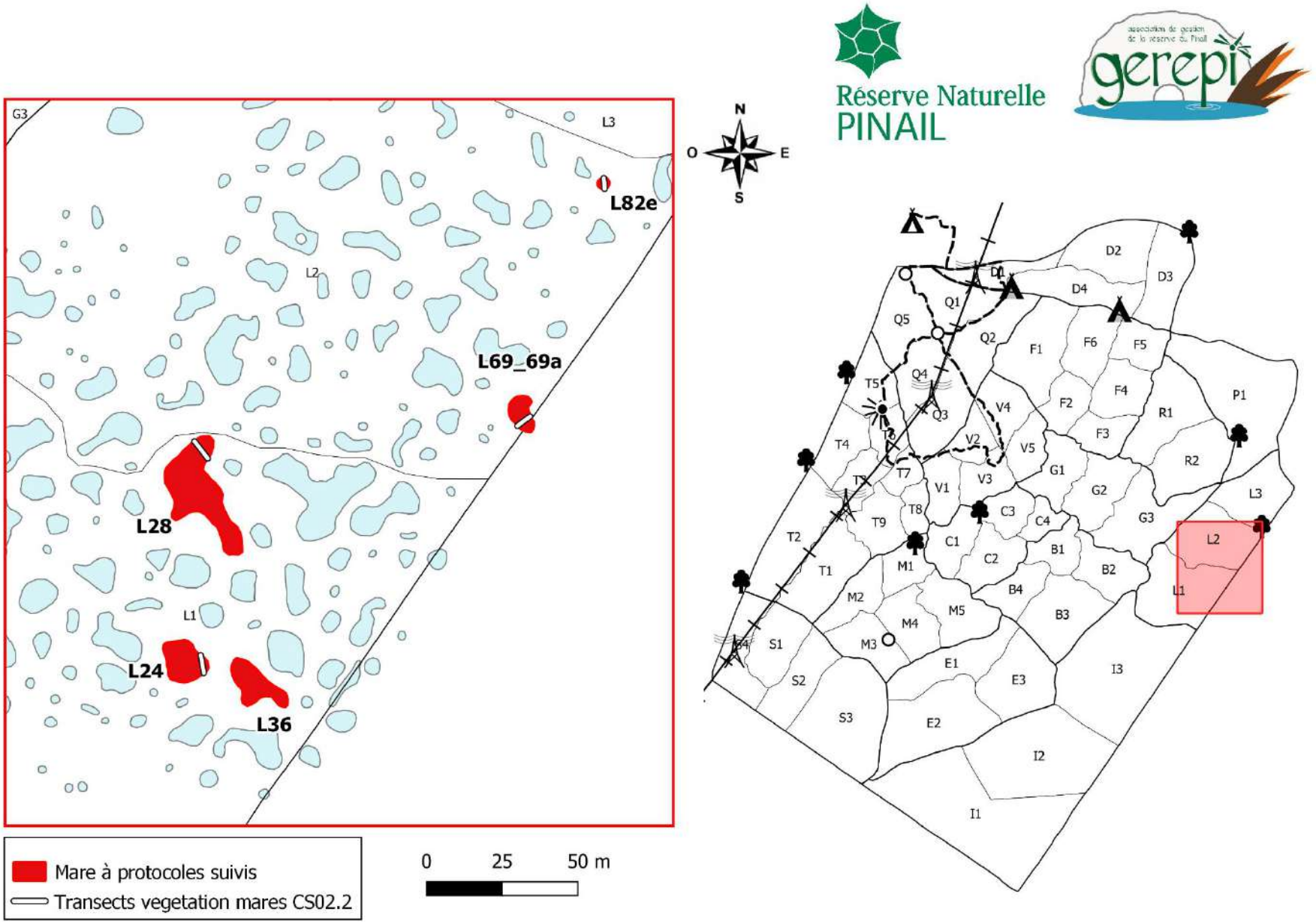


Figure 128 : Localisation des transects du secteur L

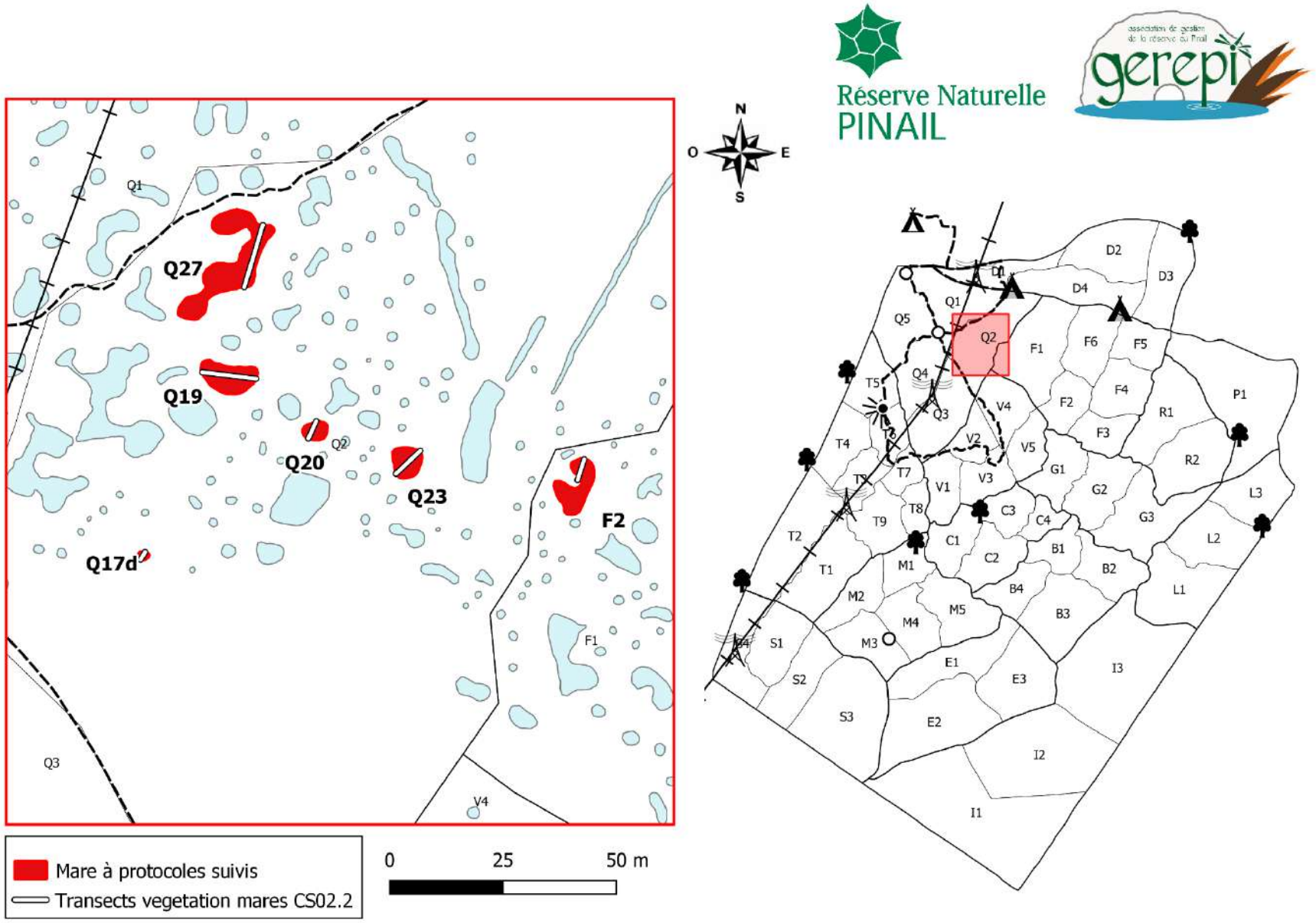


Figure 129 : Localisation des transects du secteur Q

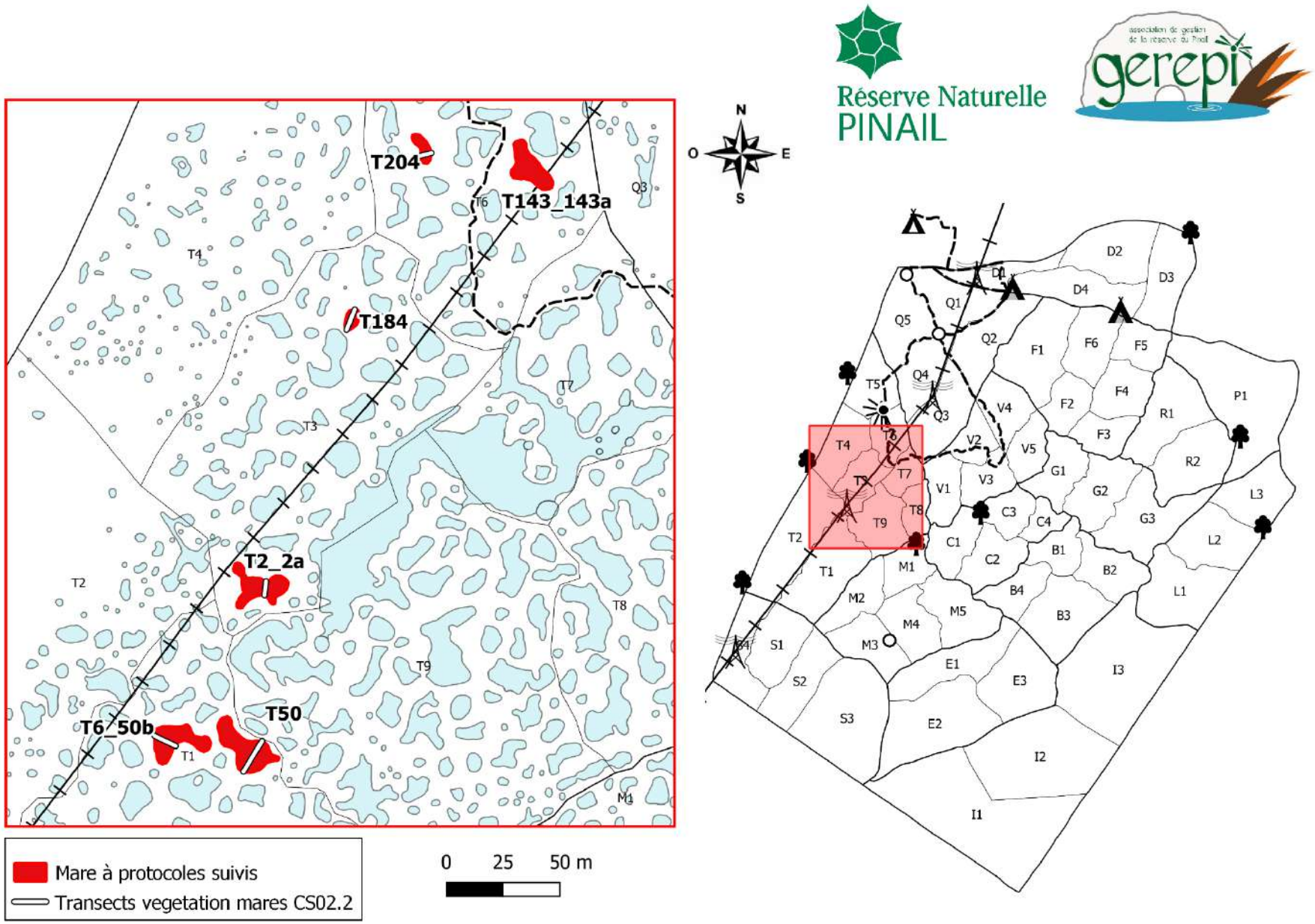


Figure 130 : Localisation des transects du secteur E

2.4. Éléments à récolter

Répartition des habitats (cartographie).
Distance à la berge de développement des herbiers amphibies.
Relevés d'espèces.

2.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Ce protocole vise à mettre en évidence les dynamiques d'assèchement des mares, d'intensité et de durée croissante avec le changement climatique, ciblées sur les ceintures végétales. Il devra donc être réalisé à date « fixe » entre le entre le 25 juillet et le 5 août.

Évaluation des surfaces de chaque habitat
À partir d'une photo aérienne (drone) précise de chacune des 20 mares, il est dessiné avec le plus de précision possible les végétations en présence. Ceci peut aussu être directement réalisé à l'aide d'une tablette numérique de terrain. Les habitats enchevetrés doivent figurés mais à postériori (superposition de chacun des habitats).

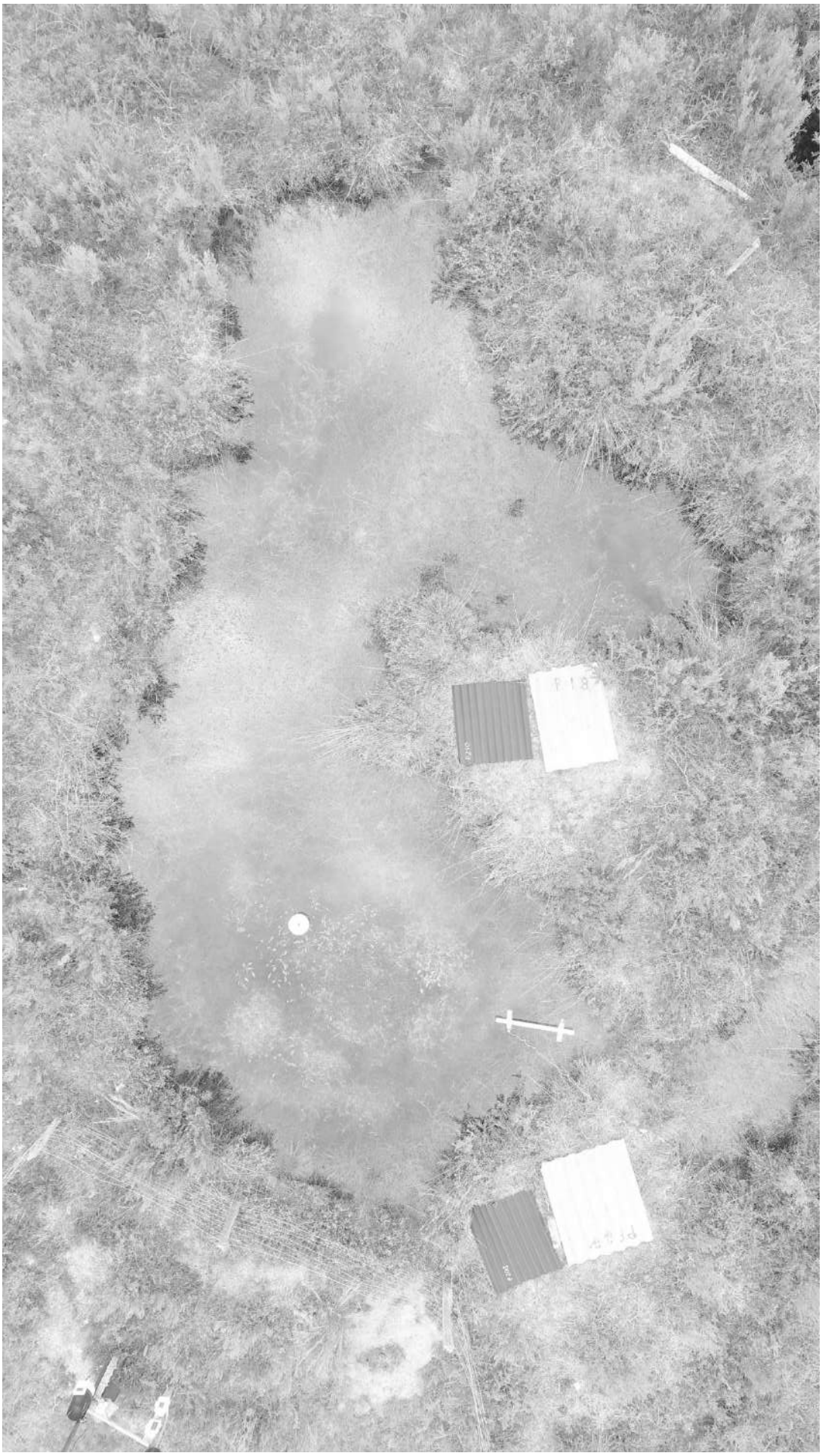


Figure 131 : Exemple de photo aérienne permettant de dessiner lea répartition des habitats aquatiques (mare F2)

2.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole.
La période favorable à l'inventaire des végétations aquatiques s'étale sur le mois d'avril pour les herbiers à renoncules et les mois de juillet-août pour les autres habitats.
Bonnes compétences en botanique obligatoires.
Aucune autorisation nécessaire.

2.7. Méthode(s) de traitement des données

2.7.1. *Cartographie(s)*

Carte d'évolution dynamique des habitats des mares.

2.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Diversité spécifique.
Surface d'habitat de chaque type (amphibie/aquatique) et front de progression des herbiers amphibies.

2.8. Renseignement de l'indicateur

État souhaité
Maintien d'une mosaïque d'habitats « aquatiques et amphibies » de la série dynamique des mares.

Indicateur d'état
Diversité et répartition des habitats (nombre habitats maintenus/prévus ; répartition habitats à responsabilité).

Métriques
Nombre d'habitats ; surface relative.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de 66 % et plus de la surface globale des habitats à responsabilité modérée à forte
- 1 : Disparition de 51 à 65 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 2 : Disparition de 31 à 50 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 3 : Disparition de 16 à 30 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 4 : Disparition de 0 à 15 % de la surface globale des habitats à responsabilité ;
- 5 : Maintien ou augmentation de la surface de tous les habitats à responsabilité.

2.9. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	**2024**	2025	2026	2027	J	F	M	**A**	M	J	**J**	**A**	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	4 j/an																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Chargé d'études																				

2.10. Durée et coût

Récolte des données
45 min par mare x 20 mares = 15 h = 2 jours

Traitement des données
2 jours

Liste du matériel :
Carte des mares en orthophoto de proximité imprimées sur format A3
Crayons adaptés à l'écriture sur impression laser
Si nécessaire Float tube pour identification vérifiaction espèces
Liste des habitats des mares

Coût matériel
+/- 300 € (*piquets, tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD, consommables...*)

2.11. Personnes/Organismes ressources

Romain Bissot (CBNSA), Patrick Gatignol, SBCO.

III. Suivi hydrologique - quantité de surface [CS 03.2]

3.1. Contexte général et connaissances existantes

L'eau est l'élément fondamental du fonctionnement des mares et de la diversité biologique qui s'y trouve. Situé sur un plateau, le site est alimenté exclusivement par les précipitations et subi de fait des variations de niveau d'eau importantes au grès des saisons, des années et du changement climatique. La qualité des eaux est également variable et diversifiée selon la nature du sol et sous-sol ainsi que par les activités biologiques propres à chaque mare.

Ce dispositif de suivi hydrologique à la fois qualitatif et quantitatif, des eaux de surface et météoriques, s'appuie sur des équipements déjà en place sur la réserve (*piézomètres, sondes, station météo*). Le suivi piézométrique de niveau d'eau de mare et tourbière, bien que largement incomplet du fait de dysfonctionnement de matériel, a été instauré en 2014. D'autre part, le dispositif pourra être amélioré à la vue de l'enjeu fondamental porté par les zones humides, le réseau de mares et la vulnérabilité prévisible de la réserve face aux changements globaux.

3.2. Objectif(s)

Les objectifs principaux sont de :

- Suivre et évaluer l'état quantitatif des eaux de surface de la réserve ;

Hypothèses de travail :

- Le changement climatique va réduire la quantité d'eau disponible pour les mares, du fait d'une diminution sensible du volume annuel des précipitations et d'une augmentation de l'évaporation et évapotranspiration, entrainant des assecs plus prolongés et répétés.

3.3. Éléments à récolter

Niveaux d'eau des mares et tourbières.

3.4. Localisation

Concernant les relevés piézométriques, les mares ciblées sont : E122, T195, F2, T143 (Figure 132).

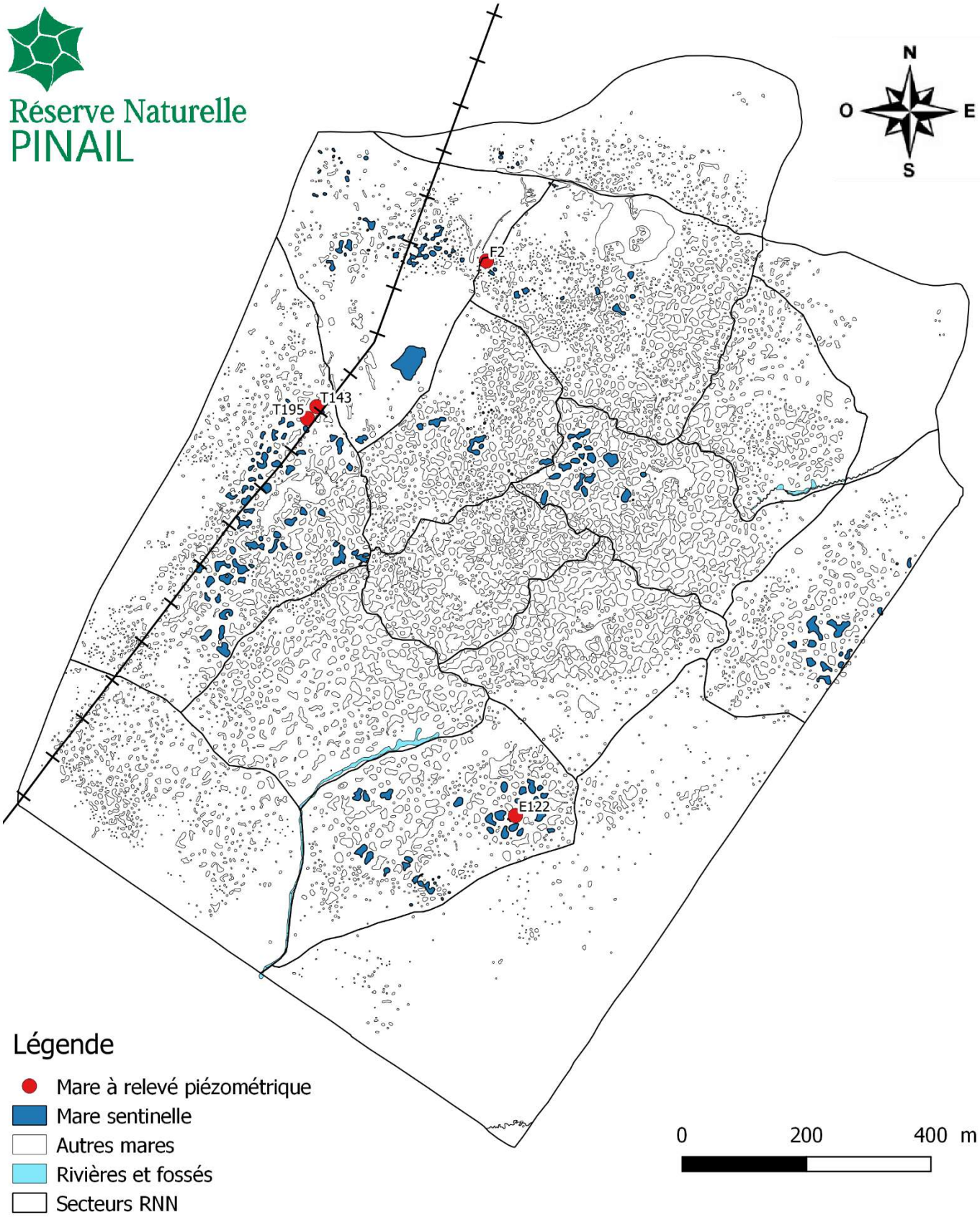


Figure 132 : Localisation des mares à relevé piézométrique

3.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Pour étudier le marnage, des sondes piézométriques de type STS DLN 70, et DLOCS sont posées au fond des mares, elles bancarisent une donnée toutes les heures. Le récepteur de données est positionné dans une boite située sur la berge. Les informations sont récoltées sur le terrain à l'aide d'un ordinateur et d'un câble USB adapté.

Figure 133 : Sonde piézométrique STS DLN 70

3.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Les suivis piézométriques sont réalisés en continu et une veille à minima trimestrielle sur le matériel est à assurer (*limitation de la perte éventuelle de données en cas de défaillance, remplacement de pile, entretien de boîtes, etc.*).
Aucune autorisation nécessaire.

3.7. Méthode(s) de traitement de l'information

3.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Évolution annuelle et interannuelle de la piézométrie : minimum, maximum, moyenne, variabilité, etc.

3.7.2. *Renseignement de l'indicateur*

État souhaité
Maintien du bon état quantitatif des eaux des mares.

Indicateur d'état
L'indicateur d'état de ce suivi reposera sur l'interprétation de plusieurs éléments, dont la piézométrie des mares.

Métriques
hauteur d'eau en mm (voir conversion en volume).

Grille de lecture et seuils

À étalonner au terme d'étude contextuelle et analyse des relevés sur plusieurs années.

3.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					1,5 j/an tous les ans																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions																

3.9. Durée et coût

Récolte des données

0,5 jour/trimestre soit 2 jours.

Traitement des données

1 jour

Matériel

+/- 4 500 € (*instruments de mesure : piézomètres, sondes, batterie…*)

Prestations éventuelles : non calculée (*entretien et installation des instruments de mesure*)

3.10. Personnes/Organismes ressources

Pierre-Alain Danis de l'OFB, Faculté Poitiers : Gilles Porel, Frédéric Grandjean.

IV. Suivi hydrologique - qualité de surface [CS 03.3 (température, oxygène) et CS 03.4 (pH, conductivité…)]

4.1. Contexte général et connaissances existantes

L'eau est l'élément fondamental du fonctionnement des mares et de la diversité biologique qui s'y trouve. Situé sur un plateau, le site est alimenté exclusivement par les précipitations et subi de fait des variations de niveau d'eau importantes au grès des saisons et des années. La qualité des eaux est également variable et diversifiée selon la nature du sol et sous-sol ainsi que par les activités biologiques propres à chaque mare.

Ce dispositif de suivi hydrologique qualitatif s'appuie sur des équipements déjà en place sur la réserve (sondes) et du matériel portatif. Ils doivent être régulièrement relevés et entretenus. D'autre part, le dispositif pourra être amélioré à la vue de l'enjeu majeur porté par les zones humides, le réseau de mares et la vulnérabilité prévisible de la réserve face aux changements globaux.

Les paramètres **physico-chimiques** d'une mare représentent l'état abiotique de celle-ci et permettent de connaître la qualité de l'eau du milieu. De nombreuses valeurs peuvent être mesurées et chacune d'entre elles renseigne sur le fonctionnement hydro-biologique de milieu. 4 paramètres sont mesurés dans ce protocole : le pH, la température, la concentration en oxygène dissous, la conductivité.

Le **pH**, ou potentiel hydrogène, correspond à l'activité chimique des ions hydrogène dans une solution et permet de mesurer son acidité ou sa basicité. Il conditionne bon nombre d'équilibres physico-chimiques et sa valeur est comprise entre 0 et 14. Un pH est considéré comme neutre lorsqu'il est égal à 7, acide lorsqu'il est compris entre 0 et 7 et basique lorsqu'il est compris entre 7 et 14. Il est le reflet de la chimie et du contexte géologique de la mare. La vie se développe en général dans des pH compris entre 5 et 9 mais peut tout de même exister dans des pH plus extrêmes. L'optimum pour la vie est situé entre 6 et 8,5. Les eaux basiques présentent généralement une faune plus riche et plus diversifiée que celle des eaux acides qui sont faiblement minéralisées et ne permettent qu'un développement limité de la flore aquatique. Dans un habitat aquatique, le pH varie dans le temps en fonction de la température, de l'heure de la journée, de la concentration en CO^2 atmosphérique, ou l'activité biotique de la mare (photosynthétique) (GEREPI 2000 ; (Coutouis and Forestier 2014).

La **température**, mesurée en degrés Celsius, est un facteur important agissant sur les êtres vivants, car elle conditionne leur présence selon leur thermo-résistance. Sa valeur est d'une grande variabilité spatio-temporelle, que ce soit au cours de la journée, des saisons ou de la profondeur, et conditionne le système en ralentissant ou en accélérant son activité ainsi que les réactions chimiques vitales. La température joue un rôle important dans la solubilité des minéraux et des gaz, notamment sur la quantité d'oxygène dissous, et sur la différenciation entre zone épilimnétique et hypolimnétique (GEREPI 2000, Coutouis and

Forestier 2014, Beguier, Sellier, and Beaune 2016). Elle a une inertie plus lente dans l'eau qui va augmenter ou diminuer plus lentement que la température de l'air. Elle est aussi conditionnée par la masse d'eau de la mare et par sa profondeur. Le climat a bien sûr une forte influence sur la température de la mare selon la saison et l'heure de la journée. Dans le contexte de la réserve, aucun apport d'eau autre que les précipitations ne vient modifier la température des mares. La température est une composante essentielle à la compréhension de la présence ou absence des espèces. De nombreuses espèces ont des optimums thermiques et ceci peut être un facteur abiotique décisif (limitant) pour certaines espèces. La température a des impacts sur le métabolisme et les réactions enzymatiques de nombreux organismes, et entre en ligne de compte dans les équilibres physicochimiques d'importance majeure comme la concentration en oxygène de l'eau, la concentration du carbonate de calcium.

La concentration en **oxygène dissous** (mesurée en mg/L et %) dépend de nombreux facteurs biotiques et abiotiques tels que l'activité photosynthétique et les échanges respiratoires des organismes aquatiques, la pression partielle de l'oxygène dans l'atmosphère, la température de l'eau, l'oxydation et la décomposition de la matière organique. Cette mesure renseigne sur la capacité d'autoépuration de la mare, elle-même liée à la quantité d'organismes minéralisateurs (GEREPI 2000, Coutouis and Forestier 2014).

La **conductivité** électrique d'une eau, exprimée en µS/cm, est dépendante de la concentration en sels minéraux issus du lessivage des sols (Carbonates, Bicarbonates, Sulfates, Chlorures, Nitrates, Calcium, Magnésium, Silice…). À l'inverse les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La connaissance de ce facteur est importante puisque chaque organisme aquatique a des exigences propres et est sensible aux variations de ce paramètre (GEREPI 2000, Coutouis and Forestier 2014). Sur le site du Pinail les apports en minéraux sont très faibles et la conductivité dans chaque mare sera donc plutôt constante. La concentration en sels sera déterminante pour une partie des espèces animales et végétales (écrevisse à pattes blanches, algues).

4.2. Objectif(s)

L'objectif principal est de :

- Suivre et évaluer l'état qualitatif des eaux de surface de la réserve.

Cet objectif global répond à différents sous-objectifs :

- Définir les différents profils thermiques des mares, en évaluant la variabilité saisonnière et journalière des paramètres physico-chimiques de l'eau des mares et selon la localisation du point d'échantillonnage ;
- Connaitre les extrêmes et moyennes de températures des mares ;
- Mesurer les variations abiotiques de l'eau en fonction des événements climatiques.

Hypothèses de travail :

- Les températures (plus hautes, moyennes) des mares vont évoluer au cours des années à venir ;
- Les extrêmes de températures ont des impacts sur les biocénoses des différents types de mares ;
- Les mares ont un profil thermique différent en fonction de leurs caractéristiques morphologiques ;
- Les profils thermiques correspondent à des biocénoses particulières ;
- La quantité et qualité de l'eau n'évolue pas de manière significative en l'absence de perturbation extérieure ;
- Les changements globaux (pollutions atmosphériques, agriculture...) entrainent une baisse de la qualité de l'eau sur la réserve par dépôts atmosphériques.

4.3. Éléments à récolter

Paramètres physicochimiques : température, pH, oxygène dissous, conductivité...

4.4. Localisation

Pour les relevés physicochimiques réalisés avec la sonde Hanna, les sites correspondent à l'ensemble des 203 mares sentinnelles (Figure 4).
Pour les relevés de températures les mares ciblées sont : E122, T195, E124, F2, T143, L36, Q21c, E80c, Q100i (Figure 134).
Pour les relevés en continu de l'oxygènes les mares ciblées sont F2 et E122 (Figure 135).

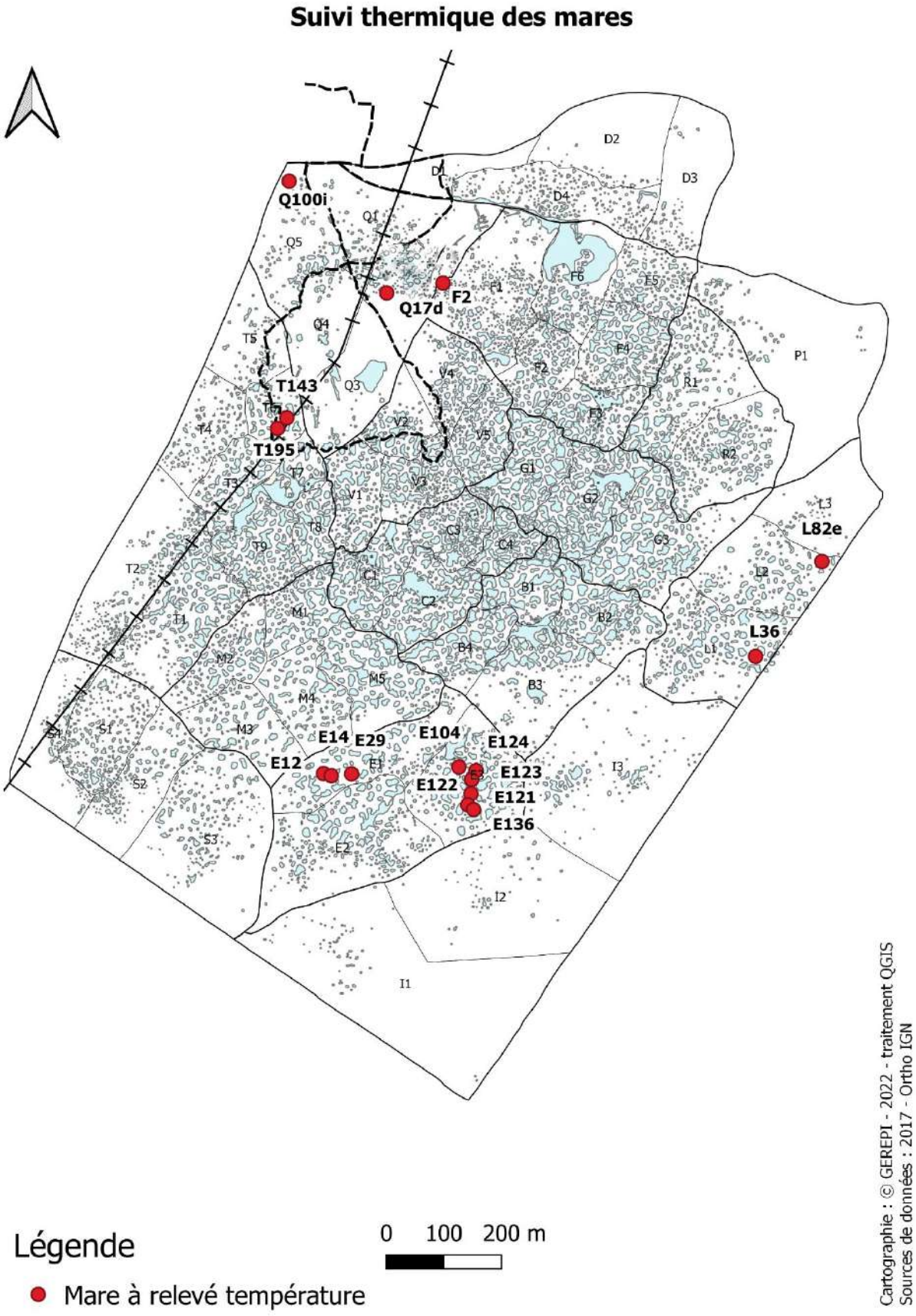


Figure 134 : Localisation des mares à relevé température

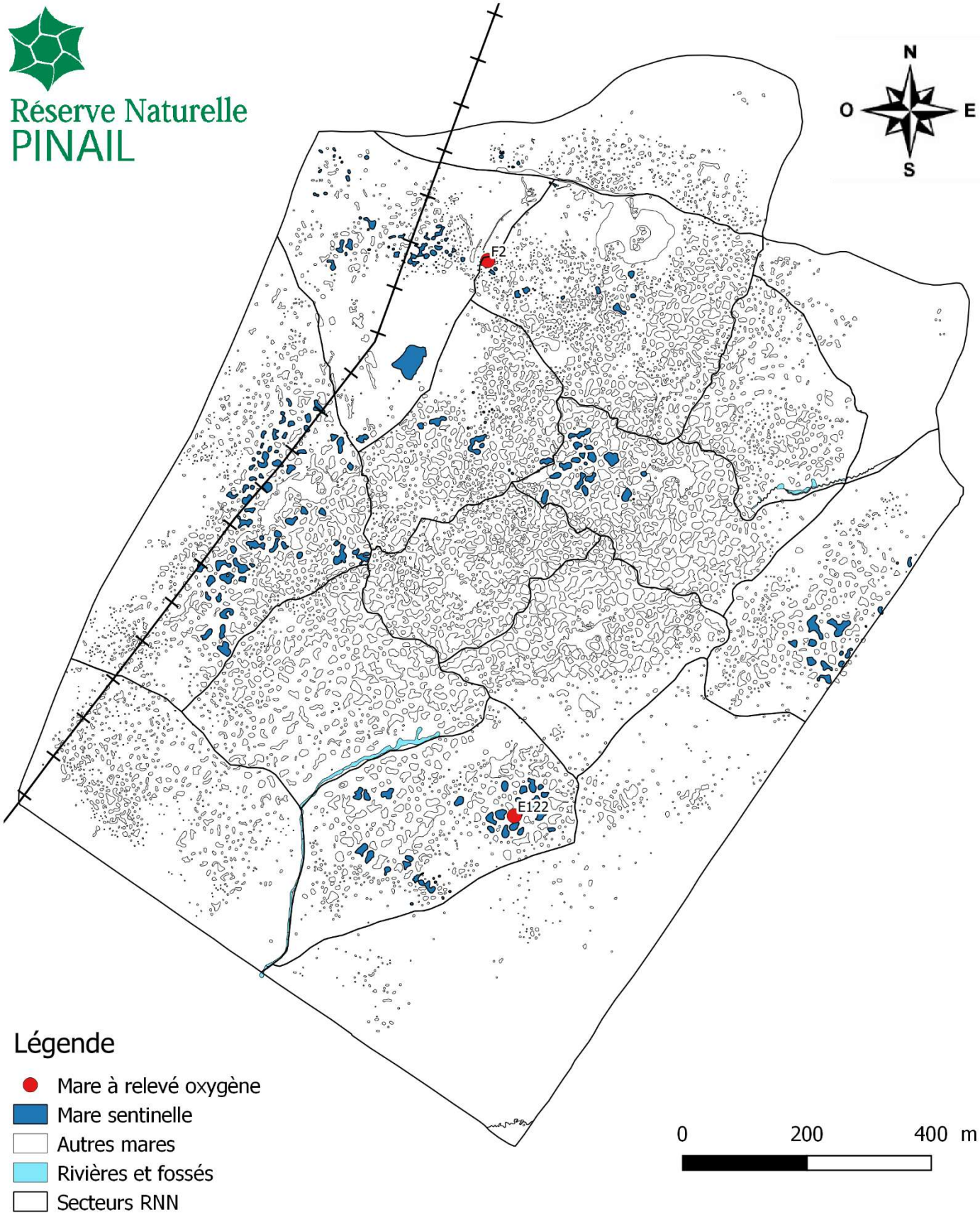


Figure 135 : Localisation des mares à relevé oxygène

4.5. Méthode(s) de récolte de l'information

4.5.1. *Protocole d'échantillonnage sonde Hanna HI9828*

Les paramètres physico-chimiques sont mesurés simultanément à l'aide de la sonde multiparamètres Hanna HI9828. La sonde doit être étalonnée à minima toutes les semaines (attention au temps d'ouverture des flacons des solutions tampons et leurs dates de péremption). Les relevés sont effectués en matinée de 9 h à 13 h pour les sessions automne/hiver et de 8 h à 12 h pour les sessions printemps/été. Pour chaque mare, trois mesures de chaque paramètre sont effectuées en 3 points d'échantillonnage différents lorsque la configuration de la mare le permet : bordure/intermédiaire/centre (Figure 136).

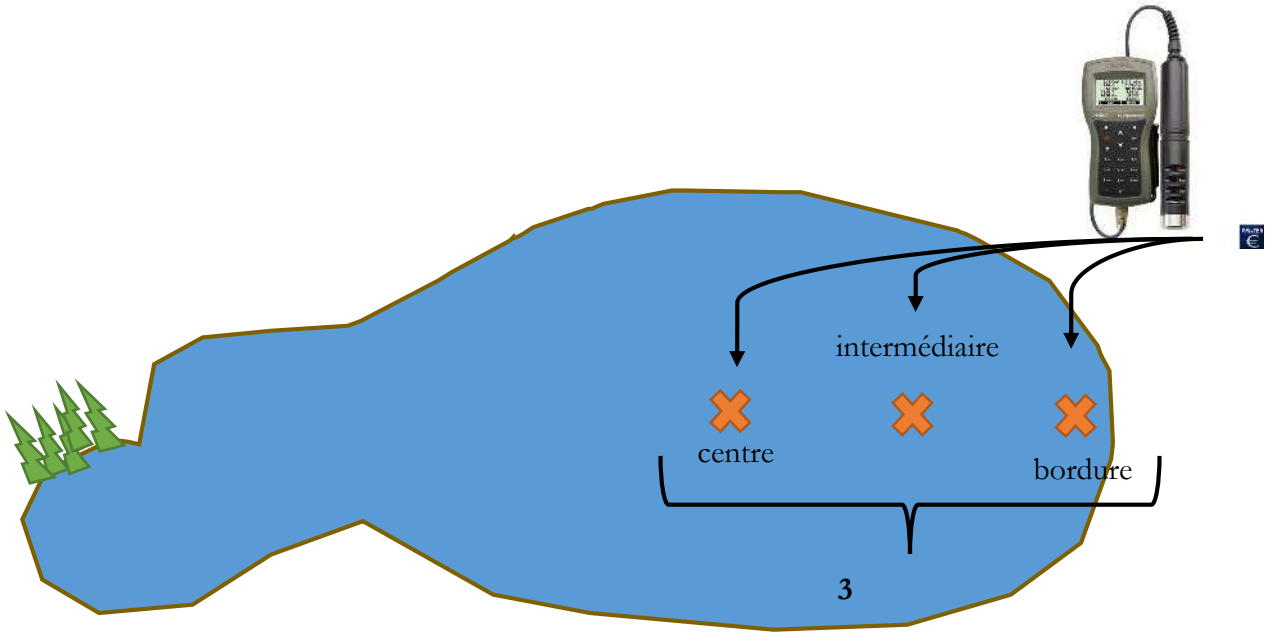


Figure 136 : Localisation des points d'échantillonnage sur une mare

L'eau est prélevée via un seau de 0,5 L à l'aide d'une canne à pêche. Les mesures avec la sonde se font systématiquement dans les seaux. Pour la première mesure de la journée, il est nécessaire de plonger et retirer plusieurs fois la sonde dans l'eau, pour que les capteurs se « réhydratent » correctement. Les valeurs fluctuent différemment lors des mesures. La conductivité va se stabiliser immédiatement, la température et le pH rapidement et l'oxygène dissous va commencer à chuter progressivement. Pour stabiliser au mieux tous les paramètres en même temps, il est préconisé d'immerger une première fois la sonde, la retirer quand la température et le pH sont stables, puis l'immerger de nouveau et enregistrer directement à la suite les valeurs. L'eau prélevée (et de potentiels animaux) est ensuite remise dans sa mare d'origine.

La température

La température sera relevée dans chaque mare en utilisant la sonde Hanna HI 9828 comme décrit dans le protocole (description échantillonnage sonde Hanna).

Le pH

Pour s'assurer de la cohérence et de l'exploitabilité des prélèvements, les mesures de pH doivent en théorie être effectuées toujours au même moment de la journée, à des journées d'intervalles pas trop espacés (pas de prélèvements en été puis en hiver qui ne seraient pas comparables). Pour ce protocole, elles seront effectuées le matin entre 8 h et 13 h selon la saison (cf. protocole échantillonnage). Prélever le matin permet de réduire l'influence de l'activité photosynthétique des végétaux sur la physico-chimie des mares.

La mesure du pH sera ensuite réalisée directement sur la berge à l'aide de la sonde Hanna HI 9828 plongée dans le seau sans laps de temps entre le prélèvement et la mesure. La mesure sera enregistrée lorsque le pH est stabilisé (description échantillonnage sonde Hanna).

La conductivité

La mesure de la conductivité s'effectuera directement sur le terrain et à l'aide de la sonde Hanna HI 9828, en suivant le même protocole (description échantillonnage sonde Hanna).

L'oxygène dissout

Ce paramètre représente la quantité d'oxygène disponible dans l'eau. Il peut fluctuer de manière importante selon la température de l'eau et le moment de la journée : l'activité biotique de la mare, végétaux et algues, conditionne la concentration en O_2 selon leur consommation.

Seront mesurées la concentration en oxygène dissout en relevant le pourcentage en oxygène et la teneur en oxygène en mg/L. La mesure de la concentration en oxygène s'effectuera selon le même protocole (description échantillonnage sonde Hanna).

4.5.2. *Protocole de mesure permanente de l'oxygène et de la température*

Certaines mares sont équipées avec des systèmes pérennes de mesures : sondes Hobo pour la température, et sondes minidote O2 pour la température et l'oxygène dissout. Ces sondes disposent d'une grande autonomie et un passage par an est suffisant pour récupérer les informations. La récolte des données se fait avec une navette et une connectique USB pour les minidot O2.

Les systèmes d'installation sont schématisés sur les figures ci-après (Figure 137, Figure 138, Figure 139Figure 140). Le process sera potentiellement enrichi par de nouvelles sondes. Ce travail étant mené en partenariat avec l'OFB et la faculté des sciences de Poitiers.

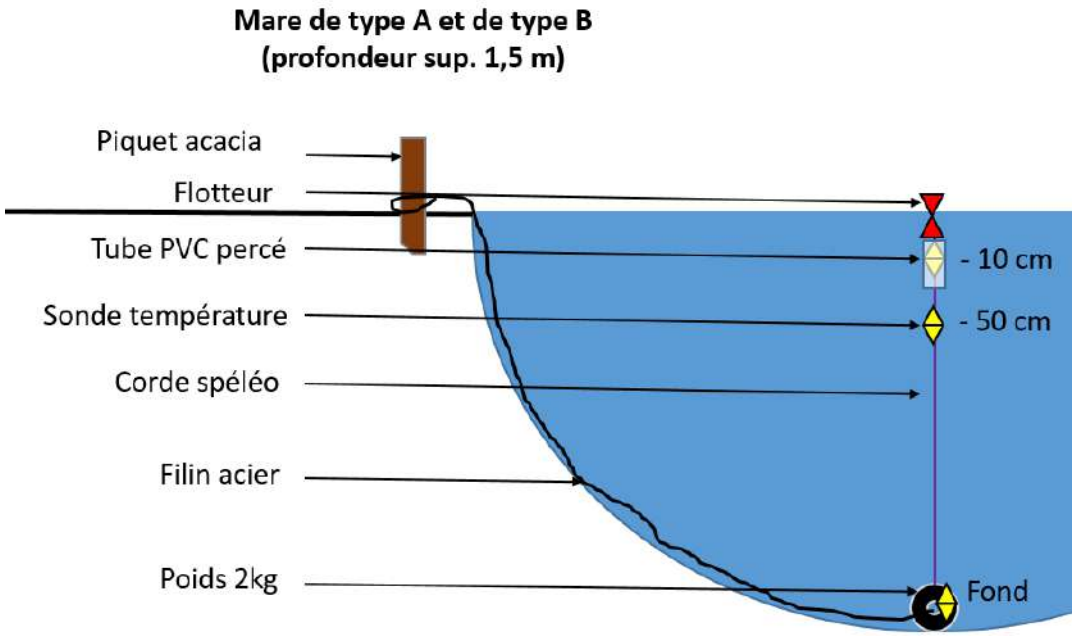


Figure 137 : Equipement standard des mares de type A et B

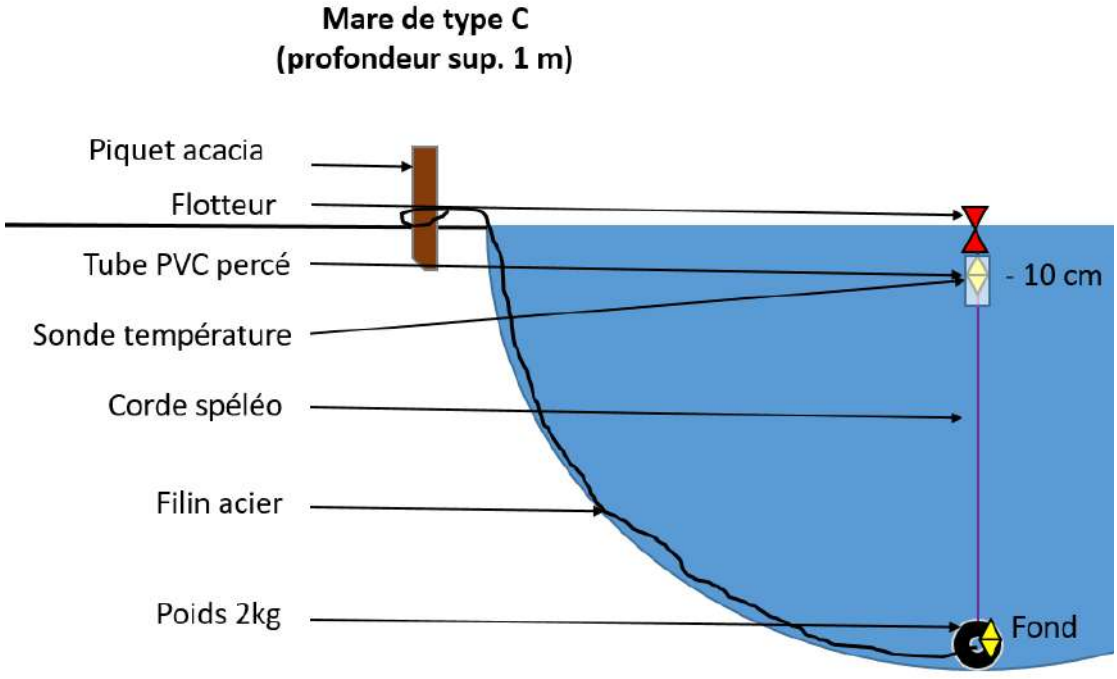


Figure 138 : équiapement standard des mares de type C

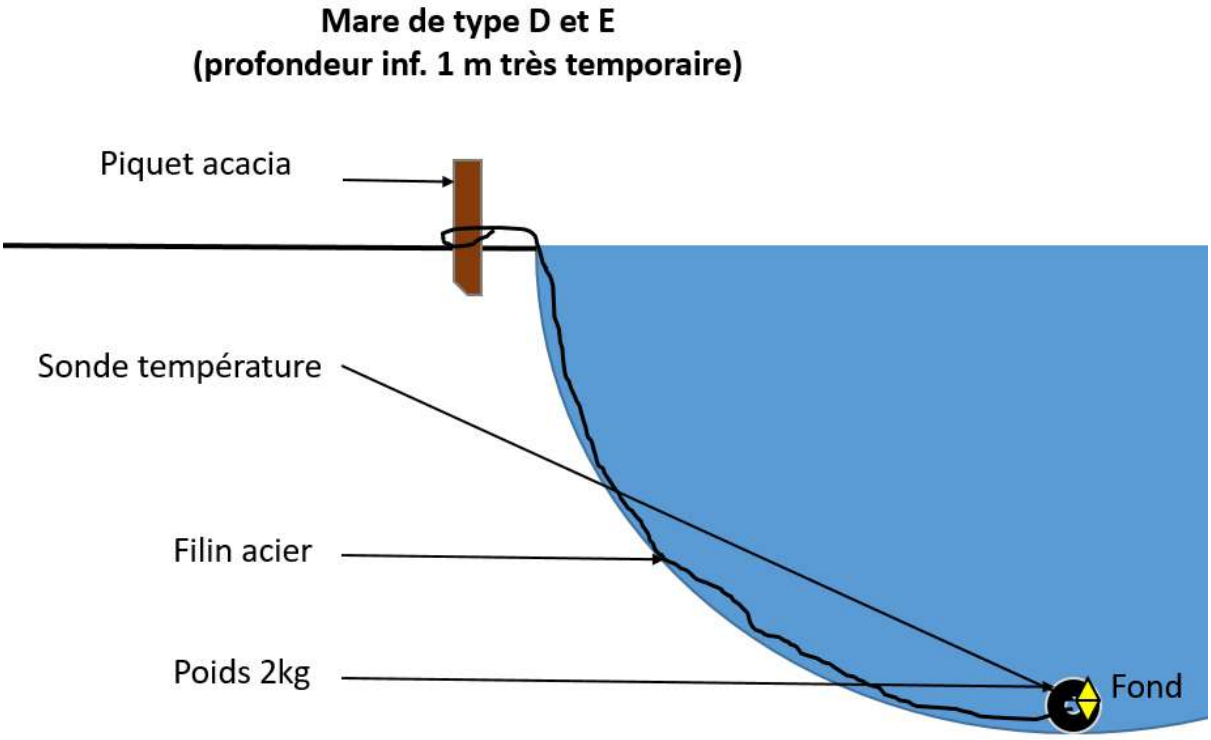


Figure 139 : Equipement des mares peu profondes et temporaires

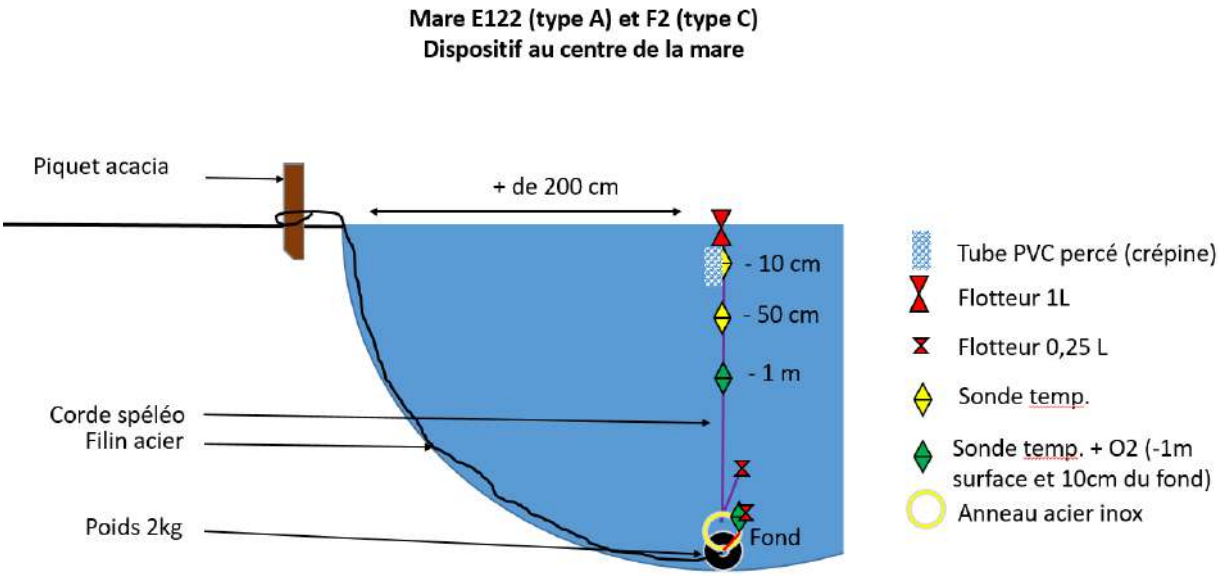


Figure 140 : Equipement de 2 mares particulières (complément piézométrique concomittant)

4.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Concernant les suivis physicochimiques réalisés avec de la sonde multiparamètrique HANNA, il sera nécessaire de s'assurer du bon calibrage de l'appareil une à deux fois par semaine, de manière rigoureuse.
Les suivis permanents de thermie et d'oxygène sont réalisés en continu et une veille à minima semestrielle sur le matériel est à assurer (*limitation de la perte éventuelle de données en cas de défaillance, remplacement de pile, entretien de boîtes, etc.*).
Aucune autorisation nécessaire.

4.7. Méthode(s) de traitement de l'information

4.7.1. *Analyse statistiques*

Évolution des différentes variables : minimum, maximum, moyenne, varibilité, etc.

4.7.2. *Renseignement de l'indicateur*

État souhaité
Maintien du bon état qualitatif des eaux des mares.

Indicateur d'état
L'indicateur d'état de ce suivi reposera sur l'interprétation de plusieurs éléments :

- Température de l'eau ;
- Oxygnène dissoult ;
- pH ;
- Conductivité.

Métriques
Les métriques des différentes variables sont les suivantes :

- Température : °C
- Oxygnène dissoult : mg/L ou % de saturation
- pH : unité pH
- Conductivité : µS/cm

Grille de lecture et seuils
A étalonner au terme d'étude contextuelle et analyse des relevés sur plusieurs années

4.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	**2020**	2021	2022	2023	**2024**	2025	2026	2027	**J**	F	M	**A**	M	J	**J**	A	S	**O**	N	D
(surlignés en vert clair, les années et mois de mise en œuvre du suivi permanent, et en gras pour le suivi multiparamétrique)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	6 j/an suivi permanent ; 44 j/an suivi multiparamétrique (*tous les 6 ans, simultanément aux séries et géoséries CS 02*)																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions																				

4.9. Durée et coût

Récolte des données

Suivi permanent thermie et oxygène : 1 jour/trimestre soit 4 jours.

Suivi physicochimiques multiparamétrique : 6 jours x 4 saisons : 24 jours annuels.

Traitement des données

Suivi permanent de la thermie et oxygène : 2 jours.

Suivi physicochimique multiparamétrique : 5 jours x 4 saisons : 20 jours.

Matériel

+/- 4 500 € (*instruments de mesure : piézomètres, sondes, batterie…*).

Prêt matériel AFB : 11 sondes + FAC Poitiers : 4 sondes O2.

Sonde + capsule hermétique + logiciel + installation terrain.

Prestations éventuelles : non calculée (*entretien et installation des instruments de mesure, analyses*).

4.10. Personnes/Organismes ressources

Pierre-Alain Danis de l'OFB, Faculté Poitiers : Gilles Porel, Frédéric Grandjean

V. Suivi phytosociologique - tourbières [CS 04.4]

5.1. Contexte général et connaissances existantes

La végétation est le reflet des conditions du milieu, terrestre comme aquatique. La connaissance des habitats, milieux de vie de la flore, la faune et la fonge, est à la base de la conservation de la diversité biologique. Leur cartographie est réalisée à de large pas de temps et implique, de manière complémentaire, une évaluation plus fine de l'évolution des habitats représentant une responsabilité de conservation pour la réserve.

Les tourbières à sphaignes sont peu nombreuses sur la réserve, actuellement estimées au nombre de 7. Leur patrimonialité vient aussi du temps et des conditions nécessaires à leur formation. Pour exemple l'étude menée sur T18_T18a montre que la mare à été créée au 13e siècle et le début de création de la tourbière au 16e siècle. Ces joyaux de biodiversité par leur rareté au niveau régional, leurs richesses en espèces rares et protégées en font des objets de suivis privilégiés. Ces suivis sont d'autant plus importants que les facteurs le changement climatique aura très vraissemblement des impacts négatifs sur ces milieux fragiles.

5.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation des tourbières à sphaigne ;
- Le cas échéant, évaluer l'impact de travaux de gestion conservatoire.

5.3. Éléments à récolter

Structure et composition de l'habitat, diversité

5.4. Localisation

Les 7 tourbières de la réserve : T143_T143a, T12_T12a, T18_T18a, T19_T19a, T27b, T34_T34a, L36.

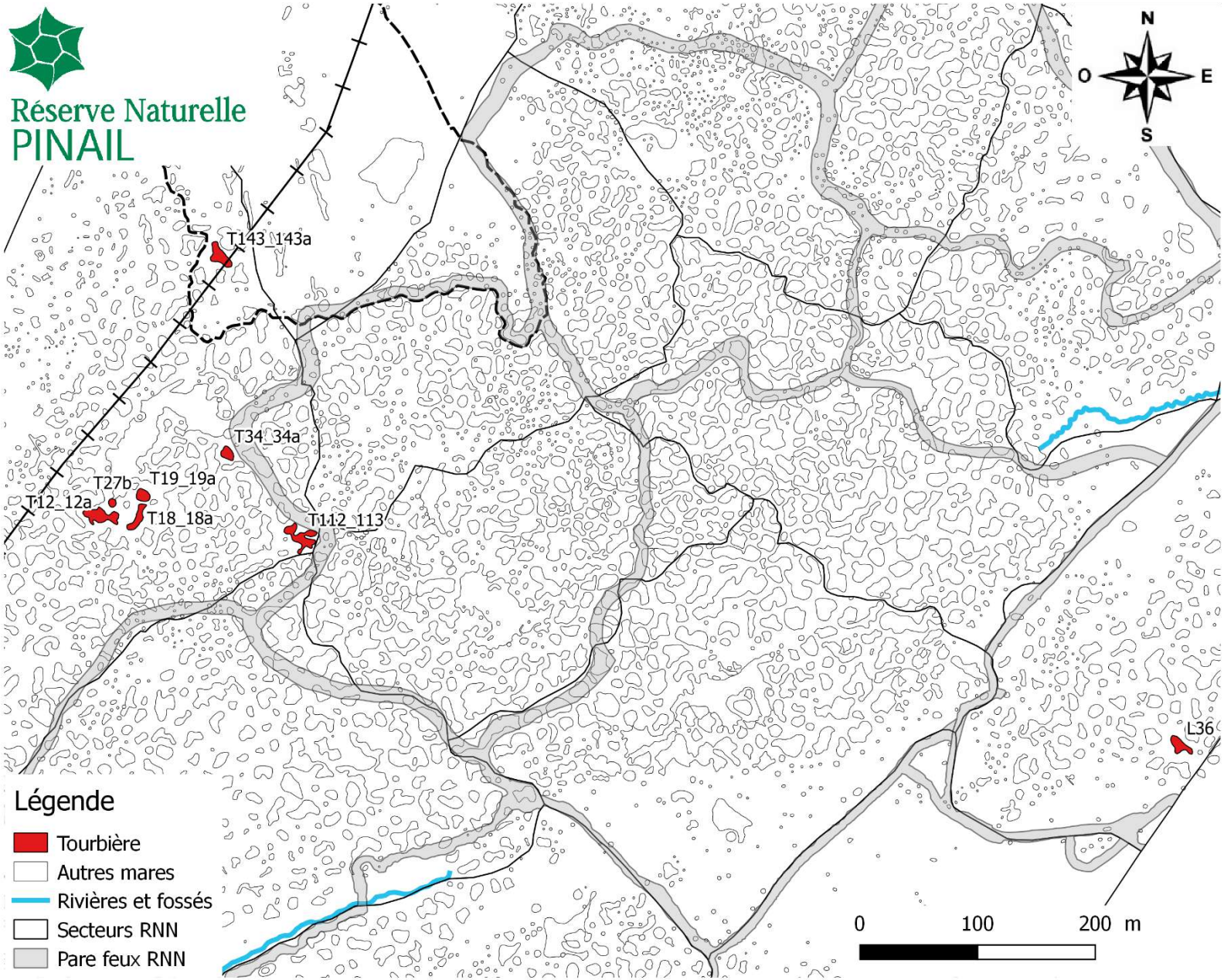


Figure 141 : Localisation des tourbières

5.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Ce travail est en cours d'élaboration en partenariat avec le conservatoire botanique national sud-atlantique.

5.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

À réaliser en période de visibilité des espèces typique de ces milieux, au cours de l'été, en juillet-août. Milieux très rares et sensibles, il est d'intérêt de limiter les déplacements et le piétinement sur les tourbières.
Aucune autorisation nécessaire.

5.7. Méthode(s) de traitement de l'information

5.7.1. *Cartographies*

Éléments à définir

5.7.2. *Analyses statistiques*

Éléments à définir

5.8. Renseignement de l'indicateur

État souhaité
Maintien d'une composition et structure végétale caractéristique et diversifiée (tourbières).

Indicateur d'état
Composition et structure de la végétation.

Métriques
Nb d'espèces, richesse spécifique, occurrence, recouvrement spécifique, surface d'habitat.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Disparition ou altération de 66% ou plus de la surface des habitats tourbeux ;
- 1 : Disparition ou altération de 51 à 65% de la surface des habitats tourbeux ;
- 2 : Disparition ou altération de 31 à 50% de la surface des habitats tourbeux ;
- 3 : Disparition ou altération de 16 à 30% de la surface des habitats tourbeux ;
- 4 : Maintien de la structure composition des habitats tourbeux ;
- 5 : Amélioration de la structure composition des habitats tourbeux.

Les seuils de cet indicateurs seront redéfini à la lumière des résultats obtenus lors de la première analyse.

3.1. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	J	F	M	A	M	J	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					12 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions																

5.9. Durée et coût

Récolte des données

Analyse en laboratoire

Traitement des données

Matériel

+/- 800 € (*piquets, tablette numérique de terrain géolocalisée, batterie, ortho photo HD...*)

5.10. Personnes/Organismes ressources

CBNSA Anthony Lefouler, Romain Bissot, Patrick Gatignol, SBCO.

VI. Suivi phytosociologique – Transects des mares [CS 04.5]

6.1. Contexte général et connaissances existantes

Les mares de la Réserve du Pinail proviennent de l'intense activité d'extraction de pierre meulière qui a, durant plus d'un millénaire, profondément remanié la topographie du site, le transformant en une infinie variation de fosses et de monticules. La forte imbrication des habitats qui en résulte et les difficultés d'accès ont été, depuis la création de la réserve en 1980, un frein majeur à l'étude des habitats. Dans ces conditions, ils s'expriment, pour la plupart, sur des surfaces réduites et sous des formes appauvries.

Les modèles font apparaitre que le changement climatique aura des impacts croissant les rechargements et marnages jusqu'à des assecs plus réguliers plus long plus intenses. Cs changements entraineront sans doute des évolutions de communautés végétales. Il reste à detrminé si cela sera seulement une progression des communauté de ceinture vers le centre de la mare, une descente des végétations terrestres sur les zones de marnage. Ou est ce que les facteurs limitants (valeur hautes et basse ne permettront as cette évolution) ? La pose de piquet fixe sur les berges permettra de vérifier ces éléments et d'étudierces évolutions potentielles.

Objectif(s)
Les objectifs principaux sont :

- Suivre et évaluer l'impact du changement climatique sur les habitats aquatiques et palustres.

Hypothèse de travail ;

- L'augmentation du marnage et des assecs dans la durée et répétition va entrainer une régression des herbiers aquatiques au profit des herbiers amphibies voir de formations végétales plus terrestres

6.2. Localisation

Le suivi s'applique sur les 20 mares sentinelles de référence (Figure 147, Figure 148, Figure 149, Figure 150 et Figure 265, Figure 266, Figure 267, Figure 268, Figure 269).

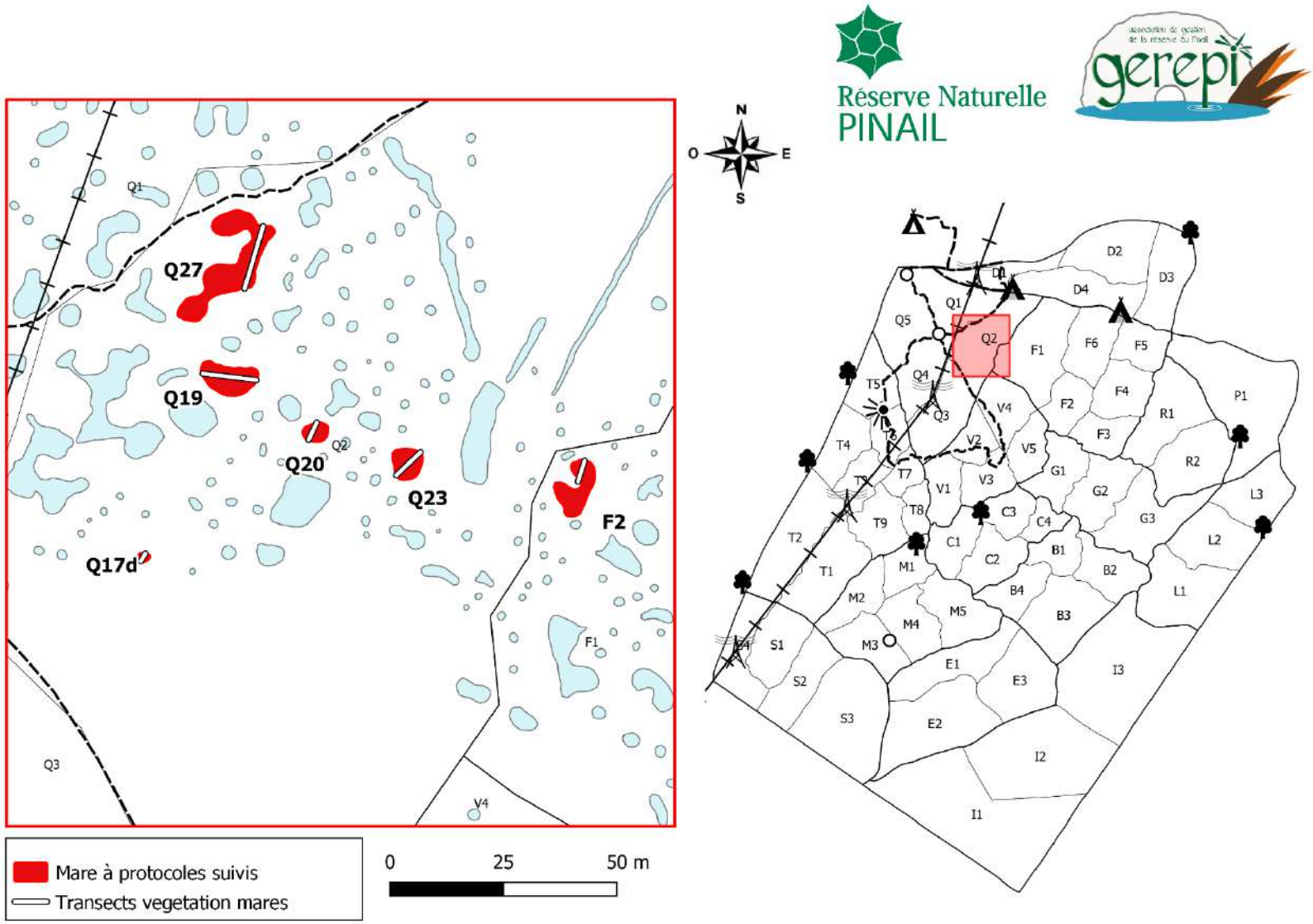


Figure 142 : Carte des transect du secte Q

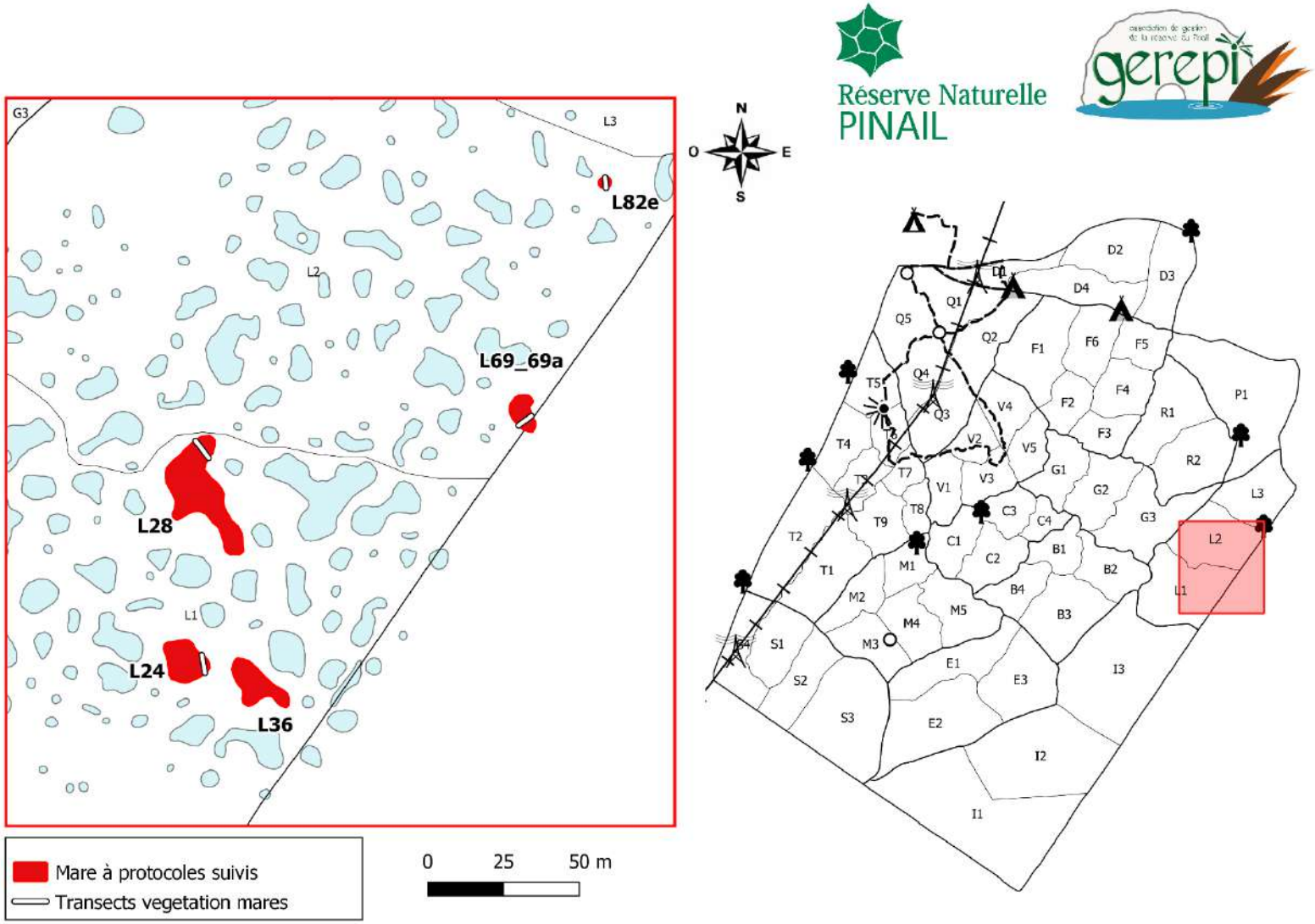


Figure 143 : Carte des transect du secte L

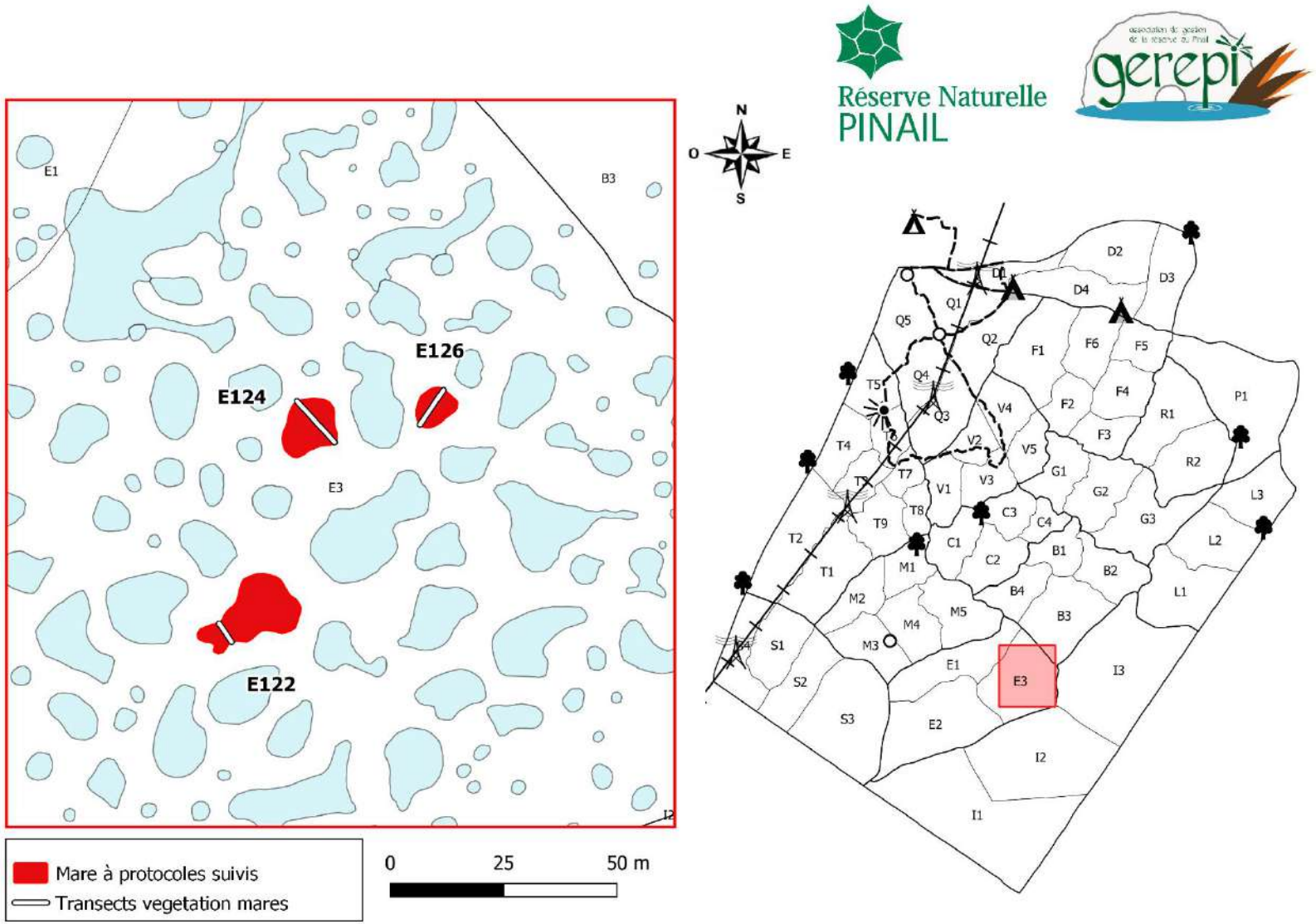


Figure 144 : Carte des transect du secte E

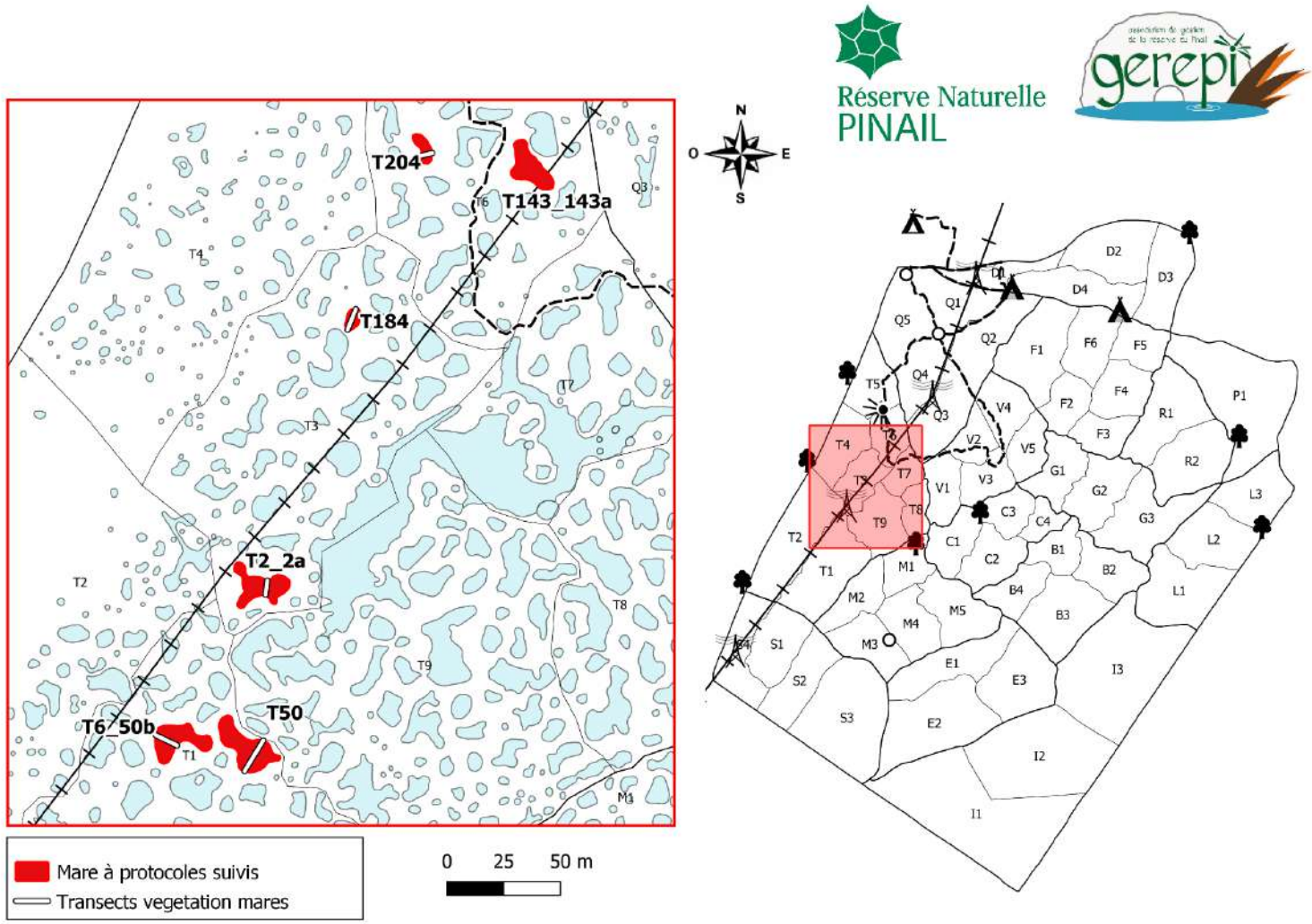


Figure 145 : Carte des transect du secte T

6.3. Éléments à récolter

Habitats aquatiques et palustres (*répartition sur la mare et le long du transect*)
Espèces végétales (*diversité - composition des habitats - et phénologie*)
Herbiers amphibies (*distance à la berge*)

6.4. Méthode(s) de récolte de l'information

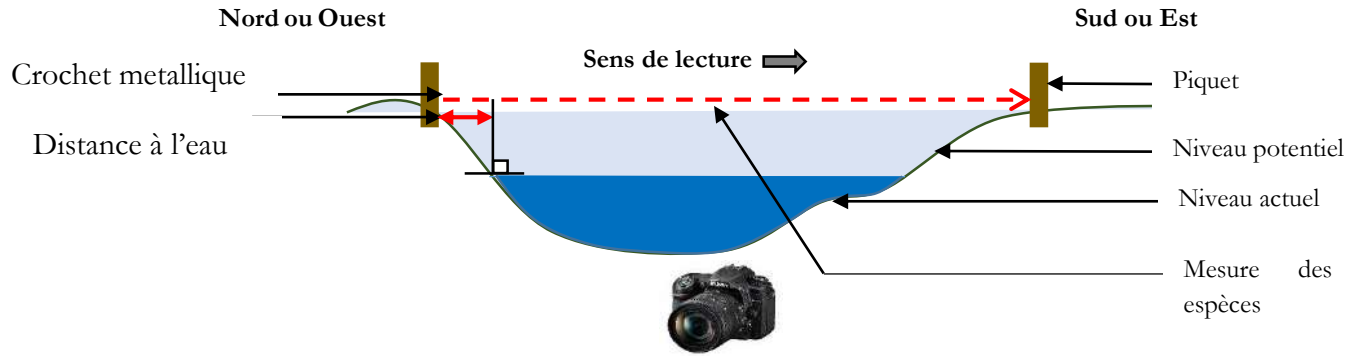
Ce protocole vise à mettre en évidence les dynamiques d'assèchement des mares, d'intensité et de durée croissante (en lien avec le changement climatique), ciblées sur les ceintures végétales. Il devra être réalisé à date «fixe» entre le 25 et le 31 juillet centré autour du 27 juillet.

Transect synsystématique
De manière à permettre une comparabilité certaine, les mares devront être équipées de 2 marquages permanents (poteau en robinnier) marquant le transect aux pieds de berge opposés.

Le long du transect, la répartition de chaque type d'habitat sera mesurée avec le plus de précision possible (au centimètre près) afin de noter des dynamiques fines. La composition floristique de chacun d'entre eux sera définie et pour chaque espèce observée, le stade phénologique est noté (feuille, fleurs, fruits).

Point important :

- 1) le départ du transect est toujours le même : le piquet le plus au Nord et/ou le plus à Ouest (présence d'un crochet métalique).
- 2) l'évaluation du niveau d'eau manquant sera mesuré à la perpendiculaire.



Une photo du transect est réalisée avec et sans le décamètre de manière à bien visualiser lors de chaque suivi l'évolotion de la mare. Cette photo est faite au point les plus haut et le plus lisible pour la mare. Voic la première série de photo réalisée en 2022.
Points importants : le départ du transect est toujours le même : le piquet le plus au Nord et/ou le plus à Ouest (présence d'un crochet métallique). La mesure de végétation est réalisée pour les espèces dont au moins 1 système racinaire est à l'intérieur du transect

uniquement. Et il s'agit de mesurer l'appareil végétatif des plantes entrant dans la zone des **20 cm de largeur** (10 cm de chaque côté du transect).

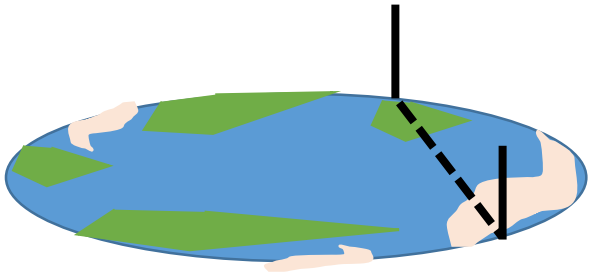


Figure 146 : Schéma de transect des habitats de mare

Cartographie des habitats

A partir d'une photo aérienne (*drone*) précise de chacune des 20 mares (Figure 265 à Figure 284), il est dessiné avec le plus de précision possible les végétations en présence à l'aide d'une tablette numérique de terrain.

6.5. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Aucune condition météorologique particulière nécessaire pour la réalisation du protocole.
Bonnes compétences en SIG et botanique obligatoires.
L'utilisation de Weaders seront obligatoires pour certaines mares semon les années (niveaux d'eau).
Aucune autorisation nécessaire.

6.6. Méthode(s)s de traitement des données

6.6.1. *Cartographie(s)*

Réalisation de cartes d'évolution dynamique des habitats de chaque mare.

6.6.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Habitats

Diversité et représentativité synphytosociologique, et occurrence.

Transect

Diversité et surface ou distance à la berge des habitats.
Proportion des stades phénologiques des espèces.

6.7. Renseignement de l'indicateur

État souhaité

Maintien d'une mosaïque d'habitats « aquatiques et amphibies » de la série dynamique des mares. Maintien des proportions entre habitats aquatiques et habitats de bordure. Absence de descente des habitats terrestres.

Indicateur d'état
Diversité et répartition spatiale des habitats (aquatique/amphibie/terrestre).

Métriques
Nombre d'habitats ; surface relative.

Grille de lecture et seuils
Ce suivi n'est pas évulaé dans le cadre des indicateurs d'état

6.8. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	**2021**	2022	2023	**2024**	2025	2026	**2027**	J	F	M	A	M	J	**J**	**A**	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	5 j/an																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Chargé d'études																				

6.9. Durée et coût

Récolte des données
1 heure par mare (20 mares) soit 2,5 jours.

Traitement des données
2,5 jours.

Coût matériel
250 € : Guide de terrain : 60 € (Flore de la Belgique, du Luxembourg et du Nord de la France) et autres guides... ; Loupe de terrain : 30 € ; Tablette numérique (entretien).

Liste du matériel :
Fil plombé, fiche de terrain, décamètre, float tube, appareil photo, jumelle, flore, loupe

6.10. Personnes/Organismes ressources

Romain Bissot (CBNSA), Patrick Gatignol, SBCO.

VII. Suivi flore et cryptoflore - Milieux tourbeux [CS 07.2]

7.1. Contexte général

La flore et cryptoflore sont le reflet des conditions du milieu. La réserve abrite une diversité végétale et fongique importante, dont une forte proportion dans les tourbières. Plusieurs espèces sont protégées, à forte responsabilité de conservation et présentent un intérêt comme bio-indicateurs de l'état de conservation des landes, des mares et des tourbières.

Liste des espèces de milieux tourbeux ciblées par le suivi, centré sur les tourbières à sphaignes :

Espèces de champignons :

- *Hygrocybe coccineocrenata,*
- *Laccaria affinis ssp. anglica,*
- *Hygrocybe riparia conicopalustris*
- *Galerina mairei,*
- *Arrhenia sphagnicola*

Espèce de bryophyte :

- *Sphagnum molle,*

Espèces végétales :

- *Drosera rotundifolia,*
- *Eriophorum angustifolium,*
- *Rhynchospora alba,*
- *Salix repens,*

7.2. Objectif(s)

Le principal objectif est :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de la flore caractéristique des milieux tourbeux et de la cryptoflore à responsabilité des tourbières.

7.3. Éléments à récolter

Classe d'abondance pour les plantes, surface pour *Sphagnum molle*, et nombre de carpophores pour les champignons.
Toutes ces informations doivent être localisées par site.

7.4. Localisation

Les 7 tourbières à sphaigne de la réserve (mares sentinelles) : T143_T143a, T12_T12a, T18_T18a, T19_T19a, T27b, T34_T34a, L36, et des tourbières complémentaires (mares sentinelles) E25 ; L28 ; E71 ; E70, V194c.

Localisations connues dans les mares sentinelles des espèces du protocole :

- *Hygrocybe coccineocrenata (T18_T18a ; T27b ; T34_T34a),*

- *Laccaria affinis ssp. anglica (T143_T143a ; L36),*
- *Hygrocybe riparia conicopalustris (L36),*
- *Galerina mairei (T12_T12a, T18_T18a ; T19_T19a),*
- *Arrhenia sphagnicola (T12_T12a),*
- *Sphagnum molle (T18_T18a),*
- *Drosera rotundifolia (L36 ; T12_T12a, T18_T18a ; T19_T19a ; T27b ; T34_T34a ; T143_T143a),*
- *Eriophorum angustifolium (E25 ; L28 ; E71 ; E70),*
- *Rhynchospora alba (L36 ; T12_T12a, T18_T18a ; T27b ; T34_T34a ; T143_T143a),*
- *Salix repens (V194c).*

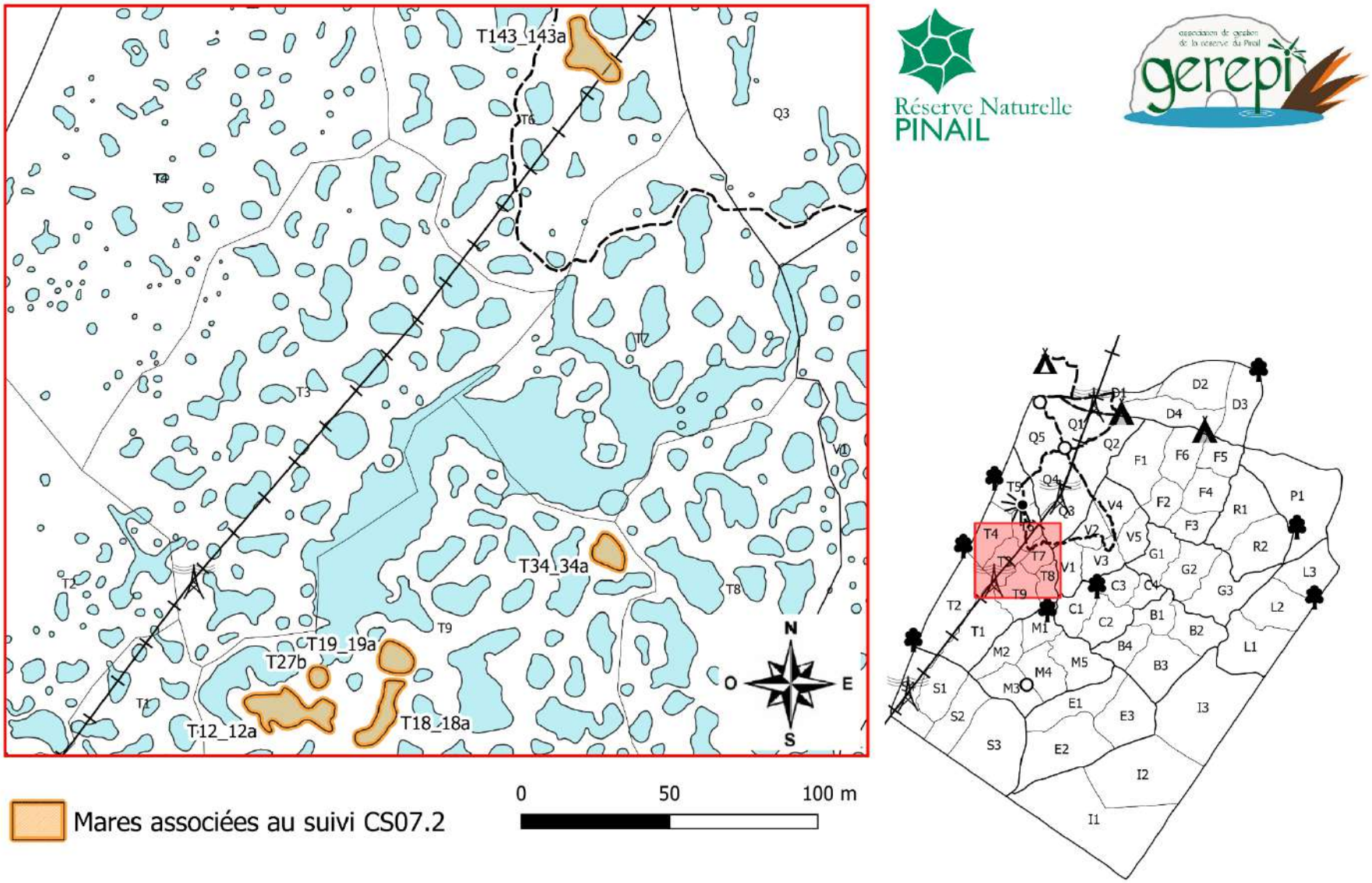
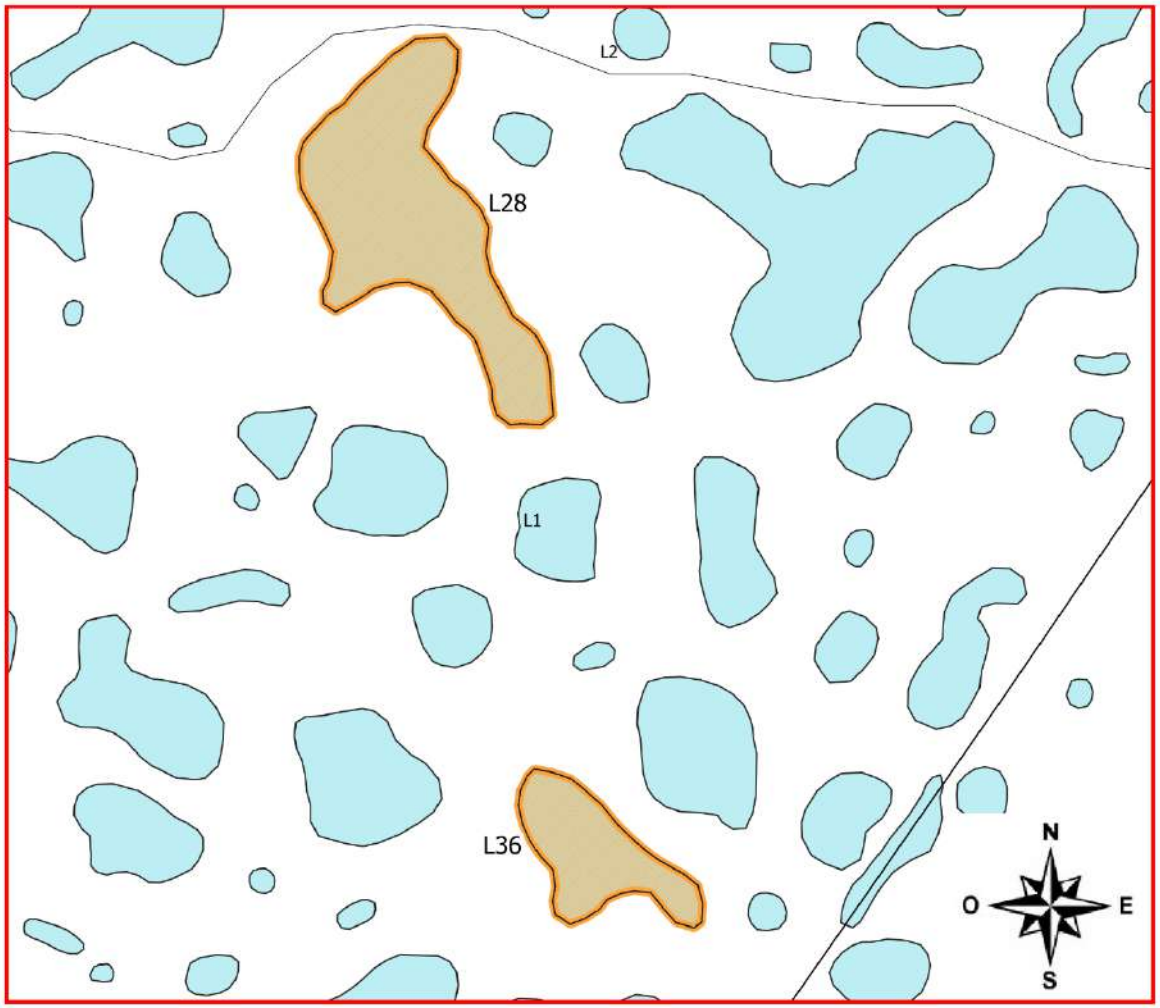


Figure 147 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur T



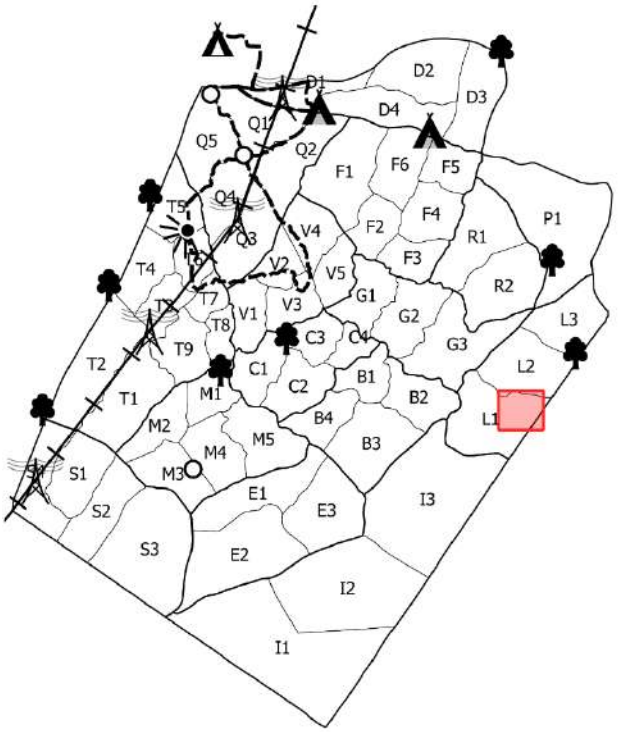
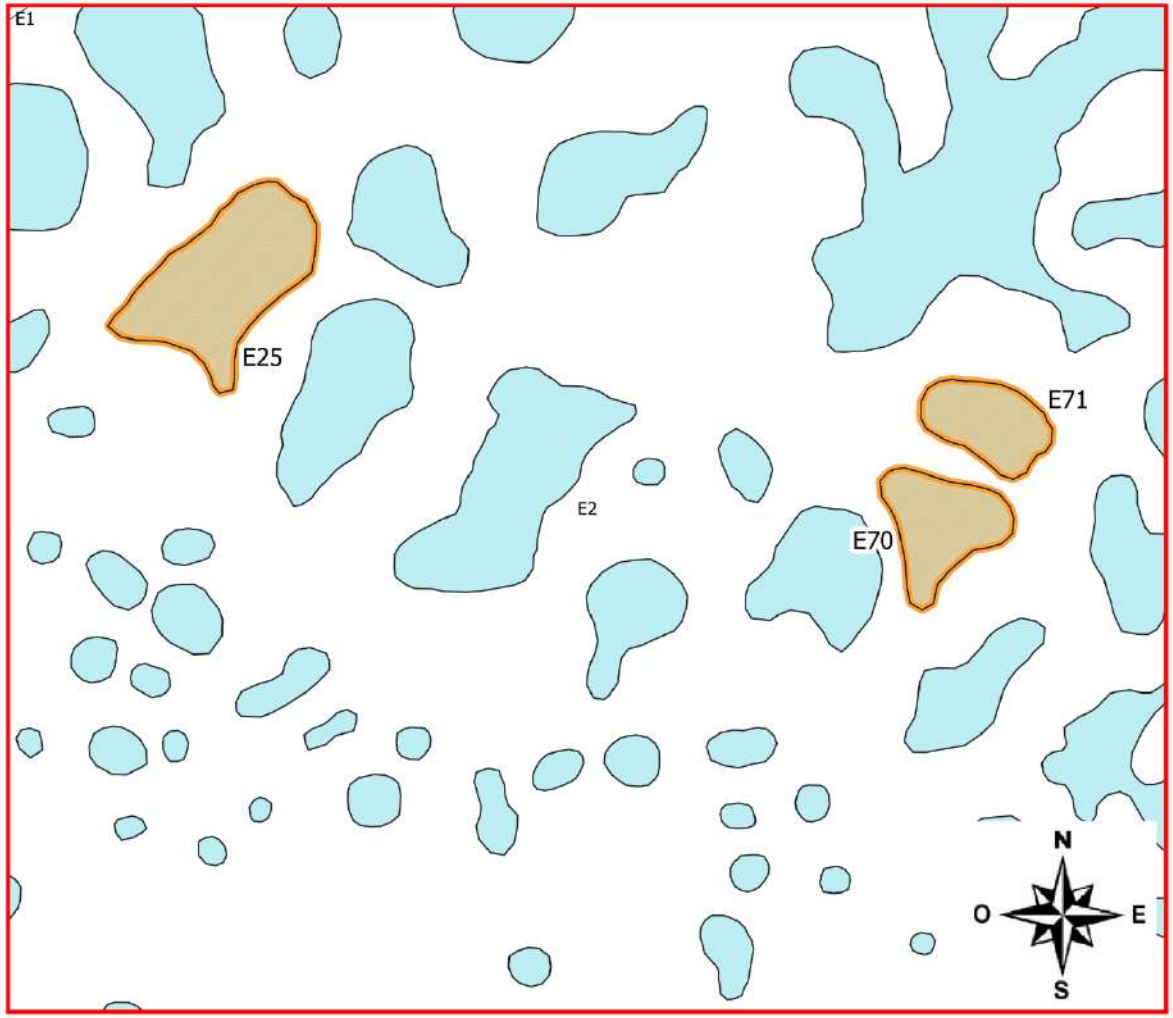


Figure 148 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur L



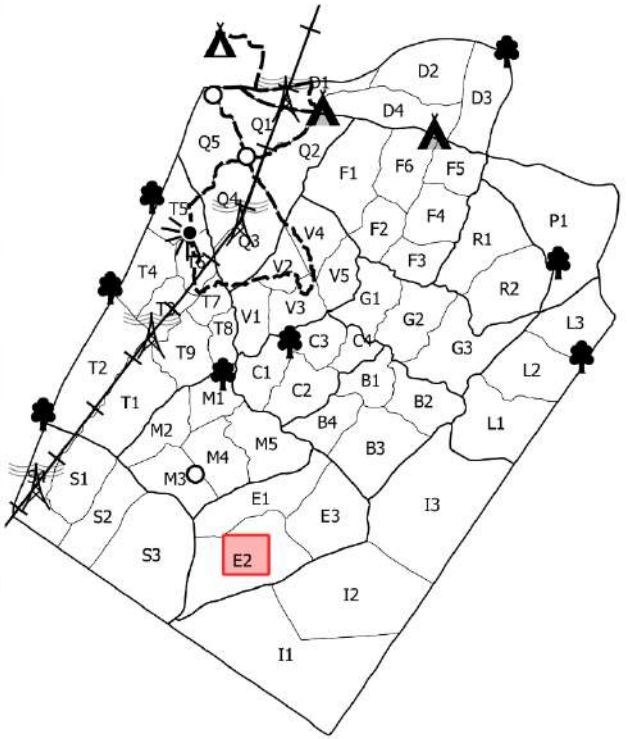


Figure 149 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur E

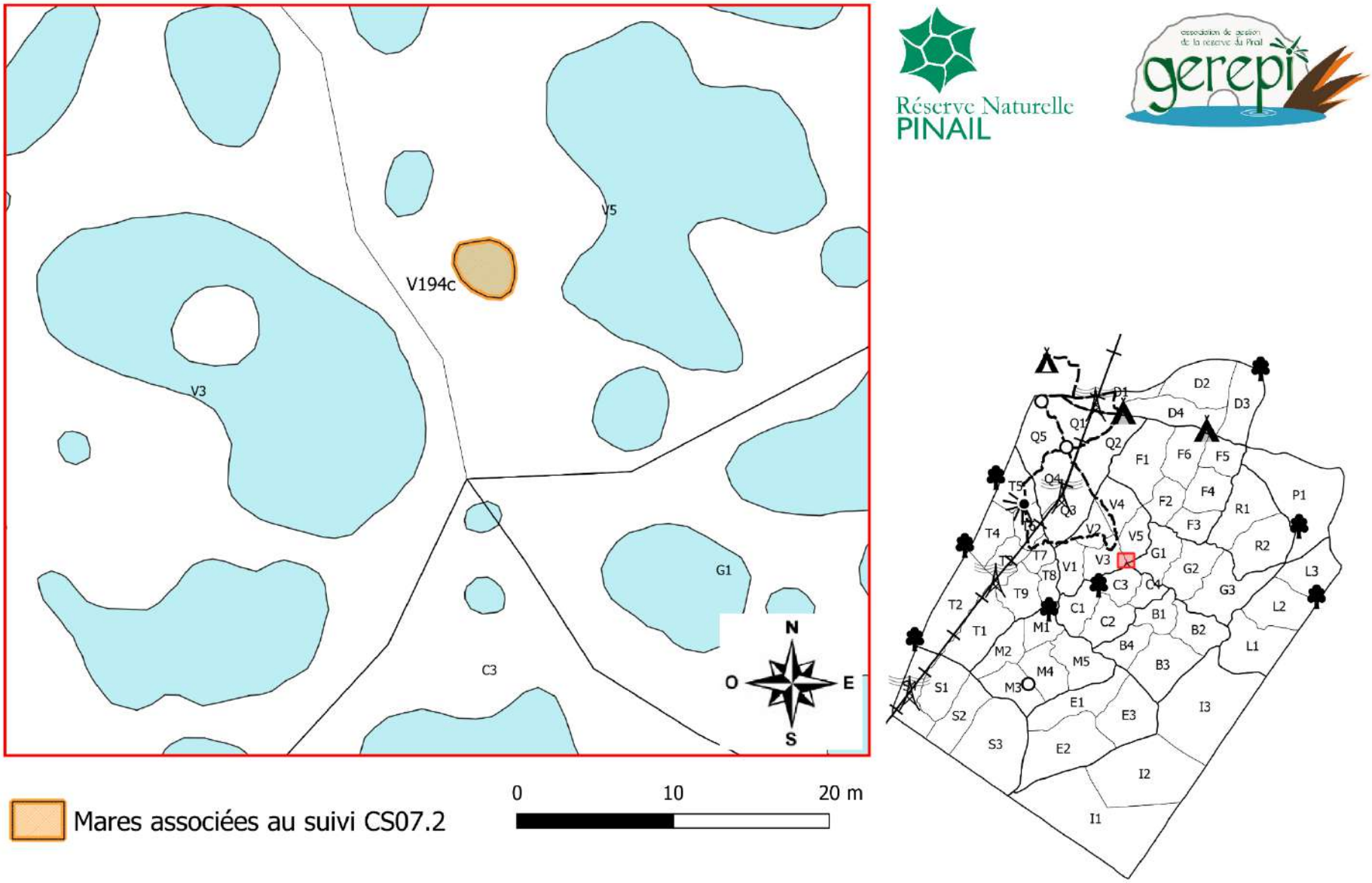


Figure 150 : Mares du suivi flore et cryptoflore des mares tourbeuse du secteur T

7.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Les suivis consistent à réaliser une prospection exhaustive de ces petites surfaces de tourbière en vue de détecter les espèces cibles. Une évaluation semi quantative des plantes (classe d'abondance), surface de sphaignes et nombre de carpophores seront à préciser à chaque suivi.

Pour les plantes et les bryophytes :

Un unique passage est à réaliser en mai/juin pour *Eriophorum* et en juillet pour toutes les autres espèces.

- Classe d'abondance utilisée pour les plantes :
  - 1 à 10 individus/ inflorescences,
  - 10 à 100 individus/ inflorescences,
  - 100 à 1000 individus/ inflorescences,
  - supérieur à 1000 individus/ inflorescences.
- Recouvrement utilisé pour les sphaignes en cm^2 (à quelques cm^2 près).

Pour les champignons :

3 passages sont à réaliser :

- Un au cours de l'été (juillet)
- Deux au cours de l'automne (septembre et octobre).

Un prélèvement minimum pourra être effectué en cas de doute sur l'identification du taxon.

Fiche de relevé protocole CS 07.2 : Flore et Cryptoflore - Milieux tourbeux

Date :	Passage : Plantes/Champignons 1 Champignons 2 Champignons 3	Opérateur(s) :
Métrique utilisée	Plantes vasculaires : Classe d'abondance 1-10|10-100|100-1000|>1000 individu(s)	Bryophytes : Surface occupée / Champignons : Nb. de carpophores

		Plantes vasculaires				Bryophytes	Champignons				
Tourbière	Espèces	Drosera rotundifolia	Eriophorum angustifolium	Rhynchospora alba	Salix repens	Sphagnum molle	Hygrocybe coccineocrenata	Laccaria affinis ssp. anglica	Hygrocybe riparia conicopalustris	Galerina mairei	Arrhenia sphagnicola
T143_143a	Présence :										
	Remarques :										
T12_12a	Présence :										
	Remarques :										
T18_18a	Présence :										
	Remarques :										
T19_19a	Présence :										
	Remarques :										
T27b	Présence :										
	Remarques :										
T34_34a	Présence :										
	Remarques :										
L36	Présence :										
	Remarques :										
L28	Présence :										
	Remarques :										
E25	Présence :										
	Remarques :										
E71	Présence :										
	Remarques :										
E70	Présence :										
	Remarques :										
V194c	Présence :										
	Remarques :										

Figure 151 : Fiche de relevé terrain flore et cryptoflore des milieux tourbeux

7.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Il n'y a pas de condition particulière de relevé.
Aucune autorisation nécessaire (*pas de prélèvement d'espèce protégée*).

7.7. Méthode(s) de traitement de l'information

7.7.1. *Analyse(s) statistique(s)*

Richesse spécifique par tourbière, occurence des espèces et évolution des classes d'abondance ou du nombre de carpophores.

7.7.2. *Renseignement de l'indicateur*

État souhaité
Maintien d'un peuplement de plantes, bryophytes et champignons caractéristiques des milieux tourbeux.

Indicateur d'état
Répartition et occurrences des espèces.

Métriques
Présence/absence ; nombre de stations ; effectif/abondance.

Grille de lecture et seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Disparition de 33 % des espèces (champignons sur 10 ans et plantes sur 3 ans) et/ou baisse d'occurrence sur 5 ans de 66 % des plantes et de 33 % des champignons ;
- 1 : Disparition de 25 à 32 % des espèces (champignons sur 10 ans et plantes sur 3 ans) et/ou baisse d'occurrence sur 5 ans de 50 % des plantes et de 20 % des champignons ;
- 2 : Disparition de 10 à 24 % des espèces (champignons sur 10 ans et plantes sur 3 ans) et/ou baisse d'occurrence sur 5 ans de 30 % des plantes et de 10 % des champignons ;
- 3 : Maintien de l'ensemble du cortège, mais baisse importante des effectifs (hors des variations interannuelles possibles) de 2 plantes ou plus sur 3 années ; non-détection des champignons sur 5 années de suivis ;
- 4 : Maintien de l'ensemble du cortège des milieux tourbeux, mais baisse importante des effectifs de plantes sur 1 à 2 années ; non-détection des champignons sur 3 années de suivis ;
- 5 : Maintien de l'ensemble du cortège des milieux tourbeux et des effectifs (variations interannuelles possibles) ou augmentation de l'occurrence des espèces.

7.8. Programmation

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	**2022**	2023	**2024**	2025	**2026**	2027	J	F	M	A	**M**	**J**	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					4,5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Agent d'entretien, Conservateur																

7.9. Durée et coût

Récolte des données

Faire la prospection de l'ensemble des tourbières et mares tourbeuses désignées 1 jour.
1,5 jour pour les plantes (et premier passage champignons).
2 jours complémentaires pour les champignons.

Analyse en laboratoire

½ journée de vérification micro si nécessaire.

Traitement des données

½ journée.

Matériel

+/- 450 € (*loupes, microscope, réactifs, tablette numérique de terrain, batterie...*)

7.10. Personnes/Organismes ressources

CBNSA, SBCO, SMP

VIII. Suivi flore et cryptoflore - Mares [CS 07.3]

8.1. Contexte général et connaissances existantes

La flore et cryptoflore sont le reflet des conditions du milieu. La réserve abrite une diversité végétale et fongique importante, portée par deux milieux emblématiques du site. Plusieurs espèces sont protégées, à forte responsabilité de conservation et présentent un intérêt comme bio-indicateurs de l'état de conservation des mares et des tourbières.

Parmi les espèces emblématiques de la réserve, la petite utriculaire (*Utricularia minor*), a été très longtemps confondue sur le site avec l'utriculaire de brem (*Utricularia bremii*), arrivée récemment (Sellier 2015).

Utricularia bremii Heer ex Köll., 1839 (Utriculaire de Bremi) : voilà une découverte très intéressante qui a remis certaines observations en perspective, une fois la lumière faite sur cette espèce qui est longtemps passée pour *Utricularia minor*. C'est lors de la session sur les Characées de 2015 organisée sur la réserve qu'une collègue du Conservatoire Botanique National de Brest, Cécile Mesnage, nous posait la question concernant la présence de *U. bremii* sur le site, cCar cette dernière avait été trouvée sur des sites à *U. minor*. Cette remarque rappela les observations rapportées par les botanistes locaux et le conservateur de la réserve sur l'augmentation importante du nombre de stations de *U. minor* en quelques années. Par la suite des examens sur les Utriculaires en fleurs un peu partout sur la réserve ont montré que l'espèce largement représentée et que nous avions sous les yeux tous les jours n'était pas *U. minor*, mais bien *U. bremii*.
De fait, nous nous sommes posé la question concernant la réalité de la présence de *U. minor* sur la réserve et de la qualité de l'identification de cette espèce lors de l'établissement de la liste des espèces présentes sur la réserve. Après avoir visité une quarantaine de mares, *U. minor* a bien été retrouvée sur le site. Ce qui laisse supposer que *U. minor* était bien présente sur le site. Cela implique que *U. bremii* est une espèce, soit qui n'a pas été détectée au départ des inventaires (à faible répartition), soit qu'elle est arrivée à la suite de l'établissement des premiers inventaires. Quoi qu'il en soit, vu la large proportion de *U. bremii*, c'est à cette espèce que l'on peut attribuer l'augmentation des effectifs d'utriculaires sur la réserve.

Pour refaire un point rapide sur les éléments qui permettent de différencier les deux espèces, voici un tableau synthétique (cf. tab. 1 ci-dessous) proposé à partir d'un faible nombre d'observations menées sur la réserve (cf. fig. Figure 152 à Figure 173) :

Tableau 17 : Tableau des critères différeciant U. minor *et* U. bremii *sur la base de l'observation de quelques individus de la réserve du Pinail*

Éléments morphologiques	*U. minor*	*U. bremii*
Lèvre inférieure	Inf. à 8 mm (mesurée à plat), et repliée sur les bordures (port naturel de la fleur). Quasi absence de nervation visible.	Port étalé, sur courbure, avec une taille supérieure à 7 mm, allant jusqu'à 12 mm (observation sur la réserve). Des nervations rouges brunâtres bien marquées plus estompées sur le tiers marginal. Il y a un différentiel de taille entre mare acide (plus petite) et mare plus riche en calcaire.
Lèvre supérieure	Ne recouvrant pas complètement ou tout juste le palais	Recouvrant largement (dépassant) le palais
Palais	Nervations fines, ténues, présentes	Nervations brunes-rougeâtres
Poils quadrifides	Poils ext : 40 ± 15 µm, poils int. 70 ± 15 µm.	Poils ext : 65 ± 20 µm, poils int. 105 ± 20 µm. Poils de tailles plus variables, et ceci même entre deux poils ext. ou int. issus d'une même origine.
Pollens	Pollens mâtures discoïdes à hémisphère convexe et ornementations plus régulières, à bordure du disque lobée. Certains grains à hémisphères paraboliques tronqués, voir tronconiques	Pollens mâtures discoïdes plutôt irréguliers, à hémisphère plus ou moins convexe (?) et ornementations plutôt cérébriformes, irrégulières.

Utricularia bremii

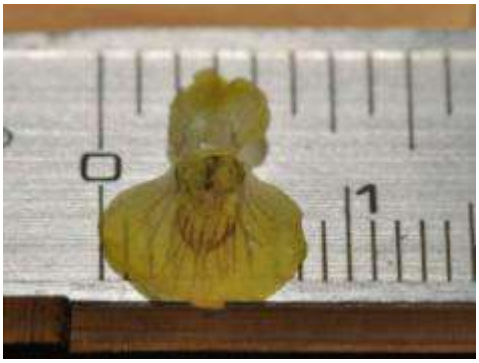


Figure 154 : Fleur U. bremii © Y Sellier

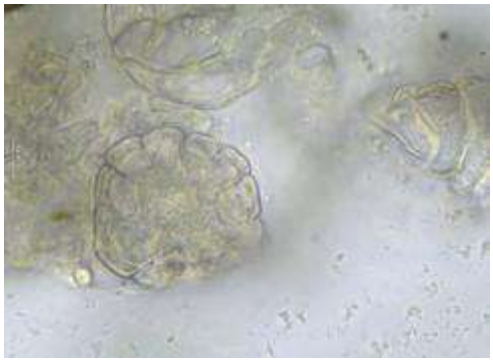


Figure 152 : Pollen U. bremii © Y Sellier

Figure 153 : Pollen U. bremii © Y Sellier

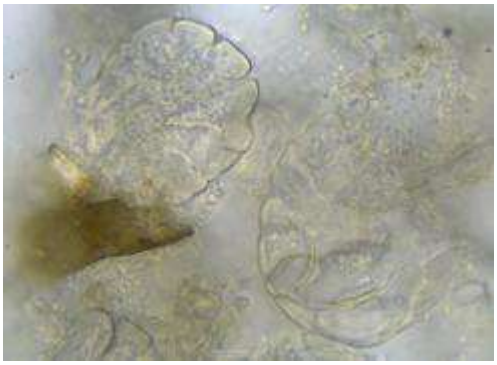


Figure 157 : Pollen U. bremii © Y Sellier

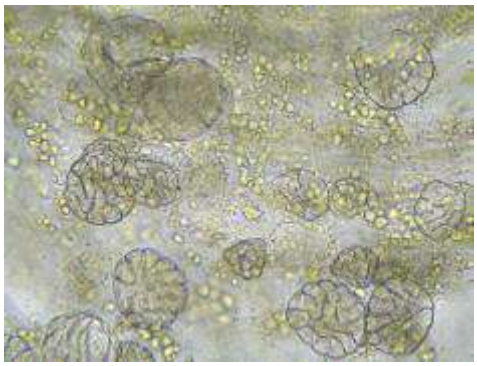


Figure 156 : Pollen U. bremii © Y Sellier

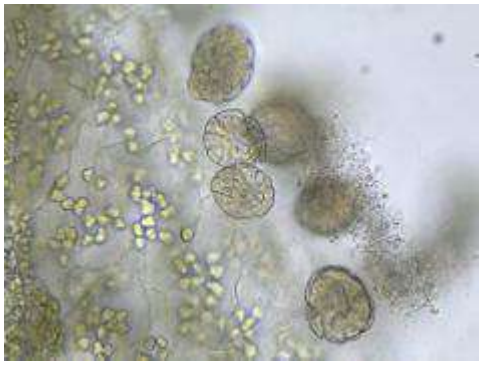


Figure 155 : Pollen U. bremii © Y Sellier

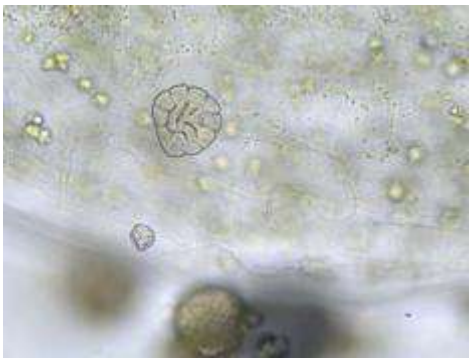


Figure 160 : Pollen U. bremii © Y Sellier

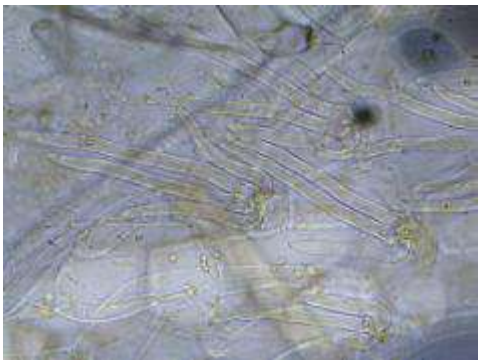


Figure 159 : Poils U. bremii © Y Sellier

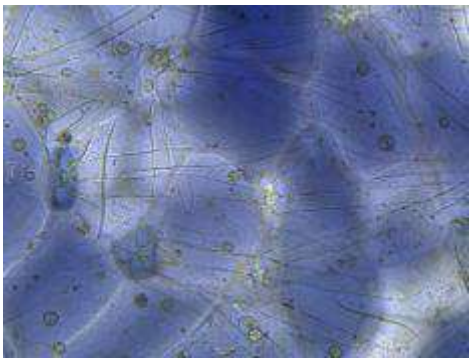


Figure 158 : Poils U. bremii © Y Sellier

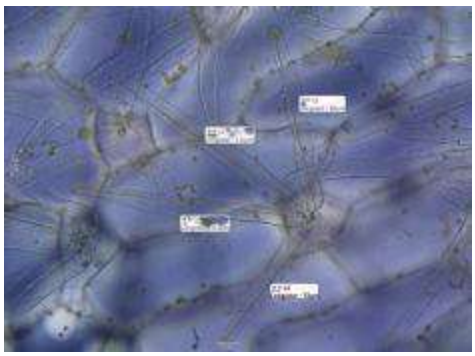


Figure 161 : Poils U. bremii © Y Sellier

Utricularia minor

Figure 162 : Fleurs U. minor © Y Sellier

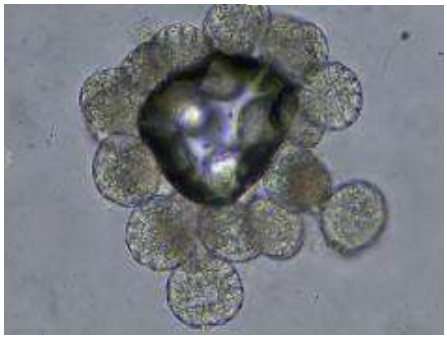


Figure 164 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 163 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 165 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 167 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 166 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 168 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 171 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 170 : Pollen U. minor © Y Sellier

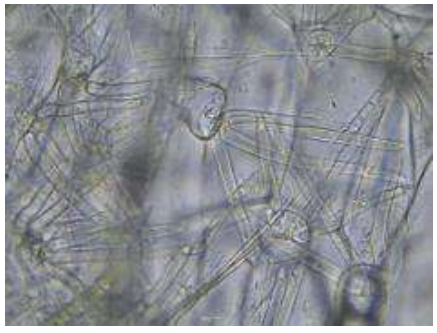


Figure 169 : Pollen U. minor © Y Sellier

Figure 173 : Poils U. minor © Y Sellier

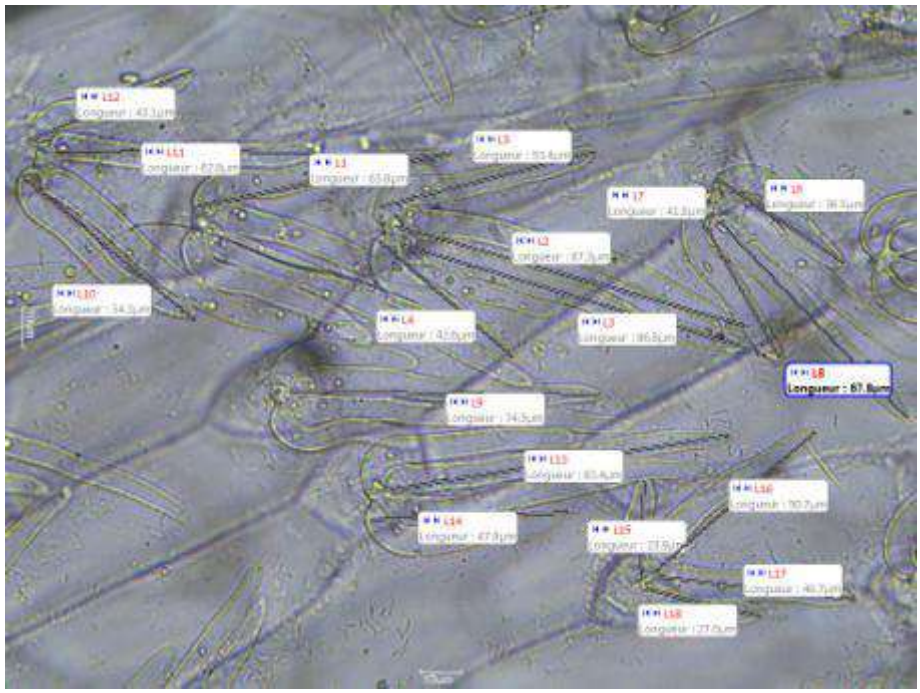


Figure 172 : Poils U. minor © Y Sellier

8.2. Objectif(s)

Le principal objectif est :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de la flore à responsabilité des mares

8.3. Éléments à récolter

Présence/absence des espèces cibles : *Tolypella intricata* et *Chara polyacantha* pour les algues, *Elatine alsinastrum, Sparganium natans* et *Utricularia minor* pour la flore

8.4. Localisation

Liste des characées :

- *Tolypella intricata* (G64a, G76a)
- *Chara polyacantha* (E122; E124)

Espèces végétales :

- *Elatine alsinastrum* (Q6)
- *Sparganium natans* (E117, G2, L69_69a, Q73, Q9, T140, T143_143a, T51)
- *Utricularia minor* (les 20 mares de référence : Figure 265, Figure 266, Figure 267, Figure 268, Figure 269).

Les cartes qui suivent indiques les stations répertoriées des espèces et les présences actuelles ou potentielles de *Utricularia Minor* (détermination à faire au microscope) (Figure 174 à Figure 178)

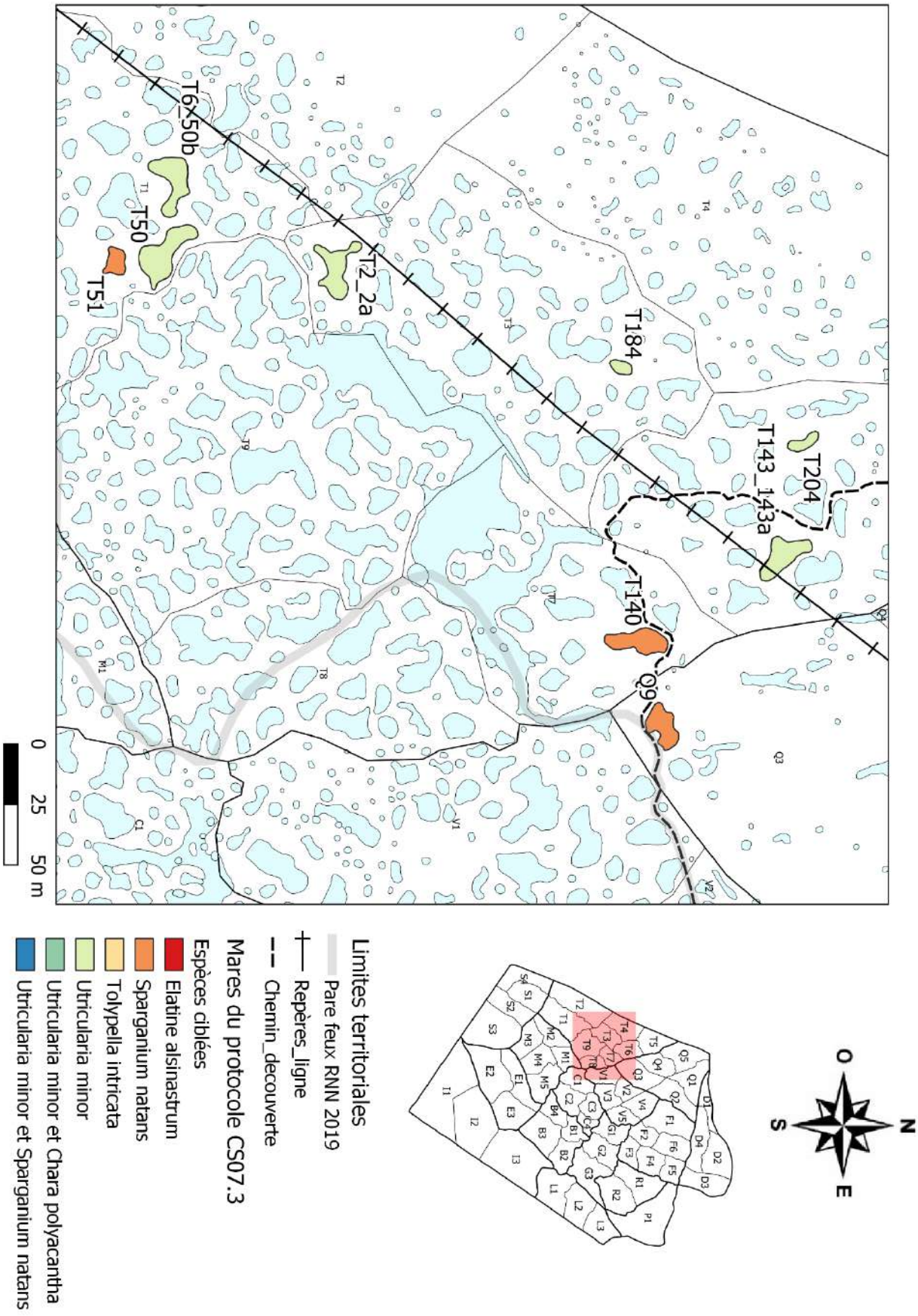


Figure 174 : Mares du secteur Q et T concernées par le suivi CS. 07.3

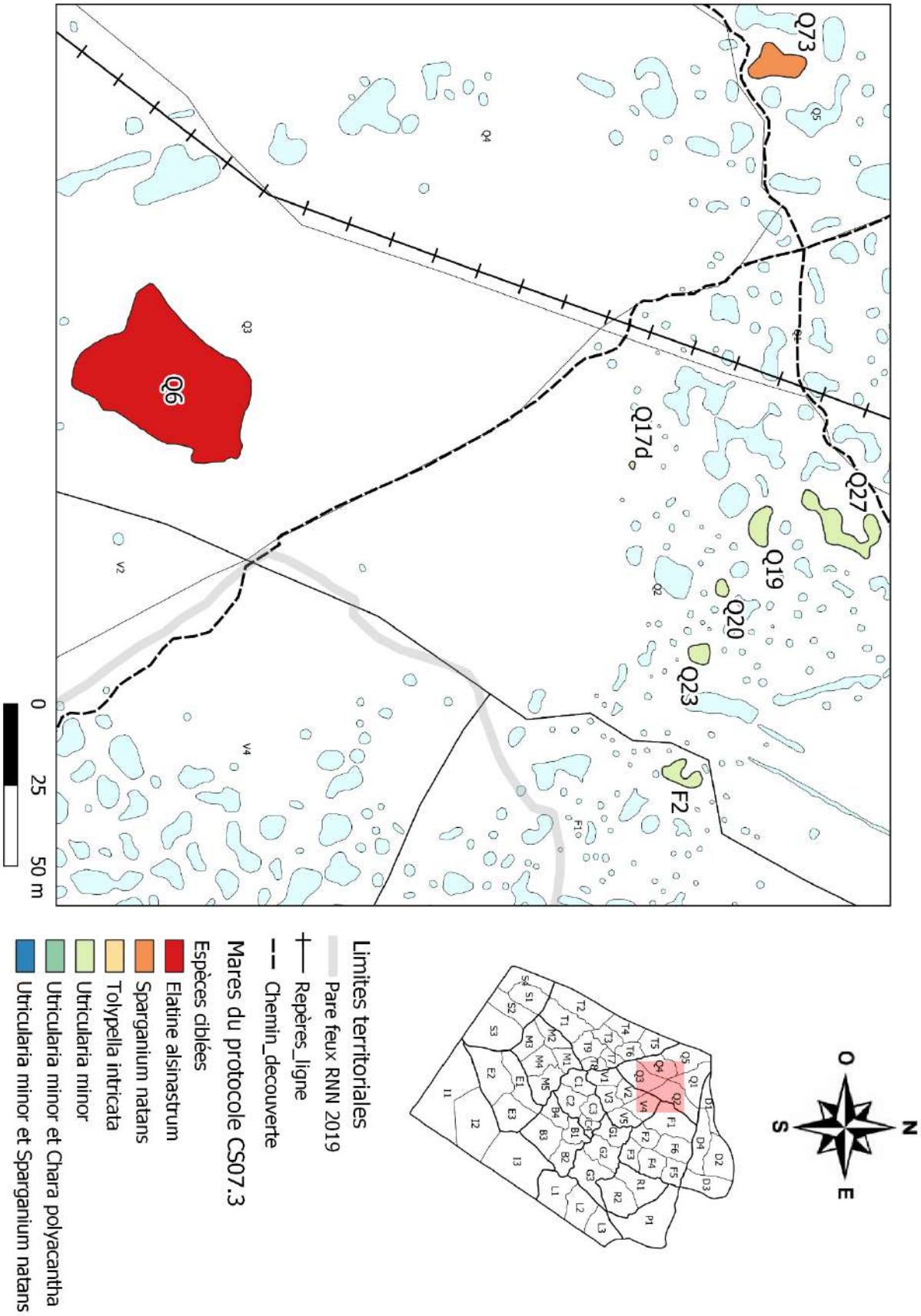


Figure 175 : Mares du secteur Q concernées par le suivi CS. 07.3

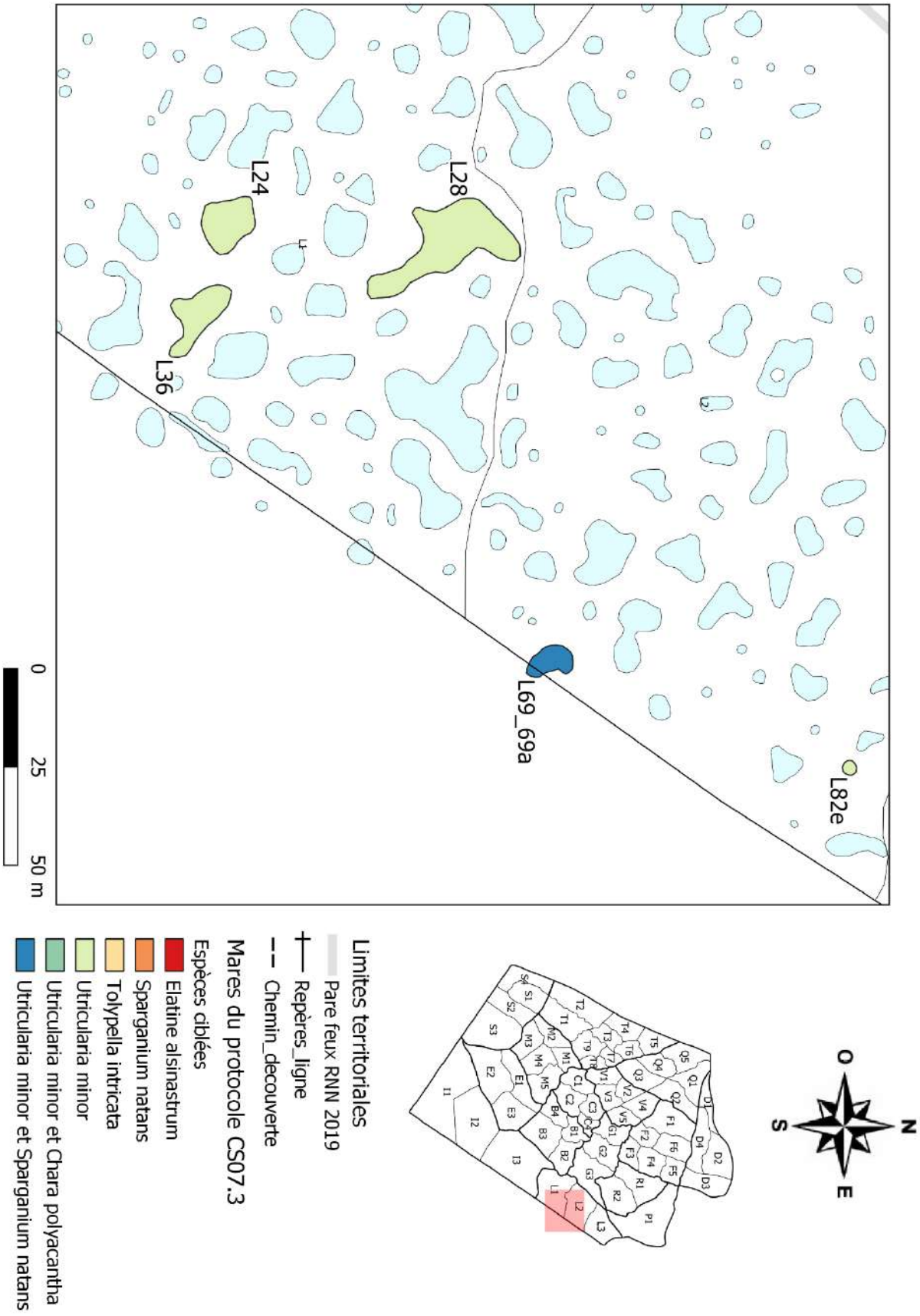


Figure 176 : Mares du secteur L concernées par le suivi CS. 07.3

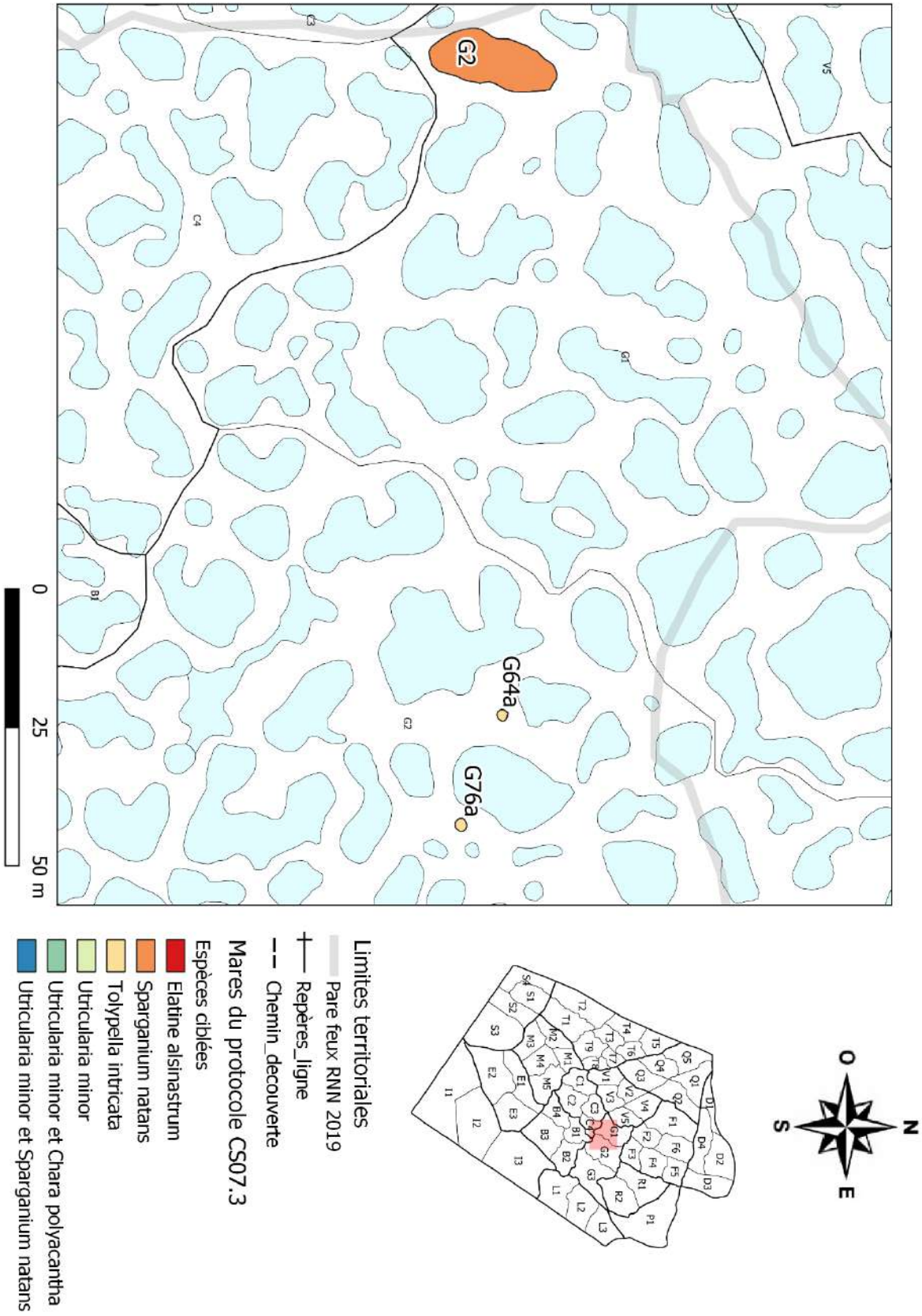


Figure 177 : Mares du secteur G concernées par le suivi CS. 07.3

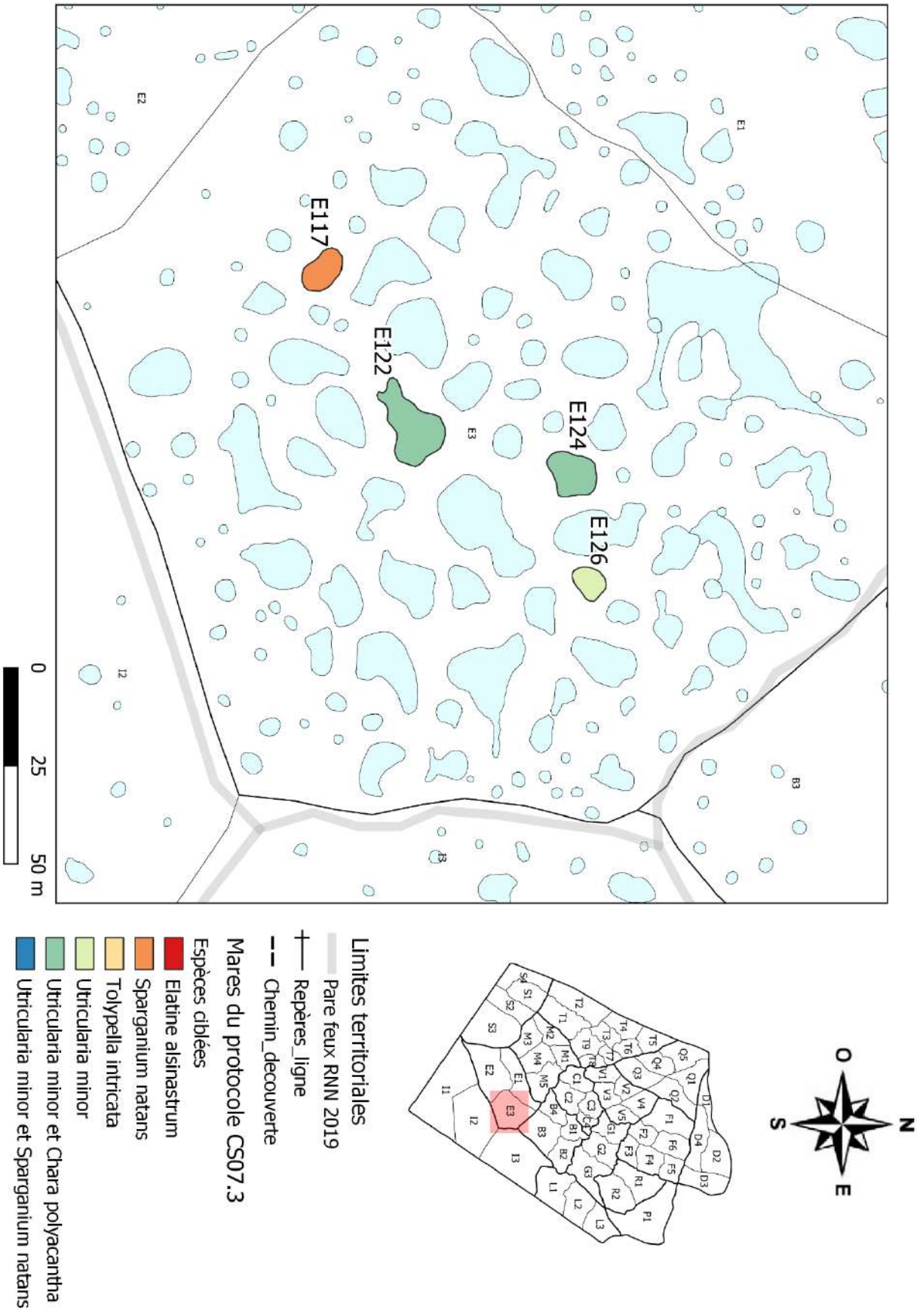


Figure 178 : Mares du secteur E concernées par le suivi CS. 07.3

8.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Chaque espèce doit être prospectée à la période où sa phénologie la rend le plus facilement détectable et identifiable. Voici les périodes de passage indicatives pour les espèces :

- *Tolypella intricata* (fin février – début mars)
- *Chara polyacantha* (juillet)
- *Elatine alsinastrum* (juin - juillet)
- *Sparganium natans* (juin- août)
- *Utricularia minor* (juillet - août)

Le suivi est donc réalisé au cours de 2 passages :

- le 1er en mars et le
- 2nd en juillet

(*cela pourra varier sensiblement en fonction des conditions météorologique annuelle*).

- Classe d'abondance utilisée pour les plantes :
  - 1 à 10 individus/inflorescences,
  - 10 à 100 individus/inflorescences,
  - 100 à 1000 individus/inflorescences,
  - supérieurs à 1000 individus/inflorescences.

Dans la mesure du possible, un chiffre précis est attendu (lorsque peu d'individus ou inflorescence).
Pour U. minor, cela pourra être compliqué, donc la présence absence est déjà attendue. Des prélèvements devront être effectués pour une vérification des éléments microscopiques (poils quadrifides, pollens) (Figure 179).

Fiche de relevé protocole CS 07.3 : Flore et Cryptoflore - Mares

Date :	Passage :	1 (Mars, *Tolypella intricata*)	2 (Juillet, autres espèces)	Opérateur(s) :	
Métrique utilisée	Plantes vasculaires : Classe d'abondance 1-10|10-100|100-1000|>1000 individu(s) ou Inflorescence(s)			Characées Présence/Absence	

Espèce	Stations connues parmi les mares prospectées	Mares ciblées pour l'espèce	
Elatine alsinastrum	Q6	Q6 :	
Sparganium natans	Q73, G2, Q9, T140, T143_143a, T51, L69_69a	Q73 :	G2 :
		Q9 :	T140 :
		T143_143a :	T51 :
		L69_69a :	
Utricularia minor	Q27, (Q5), (T140), (G2), T184, T6_50b, T50, (T51), E124, E126, L36, L28	F2 :	Q23 :
		Q20 :	Q19 :
		Q27 :	Q17d :
		T143_143a :	T204 :
		T184 :	T2_2a :
		T50 :	T6_50b :
		E122 :	E124 :
		E126 :	L36 :
		L24 :	L28 :
		L69_69a :	L82e :
Chara polyacantha	E122, E124	E122 :	E124 :
Tolypella intricata	G64a, G76a	G64a :	G76a :

Remarques :

Figure 179 : Fiche de relevé du protocole CS 07.3 : Flore et Cryptoflore - mare

8.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Ce suivi ne requiert pas de condition particulière de réalisation.
Aucune autorisation nécessaire.

8.7. Méthode(s) de traitement de l'information

8.7.1. *Analyse(s) en laboratoire*

Préparation de coupes microscopiques de pollens, et de poils quadrifides. Il sera regardé les différents éléments de comparaison précisés en introduction du protocole.

8.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Occurrence des espèces, effectif ou classe d'abondance.

8.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Maintien d'un peuplement végétal et algal caractéristique et diversifié ; Bon état de conservation de *Elatine alsinastrum, Sparganium natans, Utricularia minor, Chara polyacantha Tolypella intricata.*

Indicateur d'état

Richesse spécifique ; présence espèces à enjeux.

Métriques

Nb d'espèces, Nb stations ou occurrence ; effectif/espèce ou abondance.

Seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Perte de 66 % ou plus des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
- 1 : Perte de 51 à 65 % des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
- 2 : Perte de 36 à 50 % des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
- 3 : Perte de 21 à 35 % des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)
- 4 : Perte de 10 à 20 % des occurrences des espèces sur 5 campagnes de relevé (= 10 ans)

  5 : Observation de toutes les espèces de la liste et maintien de l'ensemble des stations suivies ou maintien/augmentation du nombre de stations globales

8.9. Programmation

CALENDRIER	PÉRIODE

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	2 j/an																				
POSTE PRINCIPAL	Agent d'entretien, Conservateur																				

8.10. Durée et coût

Récolte des données

1 jour

Analyse en laboratoire

1 jour

Matériel

+/- 500 € (*loupes, microscope, réactifs, tablette numérique de terrain, batterie...*)

8.11. Personnes/Organismes ressources

CBNSA, SBCO, SMP

IX. Suivi Odonates - Imagos [CS 11.1]

9.1. Contexte général

Les Odonates forment un ordre d'insectes avec une taxonomie stable et une biologie bien connue dont l'identification des espèces reste facilement accessible. Ils sont couramment utilisés comme bio-indicateurs pour évaluer la qualité de milieux aquatiques (Pont, 2011), la restauration de zones humides (Beaune and Sellier 2021) (D'Amico *et al.*, 2004) ou encore les changements biologiques dans le paysage à différentes échelles (Briggs *et al.*, 2019 ; Gourmand, 2012). Les Odonates peuvent ainsi refléter l'état de santé global des écosystèmes terrestres et aquatiques (Raebel *et al.*, 2010).

La réserve naturelle du Pinail accueille 51 espèces d'Odonates (Lelarge *et al.* 2018 ; Sellier *et al.* 2020) parmi les 106 référencées en France (Grand *et al.*, 2014), soit près de la moitié du cortège odonatologique national. Parmi ces espèces, la réserve possède une responsabilité importante pour 5 d'entre elles : *Lestes sponsa* et *Aeshna isoceles* (responsabilité moyenne), *Somatochlora flavomaculata* (Responsabilité assez forte) et *Leucorrhinia pectoralis, Leucorrhinia caudalis* (responsabilité forte). Ces espèces constituent un cortège typique inféodé aux zones tourbeuses exceptée *Aeshna isoceles* retrouvée dans les cortèges de mares et d'étangs.

Depuis 1992, des suivis portant sur les adultes et les exuvies ont été réalisés au niveau de 60 mares (Prévost et Durepaire, 1996). Ces suivis ont été renouvelés tous les 5 ans jusqu'en 2010 (Auburtin, 2010). Dans le cadre de la mise en place d'un Observatoire « eau-biodiversité-climat », il était nécessaire d'élaborer un nouveau protocole afin d'homogénéiser et de compléter les données issues des différents suivis d'Odonates et garder une longue série temporelle de données.

Élaboration du nouveau protocole d'étude des populations d'Odonates

Les méthodes de suivi des odonates sont accessibles avec peu de contraintes matérielles. Selon la méthode utilisée (i.e. larves, exuvies, adultes), celle-ci peut mener à des conclusions erronées sur l'état des populations, de la composition des communautés ou encore de la qualité d'un environnement. Dans la majorité des études, une seule méthode est réalisée avec les biais que cela peut représenter. La bibliographie liste plusieurs paramètres à prendre en compte :

- Les suivis basés uniquement sur les adultes semblent surestimer le nombre d'espèces se reproduisant avec succès (Raebal *et al.,* 2010 ; Bried *et al.,* 2012)
- Un suivi à partir des exuvies sous-estime les populations et leur détectabilité est plus faible que pour les adultes (Raebal *et al.,* 2010 ; Bried *et al.,* 2012)
- La probabilité de détection des exuvies augmente avec le nombre de passage. Le meilleur compromis est estimé à 3 passages/sites (Dubois *et al.,* 2015)
- Il est préférable de mener des prospections courtes et régulières (Hardersen *et al.*, 2017)

- Un minimum de 5 jours de prospection sur la période d'émergence des larves, une prospection de 60 minutes et la collecte de 300 exuvies sont recommandés pour déterminer correctement un assemblage d'espèces (Hardersen *et al.*, 2017)
- La diversité alpha est maximale avec un suivi basé sur les adultes et minimum avec les exuvies. L'inverse est observé pour la diversité bêta (Giugliano *et al.*, 2012)
- Le cortège d'espèces diffère selon la couverture végétale. Il est donc recommandé de se concentrer sur une conservation à l'échelle du paysage plutôt que sur les mares elles-mêmes (Briggs *et al.,* 2019)
- Une forte densité d'espèces de plantes vasculaires aquatiques et un pH plus basique ont une influence positive sur la richesse spécifique des odonates. L'effet de l'hétérogénéité de l'habitat sur la richesse spécifique est important à petite échelle (Honkanen *et al.,* 2011)

9.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation du peuplement d'Odonates ;
- Suivre et évaluer l'état de conservation des espèces d'Odonates présentant une responsabilité pour la réserve (*Leucorrhinia caudalis*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Somatochlora flavomaculata*, *Aeshna isoceles*, *Lestes sponsa*) ;
- Evaluer l'impact de la restauration hydromorphologique des cours d'eau et fossés sur les Odonates.

Hypothèses :

- Les communautés d'Odonates sont différentes suivant le type de mares (*typologie, mode gestion, paramètres physico-chimiques et biotiques*),
- La profondeur de la mare et le type de végétation (*Carex elata*) sont des facteurs influençant la présence des Leucorrhines,

9.3. Éléments à récolter

Richesse spécifique et effectif d'imagos d'Odonates

9.4. Localisation

Le suivi des imagos est réalisé sur les milieux :

- lothiques du ruisseau du Rivau et du fossé de la Hutte, ces derniers ayant fait l'objet de travaux de restauration en 2010 et 2011.
- lenthiques des 20 mares sentinelles de référence (Figure 265Figure 266, Figure 267, Figure 268, et Figure 269).

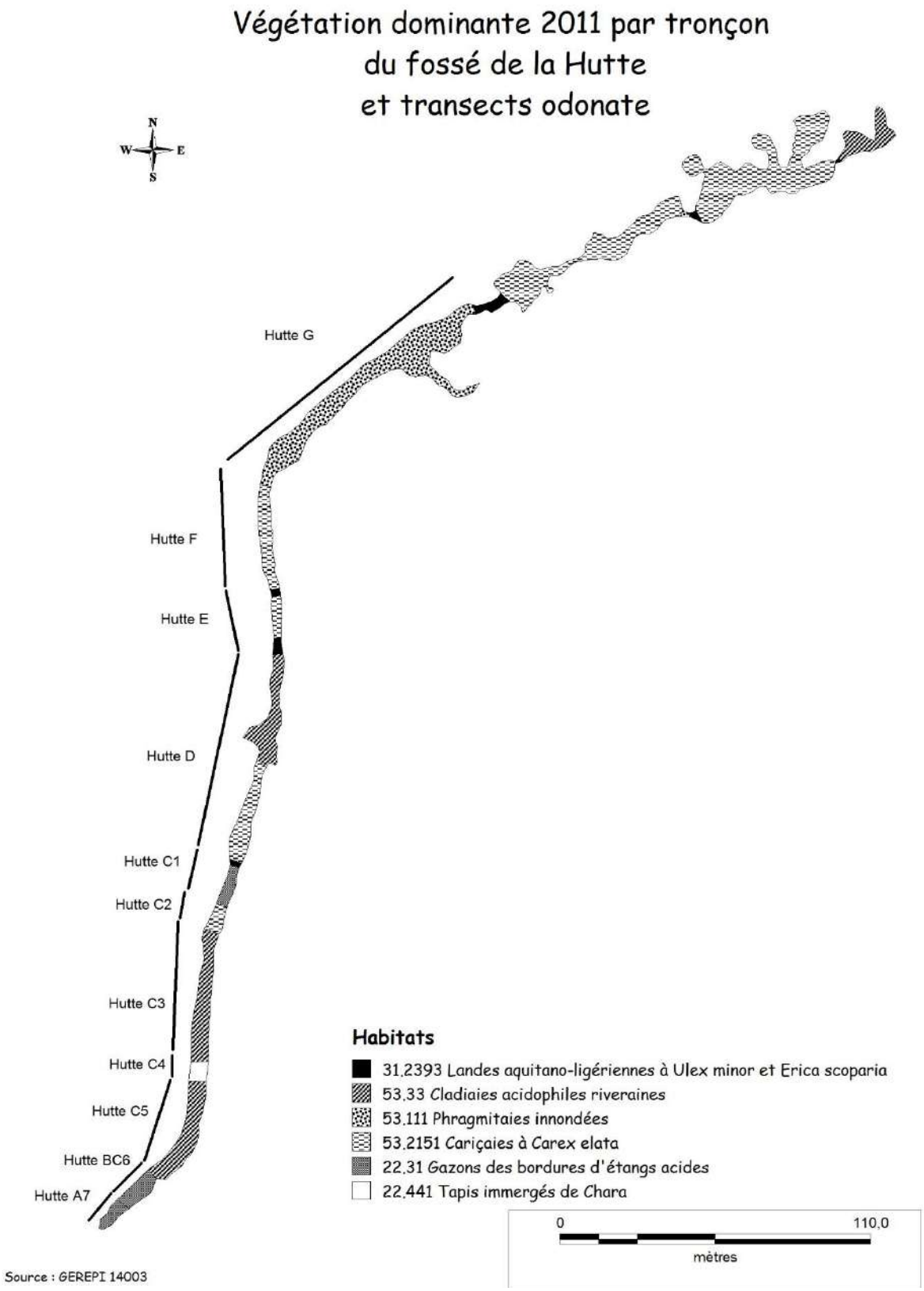


Figure 180 : Carte des végétations et section de transect Odonate du fossé de la Hutte

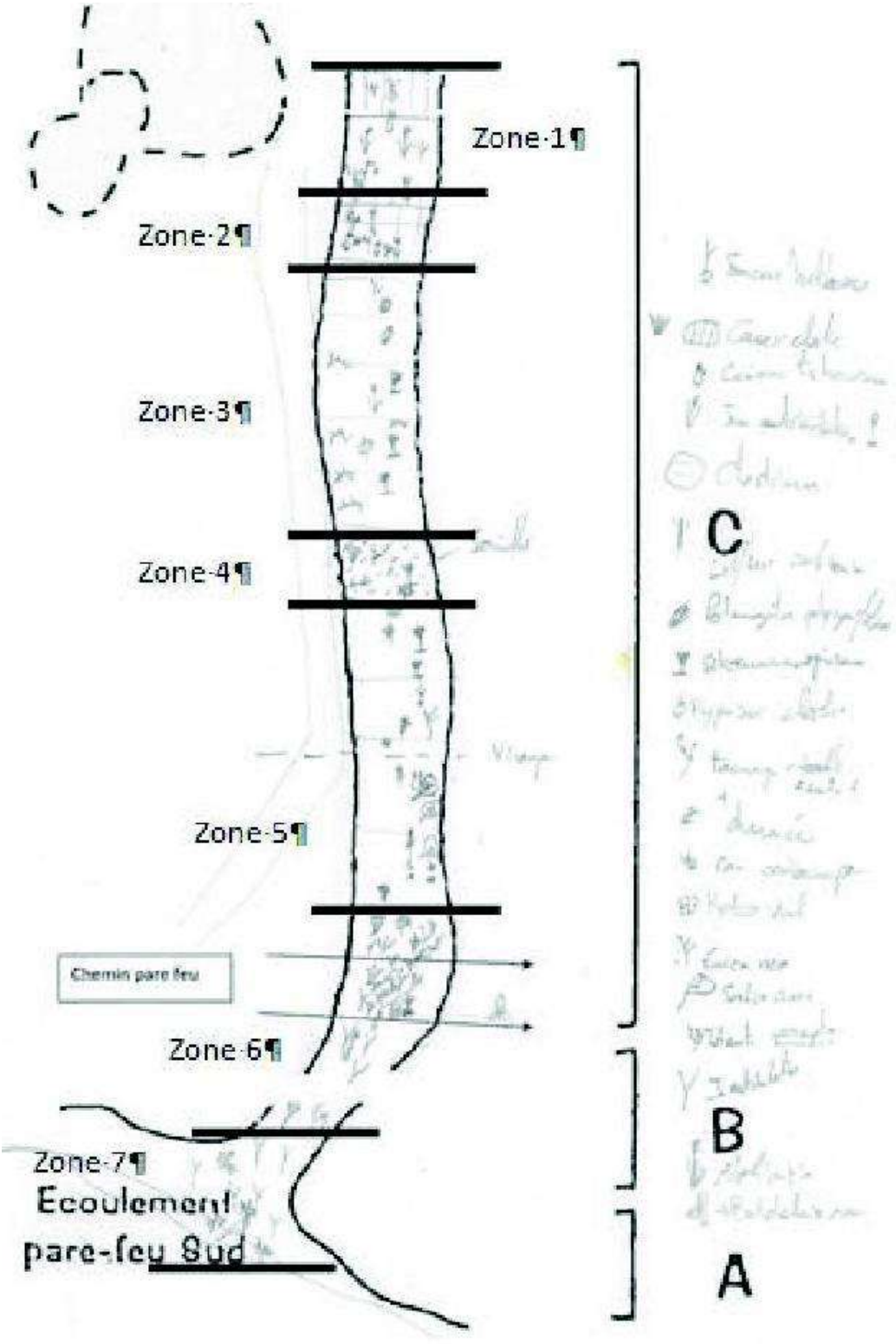
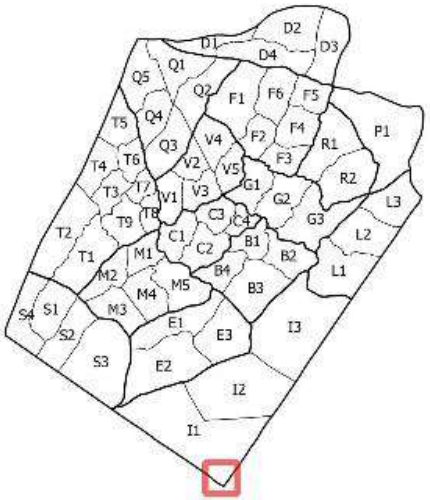


Figure 181 : Précision des sections de transect du bas du fossé de la Hutte

GEREPI - 20/05/2021

N
O
E
S



Légende

Riveau

- Section amont (ante 2010)
- Section aval
- Zone des travaux 2010

9.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Il sera réalisé 4 passages au cours de la saison :

- 1 centré autour du 15 mai
- 1 centré au tour du 15 juin
- 1 centré autour du 15 juillet
- 1 centré autour du 15 août

NB : Vu le nombre de sites à parcourir, il nous est impossible de réaliser le protocole STELI, qui aurait consisté à faire 9 suivis de 30 minutes par site.

Matériel : filet, jumelle, bottes ou weaders, ouvrage de détermination, carte de repérage des zonations des transects.

9.5.1. *Milieux lothiques*

Le principe est d'avancer lentement mais à vitesse constante et d'éviter les doubles comptages. Il pourra y avoir des arrêts pour identification d'individus. L'observateur (seul) compte et identifie tous les individus présents dans son cadre virtuel de prospection de 5 mètres de côtés situés devant lui (Figure 182). Dans le cas d'une libellule « baroudant » de manière permanente (*Anax, Somatochlora*) au-dessus du cours d'eau, sa localisation sera attribuée au tronçon sur lequel elle passe le plus de temps.

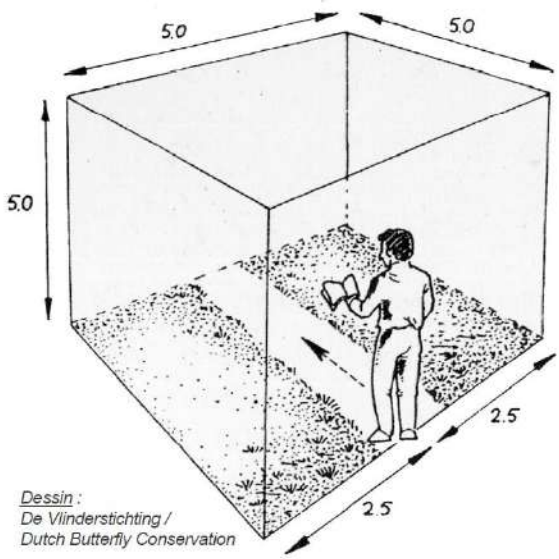


Figure 182 : Cadre d'observation virtuel des libellules sur les cours d'eau (Langlois et Gilg 2007)

L'ensemble des espèces (Anisoptères et Zygoptères) et leurs effectifs seront notés sur chacune des sous-parties de transect des cours d'eau et pour chacune des mares prospectées.

Le déplacement permanent muni du filet sacoche avec livre... permet difficilement la prise d'un bloc note. Il est recommandé de noter les informations recueillies dans un carnet. Il devra être noté les éléments suivants : le ou les observateurs, la date, la météo de début de chaque relevé, l'heure de début et de fin de chaque relevé, le nombre d'individus par espèce dans chaque tronçon de cours d'eau.

9.5.2. *Milieux lenthiques*

La prospection se déroulera sur un interval de 10 minutes maximum. Si des contraintes météo très temporaires surviennent (nuage...), ce temps peut être soustrait du temps de suivi. De même en cas de capture d'un individu difficile a déterminer. L'observateur pourra se déplacer pour observer l'ensemble de la mare et assurer la détecabilité et détermination des espèces.

L'ensemble des espèces (Anisoptères et Zygoptères) et leurs effectifs seront notés sur la fiche de relevé dédiée (Figure 183).

Attention : pour **la mare L28**, le suivi ne se fait que de la partie sud est au piquet du transect de végétation au nord-ouest

Fiche de relevé des odonates de mares et cours d'eau de la RNN du Pinail

Observateur(s) :
Date :

Heure début	
Heure de fin	
Temps de pause	
Température (°C)	
Humidité %	
Vent (Km/h)	
Direction du vent	
Couverture nuageuse (%)	

Remarque :

Mare n°	Heure début	Espèces et effectifs

		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

Figure 183 : Fiche de relevé des suivis odonates imagos sur les mares de la réserve naturelle du Pinail

9.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Conditions météorologiques :

Les suivis seront réalisés en fonction des exigences écologiques des cortèges d'Odonates, des conditions météorologiques satisfaisantes : température supérieure à 17 °C, sans pluie ni vent fort pas plus de 5 sur l'échelle de Beaufort.

		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

Figure 184 : Conditions météo favorables aux suivis Odonates (Steli 2011)

Force 0	La fumée des cheminées monte droit.
Force 1	très légère brise. La fumée des cheminées indique la direction du vent. 1 à 5 km/h.
Force 2	légère brise. On sent le vent sur le visage, les feuilles bougent. 6 à 11 km/h.
Force 3	petite brise. Les drapeaux flottent, les feuilles sont sans cesse en mouvement. . 12 à 19 km/h.
Force 4	jolie brise. Les poussières s'envolent et les petites branches ne cessent de bouger. 20 à 28 km/h.
Force 5	bonne brise. Les petits arbres balancent, les sommets des arbres s'agitent. 29 à 38 km/h.

Figure 185 : Force du vent sur l'échelle de Beaufort

Les autorisations seront à demander différentes espèces protégées :

- Le gomphe à cercoïdes fourchus (*Gomphus graslinii*) (Rambur, 1842)
- La leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis*) (Charpentier, 1850)
- La leucorrhine à gros thorax (*Leucorrhinia pectoralis*) (Charpentier, 1825)
- La cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) (Dale, 1834)
- L'agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) (Charpentier, 1840).

9.7. Méthode(s) de traitement de l'information

Richesse spécifique, occurrence, nombre d'individus.
Évolution temporelle.

9.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Maintien de la diversité des communautés d'Odonates sur le site.
Bon état de conservation des espèces présentant une responsabilité pour la réserve (*Leucorrhinia caudalis, Leucorrhinia pectoralis, Somatochlora flavomaculata, Aeshna isoceles, Lestes sponsa*).

Indicateur d'état

Richesse spécifique totale du site, occurrences des espèces.

Métriques
Nombre d'espèces, effectifs par espèce, présence/absence.

Seuils
Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Perte de 66 % ou plus du cortège ou 66 % ou plus des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 1 : Perte de 51 à 65 % du cortège ou 51 à 65 % des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 2 : Perte de 26 à 50 % du cortège ou 33 à 50 % des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 3 : Perte de 1 à 25 % du cortège ou 10 à 32 % des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 4 : Conservation du cortège, mais baisse d'occurrence des espèces (supérieur à 20 %) ;
- 5 : Conservation (ou augmentation) du cortège (présence/absence sur 5 ans) et maintien ou augmentation de l'occurence des espèces à responsabilité.

9.9. Programmation

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	J	F	M	A	**M**	**J**	**J**	**A**	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					6,5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Conservateur, Chargé d'études																

9.10. Durée et coût

Récolte des données
Mares : 4 passages x 4 heures +déplacement : 3 jours.
Cours d'eau : 4 passages x 2,5 heures : 1,5 jour.

Traitement des données
2 jours.

Matériel
+/- 500 € (*jumelles*, *boîtes, weaders, filets entomologiques, loupes*…).

9.11. Personnes/Organismes ressources

Vienne Nature, SFO.

9.12. Bibliographie

Grand D., Boudot J.-P., Doucet G., 2014. Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 136p.

Heidemann, H. & Seidenbusch, R., 2002. Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). Société française d'odonatologie, 416 p. ISBN 2-9507291-5-0

X. Suivi Odonates - Exuvies [CS 11.2]

10.1. Contexte général

Les Odonates sont un ordre d'insectes avec une taxonomie stable et une biologie bien connue dont l'identification des espèces reste facilement accessible. Ils sont couramment utilisés comme bio-indicateurs pour évaluer la qualité de milieux aquatiques (Pont, 2011), la restauration de zones humides (Beaune and Sellier 2021) (D'Amico *et al.*, 2004) ou encore les changements biologiques dans le paysage à différentes échelles (Briggs *et al.*, 2019 ; Gourmand, 2012). Les Odonates peuvent ainsi refléter l'état de santé global des écosystèmes terrestres et aquatiques (Raebel *et al.*, 2010).

La réserve naturelle du Pinail accueille 50 espèces d'Odonates (Lelarge *et al.* 2018) parmi les 106 référencées en France (Grand *et al.*, 2014), soit près de la moitié du cortège odonatologique national. Parmi ces espèces, la réserve possède une responsabilité importante pour 5 d'entre elles : *Lestes sponsa* et *Aeshna isoceles* (responsabilité moyenne), *Somatochlora flavomaculata* (Responsabilité assez forte) et *Leucorrhinia pectoralis, Leucorrhinia caudalis* (responsabilité forte). Ces espèces constituent un cortège typique inféodé aux zones tourbeuses exceptée *Aeshna isoceles* retrouvée dans les cortèges de mares et d'étangs.

Depuis 1992, des suivis portant sur les adultes et les exuvies ont été réalisés au niveau de 60 mares (Prévost et Durepaire, 1996). Ces suivis ont été renouvelés tous les 5 ans jusqu'en 2010 (Auburtin, 2010). Dans le cadre de la mise en place d'un Observatoire « eau-biodiversité-climat », il était nécessaire d'élaborer un nouveau protocole afin d'homogénéiser et de compléter les données issues des différents suivis d'Odonates et garder une longue série temporelle de données.

Élaboration du nouveau protocole d'étude des populations d'Odonates

Les méthodes de suivi des odonates sont accessibles avec peu de contraintes matérielles. Selon la méthode utilisée (i.e. larves, exuvies, adultes), celle-ci peut mener à des conclusions erronées sur l'état des populations, de la composition des communautés ou encore de la qualité d'un environnement. Dans la majorité des études, une seule méthode est réalisée avec les biais que cela peut représenter. La bibliographie liste plusieurs paramètres à prendre en compte :

- Les suivis basés uniquement sur les adultes semblent surestimer le nombre d'espèces se reproduisant avec succès (Raebal *et al.,* 2010 ; Bried *et al.,* 2012)
- Un suivi à partir des exuvies sous-estime les populations et leur détectabilité est plus faible que pour les adultes (Raebal *et al.,* 2010 ; Bried *et al.,* 2012)
- La probabilité de détection des exuvies augmente avec le nombre de passage. Le meilleur compromis est estimé à 3 passages/sites (Dubois *et al.,* 2015)
- Il est préférable de mener des prospections courtes et régulières (Hardersen *et al.*, 2017)

- Un minimum de 5 jours de prospection sur la période d'émergence des larves, une prospection de 60 minutes et la collecte de 300 exuvies sont recommandés pour déterminer correctement un assemblage d'espèces (Hardersen *et al.*, 2017)
- La diversité alpha est maximale avec un suivi basé sur les adultes et minimum avec les exuvies. L'inverse est observé pour la diversité bêta (Giugliano *et al.*, 2012)
- Le cortège d'espèces diffère selon la couverture végétale. Il est donc recommandé de se concentrer sur une conservation à l'échelle du paysage plutôt que sur les mares elles-mêmes (Briggs *et al.,* 2019)
- Une forte densité d'espèces de plantes vasculaires aquatiques et un pH plus basique ont une influence positive sur la richesse spécifique des odonates. L'effet de l'hétérogénéité de l'habitat sur la richesse spécifique est important à petite échelle (Honkanen *et al.,* 2011)

10.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation du peuplement d'Odonates,
- Suivre et évaluer l'état de conservation des espèces présentant une responsabilité pour la réserve (*Leucorrhinia caudalis*, *Leucorrhinia pectoralis*, *Somatochlora flavomaculata*, *Aeshna isoceles*, *Lestes sponsa*),

Hypothèses :

- Les communautés d'Odonates sont différentes suivant le type de mares (*typologie, mode gestion, paramètres physico-chimiques et biotiques*),
- La profondeur de la mare et le type de végétation (*Carex elata*) sont des facteurs influençant la présence des Leucorrhines,
- L'abondance d'exuvie reflète l'abondance des adultes.

10.3. Éléments à récolter

Exuvies d'odonates.

10.4. Localisation

Les 20 mares du protocole sentinelles seront inspectées (Figure 258, Figure 265, Figure 267, Figure 268, et Figure 269).

10.5. Méthode(s) de récolte de l'information

3 relevés sont à réaliser :

- 1 centré autour du 15 mai
- 1 centré autour du 15 juin
- 1 centré autour du 15 juillet

Ces grandes périodes seront ajustées chaque année en fonction de l'émergence des premiers cortèges d'Odonates indicateurs de l'émergence des autres espèces (Cordulie bronzé 10 jours avant Leucorrhines).

Au vu de la grande hétérogénéité de la typologie et du périmètre des mares, **un temps de prospection d'une minute par mètre linéaire de berge** a été défini afin de standardiser l'effort d'échantillonnage sur toutes les mares. **Le rayon de prospection est limité à 1 m le long de la berge** (*à longueur de bras*).

Mare	Périmètre en m	temps de prospection en min	Temps à 2 opérateurs en min
E122	64,054	64	32
E124	39,947	40	20
E126	26,772	27	13
F2	39,622	40	20
L24	45,647	46	23
L28	112,17	112	56
L36	58,096	58	29
L69_69a	33,364	33	17
L82e	11,58	12	6
Q17d	6,932	7	3
Q19	32,512	33	16
Q20	15,473	15	8
Q23	21,933	22	11
Q27	90,323	90	45
T143_143a	65,262	65	33
T184	24,985	25	12
T2_2a	84,899	85	42
T204	33,645	34	17
T50	82,758	83	41
T6_50b	76,461	76	38
	Total		483

Cela fait donc hors déplacement, rangement… 8 h (moyenne de 25 min par mare à deux observateurs) de prospection des berges par passage. On peut en estimer quasiment le double avec les temps incompressibles de déplacement et stokage, étiquetage, prise de note.

La recherche des exuvies se réalise dans l'eau, face à la berge. Les prospecteurs sont équipés de waders. **Toutes les exuvies sont prélevées : Zygoptères et Anisoptères**. Elles sont placées dans un contenant hermétique (pilulier) afin de les conserver et d'éviter de les endommager. Pour chaque pilulier, une étiquette renseigne le numéro de la mare et la date (noté au crayon de papier ou imprimé laser mis à l'intérieur du pilulier). Une fiche de relevé par mare est remplie en indiquant le temps de prospection effectué.

En de présence de chair (exuviation loupée), celui-ci n'est pas récolté pour éviter le pourrissement impactant les autres exuvies.

Éléments cruciaux pour permettre une bonne identification des exuvies :
- Sécher totalement les exuvies avant stockage,
- Limiter le nombre d'exuvies par pilulier,
- Ne pas mélanger les exuvies de Zygoptères et d'Anisoptères,
- Limiter au maximum les manipulations.

Dans la mesure du possible, il est également conseillé d'effectuer les identifications rapidement après récolte.

Matériel : waders, Pillulier x120, chronomètre, crayon, planche, feuille, cartes.

10.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Pour des questions de sécurité, ce protocole se fera à deux.
Les suivis seront réalisés dans des conditions météorologiques satisfaisantes (température supérieure à 17 °C, sans pluie ni vent fort pas plus de 5 sur l'échelle de Beaufort) et surtout au regard de la météorologie passée : absence de forte précipitation dans les 5 jours (3 au minimum) précédents la prospection (*perte des exuvies dans les mares et la végétation, et dégradation*).

Les autorisations seront à demander différentes espèces protégées :
- Le gomphe à cercoïdes fourchus (*Gomphus graslinii*) (Rambur, 1842) ;
- La leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis*) (Charpentier, 1850) ;
- La leucorrhine à gros thorax (*Leucorrhinia pectoralis*) (Charpentier, 1825) ;
- La cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) (Dale, 1834) ;
- L'agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) (Charpentier, 1840).

10.7. Méthode(s) de traitement de l'information

Richesse spécifique, occurrence, nombre d'exuvies.

10.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien de la diversité des communautés d'Odonates sur le site.
Bon état de conservation des espèces présentant une responsabilité pour la réserve (*Leucorrhinia caudalis, Leucorrhinia pectoralis, Somatochlora flavomaculata, Aeshna isoceles, Lestes sponsa*).

Indicateur d'état
Richesse spécifique totale du site, occurrences des espèces (exuvies).

Métriques

Nombre d'espèces, effectifs par espèce, présence/absence.

Seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Perte de 66 % ou plus du cortège ou 66 % ou plus des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 1 : Perte de 51 à 65 % du cortège ou 51 à 65 % des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 2 : Perte de 26 à 50 % du cortège ou 33 à 50 % des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 3 : Perte de 1 à 25 % du cortège ou 10 à 32 % des occurrences des espèces à responsabilité assez forte à forte ;
- 4 : Conservation du cortège, mais baisse d'occurrence des espèces (supérieur à 20 %) ;
- 5 : Conservation (ou augmentation) du cortège (présence/absence sur 5 ans) et maintien ou augmentation de l'occurence des espèces à responsabilité.

10.9. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	2020	2021	**2022**	2023	2024	**2025**	2026	2027	J	F	M	A	**M**	**J**	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	42 jour/an																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Conservateur, Chargé d'études																				

10.10. Durée et coût

Récolte des données

483 min (environ 8h) de récolte plus le temps d'oragnisation et déplacement à ajouter 3 jour.

3 jours (maximum) sont nécessaires pour chaque campagne de récolte.

Identification des exuvies

Phase particulièrement chronophage : il est estimé 25 jours pour 3 collectes sur 20 mares.

Traitement des données

8 jours.

Matériel

+/- 4 500 € (*loupe binoculaire professionnelle*, *boîtes, weaders, filets entomologiques, loupes,…*).

10.11. Personnes/Organismes ressources

Vienne Nature, SFO.

10.12. Bibliographie

Grand D., Boudot J.-P., Doucet G., 2014. Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 136p.

Heidemann, H. & Seidenbusch, R., 2002. Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). Société française d'odonatologie, 416p. ISBN 2-9507291-5-0

XI. Suivi écrevisse à pieds blancs - Contrôle [CS 12.1]

11.1. Contexte général et connaissances de l'espèce

L'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) est l'une des quatre espèces animales à responsabilité de conservation majeure pour la réserve. Le Pinail est l'unique station connue au monde présentant une population vivant dans des mares de petites tailles.

Morphologie

L'écrevisse à pieds blancs possède un corps découpé en 3 tagmes : tête, thorax, abdomen. La tête (céphalon) et le thorax (péréion) sont soudés au niveau du sillon cervical, cet ensemble s'appelle le céphalothorax.

Sur le céphalon, on observe une paire d'antennes, d'yeux pédonculés et bien évidemment les pièces buccales ; composées des antennules, des maxilipèdes, des mandibules, des maxilles et maxillules.

Au niveau du péréion, il y a présence de 5 paires de pattes. La première paire possède de puissantes pinces, les deux suivantes possèdent quant à elles, de petites pinces, et les dernières paires sont terminées par une griffe. Description des pinces : relativement robustes, légèrement granuleux sur le dessus et présence de deux tubercules sur le côté intérieur du doigt fixe.

L'écrevisse mesure en général entre 80-90 mm, pouvant aller jusqu'à 120mm, pour un poids de 90g. Elle sont généralement plus petites sur le Pinail. En ce qui concerne la coloration de l'écrevisse, c'est très variable, suivant le substrat sur lequel elle se trouve, sa couleur dorsale peut varier de vert-brun à brun sombre et très rarement avoir une teinte bleutée ou orangée. Sur la face ventrale, elle est presque blanche, ce qui lui a value son nom d'écrevisse à « pieds blancs ».

Les adultes d'*A. pallipes* peuvent être différenciés des autres espèces d'écrevisses Européennes par la forme de leur rostre, de leur carapace et de leurs pinces. La présence d'épines derrière le sillon cervical est utile pour distinguer *A. pallipes* de *Austropotamobius torrentium* et *Pacifastacus leniusculus*, chez qui elles sont absentes. La face inférieure de la pince peut être occasionnellement orange ou rose, mais jamais rouge ou de la même couleur que le corps, ce qui permet de ne pas la confondre avec *Procambarus clarkii*.

Critère de détermination

Voici les critères de l'Atlas des écrevisses d'Europe :

1- épines présentes derrière le sillon cervical,
2- présence d'un talon sur le deuxième stylet copulateur et la carène médiane antérieure n'est pas denticulée,
3- une paire de crêtes post-orbitale, les bords du rostre forment un triangle, la fin de la plèvre abdominale au niveau des somites 2-4 est arrondie, sans épines sous-terminales.

Habitat

On retrouve *A. pallipes* dans la « zone à truites » ,B1 à B6 dans la zonation de Huet 1949. C'est-à-dire, une eau claire, bien oxygénée, froide, et un substrat sableux ou avec des gros

blocs de cailloux. Le cours d'eau doit aussi avoir des berges avec des racines apparentes pour permettre d'avoir des caches pour l'écrevisse.
L'écrevisse à pieds blancs est une espèce sténotherme d'eau froide, dont l'optimum thermique se situe entre 8 et 17°C. Le seuil de tolérance généralement admis est de 21°C (Trouilhé et al. 2007).
En ce qui concerne les caractères physico-chimiques de l'eau pour la présence de *A. pallipes*, le taux d'oxygène doit être élevé : entre 6 et 15mg/l, et le pH compris entre 6,2 et 8,5. La présence de calcium est impérative, car il est nécessaire pour la formation de la carapace du crustacé. Un taux suffisamment élevé permet d'augmenter la vitesse de calcification de la carapace, et la valeur seuil est de 3mg/l. Une trop forte concentration de calcium entraîne une réduction de la croissance. A. pallipes se trouvant dans les zones à truites, les composés azotés sont par conséquents en très faible quantité.

Reproduction
La période de reproduction de l'écrevisse à pieds blancs commence à la fin de l'automne. L'accouplement a lieu lorsque la température est proche de 10°C, car si il y a de trop fortes variations de température, il n'y aura pas d'accouplement. Le mâle maintient la femelle sur le dos par ses pinces pour déposer ses spermatophores, près des orifices génitaux.
Après quelques semaines, la femelle pond 80 à 100 œufs qui seront fixés sous son abdomen en grappe. On dit alors que c'est une femelle « grainée ». Une fois qu'elle a pondus ses œufs elle reste cachée et ne s'alimente pas le temps de l'incubation, c'est-à-dire, six à neuf mois. Une fois qu'il y a éclosion, les petits restent accrochés aux pléopodes de leur mère jusqu'à leur première mue. Ensuite ils passent à un stade libre, c'est-à-dire qu'ils quittent leur mère pour trouver un territoire où vivre.

Cycle de vie
Lors de l'éclosion des œufs, les petits ressemblent aux adultes (on dit alors qu'il y a un développement direct), l'écrevisse doit alors avoir recours à des mues pour grandir. Elle doit quitter sa carapace pour en fabriquer une autre plus grande. La fréquence des mues varie en fonction de l'âge de l'individu mais aussi des paramètres environnementaux. En moyenne l'écrevisse mue huit fois dans sa première année, quatre fois dans sa deuxième et deux fois dans la troisième. Au bout de cette mue, l'écrevisse atteint sa maturité sexuelle. Ces étapes sont critiques pour l'écrevisse car elle est alors très vulnérable à toutes attaques, maladies et prédateurs. C'est donc pour cela qu'il est impératif d'avoir de nombreuses caches dans le milieu.
L'écrevisse est capable d'autotomie, c'est-à-dire qu'elle peut sectionner volontairement un de ses membres pour échapper à un prédateur. Ce membre se régénéreras au bout de plusieurs mues mais n'atteindra pas la taille de l'ancien membre.

Dimorphisme sexuel
Pour différencier le mâle de la femelle, il faut regarder sous l'écrevisse au niveau du début de l'abdomen, et plus précisément les pléopodes.

Chez le mâle, la première paire de pléopodes est transformée en stylets copulateurs tournés vers la tête. Alors que la femelle, n'a pas de première paire de pléopodes (voir les photos ci-dessous).
Avec des individus plus âgés il est plus aisé de faire la différence, car chez la femelle l'abdomen est plus large que chez le mâle, qui lui a des pinces plus grosses et est de façon générale globalement plus gros que la femelle.

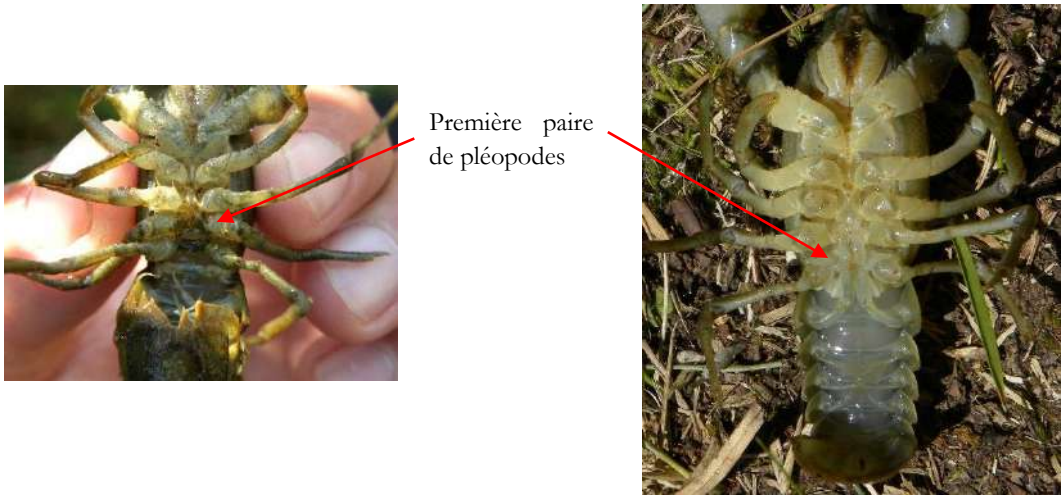


Figure 187 : Comparatife entre mâle (droite) et femelle (gauche) d'écrevisse à pieds blancs © B. Ménard

Alimentation

L'écrevisse à pieds blancs est omnivore, mais quand même à tendance majoritairement zoophage. Ses repas sont essentiellement constitués de macro-invertébré benthique (mollusques aquatiques, larves de trichoptères, vers,…) et peut même s'attaquer à des têtards et alevins.
C'est un animal opportuniste. En effet, du fait de la lenteur de ses déplacements, il faut qu'un animal passe près de ses grosses pinces pour pouvoir l'attraper. Elle n'est pas forcément attirée par les cadavre mais peut s'en nourrir occasionnellement. Par conséquent, elle est aussi détritivore puisqu'elle mange organique morte aussi bien végétales qu'animales.
Si jamais elle se trouve en manque de nourriture d'origine animale, elle peut se tourner vers les végétaux aquatiques et subaquatiques qui l'entoure. Certains végétaux comme les characées, qui fixent le calcium de l'eau, permettent un apport de calcium supplémentaire.

Comportement

Les écrevisses sont, comme la plupart des crustacés, lucifuges (qui fuient la lumière). Elles ont donc une activité nocturne.
On les trouve en général dans des zones très ombragées, dans une végétation dense, dans le système racinaire de la ripisylve, où la nuit est quasi permanente. Quand le milieu n'offre pas de cache naturelle, l'écrevisse creuse un terrier qui généralement fait deux fois la longueur de leur corps.
C'est un animal grégaire et très sédentaire, il reste à proximité de l'endroit où il est né. Cet sédentarité peut leur être fatale en cas de pollution ou de destruction du milieu dans lequel elle vit.

Maladies

- *La télohaniose :*

Ou maladie de la porcelaine est due à *théloania contejeani* qui est une microsporidie qui attaque les fibrilles musculaires. Le seul mode de transmission de cette microsporidie est l'ingestion de chair infectée. Cette maladie est mortelle pour l'écrevisse. Maladie régulièrement rencontrée sur quelques individus dans certaines mares.

Symptômes : Une écrevisse atteinte de cette maladie est très facilement reconnaissable, en effet sur la face ventrale on peut observer une coloration blanchâtre des muscles (d'où le nom 'porcelaine') et une mobilité très lente.

Figure 188 : Individu touché par la thélaniose © Y. Sellier

- *La Rouille :*

Il s'agit d'une mycose de blessure causée par divers champignons parasites. Cette maladie courante dans le milieu naturel fait suite aux blessures et mutilations lors des accouplements. La mortalité est de 15 à 30% des malades, et il n'existe aucun moyen de lutte.

Maladie rencontrée sur un grand nombre d'individus de plusieurs mares.

Symptômes : La rouille se détecte par la présence de tâches brun-rougeâtre sur la carapace.

- *L'aphanomycose :*

Il s'agit de la peste de l'écrevisse, maladie introduite en même temps que les écrevisses allochtones (*Procambarus clarkii*, *Pacifastacus leniusculus*, *Orcontectes limosus*) porteuses saines de la maladie. Cette maladie est due à un champignon (*Aphanomyces astaci*), il se transmet via une zoospore qui rentre dans l'individu par les parties les plus molles (articulations, yeux, …). C'est un agent pathogène exclusif de l'écrevisse. Lors de la mort du dernier individu le champignon ne survit pas plus de 2 mois sans hôte. Cette maladie n'a jamais été signalée sur la réserve.

Symptômes : L'individu malade se caractérise par un comportement anormal, il se promène en pleine journée, semble dressé sur ses pattes et quand on le soulève ses pattes pendent et l'abdomen se décolle du thorax. Ensuite l'écrevisse se met sur le dos et présente des mouvements de pédalage caractéristiques. Enfin du mycélium apparaît sur les yeux et les articulations de l'individu mourrant.

Prédateurs

L'écrevisse a plusieurs prédateurs à tous les stades de son développement :

- à l'état larvaire, ses prédateurs sont les larves d'odonates, de dytiques, les poissons (truite, carpe, tanche, …)

- à l'état adulte, ses prédateurs sont les poissons (carpe, tanche, brochet, black-bass), les oiseaux (canards, poule d'eau, hérons, corbeaux, martin-pêcheur…), les mammifères (mustélidés, sanglier, rat musqué, surmulot, renard), les anoures et les autres espèces d'écrevisses.

Si on restreint le champ à la réserve, les prédateurs peuvent être les larves d'odonates, les anoures, les oiseaux, les renards, le campagnol amphibie.

Statut de protection

L'écrevisse à pieds blancs possède plusieurs statuts de protection à différents échelons :

- Au niveau Européen : elle est inscrite sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), sur l'annexe II et V de la directive habitat de 1992, et en annexe III de la convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels en Europe.
- Au niveau national : Protégée par l'arrêté ministériel du 21.07.83 relatif à la protection de la nature ainsi que par la loi pêche, la loi sur l'eau et la loi sur la Protection de la nature.

Distribution géographique :

- Au niveau Européen : présente en Angleterre, en Irlande, dans la péninsule Ibérique, en Italie, en Suisse et dans les Balkans.
- Au niveau national : *A. pallipes* est une espèce autochtone, la plus répandue en France. Elle est présente sur tout le territoire Français, à l'exception d'une partie de la façade Atlantique et de l'Île-de-France (Figure 189).

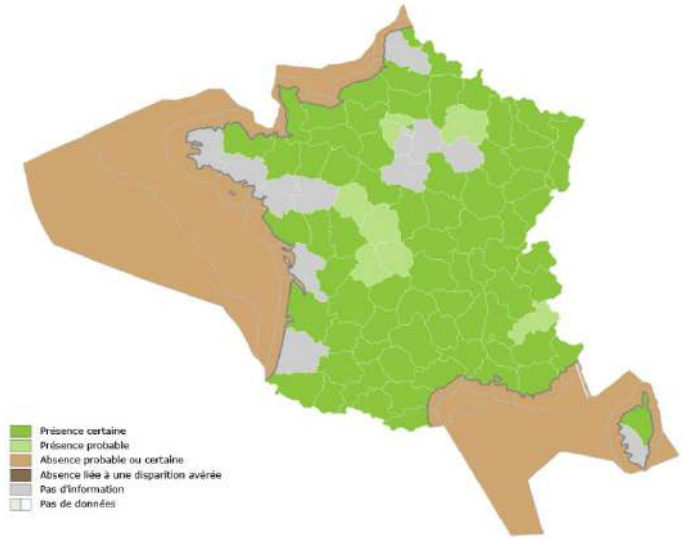


Figure 189 : Répartition de l'écrevisse à pieds blansc en France (INPN 2020)

11.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de l'écrevisse à pieds blancs

- Evaluer l'impact des opérations de transfert d'individus d'écrevisse à pieds blancs

Hypothèse :

- Le changement climatique va impacter négativement les populations d'écrevisses (*augmentation de température de l'eau, acidification et diminution de la disponibilité en oxygène*)

11.3. Éléments à récolter

Présence/absence d'écrevisse

11.4. Localisation

Exhaustivité des mares de présences actuelles et passées de la RNN

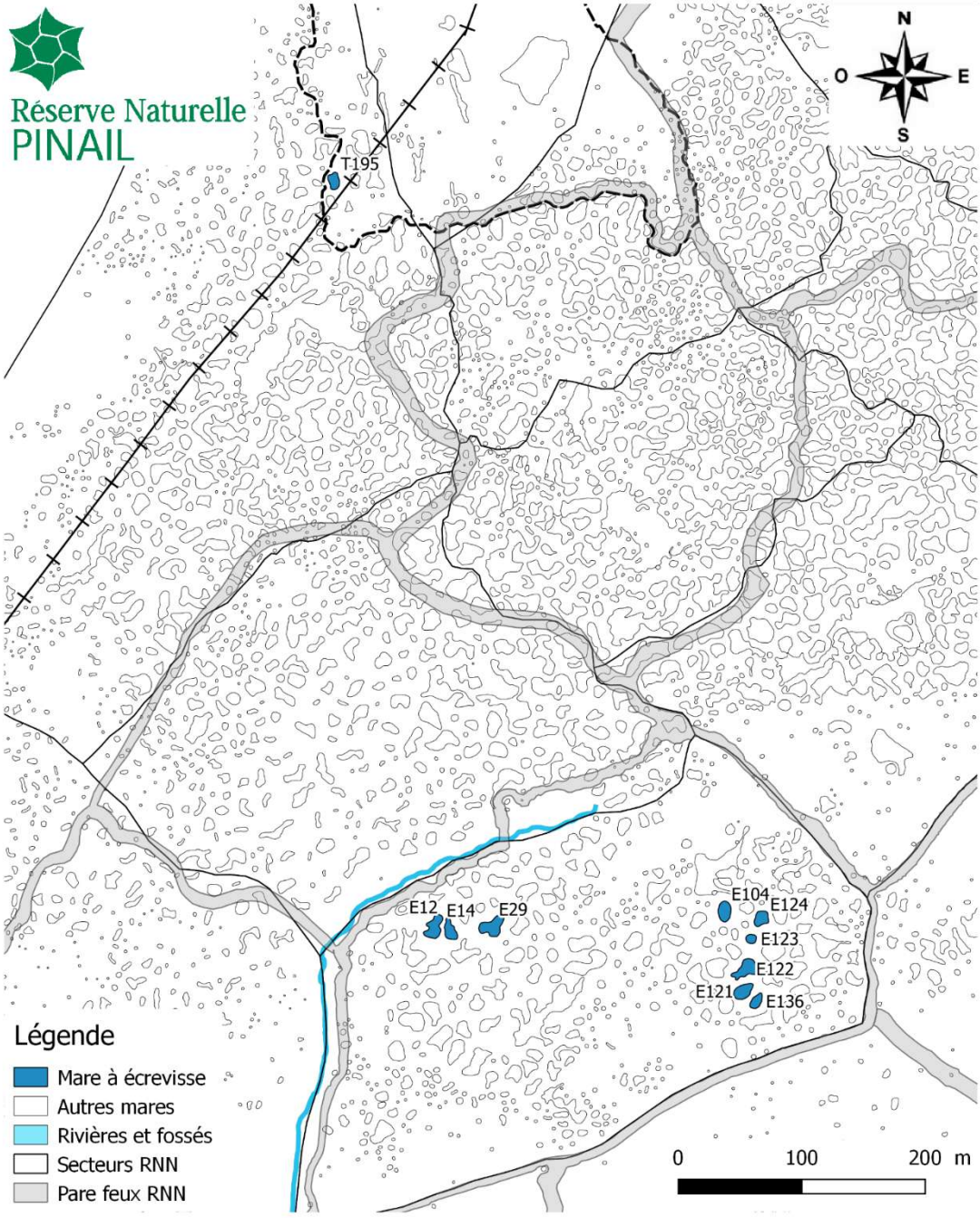


Figure 190 : Mares à écrevisse de la RNN Pinail

11.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Aux alentours du 15 septembre lors de beau temps, la détection est organisée à l'aide de rondelles d'andouillette/saucisson à l'ail bio percées et attachées avec un fil de pêche. Une à plusieurs rondelles sont imergées dans l'eau en bordure de mare.
En cas d'absence de réponse (i.e. apparition d'invidu) :

- Il est positionné 5 rondelles pendant 15 minutes minimum.
- Après vérification, si toujours aucunes écrevisses, les rondelles sont décalées de quelques mètres et une nouvelle attente de 15 minutes commence
- Si toujours aucune écrevisse, ce cycle de deux poses de 15 minutes sera réitéré une fois avec ajout de 5 nasses restant toute la nuit et contenant de l'andouillette/saucisson à l'ail. Cette deuxième nuit devra avoir lieu à au moins une semaine d'écart de la première nuit. Si aucun individu n'est trouvé, on considérera l'absence d'individu dans la mare concernée comme avérée.

Figure 191 : Dispositif d'attraction des écrevisses (fil de pêche et andouillette bio) © Y. Sellier

11.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Il est préférable de réaliser les suivis lors de période de beau temps. La présence de l'équipe permanente est indispensable en raison de la responsabilité du site quant à cette espèce, notamment pour des raisons de détection de maladie, de manipulation d'individus, etc.

CS 12.1 Fiche de relevé écrevisse à pattes blanches

Observateur(s) :			Date (de pose si nasses) :
N° du passage saucisson :	1	2	Heure pose :
N° du passage Nasse :	1		Heure relevé :
Météo pose :			* Théloaniose : individus euthanasiés, non inclus dans le décompte
Météo relevé :			** Rouille : individus non euthanasiés, inclus dans le décompte

N° de mare	Nb. de mâle	Nb. de femelle	Nb. indeterminés	Nb. cas théloaniose*	Nb. cas rouille**	Vertébrés présents
T195						
E12						
E14						
E29						
E104						
E121						
E122						
E123						
E124						
E136						
Remarques :						

Figure 192 : fiche de relevé suivis CS 12.1 présence-absence des écrevisses à pieds blancs

11.7. Méthode(s) de traitement de l'information

Occurence

11.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Bon état de conservation de *Austropotamobius pallipes*

Indicateur d'état

Taille et répartition de la population

Métriques

Effectif ; Nb de stations

Seuils

Les seuils définis pour cet indicateur sont les suivants :

- 0 : Perte des 6/9 des populations de la réserve, ou 2 mares à fort effectif (E121, E122, T195),
- 1 : Perte des 3/9 des populations de la réserve, ou 1 mare à fort effectif (E121, E122, T195),
- 2 : Perte d'une population de la réserve, hors mare à fort effectif,
- 3 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares de pésence actuelle, mais constat de chute d'effectifs anormale (hors des données historiques connues),
- 4 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares de pésence actuelle,
  5 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares et extention à des mares d'acceuil complémentaire.

11.9. Programmation

CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	J	F	M	A	M	J	J	A	**S**	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					2.5 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Conservateur, Chargé d'études																

11.10. Durée et coût

Récolte des données

1h/mare (9 mares) soit 1.5 jour (*une soirée à 2 personnes*)

Si absence de détection (*relevé de nasses*) alors + 0.5 jour

Analyse des données

0.5 jour

Matériel

+/- 800 € (*nasses, marquage temporaire, sceaux, appâts…*)

11.11. Personnes/Organismes ressources

Frédéric Grandjean, Faculté des sciences de Poitiers.

XII. Suivi écrevisse à pieds blancs - Effectif [CS 12.2]

12.1. Contexte général et connaissances existantes

L'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) est l'une des quatre espèces animales à responsabilité de conservation majeure pour la réserve. Le Pinail est l'unique station connue au monde présentant une population vivant dans des mares de petites tailles.

Morphologie

L'écrevisse à pieds blancs possède un corps découpé en 3 tagmes : tête, thorax, abdomen. La tête (céphalon) et le thorax (péréion) sont soudés au niveau du sillon cervical, cet ensemble s'appelle le céphalothorax.

Sur le céphalon, on observe une paire d'antennes, d'yeux pédonculés et bien évidemment les pièces buccales ; composées des antennules, des maxilipèdes, des mandibules, des maxilles et maxillules.

Au niveau du péréion, il y a présence de 5 paires de pattes. La première paire possède de puissantes pinces, les deux suivantes possèdent quant à elles, de petites pinces, et les dernières paires sont terminées par une griffe. Description des pinces : relativement robustes, légèrement granuleux sur le dessus et présence de deux tubercules sur le côté intérieur du doigt fixe.

L'écrevisse mesure en général entre 80-90 mm, pouvant aller jusqu'à 120mm, pour un poids de 90g. Elle sont généralement plus petites sur le Pinail. En ce qui concerne la coloration de l'écrevisse, c'est très variable, suivant le substrat sur lequel elle se trouve, sa couleur dorsale peut varier de vert-brun à brun sombre et très rarement avoir une teinte bleutée ou orangée. Sur la face ventrale, elle est presque blanche, ce qui lui a value son nom d'écrevisse à « pieds blancs ».

Les adultes d'*A. pallipes* peuvent être différenciés des autres espèces d'écrevisses Européennes par la forme de leur rostre, de leur carapace et de leurs pinces. La présence d'épines derrière le sillon cervical est utile pour distinguer *A. pallipes* de *Austropotamobius torrentium* et *Pacifastacus leniusculus*, chez qui elles sont absentes. La face inférieure de la pince peut être occasionnellement orange ou rose, mais jamais rouge ou de la même couleur que le corps, ce qui permet de ne pas la confondre avec *Procambarus clarkii*.

Critère de détermination

Voici les critères de l'Atlas des écrevisses d'Europe :

4- épines présentes derrière le sillon cervical,
5- présence d'un talon sur le deuxième stylet copulateur et la carène médiane antérieure n'est pas denticulée,
6- une paire de crêtes post-orbitale, les bords du rostre forment un triangle, la fin de la plèvre abdominale au niveau des somites 2-4 est arrondie, sans épines sous-terminales.

Habitat

On retrouve *A. pallipes* dans la « zone à truites » ,B1 à B6 dans la zonation de Huet 1949. C'est-à-dire, une eau claire, bien oxygénée, froide, et un substrat sableux ou avec des gros

blocs de cailloux. Le cours d'eau doit aussi avoir des berges avec des racines apparentes pour permettre d'avoir des caches pour l'écrevisse.
L'écrevisse à pieds blancs est une espèce sténotherme d'eau froide, dont l'optimum thermique se situe entre 8 et 17°C. Le seuil de tolérance généralement admis est de 21°C (Trouilhé et al. 2007).
En ce qui concerne les caractères physico-chimiques de l'eau pour la présence de *A. pallipes*, le taux d'oxygène doit être élevé : entre 6 et 15mg/l, et le pH compris entre 6,2 et 8,5. La présence de calcium est impérative, car il est nécessaire pour la formation de la carapace du crustacé. Un taux suffisamment élevé permet d'augmenter la vitesse de calcification de la carapace, et la valeur seuil est de 3mg/l. Une trop forte concentration de calcium entraîne une réduction de la croissance. A. pallipes se trouvant dans les zones à truites, les composés azotés sont par conséquents en très faible quantité.

Reproduction
La période de reproduction de l'écrevisse à pieds blancs commence à la fin de l'automne. L'accouplement a lieu lorsque la température est proche de 10°C, car si il y a de trop fortes variations de température, il n'y aura pas d'accouplement. Le mâle maintient la femelle sur le dos par ses pinces pour déposer ses spermatophores, près des orifices génitaux.
Après quelques semaines, la femelle pond 80 à 100 œufs qui seront fixés sous son abdomen en grappe. On dit alors que c'est une femelle « grainée ». Une fois qu'elle a pondus ses œufs elle reste cachée et ne s'alimente pas le temps de l'incubation, c'est-à-dire, six à neuf mois. Une fois qu'il y a éclosion, les petits restent accrochés aux pléopodes de leur mère jusqu'à leur première mue. Ensuite ils passent à un stade libre, c'est-à-dire qu'ils quittent leur mère pour trouver un territoire où vivre.

Cycle de vie
Lors de l'éclosion des œufs, les petits ressemblent aux adultes (on dit alors qu'il y a un développement direct), l'écrevisse doit alors avoir recours à des mues pour grandir. Elle doit quitter sa carapace pour en fabriquer une autre plus grande. La fréquence des mues varie en fonction de l'âge de l'individu mais aussi des paramètres environnementaux. En moyenne l'écrevisse mue huit fois dans sa première année, quatre fois dans sa deuxième et deux fois dans la troisième. Au bout de cette mue, l'écrevisse atteint sa maturité sexuelle. Ces étapes sont critiques pour l'écrevisse car elle est alors très vulnérable à toutes attaques, maladies et prédateurs. C'est donc pour cela qu'il est impératif d'avoir de nombreuses caches dans le milieu.
L'écrevisse est capable d'autotomie, c'est-à-dire qu'elle peut sectionner volontairement un de ses membres pour échapper à un prédateur. Ce membre se régénéreras au bout de plusieurs mues mais n'atteindra pas la taille de l'ancien membre.

Dimorphisme sexuel
Pour différencier le mâle de la femelle, il faut regarder sous l'écrevisse au niveau du début de l'abdomen, et plus précisément les pléopodes.

Chez le mâle, la première paire de pléopodes est transformée en stylets copulateurs tournés vers la tête. Alors que la femelle, n'a pas de première paire de pléopodes (voir les photos ci-dessous).
Avec des individus plus âgés il est plus aisé de faire la différence, car chez la femelle l'abdomen est plus large que chez le mâle, qui lui a des pinces plus grosses et est de façon générale globalement plus gros que la femelle.

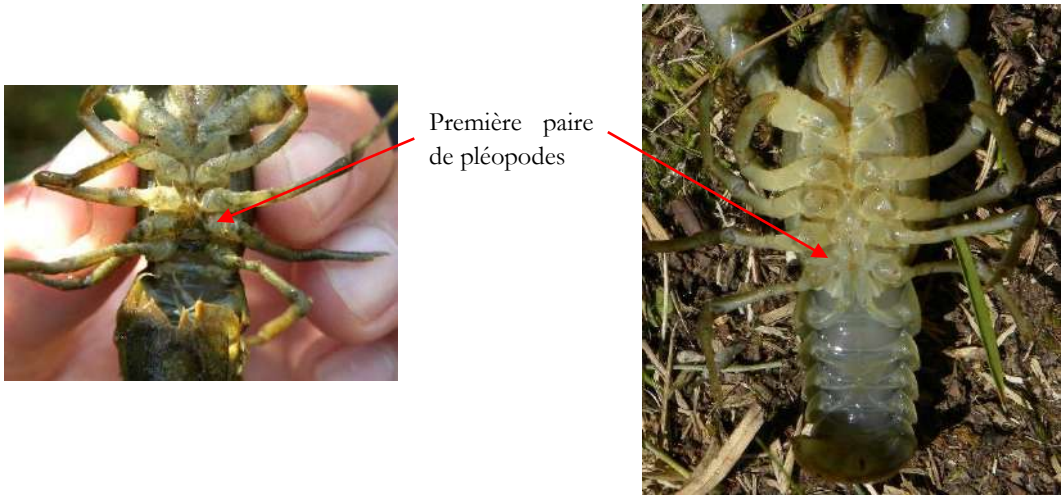


Figure 193 : Comparatife entre mâle (droite) et femelle (gauche) d'écrevisse à pieds blancs © B. Ménard

Alimentation

L'écrevisse à pieds blancs est omnivore, mais quand même à tendance majoritairement zoophage. Ses repas sont essentiellement constitués de macro-invertébré benthique (mollusques aquatiques, larves de trichoptères, vers,…) et peut même s'attaquer à des têtards et alevins.
C'est un animal opportuniste. En effet, du fait de la lenteur de ses déplacements, il faut qu'un animal passe près de ses grosses pinces pour pouvoir l'attraper. Elle n'est pas forcément attirée par les cadavre mais peut s'en nourrir occasionnellement. Par conséquent, elle est aussi détritivore puisqu'elle mange organique morte aussi bien végétales qu'animales.
Si jamais elle se trouve en manque de nourriture d'origine animale, elle peut se tourner vers les végétaux aquatiques et subaquatiques qui l'entoure. Certains végétaux comme les characées, qui fixent le calcium de l'eau, permettent un apport de calcium supplémentaire.

Comportement

Les écrevisses sont, comme la plupart des crustacés, lucifuges (qui fuient la lumière). Elles ont donc une activité nocturne.
On les trouve en général dans des zones très ombragées, dans une végétation dense, dans le système racinaire de la ripisylve, où la nuit est quasi permanente. Quand le milieu n'offre pas de cache naturelle, l'écrevisse creuse un terrier qui généralement fait deux fois la longueur de leur corps.
C'est un animal grégaire et très sédentaire, il reste à proximité de l'endroit où il est né. Cet sédentarité peut leur être fatale en cas de pollution ou de destruction du milieu dans lequel elle vit.

Maladies

- *La télohaniose :*

Ou maladie de la porcelaine est due à *théloania contejeani* qui est une microsporidie qui attaque les fibrilles musculaires. Le seul mode de transmission de cette microsporidie est l'ingestion de chair infectée. Cette maladie est mortelle pour l'écrevisse. Maladie régulièrement rencontrée sur quelques individus dans certaines mares.

Symptômes : Une écrevisse atteinte de cette maladie est très facilement reconnaissable, en effet sur la face ventrale on peut observer une coloration blanchâtre des muscles (d'où le nom 'porcelaine') et une mobilité très lente.

Figure 194 : Individu touché par la thélaniose
© Y. Sellier

- *La Rouille :*

Il s'agit d'une mycose de blessure causée par divers champignons parasites. Cette maladie courante dans le milieu naturel fait suite aux blessures et mutilations lors des accouplements. La mortalité est de 15 à 30% des malades, et il n'existe aucun moyen de lutte.

Maladie rencontrée sur un grand nombre d'individus de plusieurs mares.

Symptômes : La rouille se détecte par la présence de tâches brun-rougeâtre sur la carapace.

- *L'aphanomycose :*

Il s'agit de la peste de l'écrevisse, maladie introduite en même temps que les écrevisses allochtones (*Procambarus clarkii*, *Pacifastacus leniusculus*, *Orcontectes limosus*) porteuses saines de la maladie. Cette maladie est due à un champignon (*Aphanomyces astaci*), il se transmet via une zoospore qui rentre dans l'individu par les parties les plus molles (articulations, yeux, …). C'est un agent pathogène exclusif de l'écrevisse. Lors de la mort du dernier individu le champignon ne survit pas plus de 2 mois sans hôte. Cette maladie n'a jamais été signalée sur la réserve.

Symptômes : L'individu malade se caractérise par un comportement anormal, il se promène en pleine journée, semble dressé sur ses pattes et quand on le soulève ses pattes pendent et l'abdomen se décolle du thorax. Ensuite l'écrevisse se met sur le dos et présente des mouvements de pédalage caractéristiques. Enfin du mycélium apparaît sur les yeux et les articulations de l'individu mourrant.

Prédateurs

L'écrevisse a plusieurs prédateurs à tous les stades de son développement :

- à l'état larvaire, ses prédateurs sont les larves d'odonates, de dytiques, les poissons (truite, carpe, tanche, …)

- à l'état adulte, ses prédateurs sont les poissons (carpe, tanche, brochet, black-bass), les oiseaux (canards, poule d'eau, hérons, corbeaux, martin-pêcheur…), les mammifères (mustélidés, sanglier, rat musqué, surmulot, renard), les anoures et les autres espèces d'écrevisses.

Si on restreint le champ à la réserve, les prédateurs peuvent être les larves d'odonates, les anoures, les oiseaux, les renards, le campagnol amphibie.

Statut de protection

L'écrevisse à pieds blancs possède plusieurs statuts de protection à différents échelons :

- Au niveau Européen : elle est inscrite sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature), sur l'annexe II et V de la directive habitat de 1992, et en annexe III de la convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels en Europe.
- Au niveau national : Protégée par l'arrêté ministériel du 21.07.83 relatif à la protection de la nature ainsi que par la loi pêche, la loi sur l'eau et la loi sur la Protection de la nature.

Distribution géographique :

- Au niveau Européen : présente en Angleterre, en Irlande, dans la péninsule Ibérique, en Italie, en Suisse et dans les Balkans.
- Au niveau national : *A. pallipes* est une espèce autochtone, la plus répandue en France. Elle est présente sur tout le territoire Français, à l'exception d'une partie de la façade Atlantique et de l'Île-de-France (Figure 189).

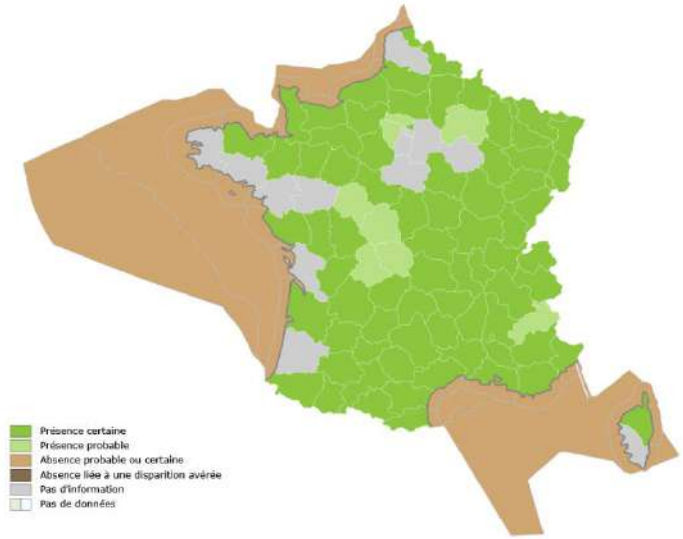


Figure 195 : Répartition de l'écrevisse à pieds blanc en France (INPN 2020)

12.2. Objectif(s)

Les principaux objectifs sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de l'écrevisse à pieds blancs

- Evaluer l'impact des opérations de transfert d'individus d'écrevisse à pieds blancs

Hypothèse :

- Le changement climatique va impacter négativement les populations d'écrevisses (*augmentation de température de l'eau, acidification et diminution de la disponibilité en oxygène*)

12.3. Éléments à récolter

Effectifs et sexe ratio des populations d'écrevisse
Etat de santé des individus

12.4. Localisation

Exhaustivité des mares de présences actuelles et passées de la RNN

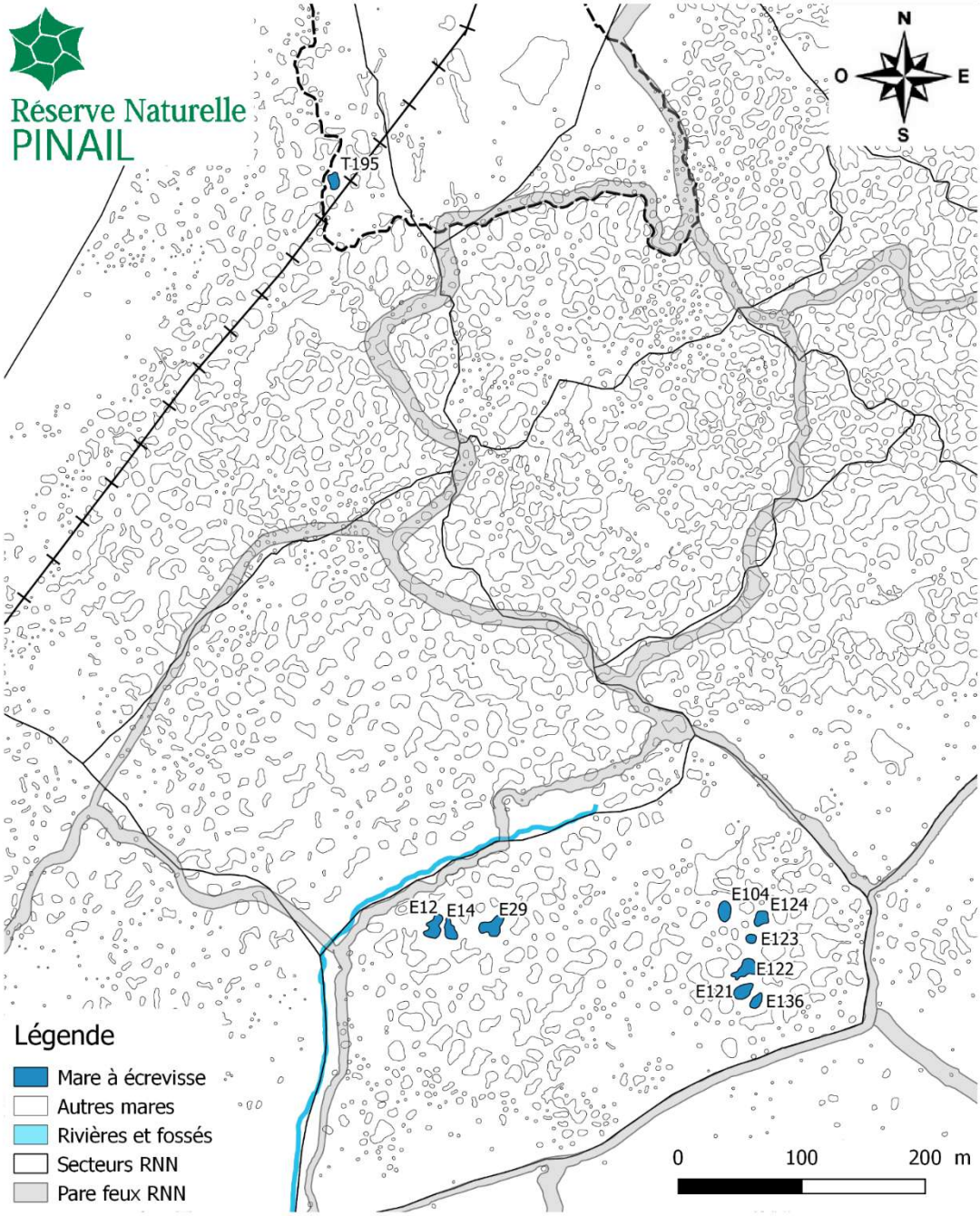


Figure 196 : Mares à écrevisse de la RNN Pinail

12.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole usité est une capture - marquage - recapture (CMR), pour lequel le matériel à utiliser est :

- des nasses à écrevisses cylindique + système d'attache,
- de l'appât pour les nasses (saucisson à l'ail),
- du vernis à ongle pour le marquage (rouge et blanc),
- une fiche de relevé.

Pose des nasses dans les mares

Cette étape du processus est effectuée en fin de journée car les écrevisses ont une activité plutôt nocturne. On place donc les nasses dans la mare avant la tombée du jour.

Il faut veiller à alterner les hauteurs de pose (proche du bord, plus vers le fond…) pour permettre d'optimiser les chances de capture et d'avoir une prospection homogène de la mare.

Figure 197 : Dispositif de capture d'écrevisses : nasse cylindique et système d'ancrage © B. Menard

Relevé des nasses

Le lendemain, on fait l'inventaire de tout ce qu'il y a dans les nasses en remplissant une fiche de relevé comportant le nombre d'invidus et leur sexe, les mutilations, les maladies.

Il faut aussi prendre note de la présence de tout autre espèce de vertébrés, qui seront identifiées, mesurées et remises à l'eau, sauf si ce sont des perches-soleil qui doivent être euthanasiée par percussion frontale.

Une fois ces éléments notés, il faut marquer les écrevisses d'un peu de vernis à ongle sur le dessus du céphalothorax. Il faut faire attention de prendre différents vernis pour chaque séance de capture.

- vernis rouge sur le côté droit du céphalothorax pour le premier passage
- vernis blanc sur le côté gauche du céphalothorax pour le deuxième passage

Une fois quelques secondes à minutes prises pour laisser secher le vernis, les individus sont relachés. Ils sont soit déposés au sol, sur la bordure à quelques centimètre de l'eau et surveillées jusqu'à retour dans l'eau ou remise une à une dans l'eau sur le dos inclinée à 45° les pinces (face ventrale) vers le haut.

Nombre de relevés et période :

Ce suivi nécessite 3 passages avec pose de piège. Ce suivi doit être réalisé en juin.

Un minimum de trois jours est laissé entre les captures afin de pallier à l'effet mémoire des individus autant pour l'évitement du piège pour que l'attraction de l'appât. Les nasses sont disposées aux mêmes endroits avec un temps d'immersion équivalent d'une capture à l'autre.

Il est préférable de réaliser les suivis lors de période de beau temps. La présence de l'équipe permanente est indispensable en raison de la responsabilité du site quant à cette espèce, notamment pour des raisons de détection de maladie, de manipulation d'individus, etc.

Figure 199 : Dispositif de marquage d'écrevisses © B. Menard

Attention : Dans le cas d'individus porteurs de la théléaniose, les individus seront euthanasiés

Pour permettre l'application des calculs d'estimation des populations, des conditions sont à respecter :

1. Il doit y avoir une homogénéisation des individus : Le temps passé à partir du moment du marquage jusqu'à recapture doit être suffisant pour qu'il y ait répartition régulière des individus marqués à l'intérieur de la population.
2. Il ne faut pas de variation de taille de la population entre les pêches (par exemple, il ne faut pas que l'espèce soit en période de migration, car la mortalité est importante).
3. Le marquage ne doit pas être perdu (ce qui peut arriver lors de la mue).

Fiche de relevé écrevisse à pattes blanches

Observateur(s) : Date pose : N° du passage : 1 2 3 Météo pose : Météo relevé : Heure pose : Heure relevé :	Décompte des individus : Individus non marqués Individus marqués en p1 (rouge/droite) Individus marqués en p2 (blanc/gauche) Individus marqués en p1 et p2 (rouge/droite + blanc/gauche) * Théloaniose : individus euthanasiés, non inclus dans le décompte ** Rouille : individus non euthanasiés, inclus dans le décompte

N° de mare	Nb. de mâle				Nb. de femelle				Nb. cas théloaniose*	Nb. cas rouille**	Vertébrés présents
Remarques :											

Observateur(s) : Date pose : N° du passage : 1 2 3 Météo pose : Météo relevé : Heure pose : Heure relevé :	Décompte des individus : Individus non marqués Individus marqués en p1 (rouge/droite) Individus marqués en p2 (blanc/gauche) Individus marqués en p1 et p2 (rouge/droite + blanc/gauche) * Théloaniose : individus euthanasiés, non inclus dans le décompte ** Rouille : individus non euthanasiés, inclus dans le décompte

N° de mare	Nb. de mâle				Nb. de femelle				Nb. cas théloaniose*	Nb. cas rouille**	Vertébrés présents
Remarques :											

Figure 200 : Fiche de relevé protocole de capture-marquage-recapture des écrevisses à pieds blancs

12.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Espèce non protégée, cependant une demande d'autorisation est à effectuer auprès de la DREAL.

12.7. Méthode(s) de traitement de l'information

Selon la formule de triple-capture (Joly and Deheuvels 1997), une estimation des effectifs est obtenue pour chacune des mares présentant des individus. L'effectif estimé est donné par :

N=M21(n2+1)(m21+1)

M21 : Estimation de m21 telle que : M21=m31(n2+1)(m32+1) +m21

n1 : Nombre d'individus capturés à la première session

n2 : Nombre d'individus capturés à la deuxième session

n3 : Nombre d'individus capturés à la troisième session

m21 : Nombre d'individus capturés la 2e fois et marqués la 1ere fois

m31 : Nombre d'invidus marqués uniquement la première session

m32 : Nombre d'individus marqués uniquement la deuxième session

L'erreur standard au jour 2 devient :

$$E.S._{N2} = V(N2(N2-n2)*\left[(M21-m21+r2)\left(1/m32-1/r2M21^{2}\right)+1M21\ -1r1\right]$$

NB : r_j indique le nombre d'animaux pris, marqués et relâchés au jour j.

N2 est une estimation de la population au jour 2 (*cf.* formule de Petersen).

La formule est : P = m(u+r)r ou P = m.cr

Avec :

P : Valeur la plus probable de la population ;

m : Nombre de sujets marqués à la première pêche et déversés ;

r : Nombre d'individus marqués, recapturés lors de la seconde pêche ;

u : Nombre de sujets non marqués, capturés lors de la seconde pêche ;

c : Nombre total de sujets capturés lors de la seconde pêche.

c= u+r

L'intervalle de confiance à 95% est donné par : 1/P ± 1,96.r.um2 (r+u)3

NB : il reste un problème dans la formule à résoudre avec les partenaires scientifiques (erreur standard de l'effectif estimé N).

12.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Bon état de conservation de *Austropotamobius pallipes*

Indicateur d'état

Taille et répartition de la population

Métriques

Effectif ; Nb de stations

Seuils

Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Perte des 6/9 des populations de la réserve, ou 2 mares à fort effectif (E121, E122, T195),
- 1 : Perte des 3/9 des populations de la réserve, ou 1 mare à fort effectif (E121, E122, T195),
- 2 : Perte d'une population de la réserve, hors mare à fort effectif,
- 3 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares de pésence actuelle, mais constat de chute d'effectifs anormale (hors des données historiques connues),
- 4 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares de pésence actuelle,
  5 : Maintien de l'espèce sur l'ensemble des mares et extention à des mares d'acceuil complémentaire.

12.9. Programmation

CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	**2021**	2022	2023	2024	2025	**2026**	2027	J	F	M	A	M	**J**	**J**	**A**	**S**	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	16.5 j/an tous les 5 ans																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Conservateur, Chargé d'études																				

12.10. Durée et coût

Récolte des données

0.5 jour/mare, comprenant la pose et le relevé des nasses (9 mares) sur 3 sessions, incluant 0.5 jour de préparation, soit un total de 13.5 jours

Analyse des données

3 jours

Matériel

+/- 800 € (*nasses, marquage temporaire, sceaux, appâts*…)

12.11. Personnes/Organismes ressources

Frédéric Grandjean, Faculté des sciences de Poitiers.

XIII. Suivi Amphibiens - Communauté [CS 13.1]

13.1. Contexte général et connaissances existantes

Sensibles à la qualité des milieux aquatiques, tous protégés en France, les amphibiens sont des bioindicateurs de l'état de conservation des mares. Ce groupe taxonomique compte une espèce à responsabilité de conservation majeure pour la réserve, la Grenouille de Lesson (*Pelophylax lessonae*). Les grands tritons, dont le triton crêté (*Triturus cristatus*), sont également d'intérêt pour le site.

Le triton crêté (*Triturus cristatus*) est une espèce en régression globale au niveau européen (Miro *et al.,* 2016). Il est classé dans la catégorie quasi-menacée (NT) au niveau français (UICN France, MNHN, SFH, 2015) tout comme au niveau de l'ex-région Poitou-Charentes (Poitou-Charentes Nature, 2016). Sur la réserve, les tritons font l'objet d'un suivi annuel depuis plus de 20 ans dans la zone du pâturage. Les amphibiens sont aussi un marqueur très sensible au changement climatique (Préau et al. 2018).

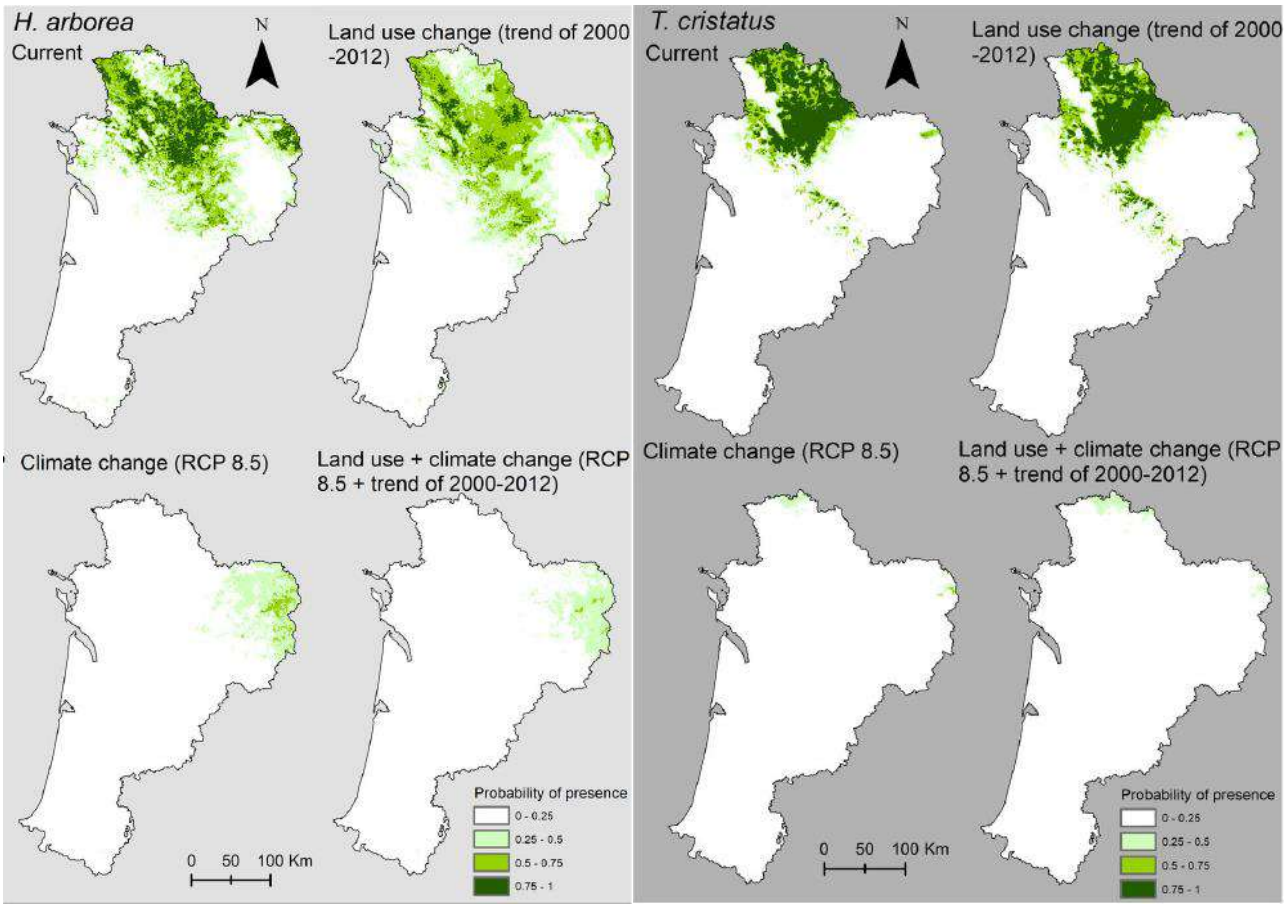


Figure 201 : Exemples des effets supposés sur la rainette arboricole (à gauche) et le titon crété (à droite) concernant leur aire de répartition potentielle face au changement climatique et au variation de l'occupation du sol (D'après Préau et al. 2018)

Les grenouilles agiles et les rainettes sont aussi bien présentes au niveau des prairies inondables, des mares. Le pélodyte ponctué n'est entendu que très occasionnellement sur la réserve. Les grenouilles vertes au sens large, ainsi que les tritons palmés sont réparties partout, la grenouille de Lesson semble beaucoup plus exigeante et rare. Les crapauds communs souvent cantonnés aux mares contenant des poissons. La salamandre n'est quant à elle présente qu'en bordure de réserve sur les lisières forestières. Le crapaud calamite est lui aussi rarement observé cela a notamment été le cas au niveau des ornières de l'est de la réserve.

13.2. Objectif(s)

Les principaux objectis sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation du peuplement d'amphibiens.
- Suivre et évaluer l'état de conservation de la grenouille de Lesson.

13.3. Éléments à récolter

Présence/absence des espèces d'amphibiens (Anoures et Urodèles) et effectifs.
Sexe et/ou stade phénologique des individus.

13.4. Localisation

Le suivi est localisé à la fois sur les 20 mares sentinelles de référence ainsi qu'au niveau de la prairie de fonbredé (*visée sur la grenouille agile*), du fossé à l'Est de la réserve (*visée sur le Crapaud calamite*) et au "lac" (*visée sur la rainette verte*) (cf. carte : Figure 265 à Figure 269).

NB concernant **la mare L28, seule la berge sud-est est inventoriée** car la mare est trop grande pour que le tour en soit fait dans sa totalité dans le temps imparti. le suivi ne se fait que de la partie sud est (pointe) jusqu'au piquet du transect de végétation au nord-ouest.

13.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole de suivi est le POP Amphibiens - communauté (Barrioz and Miaud 2016), ciblé sur l'ensemble du cortège d'amphibiens : les grenouilles vertes (*Kl. Pelophyllax*), la grenouille agile, la rainette arboricole, les tritons et les crapauds. La mise en oeuvre s'appuie sur 3 sessions de suivi nocturne.

Une première session en début de saison (fin-février / début-mars) centré autour du **22 février** pour détecter les espèces précoces :

- Les Grenouilles agile (chant et ponte),
- Le Crapaud commun (chant et ponte),
- La Salamandre tachetee (larve),
- Les Tritons (adultes),
- Le Pelodyte ponctue (chant et ponte)

Une deuxième session de milieu de saison (mi-avril / mi-mai) **centré autour du 30 avril** pour détecter :

- Le Crapaud calamite (chant et ponte),
- La Rainette verte (chants),
- Les Grenouilles vertes (chants),
- Le Pelodyte ponctue (chant et ponte),
- Les tritons (adultes),
- La Salamandre tachetee (larve),
- Les autres especes aux stades larvaires ou adultes.

Une troisième session en fin de printemps (mi-juin / début-juillet) **centré autour du 22 juin** pour détecter les espèces tardives :

- Les Grenouilles vertes (chants)
- Les Rainettes (chants)
- Les autres especes aux stades larvaires ou adultes.

Lors de ces suivis nocturnes (tombée de la nuit à minuit et demi maximum), les sites seront parcourus à l'aide d'une lampe puissante (*150 lumen minimum*) et balayés visuellement sur leur bordure sur une largeure de 2 m. En cas de non identification de l'espèce et du sexe, la capture à l'aide d'une épuisette s'imposera.
Le temps de prospection sera de 5 min d'écoute (session 2 et 3 seulement) puis 10-15 min de propsection active (mare de 50 à 100 m²).

Le but des sessions 2 et 3 est notamment d'identifier les grenouilles vertes, dont la grenouille de Lesson. Il sera donc nécessaire de capturer les individus pour permettre une identification fiable.

Eléments relevés :

- L'espèce, le sexe, l'effectif, le stade de développement ;
- Les conditions météorologiques ;
- La température de l'eau à 30 cm du bord ;

Fiche de relevé protocole popambibien communautés RNN Pinail

Date :	Temprérature :
N° Passage : 1 2 3	Vent :
Observateur(s) :	Direction vent :
Nuages :	Hygrométrie :
Remarques :	

	Triton crêté	Triton blasius	Triton marbré	Triton palmé	Grenouille Lesson	Grenouille verte	Grenouille rieuse	Grenouille agile	Crapaud commun	Crapaud calamite	Pélodyes ponctué	Salamndre	Remarques
Mare N° :	Heure début :					Heure fin :				T°C mare :			
Mâles													
Femelles													
Larves													
Indéterminés													

Mare N° :	Heure début :					Heure fin :				T°C mare :			
Mâles													
Femelles													
Larves													
Indéterminés													

Mare N° :	Heure début :					Heure fin :				T°C mare :			
Mâles													
Femelles													
Larves													
Indéterminés													

Mare N° :	Heure début :					Heure fin :				T°C mare :			
Mâles													
Femelles													
Larves													
Indéterminés													

Mare N° :	Heure début :					Heure fin :				T°C mare :			
Mâles													
Femelles													
Larves													
Indéterminés													

Figure 202 : Fiche de relevé terrain protocole popamphibien communauté RNN Pinail

13.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Pour les suivis nocturnes, une des conditions de sécurité est de réaliser le suivi à deux personnes minimum. Un temps sans pluie doit être privilégié.
Toutes les espèces d'amphibiens sont protégées, une autorisation est donc nécessaire.

13.7. Méthode(s)s de traitement de l'information

Richesse spécifique, effectif et occurence des espèces.

13.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité

Maintien d'un peuplement caractactéristique et diversifié d'Amphibiens ; Bon état de conservation de *Pelophylax lessonae*

Indicateur d'état

Richesse spécifique ; Taille et répartition de la population de *Pelophylax Lessonae*

Métriques

Nb d'espèces ; Effectif / espèce, abondance ou occurence

Seuils

Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Perte de 66% ou plus des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 66% ou plus de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 1 : Perte de 31 à 65% des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 51 à 65% de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 2 : Perte de 10 à 30% des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 31 à 50% de l'occurrence de *Pelophylax lessonae* ou plus de 51% de l'occurrence moyenne globale de toutes les espèces suivies
- 3 : Conservation de l'ensemble des espèces, mais baisse forte de leur occurrence 33 à 66 % ou 11 à 30% de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 4 : Baisse de 10 à 32% de l'occurrence moyenne globale de toutes les espèces suivies ou 1 à 10 % de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 5 : Maintien ou augmentation de l'occurence de l'ensemble des espèces (variation acceptée)

13.9. Programmation

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	2020	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	J	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	J	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF										9 j/an											
POSTE PRINCIPAL										Chargé de missions, Conservateur											

13.10. Durée et coût

Récolte des données

Moyenne de 25 min/mare (*20 mares et 3 sites*) soit 10 heures/session (*3 sessions*) soit un total de 30 heures réparties en 12 nuits (*total maximum de 7 jours*)
Répartition opérationnelle : 6 prospections/personne avec 2 prospection/session :

- Session 1 : 2,5 heure/soirée/personne soit 10 heures
- Session 2 : 3.5 heure/soirée/personne soit 14 heures (*identification grenouille de lesson*)
- Session 2 : 3.5 heure/soirée/personne soit 14 heures (*identification grenouille de lesson*)

Traitement des données
2 jours
Matériel
+/- 600 € (*épuisettes, filets surber, lampes, piles, enregistreur numérique*…)

13.11. Personnes/Organismes ressources

SHF, CNRS de Chizé, faculté des sciences de Poitiers, Vienne Nature.

XIV. Suivi Amphibiens - Tritons [CS 13.2]

14.1. Contexte général et connaissances existantes

Sensibles à la qualité des milieux aquatiques, tous protégés en France, les amphibiens sont des bioindicateurs de l'état de conservation des mares. Ce groupe taxonomique compte une espèce à responsabilité de conservation majeure pour la réserve, la Grenouille de Lesson (*Pelophylax lessonae*). Les grands tritons, dont le triton crêté (*Triturus cristatus*), sont également d'intérêt pour le site.

Le triton crêté (*Triturus cristatus*) est une espèce en régression globale au niveau européen (Miro *et al.,* 2016). Il est classé dans la catégorie quasi-menacée (NT) au niveau français (UICN France, MNHN, SFH, 2015) tout comme au niveau de l'ex-région Poitou-Charentes (Poitou-Charentes Nature, 2016). Sur la réserve, les tritons font l'objet d'un suivi annuel depuis plus de 20 ans dans la zone du pâturage. Les amphibiens sont aussi un marqueur très sensible au changement climatique (Préau et al. 2018).

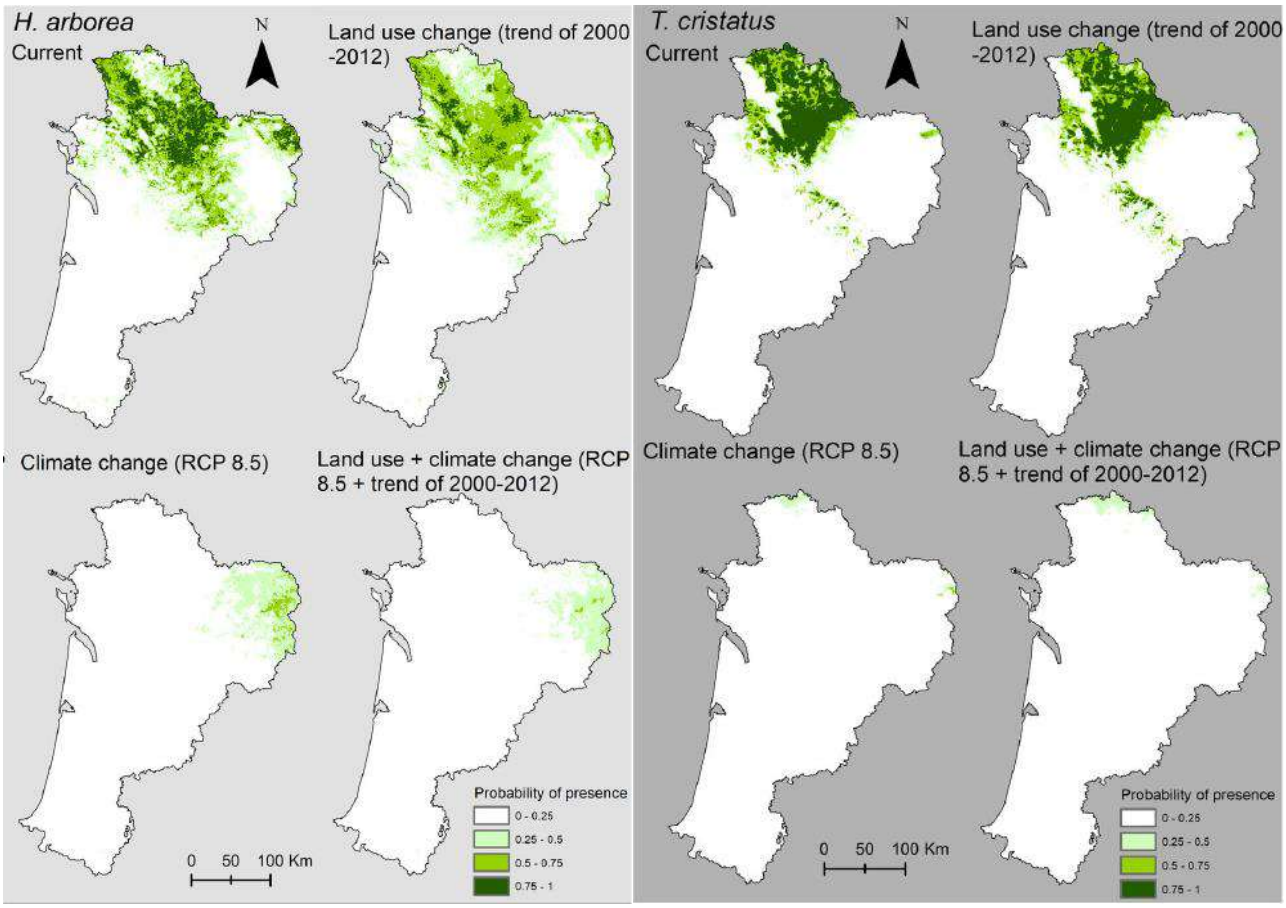


Figure 203 : Exemples des effets supposés sur la rainette arboricole (à gauche) et le titon crété (à droite) concernant leur aire de répartition potentielle face au changement climatique et au variation de l'occupation du sol (D'après Préau et al. 2018)

La réserve recelle 4 espèces de tritons : le triton palmé, le triton crêté, le triton marbré et l'hibride de ces deux dernier : le triton de blasius. Les grands titons, cible de ce protocole ont une répartition différente notamment liée à des facteurs abiotiques (pH, conductivité, température) les tritons crêtés ciblant les mares plus profondes et alcaline du Pinail.

14.2. Objectif(s)

Les principaux objectis sont :

- Suivre et évaluer l'état de conservation du peuplement de grands tritons

14.3. Éléments à récolter

Effectifs des espèces de tritons
Sexe et/ou stade phénologique des individus

14.4. Localisation

Le suivi est localisé sur les 20 mares sentinelles de référence (Figure 265 à Figure 269).

14.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole usité est le POP Triton (Grégory Maillet 2013b; Barrioz and Miaud 2016). Pour la détection des grands tritons, il a été choisi d'appliquer la pose d'**amphicapt**, notamment pour des question d'accessibilité, de turbidité de l'eau de certaines mares et pour l'efficacité de ce mode de détection.

Période

Le suivi comprend **2 sessions de piégeage** dans l'année :

- la 1ère en mai,
- la 2ème en juillet.

A noter que la 1ère session prévue par le POP Triton est couverte par le POP Communauté (CS 13.1) réalisé par ailleurs c'est pourquoi celle-ci a été évincée du présent suivi.

Pose et relevé des pièges

Les amphicapts sont posés en fin d'après midi et sont relevés le matin suivant. Chaque session de piégeage comprend la pose des pièges 3 soirs consécutifs (ou inclus dans la même semaine si impossible autrement). Ils sont relevés le lendemain en début de matinée et sont donc vidés et laissés hors d'eau durant la journée avant de les repositionner en fin de journée pour la suite du suivi.

En vue d'augmenter la probalbilité de détection des espèces, il sera déposé dans chaque amphicapt un morceau de steack haché décongelé (bio). La présence de viande augmente largement l'attractivité des pièges (com. pers. Maillet 2019).

Évaluation du nombre d'ampicapts nécessaire selon la taille de la mare, à titre indicatif :

- 1 amphicapt dans les très petits sites < 10 m²,
- 3 amphicapts par site > 10 m² < 100 m²,

- 3 amphicapts par segments de site > 100 m²

Tableau 18 : Tableau récapitulatif du nombre d'Amphicapts nécéssaires par mare

N° de mare	Surface en m²	Nb. d'Amphicapts
F2	56,562	2
Q23	35,277	2
Q20	17,733	2
Q19	62,083	2
Q27	162,394	3
Q17d	3,411	1
T184	41,841	2
T204	55,37	2
T143_143a	195,299	3
T50	275,671	3
T6_50b	213,876	3
T2_2a	202,387	3
E126	52,522	2
E124	111,177	3
E122	195,918	3
L69_69	66,903	2
L36	143,175	3
L24	144,025	3
L28	410,917	3
L82e	10,372	2

Il a été fait le choix de conserver 3 amphicapts par mare au maximum, qui permet d'échantillonner convenablement les mares. De plus, nous cherchons à déterminer la présence absence des espèces et ce procédé est largement suffisant.
Pour L28 les amphicapts seront à poser sur la berge sud-est.

Figure 204 : Tritons capturés (à gauche) et couleuvre vipérine (à droite) © Y. Sellier et T. Berry

Eléments relevés lors de chaque campagne de suivi

Lors de chaque passage (lors de la pose et du relevé), il sera relevé :

- Les données météorologiques (température de l'air, vent, hygrométrie) à la pose ;
- La température de l'eau de chaque mare à 30 cm du bord 10 cm de la surface ;
- L'heure de pose et l'heure de relevé des amphicapt ;
- Le nombre, le sexe et/ou le stade de développement de chaque amphibien ;
- Les autres espèces ou taxons présents et leur effectifs dans les amphicapts.

Fiche de relevé protocole amphicapt RNN Pinail

N° de la mare :	Nuages :
Date :	Temprérature :
N° Passage : 1 2	Vent :
Opérateur soir :	Direction vent :
Opérateur matin :	Hygrométrie :
Remarques :	

	Triton crêté	Triton blasius	Triton marbré	Triton palmé	Grenouille Lesson	Grenouille verte	Grenouille rieuse	Crapaud commun		Remarques
Amphicapt n° :	Heure pose :					Heure retrait :			T°C mare pose :	T°C mare retrait :
Mâles										
Femelles										
Larves										
Indéterminés										
Animalcules : 0 < 10 < 20 < 50 < 100 < +						Reptiles :				
Nb. Poissons :			Nb. Coléoptères :				Nb. Libellules :			Nb. Sangsues :

Amphicapt n° :	Heure pose :					Heure retrait :			T°C mare pose :	T°C mare retrait :
Mâles										
Femelles										
Larves										
Indéterminés										
Animalcules : 0 < 10 < 20 < 50 < 100 < +						Reptiles :				
Nb. Poissons :			Nb. Coléoptères :				Nb. Libellules :			Nb. Sangsues :

Amphicapt n° :	Heure pose :					Heure retrait :			T°C mare pose :	T°C mare retrait :
Mâles										
Femelles										
Larves										
Indéterminés										
Animalcules : 0 < 10 < 20 < 50 < 100 < +						Reptiles :				
Nb. Poissons :			Nb. Coléoptères :				Nb. Libellules :			Nb. Sangsues :

Figure 205 : Fiche de relevé terrain protocole amphicapt RNN Pinail (adapté de Maillet 2013)

14.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Un temps sans pluie doit être privilégié.
Toutes les espèces d'amphibiens sont protégées, une autorisation est donc nécessaire, ainsi que pour les reptiles semi-aquatiques (couleuvres) susceptibles d'entrer dans les amphicapts.

14.7. Méthode(s)s de traitement de l'information

Richesse spécifique, effectif et occurence des espèces

14.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien d'un peuplement caractactéristique et diversifié d'Amphibiens ; Bon état de conservation de *Pelophylax lessonae*
Indicateur d'état
Richesse spécifique ; Taille et répartition de la population de *Pelophylax Lessonae*
Métriques
Nb d'espèces ; Effectif / espèce, abondance ou occurence
Seuils
Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Perte de 66% ou plus des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 66% ou plus de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 1 : Perte de 31 à 65% des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 51 à 65% de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 2 : Perte de 10 à 30% des espèces (hors espèces accidentelles ex. Salamandre, pélodytes) ou 31 à 50% de l'occurrence de *Pelophylax lessonae* ou plus de 51% de l'occurrence moyenne globale de toutes les espèces suivies
- 3 : Conservation de l'ensemble des espèces, mais baisse forte de leur occurrence 33 à 66 % ou 11 à 30% de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 4 : Baisse de 10 à 32% de l'occurrence moyenne globale de toutes les espèces suivies ou 1 à 10 % de l'occurrence de *Pelophylax lessonae*
- 5 : Maintien ou augmentation de l'occurence de l'ensemble des espèces (variation acceptée)

14.9. Programmation

PERIODICITE & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	**2019**	2020	**2021**	2022	2023	**2024**	2025	2026	**2027**	J	F	M	A	**M**	J	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					12 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Conservateur																

14.10. Durée et coût

Récolte des données

2 sessions x3 pose x 0.7 jours (temps pose et retrait piège) * 2 lot de mare = 9 jours
1 jour de coordination (*préparation carte, matériel, équipe...*)

Traitement des données

2 jours

Matériel

+/- 200 € (*amphicapts, appât,* …)

14.11. Personnes/Organismes ressources

SHF, CNRS de Chizé, faculté des sciences de Poitiers, Vienne Nature.

XV. Suivi invertébrés aquatiques : Dolomèdes [CS 14.1]

15.1. Contexte général et connaissances existantes

Les araignées constituent un groupe d'arthropodes très diversifié au niveau mondial avec plus de 48 000 (48 330) espèces décrites (World spider catalog, 2019). En France, les araignées restent un groupe important avec plus de 1600 (1602) espèces décrites (Nentwig et al. 2019). Quant à la région Poitou-Charentes, elle abrite environ un tiers des espèces françaises avec 501 espèces d'araignées actuellement connues (comm. Pers. M. Leutchmann, 2019).

Aucune espèce n'est protégée en France Métropolitaine. En revanche, **une seule espèce européenne est inscrite sur la liste rouge mondiale de l'UICN, *Dolomedes plantarius* (Vulnérable),** espèce morphologiquement très proche de *D. fimbriatus* bien plus répandue.

Sur la Réserve Naturelle du Pinail, plusieurs inventaires (non exhaustifs) ont permis de répertorier 164 espèces d'arachnides dont 151 espèces d'araignées (Lelarge et al. 2018). parmis celles-ci les deux dolomedes (*D. Plantarius* et *D. Fimbriatus*) ainsi que l'argyronète. Cette exceptionnelle diversité en araignées des milieux aquatiques a toujours été remarquée, et a notamment valu la présence de Eric Duffey dans notre Conseil Scientifique.

Espèces cibles du suivi :

- *Dolomedes plantarius* (espèce prioritaire)
- *Dolomedes fimbriatus*
- *Argyroneta aquatica*

Dolomèdes et conservation

Les zones humides accueillent un cortège particulier d'espèces aquatiques et semi-aquatiques dont les genres Argyroneta (une espèce) et Dolomedes qui comprennent des espèces rares et totalement dépendantes du milieu aquatique au moins pendant leur période de reproduction. En Europe et en France les Dolomèdes sont représentées par 2 espèces : D. fimbriatus et D. plantarius (bien plus rare).

D'après World Spider Catalog (2019), *D. Plantarius* à une très large répartition comprenant presque toute l'Europe (29 pays) et allant jusqu'en Russie et au Kazakhstan mais est très rare dans sa fréquence. L'espèce est d'ailleurs considérée comme une relicte glaciaire (Lecigne 2016) et elle est classée comme vulnérable à l'échelle mondiale (IUCN, 1996). En europe, elle a été évaluée sur liste rouge dans au moins 11 pays dont l'Allemagne (EN), la Belgique (V), la Bulgarie (EX), le Danemark (CR), la Pologne (EN), la République tchèque (CR), le Royaume-Uni (VU), la Slovaquie (DD), la Slovénie (CR), la Finlande (LC) et la Suède (LC)). (Voir bibliographie détaillée)).

Malgré tous ces statuts alarmants pour nombre de pays, cette espèce ne fait l'objet d'une protection qu'en Allemagne (Kielhorn 2017), en Italie (Milano et al. 2018) et au Royaume-Uni (Wildlife and Countryside Act 1981. Dans ce dernier pays, 3 populations sont connues et l'espèce bénéficie d'un programme de réintroduction (Smith et al. 2013). En France, cette espèce n'est ni évaluée, ni protégée à l'échelle nationale. Elle apparaît seulement dans deux listes rouges régionales (Groupe ornithologique et naturaliste du Nord-Pas-de-Calais

2019; Picardie Nature 2016). D'après la synthèse la plus complète actuelle de Sylvain Lecigne (2016), l'espèce est présente dans près de 50 stations en France soit 22 départements. De nouvelles stations continuent d'être découvertes ou redécouvertes (Cruveillier et al. 2017) et d'autres restent encore à découvrir. La réserve du Pinail n'apparait pas dans la synthèse de 2016 alors que le site est connue depuis de nombreuses années (vers 2000). Les conventions d'échange de données à l'échelle nationale comme celle du SINP pourront permettre une meilleure compilation des données existantes et améliorer la vision d'ensemble sur l'espèce.
Enfin, même si elle ne possède pas de statut de protection ou de conservation en France, *Dolomedes plantarius* est une espèce déterminante ZNIEFF dans plusieurs régions : Auvergne, Nord pas de Calais, Provence Alpes côte d'Azur et Pays de la Loire (MNHN, 2019). C'est également une espèce déterminante pour la Stratégie nationale de Création des Aires Protégées (SCAP) terrestres métropolitaines (Coste et al. 2010).
De plus, elle est inscrite sur la liste des espèces déterminantes pour la Startégie de Création de Aires Protégées en France (SCAP). Connue de 22 départements Français, dont la Vienne et la Gironde pour les départements les plus proches de la Charente-Maritime (dans la Nouvelle-Aquitaine). Il a été recensé à ce jour 501 espèces d'araignées en Poitou-Charentes sur les plus de 1 600 espèces recensées en France (comm. Pers. M. Leutchmann).

Ecologie

Les Dolomèdes sont deux espèces semi-aquatiques fortement liées à la présence de l'eau et affectionnent des types d'habitats similaires (berges herbacées, cariçaies, scirpaies, cladiaies, phragmitaies, tourbières, etc.). Alors que *D. fimbriatus* semble préférer les zones fraîches, ombragées, *D. plantarius* affectionne les zones ensoleillées et les zones d'eau libre permanentes. Toutefois, les exigences écologiques de ces 2 espèces restent mal connues, ce qui est d'autant plus vrai pour *D. plantarius* qui n'était connue que de 12 départements jusqu'en 2007 lors de la parution de l'Atlas des Araignées de France par Le Péru (comm. Pers. M. Leutchmann).
Les deux espèces de dolomèdes se rencontrent dans les zones humides et évoluent dans la végétation des berges des eaux stagnantes voire faiblement courante, dans les marais et les tourbières (Lecigne 2016). Cependant, les espèces différentes au moins sur deux aspect : l'ombrage et la présence d'eau sur le site. En effet, D. plantarius semble être associé à des milieux ouverts et en eau toute l'année tandis que *D. fimbriatus* supportent mieux les milieux ombragés (espèce semi-sciaphile) et ne requiert de l'eau que lors de sa période de reproduction (Van Helsdingen 1993; Duffey 2012; Lecigne 2016).
D'après plusieurs auteurs (Duffey 1995 ; 2012 ; Van Helsdingen 2013 ; Lecigne, 2016) la végétation (structure et diversité) de bordure joue un rôle important pour la reproduction et la végétation flottante joue un rôle important pour la prédation et l'abri (notamment chez *D. plantarius*). Les habitats les plus cités dans la literrature sont les caricaies, les cladiaies et les tourbières à sphaignes (Lecigne 2016, Duffey, 2012). La qualité de l'eau (pH, trophie,...) et la quantité de proies sont également des facteurs cités.
Duffey considérait en 1992 que les deux espèces de Dolomedes ne pouvaient pas cohabiter sur le même site (notamment via un phénomène d'exclusion compétitive). Puis, 20 ans plus tard, un cas documenté est jugé comme le seul d'Europe (Duffey 2012). Aujourd'hui, seulement en France, au moins 3 sites de ce type sont connus en plus du Pinail. Cette

particularité fait du Pinail un lieu privilégié pour la conservation et l'étude de ces deux espèces.
Les dolomèdes possèdent un cycle qui peut varier de 1 à 3 ans en fonction des conditions météorologiques (Smith & Baillie 2015 ; Duffey 2012). Ainsi, des juvéniles peuvent être trouvés toute l'année. Au Royaume-Uni, les adultes matures émergent en fin de printemps, soit fin avril - début mai (Smith & Baillie 2015). Les accouplements se font dans la foulée et les femelles transportent leurs cocons et tisse leur toile dans le mois de juin (Smith & Baillie 2015). La phénologie des dolomèdes est encore mal connue en France (Lecigne, 2016). D'après les observations, toutes les captures ont été réalisées entre le mois d'avril et de novembre avec un pic important **en juin et juillet.** Parmi les 47 données recueillies par LeCigne (2016), les mâles ont une période de maturité s'étendant d'avril à août avec un pic en juillet. Pour les femelles, la période s'étend d'avril à septembre avec une donnée en novembre, le pic se situant également en juillet. Quel que soit le sexe, le plus grand nombre d'individus adultes (soit près de 75% des données) semble être observé durant les mois de juin (30%) et juillet (45%). Ces observvations semblent cohérentes avec la phénologie décrite en Angletterre. Bien que les observations peuvent souffrir d'un biais observateur lié au période de suivi privilégiée (Lecygne, 2016), il semble que la période de juin-juillet permette une observation optimale. Cette période pourra être affinée en répétant le suivi à plusieurs périodes.

Prédation
Les araignées sont des invertébrés à sang froid très sensibles à la gestion mise en place sur les habitats et à la structuration et la diversité biologique de ces derniers. Comme tous les prédateurs, leur densité et leur répartition dépend en partie de celle des proies. Une quantité importante de prédateurs reflète le plus souvent des écosystèmes fontionnels.
Les araignées sont les prédateurs généralites parmi les plus abondants dans la majorité des ecosystèmes terrestres (Nyffeler & Benz 1987; Wise 1993) et consomment principalement des insectes mais aussi d'autres arthropodes comme des colembolles ou d'autres araignées (Wise 1993). Du fait de leur rôle important de prédation et de régulation (Nyffeler & Birkhofer 2017), de leur lien étroit avec la végétation (Entling et al. 2007) et de leur sensibilité vis-à-vis des modes de gestion (Bell et al. 2001), les communautés d'araignées peuvent être utilisées comme de potentiels bioindicateurs de la qualité des milieux et de leur fonctionnalité (=productivité) (Marc et al. 1999) et elles sont utilisées pour évaluer la gestion sur des habitats dunaires (Buchholz (2010) et des landes humides (Cristofoli et al. (2010).
Comme beaucoup d'arthropodes, la structuration des communautés d'araignées est dépendante de plusieurs facteurs environnementaux dont la structure et la composition de la végétation, la qualité de la litière, les facteurs microclimatiques (température, humidité, vent, luminosité), le type de gestion et la quantité de proies présente dans le milieu (Wise 1993; Marc et al. 1999; Bell et al. 2001; Entling et al. 2007; Schaffers et al. 2008).

Menaces
Les menaces qui pèsent sur l'espèce outre la destructions des habitats et des zones humides (Bernard, 1994 in Lecigne 2016), sont l'eutrophisation (Smith 2000) ainsi que le manque d'eau et le changement climatique (Leroy et al. 2014).

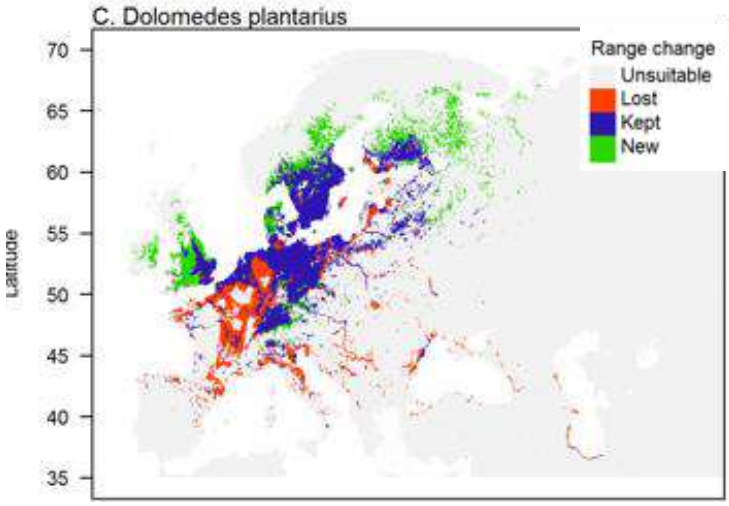


Figure 206 : Perspective de distribution de Dolomedes plantarius avec le changement climatique (scénario B2A)

Predicted range change of the 10 spider species by 2050 according to scenario B2A. K. Summed values of predicted range changes of the 10 spider species by 2050. Unsuitable: areas that are currently unsuitable and will remain unsuitable in the future; Lost: areas currently suitable that would lose their suitability in the future; Kept: areas that are currently suitable and would still be suitable in the future; New: areas that are currently not suitable but would become suitable in the future (Leroy et al. 2014).

15.2. Objectif(s)

L'objectif principal sera d'acquérir des connaissances et des données sur les espèces cibles (dolomèdes, argyronètes) qui sont peu étudiées de manière générale :

- Suivre et évaluer l'état de conservation de *Dolomedes plantarius* sur le site ;
- Connaître la répartition potentielle de ces espèces sur la réserve (proportion, type de mare) ;
- Approfondir les connaissances liées à la présence de ces espèces sur la réserve : habitats de prédilection, conditions abiotiques, relations interspécifiques éventuelles ;
- Appréhender les impacts des mode de gestion sur ces espèces ;
- Déduire la capacité bioindicatrice de ces espèces ;
- Participer à l'étude génétique sur les populations de D. Plantarius ;
- Evaluer l'effet du changement climatique sur cette espèce.

Hypothèses :

- Les dolomèdes sont présentes dans des mares à profil particulier, riche en proies, de faible profondeur et riche en végétation.

15.3. Éléments à récolter

Présence/absence des espèces cibles.

Nombre et sexe

CS 14.1 Fiche de suivi dolomèdes

Observateur(s) :

Mare	Date	Heure	*D. plantarius*		*D. fimbriatus*		*A. aquatica*		*Commentaire / doute / N° photos*
			Nb. mâle	Nb. Fem.	Nb. mâle	Nb. Fem.	Nb. mâle	Nb. Fem.	
E122									
E124									
E126									
F2									
L24									
L28									
L36									
L69_69a									
L82e									
Q17d									
Q19									
Q20									
Q23									
Q27									
T2_2a									
T6_50b									
T50									
T143									
T184									
T204									

Figure 207 : Fiche de terrain CS 14.1 suivi des dolomèdes

15.4. Localisation

Le suivi sera réalisé sur les 20 mares sentinelles de référence (Figure 265 à Figure 269).

15.5. Méthode(s) de récolte de l'information

Le protocole de suivi reprend des méthodes utilisées pour le suivi des dolomèdes dans différents documents (Iorio 2012; Smith & Baillie 2015; Jacquet 2015; Dickel 2019).

15.5.1. *1ère année de suivi : test et calibrage du protocole*

La première année de réalisation du protocole présenté ci-après, il sera réalisé 4 sessions, 2 en journée et 2 de nuit, de but est de connaitre la probabilité de détection des espèces en fonction du nombre de passages et de la période de prospection (jour ou nuit) (*efficience du protocole*).

Note : Les suivis pourraient être réalisés la nuit du fait de la période de chasse de ces organismes dont les bandes sont des leures pour les proies (chez Dolomedes raptor : Lin et al., 2015). Même type de pattern mâles avec bandes et femelles sans (Lecigne 2016). Cette suggestion est également appuyée par des observations de nombreux individus de dolomèdes lors des prospections amphibiens. Cette propositions restent à démontrer.

15.5.2. *Protocole de suivi*

Capture

Le suivi se concentrera sur la période de juin à juillet, au cours de X session (reste à définir). Chacune des mares est échantillonnée par une prospection de la berge depuis l'intérieur de la mare (*port de waders*) lorque c'est possible et d'une épuisette (*surber ou maille fine*). Lorqu'un individu est repéré, il est capturé puis placé dans une boite de stockage temporaire. La prospection continue jusqu'à la fin de la durée fixée de prospection.

Durée

La végétation est fouillée et la surface de l'eau inspectée suivant une approche chronométrée avec un maximum de **30 min** (*garder une approche linéaire prospéctée*) par mare.

Identification

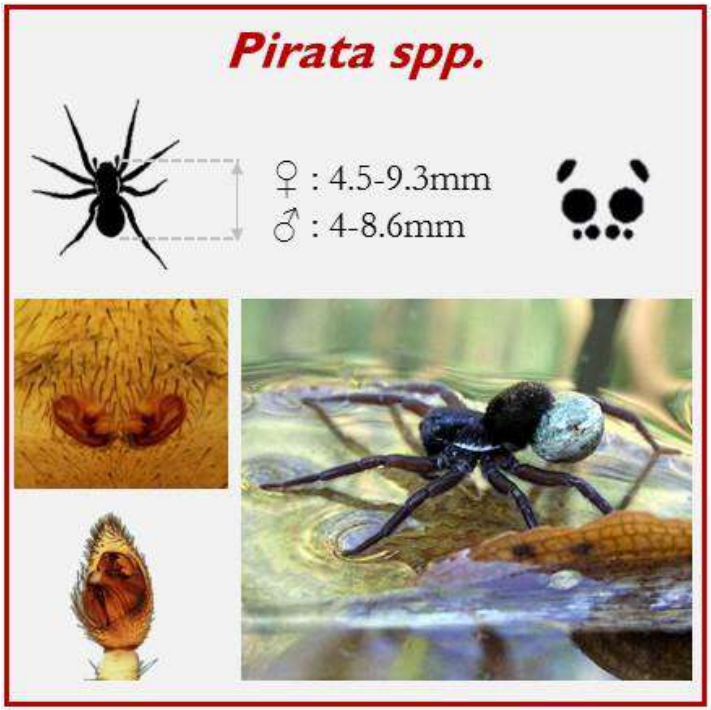
Les individus capturés temporairement et stockés le temps de la prospection, sont ensuite mis en boite de contention (boite de pétri avec ouate; voir protocole amphibien). Ses genitalia (au moins pour les femelles) sont observées à l'aide d'une loupe de botaniste au grossisement x10 à travers le verre de la paroi (il est possible d'utiliser une poche plastique rigide (Iorio 2012; Dickel 2019). En effet, bien que de nombreux critères aient été proposés pour déterminer les 2 espèces, seul l'examen des pièces génitales permet l'identification certaine des individus adultes (Lecigne 2016; Duffey 2012, Van Helsdingen 1993). Une photo pourra également être prise (zoom macro). (voir Figure 208, Figure 209, Figure 210, Figure 211, Figure 212, Figure 213). Une fois l'individu identifié, il est relaché.

L'ensemble des espèces cibles et leur sexe sont notés et répertoriés pour chacune des mares. Il n'est pas exclu de conserver certains individus dont les génitalia seraient peu visibles ou obstrués pour analyse ultérieure (Ivanov et al. 2016). Ces individus seront ramenés à leur mare d'origine pour être relachées.

Clé de détermination

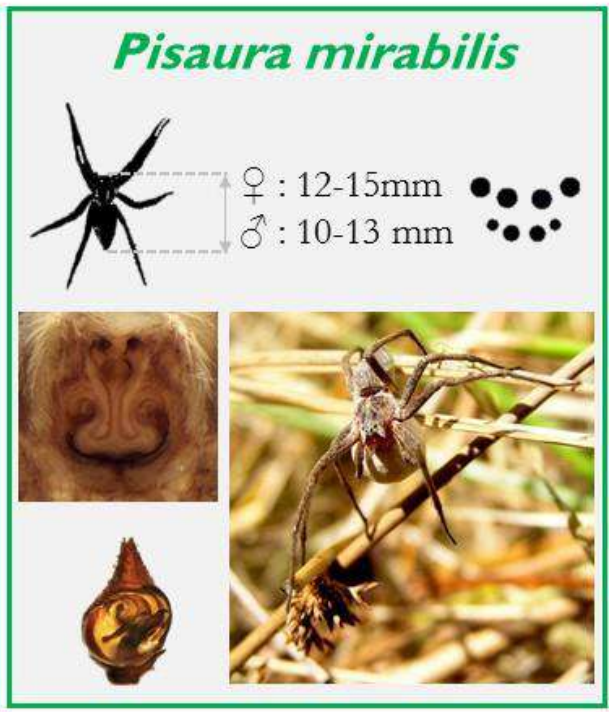
Les fiches suivantes (Figure 208, Figure 209, Figure 210, Figure 211, Figure 212, Figure 213) ont été réalisées à l'aide de multiples ouvrages et sites internet (Roberts 1985 ; Renner 1987 ; Smith & Baillie 2015 ; Oger 2019 ; Lecigne 2016 ; Nentwig 2019) et réunissent les critères d'identification des dolomèdes cibles.

Espèces proches ou vivant dans les mêmes milieux



Espèces semi-aquatiques retrouvées dans certains milieux propices aux dolomèdes, elles possédant des lignes blanches plus ou moins marquées sur le céphalothorax. Les *Pirata* ont une taille bien moins importante que les dolomèdes adultes et ont un aspect général différent. De plus, les cocons sont portées par les filaires sous l'abdomen tandis que les dolomèdes les transportent à l'aide de leurs chélicères.

Seule espèce totalement aquatique qui peut vivre la quasi-totalité de son cycle sous l'eau grâce à l'utilisation d'une toile en forme de cloche confectionnée sous l'eau. Cette espèce fréquente les mêmes milieux que les dolomèdes mais son aspect général est totalement différent.

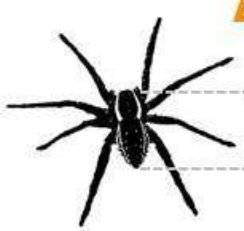


Pisaura mirabilis est la 3ème espèce de la famille des Pisauridae présente en France (avec les 2 espèces de dolomèdes). Elle ne fréquente pas les mêmes habitats et n'est pas dépendante du milieu aquatique. Cependant, elle forme des toiles pour sa reproduction (dans la végétation) très similaires à celles des dolomèdes. Elles portent également leurs cocons à l'aide de leur chélicères.

Figure 208 : Planche préseantant les espèces d'aiagnées proches des dolomèdes dans les mêmes milieux de vie

Description des deux espèces de *Dolomedes*

Dolomedes fimbriatus



♀ : 13-20mm
♂ : 9-16mm

♀

♂

Description générale
Bandes blanches à jaunes (variables) assez larges et marque cardiaque bien visible sur le haut de l'abdomen. Des individus sans bandes ont été décrits mais ils semblent rares.

Habitats types
Landes humides, forêt alluviales, marais, bords de mares, fossés, tourbières acides... Tolérance vis-à-vis de l'ombrage (espèce semi-ombrophile). Zones d'eau libre permanentes ou temporaires (uniquement en période de reproduction).

Identification
Elle se fait uniquement sur les *genitalia* des individus mâtures.

Dolomedes plantarius

♀ : 13-20mm
♂ : 10-16mm

♀

♂

Description générale
Bandes blanches à jaunes un peu moins larges et marque cardiaque moins visible sur l'abdomen. Les individus sans bandes représenteraient ¼ des individus dans les populations.

Habitats types
Tourbières, marais, canaux bords de mares et autres masses d'eau alcalines à neutres. Milieux ouverts (faible tolérance à l'ombrage). Zones d'eau libre permanentes (chasse, reproduction).

Identification
Elle se fait uniquement sur les *genitalia* des individus mâtures.

Figure 209 : Planche de distinction des deux espèces de Dolomèdes

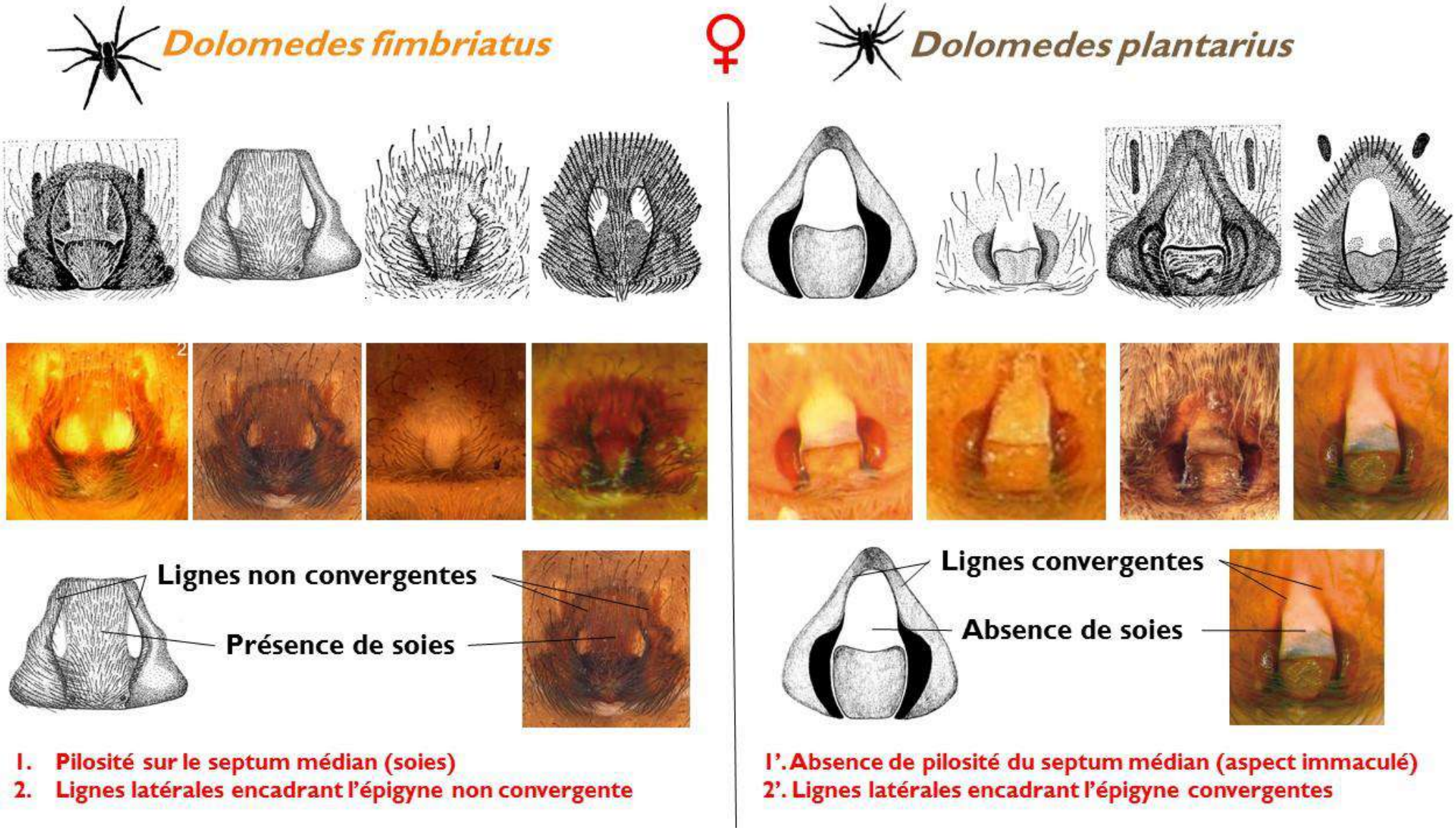


Figure 210 : Planche de distinction des épigynes des deux Ddolomèdes

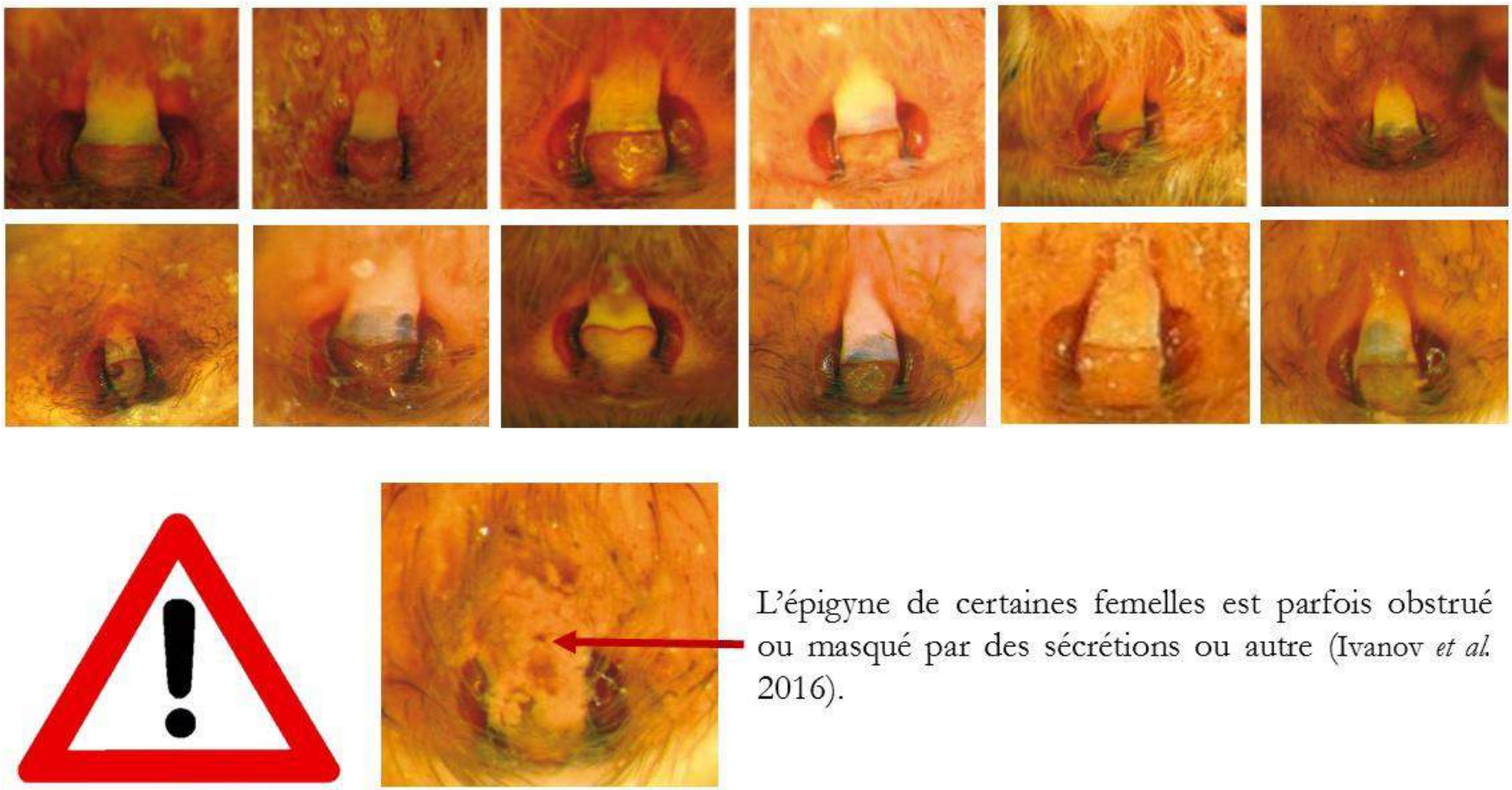


Figure 211 : Planche focus sur la variabilité des épigyne de D. plantarius

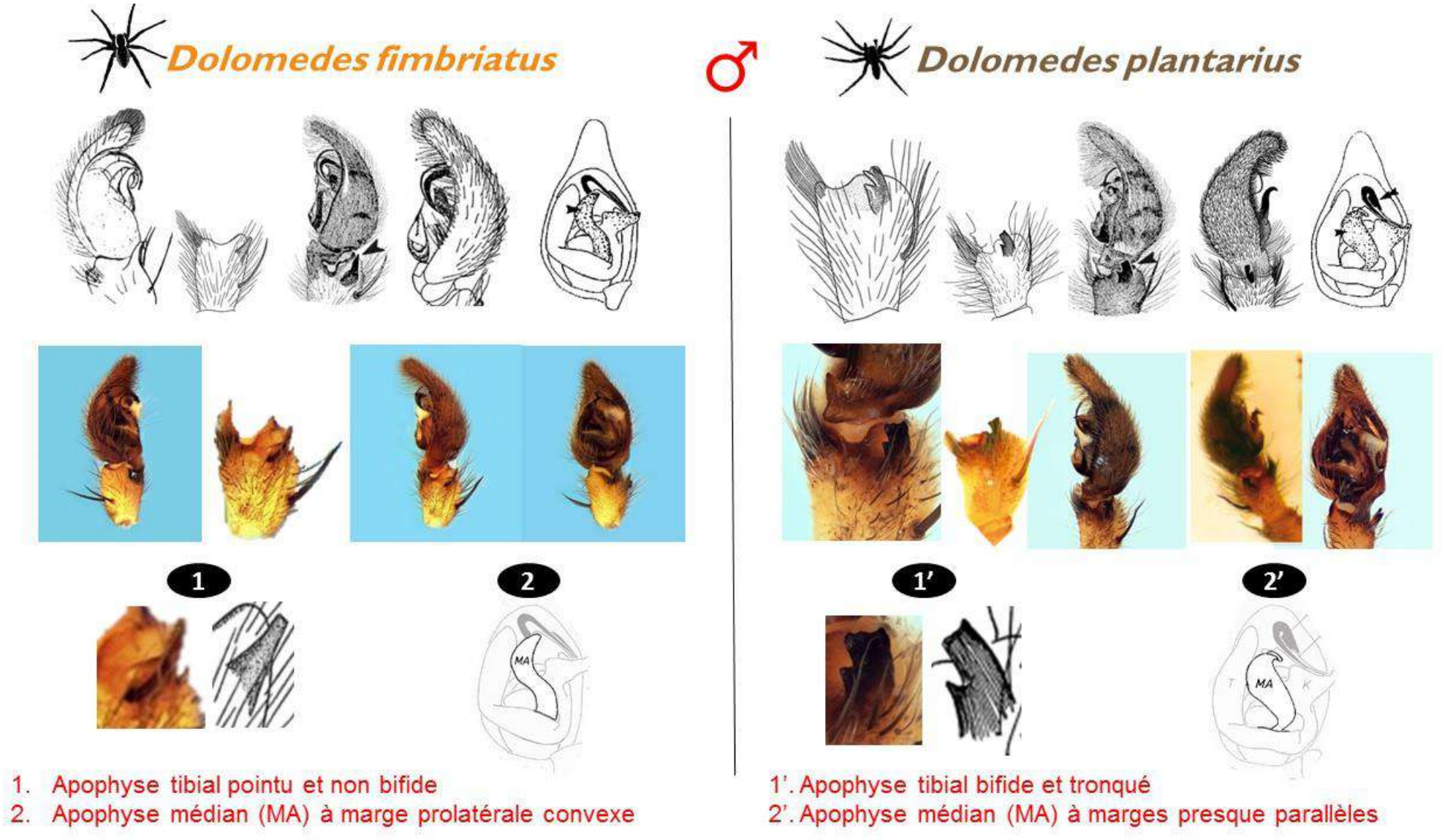


Figure 212 : Planche de distinction des pédipalpes chez les deux dolomèdes

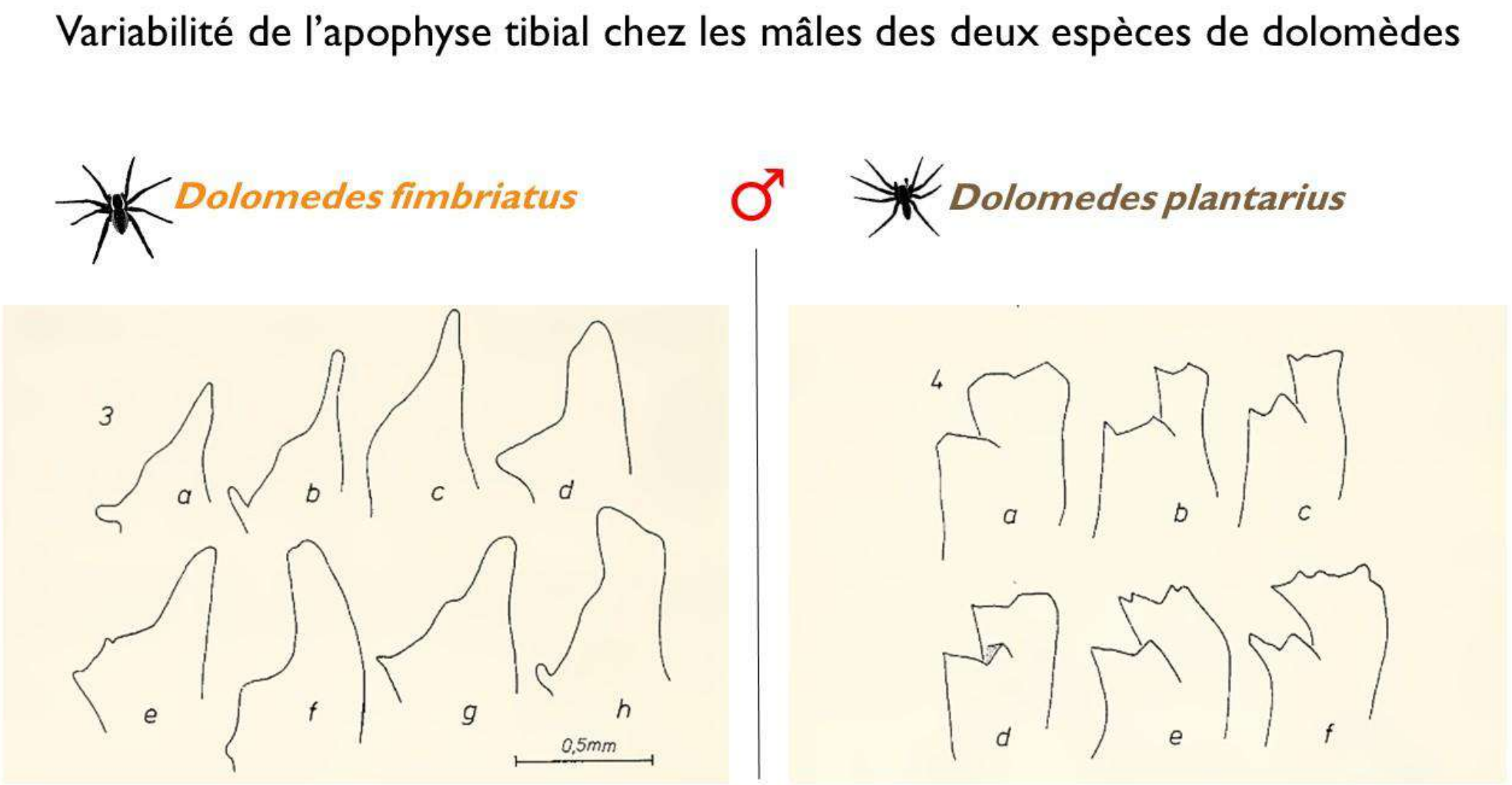


Figure 213 Planche de distinction des apophyses tibilal des deux espèces de dolomèdes

15.6. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Météo sans pluie de jour (mais test à réaliser de nuit) + dans les mares = sécurité = 2 personnes…..
Aucune autorisation nécessaire.

15.7. Méthode(s) de traitement de l'information

15.7.1. *Analyse en laboratoire*

Aucune action de prévue, sauf pour confirmation de certains individus si nécessaire.

15.7.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Occurence des espèces, effectif et sexe

15.8. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien d'un peuplement caractactéristique et diversifié d'Invertébrés aquatiques
Bon état de conservation des araignées cibles et particulièrement Dolomedes plantarius

Indicateur d'état
Richesse spécifique

Métriques
Nb d'espèces ; Effectif / espèce, abondance ou occurrence

Seuils
Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Perte de 66% ou plus de l'occurrence de Dolomedes plantarius hors variations naturelles, perte 66% ou plus de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux (état zéro à venir)
- 1 : Perte de 51 à 65% des occurrences de Dolomedes plantarius, perte 51 à 65% de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux
- 2 : Perte de 36 à 50% des occurrences de Dolomedes plantarius hors variations naturelles, perte 36 à 50% de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux
- 3 : Perte de 21 à 35% des occurrences de Dolomedes plantarius, perte 21 à 35% de la notation Icocam par rapport au premier état des lieux
- 4 : Maintien de la proportion de l'occurrence de Dolomedes plantarius (variation de 10-20 % acceptée), maintien ou amélioration de l'indice de fonctionnalité coléoptères
- 5 : Amélioration de l'occurrence de de Dolomedes plantarius et de l'indice IcoCAM

15.9. Programmation

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	**2023**	2024	2025	**2026**	2027	J	F	M	A	M	**J**	**J**	A	S	O	N	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF	4.5 j/an (12 jours la 1ère année)																				
POSTE PRINCIPAL	Chargé de missions, Chargé d'études																				

15.10. Durée et coût

Récolte des données

30 min/mare de prospection et 30 min/mare d'identification (*soit 30 min/mare à deux opérateurs*) pour un total de 20 mares en 1 session soit 3 jours

1ère année de suivi : 3 jours/session (*4 sessions*) soit 12 jours

Traitement des données

1.5 jour

Matériel

+/- 400 € (2 waders, 2 pes x10, boites de contension en verre avec ouate, épuisettes, pilluliers, appareil photo macro)

15.11. Personnes/Organismes ressources

Christine Rollard (christine.rollard @mnhn.fr ; 01 40 79 35 75) et Maxime Leuchtmann

15.12. Bibliographie :

Bell, J.R., Wheater, C.P. & Cullen, W.R. (2001). The implications of grassland and heathland management for the conservation of spider communities: a review. *J. Zool.*, **255**, 377–387.

Bernard P. (1994). Les zones humides. Rapport d'évaluation. Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques. Premier Ministre - Commissariat au Plan. Rapport d'évaluation, Paris, 391p.

Boetzl, F.A., Ries, E., Schneider, G. & Krauss, J. (2018). It's a matter of design—how pitfall trap design affects trap samples and possible predictions. *PeerJ*, **6**, e5078.

Buchholz, S. (2010). Ground spider assemblages as indicators for habitat structure in inland sand ecosystems. *Biodivers. Conserv.*, **19**, 2565–2595.

Coste, S., Comolet-Tirman, J., Grech, G., Poncet, L. & Siblet, J.-P. (2010). Muséum National d'Histoire Naturelle Service du Patrimoine Naturel, 84p.

Cristofoli, S., Mahy, G., Kekenbosch, R. & Lambeets, K. (2010). Spider communities as evaluation tools for wet heathland restoration. *Ecol. Indic.*, **10**, 773–780.

Cruveillier, M., Guerbaa, K. & Lecigne, S. (2017). Découverte en Creuse (France) de Dolomedes plantarius (Clerck, 1758), (Araneae, Pisauridae) et premières redécouvertes en France de Leviellus thorelli (Ausserer, 1871), (Araneae, Araneidae), une espèce rarement observée., 9p.

Dickel, L. (2019). Characterisation of Habitat Requirements of European Fishing Spiders. Master Thesis in Inland Norway University of applied Sciences.

Duffey E. (1995). The Distribution, status and habitats of Dolomedes fimbriatus (Clerck) and D. plantarius (Clerck) in Europe. Proceedings of the 15th European Colloquium of Arachnology. Růžička, V. (ed.). Institute of Entomology, České Budějovice, 54-65.

Duffey E. (2012). Dolomedes plantarius (Clerck, 1757) (Araneae : Pisauridae) : a reassessment of its ecology and distribution in Europe, with comments on its history at Redgrave and Lopham Fen, England. *Bull. of the B. Arachno. Society*, **15**(8): 285-292.

Entling, W., Schmidt, M.H., Bacher, S., Brandl, R. & Nentwig, W. (2007). Niche properties of Central European spiders: shading, moisture and the evolution of the habitat niche. Glob. *Ecol. Biogeogr.*, **16**, 440–448.

Groupe ornithologique et naturaliste du Nord-Pas-de-Calais (Coord.), (2018). Liste rouge des espèces menacées – Les Araignées du Nord et du Pas-de-Calais. Fascicule labellisé au titre du Patrimoine naturel des Hauts-de-France. Version : 8-1-2019. 27.

Van Helsdingen P.-J. (1993). Ecology and distribution of Dolomedes in Europe (Araneida: Dolomedidae). *Bolletino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali*, **26**(345): 181-187.

Iorio, E. (2012). Découverte de l'araignée Dolomedes plantarius (Clerck, 1757) (Araneae, Pisauridae) dans trois nouvelles stations en Provence-Alpes-Côte d'Azur, et réflexion sur la nécessité d'une protection régionale du genre Dolomedes *Bull. Soc. Linn*. Tome 147, **40** (1), 43-54.

Ivanov, V., Ivanov, V., Prishepchik, O. & Setrakova, E. (2017). Dolomedes plantarius (Araneae, Pisauridae) in Belarus: records, distribution and implications for conservation. *Arachnol. Mitteilungen*, **54**, 33–37.

Jacquet, C. (2014). Inventaire des araignées de la Réserve Naturelle Nationale des Dunes et Marais d'Hourtin (Gironde). Rapport d'étude. 52p.

Kielhorn, U. (2017). Rote Liste Und Gesamtartenliste Der Spinnen (Araneae) Und Gesamtartenliste Der Weberknechte (Opiliones) Von Berlin. In: Der Landesbeauftragte Für Naturschutz Und Landschaftspflege / Senatsverwaltung Für Umwelt, Verkehr Und Klimaschutz (Hrsg.): Rote Listen Der Gefährdeten Pflanzen, Pilze Und Tiere Von Berlin, 59 S. Doi: 10.14279/Depositonce-5859

Lecigne, S. (2016). Redécouverte de Dolomedes plantarius (Clerck, 1758) (Araneae, Pisauridae) en région Nord - Pas-de-Calais (France), actualisation de sa distribution en France et aperçu de la situation en Europe. *Rev. Arachno.* **23**: 28-41

Lelarge K., Sellier Y., Dupont V., Préau C. (2018). Plan de gestion 2018-2027 de la Réserve naturelle nationale du Pinail-Diagnostic. Édité par GEREPI. 253p.

Leroy, B., Bellard, C., Dubos, N., Colliot, A., Vasseur, M., Courtial, C., et al. (2014). Forecasted climate and land use changes, and protected areas: the contrasting case of spiders. *Divers. Distrib.*, **20**, 686–697.

Marc, P., Canard, A. & Ysne, F. (1999). Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. In: Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes. Elsevier, pp. 229–273.

Milano F., Pantini P., Mammola M., Isaia M. 2018. La conservazione dell'araneofauna in Italia e in Europa. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Anno LXV: 91–103.

MNHN - Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. (2003-2019). Inventaire National du Patrimoine Naturel, Site web : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/1885/tab/statut. Le 12 novembre 2019.

Nentwig W, Blick T, Gloor D, Hänggi A, Kropf C (2019). Version 04.2019. Online at https://www.araneae.nmbe.ch, accessed on 12 novembre 2019. doi: 10.24436/1

Nyffeler, M. & Benz, G. (1987). Spiders in natural pest control: A review. *J. Appl. Entomol.*, **103**, 321–339.

Nyffeler, M. & Birkhofer, K. (2017). An estimated 400–800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. Sci. Nat., 104.

Oberprieler, S.K., Andersen, A.N. & Braby, M.F. (2019). Invertebrate by-catch from vertebrate pitfall traps can be useful for documenting patterns of invertebrate diversity. *J. Insect Conserv.*, **23**, 547–554.

Picardie Nature (Coord.), (2016). Listes rouges régionales de la faune menacée de Picardie. les Chiropteres, les Mammiferes terrestres, les Mammiferes marins, les Amphibiens/Reptiles, les Araignees "orbiteles", les Coccinelles, les Orthopteres, les Odonates, les Rhopaloceres et Zygenes. 41p.

Parys, K.A. & Johnson, S.J. (2011). Collecting Insects Associated with Wetland VegÉtation: An Improved Design for a Floating Pitfall Trap. *Coleopt. Bull.,* **65**, 341–344.

Roberts, M. J., (1995). Spiders of Britain & Northern Europe. Collins Field Guide HarperCollinsPublishers. Ramsbury, Wiltshire. … p

Renner, V. F. (1987). Revision der europäischen Dolomedes-Anen (Araneida: Pisauridae) Revision of the European Species of Dolomedes (Araneida: Pisauridae). Stuttgarter Beitr. Naturk. / Ser. A j Nr. 406 15 S. Stuttgart, 1. 12.

Oger, P. (2019). Les araignées de Belgique et de France. https://arachno.piwigo.com/ Consulté le novembre 2019.

Schaffers, A.P., Raemakers, I.P., Sýkora, K.V. & ter Braak, C.J.F. (2008). Arthropod Assemblages Are Best Predicted By Plant Species Composition. *Ecology,* **89,** 782–794.

Smith, H. (2000). The status and conservation of the fen raft spider (Dolomedes plantarius) at Redgrave and Lopham Fen National Nature Reserve, England. *Biol. Conserv.,* **95**, 153–164.

Smith, H. & Bailli, S. (2015). Dolomedes.org.uk - The fen raft spider web site. https://www.dolomedes.org.uk/. Consulté le 11 novembre 2019.

Smith, H., Clarke, D., Heaver, D., Hughes, I., Pearce-Kelly, P. & Sainsbury, T. (2013). Translocation and augmentation of the fen raft spider populations in the UK, 6. In Soorae, P. S. (ed.) (2013). Global Re-introduction Perspectives: 2013. Further case studies from around the globe. Gland, Switzerland: IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group and Abu Dhabi, UAE: Environment Agency-Abu Dhabi. Xiv, 282 p.

Wise, D.H. (1993). Spiders in Ecological Webs. Cambridge University Press, Cambridge.

World Conservation Monitoring Centre (1996). Dolomedes plantarius. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T6790A12806270. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T6790A12806270.en. Downloaded on 1 April 2019.

World Spider Catalog (2019). World Spider Catalog. Version 20.0. Natural History Museum Bern, online at http://wsc.nmbe.ch, accessed on 12 novembre 2019. doi: 10.24436/2

Wildlife and Countryside Act (1981). Legislation.gov.uk. (2019). Wildlife and Countryside Act 1981. [online] Available at: http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1981/69/contents [accès le 2 Mai 2019].

XVI. Suivi invertébrés aquatiques : IcoCAM [CS 14.2]

16.1. Contexte général et connaissances existantes

Sensibles à la qualité des milieux aquatiques, les macro invertébrés aquatiques sont des bioindicateurs de l'état de conservation des mares. Les coléoptères aquatiques présentent une diversité taxonomique et fonctionnelle élevée et significative dans les mares. Ils peuvent donc contribuer à l'évaluation des potentialités biologiques d'une mare.

16.2. Objectif(s)

L'objectif pricipal est :

- Suivre et évaluer l'intégrité du cortège des coléoptères aquatiques

16.3. Éléments à récolter

Présence/absence d'espèces, effectif
Contextualisation des mares

16.4. Localisation

Le suivi est mis en oeuvre sur les 20 mares sentinelles de références (Figure 265 à Figure 269).
Méthode(s) de récolte de l'information
Ce suivi vise à établir la diversité des coléoptères aquatiques des mares et à rendre compte de leur évolution à partir de l'indicateur Icocam (Picard 2019).

16.5. L'IcoCAM

L'IcoCAM a été choisi afin de suivre l'état biologique des mares. C'est un indicateur composite qui évalue les potentialités biologiques des mares via l'analyse qualitative des cortèges de coléoptères aquatiques, c'est-à-dire en analysant les multiples facettes de la diversité des coléoptères aquatiques des mares (diversité spécifique, fonctionnelle, rareté, spécialisation). Cette indicateur présente l'avantage de pouvoir comparer plus finement des mares présentant des cortèges peu variés ou pauvres en amphibiens ou en plantes aquatiques.
Les mares sont des milieux pouvant évoluer rapidement et les coléoptères aquatiques ont généralement de bonnes capacités de dispersion : l'IcoCAM doit donc être considéré comme variable et pris en compte à l'échelle temporelle de la période d'échantillonnage. Il s'agit d'un indicateur composite, constitué de quatre indices spécifiques. L'utilisation de plusieurs indicateurs permet d'analyser de manière complémentaire les différentes facettes de la biodiversité de coléoptères aquatiques des mares (Leroy & *al.*, 2014) :

- *L'Indice de rareté relative « Irr »,* (Leroy & *al.*, 2012, 2013), intégrant approche multi-échelle : référentiel des mares étudiées en Basse-Normandie, France (Queney, 2011), Europe (*Fauna Europaea*). L'Irr nous renseigne sur la rareté, et donc la vulnérabilité des espèces à l'extinction, critère de conservation primordial.

- *La richesse spécifique*, mesure basique de biodiversité.

- *L'Indice de spécialisation des communautés « CSI »* (Juliard & *al.*, 2006), basé sur l'analyse du référentiel des sites étudiés en BN à partir, pour le moment, d'une typologie élémentaire et contextuelle des mares (littoral, boisements et landes, prairies, etc.). Le CSI peut potentiellement nous renseigner sur les espèces spécialistes, plus sensibles aux perturbations du milieu.

- *La richesse fonctionnelle « FRic »* (Villéger & *al.*, 2008), basée sur 4 traits de vie proposés au niveau générique (Tachet & *al*, 2010) : type de nourriture, mode d'alimentation, microhabitats préférendum, taille. La richesse fonctionnelle nous renseigne sur la complexité du fonctionnement de la mare

Ces indices sont ensuite intégrés dans l'indice composite ICoCAM, avec un poids plus important attribué à la rareté qui est notre critère primordial de conservation.

L'IcoCAM s'appuie sur la constitution préalable d'un référentiel établi à partir d'un protocole de prélèvement de terrain standardisé, travail à réaliser lors du 1er suivi.

16.6. Protocole

Jamais appliqué sur la réserve, ce nouveau dispositif de suivi n'est pas calibré (*objectifs, métriques, charge de travail…*) et implique une phase de test et de précisions. Il s'appuie **sur un suivi par capture** (*filets surber*) des coléoptères aquatiques.

Deux passages sont à réaliser :

- le premier en avril-mai
- le second en octobre-novembre

Matériel nécéessaire

- Troubleau armature carrée en métal, ouverture de 25 cm, manche en bois de 1 m., maille de filet 800 µm
- Pinces souples (plusieurs paires en cas de perte)
- Minimum 2 bacs de tri de couleur claire/blanc minimum 40 cm de diamètre et présentant des rebords élevés
- Weaders
- Passoir
- Décamètre
- Acétate ou dissolvant vernis à ongle + mouchoir pour imbiber
- Bac ou grille de tamisage maille 5 mm pratique pour les mares riches en matière organiques
- Appareil photo
- Tabouret (pratique pendant les temps de tri)
- Chronomètre
- Calculatrice

Etape 1 : Faire un premier tour général de la mare pour évaluer la taille de la pièce d'eau (*les informations de surfaces seront tirées du SIG*). Le recours à un décamètre peut être nécessaire

pour évaluer la taille des mares complexes ou via une approche compartimentée de chaque secteur de la mare.

Etape 2 : Remplir la fiche descriptive de la mare (Figure 214, Figure 215)

Etape 3 : Remplir la fiche d'évaluation de l'échantillonnage (Figure 216, Figure 217, Figure 218).

- **3.1.** Cartographier schématiquement la répartition des principaux mésohabitats présents dans la mare (dessins et/ou estimation à vue). Il ne s'agit pas de rechercher une précision absolue, mais bien d'approcher une estimation réaliste de la représentativité de chaque mésohabitat.
- **3.2.** Définir le temps global de prospection en fonction de la taille de la pièce d'eau, pour cela, se référer à la grille.
- **3.3.** Scinder en deux le temps global de prospection : 1/3 du temps pour le compartiment A *(= compartiment aquatique, situé entre 30 cm et 2 m de profondeur*) ; 2/3 du temps compartiment B *(= interface eau-terre, située à peu près entre 0 et 30 cm de profondeur*). Cet élément méthodologique est préconisé car les coléoptères aquatiques sont plus abondants et diversifiés en particulier dans l'interface eau-terre, tandis que le compartiment aquatique est plus faible.
- **3.4.** Evaluer la représentativité de l'interface aquatique (A) et de l'interface eau-terre (B) en %.
- **3.5.** Attribuer le temps d'échantillonnage par mésohabitats, d'une part pour le compartiment aquatique (1/3 du temps) et d'autre part pour l'interface eau-terre (2/3 du temps), en fonction de leur représentativité surfacique pour chaque compartiment. C'est une phase complexe, réalisée approximativement et qui peut être facilitée par le recours à une calculatrice.

Etape 4 : Procéder à l'échantillonnage au troubleau (*filet surber*) suivant les modalités définies lors de l'étape 3. La technique du troubleau implique une action énergique en forme de 8 en évitant au maximum le contact avec le fond. Il convient d'être très vigilant sur les zones à prospecter pour respecter les milieux.

Etape 5 : Déposer le matériel collecté au troubleau dans le plateau et trier progressivement. Les coléoptères sont prélevés à la pince souple et directement mis dans le pot de collecte contenant un bout de mouchoir en papier préalablement imbibé d'acétate. Il n'est pas nécessaire de tout collecter mais il faut garder plusieurs individus par morphotype. Un seul pot de collecte par mare est suffisant et les échantillons seront analysés en laboration. Penser à joindre une étiquette dans le pot précisant le lieu et la date de collecte, ainsi que le nom du préleveur. Pour écrire, utiliser un crayon de bois ou un feutre indélébile à l'acétate sur papier simple ou cartonné.

Etape 6 : Compléter avec 5 minutes de prospection à la passoire autour de la mare, en piétinant les abords présentant une faible lame d'eau ou exondé et en inspectant les

supports complémentaires (*bouts de bois, sous les pierres, etc.*). Le temps consacré ne doit pas dépasser 5 min.

Etape 7 : Noter toutes informations complémentaires sur les conditions de prospection et les espèces observées non prélevées (*autres invertébrés, amphibiens, etc.*).

Fiche d'échantillonnage terrain IcoCAM

(Indicateur composite Coléoptères Aquatiques des Mares ; Picard & Leroy, 2015)

Groupe d'Étude des Invertébrés Armoricains

Date : ...../...../.....

Observateur(s) : .....

Identification mare (nom, numéro, pt GPS etc.) .....**N° dépt :**_ _ ; **Commune :** ..... ;

Lieu-dit : ..... ; coord *(si disponibles)* : X = ... ; Y = ... (Système : .....)

Schéma descriptif de la mare (Photo O : oui ; O : non)

Légende

Taille maxi : L = ...m l = ...m **T°** *(si mesure)* : ....C° **pH** *(si mesure)* : ..... **Salinité** *(si mesure)* : .....

Forme : ☐ ronde/ovale ; ☐ triangle ; ☐ carré / rectangle ; ☐ patatoïde ; ☐ complexe (digitée, « U ») ;

Profondeur d'eau aujourd'hui : à sec ☐ / < 30cm ☐ / 30 - 60 cm ☐ / 60 – 100 cm ☐ / >100 cm ☐

Profondeur d'eau maximale évaluée : < 30cm ☐ / 30 - 60 cm ☐ / 60 – 100 cm ☐ / >100 cm ☐

Ombrage surface par ligneux (soleil au zénith) : 0% ☐/ < 25% ☐ / 25 – 50% ☐ / 50 – 75% ☐ / 75 – 99% ☐ / 100% ☐

Boisement / embroussaillement des abords : 0% ☐/ < 25% ☐ / 25 – 50% ☐ / 50 – 75% ☐ / 75 – 99% ☐ / 100% ☐

Berges en pente douce (% périmètre) : 0% ☐/ < 25% ☐ / 25 – 50% ☐ / 50 – 75% ☐ / 75 – 99% ☐ / 100% ☐

Stade d'évolution de la mare : ☐ **1** : pionnier (récemment curée, par exemple) / ☐ **2** : végétation enracinée avec eau libre / ☐ **3** : saturée à 100% de végétation herbacée enracinée / ☐ **4** : partiellement dissimulée sous ronces / ligneux / ☐ **5** : entièrement sous les ronces / ligneux

Bourrelet de curage en haut de berge : ☐ non ; ☐ oui = ...**% du périmètre**

Eau : ☐ trouble ; ☐ limpide **Fond** : ☐ portant ; ☐ non portant ; ☐ mixte ;

Régime hydrologique : ☐ je présume ou ☐ je suis certain .....que : la mare est ☐ permanente ou ☐ temporaire

Mare sur une source ou insérée sur écoulement : ☐ oui ☐ non

Liaison avec le réseau hydrographique : ☐ écoulement actif en sortie / ☐ écoulement à sec en sortie / ☐ pas d'écoulement en sortie

Topographie : ☐ plateau / plaine / ☐ versant / ☐ fond de vallée / ☐ littoral / ☐ autre : .....

Contexte *(plusieurs choix possibles en fonction de l'échelle et de la complexité du site)* :
☐ falaises et rochers littoraux / ☐ arrière-littoral (dunaire) / ☐: tourbière et prairie tourbeuse / ☐ lande humide ou tourbeuse / ☐ lande sèche ou mésophile / ☐ pelouses sèches et ourlets / ☐ haies / ☐ prairie mésophile / ☐ prairie humide / ☐ boisement feuillus / ☐ saulaie marécageuse / ☐ gouille temporaire ☐ / boisement résineux / ☐ ripisylve et annexe fluviale / ☐ vergers / ☐ cultures / ☐ complexes de marais / ☐ carrières / ☐ milieux urbanisés / ☐ bassins artificiels (annexe routière, etc.) / ☐ ornières / ☐ fossés / ☐ autres (précision) : .....

Figure 214 : Fiche descriptive de la mare de mise en place de l'IcoCAM 1/2

Matérialisation d'interdiction d'accès à la parcelle *(panneau, grillage ...)* : ☐ oui ☐ non

Distance de la voie publique la plus proche (*approximation*) : ..... mètres

Usage principal de la mare *(plusieurs choix possibles)* : ☐ abreuvement direct / ☐ abreuvement indirect / ☐ collecte ruissellement / ☐ incendie / ☐ pêche / ☐ chasse / ☐ ornemental / ☐ biodiversité/patrimoine / ☐ abandonné / ☐ pédagogique / ☐ ne sais pas

Contexte foncier : ☐ public / ☐ privé / ☐ ne sais pas / **Détails** : .....

Surpiétinement des abords : ☐ intense et total ☐ localisé ☐ faible à nul

Conditions d'échantillonnage de la pièce d'eau (accès, pratique du troubleau, etc.) : ☐ facile / ☐ moyenne / ☐ difficile *(préciser)* : .....

Information sur la gestion et historique de la pièce d'eau : ....

Indésirables : ☐ aucun / ☐ déchets / ☐ remblais / ☐ autres ; (préciser) : .....

Espèces invasives : ☐ ne sais pas / ☐ non / ☐ oui (*préciser*) : .....

Poisson : ☐ ne sais pas /☐ non / ☐ oui (*préciser*) : .....

Amphibiens : ☐ ne sais pas / ☐ non / ☐ oui (*préciser*) : .....

Coléoptères aquatiques non collectés (grandes espèces déterminables sur le terrain) : .....

Invertébrés (autres que coléoptères aquatiques) : .....

Espèces végétales remarquables : .....

Densité relative en invertébrés *(estimation subjective après échantillonnage, demande un peu d'expérience)* :
☐ très faible / ☐ faible / ☐ moyenne / ☐ élevée / ☐ très élevée

Figure 216 : Fiche descriptive de la mare de mise en place de l'IcoCAM 2/2

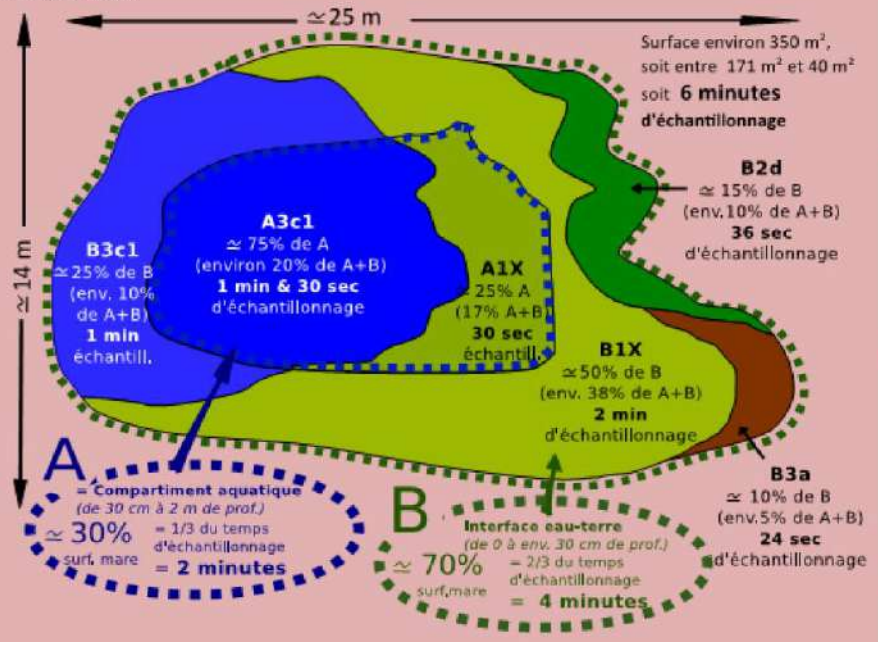
A. Cartographier schématiquement la répartition des principaux mésohabitats présents dans la mare (dessins et/ou estimation à vue). Il ne s'agit pas de rechercher une précision absolue, mais bien d'approcher une estimation réaliste de la représentativité de chaque mésohabitat. La liste des mésohabitats est présentée dans la fiche de terrain insérée dans le document.

B. Définir le temps global de prospection en fonction de la taille de la pièce d'eau ; pour cela, se référer à la grille (feuille jointe).

C. Scinder en deux le temps global de prospection : 1/3 du temps pour le compartiment A (= compartiment aquatique, situé entre 30 cm. et 2 m. de profondeur) ; **2/3 du temps compartiment B** (= interface eau-terre, située à peu près entre 0 et 30 cm. de profondeur). Cet élément méthodologique est préconisé car les coléoptères aquatiques sont plus abondants et diversifiés en particulier dans l'interface eau-terre, tandis que le compartiment aquatique est plus faible.

D. Evaluer la représentativité de l'interface aquatique (A) et de l'interface eau-terre (B) en %.

E. Attribuer le temps d'échantillonnage par mésohabitats, d'une part pour le compartiment aquatique (1/3 du temps) et d'autre part pour l'interface eau-terre (2/3 du temps), en fonction de leur représentativité surfacique pour chaque compartiment. C'est une phase complexe, réalisée approximativement et qui peut être facilitée par le recours à une calculatrice.



Application du calcul du temps d'échantillonnage à partir d'une mare théorique

Figure 215 : Détail schématique de l'étape 3

Calcul du temps d'échantillonnage *(à faire à l'aide du tableau ci-contre)*

1. Remplissez le tableau :

Taille de la mare *(en date de la prospection)* = ...

TEG *(Temps d'échantillonnage global ; cf grille), en minute* = ...
TEA *(Temps échantillonnage A), en minute et seconde* = *1/3 TEG* = ± .....
TEB *(Temps échantillonnage B), en minute et seconde* = *2/3 TEG* = ± .....
RSA *(Représentativité du compartiment A en % surface de la pièce d'eau)* = ...
RSB *(Représentativité du compartiment B en % surface de la pièce d'eau)* = ...

Ex : la pièce d'eau à étudier fait 1650 m² de surface. Le compartiment A occupe 20% de la mare et le B occupe donc 80%. La grille propose un échantillonnage de 10 minutes, donc TEG =10. Le temps d'échantillonnage pour A sera du tiers, soit environ 3 minutes et 30 secondes ; et pour B, 6 minutes et 30 secondes.

2. Reporter ensuite ces valeurs dans le tableau :

Col 1 correspond au pourcentage réel de chaque mésohabitat dans la pièce d'eau (compartiments A et B compris)
Ex : le compartiment A représente 20% de la surface de la mare (RSA), au sein duquel A1a2 représente 5% et A3c1 représente 15% ; le compartiment B (RSB) représente 80% de la pièce d'eau avec 70% de B2d et 10% de B3b

Col2 correspond au pourcentage de chaque mésohabitat reporté à une valeur de 100 de chaque compartiment respectif dans la pièce d'eau (compartiments A et B compris)
Ex : le compartiment A est reporté à 100%, donc A1a2 représente 25% et A3c1 représente 75% ; l e compartiment B est également reporté à 100% donc B2d représente environ 88% et B3b 12%

***Col3** correspond au report du temps d'échantillonnage pour chaque mésohabitat en rapport avec Col2 (minute et seconde)*
Ex : ainsi pour A, il faudra effectuer 25% du temps attribué pour A1a2, soit 25% de 3 minutes 30 secondes, soit 52 secondes environ et pour A3c1, 75% du temps attribué soit environ 2 minutes et 38 secondes. Idem pour B.

Figure 217 : Calcul du temps d'échantillonnage

			% Méso	Tps d'échantill.
A. Mésohabitats du compartiment aquatique (2 m à 30 cm de profondeur)			*RSA* =	*TEA* =
A1		1. Hydrophytes		
a. Submergés (A1a)	A1a1/ A1a2/ A1a3/ A1a4	feuilles laciniées (ex : *Myriophyllum* sp., *Utricularia* sp., *Ceratophyllum* sp., *Ranunculus* sp.) et/ou feuilles filiformes (ex : *Potamogeton pusillus, P. pectinatus, Zannichellia palustris*) et/ou larges feuilles entières (ex : *Potamogeton crispus, P. lucens, P. perfoliatus*) et/ou petites feuilles entières (ex : *Elodea* sp.)		
	A1a5	Characées (toutes espèces)		
b. Feuilles flottantes (A1b)	A1b1	larges feuilles (ex : nénuphars, *Trapa natans, Hydrocharis* sp., *Potamogeton natans, Polygonum* sp.)		
	A1b2	petites feuilles (ex : Lentilles d'eau)		
c. Mousses et sphaignes	A1c			
d. Algues filamenteuses	A1d			
e. Autres hydrophytes	A1e	(ex : *Menyanthes trifoliata, etc.*)		
X. Imbriquée / indéfinie	A1X	x. Végétation hydrophyte fortement imbriquée ou indéterminée		
A2		2. Hélophytes		
a. Roselières	A2a	(ex : *Phragmites australis, Typha* sp.)		
b. Grands Scirpes	A2b	(ex : *Scirpus lacustris, etc.*)		
c. Cariçaies	A2c	(ex : *Carex elata, etc.*)		
d. Petits hélophytes	A2d	(ex : *Alisma* sp., *Equisetum* sp., *Eleocharis* sp., petits *Scirpus* sp., *Juncus* sp.)		
e. Autres hélophytes	A2e	(ex : *Glyceria* sp.)		
X. Imbriquée / indéfinie	A2X	x. Végétation hélophyte fortement imbriquée ou indéterminée		
A1/2. Hydrophytes / Hélophytes	A1X-A2X	Végétation hydrophyte et hélophyte fortement imbriquée ou indéterminée.		
A3		3. Autres habitats (fonds et surface sur eau libre)		
a. Fond sur MO	A3a	Fond sur accumulation de particules de matière organique de grande taille (ex : feuilles mortes, débris végétaux...)		
b. Fond sur sédiments fins	A3b	Fond sur sédiments organiques fins (ex : vases et terres dénudées)		
c. Fond sur substrat minéral	A3c1	meuble (ex : sables, graviers)		
	A3c2	solide (ex : cailloux, blocs...)		
	A3c3	artificiel (ex : dalle béton, etc.)		
d. Fond et surface avec ligneux	A3d	Racines de ligneux, branchages dans l'eau, flottants ou immergés		
X. Fond mixte ou indéterminé	A3X			
B. Mésohabitats de l'interface eau-terre (de 30 cm de profondeur à la berge)			*RSB* =	*TEB* =
B1		1. Hydrophytes		
a. Submergés (B1a)	B1a1/ B1a2/ B1a3/ B1a4	Tout type (cf. A1a)		
	B1a5	Characées (toutes espèces)		
b. Feuilles flottantes (B1b)	B1b1	larges feuilles (ex : nénuphars, *Trapa natans, Hydrocharis* sp., *Potamogeton natans, Polygonum* sp.)		
	B1b2	petites feuilles (ex : Lentilles d'eau)		
c. Mousses et sphaignes	B1c			
d. Algues filamenteuses	B1d			
e. Autres hydrophytes	B1e	(ex : *Menyanthes trifoliata, etc.*)		
X. Imbriquée / indéfinie	B1X	x. Végétation hydrophyte fortement imbriquée ou indéterminée		
B2		2. Hélophytes		
a. Roselières	B2a	(ex : *Phragmites australis, Typha* sp.)		
b. Grands Scirpes	B2b	(ex : *Scirpus lacustris, etc.*)		
c. Cariçaies	B2c	(ex : *Carex elata, etc.*)		
d. Petits hélophytes	B2d	(ex : *Alisma* sp., *Equisetum* sp., *Eleocharis* sp., petits *Scirpus* sp., *Juncus* sp.)		
e. Autres hélophytes	B2e	(ex : *Glyceria* sp.)		
X. Imbriquée / indéfinie	B2X	x. Végétation hélophyte fortement imbriquée ou indéterminée		
B1/2. Hydrophytes / Hélophytes	B1X-B2X	Végétation hydrophyte et hélophyte fortement imbriquée ou indéterminée.		
B3		3. Autres habitats (Berges et fonds sur eau libre)		
a. Berges et fonds sur MO	B3a	Berges et fonds sur accumulation de particules de matière organique de grande taille (ex : feuilles mortes, débris végétaux...)		
b. Berges et fonds sur sédiments fins	B3b	Berges et fonds sur sédiments organiques fins (ex : vases et terres dénudées)		
c. Berges et fonds sur substrat minéral	B3c1	meuble (ex : sables, graviers)		
	B3c2	solide (ex : cailloux, blocs...)		
	B3c3	artificiel (ex : dalle béton, etc.)		
d. Berges et fonds avec ligneux	B3d	Racines de ligneux, branchages dans l'eau, flottants ou immergés		
X. Fond mixte ou indéterminé	B3X			

Figure 218 : Fiche de structuration des habitats de la mare

16.7. Conditions de réalisation technique et réglementaire

Bonne condition météo.
Aucune autorisation nécessaire.

16.8. Méthode(s) de traitement de l'information

16.8.1. *Analyse en laboratoire*

Suite à la phae de terrain, les spécimens sont identifiés à la loupe binoculaire (grossissement 40 à 60X) à l'aide des ouvrages et/ou collections de référence. Il est fréquent d'avoir recours à la dissection pour examiner les pièces génitales.

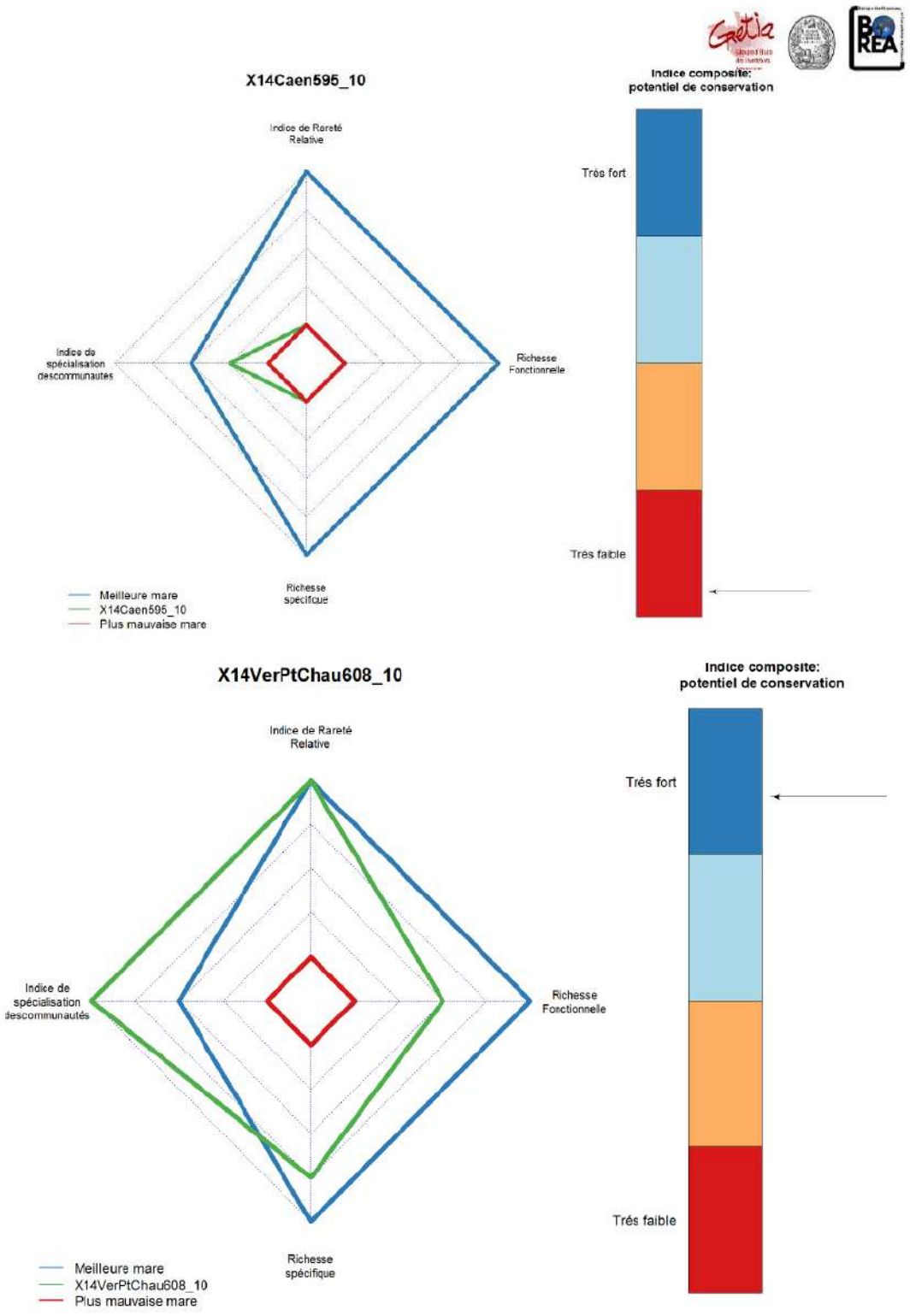
16.8.2. *Analyse(s) statistique(s)*

Une fois les espèces déterminées, une interprétation en lien avec le GRETIA sera nécessaire (fichiers de référence et de calcul).

Les quatre indices qui composent l'IcoCAM sont représentés dans l'espace via un graphique radar (répartition en 4 classes égales). L'indicateur final est représenté sur une échelle de valeur et non pas par une notation précise (graphique en barre en quatre classes : très faible potentiel à très fort potentiel). Une flèche permet de situer la mare étudiée sur cette échelle de valeur.

Le placement des mares sur l'échelle de valeur est affiné à chaque ajout de site étudié : le calcul de l'IcoCAM est systématiquement réalisé sur l'ensemble du référentiel.

L'IcoCAM est développé sur le logiciel « R ». Il a été élaboré par Boris Leroy (MNHN) et Lionel Picard (GRETIA). Il s'inspire de divers travaux préalables (Julliard et *al.* 2006, Leroy 2015, Leroy et *al.* 2012, Leroy et *al.* 2013, Leroy et *al.* 2014, Picard & Leroy 2015, Queney *et al.* 2004, Villégeret *al.* 2008).



Exemples de rendus graphiques suite à l'application de l'IcoCAM. La mare du haut correspond à une petite mare artificielle urbaine, la mare du bas est une grande mare située en contexte arrière-littoral.

16.9. Renseignement de l'indicateur d'état

État souhaité
Maintien d'un peuplement caractactéristique et diversifié d'Invertébrés aquatiques

Indicateur d'état
Richesse spécifique

Métriques
Nb d'espèces ; Effectif / espèce, abondance ou occurrence

Seuils
Les seuils définis pour cet indicateurs sont les suivants :

- 0 : Perte de 66% ou plus de l'occurrence de *Dolomedes plantarius* hors variations naturelles, perte 66% ou plus de la notation IcoCAM par rapport au premier état des lieux (état zéro à venir)
- 1 : Perte de 51 à 65% des occurrences de *Dolomedes plantarius*, perte 51 à 65% de la notation IcoCAM par rapport au premier état des lieux
- 2 : Perte de 36 à 50% des occurrences de *Dolomedes plantarius* hors variations naturelles, perte 36 à 50% de la notation IcoCAM par rapport au premier état des lieux
- 3 : Perte de 21 à 35% des occurrences de *Dolomedes plantarius*, perte 21 à 35% de la notation IcoCAM par rapport au premier état des lieux
- 4 : Maintien de la proportion de l'occurrence de *Dolomedes plantarius* (variation de 10-20 % acceptée), maintien ou amélioration de l'indice de fonctionnalité coléoptères
- 5 : Amélioration de l'occurrence de *Dolomedes plantarius* et de l'indice IcoCAM

16.10. Programmation

PÉRIODICITÉ & CALENDRIER										PÉRIODE											
2018	2019	2020	2021	2022	**2023**	2024	2025	2026	2027	J	F	M	**A**	**M**	J	J	A	S	**O**	**N**	D
(surlignés en vert clair et en gras, les années et mois de mise en œuvre de l'opération)																					
TEMPS DE TRAVAIL INDICATIF					21 j/an																
POSTE PRINCIPAL					Chargé de missions, Chargé d'études																

16.11. Durée et coût

Récolte des données
1 heure/mare par session (*20 mares sur 2 sessions*) = 40 heures soit 6 jours.
0.5 jour de préparation

Analyse en laboratoire
3 heures/mare de détermination (*20 mares*) = 60 heures soit 8.5 jours.
NB : il est probable que cette estimation annoncée par un spécialiste soit non réaliste pour un béotien.

Traitement des données

1 heure/mare de saisie des données (20 mares) = 20 heures soit 3 jours.

1 heure/mare de rédaction d'une fiche de restitution (*20 mares*) = 20 heures soit 3 jours.

Matériel

+/- 1500 € (binoculaire, filets surber, weaders, boîtes, équipements…)

Prestation possible auprès du GRETIA pour analyse et intéreprétation.

16.12. Personnes/Organismes ressources

GRETIA

16.13. Bibliographie

Julliard R., Clavel J., Devictor V., Jiguet F. & Couvet D., 2006 - Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. - Ecol. Lett. 9: 1237–44.

Leroy B. , Petillon J., Gallon R., Canard A. & Ysnel F., 2012 - Improving occurrence-based rarity metrics in conservation studies by including multiple rarity cut-off points. - Insect Conserv. Divers. 5: 159–168.

Leroy B., Canard A. & Ysnel F. 2013 - Integrating multiple scales in rarity assessments of invertebrate taxa. - Divers. Distrib. 19: 794–803.

Picard L. & Leroy B., 2015.- Inventaire des coléoptères aquatiques des mares de Basse-Normandie en vue de l'application d'un indice biologique. Rapport de synthèse 2011-2014. Rapport GRETIA pour le Conseil régional de Basse-Normandie, les Conseils généraux du Calvados, de la Manche et de l'Orne, et l'Agence de l'eau Seine-Normandie. 103 pp. + annexes.

Queney P., 2004 (mise à jour 2011).- Liste taxonomique des Coléoptère "aquatiques" de la faune de France. Le Coléoptériste, 7 (3)

supplément : 39 pp.

Villeger S. Mason N.W. & Mouillot D., 2008 - New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. - Ecology 89: 2290–2301.

Bibliographie

AFB. 2020. "Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels.". Agence Française de la Biodiversité. Accessed 22/01/2020. http://ct88.espaces-naturels.fr/.

Barnosky, AD, D Anthony, Nicholas Matzke, Susumu Tomiya, Guinevere Wogan, Brian Swartz, Tiago B Quental, Charles Marshall, Jenny L McGuire, Emily L Lindsey, and Kaitlin C Maguire. 2011. "Has the Earth/'s sixth mass extinction already arrived?" *Nature* 471 (7336): 51-57.

Barrioz, M, and C Miaud. 2016. Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France. POPAmphibien.

Beaune, David, and Yann Sellier. 2021. "Stream restorations with meanders increase dragonfly and damselfly diversity and abundance, including an endangered species." *Journal for Nature Conservation* 60: 125950.

Beaune, David, Yann Sellier, Gilles Luquet, and Frédéric Grandjean. 2018. "Freshwater acidification: An example of an endangered crayfish species sensitive to pH." *Hydrobiologia; The International Journal of Aquatic Sciences*: 26.

---. Soumis. "Freshwater acidification: An example of an endangered crayfish species sensitive to pH." *Hydrobiologia; The International Journal of Aquatic Sciences*: 26.

Cohez, Damien, Philippe Chauvelon, Nicole Yavercovski, and Lisa Ernoul. 2011. *Réserve Naturelle Régionale de la tour du Valat - Plan de gestion 2011-2015 section A - Diagnostic du site*. (Provence Alpes Côte d'Azur, France: RNR Tour du Valat).

Cormont, Anouk, GW Wieger Wamelink, René Jochem, Michiel F WallisDeVries, and Ruut MA Wegman. 2013. "Host plant-mediated effects of climate change on the occurrence of the Alcon blue butterfly (Phengaris alcon)." *Ecological modelling* 250: 329-337.

Coutouis, Adrien, and Suzanne Forestier. 2014. *Synthèse de 7 années d'études hydrologiques et hydrogéologiques sur la Réserve naturelle du Pinail, Master thesis*. University of Poitiers (Poitiers).

Dupont, Valentine, and Yann Sellier. 2017a. *Cartographie des habitats naturels de la Réserve naturelle nationale du Pinail*. GEREPI (Vouneuil-sur-Vienne (86), France: GEREPI).

---. 2017b. *Cartographie des mares de la Réserve naturelle nationale du Pinail - 2017*. GEREPI (Vouneuil-sur-Vienne (86), France: GEREPI).

Dupont, Valentine, Yann Sellier, and Kévin Lelarge. 2018. Inventaire des series et petites géoséries des mares de la réserve naturelle national du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne, France.

Eaufrance. 2017. "http://www.zones-humides.eaufrance.fr/milieux-en-danger." Accessed 2017/02/03.

Galkowski, Christophe, and Claude Lebas. 2015. *Guide d'identification des fourmis du genre Myrmica*. edited by Antarea. France: Antarea.

GEREPI. 1994. Plan de Gestion 1994-1998.

---. 2012. Rapport d'études 2012 de la Réserve naturelle du Pinail.

Hannah, Lee, David Lohse, Charles Hutchinson, John L Carr, and Ali Lankerani. 1994. "A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems." *Ambio*: 246-250.

Joly, P, and O Deheuvels. 1997. "Méthodes d'inventaire des communautés et des populations d'Amphibiens." *Peuplements d'amphibiens et génie écologique», Carignol, J., Deheuvels, O., Joly, P., Owaller, M*.

Kaufmann, Bernard, Jean-Luc Mercier, Raphaëlle Irtac-Bruneau, and Chmargounof Gaëlle. 2014. *Protocole d'échantillonnage simple permettant d'évaluer la présence et l'importance des Myrmica au sein des communautés de fourmis.* (France: CNRS, OPIE and CG Isère).

Labat, Frédéric. 2019. Synthèse des résultats du projet de recherche BIOME pour les plans d'eau de la réserve naturelle du Pinail. Campagne 2014.: Aquabio.

Langlois, Dominique, and Olivier Gilg. 2007. "Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les réserves naturelles de France." *Réserves Naturelles de France, Quétigny, France*.

Ledoux, B. 2006. *Inventaire et localisation des espèces de poissons sur les mares de la réserve Naturelle du Pinail (86). Recherche d'une espèce envahissante : la Perche soleil (Lepomis gibbosus).* BTS GPN 2 (Melle: GEREPI).

Lelarge, Kevin, Yann Sellier, and Valentine Dupont. 2018. Plan de gestion 2018-2027 de la Réserve naturelle nationale du Pinail - Vision, gestion et évaluation. Vouneuil-sur-Vienne, France: GEREPI.

Lelarge, Kévin, Yann Sellier, Clémentine Préau, and Valentine Dupont. 2018. Plan de gestion 2018-2027 de la Réserve naturelle nationale du Pinail - Diagnostic. Vouneuil-sur-Vienne, France: GEREPI.

Maillet, G. 2013a. *Protocole commun de suivi des Amphibiens des mares à l'aide d'Amphicapts.* (RNF).

Maillet, Grégory. 2013b. Protocole commun de suivi des amphibiens des mares à l'aide d'Amphicapts. Isère, France: RNF, CEN Isère.

Mallard, Fanny. 2016. Programme les sentinelles du climat. Tome II: Protocoles d'échantillonnage des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine.

Mallard, Fanny, Guillemette Labadie, Maximilien Lavagna, Kévin Romeyer, Grégory Caze, Maud Berroneau, Anthony Le Fouler, Sandy Bulté, Pierre-Yves Gourvil, David Soulet, Thomas Ruys, Gaëlle Caublot, Julien Jemin, Gilles Bailleux, Jean-Yves Georges, Stéphanie Darblade, Didier Leveau, Christophe Coïc, Pierre Lafon, Laurent Chabrol, Mickael Mady, Emma Valadas, Mathieu Molières, Ludovic Olicard, David Genoud, Matthieu Berroneau, Théo Constant, Frank d'Amico, Grégoire Oreyna, Gabrielle Sauret, and Elodie Malavialle. 2017. Programme les sentinelles du climat – Tome IV : Ajustement des protocoles d'échantillonnage et analyses exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine. In *LIFE Sentinelles du climat*. Le Hailan, France: Cistude Nature.

---. 2018. Programme "Les sentinelles du climat" Tome VI : Résultats exploratoires des indicateurs des effets du changement climatique sur la biodiversité en Nouvelle-Aquitaine. Le Hailan, France: Cistude Nature.

Manil, L, and PY Henry. 2007. Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF)-Suivi Temporel des Insectes Communs (STIC): Protocole National. Paris, France: MNHN France.

Mistarz, Margaux, and Lisa Grivel. 2020. Évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire. In *Cahier d'évaluation à l'échelle des*

sites Natura 2000. Version 1. Paris, France: UMS Patrinat - OFB/CNRS/MNHN.
Moore, NW. 1975. "Butterfly transects in a liner habitat 1964-1973." *Entomologist's Gazette* 26: 71-78.
Moreau, Pierre-Arthur. 2002. "Analyse écologique et patrimoniale des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord." Université de Savoie.
Pernat, Aurore, Yann Sellier, Clémentine Préau, and David Beaune. 2017. Effet du pâturage sur le lézard vert occidental (Lacerta biblineata Daudin, 1802) (Squamata: Lacertidae) en milieu de landes. France: Société Herpétologique de France.
Picard, Lionnel. 2019. Evaluation biologique des mares à l'échelle du bassin Loire-Bretagne : Application de l'IcoCAM. Année 3. Rapport du GRETIA pour l'agence de l'eau LOIRE-Bretagne, le département du Morbihan, le Département de l'Ille-et-Vilaine, le Département du Finistère, le Département de l'Orne, la Ville de Rennes, Brest Métropole, Lannion Trégor Communauté, le CEN Normandie Seine, le CEN Normandie Ouest et l'AMV. France: GRETIA.
Poitou-Charentes-Nature. 2016. Liste rouge du Poitou-Charentes : chapitre Amphibiens et Reptiles. Poitiers: Poitou-Charentes Nature.
---. 2017. Papillons de jour du Poitou-Charentes. Poitiers, France: Deux-Sèvre Nature Environnement, Charente Nature, Vienne Nature, Nature Environnement 17 et Muséum d'histoire naturel de la Rochelle.
Préau, Clémentine, and David Beaune. 2016. *Changements climatiques dans le pays Châtelleraudais : impacts et adaptation.* Réserve naturelle nationale du Pinail, GEREPI (Vouneuil-sur-Vienne: GEREPI).
Préau, Clémentine, Francis Isselin-Nondedeu, Yann Sellier, Romain Bertrand, and Frédéric Grandjean. 2018. "Predicting suitable habitats of four range margin amphibians under climate and land-use changes in southwestern France." *Regional Environmental Change*: 1-12.
Sellier, Yann. 2012. *Rapport d'études 2012 de la réserve naturelle nationale du Pinail.* GEREPI (Vouneuil-sur-Vienne, France: GEREPI).
---. 2015. *Rapport d'études 2015 de la réserve naturelle nationale du Pinail.* RNN du Pinail (Vouneuil-sur-Vienne, France: GEREPI). http://www.reserve-pinail.org/Rapport-d-etudes.html.
Sellier, Yann, and David Beaune. 2016. *Plan Régional d'Action Maculinea. Étude des peuplements Myrmica du Pinail sur trois modes de gestion. Évaluation de l'état de conservation de la dernière population régionale de Maculinea alcon alcon (Lepidoptera ; Lycaenidae).* Réserve naturelle nationale du Pinail, GEREPI (Vouneuil-sur-Vienne).
Sellier, Yann, Valentine Dupont, Sandra Cerclet, Tristan Berry, Adrien Maitrepierre, and Clémentine Préau. 2019. Rapport d'études 2019 de la réserve naturelle nationale du Pinail. Vouneuil-sur-Vienne, France: GEREPI.
Sellier, Yann, Valentine Dupont, Daniel Sugny, Gérald Gruhn, Gilles Corriol, Carole Hannoire, Pascal Hériveau, Christian Deconchat, Raphaël Hervé, Floriane Lefort, Justine Léauté, Bruno Coué, Didier Huart, Joseph Garrigue, Michel Hairaud, Alain Gardiennet, Vincent Lagardère, and Nicolas Debaive. 2021. *Prise en compte de la fonge dans les espaces naturels. Biologie, ressources documentaires, inventaires, suivis, analyses des données, bioindication, évaluation des impacts de gestion, intégration dans les plans de gestion.*, edited by Réserves Naturelles de France. Dijon, France: Réserves Naturelles de France.

Sellier, Yann, and Mattias Perez. 2015. *Protocole d'étude des impacts des modes de gestion sur les reptiles (Squamates) de la réserve naturelle nationale du Pinail (86).* Réserve naturelle nationale du Pinail (Vouneuil-sur-Vienne, France: GEREPI).

Sellier, Yann, Daniel Sugny, and Gilles Corriol. 2015. Protocole standardisé d'étude des champignons des pelouses et prairies maigres, les "CHEGD" (Clavaires, Hygrocybes, Entolomes, Géoglosses, Dermolomes). In *Bulletin de la Société Mycologique de France*. Paris, France: Société Mycologique de France.

Trouilhé, Marie-Cécile, Catherine Souty-Grosset, Frederic Grandjean, and Bernard Parinet. 2007. "Physical and chemical water requirements of the white-clawed crayfish (Austropotamobius pallipes) in western France." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17 (5): 520-538.

UICN. 2017. "http://www.iucnredlist.org/initiatives/amphibians/analysis." Accessed 2017/02/03.

UICN France, MNHN & SHF. 2015. La liste rouge des espèces menacées en France. Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine.

Van Dyck, Hans, and Sofie Regniers. 2010. "Egg spreading in the ant-parasitic butterfly, Maculinea alcon: from individual behaviour to egg distribution pattern." *Animal Behaviour* 80 (4): 621-627.

VIGIENATURE. 2020. Informations pour le protocole STOC-EPS. http://www.vigienature.fr/fr/observatoires/suivi-temporel-oiseaux-communs-stoc/detail-protocole-3362.

Williamson, Thomas. 2013. Suivi de la Fauvette pitchou Sylvia undata (Boddaert, 1783) sur les brandes du Pinal : Historique et perspectives. Poitiers, France: LPO Vienne.

Annexes

Annexe N°1 : Atlas cartographique des landes sentinelles
Annexe N°2 : Atlas cartographique des quadrats des landes sentinelles
Annexe N°3 : Atlas cartographique des mares (permanence de l'eau, types de mares)
Annexe N°4 : Atlas cartographique des mares sentinelles
Annexe N°5 : Atlas cartographique des 20 mares de référence des mares sentinelles
Annexe N°6 : Atlas photographique des 20 mares de référence des mares sentinelles

Annexe N°1 : Atlas cartographique des landes sentinelles

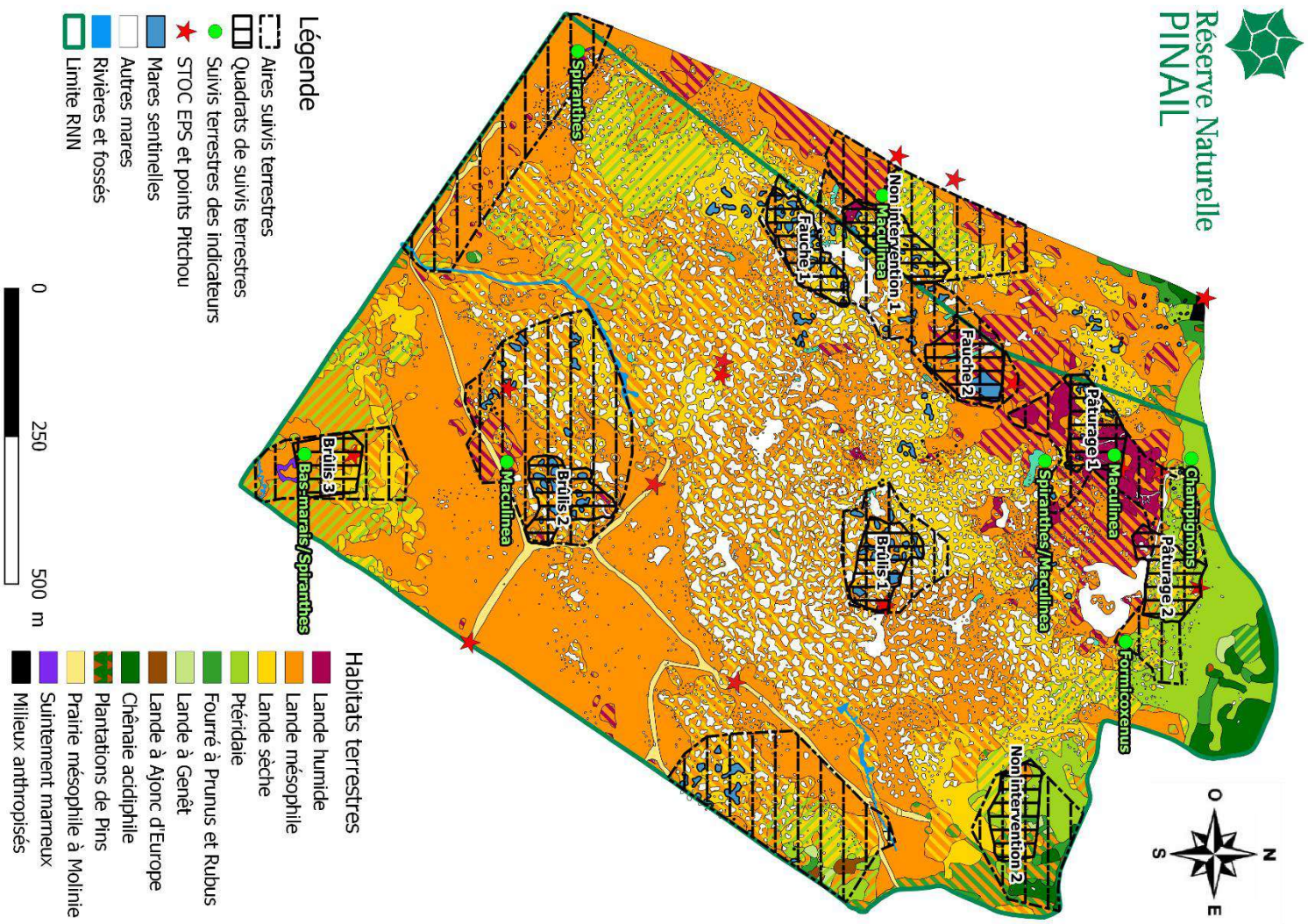


Figure 219 : Carte globale de répartition des aires sentinels et des quadrats sentinels de la réserve naturelle nationale du Pinail

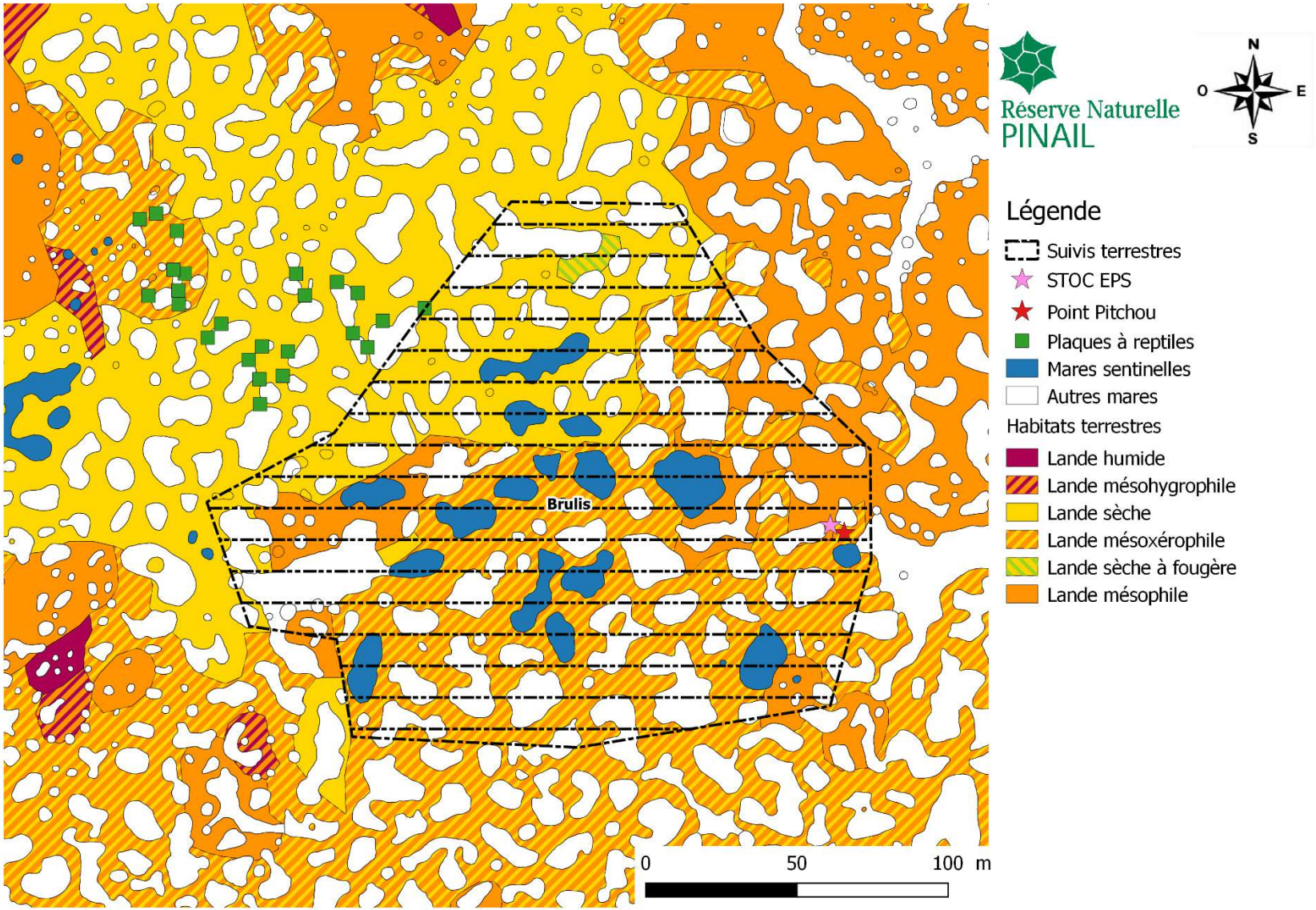


Figure 220 : Aire sentinelle brûlis du secteur G

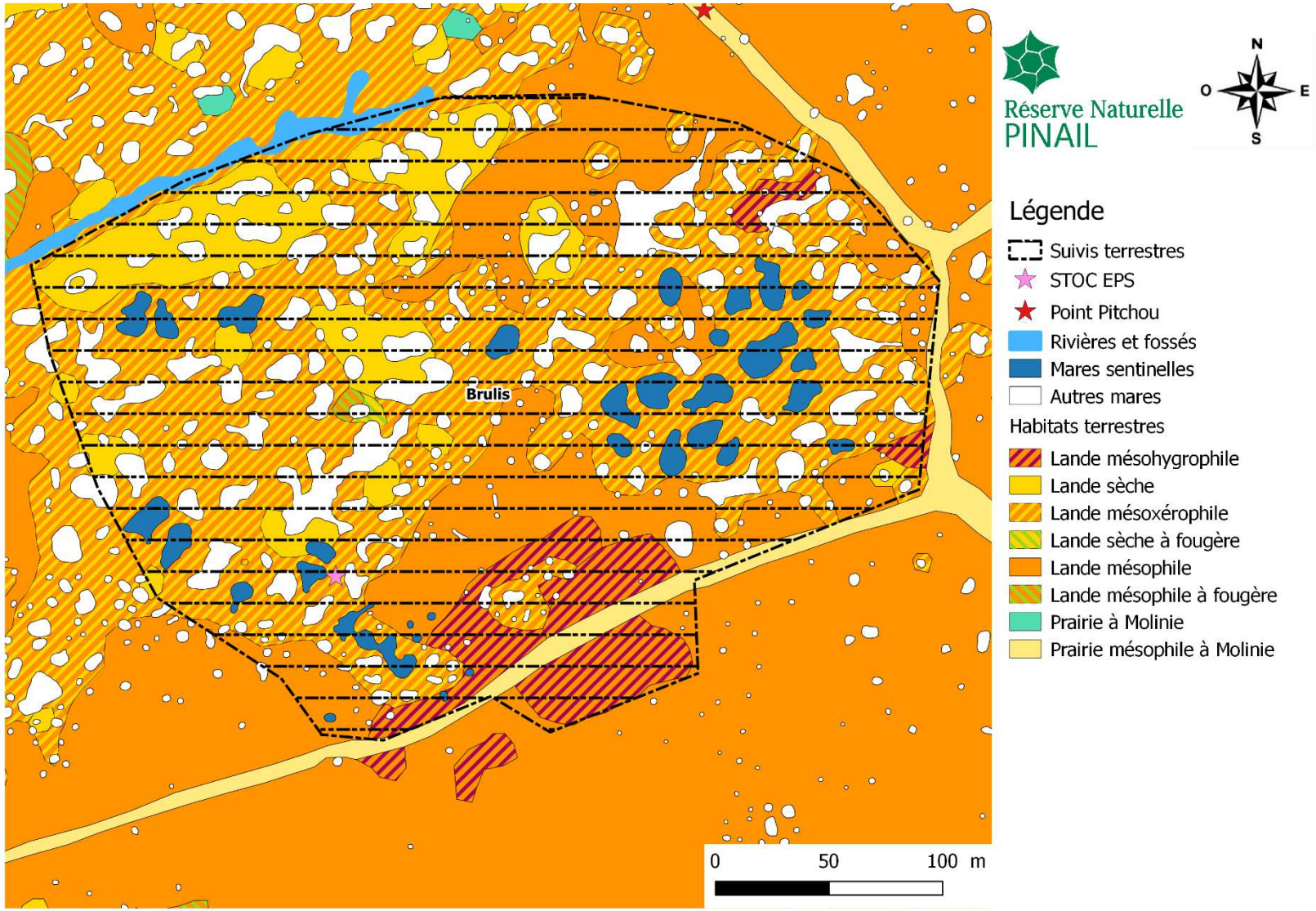


Figure 221 : Aire sentinelle brûlis du secteur E

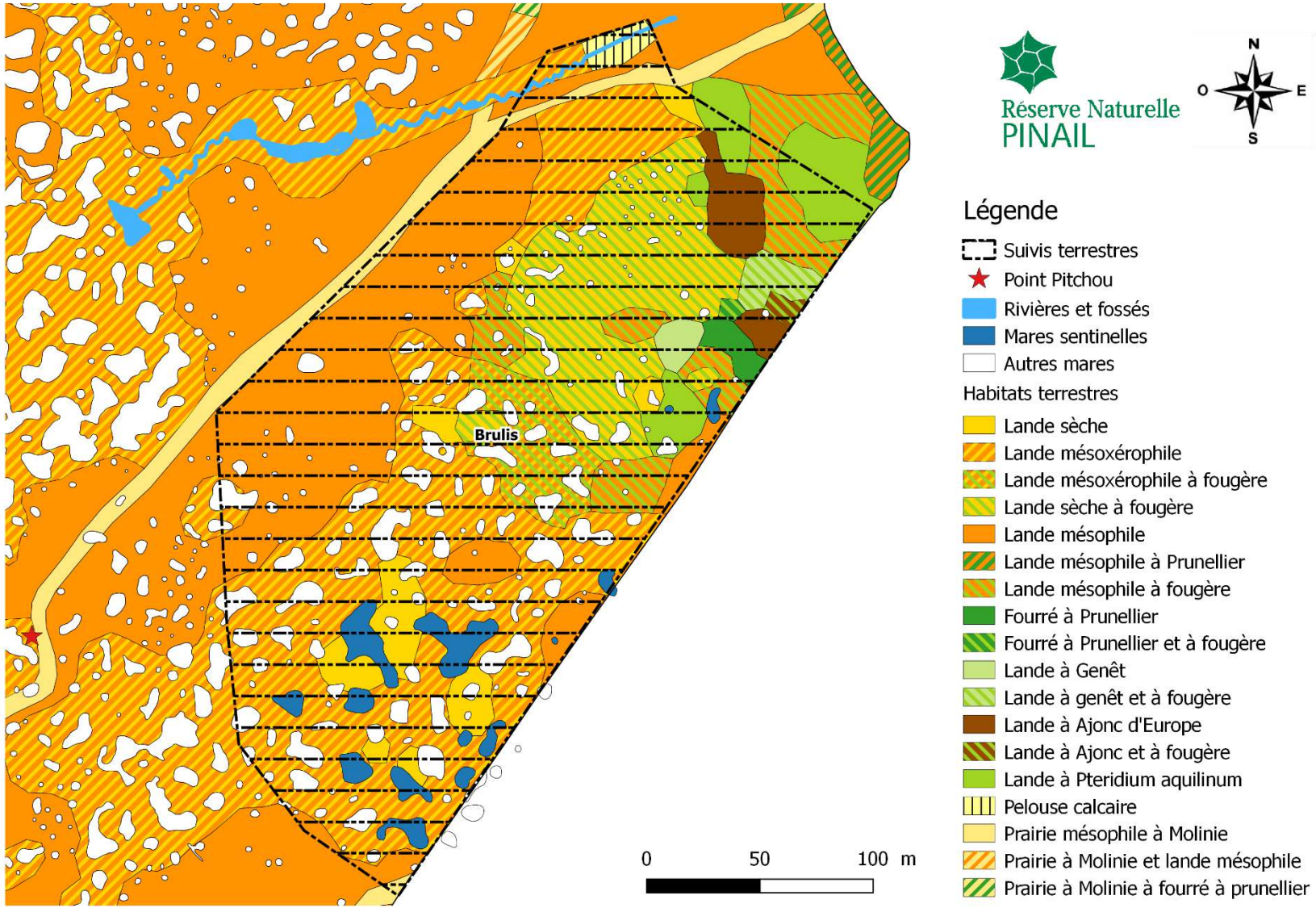


Figure 222 : Aire sentinelle brûlis du secteur L

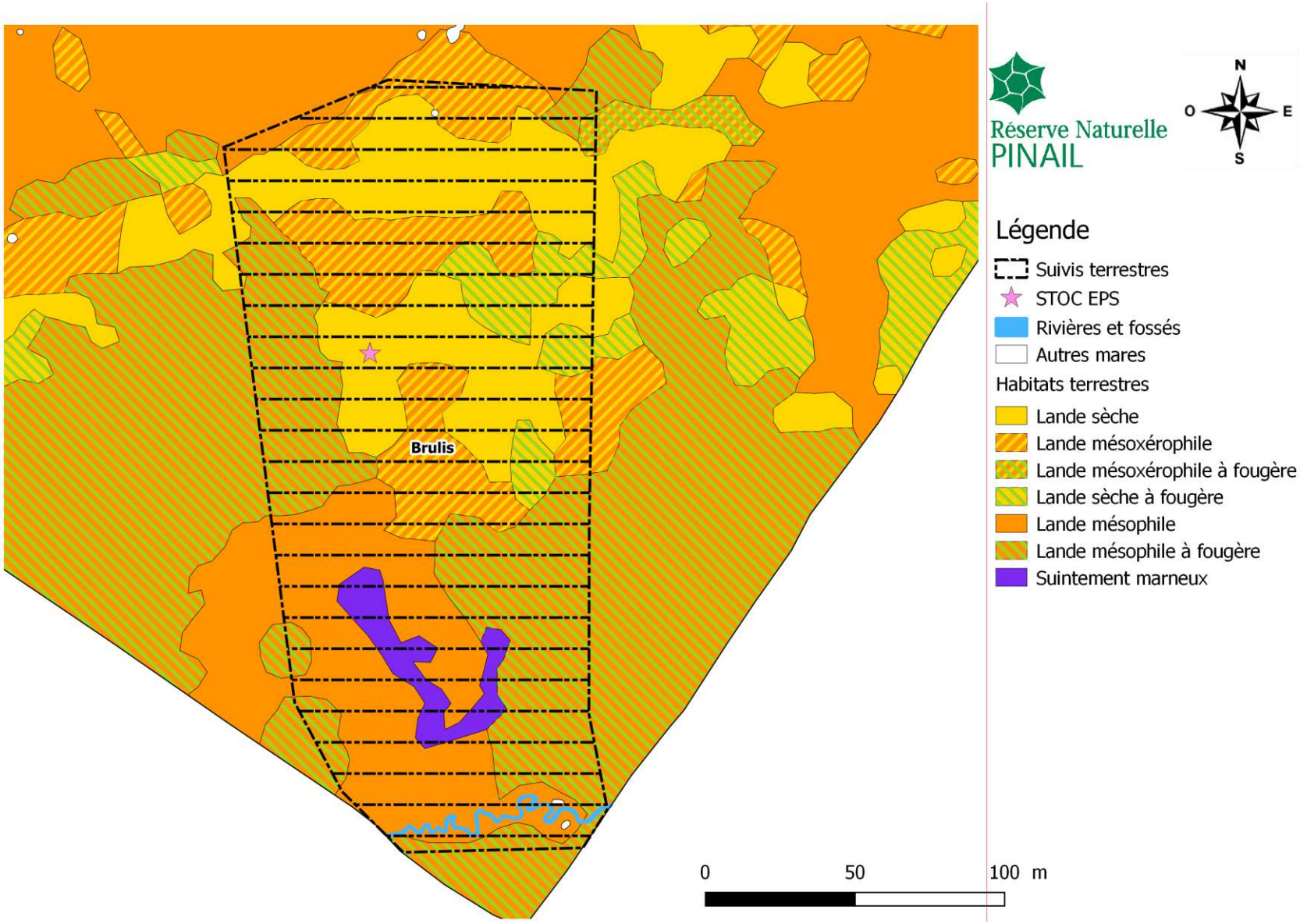


Figure 223 : Aire sentinelle brûlis du secteur I

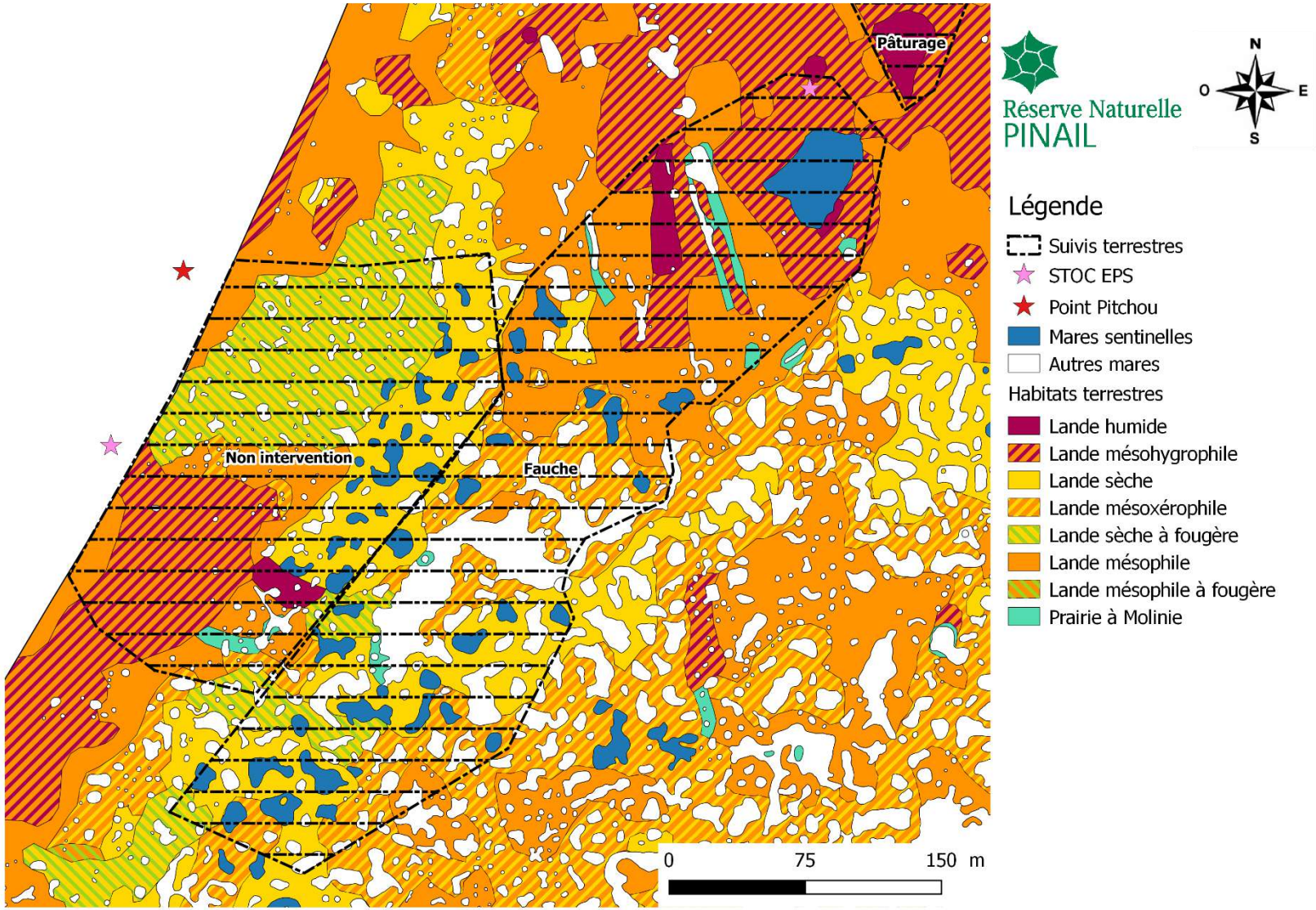


Figure 224 : Aires sentinelles non intervention du secteur T et fauche du secteur T et Q

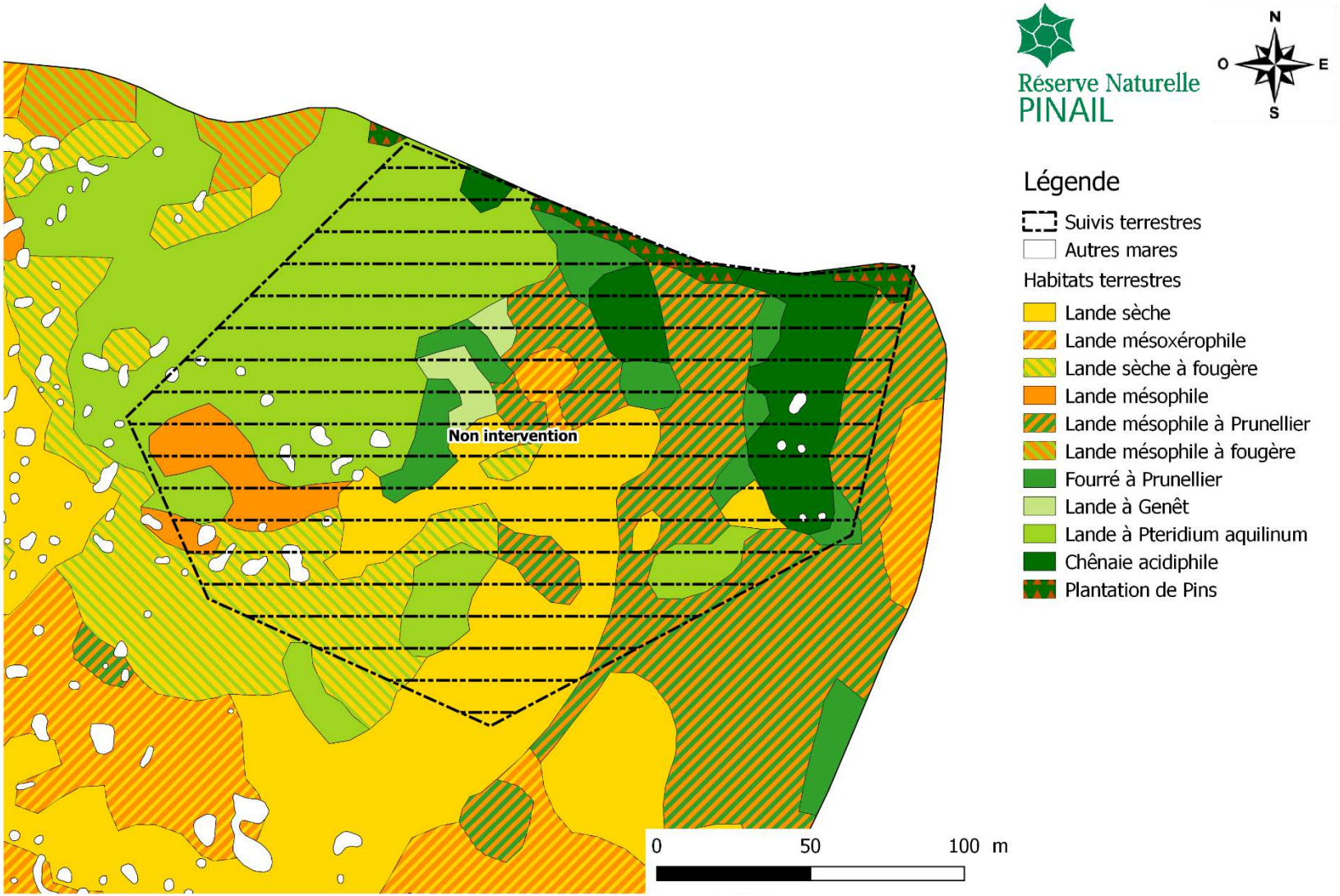


Figure 225 : Aire sentinelle non intervention du secteur P

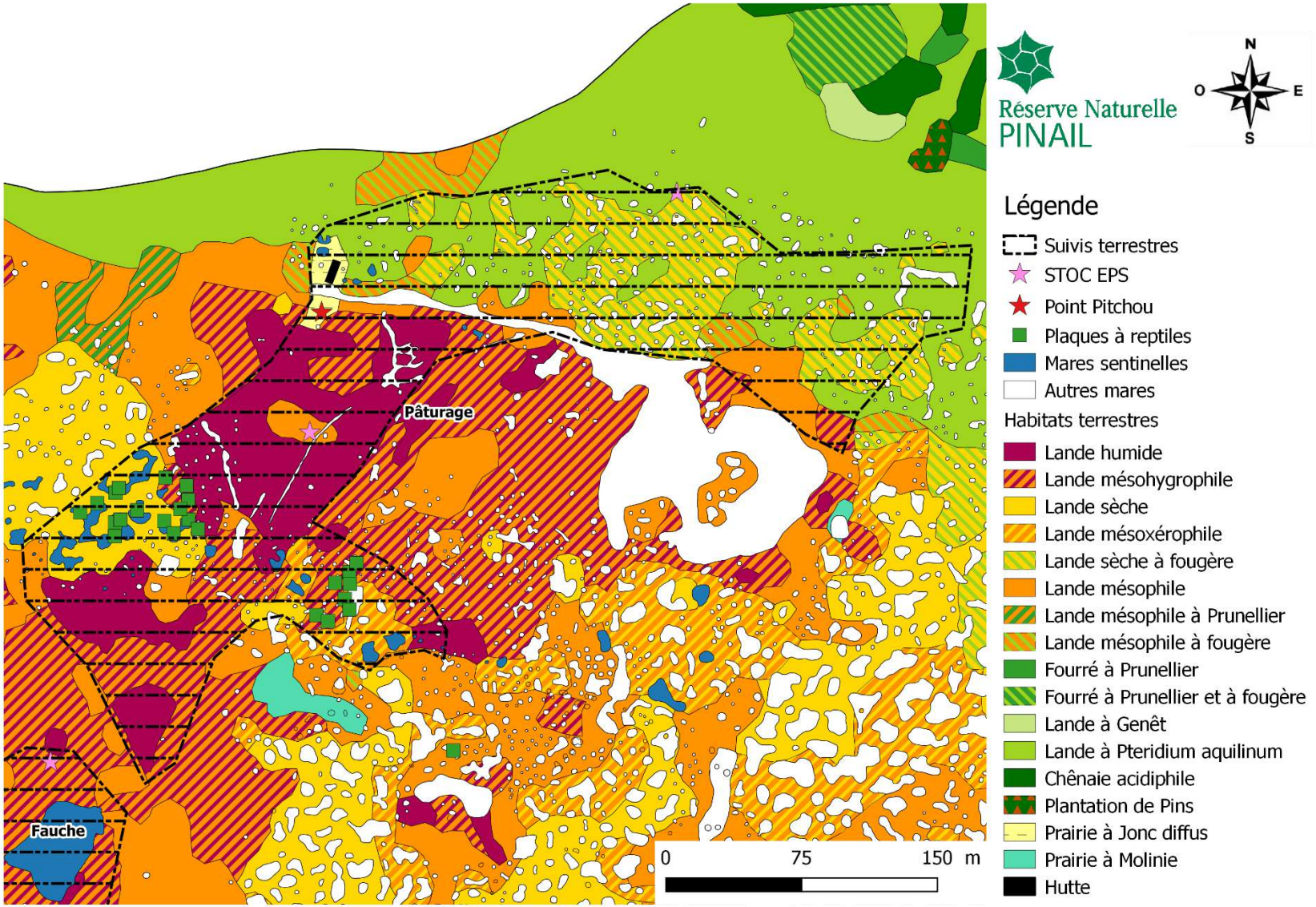


Figure 226 : Aire sentinelle pâturage du secteur Q et D

Annexe N°2 : Atlas cartographique des quadrats des landes sentinelles

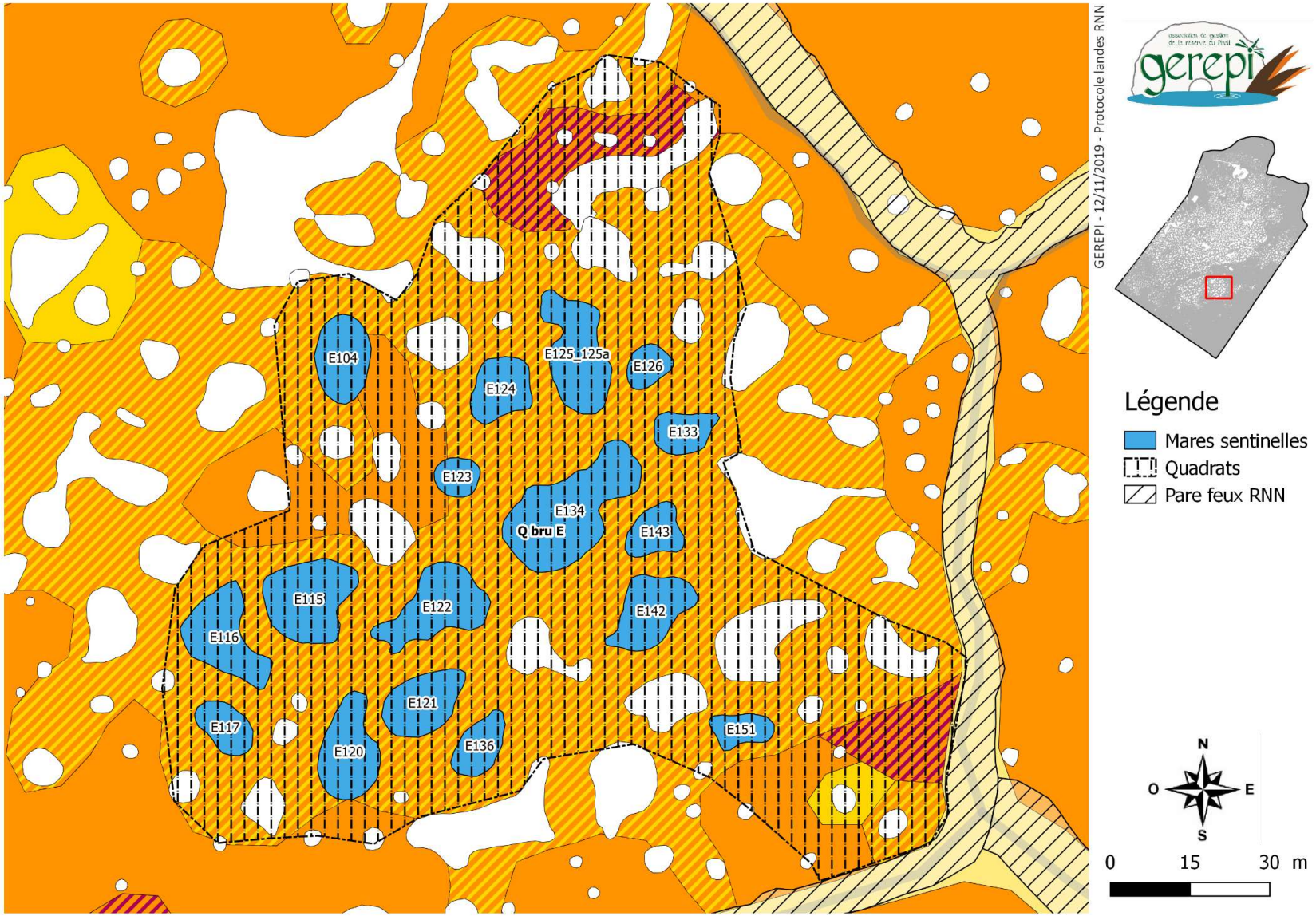


Figure 227 : Quadrat Brulis du secteur E

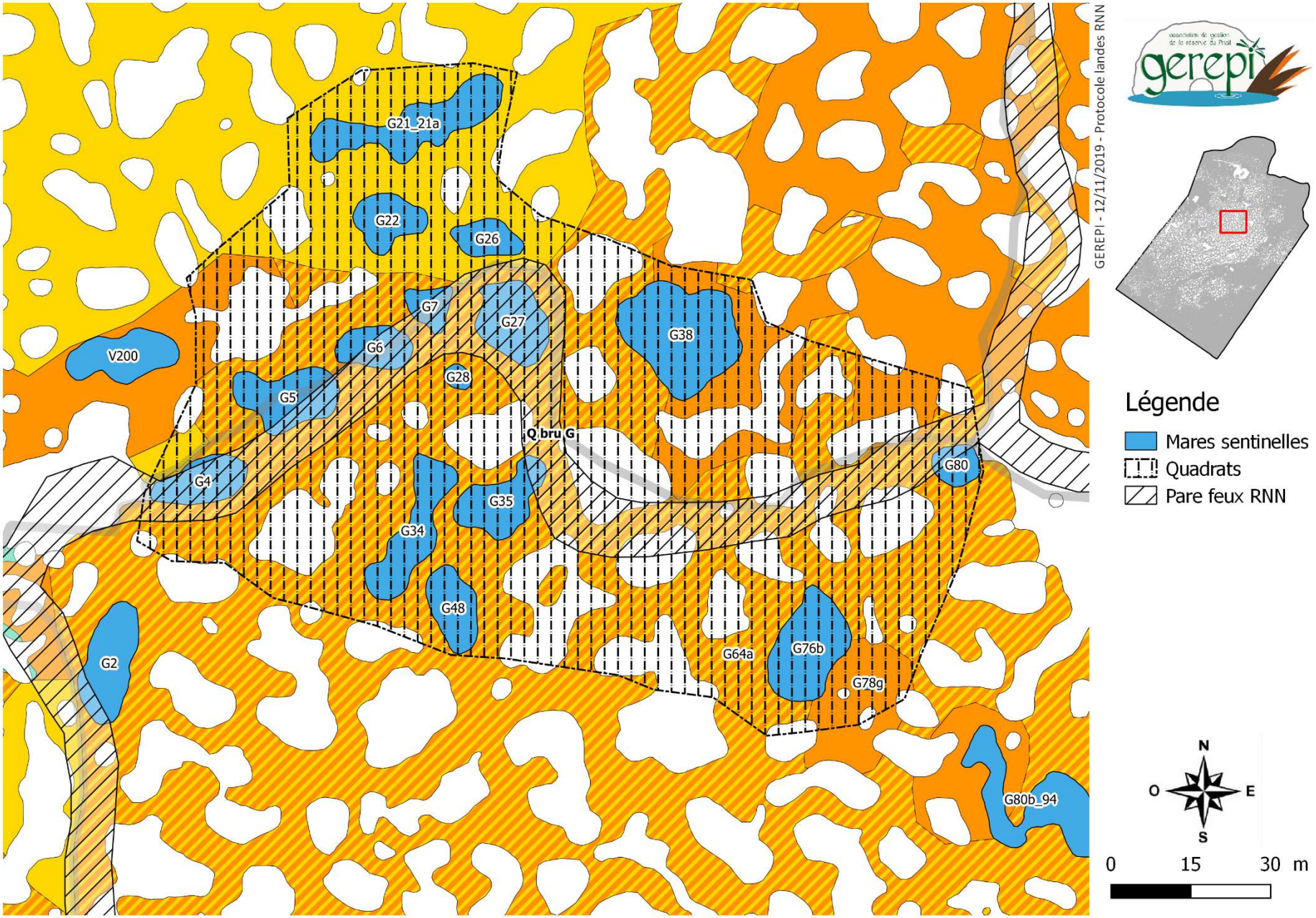


Figure 228 : Quadrat brûlis du secteur G

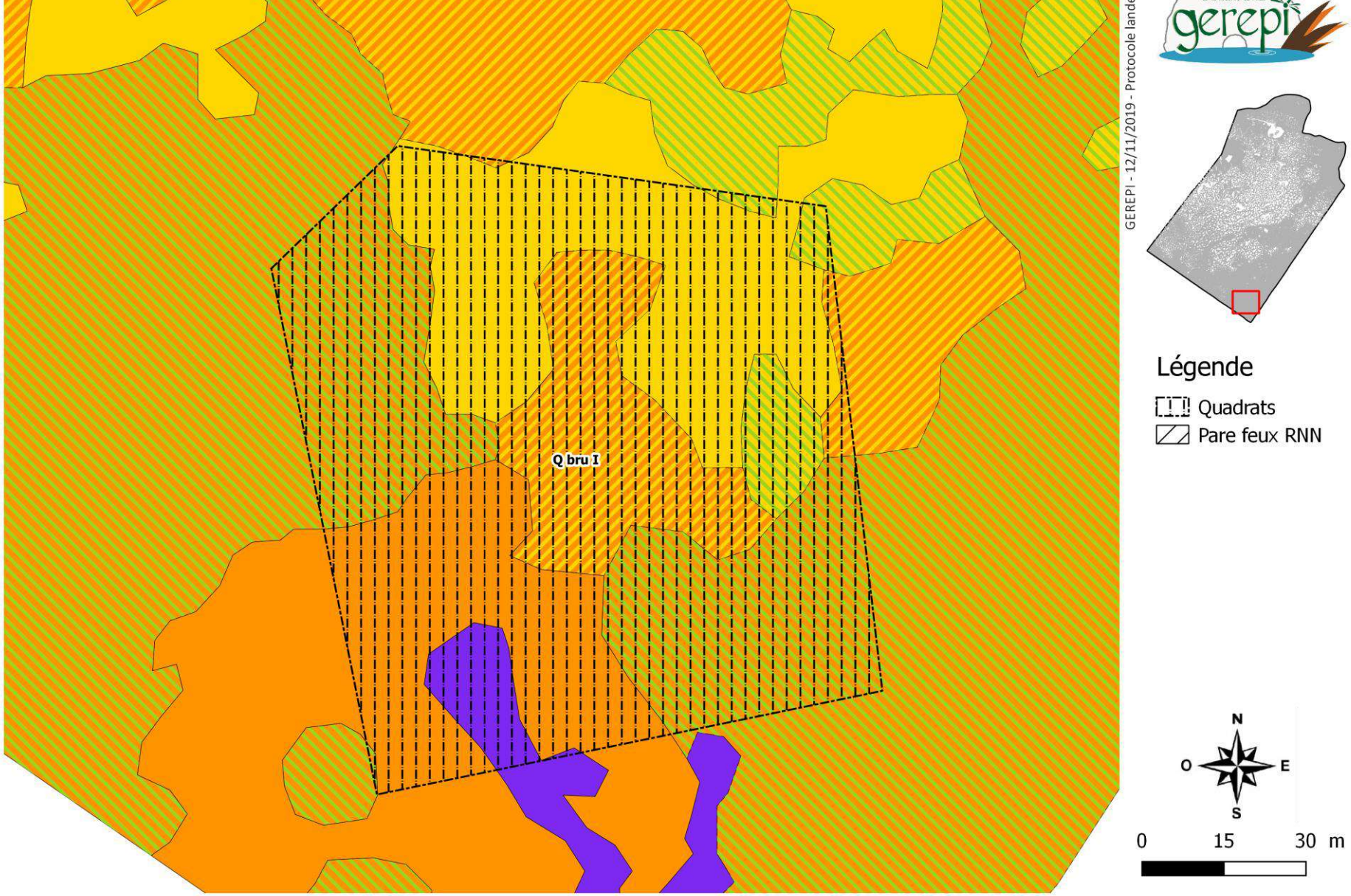


Figure 229 : Quadrat brûlis du secteur I

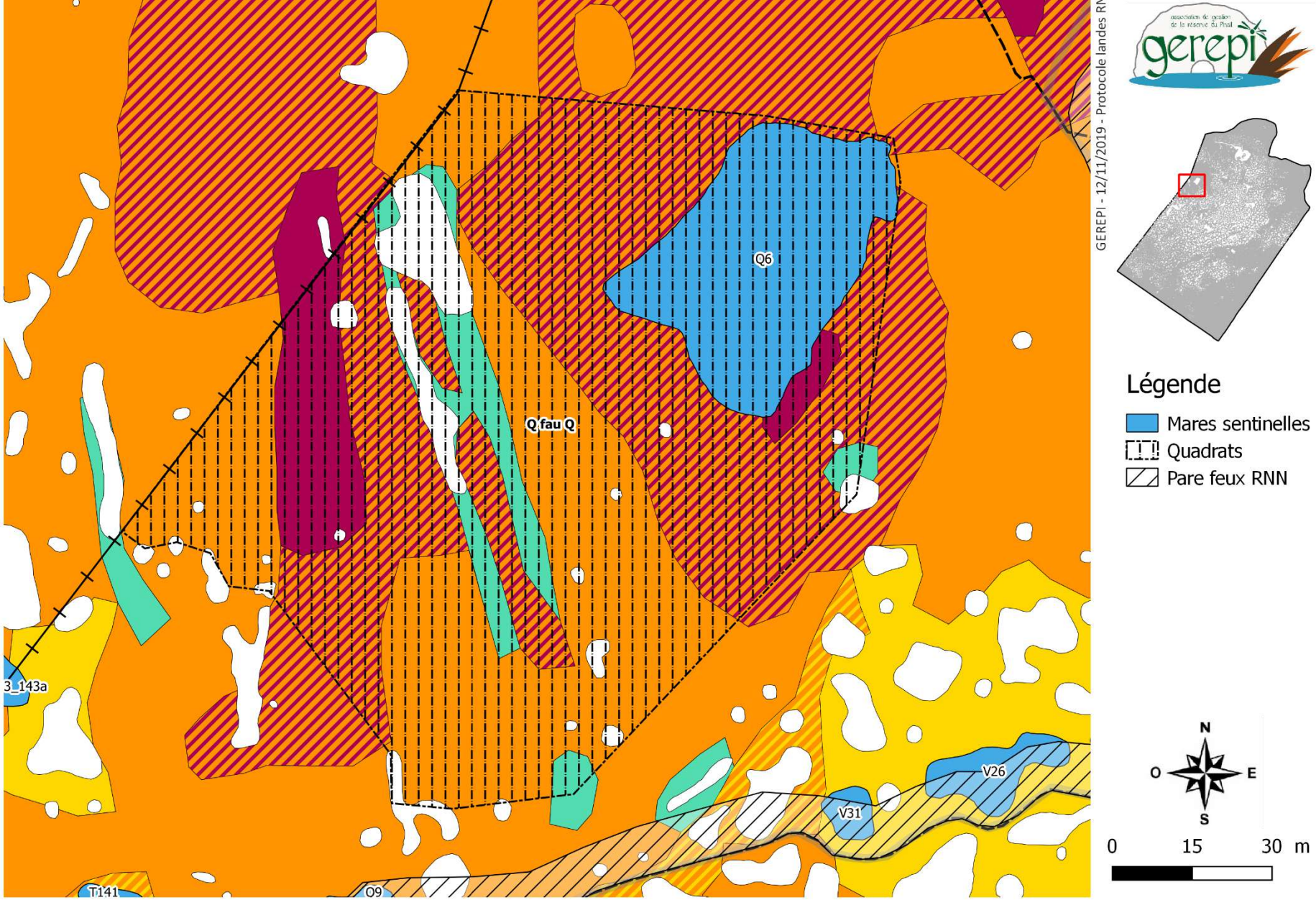


Figure 230 : Quadrat fauche du secteur Q

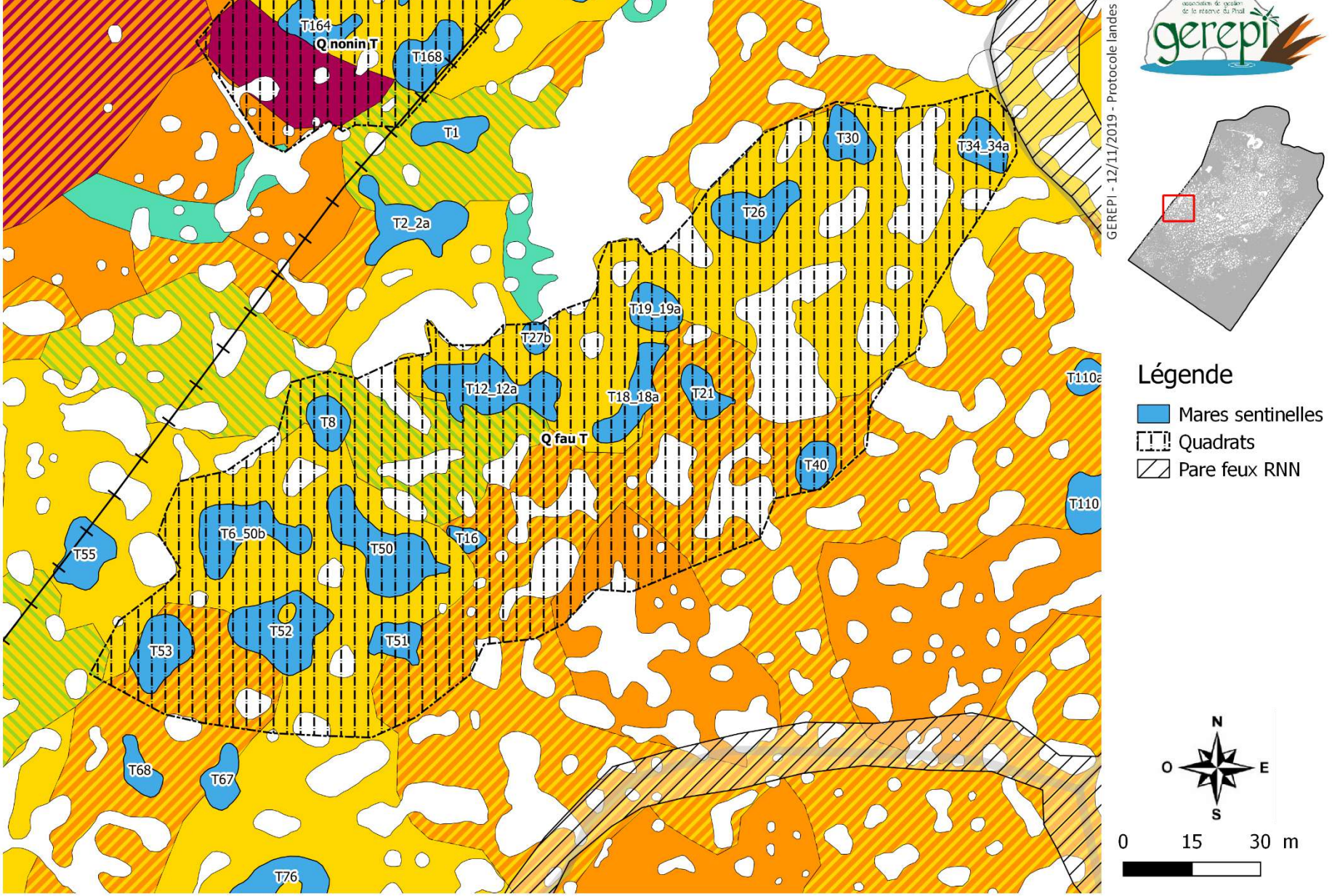


Figure 231 : Quadrat fauche du secteur T

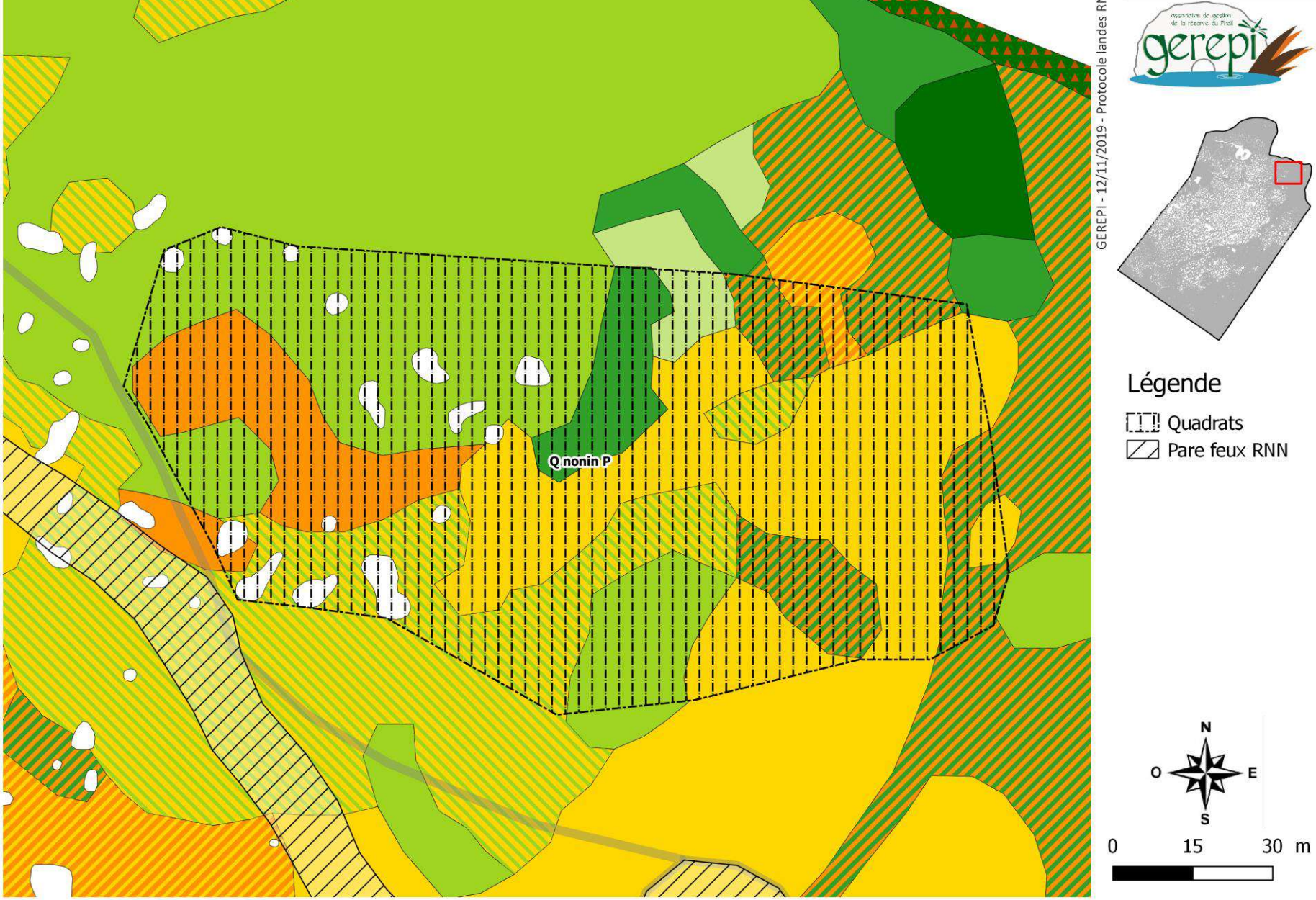


Figure 232 : Quadrat non-intervention du secteur P

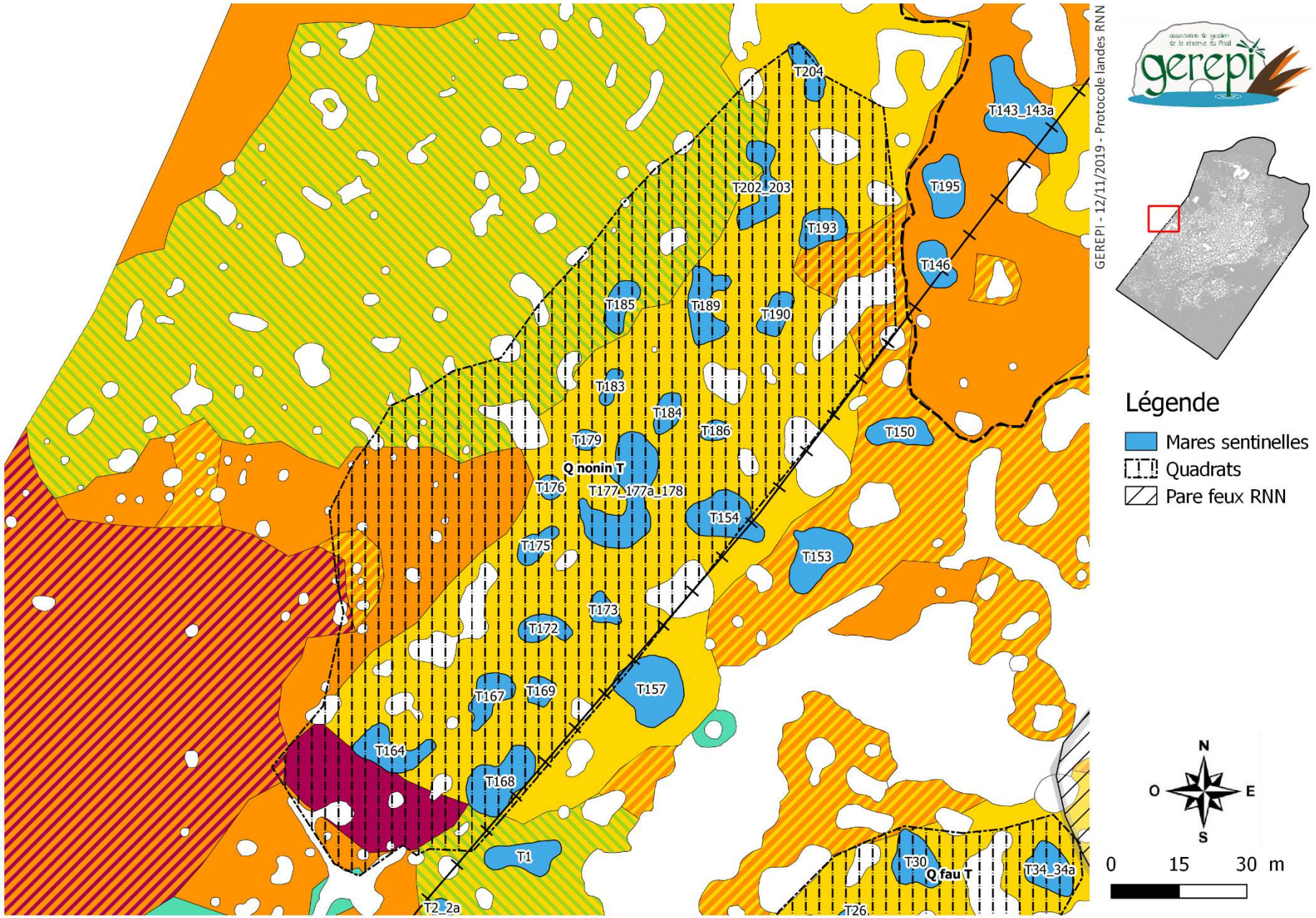


Figure 233 : Quadrat non-intervention du secteur T

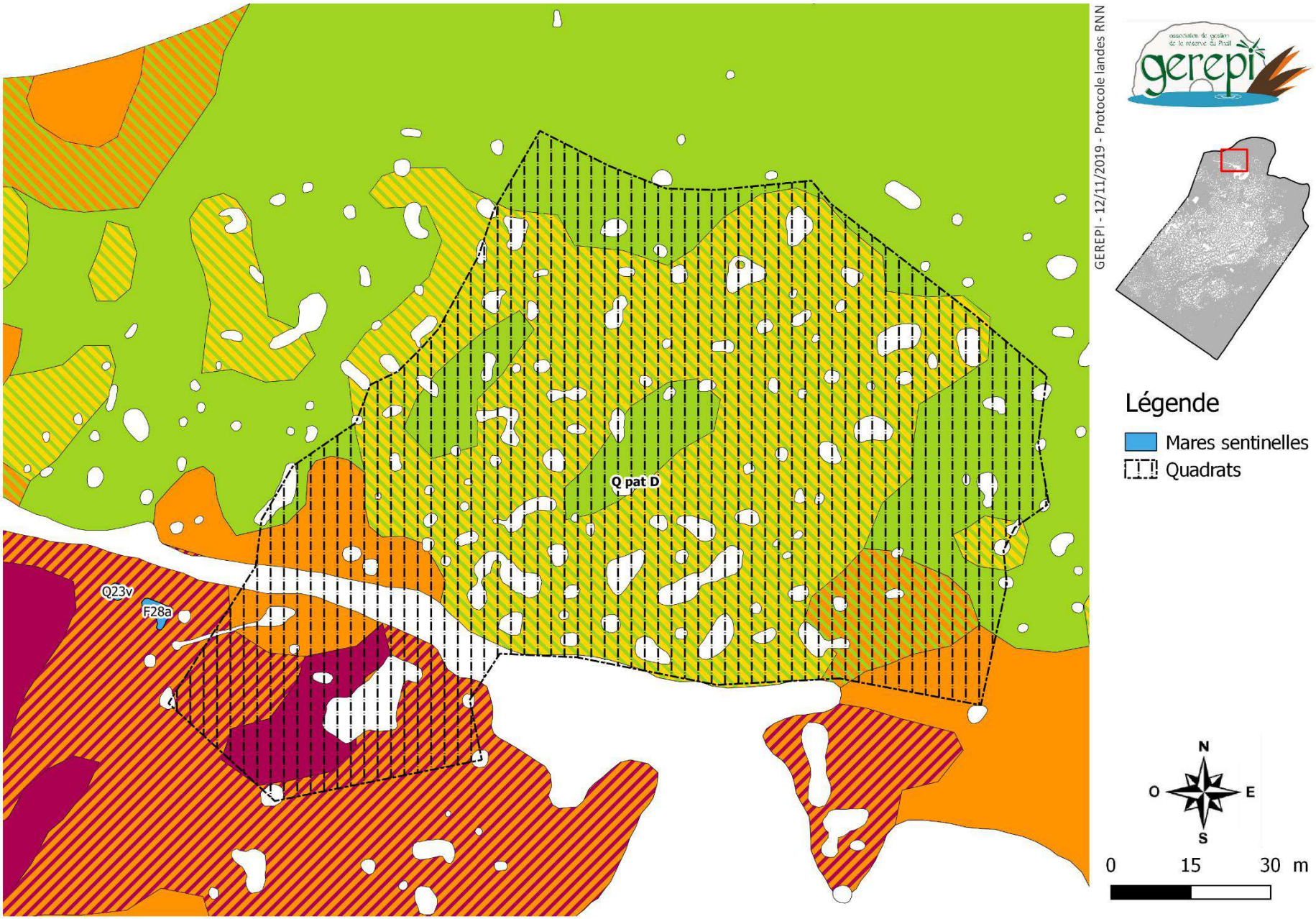


Figure 234 : Quadrat pâturage du secteur D

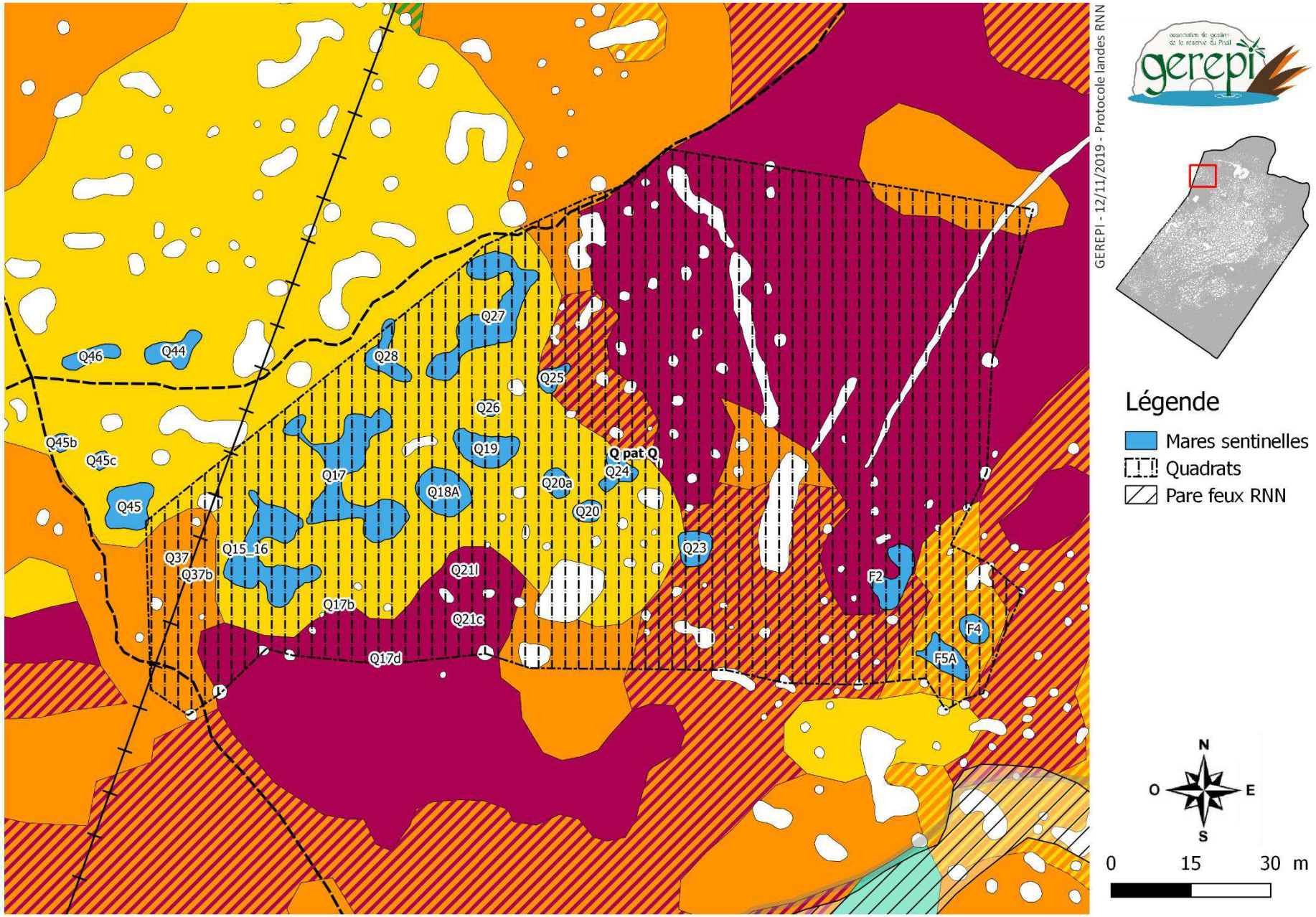


Figure 235 : Quadrat pâturage du secteur Q

Annexe N°3 : Atlas cartographique des mares (permanence de l'eau, types de mares)

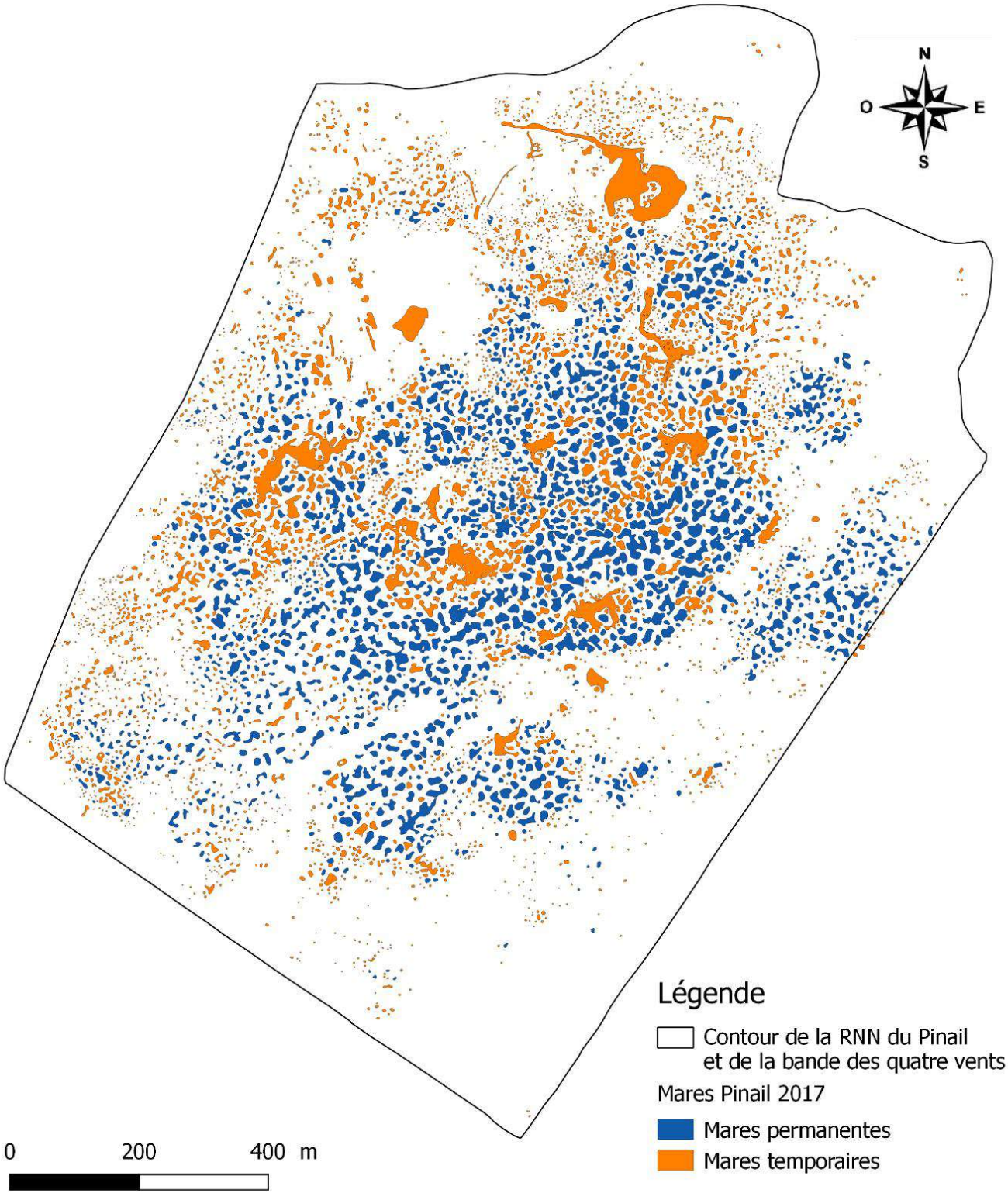


Figure 236 : Répartition des mares temporaires et permanent de la Réserve naturelle du Pinail et bande des quatre vents

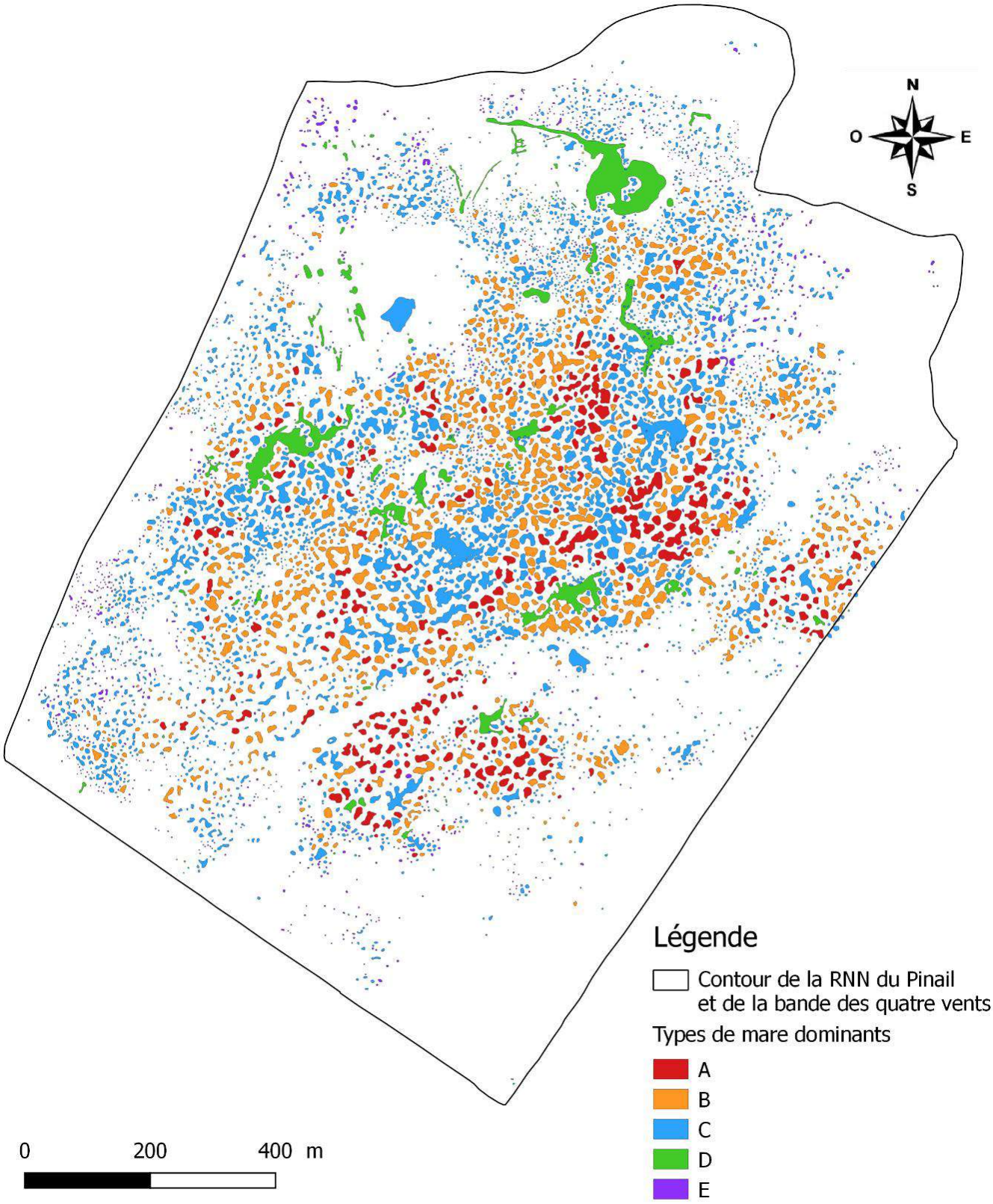


Figure 237 : Répartition des types de mares sur la Réserve naturelle du Pinail et la bande des quatre vents

Annexe N°4 : Atlas cartographique des mares sentinelles

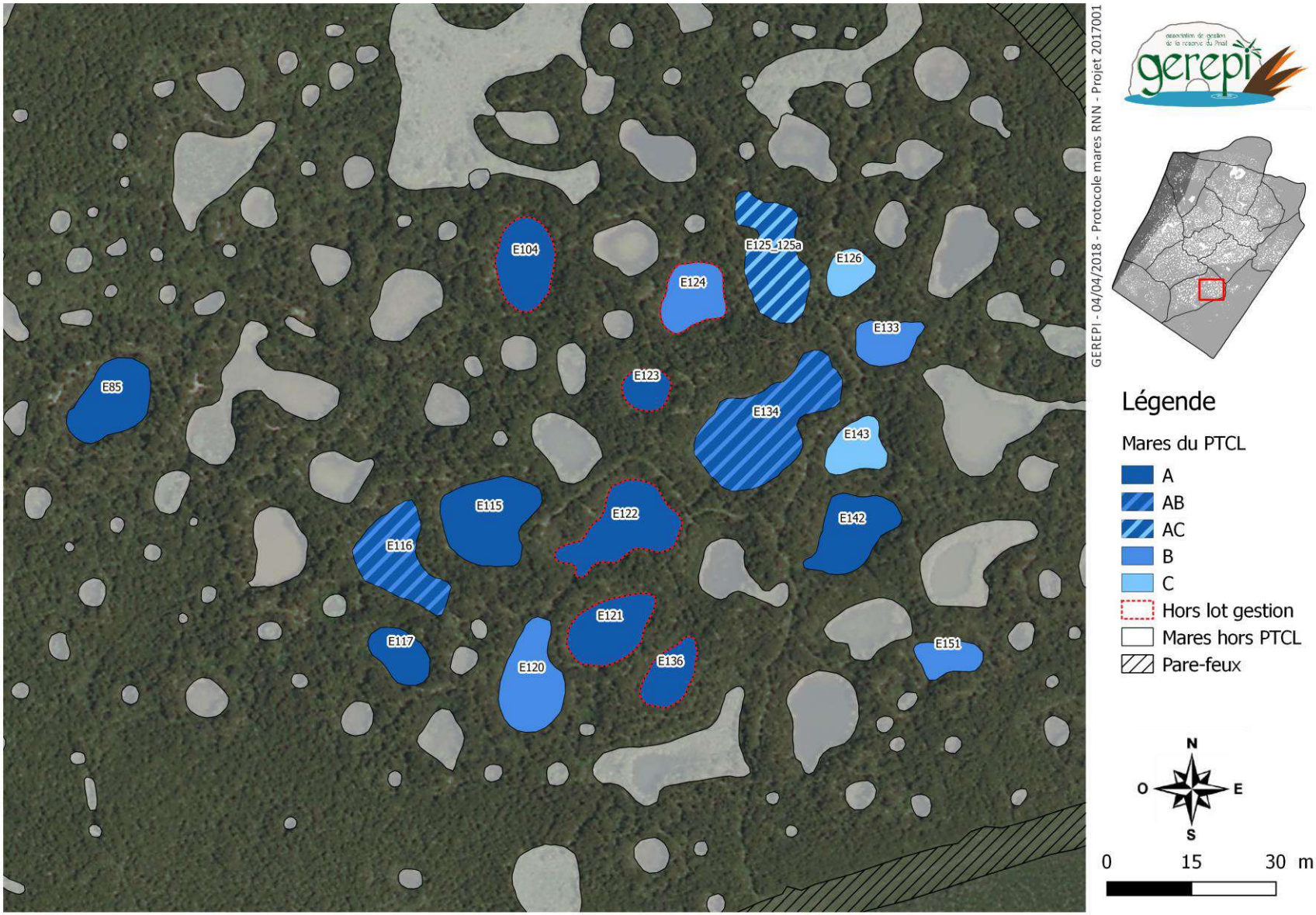


Figure 238 : Mares sentinelles du secteur E (1/3)

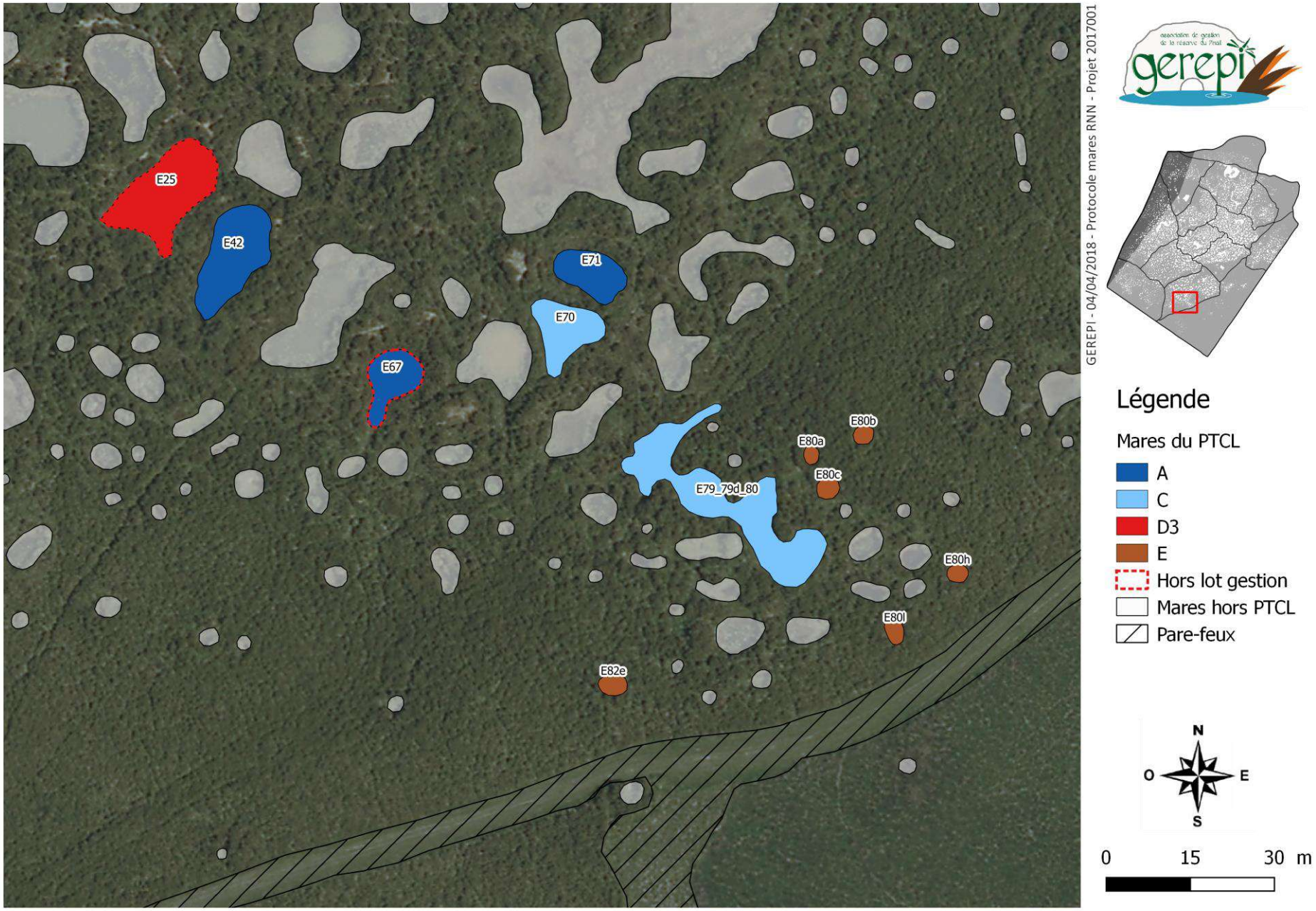


Figure 239 : Mares sentinelles du secteur E (2/3)

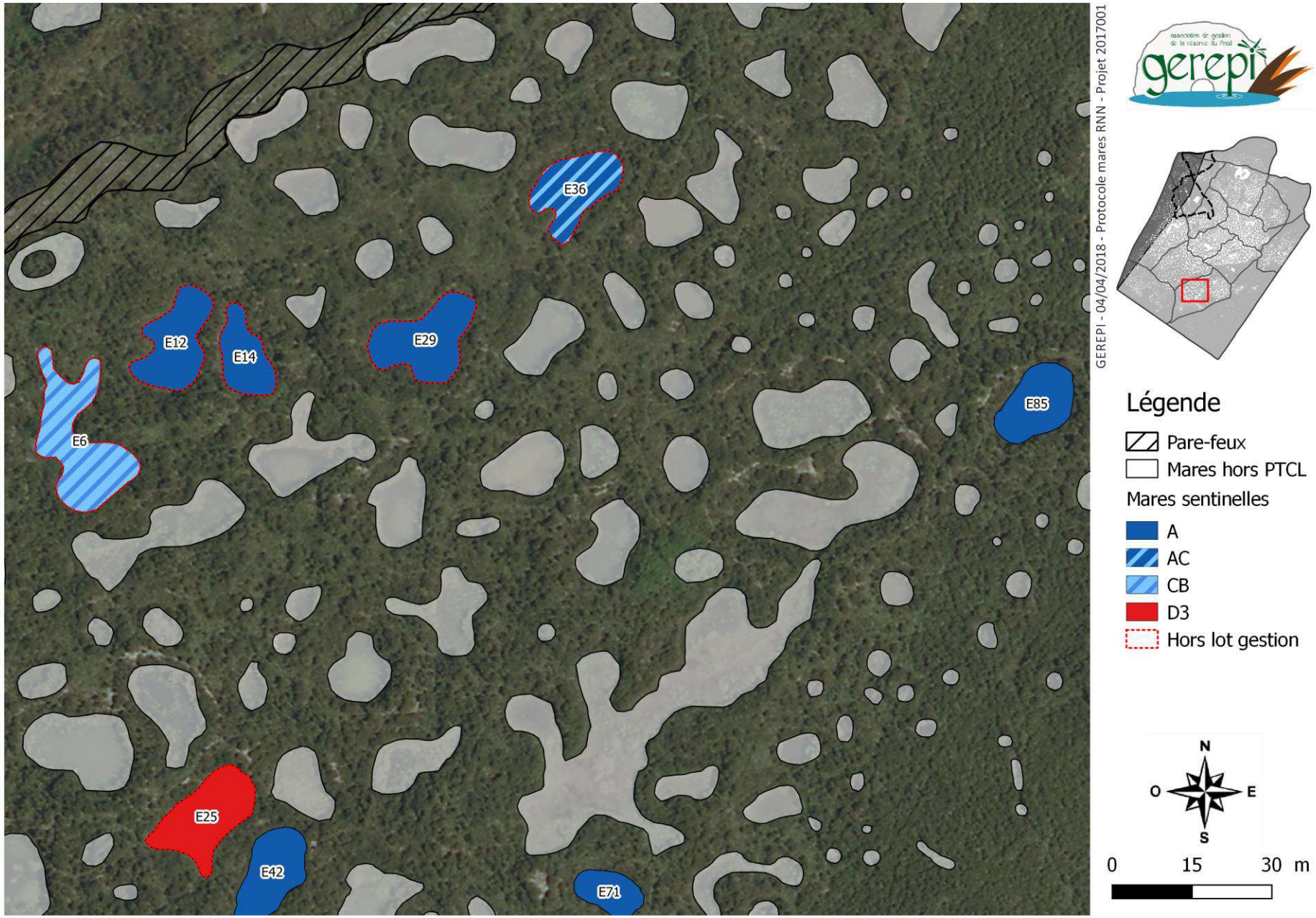


Figure 240 : Mares sentinelles du secteur E (3/3)

Figure 241 : Mares entinelles du secteur L (1/2)

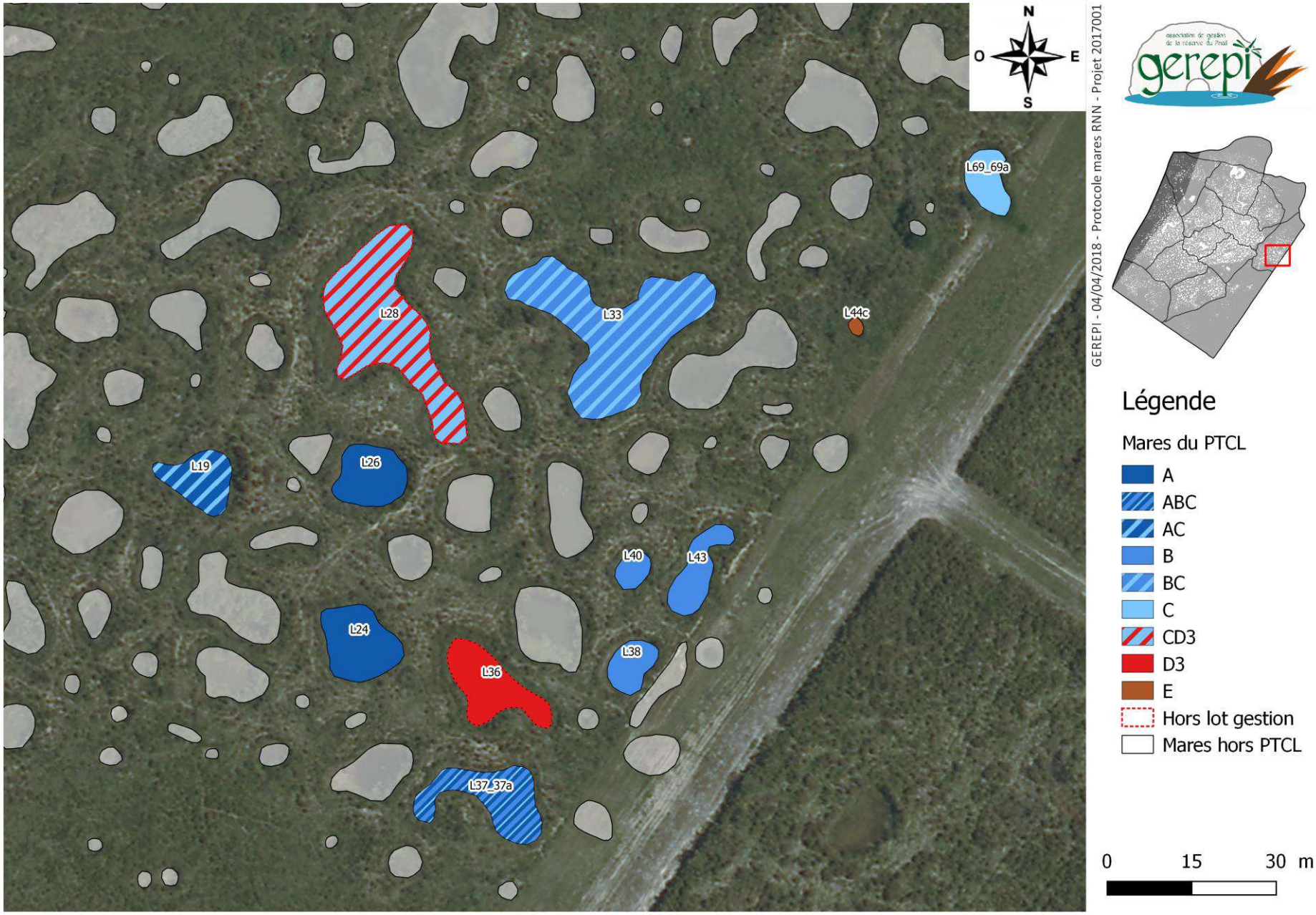


Figure 242 : Mares sentinelles du secteur L

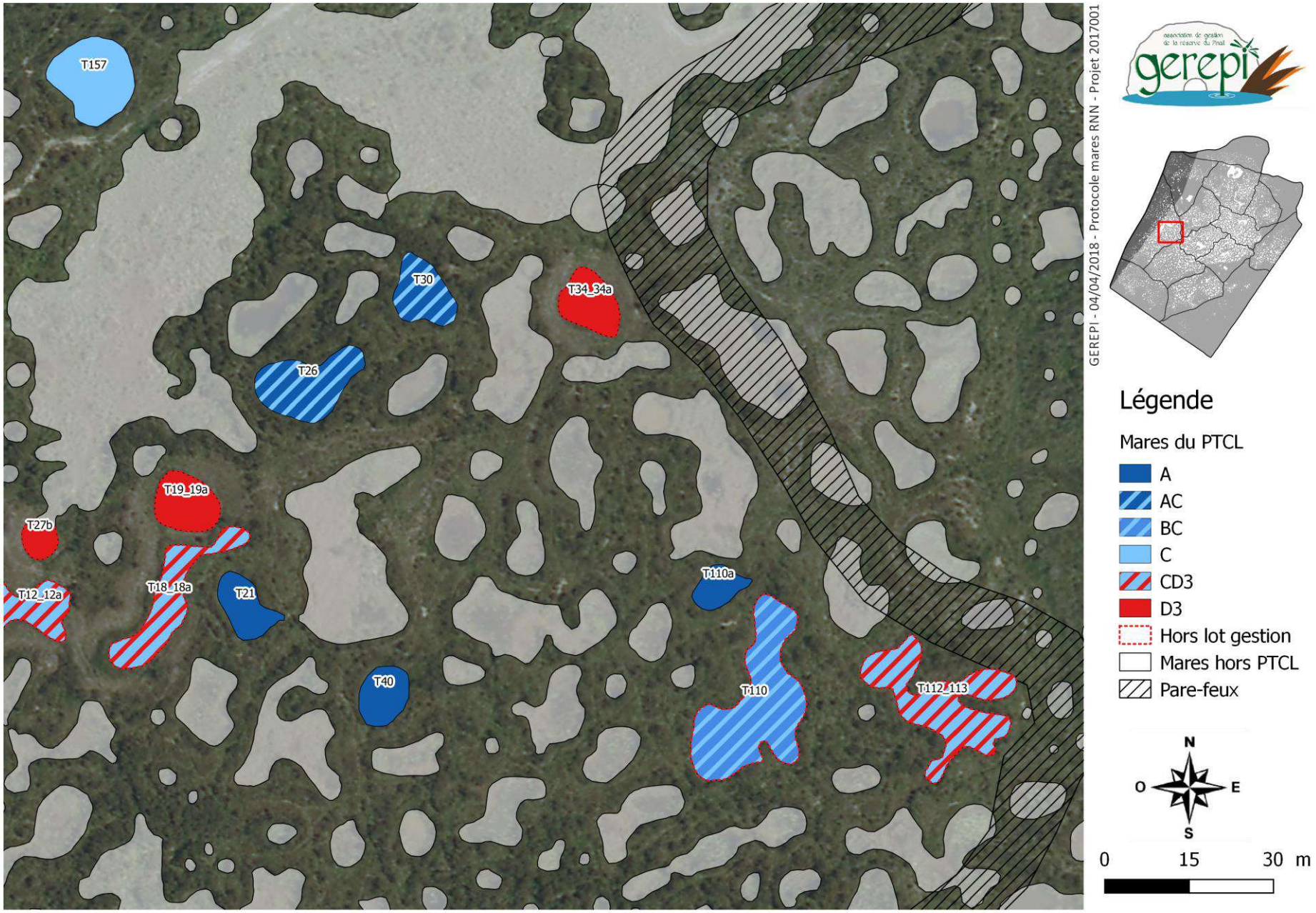


Figure 243 : Mares sentinelles du secteur T (1/4)

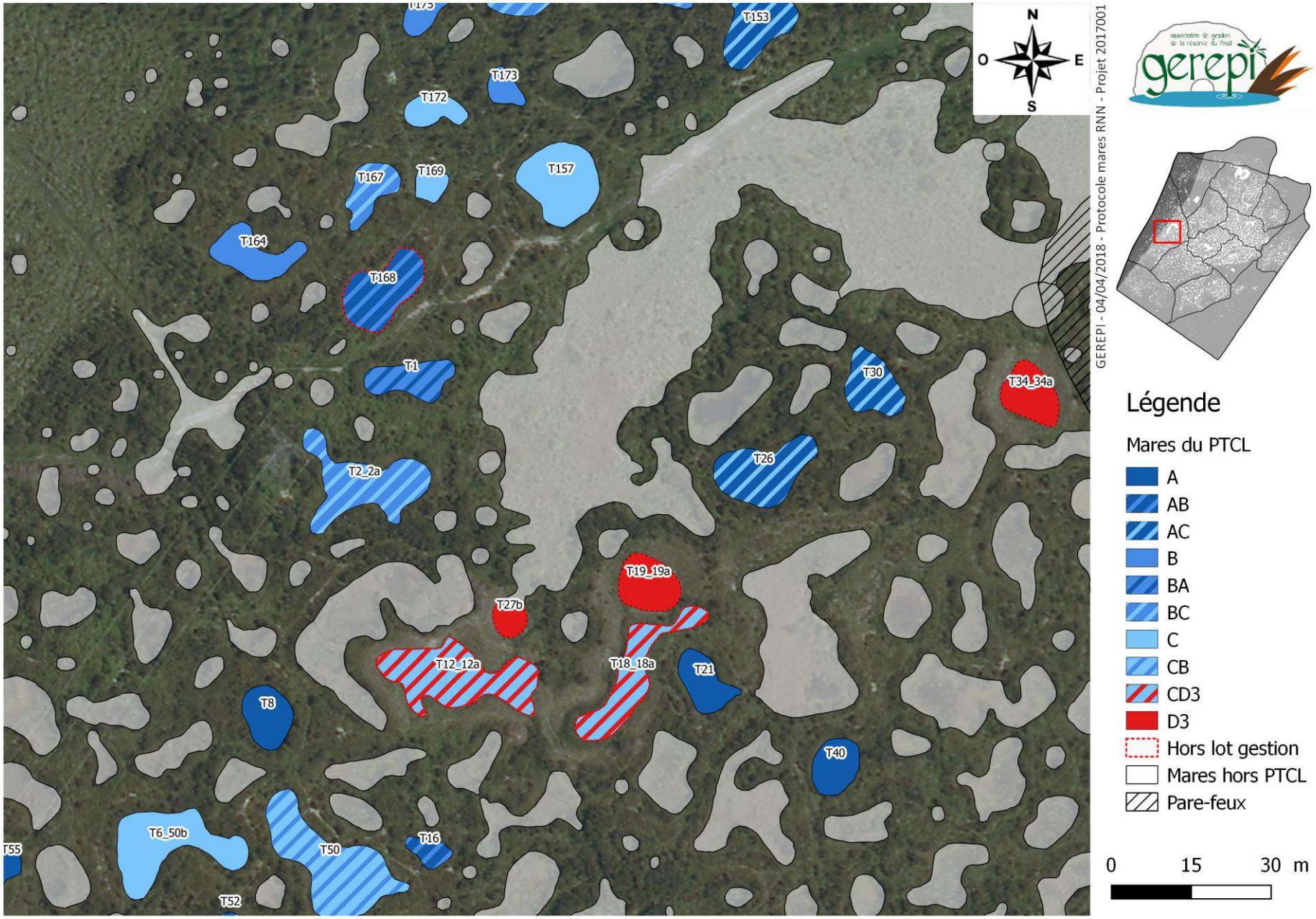


Figure 244 : Mares sentinelles du secteur T (2/4)

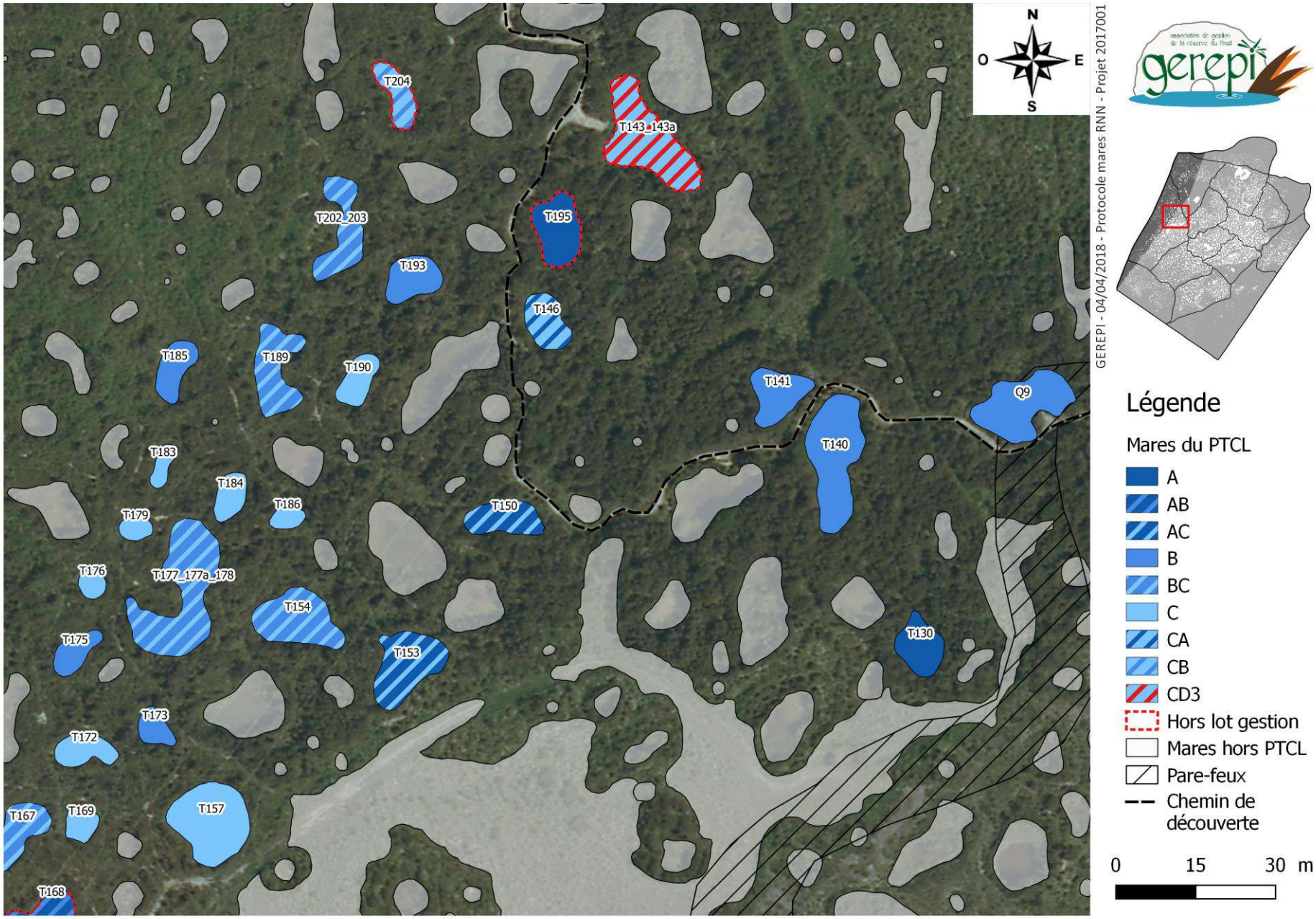


Figure 245 : Mares sentinelles du secteur T (3/4)

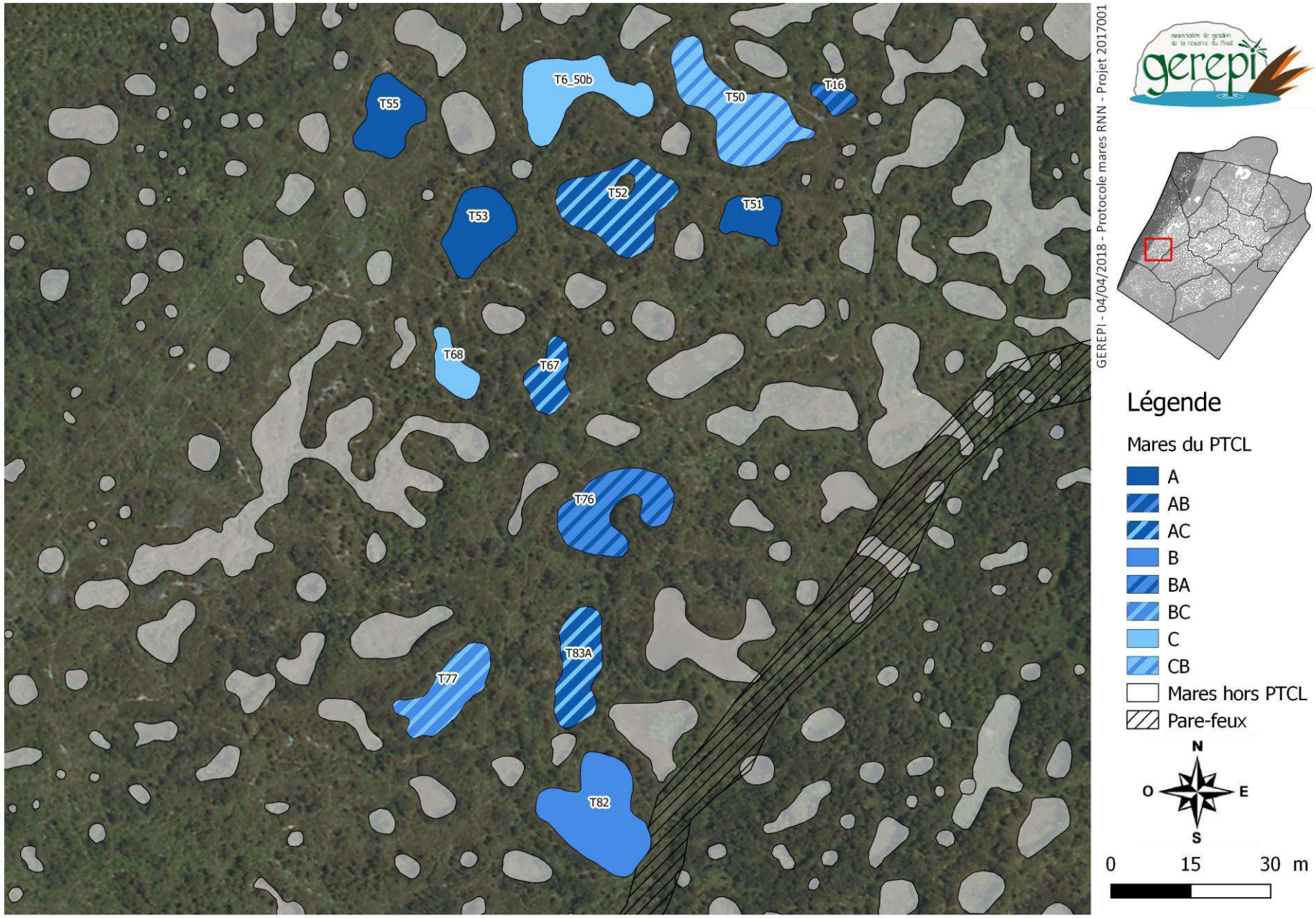


Figure 246 : Mares sentinelles du secteur T (4/4)

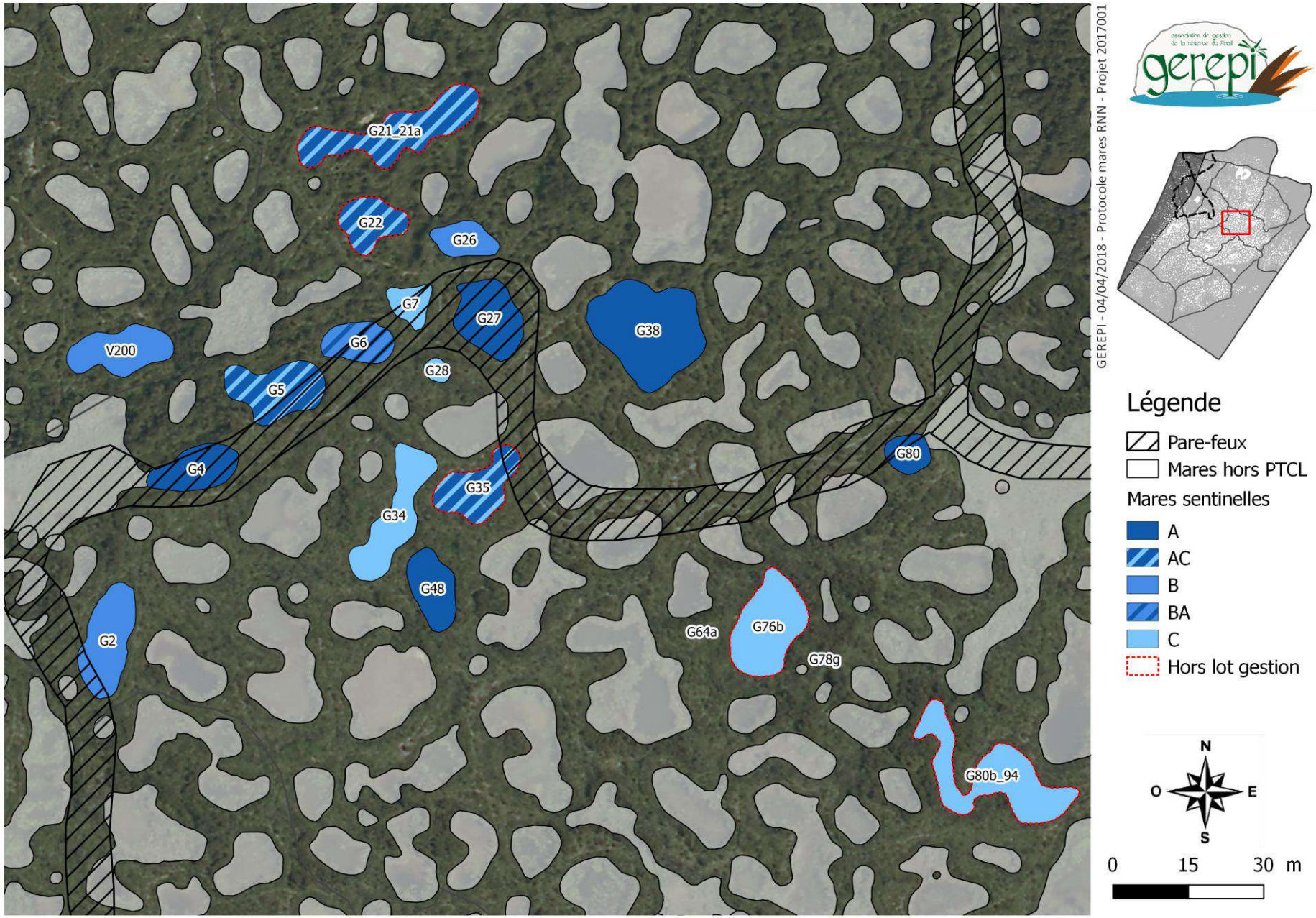


Figure 247 : Mares sentinelles du secteur G

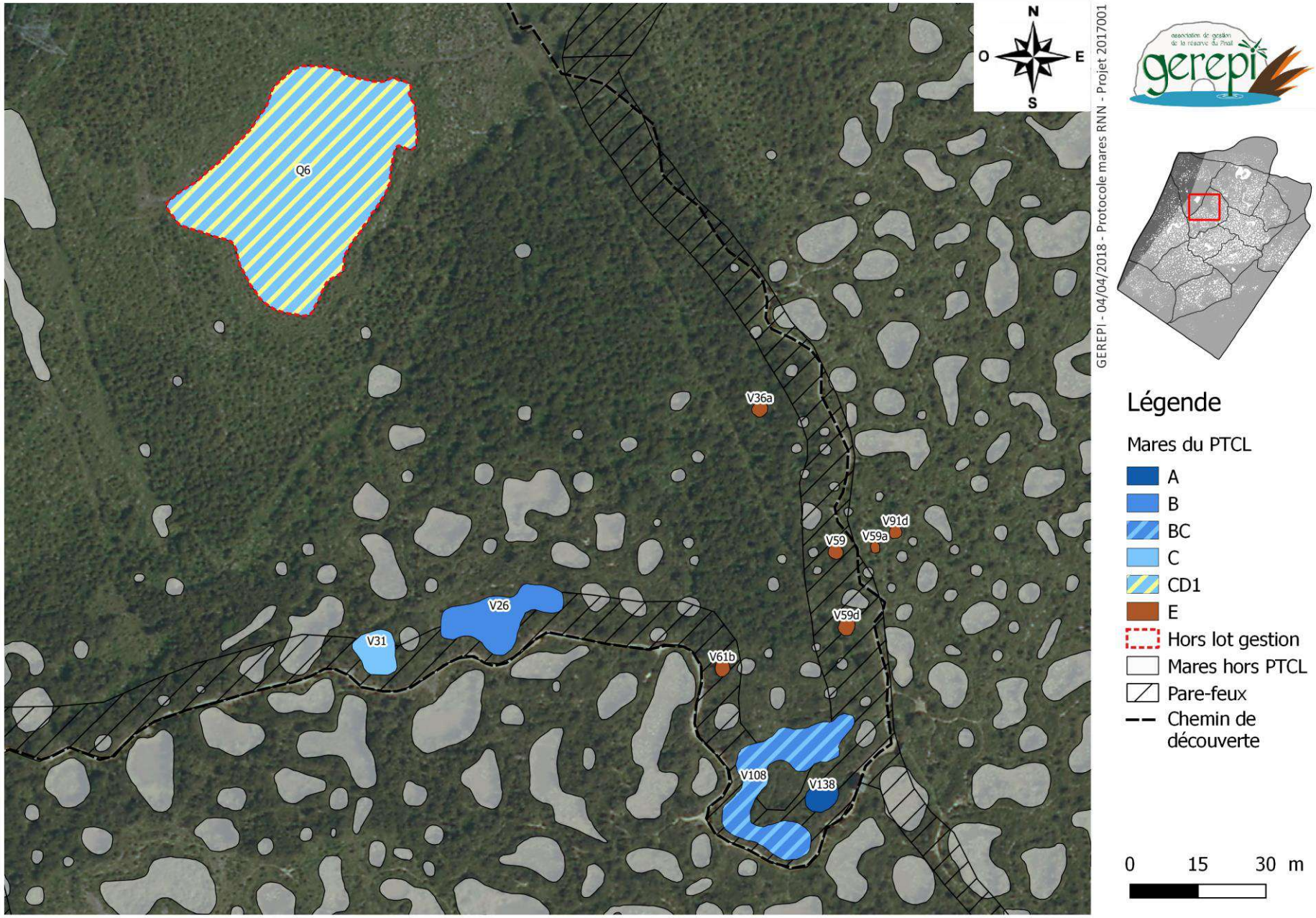


Figure 248 : Mares sentinelles du secteur V

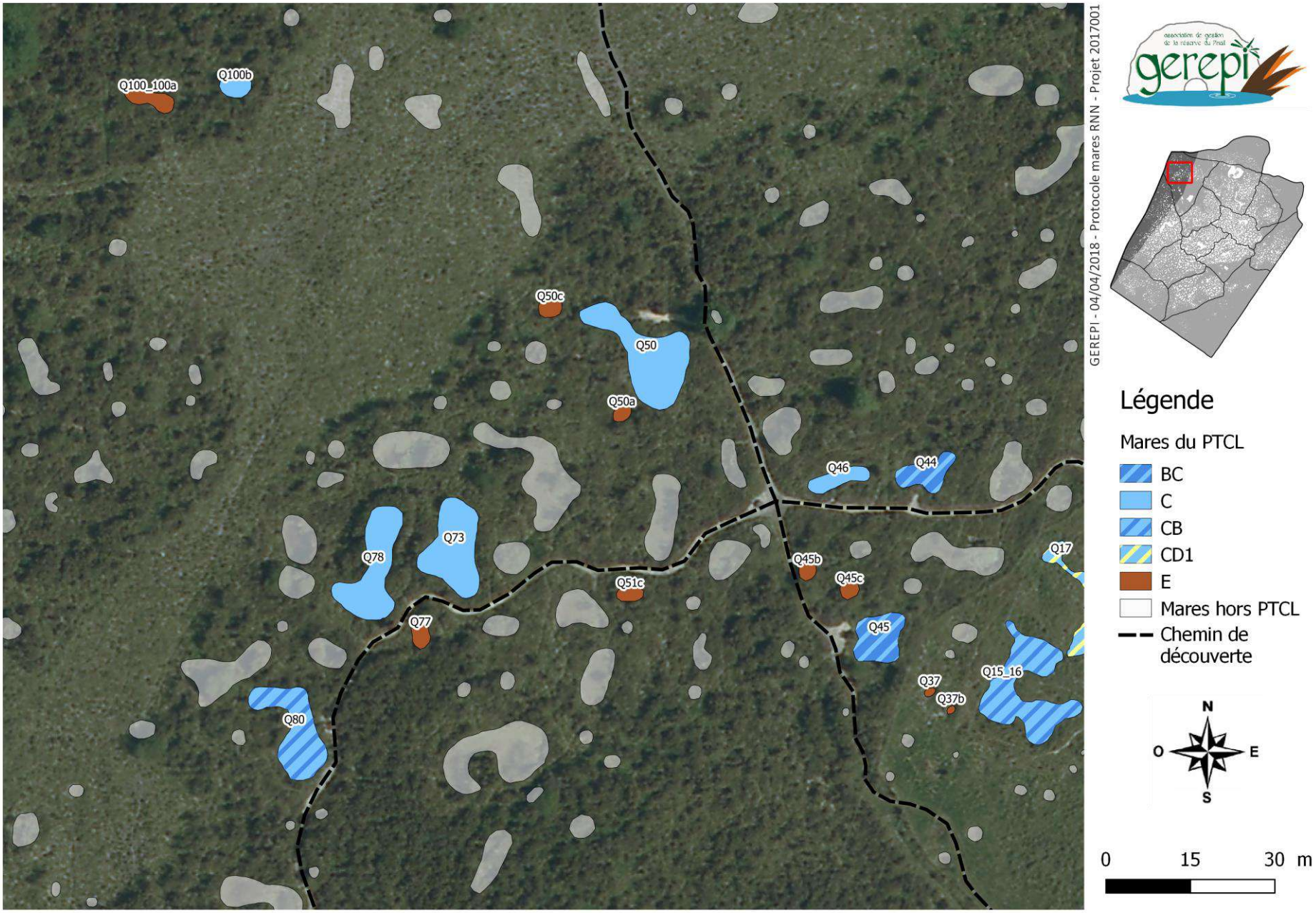


Figure 249 : Mares sentinelles du secteur Q et F (1/3)

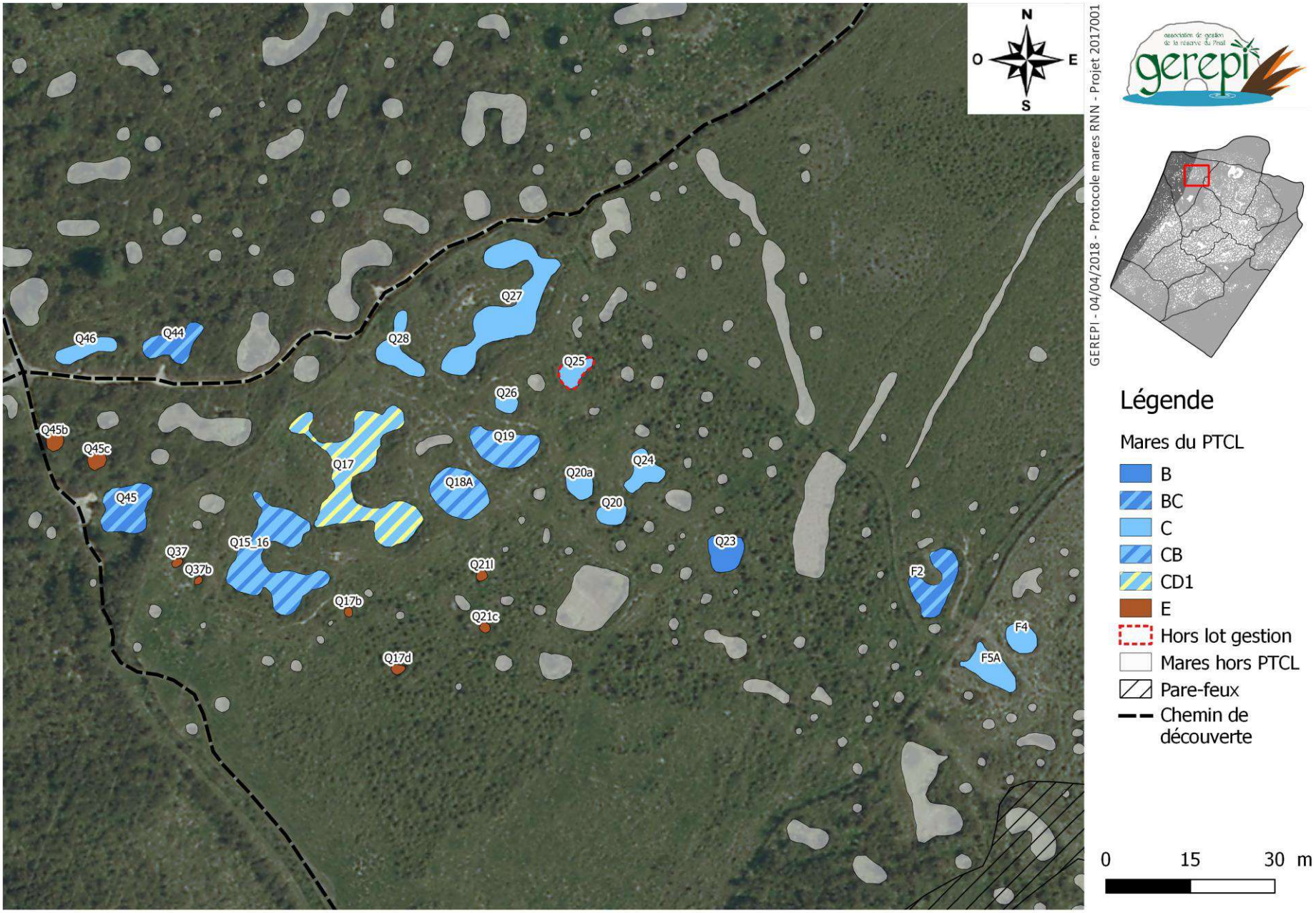


Figure 250 : Mares sentinelles du secteur Q et F (2/3)

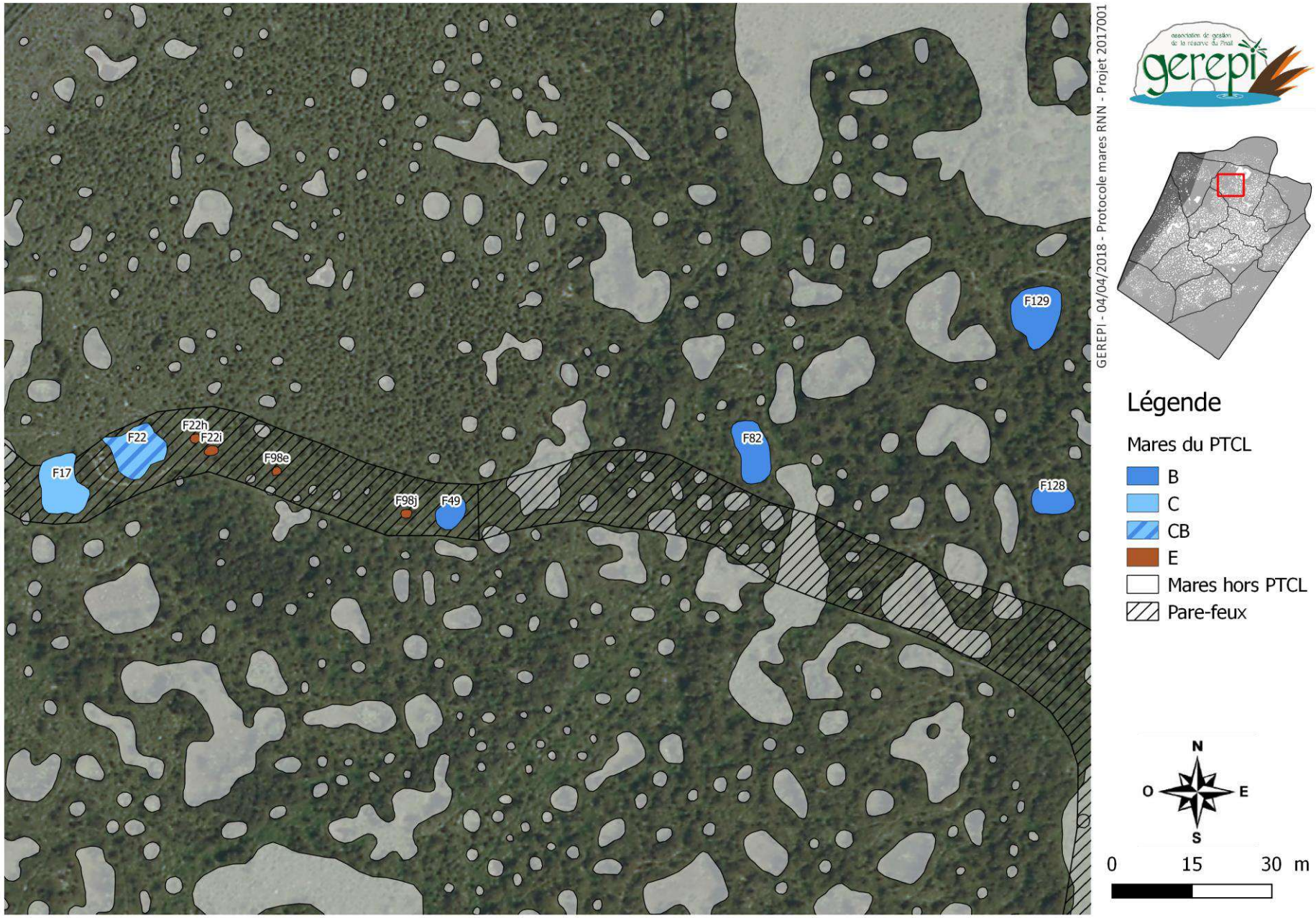


Figure 251 : Mares sentinelles du secteur Q et F (3/3)

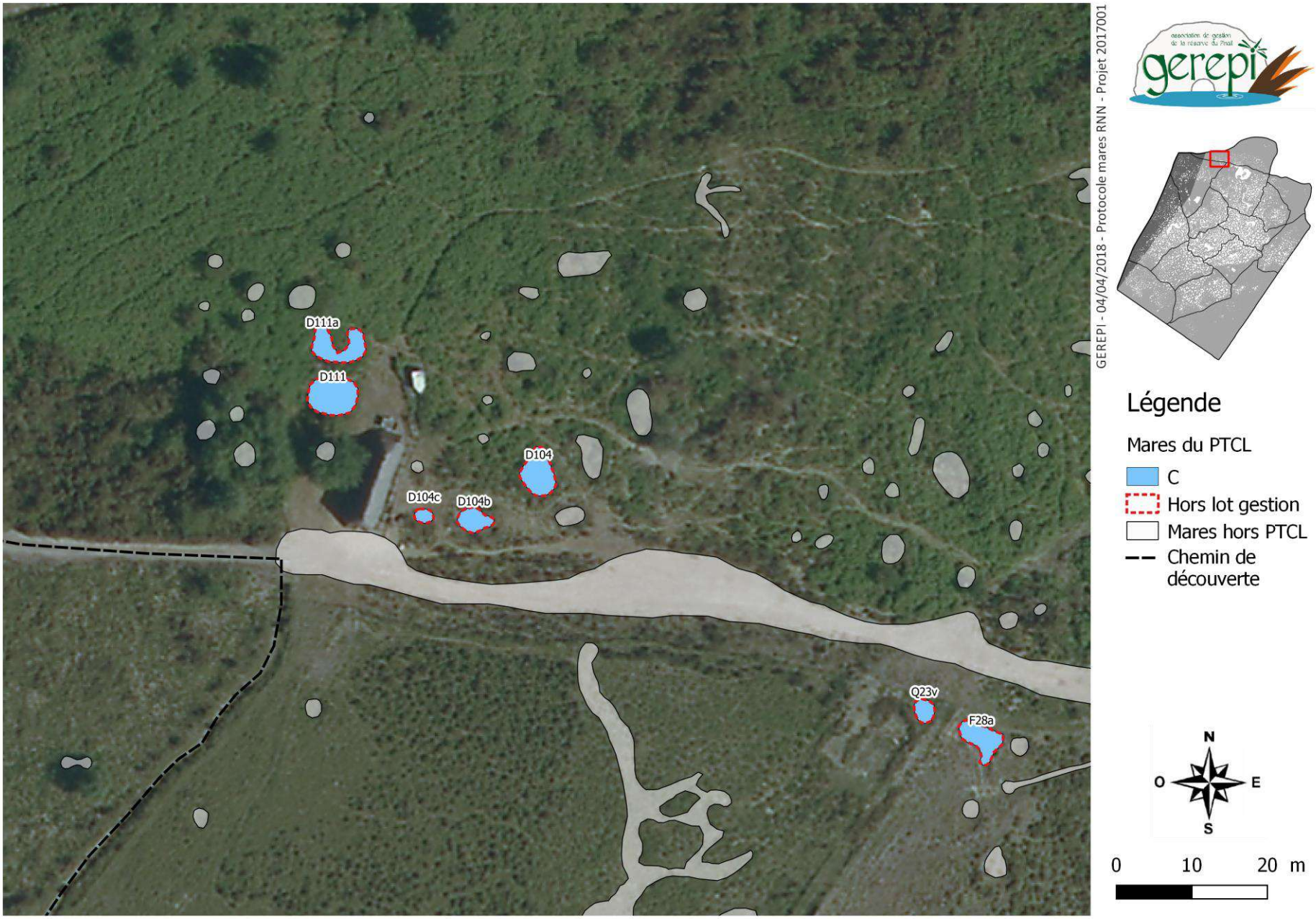


Figure 252 : Mares sentinelles du secteur D et F (1/2)

Figure 253 : Mares sentinelles du secteur Q (2/2)

Annexe N°4 : Atlas cartographique des petites séries et géoséries des mares sentinelles

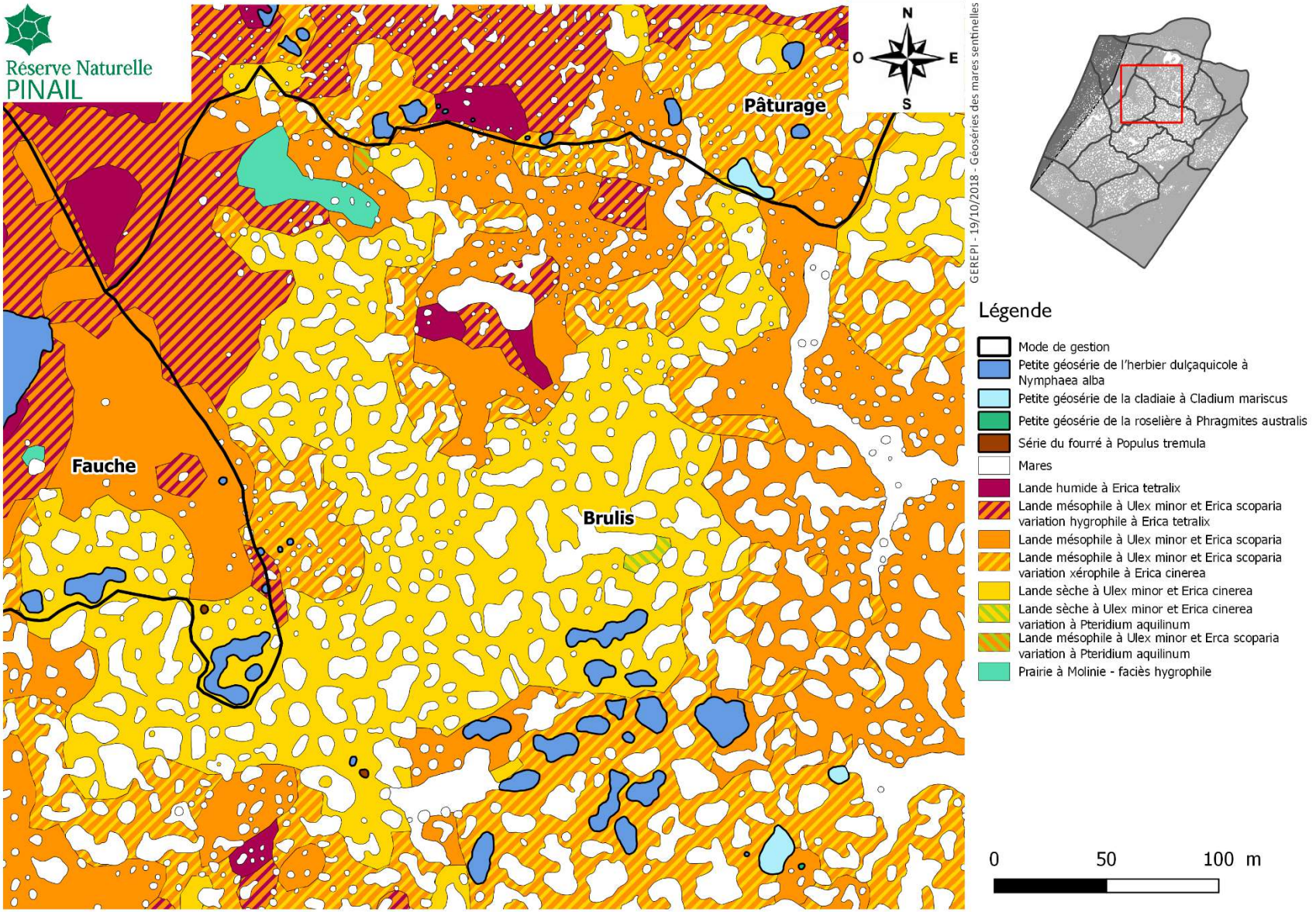


Figure 254 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Centre de la réserve naturelle nationale du Pinail

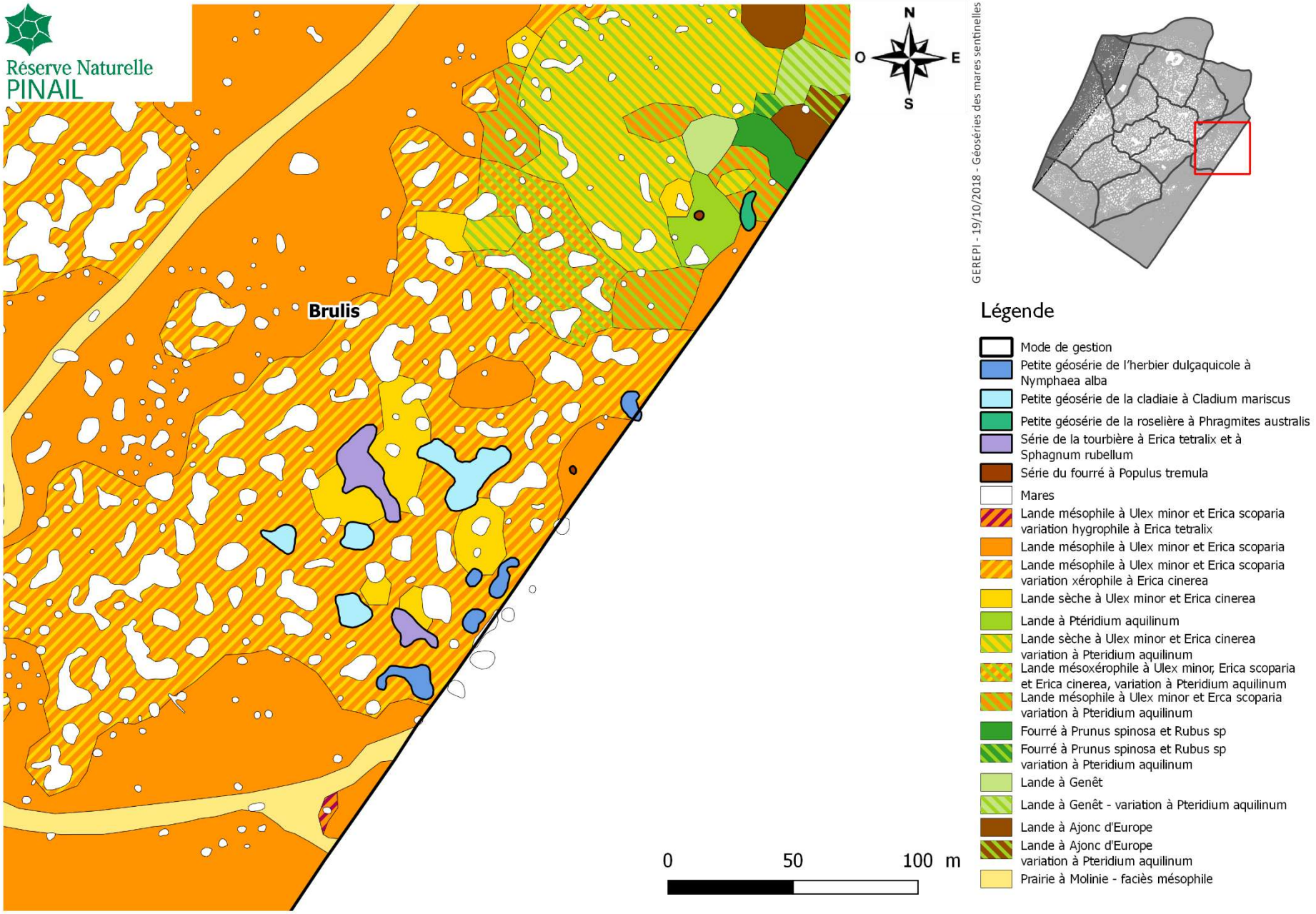


Figure 255 : Carte des géoséries des mares sentinelles – Est de la réserve naturelle nationale du Pinail

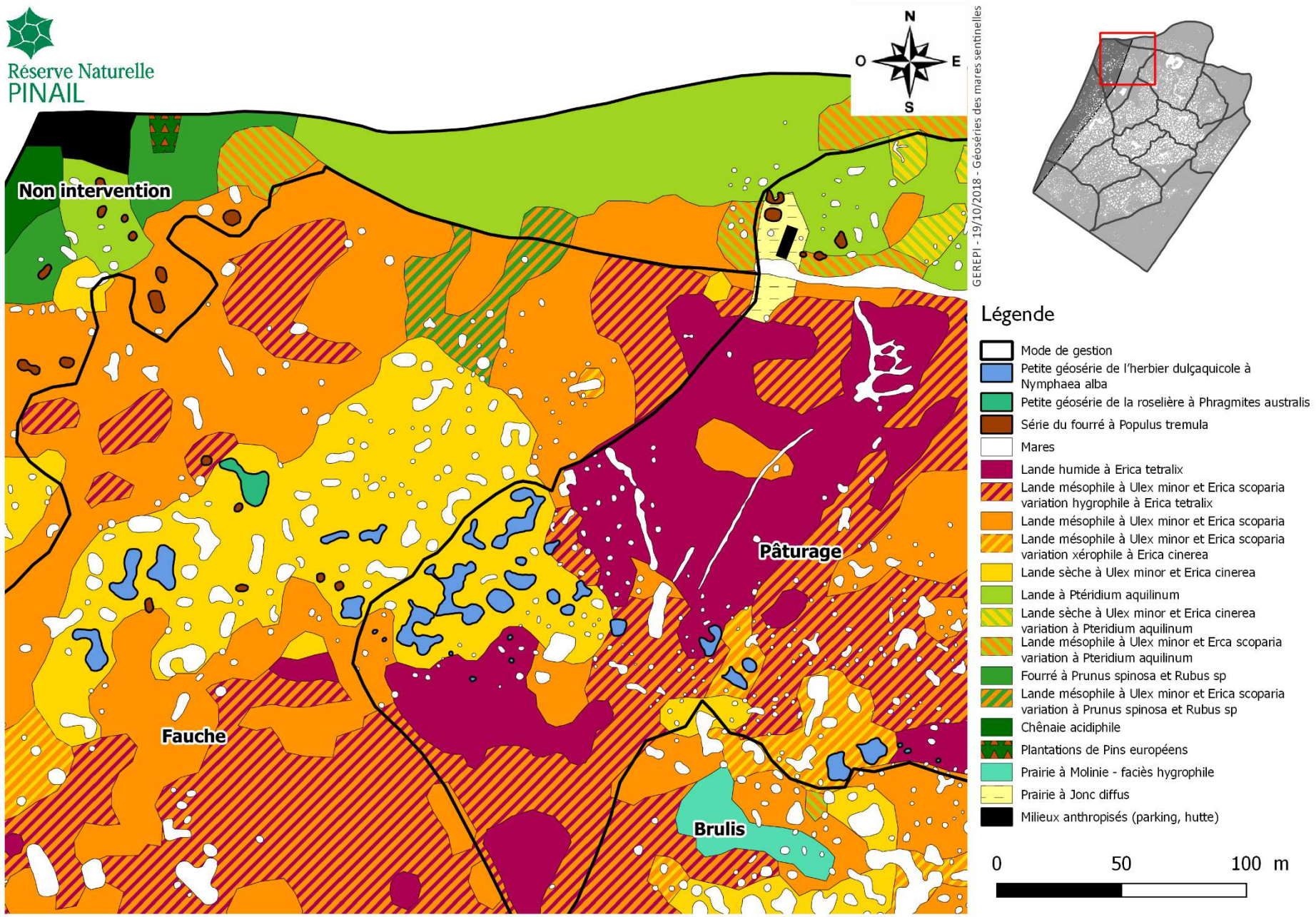


Figure 256 : Carte des géosériesdes mares sentinelles – Nord de la réserve naturelle nationale du Pinail

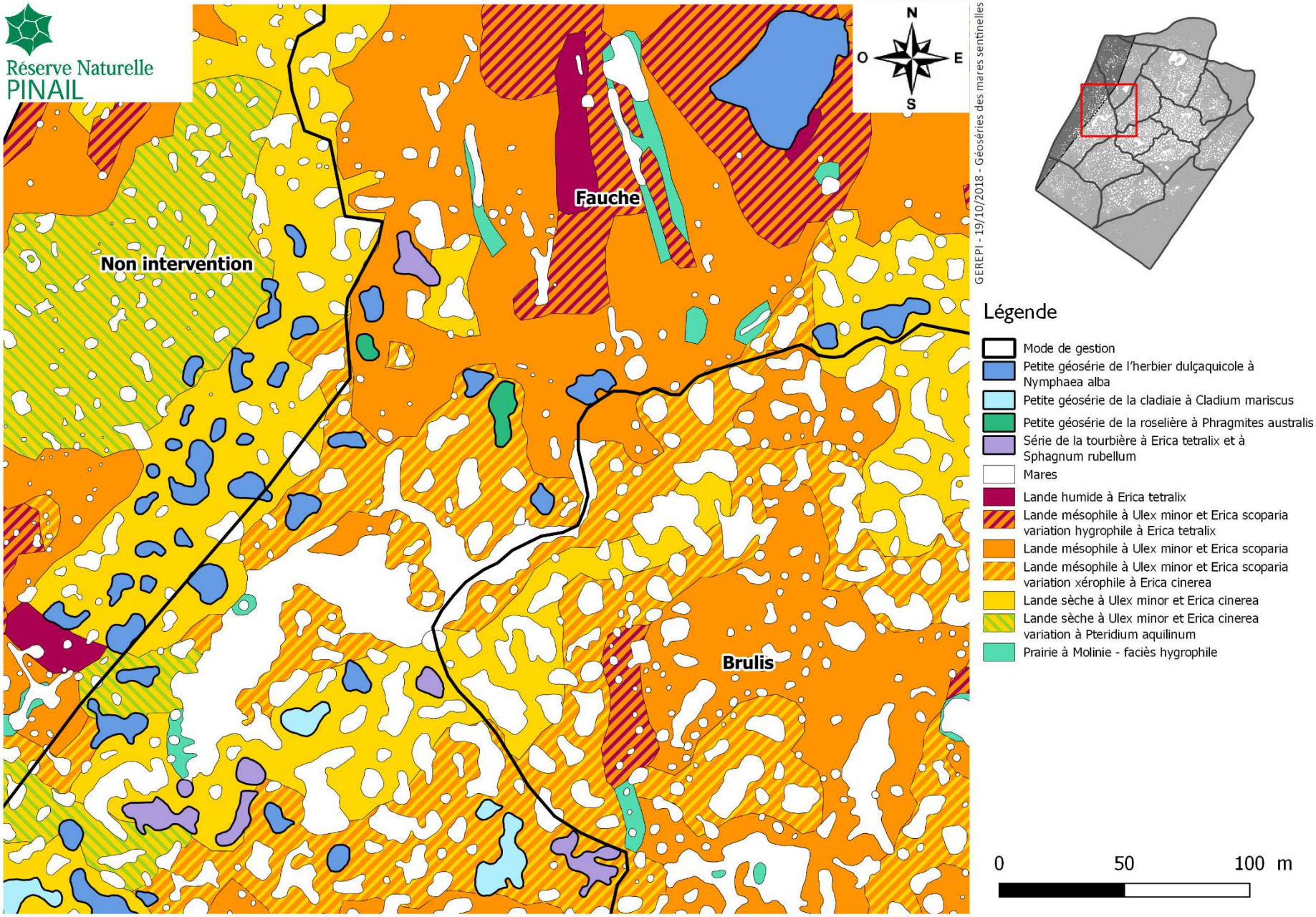


Figure 257 : Carte des géosériesdes mares sentinelles – Ouest nord de la réserve naturelle nationale du Pinail

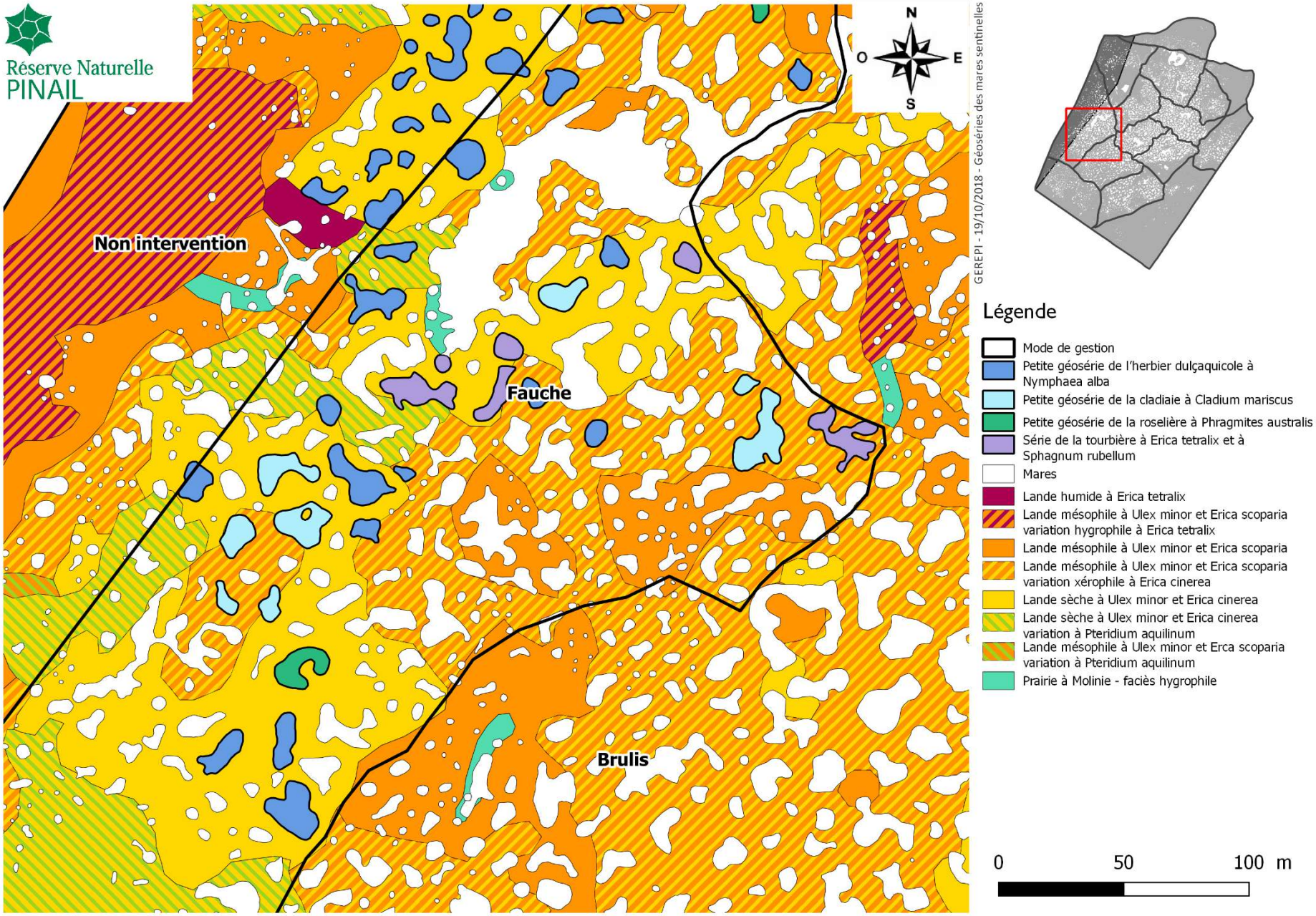


Figure 258 : Carte des géosériesdes mares sentinelles – Ouest sud de la réserve naturelle nationale du Pinail

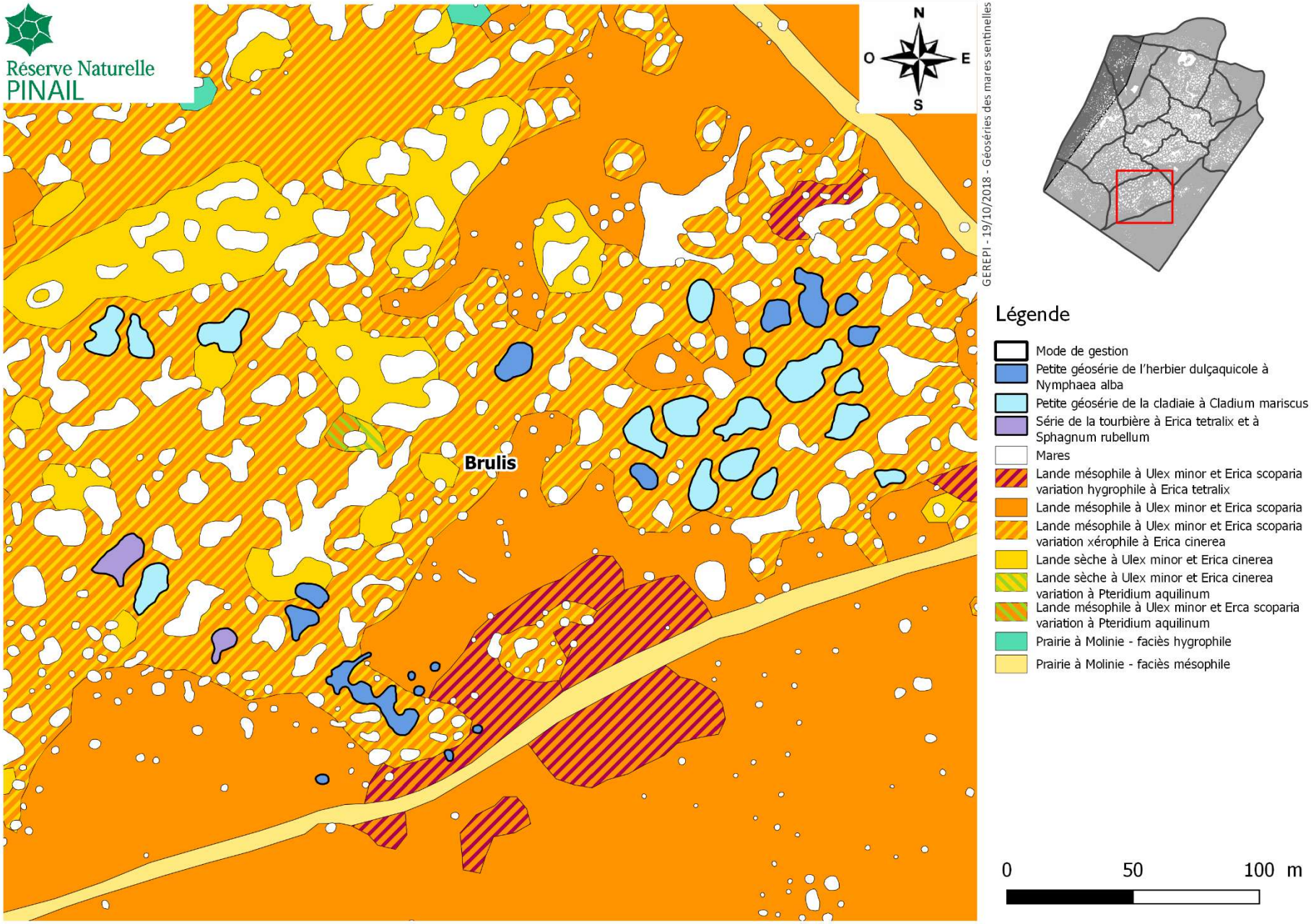


Figure 259 : Carte des géosériies des mares sentinelles – Sud de la réserve naturelle nationale du Pinail

Annexe N°5 : Atlas cartographique des 20 mares de référence des mares sentinelles

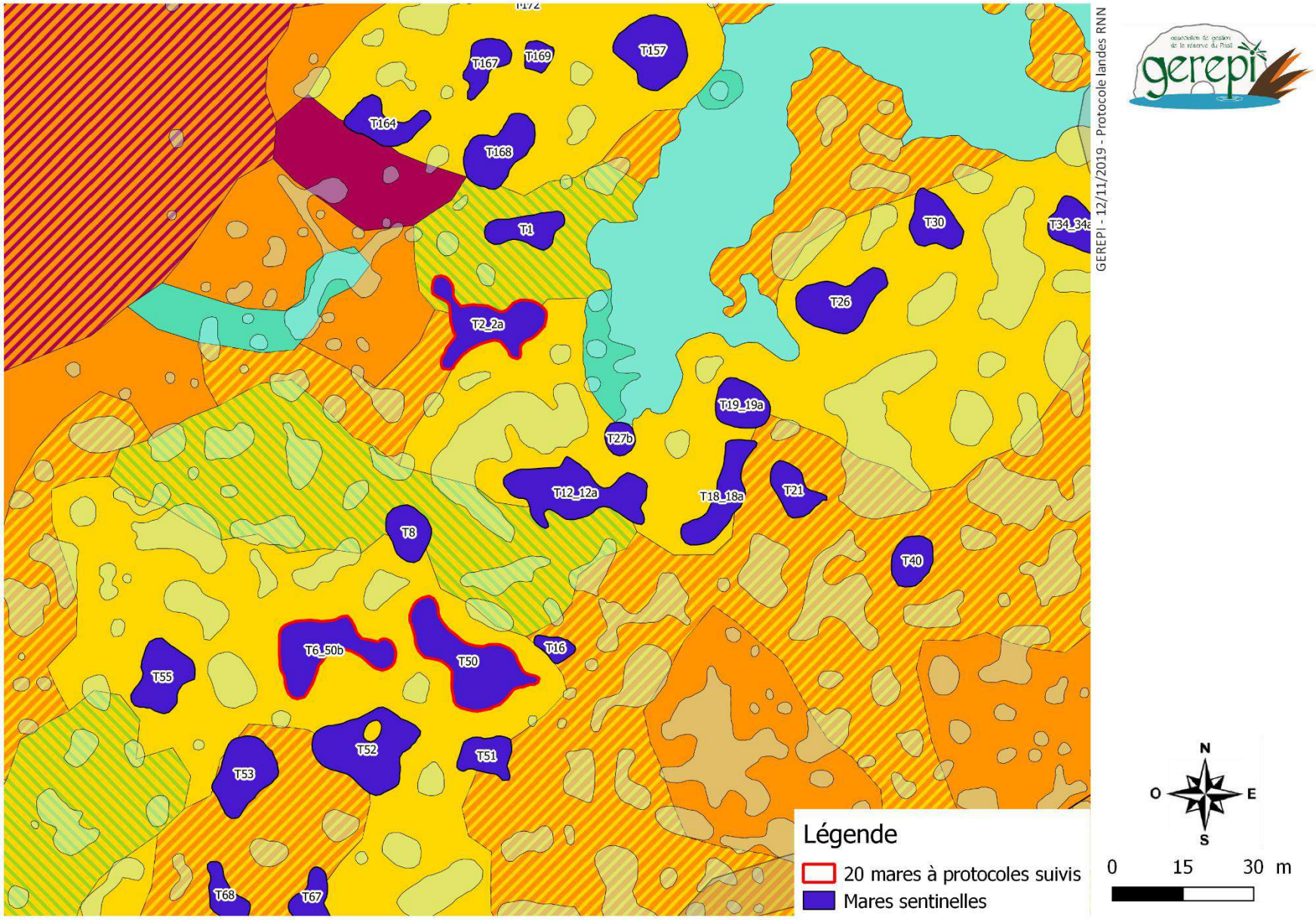


Figure 260 : Mares de référence du secteur T (1/2)

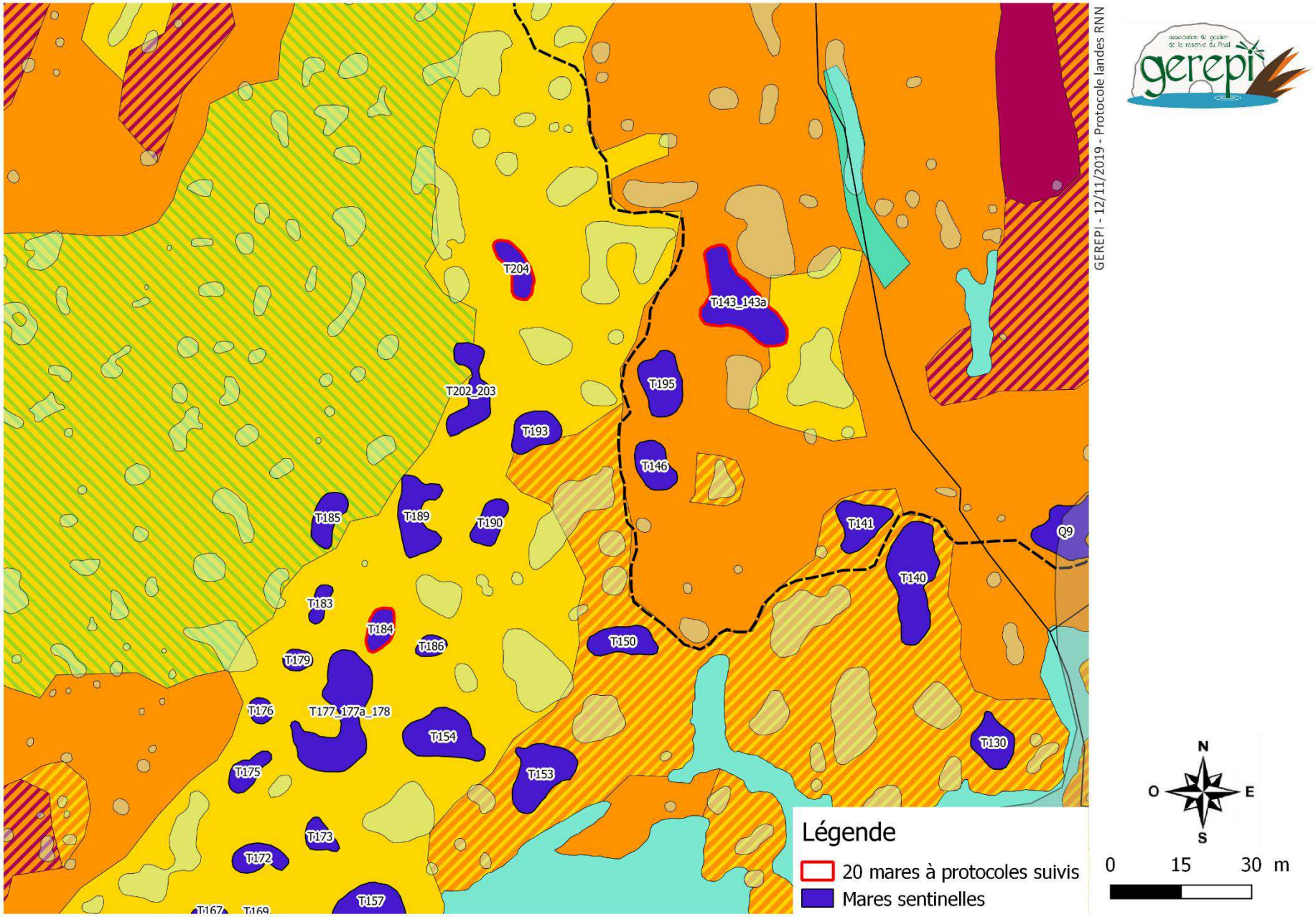


Figure 261 : Mares de référence du secteur T (2/2)

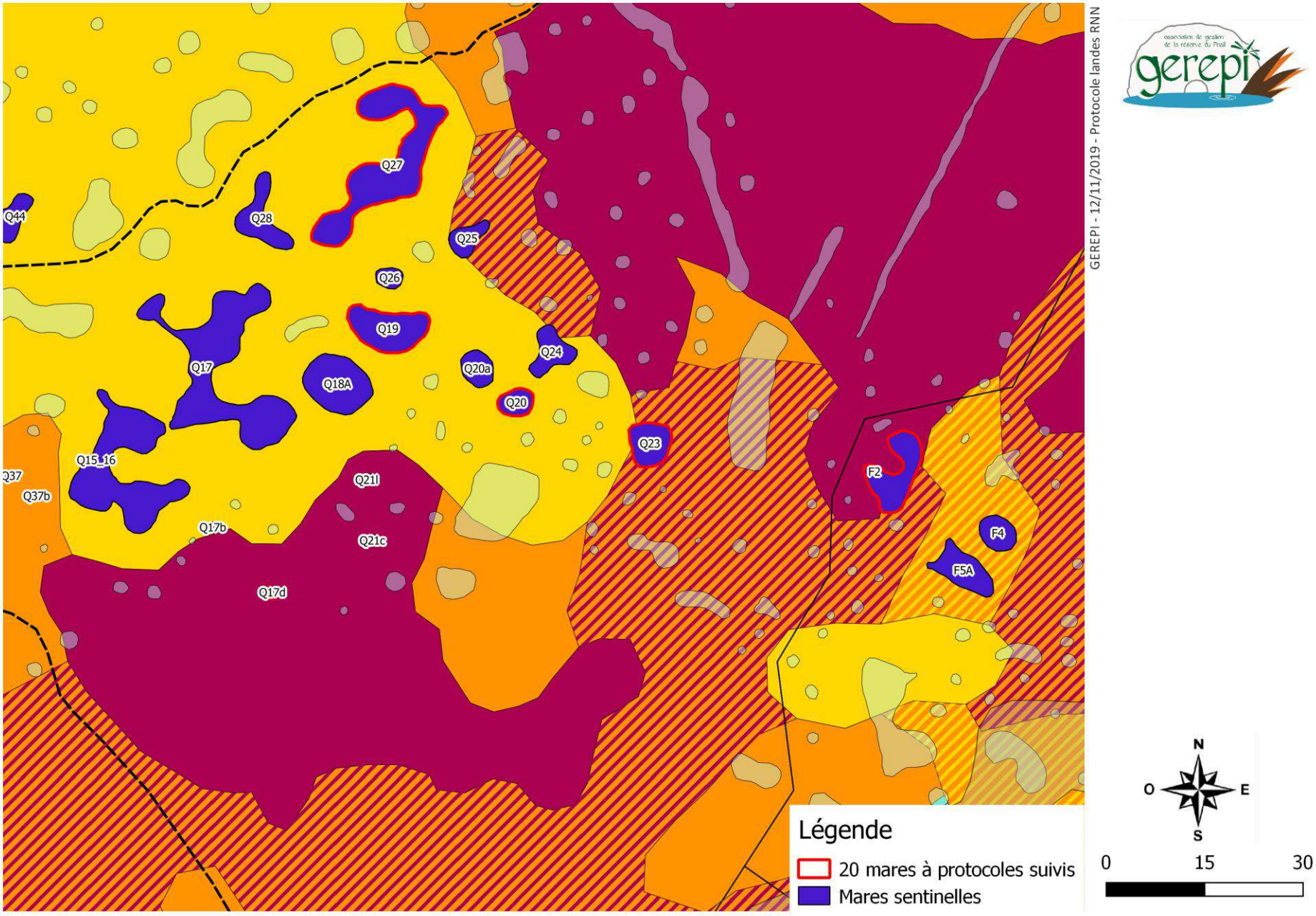


Figure 262 : Mares de référence du secteur Q et F

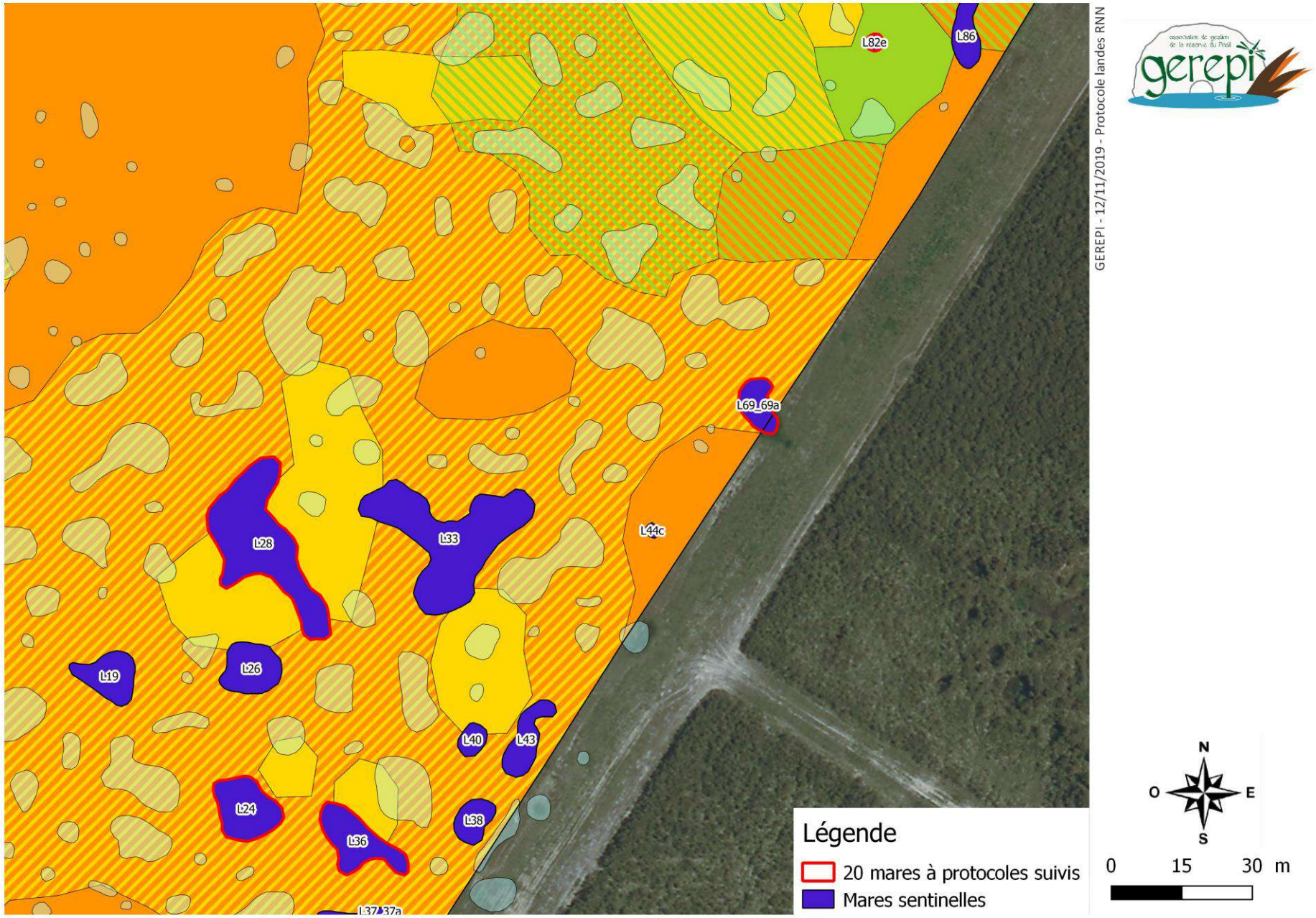


Figure 263 : Mares de référence du secteur L

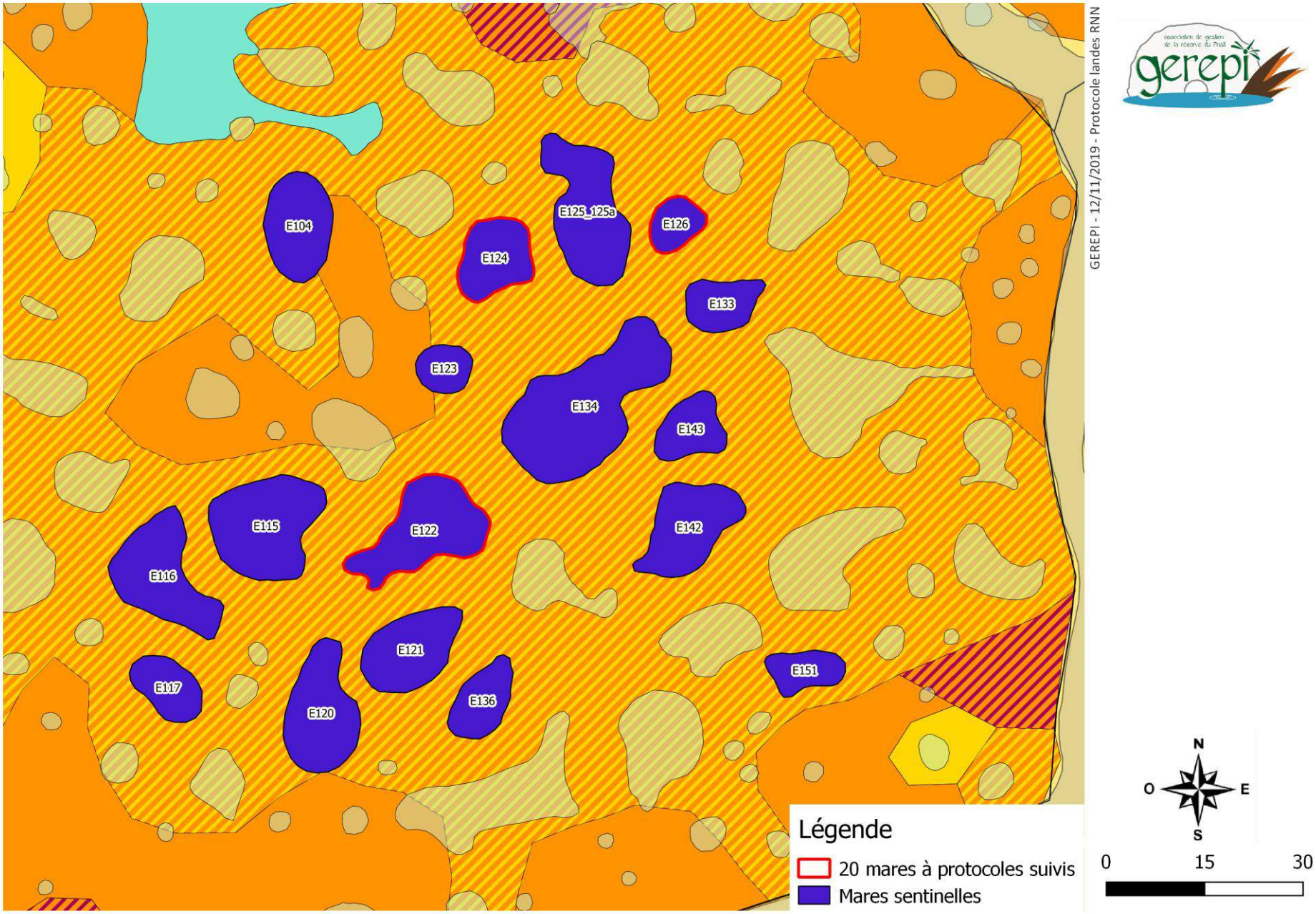


Figure 264 : Mares de référence du secteur E

Annexe N°6 : Atlas photographique des 20 mares de référence des mares sentinelles

Figure 265 : Mare sentinelle de réfrénce E122 © R. Raimond

Figure 266 : Mare sentinelle de réfrénce E124 © R. Raimond

Figure 267 : Mare sentinelle de réfrénce E126 © R. Raimond

Figure 268 : Mare sentinelle de réfrénce F2 © R. Raimond

Figure 269 : Mare sentinelle de réfrénce L24 © R. Raimond

Figure 270 : Mare sentinelle de réfrénce L28 © R. Raimond

Figure 271 : Mare sentinelle de réfrénce L36 © R. Raimond

Figure 272 : Mare sentinelle de réfrénce L69_69a © R. Raimond

Figure 273 : Mare sentinelle de réfrénce L82e © R. Raimond

Figure 274 : Mare sentinelle de réfrénce Q17d © R. Raimond

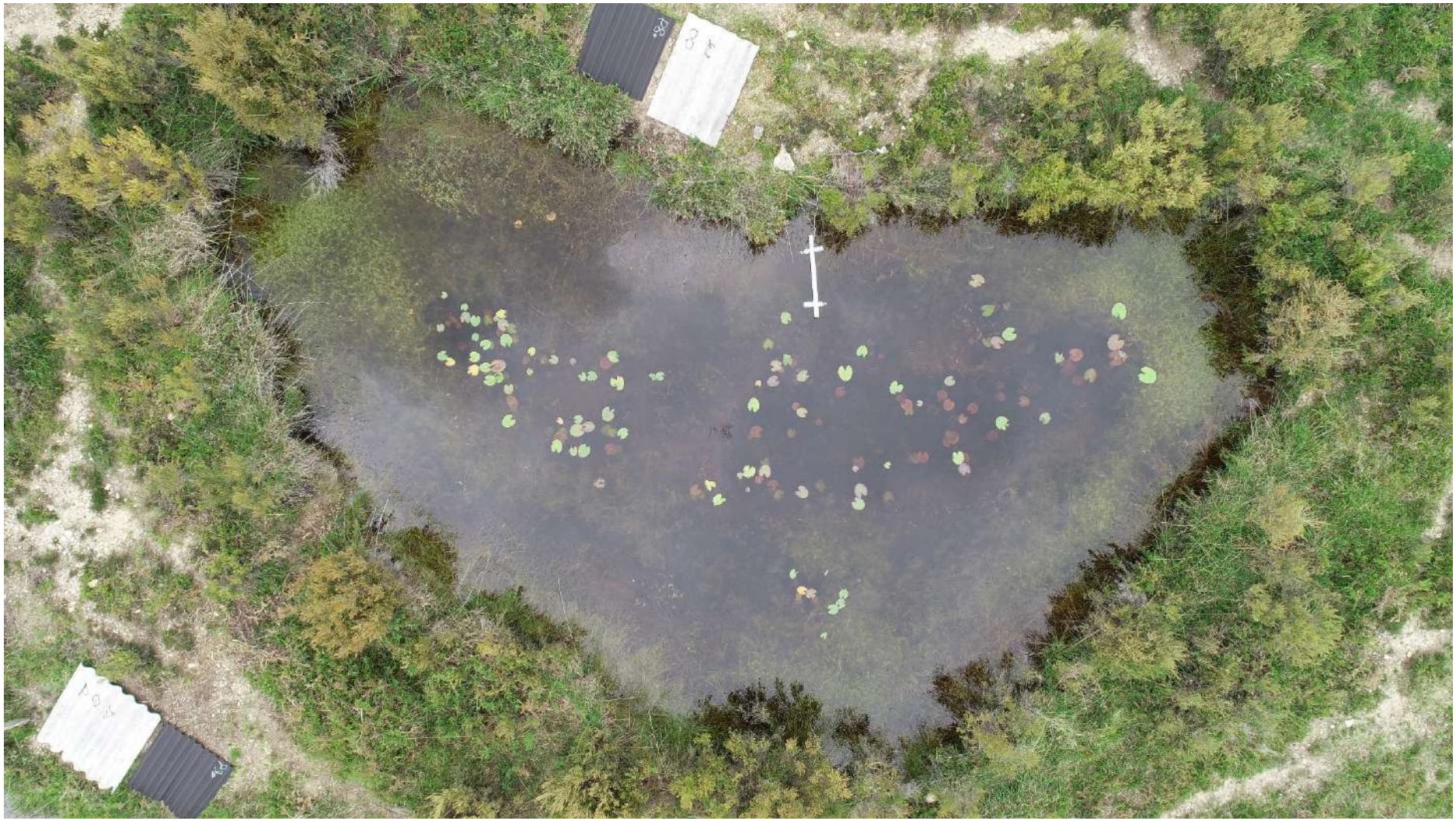


Figure 275 : Mare sentinelle de réfrénce Q19 © R. Raimond

Figure 276 : Mare sentinelle de réfrénce Q20 © R. Raimond

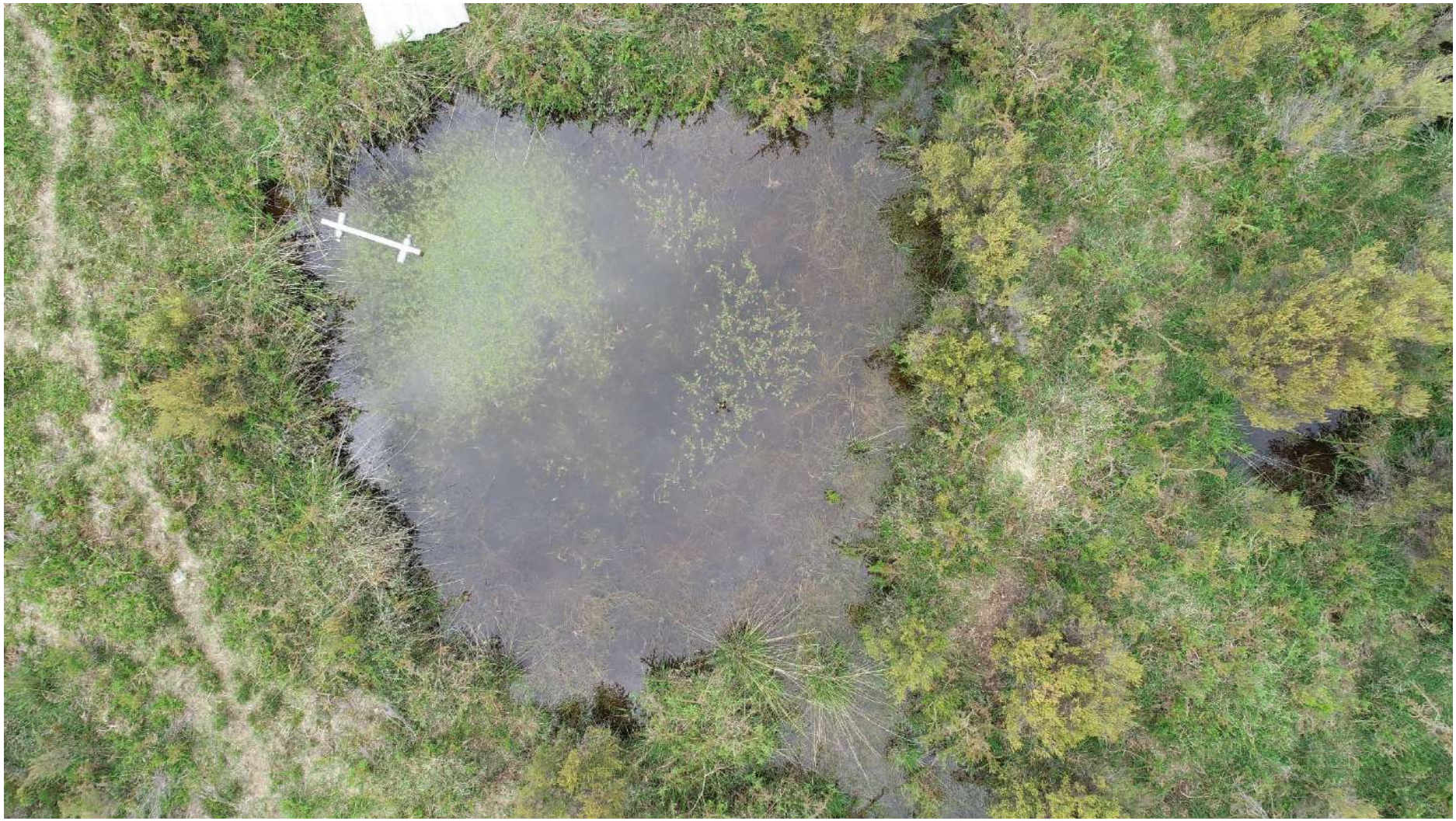


Figure 277 : Mare sentinelle de réfrénce Q23 © R. Raimond

Figure 278 : Mare sentinelle de réfrénce Q27 © R. Raimond

Figure 279 : Mare sentinelle de réfrénce T2_2a © R. Raimond

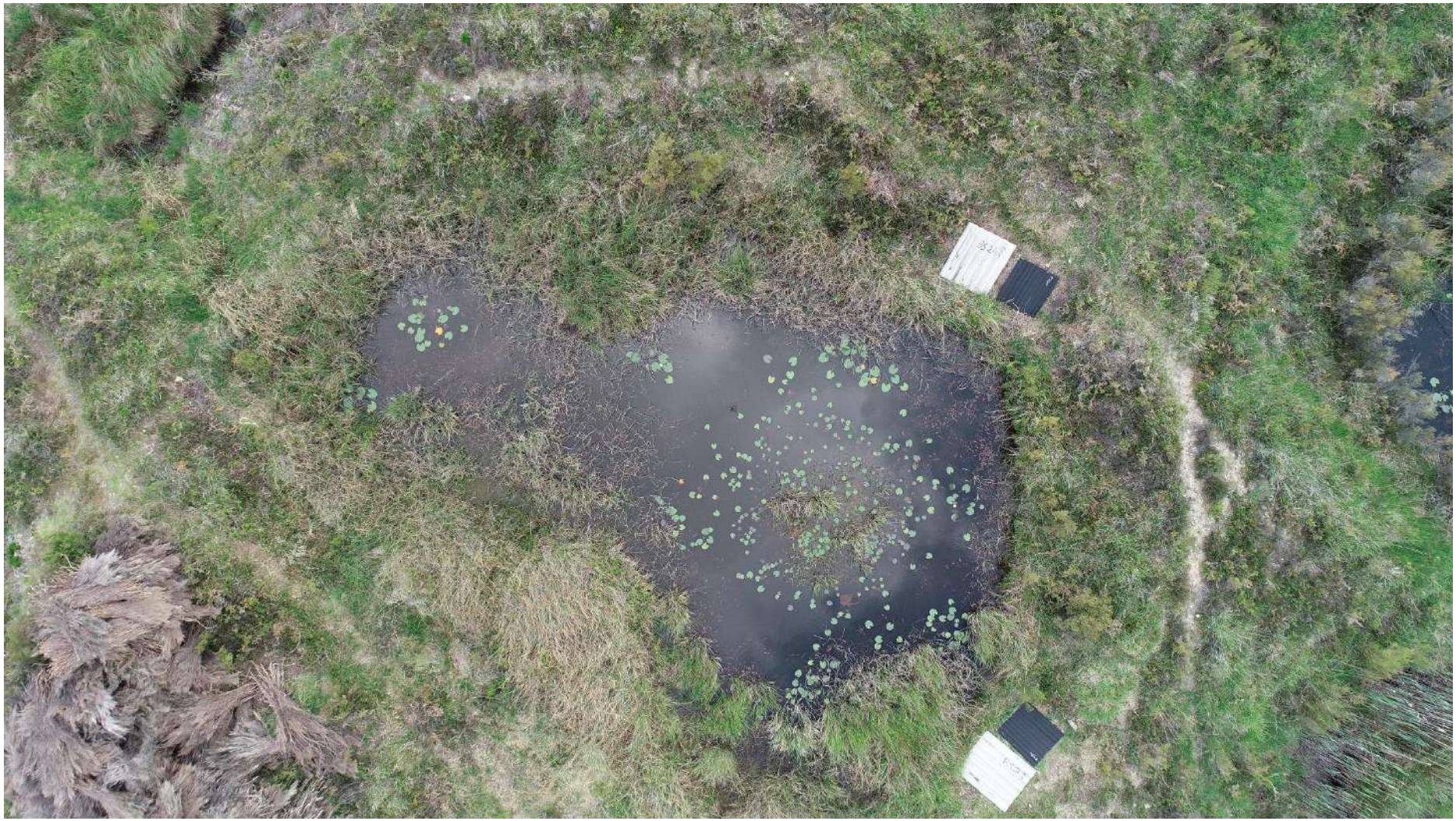


Figure 280 : Mare sentinelle de réfrénce T6_50b © R. Raimond

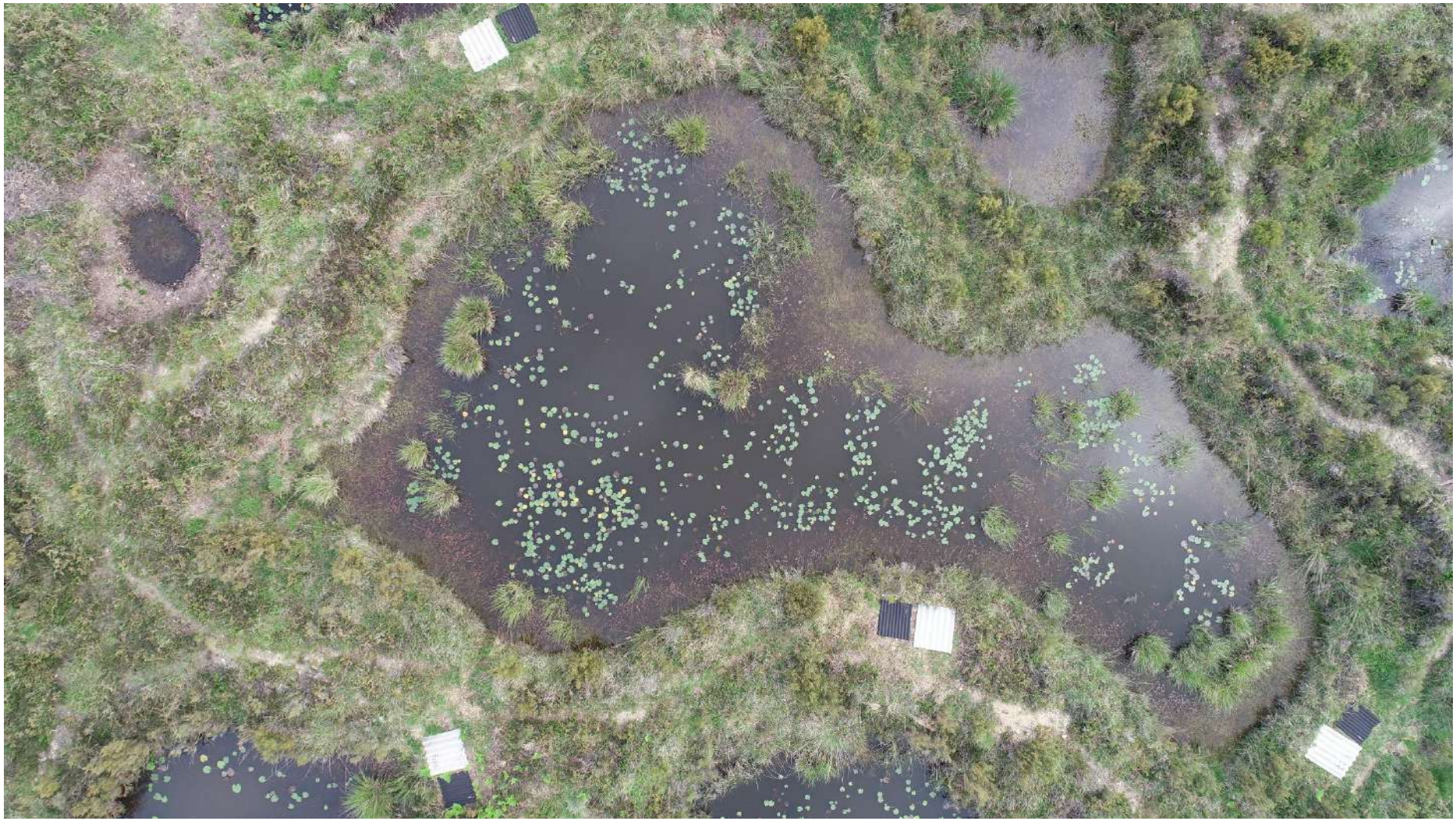


Figure 281 : Mare sentinelle de réfrénce T50 © R. Raimond

Figure 282 : Mare sentinelle de réfrénce T143_143a © R. Raimond

Figure 283 : Mare sentinelle de réfrénce T184 © R. Raimond

Figure 284 : Mare sentinelle de réfrénce T204 © R. Raimond

Annexe N°7 : Points d'écoute oiseaux avec les tampons des différentes distances pour la spatialisation des oiseaux

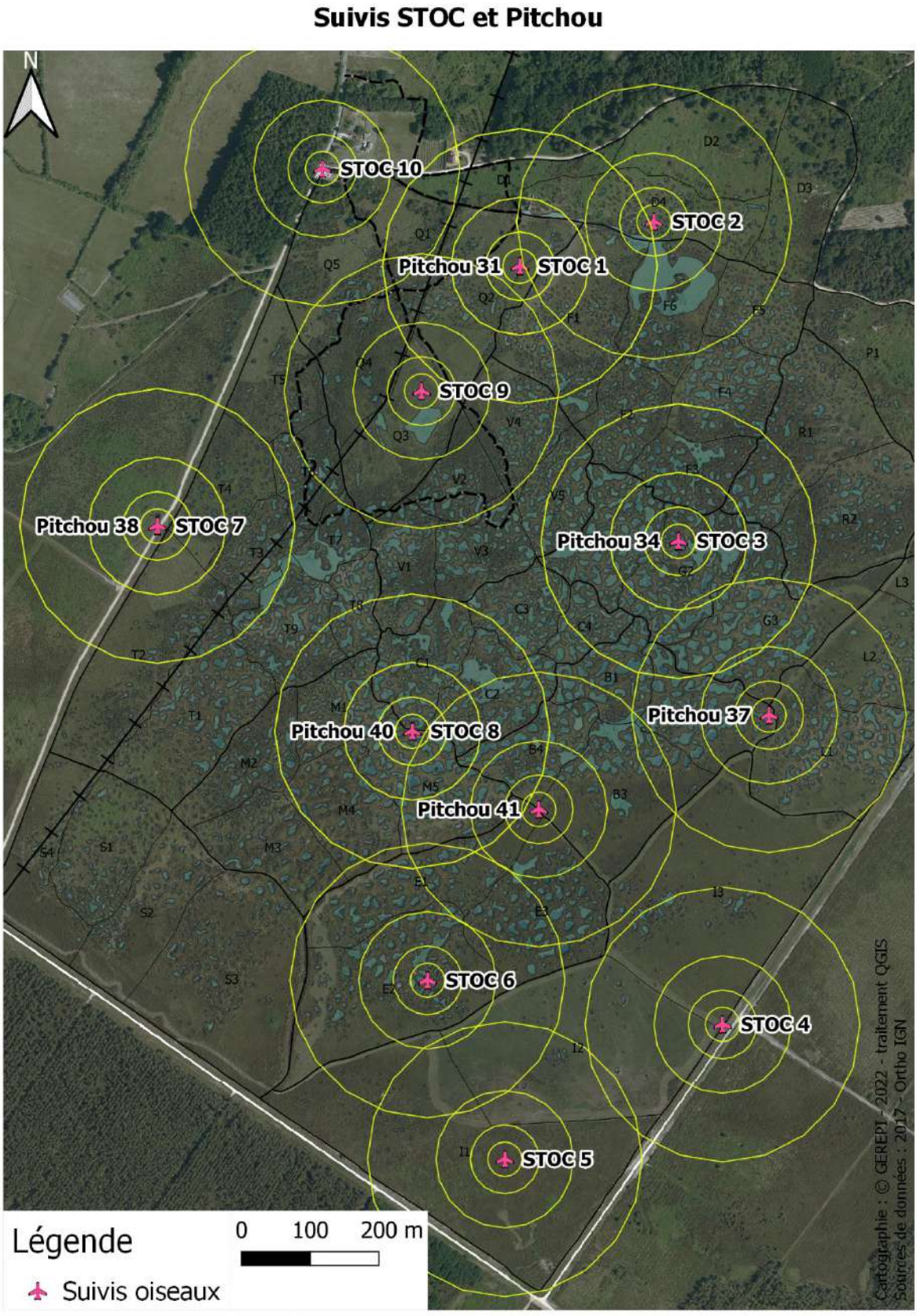


Figure 285 : Carte de localisation générale des points d'écoute oiseaux et les tampons de distances associés

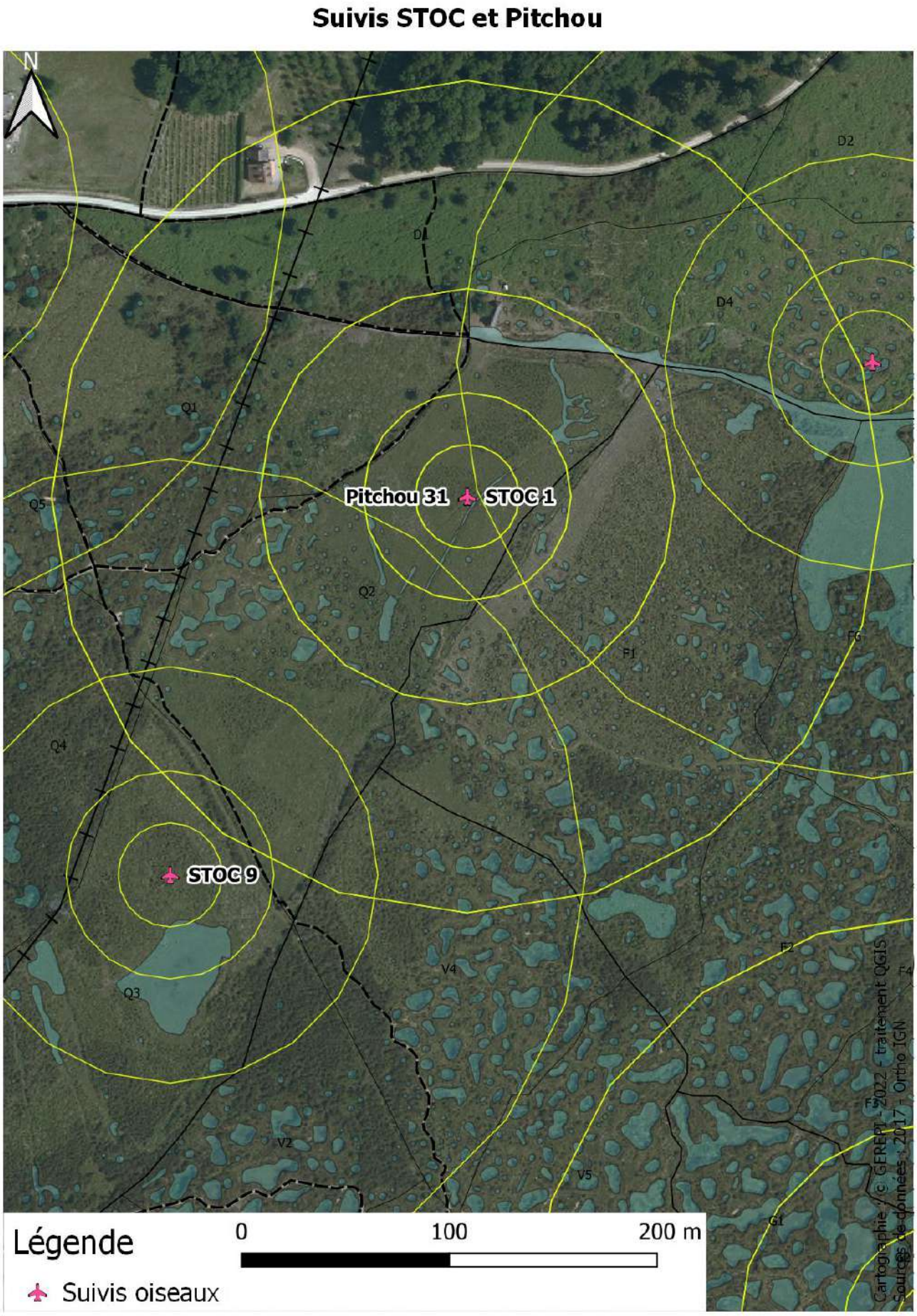


Figure 286 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 31 et STOC 1 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

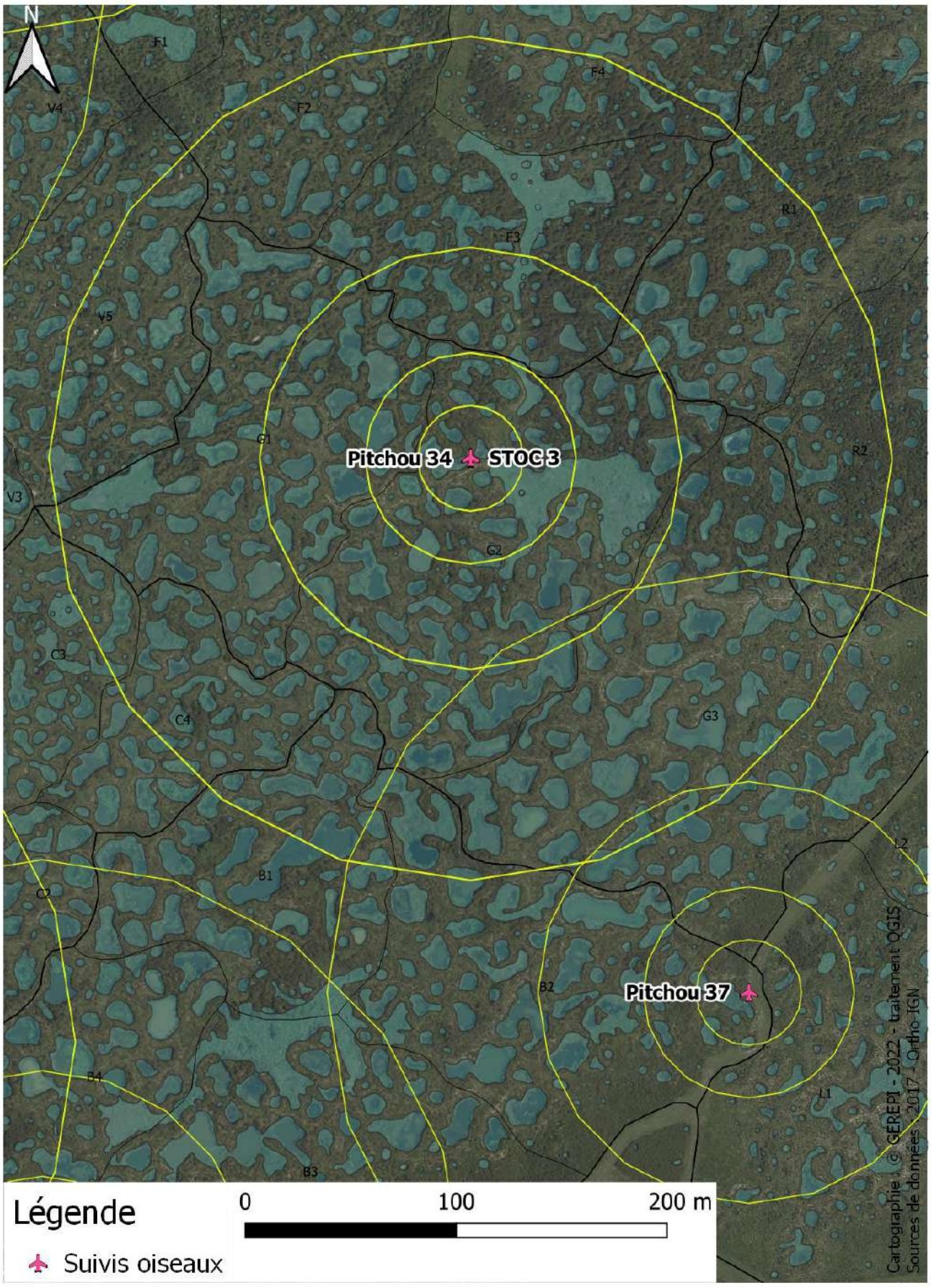


Figure 287 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 34 et STOC 3 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

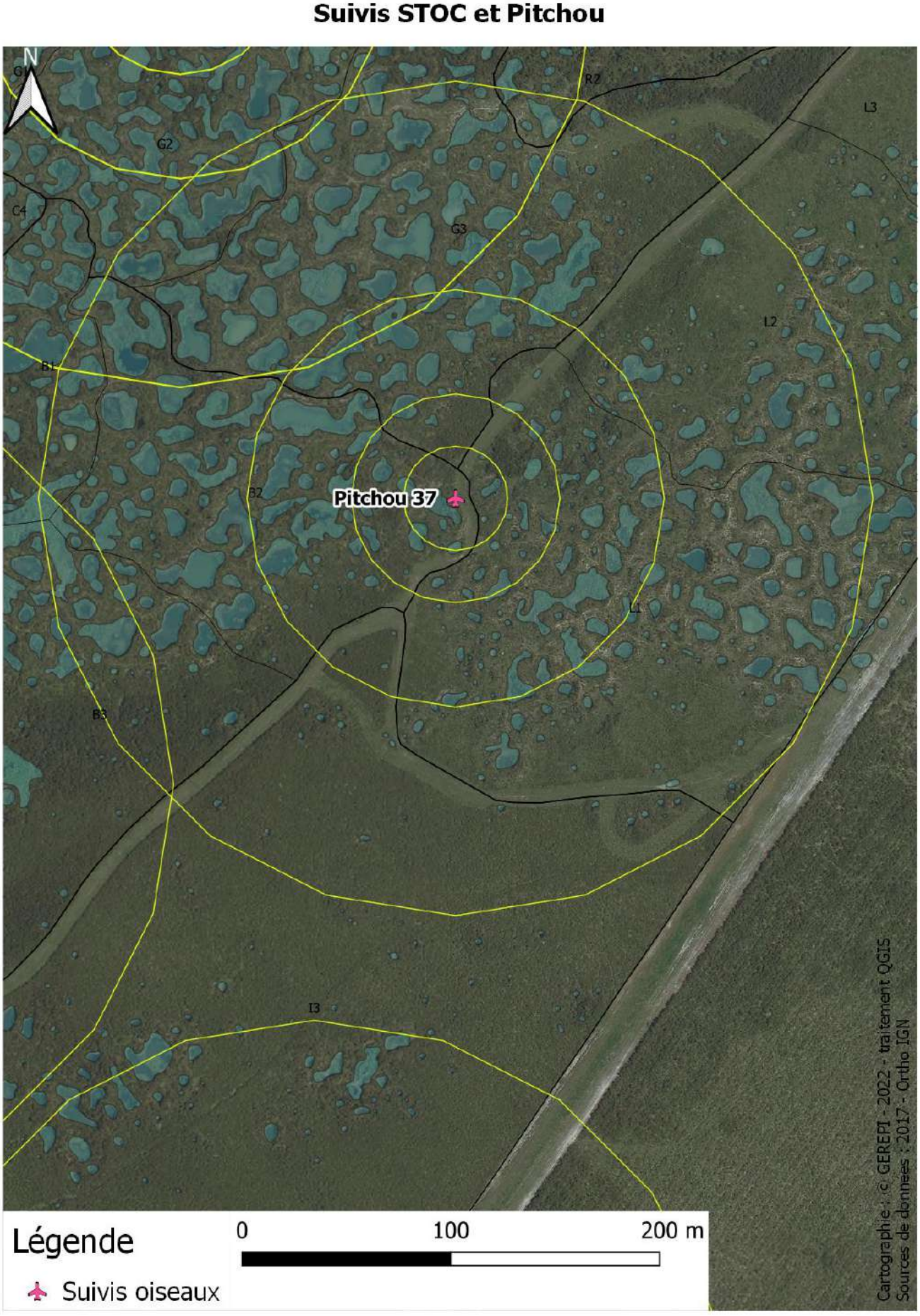


Figure 288 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 37 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

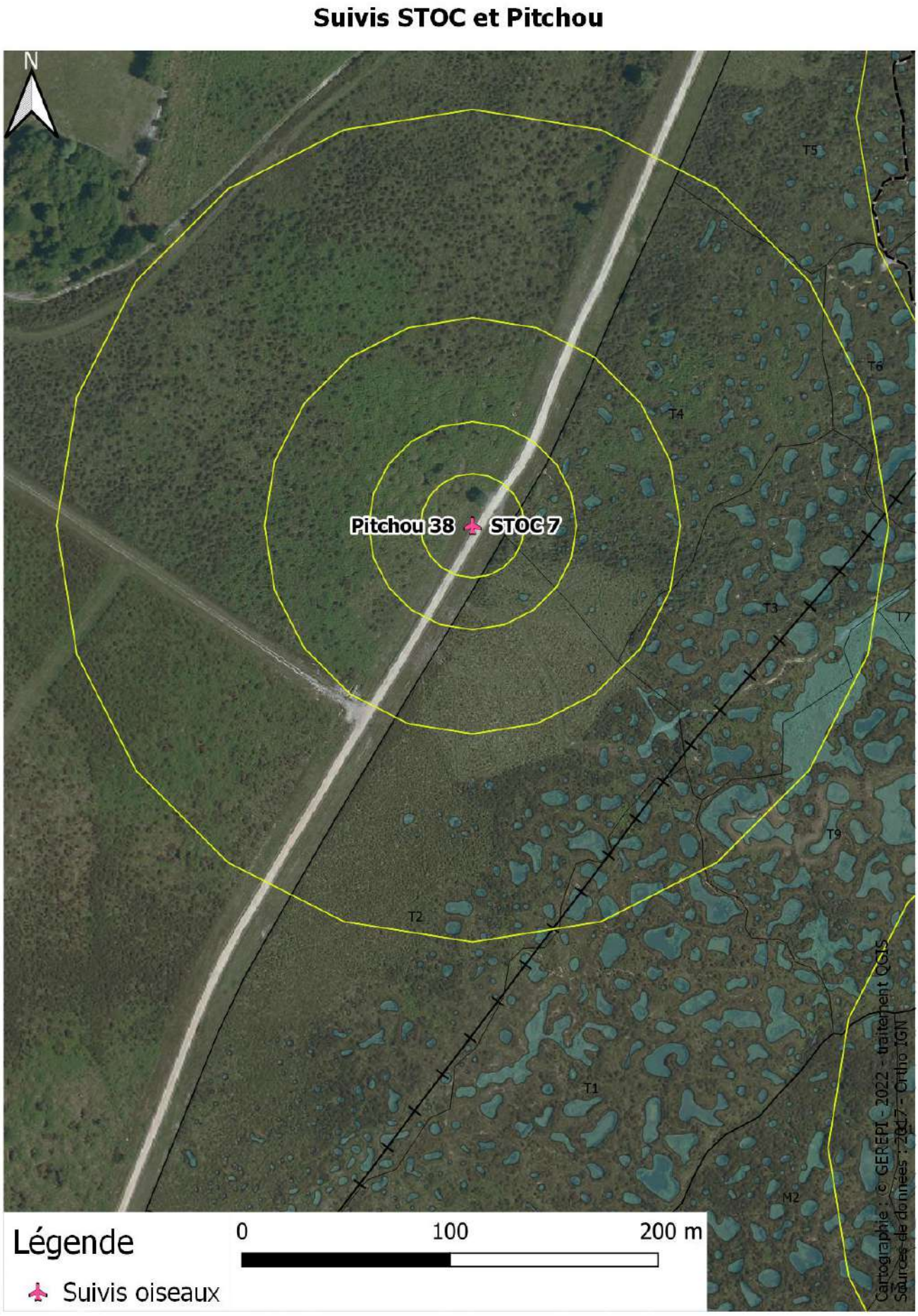


Figure 289 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 38 et STOC 7 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

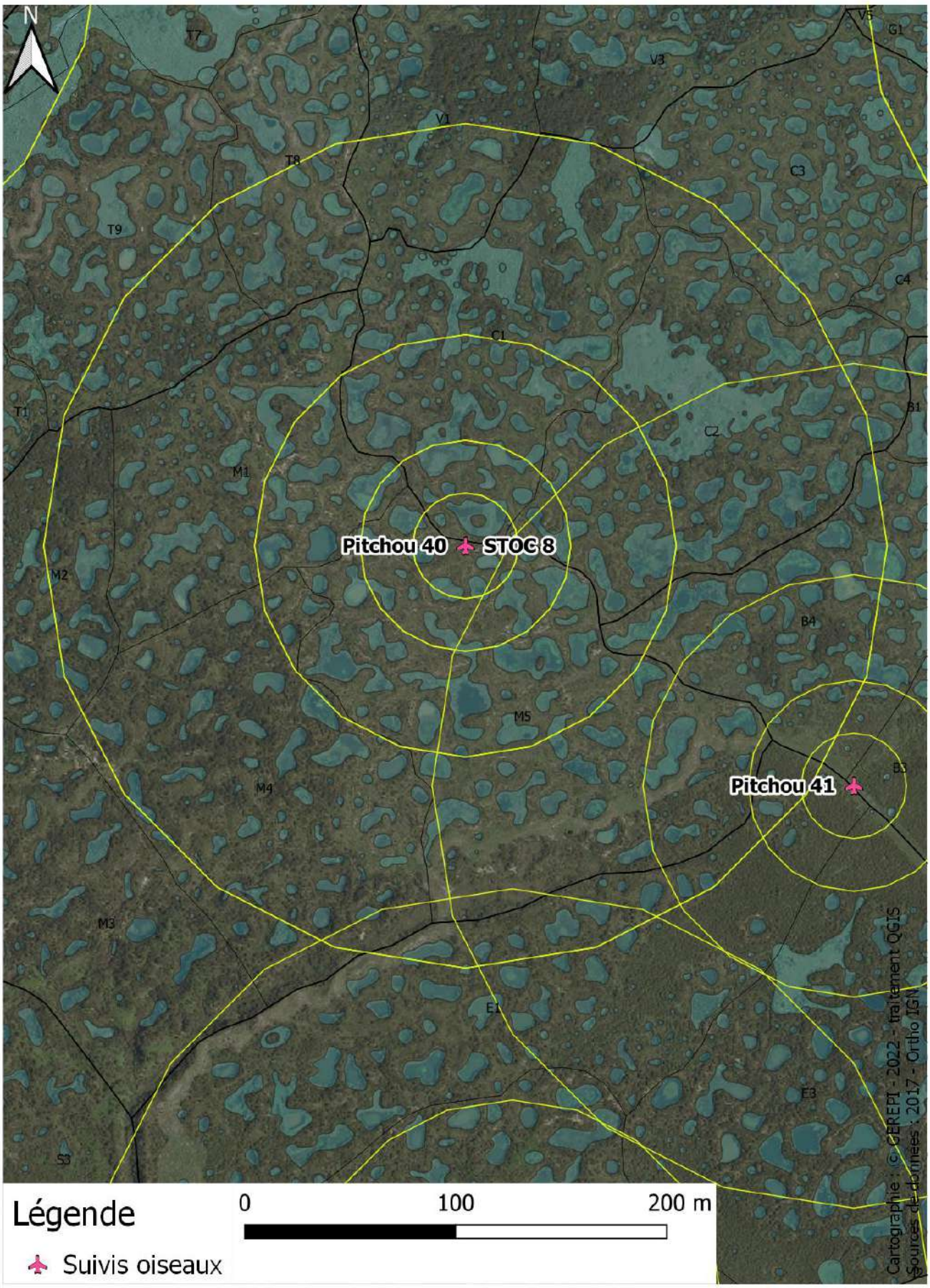


Figure 290 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 40 et STOC 8 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

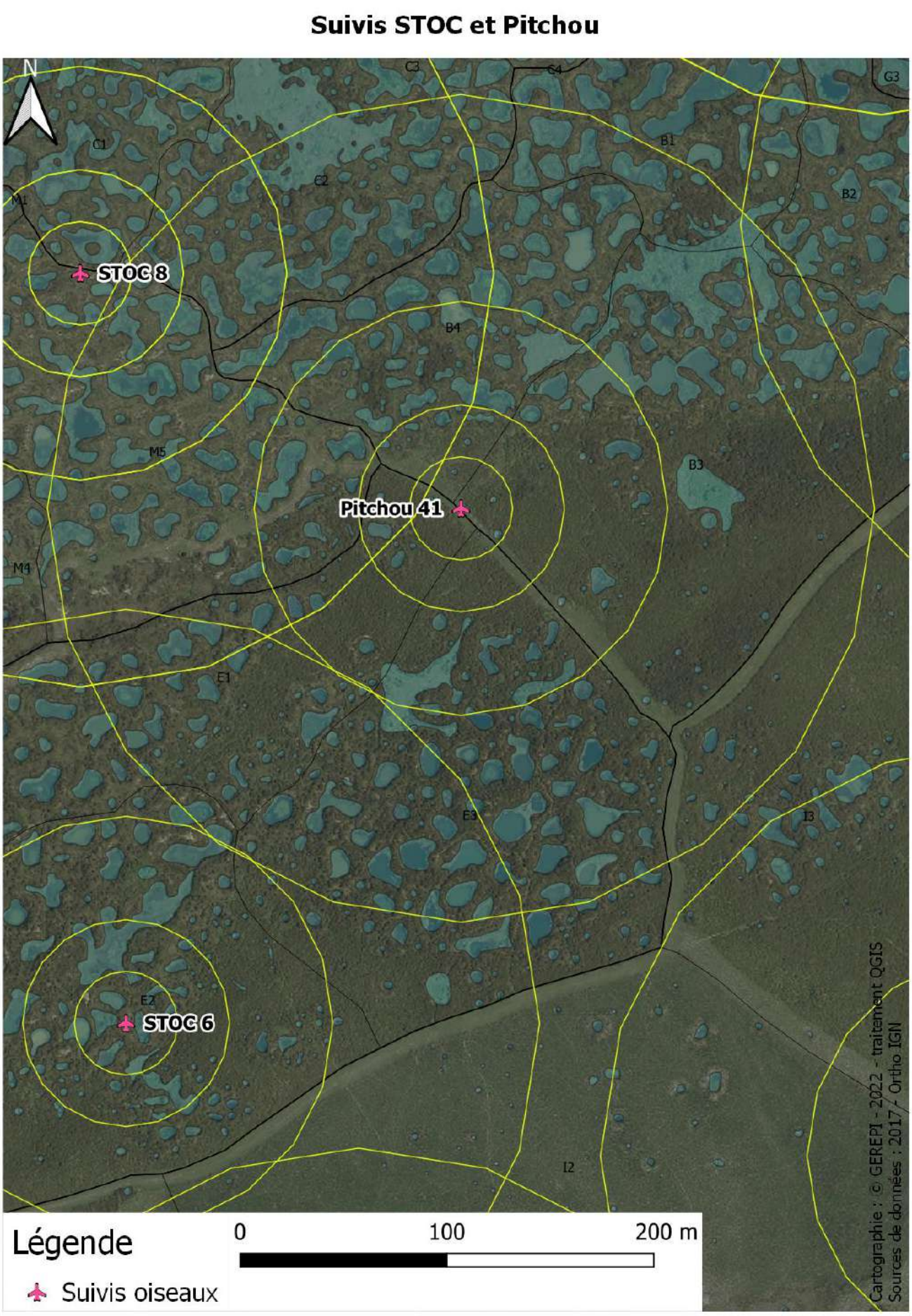


Figure 291 : Localisation du point d'écoute « Pitchou 41 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

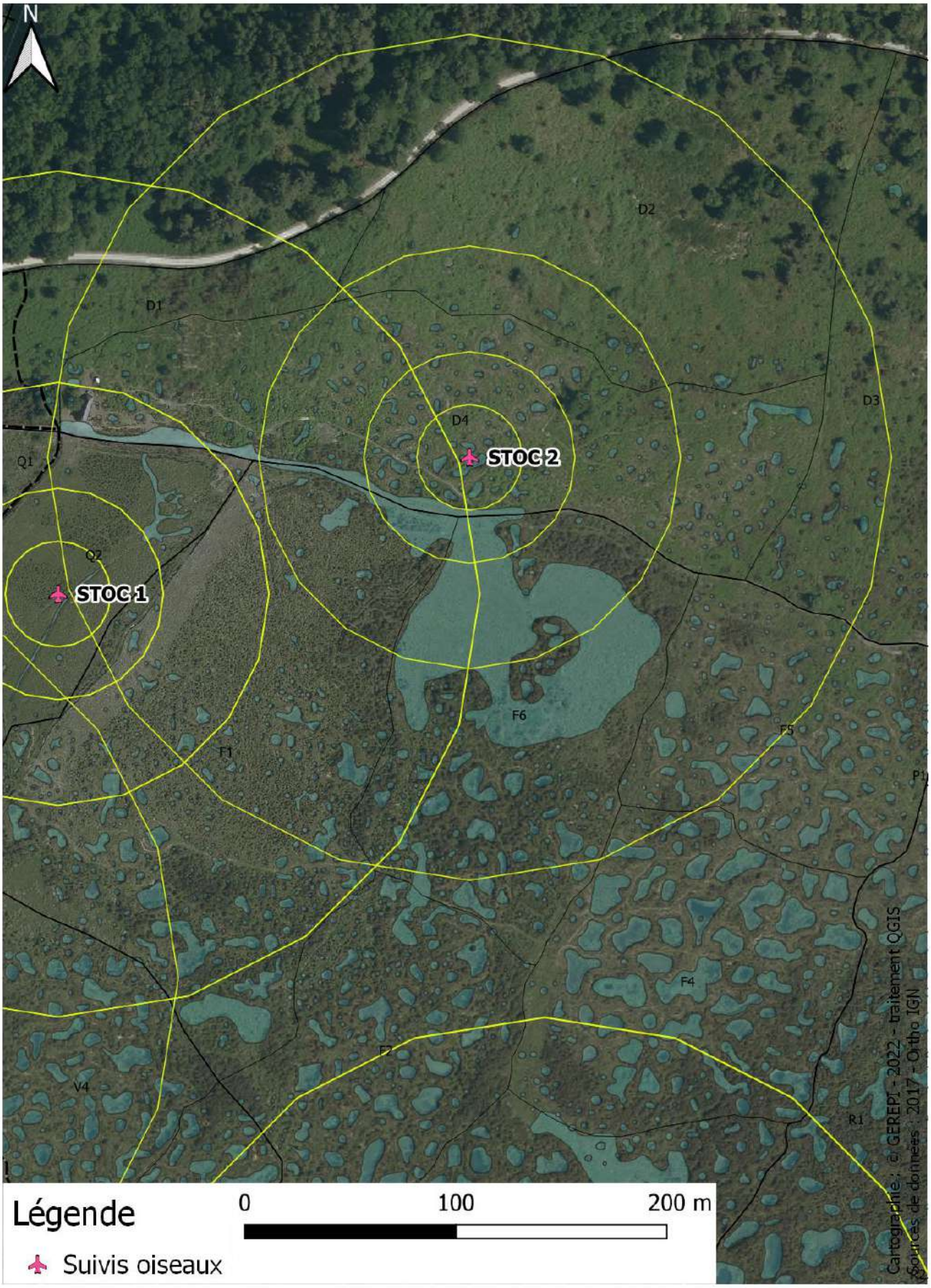


Figure 292 : Localisation du point d'écoute « STOC 2 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

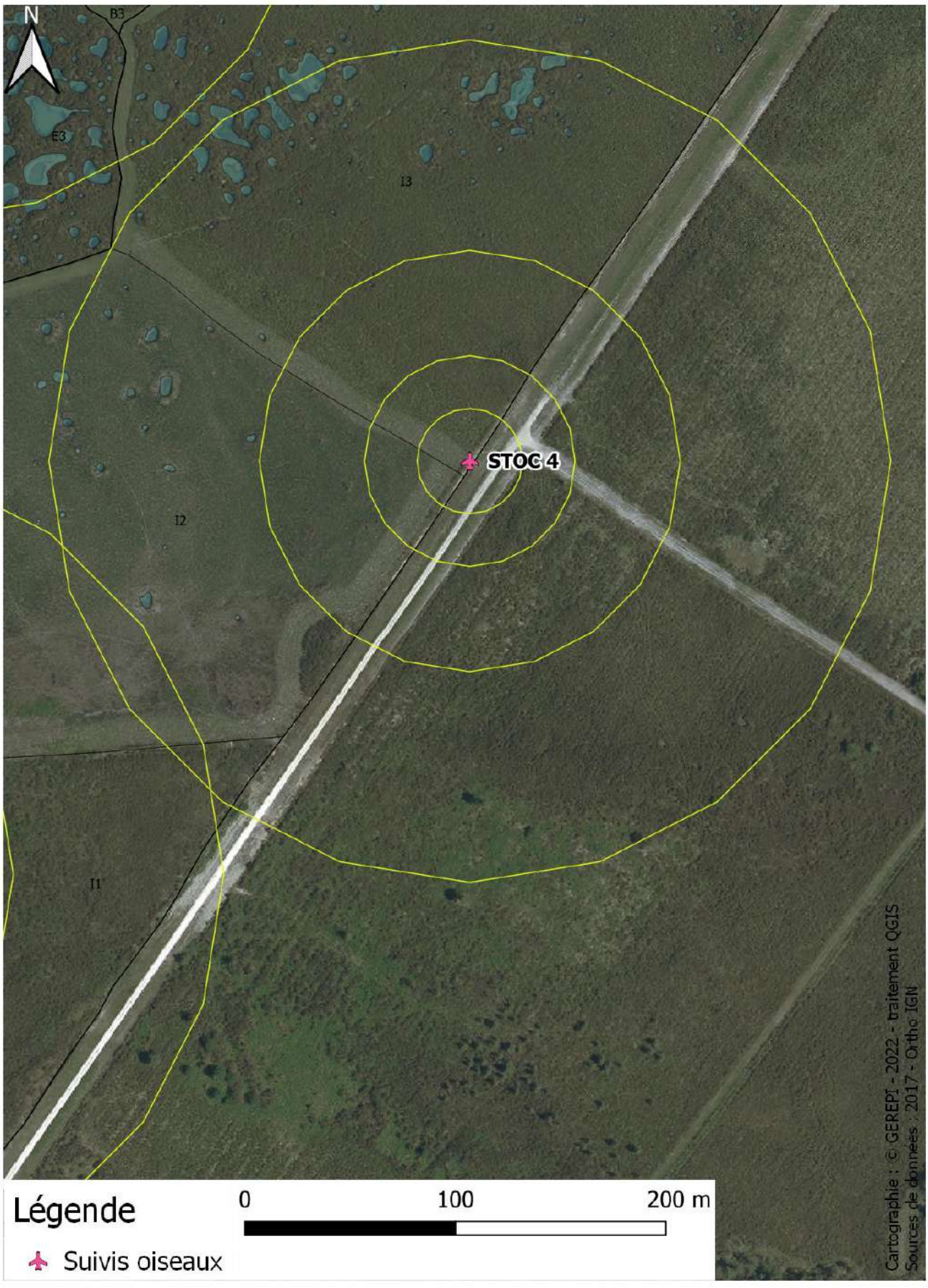


Figure 293 : Localisation du point d'écoute « STOC 4 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

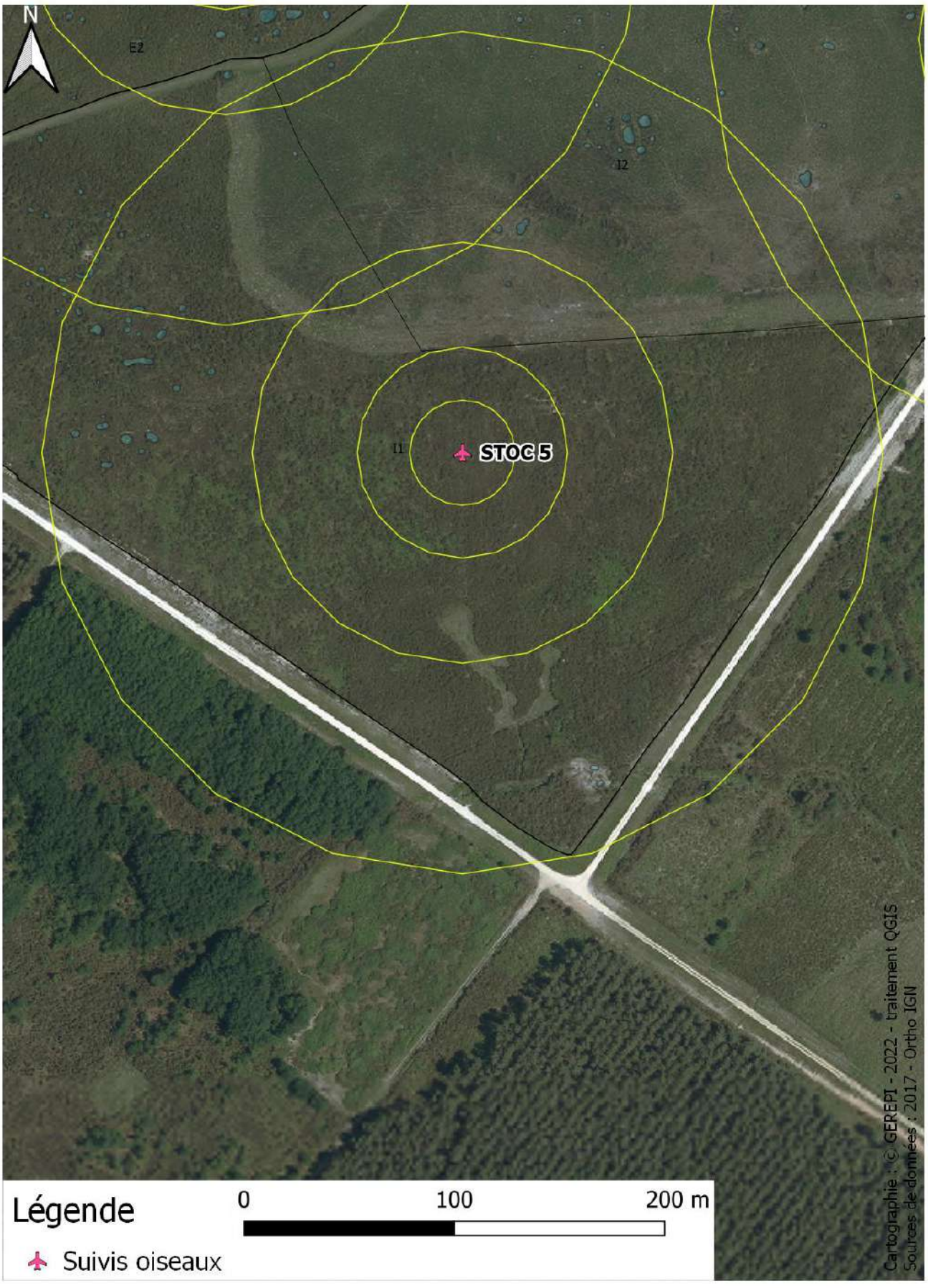


Figure 294 : Localisation du point d'écoute « STOC 5 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

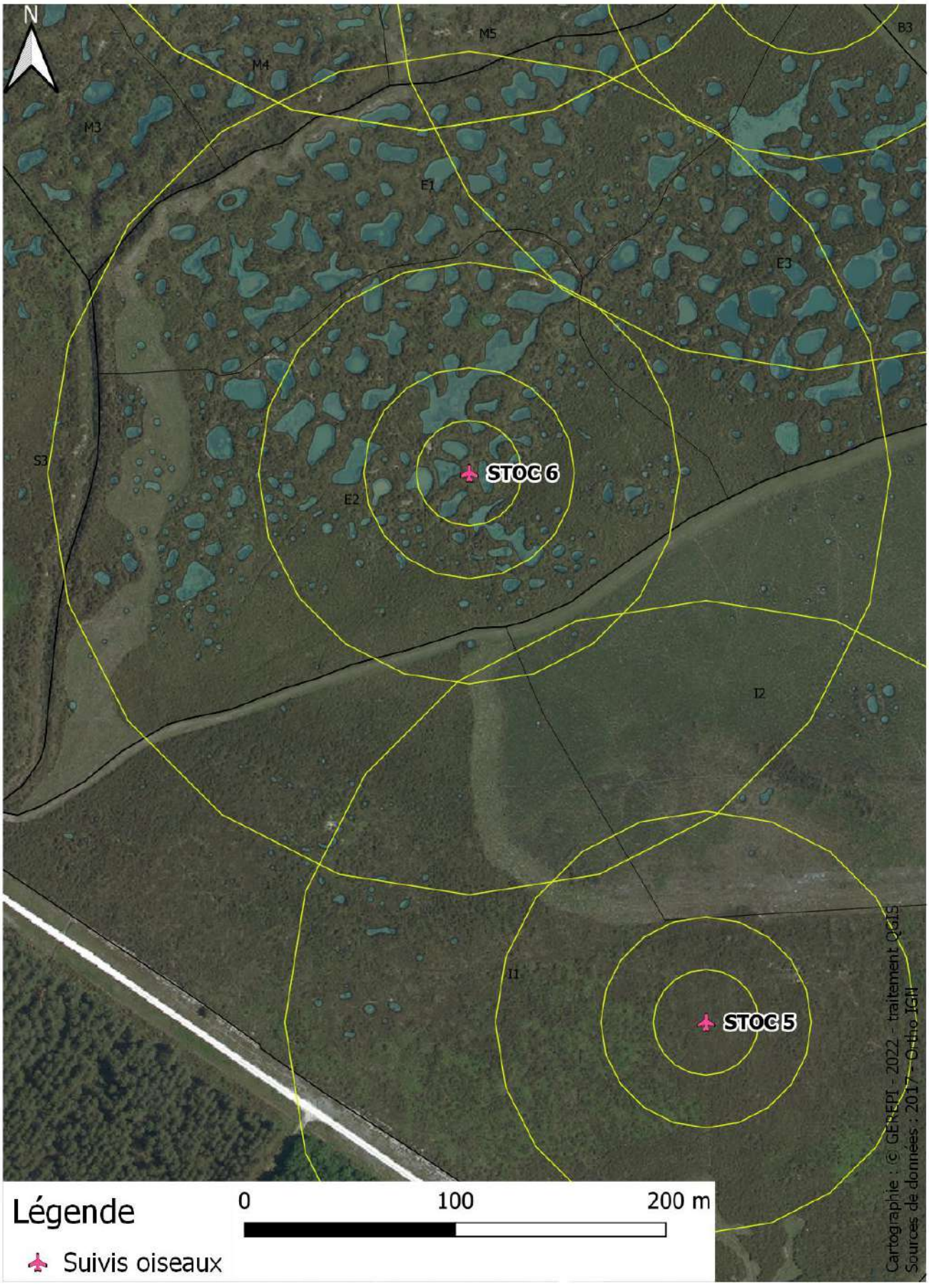


Figure 295 : Localisation du point d'écoute « STOC 6 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

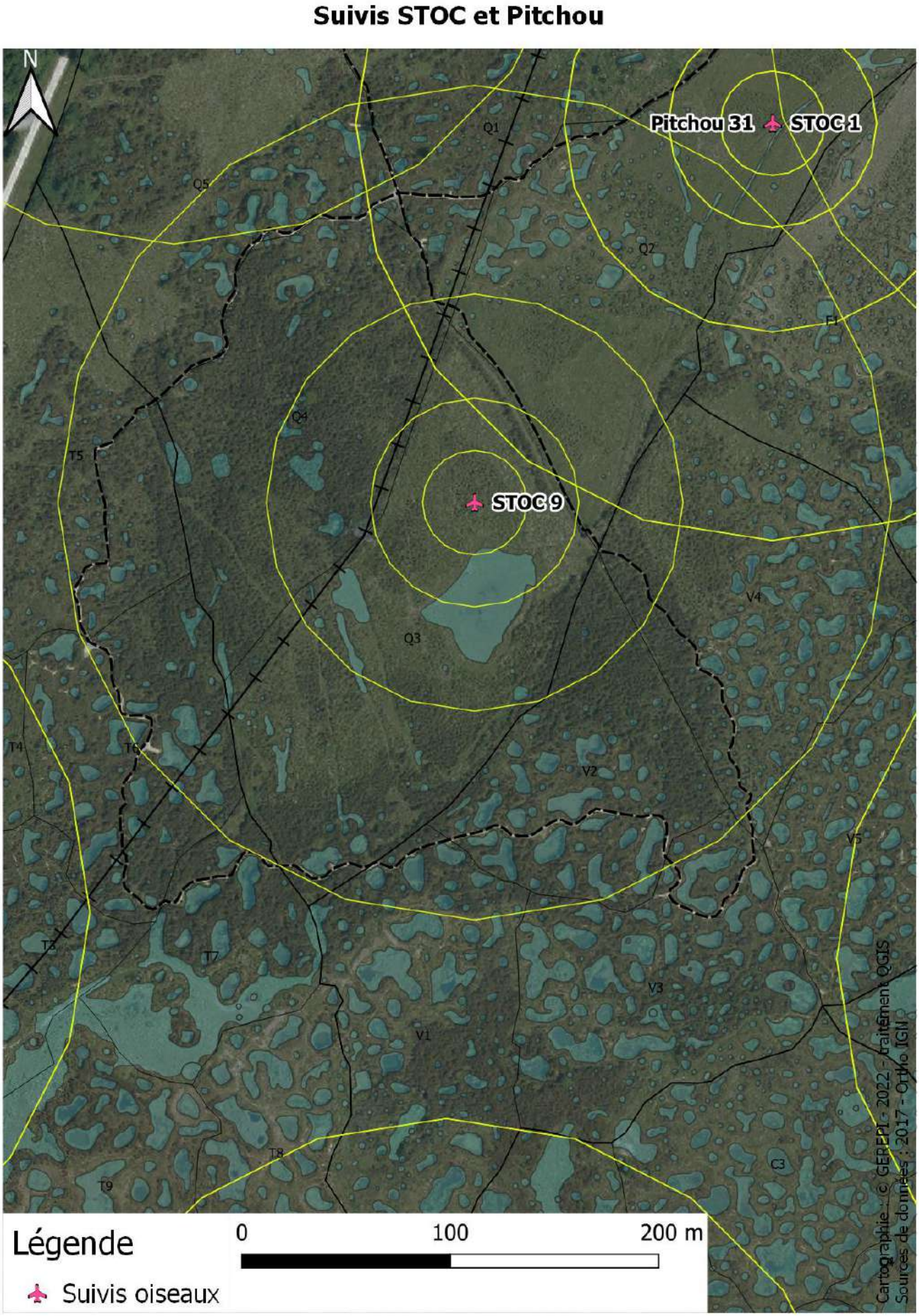


Figure 296 : Localisation du point d'écoute « STOC 9 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

Figure 297 : Localisation du point d'écoute « STOC 10 » et tampons de distance de spatialisation des oiseaux

GEREPI

Moulin de Chitré
86210 Vouneuil sur Vienne

Téléphone :
05 49 02 33 47
Mél : gerepi@free.fr