



**HAL**  
open science

## **Bilan des études conduites sur le Golf de Vidauban et le domaine de Bouis (Var) - Perspectives d'actions**

Océane Roquinarc'h, Aurélie Lacoeyllhe, Manon Latour, Théo Defrancq, Grégoire Egoroff

### ► **To cite this version:**

Océane Roquinarc'h, Aurélie Lacoeyllhe, Manon Latour, Théo Defrancq, Grégoire Egoroff. Bilan des études conduites sur le Golf de Vidauban et le domaine de Bouis (Var) - Perspectives d'actions. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN). 2022, 64 p. + 15 p. d'annexes. <mnhn-04136592>

**HAL Id: mnhn-04136592**

**<https://mnhn.hal.science/mnhn-04136592v1>**

Submitted on 21 Jun 2023

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

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



HAL Authorization

# Bilan des études conduites sur le Golf de Vidauban et le domaine de Bouis (Var) **Perspectives d'actions**

Océane ROQUINARC'H, Aurélie LACOEUILHE, Manon LATOUR,  
Théo DEFRANCQ & Grégoire EGOROFF



Octobre 2022

# PATRINAT

## Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Un service commun de  
l'Office français de la biodiversité,  
du Centre national de la recherche scientifique  
et du Muséum national d'Histoire naturelle



Convention : MNHN/Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE)

Cheffes de projet : Océane ROQUINARC'H (PatriNat) & Aurélie LACOEUILHE (PatriNat)

Expertes mobilisées : Elise AUBERGER, Isabelle ROUGET (CR2P), Manon SAGER (stagiaire PatriNat) & Margaux MISTARZ (PatriNat).

Relecture : Philippe GOURDAIN & Katia HERARD (PatriNat)

Photo de couverture : Dalles rocheuses sur le Golf de Vidauban ©O. ROQUINARC'H

Référence du rapport conseillée : Roquinarç'h O., Lacoecilhe A., Latour M., Defrancq T. & Egoroff G., 2022. Bilan des études conduites sur le Golf de Vidauban et le domaine de Bouis (Var). Perspectives d'actions. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris. 79 pages.

---

## PatriNat

### Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel



Depuis janvier 2017, PatriNat assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont l'Office français de la biodiversité (OFB), le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), et le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Ce portail s'inscrit dans le cadre du Système d'information de la biodiversité (SIB) et du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP). Il s'intègre dans l'écosystème Naturefrance en contribuant notamment à l'Observatoire national de la biodiversité (ONB).

Son objectif est de fournir une expertise fondée, d'une part, sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité marine et terrestre et de la géodiversité présentes sur le territoire français, en métropole comme en outre-mer, et, d'autre part, sur la maîtrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, établie sur une approche scientifique, doit contribuer à faire émerger les questions et à proposer les réponses permettant d'améliorer les politiques publiques portant sur la biodiversité, la géodiversité et leurs relations avec les sociétés et les humains.

En savoir plus : [patrinat.fr](http://patrinat.fr)

Co-directeurs :

Laurent PONCET et Julien TOUROULT

---

## Inventaire national du patrimoine naturel



Porté par PatriNat, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. L'INPN est un dispositif clé du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) et de l'Observatoire national de la biodiversité (ONB).

Afin de gérer cette importante source d'informations, le MNHN a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses, quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien sur la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : [inpn.mnhn.fr](http://inpn.mnhn.fr)

## La Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'environnement



Nichée au cœur de la Plaine des Maures dans le département du Var (83), la propriété privée du Bois de Bouis s'étend sur 870 ha. Elle est constituée d'une centaine d'hectares occupés par un parcours de Golf, et un hameau et de plus de 700 ha d'espaces naturels ouverts à l'accueil du public. Depuis les incendies dramatiques survenus dans la Plaine et le Massif des Maures en 2003, la préservation du patrimoine naturel du site s'est progressivement imposée comme une nécessité. La Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement a ainsi été créée le 30 mai 2007. La structure est entièrement dédiée à la gestion environnementale des espaces naturels de la propriété, parcours de Golf inclus.

Elle a trois missions principales :

- Mieux connaître son territoire et les milieux qui le composent et comprendre les interdépendances des espèces qui peuplent ce site,
- Préserver et protéger pour mieux appréhender les enjeux conservatoires liés à ces espèces et ces milieux en tenant compte de l'activité golfique de l'entreprise. Participer activement à la préservation du « tissu vivant » de la Plaine des Maures,
- Partager les connaissances acquises avec le plus grand nombre pour inspirer et innover.

La Fondation est également dédiée, au travers de ses actions, au rayonnement du club de Golf de Vidauban auprès des acteurs de l'industrie du golf et du territoire. Elle se positionne comme un acteur volontaire, engagé pour l'intégration de la biodiversité aux activités golfiques.

En savoir plus : <http://www.fondation-plainedesmaures-environnement.fr>

Président – Richard Sorrell

Superintendant du parcours – Stephen Byrne

Responsable biodiversité du parcours – Didier Novelli

# SOMMAIRE

1	Introduction et objectifs du rapport .....	8
2	Site d'étude .....	9
2.1	Le domaine de Bouis .....	9
3	Etude sur l'état de conservation des communautés de pelouses à sérapias.....	10
3.1	Contexte et objectifs .....	10
3.1.1	Contexte de l'étude .....	10
3.1.2	Objectifs.....	11
3.2	Matériels et méthodes .....	11
3.3	Principaux résultats .....	14
3.4	Discussion – Perspectives .....	20
3.5	Études conduites .....	21
4	Identification des enjeux de conservation relatifs aux communautés de chiroptères .....	22
4.1	Contexte et objectifs .....	22
4.2	Matériels et méthodes .....	22
4.3	Principaux résultats .....	23
4.3.1	Richesse .....	23
4.3.2	Activité.....	24
4.3.3	Comparaison de la richesse et de l'activité entre le domaine du Bois de Bouis et le Golf de Vidauban 25	
4.3.4	Différences significatives par espèce.....	26
4.3.5	Enjeux de conservation .....	26
4.3.6	Gîtes.....	28
4.4	Discussion – Perspectives .....	29
4.5	Etudes conduites .....	30
5	Evaluation de l'état de conservation des populations de Tortue d'Hermann dans l'enceinte du parcours de golf.....	31
5.1	Contexte et objectifs .....	31
5.1.1	Contexte de l'étude .....	31
5.1.2	Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann dans l'enceinte du parcours de golf 32	
5.2	Matériels et méthodes .....	33
5.2.1	Méthode de « Capture-Marquage-Recapture » (CMR).....	33

5.2.2	Stratégie d'échantillonnage.....	33
5.2.3	Analyse des données .....	34
5.3	Principaux résultats .....	36
5.3.1	Boitier – 2010 .....	36
5.3.2	Rault – 2015.....	36
5.4	Discussion – Perspectives .....	37
5.4.1	Eléments de gestion impactant positivement/négativement l'espèce.....	37
5.4.2	Evolution des pratiques de gestion suite à l'étude .....	38
5.4.3	Poursuite de l'étude .....	38
5.5	Etudes conduites .....	39
6	Influence de la gestion des parcours de golf sur les communautés de nématodes .....	39
6.1	Contexte et objectifs .....	39
6.1.1	Les nématodes.....	39
6.1.2	Problèmes écologiques et économiques.....	41
6.1.3	Intérêts écologiques .....	42
6.2	Matériels et méthodes .....	42
6.2.1	Plan d'échantillonnage et prélèvement des échantillons sur le terrain.....	43
6.3	Principaux résultats .....	44
6.4	Discussion – Perspectives .....	45
6.5	Etudes conduites – Livrables .....	46
7	Patrimoine géologique .....	46
7.1	Contexte et objectifs .....	46
7.2	Matériels et méthodes .....	46
7.3	Principaux résultats .....	47
7.3.1	Partie est du secteur d'étude .....	47
7.3.2	Partie ouest et sud-ouest du secteur d'étude.....	48
7.3.3	Sur le Golf .....	49
7.3.4	Bilan du premier passage sur site.....	51
7.4	Discussion – Perspectives .....	51
7.5	Etudes conduites .....	52
8	Bilan du diagnostic.....	53
8.1	Communautés des pelouses à sérapias.....	53
8.1.1	Dans l'enceinte du golf .....	53
8.1.2	Dans le domaine de Bouis .....	53

8.2	Populations de Tortues d’Hermann .....	54
8.2.1	Dans l’enceinte du golf .....	54
8.2.2	Dans le domaine de Bouis .....	54
8.3	Chiroptères .....	54
8.3.1	Dans l’enceinte du golf .....	54
8.3.2	Dans le domaine de Bouis .....	55
8.4	Communautés de nématodes .....	55
8.4.1	Dans l’enceinte du golf .....	55
8.4.2	Extrapolation aux milieux naturels hors clôture .....	55
8.5	Patrimoine géologique .....	56
8.5.1	Dans l’enceinte du golf .....	56
8.5.2	Dans le domaine de Bouis .....	56
8.6	Quelques leviers d’actions pour le golf .....	56
8.6.1	Milieux naturels / Communautés des pelouses à sérapias .....	56
8.6.2	Populations de Tortues d’Hermann .....	57
8.6.3	Chiroptères .....	57
8.6.4	Communautés de nématodes .....	57
8.6.5	Patrimoine géologique .....	58
9	Conclusion de l’étude et perspectives.....	58
10	Bibliographie générale.....	59
11	ANNEXES.....	64
	Annexe 1 : Fiche – Brèches permienes du Golf de Vidauban.....	64
	Annexe 2 : Fiche – Butte de rhyolite permienne de la zone sud du Golf de Vidauban.....	71

# 1 Introduction et objectifs du rapport

Au cours des dix années de partenariat entre la Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE) et le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), de nombreuses études ont été réalisées sur différents groupes taxonomiques (faune et flore) et sur la géodiversité du Golf de Vidauban et du Domaine du Bouis, situés dans le Var. Ces études ont permis de récolter des données d'occurrences d'espèces et d'habitats dans le golf, qui est un espace bien délimité de 126 ha, divisé en 2 secteurs distincts. Le golf fait partie du Domaine de Bouis, qui représente, golf exclu, un espace non clôturé de 830 ha situé en partie dans la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures (RNNPM). La mobilisation des données récoltées et leur analyse permet de rendre compte, de l'évolution de certains milieux naturels en prenant pour référence les milieux naturels comparables, présents dans les secteurs périphériques (hors clôture). L'étude des milieux créés lors de l'aménagement du parcours (plans d'eau, prairies, etc.) permet également d'identifier les gains potentiels de biodiversité et les relations fonctionnelles existantes avec les milieux naturels périphériques et ceux hors clôture.

Ce bilan cherche à répondre à la question suivante : **dans quelle mesure la biodiversité des milieux naturels du parcours de golf diffère-elle de celle des espaces naturels périphériques (hors clôture) ?** mais aussi à certaines questions sous-jacentes comme : un milieu au sein du parcours présente-t-il le même niveau de diversité et le même fonctionnement qu'un milieu équivalent situé en réserve naturelle ? Quelles sont les relations écologiques entre les milieux aquatiques artificiels et les milieux aquatiques naturels hors clôture ? Les milieux artificiels constituent-ils des habitats de substitution voire des zones refuge pour certaines espèces remarquables de la Plaine des Maures ? Le parcours de golf constitue-t-il un élément fragmentant à la dispersion des espèces ?

En menant **cette étude comparative des données obtenues dans le golf et hors golf, sous forme d'une synthèse analytique de différents travaux menés dans le cadre du partenariat**, et suivant des protocoles semi-standardisés ou standardisés, ce rapport met en avant des **tendances sur l'état de conservation des milieux dans le golf et hors golf. Il propose également des perspectives d'aménagements, de gestion et éventuellement d'études complémentaires.** Parmi toutes les études menées dans le cadre du partenariat, cinq études majeures ont été sélectionnées pour alimenter la réflexion de cette synthèse. Elles sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous :

Etude	Périmètre de l'étude	Période	Partie du rapport
Communautés des pelouses à sérapias	Domaine du Bois de Bouis	2017-2019	Partie 3
Chiroptères	Domaine du Bois de Bouis	2017-2020	Partie 4
Tortue d'Hermann	Golf de Vidauban	2013-2015	Partie 5
Nématodes	Golf de Vidauban	2018-2019	Partie 6
Patrimoine géologique	Golf de Vidauban	2018-2019	Partie 7

Tableau 1 : Tableau des études sélectionnées pour ce rapport.

# 2 Site d'étude

## 2.1 Le domaine de Bouis

Sur la commune de Vidauban, le **Domaine du Bois de Bouis** (nommé « Domaine de Bouis » ou « domaine » dans la suite du document) se situe à cheval sur la Plaine des Maures et les premiers contreforts du Massif du même nom à l'est. Au sein des **950 ha du domaine**, se trouve le **parcours de golf de 126 ha**, dont 30 ha environ sont dédiés au jeu (greens, fairways, roughs et bunkers). Celui-ci est divisé en deux parties par la Route Départementale 72 qui le coupe d'est en ouest. Environ 3,5 ha de la partie sud sont occupés par des surfaces bâties et des jardins ornementaux (« le hameau »). En tout, ce sont environ 3% du domaine qui sont artificialisés. 63 ha du parcours ont été clôturés en 2001 afin notamment de protéger les espaces de jeu des sangliers. En 2003, un incendie a ravagé près de 30 ha de zone naturelle à l'ouest du parcours (22,5 ha de la partie nord et 6,5 de la partie sud). En 2021, un nouvel incendie a touché l'extrémité de la partie Est du domaine, sur environ 20 ha au lieu-dit du « Vallon de la Nible ».

Une partie du domaine (560 ha), dont la quasi-totalité du parcours (110 ha), se trouve au sein du site Natura 2000 FR 9301622. A ce titre, plusieurs parcelles dans l'enceinte clôturée font l'objet de gestion sous contrat Natura 2000. Ces contrats ont pour vocation une gestion intégrée en faveur de la lutte incendie et de la Tortue d'Hermann. De plus, depuis 2009, le périmètre de la Réserve naturelle nationale de la Plaine des Maures englobe également une partie du domaine (460 ha).

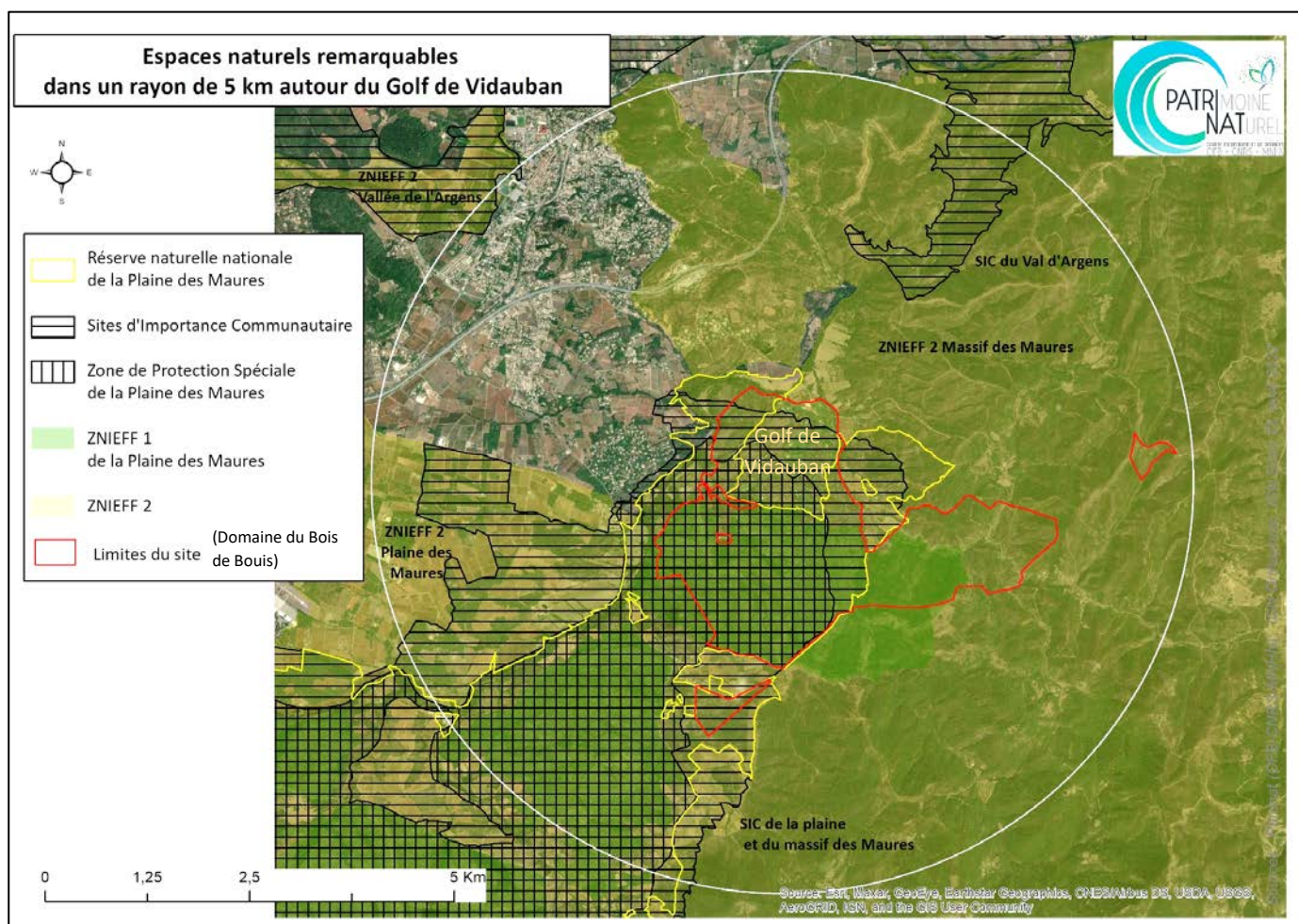


Figure 1 : Espaces naturels remarquables dans un rayon de 5 km autour du Golf de Vidauban.

# 3 Etude sur l'état de conservation des communautés de pelouses à sérapias

## 3.1 Contexte et objectifs

### 3.1.1 Contexte de l'étude

Une étude a été menée pour évaluer l'état de conservation des communautés de pelouses à sérapias. Une **communauté végétale** correspond au regroupement de plantes partageant un environnement commun qui interagissent les unes avec les autres tout en intégrant les populations animales et l'environnement physique. Un **habitat** regroupe l'ensemble des espèces et leurs interactions en associant les paramètres physiques et chimiques. Les communautés des pelouses à sérapias ont été identifiées comme **habitat d'intérêt communautaire (HIC) au titre de la directive « Habitats-faune-flore »** (Conseil de la CEE, 1992). Ce statut engage les États membres de l'Union européenne à mettre en place une réglementation, ainsi que des actions de gestion, pour maintenir les HIC présents sur leur territoire dans un état de conservation « favorable ». Ces pelouses correspondent aux « **Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (*Serapion*)** » (UE 3120-1) (Fig. 2 et 3). Cet habitat d'intérêt européen élémentaire fait partie d'un habitat générique (incluant un autre habitat élémentaire retrouvé au niveau du territoire métropolitain sur la façade atlantique), les eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. (UE 3120).



Figure 2 : Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (*Serapion*) » (code UE 3120-1), en très bon état de conservation. Golf de Vidauban ©M. Latour.

Les pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline sont classées comme rares sur le territoire et sont localisées dans le sud de la France, principalement dans le Var. Le statut de conservation de ces pelouses dans la région biogéographique méditerranéenne est évalué comme « défavorable mauvais » avec une « Tendance à la détérioration de l'état de conservation entre les deux rapportages Natura 2000 » selon le tableau de synthèse publié en 2019 (PatriNat, 2019). Le Domaine de Bouis **fait** ainsi **partie des derniers bastions de l'habitat** à l'échelle française. Il est donc primordial d'évaluer l'état de conservation de ces pelouses et d'identifier les impacts potentiels et avérés qui mettent en péril sa pérennité dans les milieux naturels.

### 3.1.2 Objectifs

- ✓ Développer une méthode afin d'évaluer l'état de conservation des communautés de pelouses à sérapias.
- ✓ Réaliser une synthèse des campagnes d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat UE 3120-1 mené sur le parcours de golf, le domaine de Bouis et la RNNPM.
- ✓ Identifier les secteurs de pelouses à sérapias ainsi que les milieux aquatiques et humides du Golf de Vidauban et conduire une analyse afin d'identifier d'éventuelles différences entre les communautés relevées sur les secteurs suivants :
  - Parcours de Golf de Vidauban ;
  - Domaine de Bouis (hors réserve) ;
  - Domaine de Bouis (partie en RNN) ;
  - RNNPM ;
- ✓ Faire le lien entre les observations récoltées sur le terrain et les résultats des analyses afin d'identifier les pressions subies par l'habitat dans les différents secteurs prospectés. Les pressions naturelles et anthropiques varient-elles beaucoup entre les différents points de relevés ?



Figure 3 : Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (Serapion) » (code UE 3120-1), en mauvais état de conservation. Parcours de Golf de Vidauban © M. Latour.

## 3.2 Matériels et méthodes

En 2018, les premiers relevés effectués dans la plaine des Maures ont eu pour vocation de valider la méthode d'évaluation, notamment une grille d'indicateurs permettant aux gestionnaires de sites naturels d'évaluer simplement l'état de conservation de l'habitat UE 3120-1, tout en identifiant les facteurs clés de sa dégradation. Lors de cette campagne, le Golf de Vidauban, le Domaine de Bouis et une partie de la RNN de la Plaine des Maures ont été prospectés. Différentes structures ont été sollicitées comme le CBN méditerranéen (CBNMed), les animateurs, les techniciens et les gestionnaires Natura 2000, afin d'échanger sur la méthode et recueillir leurs connaissances du terrain. L'état de conservation défini par les experts peut être caractérisé selon quatre groupes :

- **État bon-optimal** = milieu naturel qui maintient une fonctionnalité écologique dans un état optimal souhaité ;



Figure 4 : Placette de relevé phytosociologique positionnée sur un polygone d'habitat de « Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (Serapion) » (UE 3120-1) le long d'un ruisseau temporaire au sein du Golf de Vidauban (Var). ©M. Latour.

- **État bon-correct** = milieu naturel faiblement affecté par des dégradations et qui conserve une fonctionnalité tout en se maintenant dans le temps ;
- **État altéré** = milieu naturel qui subit une détérioration significativement impactante pour sa fonctionnalité mais qui, par des mesures de gestion adaptées, peut revenir à un état supérieur « bon correct » ;
- **État dégradé** = milieu naturel fortement détérioré où les coûts pour le remettre dans un état favorable seraient trop importants ou même si une action était menée, il ne serait pas possible de le rétablir dans un des états supérieurs.

Ces catégories d'état peuvent être agrémentées d'un « + » ou d'un « - », afin d'affiner le diagnostic et de rapprocher nos analyses des observations faites. La prospection terrain a été réalisée en mai pendant l'optimum de développement de la végétation. Sur le terrain, pour chaque relevé (polygone d'habitat), une évaluation de l'état de conservation a été donnée par un expert puis un relevé phytosociologique a été réalisé (Fig. 4). Un **relevé phytosociologique** « est un relevé d'informations variées permettant de décrire la communauté végétale en place et son contexte : informations sur la composition floristique, sur la structure de la végétation, sur l'abondance des différents taxons au sein de la végétation étudiée, sur la physionomie et le périmètre du relevé, etc. » (Delassus, 2015). Il permet l'élaboration d'une base de données exploitable par un logiciel d'analyse statistique qui répond aux divers indicateurs sur la composition floristique (Meddour, 2011 ; Delassus, 2015). Les relevés ont été effectués sur des **placettes de tailles variables et représentatives de la végétation de l'habitat** étudié (Delassus, 2015). La forme des relevés et leur nombre par polygone d'habitat ont été adaptés à la topographie des sites et au temps disponible. Dans un relevé sont notés diverses données stationnelles, les atteintes sur l'habitat et le recouvrement de chacune des espèces végétales selon le coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1964). Par la suite, des analyses statistiques ont été réalisées afin de mettre en évidence les corrélations et les redondances entre les indicateurs et l'avis d'expert donné. L'état de conservation du polygone d'habitat est obtenu en comparant les valeurs des indicateurs récoltés durant la phase de terrain, aux valeurs seuils définies grâce à des recherches bibliographiques, au dire d'experts ou à partir de tests sur le terrain. Une note est attribuée à chaque indicateur. La somme des notes correspondant aux valeurs des indicateurs est alors soustraite à la note de 100. La note finale obtenue est ensuite positionnée le long du gradient d'état de conservation. On en déduit ainsi l'état de conservation du polygone d'habitat comme décrit dans la figure 5 (Latour, 2018). Ce travail a permis d'aboutir à la **publication des Cahiers d'évaluation de l'état de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire** (Mistarz & Latour, 2019).

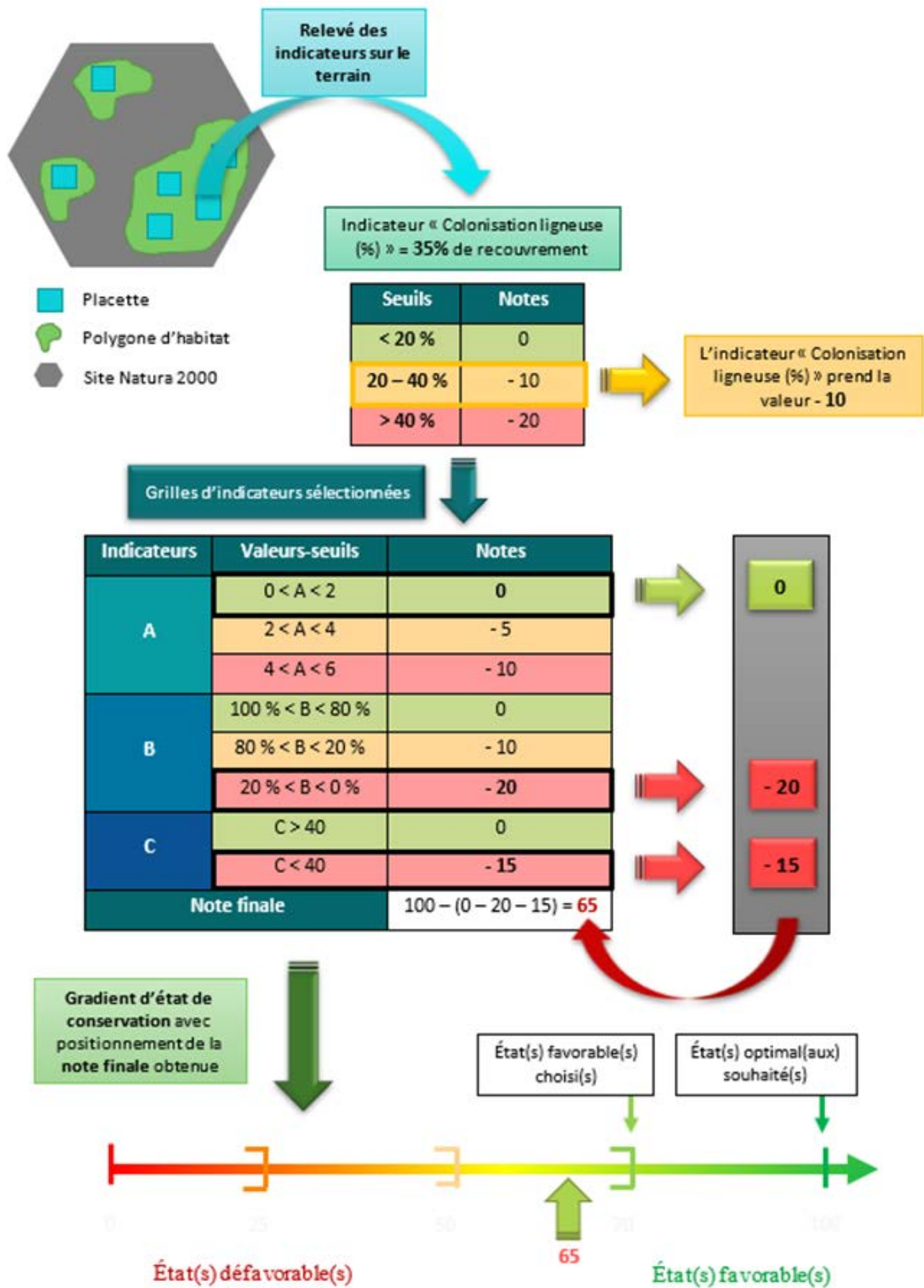


Figure 5 : Évaluation de l'état de conservation à l'échelle du polygone d'habitat (d'après Latour, 2018).

En 2019, une seconde campagne a été menée dans la Plaine des Maures afin d'identifier précisément les enjeux associés en appliquant la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat UE 3120-1 publiée en 2018. Les prospections ont été réalisées en avril et mai lors de l'optimum de végétation. Le choix des stations de relevés a été fait selon un échantillonnage illustrant le plus équitablement possible les quatre états de conservation définis plus haut afin d'obtenir des données hétérogènes et représentatives des différents faciès d'état de conservation de l'habitat sur la Plaine des Maures. Les secteurs étudiés en 2019 sont d'une part le Domaine de Bouis, incluant le Golf de Vidauban, et d'autre part, plusieurs stations dans le périmètre de la RNNPM (dont le Domaine de Bouis en RNNPM). Cette diversité de cas et de contextes a eu pour but de consolider les indicateurs définis dans la méthode publiée de Mistarż & Latour (2019) et de vérifier si les notes obtenues lors de l'application de la méthode étaient concordantes avec l'avis d'expert donné directement sur le terrain. L'idée était aussi de déterminer si les enjeux de gestion étaient comparables entre les secteurs étudiés ou s'il existait des particularités. Ainsi la sélection des stations s'est faite en tenant compte des enjeux déjà identifiés sur le golf, de la fréquentation touristique, des infrastructures routières, etc. Pour cela, une présélection a été réalisée sous SIG, à l'aide notamment d'une cartographie des écoulements (Latour et *al.*, 2017-2018), et des pointages disponibles de l'habitat sur la zone. Les prospections réalisées en 2019 ont ainsi permis de récolter les mêmes informations qu'en 2018 selon le même processus d'acquisition afin de consolider le jeu de données, afin de tester l'applicabilité de la méthode développée (Mistarż & Latour, 2019) et de réaliser des analyses grâce au logiciel statistique R (The R foundation, 2022). Lors de l'application de la méthode, il a été remarqué que la notation conseillée pour chacun des indicateurs était sous-évaluée et ne permettait pas une utilisation fonctionnelle de la méthode. Les données ont donc été ré-analysées afin d'améliorer la sélection des seuils et des notations à l'aide d'analyses statistiques, de bibliographies et d'avis d'expert. Par la suite, une comparaison des communautés de végétations entre les différents relevés a été réalisée afin de mettre en avant d'éventuelles différences en fonction des secteurs. Enfin il a été réalisé une représentation graphique des ressemblances et des dissimilitudes entre les relevés selon les indicateurs relevés sur le terrain et conseillés par Mistarż & Latour (2019).

### 3.3 Principaux résultats

- ▶ La carte ci-après (Fig. 6) permet de visualiser l'ensemble des relevés réalisés sur la Plaine des Maures avec les avis d'expert donnés (Tableau 2).
- ✓ La majeure partie des relevés a été effectuée sur le parcours de Golf de Vidauban, soit au total 37 / 57 relevés. On remarque que les avis d'expert donnés sur le parcours de golf sont assez hétérogènes et le nombre de secteurs « dégradés » est assez faible. À noter que la partie nord du parcours n'a pas pu être autant prospectée que la partie sud. L'absence de pointage ne veut donc pas dire que l'habitat n'est pas présent.
- ✓ Par manque de temps et de connaissance préalable sur la localisation précise de l'habitat, il n'a pu être réalisé que trois relevés sur le Domaine de Bouis et cinq relevés dans le Domaine de Bouis intégré à la RNNPM. Néanmoins, nous avons profité des déplacements réalisés pour identifier l'habitat et ainsi améliorer la connaissance sur la localisation de ce milieu naturel d'intérêt au sein de ces secteurs. À noter que seule une faible surface du Domaine de Bouis hors golf a été prospectée. De plus, les polygones d'habitat évalués sont tous localisés à proximité du golf ou d'une route pour des raisons de facilité d'accès au vu du temps qui nous était imparti. Les données ne sont ainsi pas suffisamment représentatives de la présence et de l'état de conservation de l'habitat et ne permettent donc pas d'avoir une vision pleinement objective de ces pelouses d'intérêt et de leur état de conservation sur le domaine.

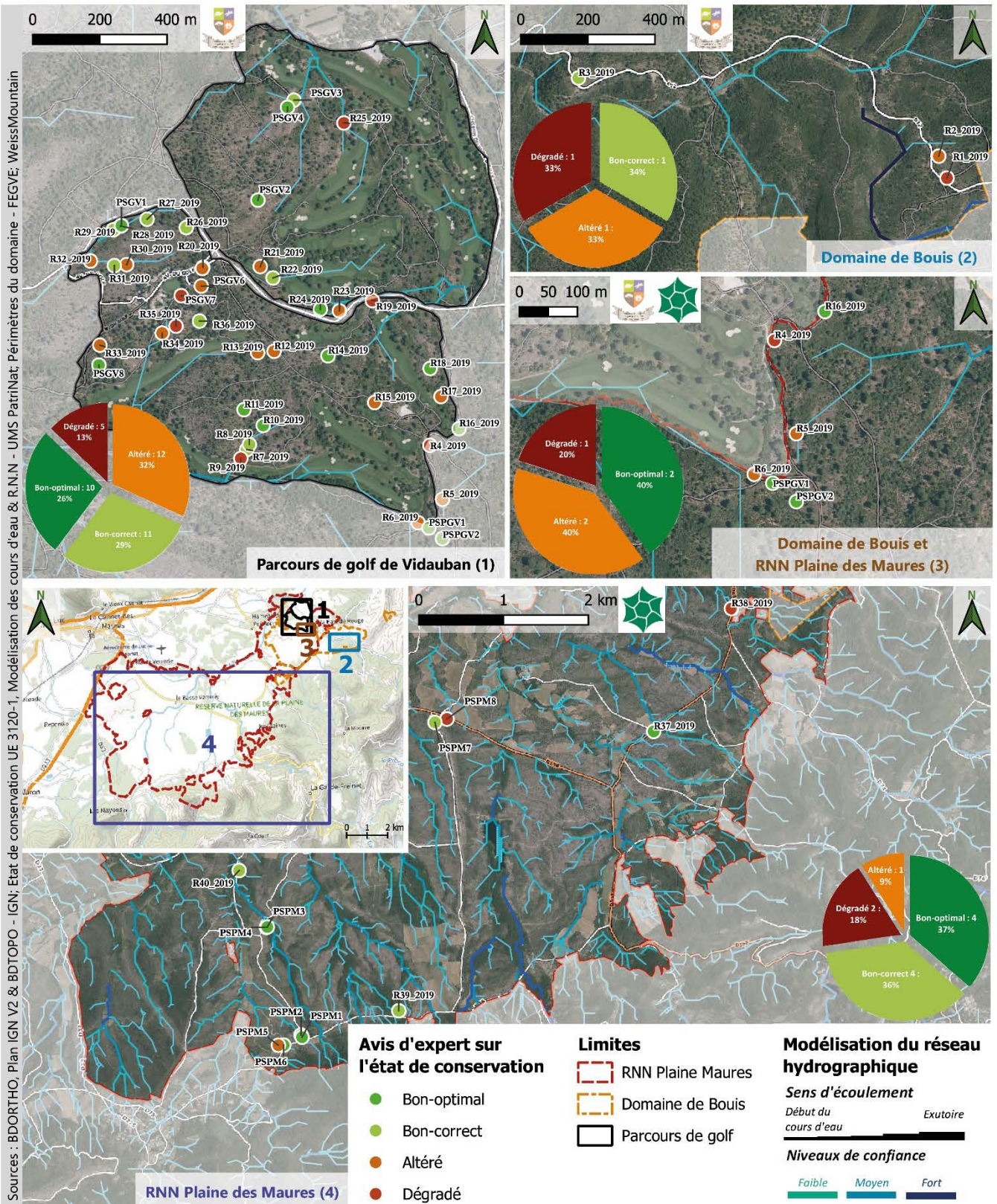
- ✓ La RNNPM comptabilise 12 relevés répartis dans le périmètre de la réserve, mais le jeu de données récoltées reste assez faible au vu de la surface de potentialité de présence de l'habitat. En effet, le Domaine de Bouis et la RNN de la Plaine des Maures présentent de nombreux secteurs favorables à l'habitat, mais non évalués par manque de temps, contrainte d'accès et de données de localisation disponibles.

	2018	2019
Jours de terrain	3 j	4,5 j
Nombre d'espèces identifiées	<b>142</b>	<b>221</b>
Nombre de relevés par zones d'étude	<p><b>TOTAL = 17</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parcours de golf : <b>7</b></li> <li>✓ Domaine de Bouis : <b>0</b></li> <li>✓ Domaine de Bouis / RNN Plaine des Maures : <b>2</b></li> <li>✓ RNN Plaine des Maures : <b>8</b></li> </ul>	<p><b>TOTAL = 40</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parcours de golf : <b>30</b></li> <li>✓ Domaine de Bouis : <b>3</b></li> <li>✓ Domaine de Bouis / RNN Plaine des Maures : <b>3</b></li> <li>✓ RNN Plaine des Maures : <b>4</b></li> </ul>
Avis d'expert sur les états de conservation	<p>État bon-optimal : <b>9</b></p> <p>État bon-correct : <b>3</b></p> <p>État altéré : <b>3</b></p> <p>État dégradé : <b>2</b></p>	<p>État bon-optimal : <b>7</b></p> <p>État bon-correct : <b>13</b></p> <p>État altéré : <b>13</b></p> <p>État dégradé : <b>7</b></p>
Experts mobilisés	Henri Michaud (CBNMed) / Margaux Mistarz (PatriNat) / Manon Latour (PatriNat)	

Tableau 2 : Synthèse des relevés pelouse à Sérapias effectués en Plaine des Maures en 2018 et 2019.

# Relevés effectués dans le cadre de la méthode d'évaluation des HIC

Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (Serapion) 3120-1



Sources : BDORTHO, Plan IGN V2 & BDTOPO - IGN; Etat de conservation UE 3120-1, Modélisation des cours d'eau & R.N.N. - UMS PatrimNat; Périmètres du domaine - FEGVE; WeissMountain



**Projet :** Visualisation des différents secteurs de projections et des avis d'expert donnés  
**Bilan des relevés réalisés sur la Plaine des Maures**

Février 2021

**PS\_EVAL**

Figure 6 : Cartographie bilan du terrain effectué dans la Plaine des Maures.

Les données récoltées dans le cadre de l'élaboration et du test de la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat UE 3120-1 ont permis d'améliorer la grille d'indicateurs, les seuils et les notations proposées dans la publication de Mistarz & Latour (2019).

La visualisation cartographique seule ne permettant pas une bonne comparaison entre les sites, les analyses se sont portées sur l'étude des communautés végétales et la recherche de changement de composition entre les secteurs prospectés.

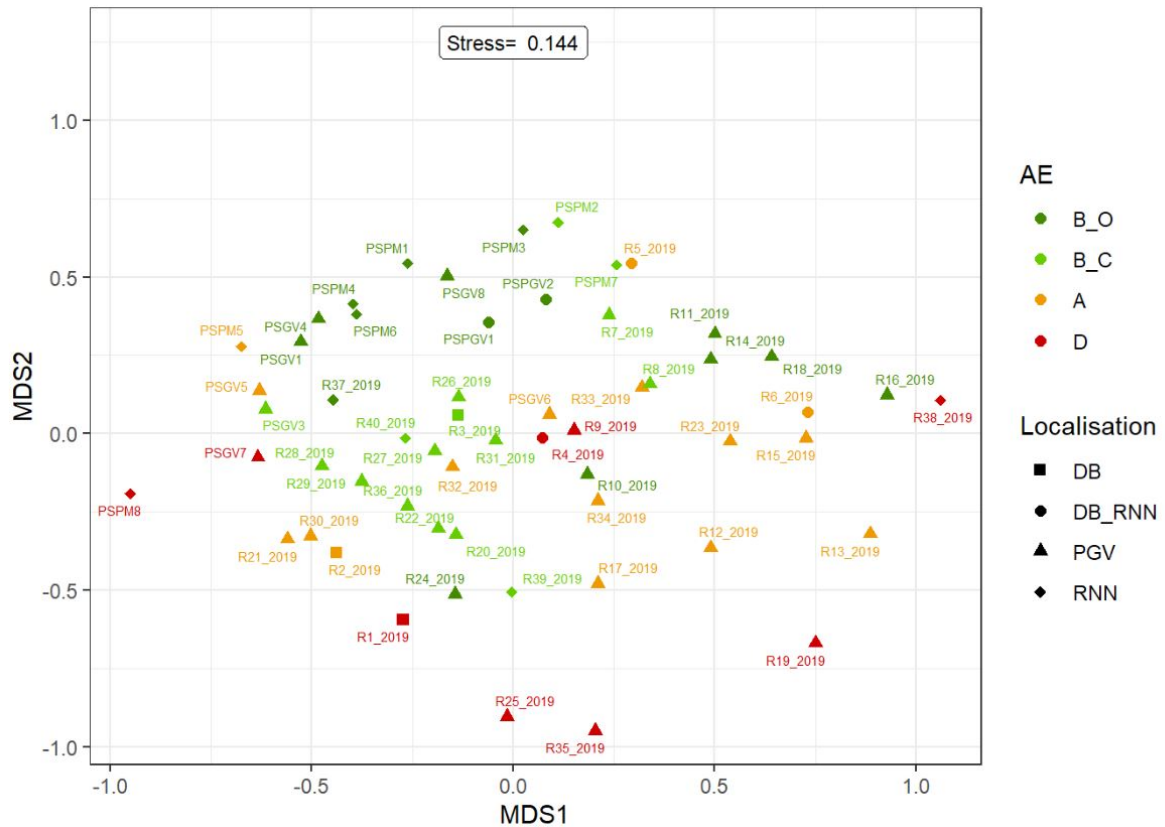


Figure 7 : échelle multidimensionnelle non métrique (NMND) appliquée sur les relevés phytosociologiques (abondance de recouvrement des espèces) réalisés dans la Plaine des Maures et colorés selon le secteur des relevés (B\_O : Bon-optimal, B\_C : Bon-correct, A : Altéré et D : Dégradé, DB : Domaine de Bouis, DB\_RNN : Domaine de Bouis et RNN Plaine des Maures, PGV : Parcours de Golf de Vidauban) – RStudio Team 2022 v02.443v02.443.

- ▶ L'analyse multivariée utilisée est l'échelle multidimensionnelle non métrique (MDS). Elle permet, à partir des données d'abondance dominance, de rapprocher sur un graphique les relevés possédant le même type de végétation et, à l'inverse, elle sépare les relevés atypiques. Le graphique a été mis en couleur selon la localisation des relevés (Fig. 7) et, en fonction de l'avis d'expert donné (Fig. 8). Ces figures montrent l'hétérogénéité des relevés effectués ainsi que le lien entre la composition des communautés de végétations et des pressions subies.
- ✓ La Figure 8 montre que deux relevés sur trois réalisés dans le Domaine de Bouis non compris dans le périmètre de la RNNPM se ressemblent tandis que R38\_2019 semble relativement s'en distinguer. Cette différence peut s'expliquer par la localisation des relevés, effectués en bord de route qui sont régulièrement gyrobroyés selon les directives de défense et de lutte contre les incendies. Cette gestion

récurrente peut apporter ou éliminer certaines espèces végétales et ainsi séparer ces communautés de végétation de celles observées dans la Plaine des Maures ;

Concernant les relevés réalisés en RNNPM, le relevé « R38\_2019 » semble se distinguer de tous les autres. La figure 8 nous indique que l'avis d'expert donné est « Dégradé ». Cette différence nette de composition végétale est due aux pressions qui ont profondément modifié la composition de l'habitat par rapport aux communautés généralement observées sur la plaine des Maures. L'habitat dans ce cas semble tendre vers un autre type de milieux et pourra difficilement revenir à un état favorable de conservation ;

- ✓ Les relevés effectués sur la propriété du Golf de Vidauban sont dispersés dans l'ensemble du graphique montrant la présence d'une diversité dans les communautés de végétations qui composent l'habitat sur le secteur. Ces différences s'expliquent par les multiples pressions qui s'appliquent sur ce site, qu'elles soient d'ordre environnemental, climatique ou anthropique (ex : variations stationnelles et interannuelles, piétinement, rudéralisation, microtopographie, etc.) ;
- ✓ Les relevés « R6\_2019 », « R5\_2019 » et « R4\_2019 » qui apparaissent dans la partie droite des figures 3 et 4 ont été effectués à proximité de la clôture du parcours de golf. Au regard des indicateurs analysés, il semble qu'un certain « nombre d'espèces de friches » sont présentes avec un faible « recouvrement de la végétation » et des « atteintes quantifiables en surface ». Ces pressions se retrouvent également sur des relevés effectués à proximité des zones de jeux qui se traduisent par une similitude entre les communautés de végétations identifiées de part et d'autre. Sur la figure 6, on observe qu'un ruissellement s'écoule du parcours vers le Domaine de Bouis dans la RNN Plaine des Maures et passe à proximité du relevé « R6\_2019 ». Il est possible que l'écoulement alimente le polygone d'habitat et soit le facteur à l'origine du développement d'espèces dites « de friches » mais la modélisation des cours d'eau a une précision limitée ce qui ne permet pas de valider l'hypothèse en l'état (Mistarz & Latour, 2019). Au vu des données disponibles, cela montre néanmoins que la gestion du golf peut directement ou indirectement exercer une pression sur l'habitat. De plus, le réseau hydrographique (naturel ou non) joue un rôle dans la diffusion des pressions en impactant sur de plus ou moins grandes distances les pelouses à sérapias. **La gestion du golf peut donc se répercuter sur des polygones d'habitats localisés au-delà de la clôture** délimitant le parcours de golf ;
- ✓ Les relevés effectués sur la Plaine des Maures sont principalement répartis sur la partie haute du graphique et semblent avoir une composition végétale relativement homogène. La réserve semble donc posséder une moins grande variabilité dans ses communautés végétales que sur le parcours de golf. Ce résultat peut s'expliquer par les différents modes de gestion appliqués sur les secteurs provoquant ainsi une expression différente (en bon état ou en mauvais état de conservation) de l'habitat et de ses communautés végétales. Attention à garder à l'esprit que le faible nombre de relevés peut tout aussi bien expliquer cette composition ;
- ✓ On note que les relevés réalisés sur le parcours de golf en 2018 semblent se rapprocher des relevés effectués sur la Plaine des Maures en 2018/2019. Ce constat pourrait être expliqué notamment par la pluviométrie de l'année 2018, favorable à ces communautés.
- ▶ Afin de confirmer les éléments ci-dessus, l'échelle multidimensionnelle non métrique a aussi été appliquée en fonction de la présence / absence des espèces dans les relevés.
- ✓ Cette analyse fait ressortir le relevé « R11\_2019 », localisé dans la partie sud du parcours. Cette différence peut provenir de sa position dans une zone topographique plus élevée sur le parcours de golf. Au vu de sa localisation et de la fréquentation sur ce secteur, l'habitat ne subit que très peu de pression d'origine anthropique. Néanmoins sa composition témoigne d'un assèchement du milieu. Ce relevé permet donc de mettre en évidence **la fragilité des pelouses à sérapias qui dépendent fortement de l'hydrologie des milieux. L'habitat est particulièrement sensible aux changements**

climatiques. Si les périodes sèches se poursuivent, s'allongent et s'intensifient, l'habitat disparaîtra progressivement pour être remplacé par une pelouse sèche.

- ✓ L'analyse a également fait ressortir le relevé réalisé dans le Domaine de Bouis uniquement. Les communautés de végétation sur ce secteur semblent relativement similaires entre-elles mais diffèrent fortement des autres en termes de physionomie et de composition. Cela pourrait s'expliquer au vu de leur proximité avec la route et le gyrobroyage réglementaire appliqué à proximité des infrastructures routières en Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA).

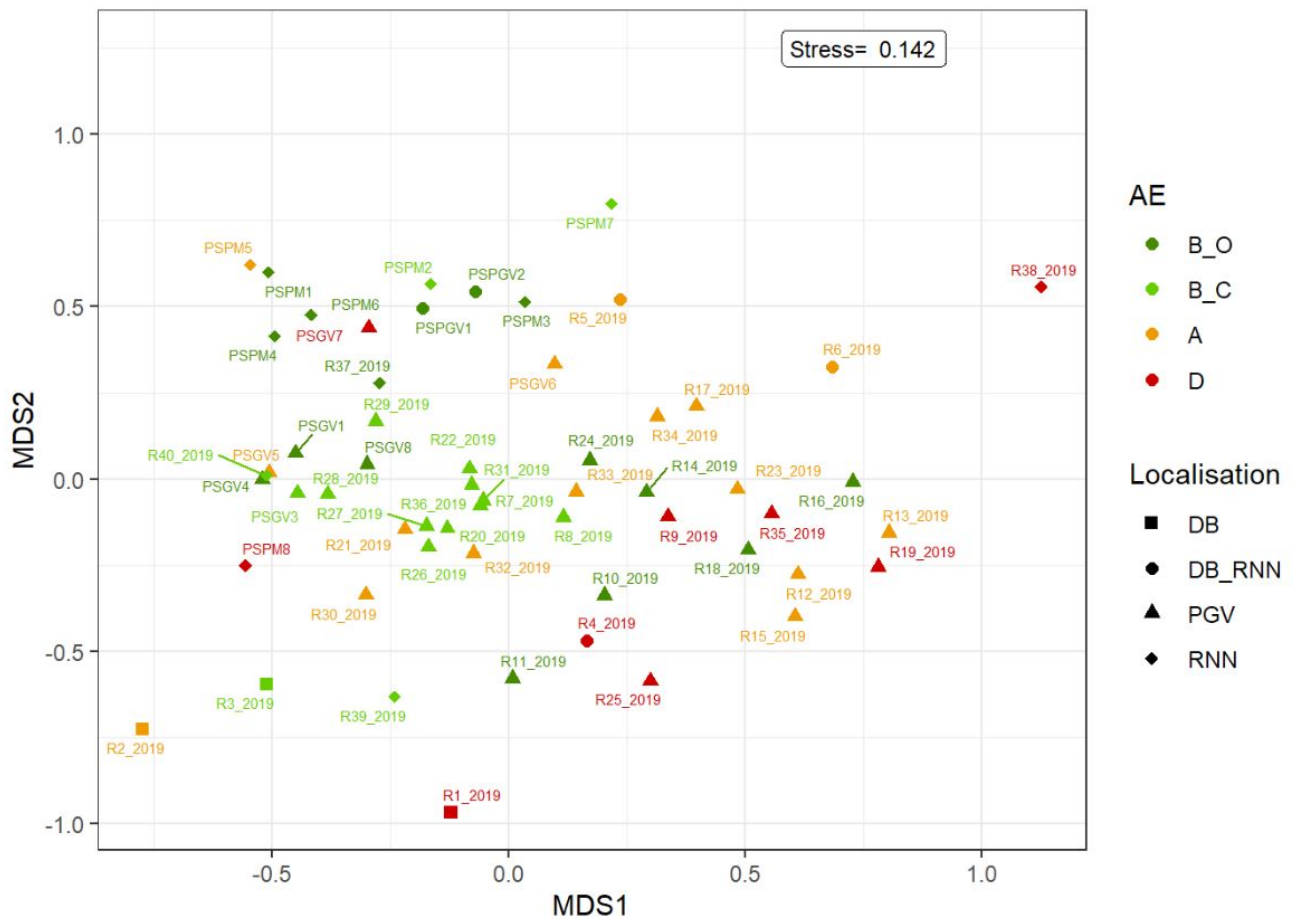


Figure 8: échelle multidimensionnelle non métrique (NMND) appliquée sur les relevés phytosociologiques (présence/absence des espèces) réalisés dans la Plaine des Maures et colorés selon l'avis d'expert (B\_O : Bon-optimal, B\_C : Bon-correct, A : Altéré et D : Dégradé, DB : Domaine de Bouis, DB\_RNN : Domaine de Bouis et RNN Plaine des Maures, PGV : Parcours de Golf de Vidauban) – RStudio Team 2022 v02.443v02.443.

- ▶ Afin de visualiser le lien entre les relevés et les pressions subies, une analyse factorielle des correspondances (AFC ou CA) a été réalisée (Fig. 9). L'analyse multivariée appliquée sur l'ensemble des indicateurs est difficilement interprétable, c'est pourquoi seuls les indicateurs donnant un dénombrement ont été conservés : somme des atteintes lourdes, nombre d'espèces eutrophiles (NBR\_E\_EUTRO), nombre d'espèces destructurantes (NBR\_E\_DEST), nombre d'espèces de friches (NBR\_E\_FRICHE), nombre d'espèces ligneuses (Fig. 9).
- ✓ Cette analyse montre que les relevés effectués dans le Domaine de Bouis et/ou la Plaine des Maures sont plutôt associés aux indicateurs : « NBR\_E\_FRICHE », « NBR\_E\_DEST » et « NBR\_E\_EUTRO » ;
- ✓ Les données récoltées sur le parcours de golf sont quant à elles réparties sur l'ensemble des indicateurs de la méthode.

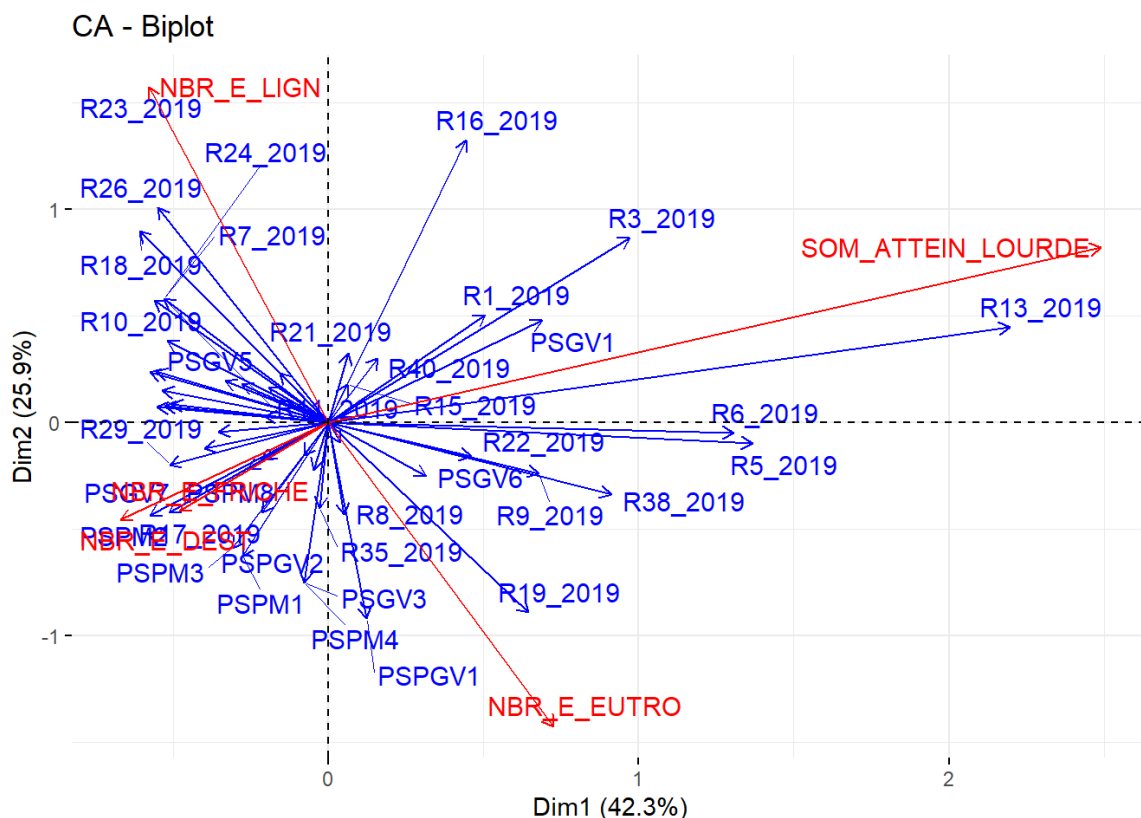


Figure 9 : Analyse factorielle des correspondances (AFC) appliquée sur les relevés réalisés dans la plaine des Maures (SOM\_ATTEIN\_LOURDE : Somme des atteintes lourdes, NBR\_E\_EUTRO : Nombre d'espèces eutrophiles, NBR\_E\_DEST : Nombre d'espèces destructurantes, NBR\_E\_FRICHE : Nombre d'espèces de friches, NBR\_E\_LIGN : Nombre d'espèces ligneuses) – RStudio Team 2022 v02.443.

Ces résultats peuvent s'expliquer par le manque de données collectées à l'extérieur du golf (37 sur le parcours de golf et 20 à l'extérieur). Parmi les pressions définies dans la méthode d'évaluation de l'état de conservation des pelouses à sérapias, les résultats peuvent aussi être dus à une différence de pressions entre les deux secteurs avec d'un côté la réserve : *acteurs locaux et usagers de la nature* et de l'autre le golf : *périmètre fermé, impératifs de structures et de gestion*. Etant une image des pressions selon la méthode, ce graphique peut donc ne pas prendre en compte l'exhaustivité des facteurs potentiellement influents.

### 3.4 Discussion – Perspectives

Les analyses ci-dessus ont montré qu'il était difficile de comparer les relevés entre les secteurs pour diverses raisons :

- Un nombre insuffisant de données a été récolté hors de la clôture ;
- Certaines catégories d'avis d'expert ne sont pas représentées hors du parcours de golf ;
- Le ratio nombre de relevés sur surface potentielle de présence de l'habitat est très distinct entre les sites.

Malgré cette difficulté d'analyse d'un point de vue statistique, certains éléments se dégagent :

- **L'habitat présente une diversité de communautés végétales**, diversité induite par une variété de pressions d'ordre anthropique ou liée aux conditions stationnelles (humidité, exposition, etc.) ;

- **Les secteurs de prospection ne subissent pas les mêmes pressions.** Au sein du golf les contraintes sont multiples et corrélées au type de gestion mené sur et à proximité de l'habitat. Un polygone d'habitat situé à proximité de la zone de jeu présentera plus d'espèces eutrophiles (qui se développent en milieu riche en éléments nutritifs) avec des atteintes plus lourdes qu'un polygone situé sur un niveau topographique plus élevé qui présentera des espèces ligneuses et/ou des signes d'assèchement. Dans le Domaine de Bouis et la RNN de la Plaine des Maures, les relevés sont moins hétérogènes. Les polygones d'habitat présentent majoritairement des nombres élevés d'espèces de friches et d'espèces destructurantes. Ce constat peut provenir de la localisation des relevés souvent effectués à proximité de chemins d'accès ou sur des secteurs présentant des problématiques de sursemis ou de fréquentation. La répartition des relevés en fonction des indicateurs montre que l'activité du golf apporte de nouvelles pressions sur l'habitat qui ne sont pas retrouvées (au vu des données acquises) sur la RNN de la Plaine des Maures (sauf proximité avec la clôture) ;
- **La topographie et la circulation de l'eau dans le golf peuvent avoir un impact sur ces habitats,** en particulier dans l'enceinte du golf, mais également et localement à l'extérieur de la clôture. On observe néanmoins que certaines pelouses à sérapias restent en bon état de conservation malgré une proximité avec les zones de jeu. **L'association d'une ceinture haute et basse de végétations permettrait de réduire le périmètre d'impact des intrants en bloquant partiellement leur diffusion dans l'air et en filtrant les ruissellements.**

#### Quelques leviers d'actions pour le golf

- Limiter le ruissèlement direct vers les milieux naturels en utilisant le principe de phytoremédiation : **mettre en place des espèces dépolluantes au niveau des zones d'écoulement à enjeux sur le parcours ;**
- Réaliser une étude topographique et hydrologique complète afin d'identifier les écoulements à enjeux prioritaires ;
- **Favoriser l'utilisation de plantes d'origine locale dans les roughs** permettra de réduire la consommation en eau et l'utilisation des intrants chimiques. Cette action limitera une grande partie des problématiques liées à l'activité golfique sur l'état de conservation des pelouses à sérapias.

Une étude a été menée sur les algues observées dans les milieux humides du golf et n'a pas permis d'établir un lien entre leur présence et une eutrophisation des milieux (Couté & Noël, 2019). Néanmoins, ces algues privent des rayons du soleil la flore de ces milieux, rendant difficile la réalisation de leur cycle de vie. La qualité de l'eau étant une composante importante de l'état de conservation des pelouses à sérapias, **le développement de ces algues dans l'enceinte et à l'extérieur du golf reste donc à surveiller.**

Au regard de ces analyses, **les zones naturelles dans l'enceinte du golf conservent de très beaux secteurs de pelouse à Sérapias en bon état de conservation.** Il est donc important de les préserver et d'assurer leur « bonne santé ». D'autant plus que la France a une responsabilité réglementaire en lien avec la présence de cet habitat, du fait de son inscription à la Directive Habitats-Faune-Flore - Natura 2000, au-delà de sa rareté et de son enjeu de conservation très fort en région PACA.

## 3.5 Études conduites

**Couté A. & Noël P., 2019.** Les algues du golf de Vidauban et de la réserve naturelle nationale de la Plaine de Maures. Compte-rendu de la mission du 5 au 10 mai 2019, version du 4 novembre 2019. *Muséum national d'Histoire naturelle/UMS Patrimoine Naturel, Paris. 37 p.*

**Latour, M., Roquinarc'h, O. & Lacoeyilhe, A., 2019.** Protocole d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 'Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline' (Serapion) (UE 3120-1) sur le Golf de Vidauban et la RNN de la Plaine des Maures. *UMS Patrimoine Naturel - AFB/CNRS/MNHN*. 24 pp.

**Latour M., 2019.** Méthode de modélisation du réseau hydrographique du Golf de Vidauban. *UMS Patrimoine Naturel*. 9 p.

**Latour M., 2018.** Méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000 : « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. » (UE 3120) et « Mares temporaires méditerranéennes » (UE 3170\*). *UMS Patrimoine Naturel (AFB-CNRS-MNHN), CBNMed de Porquerolles, Università di Corsica – Pasquale Paoli, Paris*. 62 p.

## 4 Identification des enjeux de conservation relatifs aux communautés de chiroptères

### 4.1 Contexte et objectifs

- ▶ Inventorier les espèces de chiroptères du domaine de Bouis et du Golf de Vidauban.
- ▶ Identifier les facteurs, notamment les variables environnementales comme les éléments du paysage, influençant l'activité des chiroptères et le nombre d'espèces (richesse) fréquentant le domaine de Bouis et le Golf de Vidauban.
- ▶ Déterminer les zones à enjeux du domaine de Bouis et du Golf de Vidauban pour la conservation des chiroptères en comparant les données collectées respectivement dans ces zones.

### 4.2 Matériels et méthodes

- ▶ Les données chiroptérologiques ont été obtenues lors de points d'écoute nocturnes (août 2017, mai 2018, août 2018, septembre 2019, juin 2020) en suivant le protocole « point-fixe » de Vigie-Chiro©.
- ▶ Des détecteurs enregistreurs d'ultrasons de type SM2 Bat+, SM4 Bat et Audiomoth ont été utilisés.
- ▶ Au total, entre 2017 et 2020, 73 points d'écoute ont été réalisés (21 dans le golf et 52 dans le domaine). Les sons enregistrés ont été traités via la plateforme Vigie-chiro© puis vérifiés manuellement grâce à la méthode d'identification acoustique de Michel Barataud et à l'aide du logiciel Batsound©. Les données ont ensuite été analysées via le portail Galaxy-Europe©. Enfin des analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel R.
- ▶ Des cartes d'extrapolation ont été réalisées grâce à la méthode d'interpolation, ou de krigeage (GIS Geography, 2020) en utilisant l'outil Ordinary kriging sous QGis 2.18.24. Ces cartes permettent ainsi d'avoir une représentation continue de l'information sur l'ensemble des zones étudiées à partir des informations ponctuelles obtenues grâce aux points d'écoute.

## 4.3 Principaux résultats

### 4.3.1 Richesse

L'ensemble des données récoltées ont permis d'identifier, dans le domaine de Bouis et le Golf de Vidauban : **19 espèces avec certitude**, **2 espèces probablement** et de **nouvelles espèces pour la RNNPM** (la noctule commune de manière certaine et le murin d'Alcathoe de manière probable, Fig. 10) (Defrancq, 2020 ; Defrancq & Lacoeuilhe, 2020).

La **richesse moyenne** semble être plus **élevée** dans le **nord du domaine**, dans le **Golf de Vidauban** et à proximité des **points d'eau** (voir Fig. 11) (Defrancq & Lacoeuilhe, 2021).

Espèces	Golf de Vidauban	Domaine du Bois de Bouis	Statut liste rouge nationale 2017*	Tendance évolution des populations**	Enjeux de conservation PACA ***	Espèces prioritaires (PNA 2015)
Petit et grand murin ( <i>Myotis blythii/ Myotis myotis</i> )	SUR	SUR	NT (LC)	R/N (R/-)	TF (F)	Prioritaire/ Complémentaire
Serotine commune ( <i>Eptesicus serotinus</i> )	SUR	SUR	NT	R/N	M	Prioritaire
Minioptère de Schreibers ( <i>Miniopterus schreibersii</i> )	SUR	SUR	VU	R/N	TF	Prioritaire
Murin de Bechstein ( <i>Myotis bechsteini</i> )	POSSIBLE	PROBABLE	NT	R/-	TF	Prioritaire
Murin de Capaccini ( <i>Myotis capaccinii</i> )	SUR	SUR	NT	R/-	TF	Prioritaire
Noctule de Leisler ( <i>Nyctalus leisleri</i> )	SUR	SUR	NT	-/N	M	Prioritaire
Noctule commune ( <i>Nyctalus noctula</i> )	SUR	SUR	VU	/N	M	Prioritaire
Pipistrelle de Nathusius ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )	SUR	SUR	NT	/-	M	Prioritaire
Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )	SUR	SUR	NT	-/N		Prioritaire
Petit rhinolophe ( <i>Rhinolophus hipposideros</i> )	SUR	SUR	LC	R/-	F	Prioritaire
Grand rhinolophe ( <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> )	SUR	SUR	LC	R/-	F	Prioritaire
Barbastelle d'Europe ( <i>Barbastella barbastellus</i> )	SUR	SUR	LC	R/-	TF	Complémentaire
Murin d'Alcathoe ( <i>Myotis alcathoe</i> )	PROBABLE	POSSIBLE	LC		F	Complémentaire
Murin à oreilles échancrées ( <i>Myotis emarginatus</i> )	SUR	SUR	LC	R/-	F	Complémentaire
Molosse de Cestoni ( <i>Tadarida teniotis</i> )	SUR	SUR	NT	R/-	F	Complémentaire
Vespère de Savi ( <i>Hypsugo savii</i> )	SUR	SUR	LC	/-		/
Murin de Daubenton ( <i>Myotis daubentonii</i> )	SUR	SUR	LC	/-		/
Murin de Natterer ( <i>Myotis nattereri</i> )	SUR	SUR	LC	/-		/
Pipistrelle de Kuhl ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> )	SUR	SUR	LC	/-		/
Pipistrelle pygmée ( <i>Pipistrellus pygmaeus</i> )	SUR	SUR	LC	/-		/
Oreillard gris ( <i>Plecotus austriacus</i> )	SUR	SUR	LC	/-		/
	19 SUR; 1 PROBABLE; 1 POSSIBLE	19 SUR; 1 PROBABLE; 1 POSSIBLE				
TOTAL						

Tableau 3 : Liste des espèces contactées dans le domaine du Bois de Bouis et dans le Golf de Vidauban et leurs protections (Defrancq & Lacoeuilhe 2020).



Figure 10 : A gauche, le murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*), espèce prioritaire du PNA chiroptères, présent probablement sur le domaine de Bouis, et à droite, la noctule commune (*Nyctalus noctula*), nouvelle espèce identifiée avec certitude en Plaine des Maures.

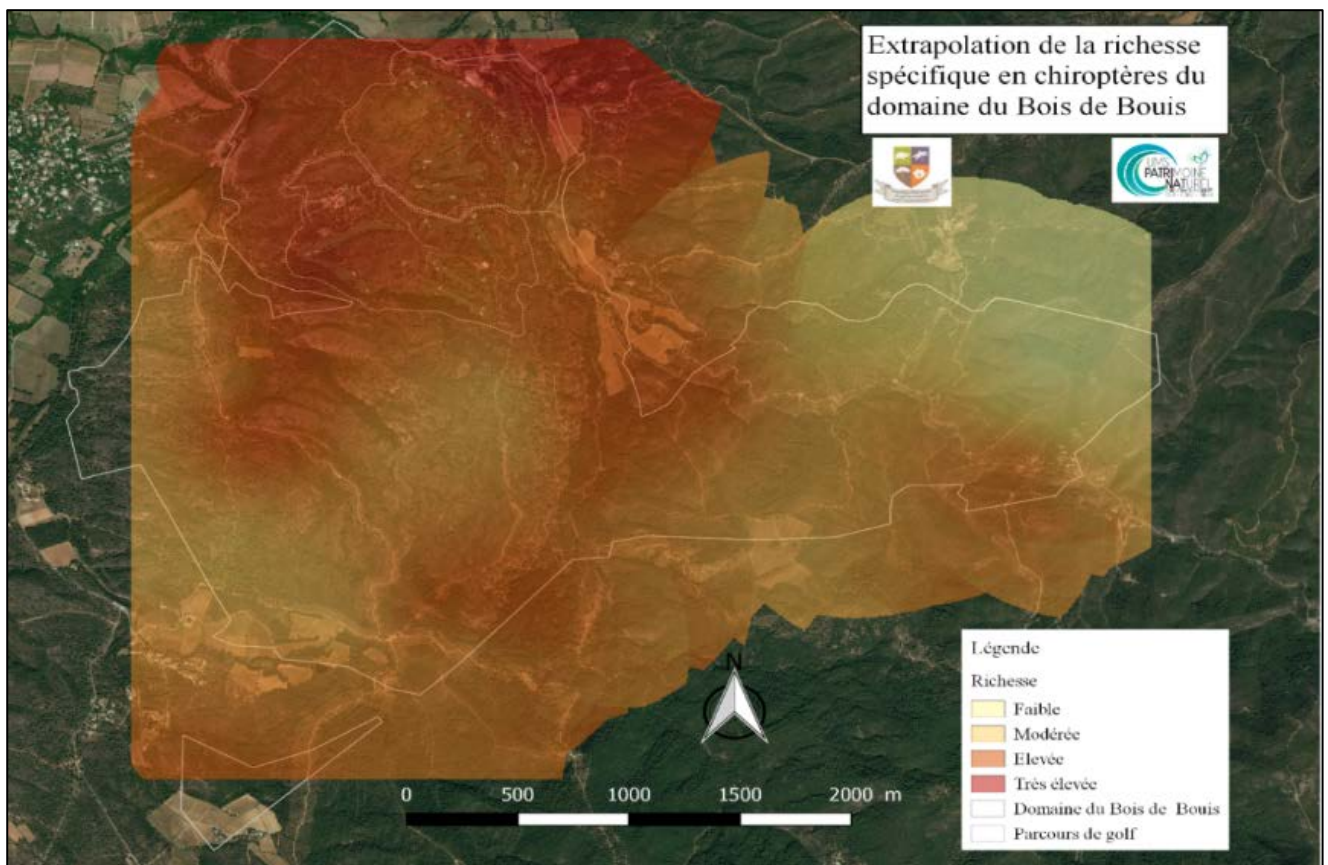


Figure 11 : Extrapolation de la richesse en chiroptères (Defrancq, 2020). Cette carte a été réalisée grâce à la méthode d'interpolation, ou de krigeage (GIS Geography, 2020). L'outil Ordinary kriging sous QGIS 2.18.24 a été utilisé. Légende : Faible : 4-7 espèces/nuit, Modéré : 8-10 espèces/nuit, Fort : 11-13 espèces/nuit, Très fort : 13< espèces/nuit.

### 4.3.2 Activité

L'**activité moyenne** semble être plus **élevée** dans le **nord du domaine**, dans le **Golf de Vidauban** et à proximité des **points d'eau** notamment le long de l'Aille (Defrancq & Lacoeyllhe, 2021) (Fig. 12). L'activité maximale est enregistrée pour des points proches de points d'eau (13 311 contacts dans le domaine et 8 828 contacts dans le golf).

L'**activité moyenne** des espèces de chauves-souris du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis a ensuite été comparée aux **différents référentiels d'activité** (Bas *et al.*, 2020) (Tableau 4).

Référentiels	Zones d'études			
	Golf	Domaine	Golf sans eau ni bâtis	Domaine sans eau ni bâtis
Habitat méditerranéen	2/3	1/2	1/7	1/4
Régional	1/2	1/4	1/10	1/5
National	2/3	1/2	1/10	1/3

Tableau 4 : Proportion d'espèces ayant une activité supérieure par rapport aux différents référentiels.

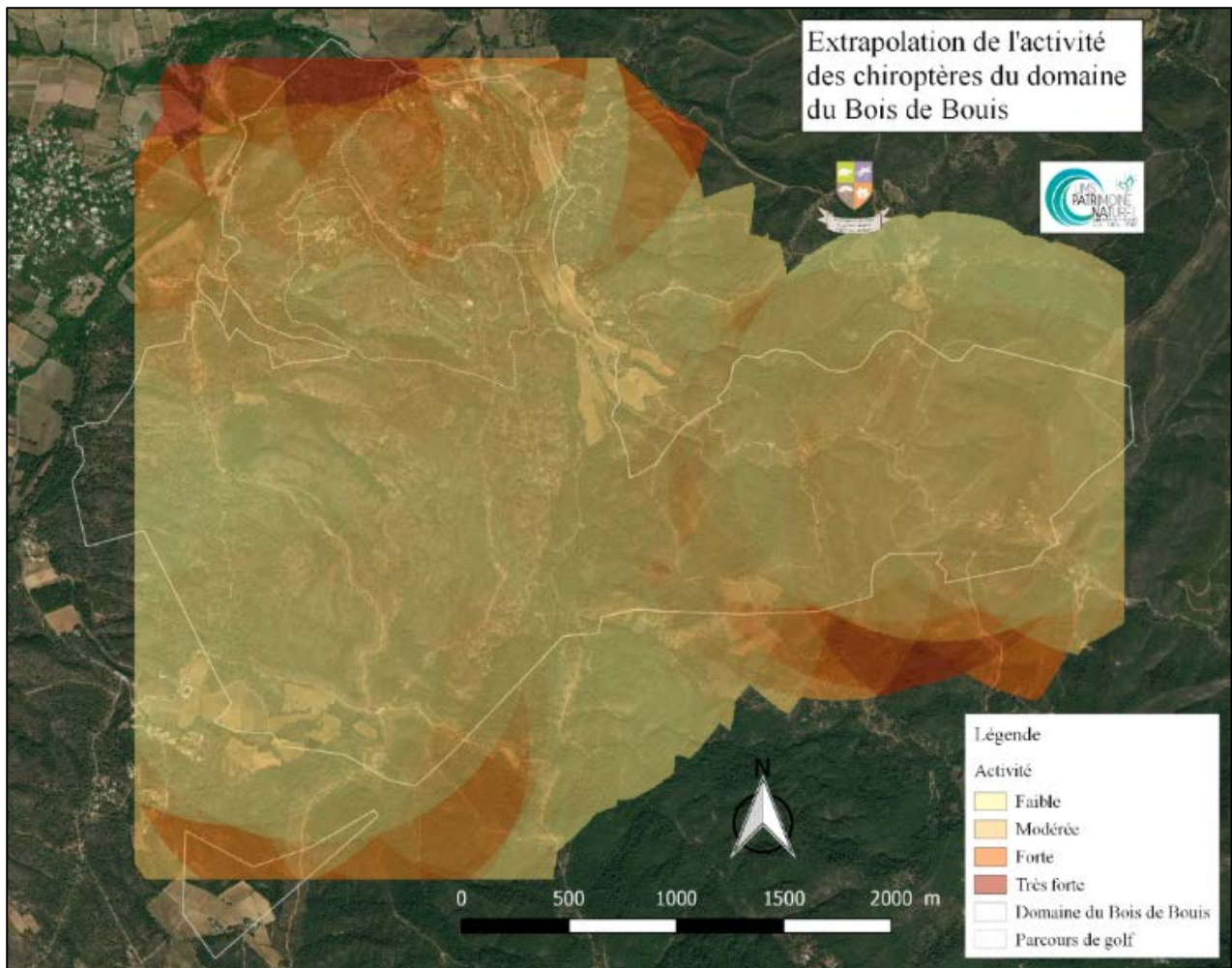


Figure 12 : Extrapolation de l'activité des chiroptères (Defrancq, 2020). Cette carte a été réalisée grâce à la méthode d'interpolation, ou de krigeage (GIS Geography, 2020). L'outil Ordinary kriging sous QGIS 2.18.24 a été utilisé. Légende : Faible : 0-560 contact/nuits, Modéré : 5061-1072 contacts/nuits, Fort : 1073-1583 contacts/nuits, Très fort : 1583 < contact/nuits.

### 4.3.3 Comparaison de la richesse et de l'activité entre le domaine du Bois de Bouis et le Golf de Vidauban

Le Tableau 5 présente la comparaison de la richesse et l'activité des chiroptères du Golf de Vidauban et du domaine du Bois de Bouis (Defrancq & Lacoeuille, 2021).

	Domaine du bois de Bouis	Golf sans eau ni bâtis
Golf	Pas de différence significative concernant la richesse et l'activité	Pas de différence significative concernant la richesse et l'activité
Domaine sans eau ni bâtis	Pas de différence significative concernant la richesse et l'activité	Pas de différence significative concernant l'activité <b>Richesse plus élevée dans le golf</b>

Tableau 5 : Différences significatives entre les données de richesse et d'activité chiroptérologiques du golf et du domaine.

#### 4.3.4 Différences significatives par espèce

Les différences significatives par espèce ont ensuite été étudiées (Defrancq & Lacoeylle, 2021) (Tableau 6).

Espèces	Différences significatives
Grand Rhinolophe	- <b>Plus de chance</b> de le <b>contacter</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b>
Minioptère de Schreibers	- <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b> lorsque les points d'écoute proche de <b>points d'eau</b> et/ou de <b>bâtis</b> ne sont <b>pas pris en compte</b> - <b>Plus de chance</b> de le <b>contacter</b> dans le <b>domaine</b> quand les points d'écoute proches de <b>points d'eau</b> et/ou de <b>bâtis</b> sont <b>pris en compte</b> que lorsqu'ils <b>ne le sont pas</b>
Molosse de Cestoni	- <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b> - <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b> lorsque les points d'écoute proches de <b>points d'eau</b> et/ou de <b>bâtis</b> ne sont <b>pas pris en compte</b> - <b>Activité moyenne en début de nuit plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b>
Murin de Natterer	- <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b> - <b>Activité moyenne en début de nuit plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b>
Espèces	Différences significatives
Noctule commune	- <b>Plus de chance</b> de la <b>contacter</b> dans le <b>domaine</b> quand les points d'écoute proches de <b>points d'eau</b> et/ou de <b>bâtis</b> sont <b>pris en compte</b> que lorsqu'ils <b>ne le sont pas</b>
Oreillard gris	- <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b>
Pipistrelle pygmée	- <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>domaine</b> que dans le <b>golf</b> - <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b> lorsque les points d'écoute proches de <b>points d'eau</b> et/ou de <b>bâtis</b> ne sont <b>pas pris en compte</b> - <b>Activité moyenne en début de nuit plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b>
Vespère de Savi	- <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b> - <b>Activité moyenne plus élevée</b> dans le <b>domaine</b> que dans le <b>golf</b> lorsque les points d'écoute proches de <b>points d'eau</b> et/ou de <b>bâtis</b> ne sont <b>pas pris en compte</b> - <b>Plus de chance</b> de le <b>contacter</b> dans le <b>domaine</b> que dans le <b>golf</b> - <b>Activité moyenne en début de nuit plus élevée</b> dans le <b>golf</b> que dans le <b>domaine</b>

Tableau 6 : Les différences identifiées par espèce (Defrancq & Lacoeylle, 2021).

#### 4.3.5 Enjeux de conservation

Les **habitats aquatiques** : « Eaux courantes de surface (C2) » et « Zones littorales des eaux de surface continentale (C3) », ainsi que les **habitats forestiers** (Fig. 13) : « Forêts de feuillus caducifoliés (G1) », « Forêts de feuillus sempervirents (G2) » et « Formations mixtes d'espèces caducifoliées et conifères (G4) » (selon la typologie EUNIS 2) semblent être importants pour l'activité des chiroptères dans ces sites (Defrancq & Lacoeylle 2021). Les habitats aquatiques : « Eaux courantes de surface (C2) » et « Zones littorales des eaux de surface continentale (C3) » ainsi que l'habitat « Prairies mésiques (E2) » (selon la typologie EUNIS 2) semblent être importants pour la **richesse** en chiroptères dans ces sites (Defrancq & Lacoeylle, 2021).

Des **éléments du paysage** sont identifiés comme **importants** pour les communautés de chauves-souris, par le couvert, les gîtes et les ressources qu'ils peuvent procurer : les **boisements linéaires**, la présence de **bois morts au sol** et de **bois morts sur pied**, la présence d'**arbres dépérissants**, la **diversité** et la **quantité de micro-habitats**, ainsi qu'un **encombrement hétérogène** des différentes strates de végétation (Defrancq, 2020 ; Defrancq & Lacoecilhe, 2021).



*Figure 13 : Des habitats particulièrement fréquentés par les chiroptères : eaux courantes de surfaces/forêts riveraines (boisements linéaires) dans le Domaine de Bouis ©A. Lacoecilhe.*

### 4.3.6 Gîtes

#### ► Présence probable de gîtes dans le domaine de Bouis et le Golf de Vidauban

La carte ci-dessous localise les différents points proches des gîtes possibles dans le domaine de Bouis (Fig. 14).

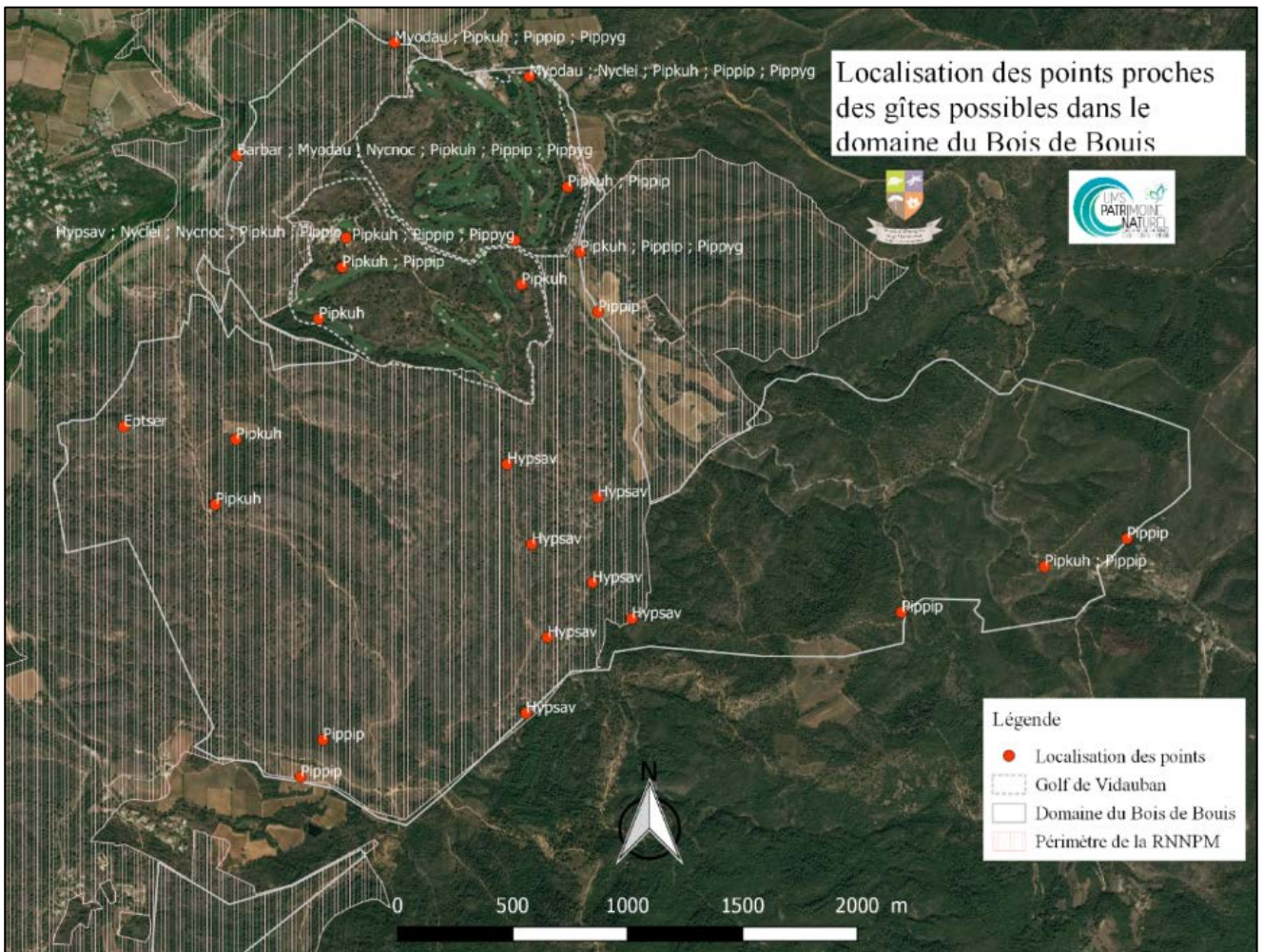


Figure 14 : Localisation des points proches de gîtes possibles et les espèces associées (Defrancq & Lacoeylle, 2021). Légende : Myodau : Murin de Daubenton, Nycnoc : Noctule commune, Nyclei : Noctule de Leisler, Pippip : Pipistrelle commune, Pipkuh : Pipistrelle de Kuhl, Pippyg : Pipistrelle pygmée, Hypsav : Vespère de Savi. Ces observations ne sont que des hypothèses fondées sur l'étude de la phénologie de l'activité des espèces de chauves-souris au cours d'une nuit et n'ont pas été vérifiées par des prospections sur le terrain.

#### ► Présence certaine de gîtes dans le hameau du Golf de Vidauban

Un **gîte de pipistrelle commune** (comptage de **120 individus**, présence de **juvéniles**) a été observé le 09/06/2020 sous le porche entre la villa Saint-Paul et Cannes. La **présence de guano** sous le porche a également été observée (Defrancq & Lacoeylle, 2020). Des **individus sortant de la toiture d'une autre villa** ont également été observés (Defrancq & Lacoeylle, 2020). Après ces découvertes, des prospections la recherche de traces d'occupation actuelle ou passée (présence de guano par exemple) ont été réalisées par le GCP afin d'identifier les zones du hameau utilisées par les chauves-souris durant l'été (Sane & Chabasseur, 2020) (Tableau 7).

Villas	Face	Localisation
Les Arcs	Nord-ouest	- Murs en haut de l'escalier - Sol et murs appartement du 2 <sup>ème</sup> étage - Sol et murs terrasse
	Sud-est	- Sol et murs terrasse couverte
Saint-Paul	Sud-est	- Sol et murs terrasse couverte - Combles
Cannes	Nord-ouest	- Sol et murs terrasse couverte
	Sud-est	- Sol et murs terrasse couverte
Monte-Carlo	Sud-est	- Sol et murs terrasse couverte
Marcel Pagnol	Sud	- Derrière les volets

Tableau 7 : Récapitulatif des localisations des traces de guano recensées dans le hameau du Golf de Vidauban réalisé par le GCP (Sane & Chabasseur, 2020).

## 4.4 Discussion – Perspectives

Les prospections, et notamment les études réalisées en 2020, ont permis de mettre en évidence des orientations d'aménagements et de gestion favorables à la conservation des chiroptères.

Tout d'abord, sur l'ensemble du domaine et du golf, de par l'importance des zones d'eau pour les chiroptères (Rainho, 2007), **préserver les points d'eau permanents et maintenir les points d'eau temporaires** sont des actions bénéfiques aux chauves-souris (mais aussi à de nombreuses autres espèces). De plus, une bonne qualité de l'eau semble être recherchée par les chauves-souris (Rainho, 2007), c'est pourquoi la mise en œuvre d'**un suivi** des paramètres physico-chimiques **de la qualité de l'eau** du golf et du domaine du Bois de Bouis est fortement recommandée. **La présence de ripisylves larges et sénescentes au bord des zones d'eau est également favorable aux chauves-souris** (Buono *et al.*, 2019). Ces milieux sont essentiels et apportent gîtes et ressources alimentaires pour les espèces. Préserver les ripisylves existantes et en créer dans le golf semblent donc être également des mesures de gestion favorables aux chauves-souris.

La **préservation des gîtes** est une action très importante en faveur de la conservation des communautés de chiroptères. Deux fiches actions du Plan Régional d'Actions et du Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères portent sur cette thématique (Tapiero, 2016 ; Dentz, Buono & Cosson, 2018). Pour aller dans ce sens, la FEGVE est en train de réaliser les démarches pour que le hameau du Golf de Vidauban obtienne le **label « Refuge pour les chauves-souris »**. Afin de pouvoir protéger les gîtes du domaine du Bois de Bouis, un **travail de prospection à la recherche de gîtes** pourrait être réalisé par des acteurs locaux sur l'ensemble du territoire afin de pouvoir mettre en place **des mesures de protection**.

Les **boisements linéaires** sont également recherchés par les chiroptères (Hein, Castleberry & Miller, 2009). Préserver ou créer ces structures paysagères peut ainsi favoriser la conservation de chauves-souris. **Coupler maintien des arbres et plantation de haies d'espèces locales** peut être une mesure de gestion à mettre en place au niveau du Golf de Vidauban et du domaine afin de favoriser le déplacement des chiroptères en recréant des continuités écologiques.

Particulièrement dans le golf, l'utilisation de **produits phytosanitaires ainsi que l'éclairage artificiel ont des effets très délétères** pour les communautés de chauves-souris (Boldogh, Dobrosi & Samu, 2007 ; Carravieri & Scheifler, 2012 ; Lacoeyllhe *et al.*, 2014). **Limiter leurs impacts**, par exemple en **limitant voire stoppant l'utilisation des produits chimiques** et leur **diffusion** dans les milieux adjacents, sera très bénéfique aux

communautés de chiroptères (ainsi qu'à d'autres groupes d'espèces). Concernant la pollution lumineuse, se référer aux **fiches de gestion de la pollution lumineuse** dans le Golf de Vidauban.

Des éléments liés aux massifs forestiers ont également été identifiés comme importants pour les communautés de chauves-souris. Tout d'abord, la quantité de **bois mort au sol et de bois morts sur pied** a été identifiée comme un facteur influençant l'activité et la richesse des chiroptères (Tillon *et al.*, 2016). **Atteindre les seuils de 25m<sup>3</sup>/ha** de bois mort au sol et de bois mort sur pieds (Tillon, 2015 ; Tillon *et al.*, 2016) représenterait une mesure de gestion très favorable pour la conservation des chiroptères. Au niveau des zones de gestion des peuplements forestiers (uniquement dans le golf), **promouvoir les feuillus et créer des ilots de senescence et de vieillissement** sont des mesures qui amélioreraient la conservation des chiroptères (Regnery *et al.*, 2013 ; Tillon, Langridge & Aulagnier, 2018). Si un traitement forestier doit être mis en place (possible uniquement dans le golf), privilégier un **traitement en futaie irrégulière** (Tillon, Langridge & Aulagnier, 2018).

Enfin, une protection efficace et adaptée des chauves-souris nécessite une bonne connaissance de l'écologie des espèces du territoire. Des études complémentaires ont donc été envisagées pour compléter les premiers résultats obtenus. Des phases de **recherche de gîtes**, de **télémetrie** et de **étude de places de chants pendant la phase de swarming** pourraient être réalisées.

## 4.5 Etudes conduites

**Defrancq T., 2020.** Identification des enjeux de conservation liés aux communautés de chiroptères dans le domaine du Bois de Bouis dans la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures. Université Grenoble Alpes, Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement, UMS Patrimoine Naturel, 59 p.

**Defrancq T. & Lacoeylhe A., 2020.** Synthèse de l'étude de l'activité et de la richesse des chiroptères du domaine du Bois de Bouis dans la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures. UMS Patrimoine Naturel - OFB, CNRS, MNHN., 24 p.

**Defrancq T. & Lacoeylhe A., 2021.** Comparaison de l'activité et de la richesse des chiroptères du Golf de Vidauban et du domaine du Bois de Bouis. UMS Patrimoine Naturel - OFB, CNRS, MNHN.

# 5 Evaluation de l'état de conservation des populations de Tortue d'Hermann dans l'enceinte du parcours de golf

## 5.1 Contexte et objectifs

### 5.1.1 Contexte de l'étude

Espèce emblématique du paysage méditerranéen européen et seule tortue terrestre de France, la Tortue d'Hermann *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (Fig. 15) est en fort déclin sur l'ensemble de son aire de répartition (Cheylan *et al.*, 2009). Pressions urbanistiques, changements de pratiques agricoles (abandon d'activités traditionnelles, intensification des cultures, mécanisation des techniques), incendies (notamment fréquence accrue des régimes de feu), prélèvements, prédatons sont autant de menaces pesant sur cette espèce. La perte et la dégradation de ses habitats demeurent la principale cause de son déclin (Couturier, 2011). En France, elle ne subsiste plus qu'en Corse, où l'on trouve encore de belles populations, et dans le Var, où la situation de l'espèce est plus critique (Cheylan, 2010). Dans ce département, le principal noyau populationnel se situe dans la Plaine des Maures (Cheylan, 2004).

Sollicitée par la Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE), la Société d'Histoire naturelle Alcide-d'Orbigny (SHNAO) a réalisé plusieurs études sur le Domaine de Bouis entre 2007 et 2009. L'une d'entre elles portait sur la Tortue d'Hermann, l'objectif étant d'établir un état de référence de la population sur le domaine. Les prospections ont été réalisées sur l'ensemble du domaine à raison d'une dizaine de jours par an. La recherche d'individus avait lieu toute la journée en insistant sur les périodes d'activité maximale de l'espèce. A chaque contact, le sexe et l'âge des individus étaient relevés. L'identification des individus était réalisée par photographie de la carapace et du plastron. Un catalogue a ainsi été réalisé, permettant l'identification de 66 individus.



Figure 15 : Tortue d'Hermann sur le parcours de golf ©O. Roquinarç'h.

A partir de ces résultats, nous avons souhaité approfondir les connaissances concernant cette espèce sur le domaine de Bouis ; l'objectif étant d'évaluer l'état de conservation de la population, puis, sur cette base, d'accompagner la structure propriétaire dans ses choix de gestion. Cette nouvelle étude se déroulera sur la durée de la convention entre PatriNat/MNHN et la FEGVE (2012-2016). Elle s'intègre parfaitement aux programmes, encore en place à ces débuts, en France pour la conservation de l'espèce : un des objectifs du

Plan national d'action (2009-2014) en faveur de la Tortue d'Hermann est en effet d'augmenter les connaissances portant sur les populations et les habitats de cette espèce afin de mieux cibler les actions de conservation (Cheylan *et al.*, 2009).

### 5.1.2 Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann dans l'enceinte du parcours de golf

Bien que l'étude menée entre 2007 et 2009 préconise d'accentuer les travaux à l'extérieur du parcours, il nous est apparu pertinent d'évaluer dans un premier temps l'impact du parcours lui-même sur la Tortue d'Hermann. Dans ce sens, les efforts d'échantillonnage ont été concentrés dans cette zone.

L'étude descriptive des populations est essentielle dans la mise en place de programmes de conservation d'espèces menacées. En effet, comprendre les variations d'effectifs de populations et identifier les différents processus qui les affectent, permettent de mieux appréhender l'évolution de ces populations. Ainsi, la méthode dite de « capture-marquage-recapture » (CMR) est utilisée lorsque tous les individus d'une population ne sont pas observables en même temps. Elle permet une approche fine des processus démographiques (notamment pour estimer le sex-ratio, l'âge des individus, etc.). Il s'agit de la méthode la plus pertinente concernant l'estimation des effectifs pour cette espèce (Couturier, 2011).

Les différentes variables récoltées, ainsi que la cartographie fine des habitats du parcours, devaient permettre à terme :

- (1) d'évaluer l'intérêt du site pour l'espèce (estimation des effectifs),
- (2) de préciser la structure démographique des populations,
- (3) d'évaluer la qualité des habitats et la capacité d'accueil du site (connectivité, fonctionnalité),
- (4) d'identifier les pressions s'exerçant sur cette population et définir des mesures appropriées pour les réduire.

La première année d'étude (2012) nous a permis d'obtenir une vue d'ensemble de la situation de la Tortue d'Hermann dans l'enceinte du parcours de golf. Il a été constaté une différence importante en termes d'effectifs allant du simple au double entre la population Sud et la population Nord. Compte tenu des résultats obtenus, il a été jugé pertinent d'approfondir les investigations pour, d'une part affiner la connaissance de ces populations et, dans un second temps, assurer une meilleure intégration des besoins de cette espèce dans le futur plan de gestion du site. Suite à la seconde année de prospections (2013), plusieurs questions demeurent encore : **quels sont les facteurs écologiques, d'origine naturelle ou anthropique, pouvant expliquer la répartition hétérogène de l'espèce sur le site ? Comment expliquer la distribution déséquilibrée observée entre la partie Nord et la partie Sud du parcours ? La population est-elle viable ?**

Depuis la seconde année d'étude (2013), le but a donc été de consolider la connaissance des populations du golf. Une réorientation du plan d'échantillonnage a été appliquée. Ainsi, à compter de cette date, l'accent est mis sur une des deux populations chaque année. Au printemps 2013, trois sessions de capture ont eu lieu sur le secteur Sud et huit sur le secteur Nord. En 2014, l'effort d'échantillonnage est principalement focalisé sur la population Sud.

Les résultats présentés dans ce rapport portent principalement sur l'analyse des paramètres démographiques des deux populations, ainsi que sur l'analyse de l'utilisation des habitats par la Tortue d'Hermann et la potentialité d'accueil du site (surface d'habitats disponibles). Pour ce dernier point, la première approche s'appuie sur l'utilisation de l'indice de Jacobs permettant de traduire l'utilisation préférentielle des différents types d'habitats par l'espèce. A terme, l'objectif est d'identifier les facteurs environnementaux influençant la répartition des individus sur ce site.

## 5.2 Matériels et méthodes

### 5.2.1 Méthode de « Capture-Marquage-Recapture » (CMR)

Cette méthode repose sur trois critères qui doivent être respectés, lors des occasions de capture, pour que les estimations ne soient pas biaisées (Besnard & Salles, 2010) : 1/ les prospections doivent être réalisées de façon aléatoire sur l'ensemble du site d'étude 2/ l'identification individuelle doit être immuable et sans erreur 3/ la population étudiée doit être « close » c'est-à-dire qu'il ne doit y avoir ni émigration ou immigration, ni natalité ou mortalité entre la première et la dernière occasion de capture.

La CMR est basée sur le suivi individuel d'une partie de la population. Chaque individu observé pour la première fois est identifié par un marquage qui lui est propre. A chaque occasion de capture (dans notre cas, à chaque passage), un individu est soit capturé (1) soit il ne l'est pas (0). Nous obtenons donc des « histoires de capture » individuelles (suite de « 0 » et de « 1 »), c'est-à-dire une succession de présence ou d'absence au cours des occasions de capture (Tableau 8). Il est dès lors possible d'estimer la probabilité de détection des individus et ainsi, d'obtenir une estimation des effectifs non-biaisée par la détection.

Tableau 8 : exemple théorique d'histoire de capture (1 = capturé, 0 = non capturé)

Occasion de capture	1	2	3	...
Individu 1	1	1	0	
Individu 2	1	0	1	
Individu 3	0	0	1	
	:			

### 5.2.2 Stratégie d'échantillonnage.

Les études conduites sur la Tortue d'Hermann (notamment Couturier, 2011) préconisent un rythme de prospection de 5ha/h, permettant un maximum de contact en un minimum de temps en milieu naturel. Pour les surfaces engazonnées, nous avons estimé que ce rythme de prospection pouvait être plus que doublé (environ 12 ha/h). De plus, les prospections doivent avoir lieu lors du pic d'activité de la Tortue d'Hermann afin de réduire les biais liés à la détection de l'espèce. Elles doivent donc se dérouler dans la matinée lorsque les conditions climatiques sont les plus favorables (pas de pluie, peu de vent, températures clémentes) entre le 15 avril et le 15 juin (période d'activité optimale de l'espèce).

Tableau 9 : nombre d'occasions de capture par année pour chaque partie du

Année	2012	2013	2014
Partie Nord	8	9	3
Partie Sud	8	2	6

En 2012, sur les 126 ha, 115,5 ha sont prospectés dont les 45 ha de zone de jeu. En effet, le hameau avait été exclu des prospections, ainsi qu'une zone adjacente de 7 ha, sous contrat N2000 et qui a accueilli une vingtaine d'ânes au printemps 2012 à ce titre. Ces 115,5 ha avaient été divisés en 3 secteurs. A partir de 2013, le plan d'échantillonnage a été revu afin de permettre de libérer du temps pour d'autres travaux. Chaque partie a été divisée en deux secteurs (Fig. 16) et l'accent est mis sur une des deux parties une année sur deux (Tableau 9).

Les prospections ont été réalisées en matinée par deux observateurs. Ces prospections sont effectuées de façon aléatoire sur l'ensemble de chaque secteur et uniquement si les conditions météorologiques sont favorables à l'activité des tortues. Il faut donc 2 matinées afin de réaliser un passage complet (occasion de capture) sur l'une des deux parties du parcours.

Lors de chaque capture, sont notés : l'heure de capture, le sexe et la taille de l'individu, une estimation de son âge en se basant sur les lignes de croissance, son activité (déplacement, alimentation, accouplement, parade, thermorégulation directe ou indirecte) et la présence éventuelle de blessures (marques de crocs, brûlures, autres). A chaque nouvelle rencontre, un marquage individualisé est réalisé sur les écailles marginales en utilisant une scie à métaux, voir une lime ou un cutter pour les jeunes individus (Couturier, 2011). Un marquage temporaire au feutre indélébile, reprenant le code affecté à l'animal, est effectué afin de réduire le temps de manipulation des individus déjà capturés au cours d'une même saison. Tous les contacts font l'objet d'une localisation par GPS.

Les temps de manipulations sont réduits au strict nécessaire (maximum 10 min) et sous couvert d'une demande d'autorisation de capture.

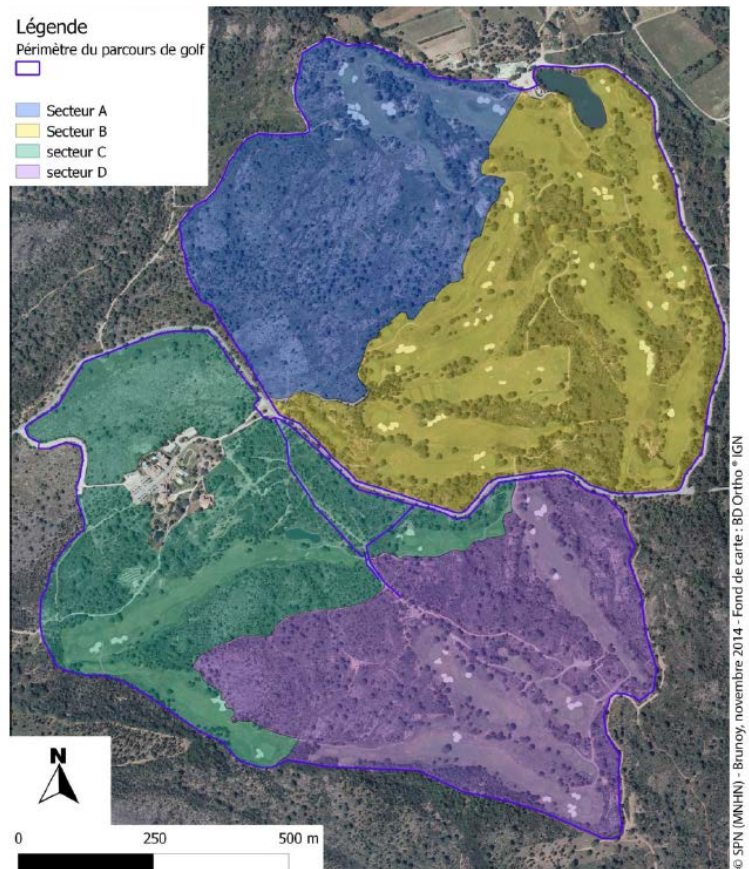


Figure 16 : Sectorisation des prospections sur le parcours.

### 5.2.3 Analyse des données

#### Paramètres démographiques

Afin de pouvoir définir le mode de traitement des données issues de CMR, il est nécessaire de préciser au préalable si la population est dite « fermée » (aucun mouvement de population, pas de mortalité, ni natalité importante entre la première et la dernière session) ou non. Le test est effectué à l'aide du logiciel CloseTest v.3. Les données de CMR sont ensuite traitées à l'aide du programme « capture » du logiciel MARK 6.1 en utilisant des modèles de type *closed-capture*. Pour l'estimation des effectifs, les individus inférieurs à 100 mm, moins détectables, sont exclus des analyses afin d'éviter de générer de l'hétérogénéité dans la probabilité de détection.

#### Sélection de l'habitat préférentiel

Afin d'identifier les habitats utilisés par la Tortue d'Hermann sur le site lors de la période d'étude, nous avons utilisé l'indice de Jacobs (1974) qui permet d'évaluer la sélection d'un habitat *i* par l'animal. La valeur de cet indice, attribuée à chaque habitat présent dans la zone, varie entre -1 (évitement) et +1 (préférence).

Indice de Jacob pour l'habitat *i* :  $J_i = \frac{X_i - Y_i}{X_i + Y_i}$

$X_i$  est la fréquence des tortues trouvées dans le milieu *i* sur la totalité des tortues contactées.

$Y_i$  est la fréquence du milieu *i* sur la totalité de la zone d'étude.

Pour calculer cet indice, l'habitat dans lequel l'observation a été réalisée est déterminé à partir de la cartographie des habitats réalisée sur le site en 2012 (Figure 17). Le site étant principalement composé de pinèdes à Pins parasol ouvertes (recouvrement entre 10 et 40% -FAO, 1998-), nous avons pris le parti, pour

cette cartographie, de décrire les habitats de sous-bois, sauf si le couvert de la strate arboré dépasse 40 %. De plus, pour simplifier les analyses, seul l'habitat dominant a été pris en compte. Parmi les milieux artificialisés, nous regrouperons sous l'expression zones de jeu, le green, zone de départ et d'arrivée où l'herbe est très rase, le fairway, zone d'herbe basse séparant le départ et l'arrivée, le rough, zone d'herbe plus haute et plus dense bordant le fairway, et les bunkers, zones sableuses. Parmi les zones naturelles, se trouvent des formations ouvertes, des zones rocheuses, des formations buissonnantes (maquis haut, maquis à Cistes et maquis bas), et des formations forestières telles que des bois à Chênes verts, lièges et pubescents, ou des bois mixtes et peu denses de Chênes et Pin parasols. La zone abrite également des milieux plus ou moins humides, (phragmitaie, boisement humide et prairie humide).

Le calcul de cet indice ne prend en compte que les résultats des deux premières années d'études, 2012 et 2013. En effet, les importants travaux de débroussaillage réalisés en novembre 2013 ont fortement modifié la nature des habitats. Les Tortues d'Hermann étant très fidèles à leur domaine vital, la réponse à une telle perturbation n'est pas immédiate, voir absente. La prise en compte des données de suivi de 2014 engendrerait un biais dans le calcul de l'indice et dans l'analyse des résultats.

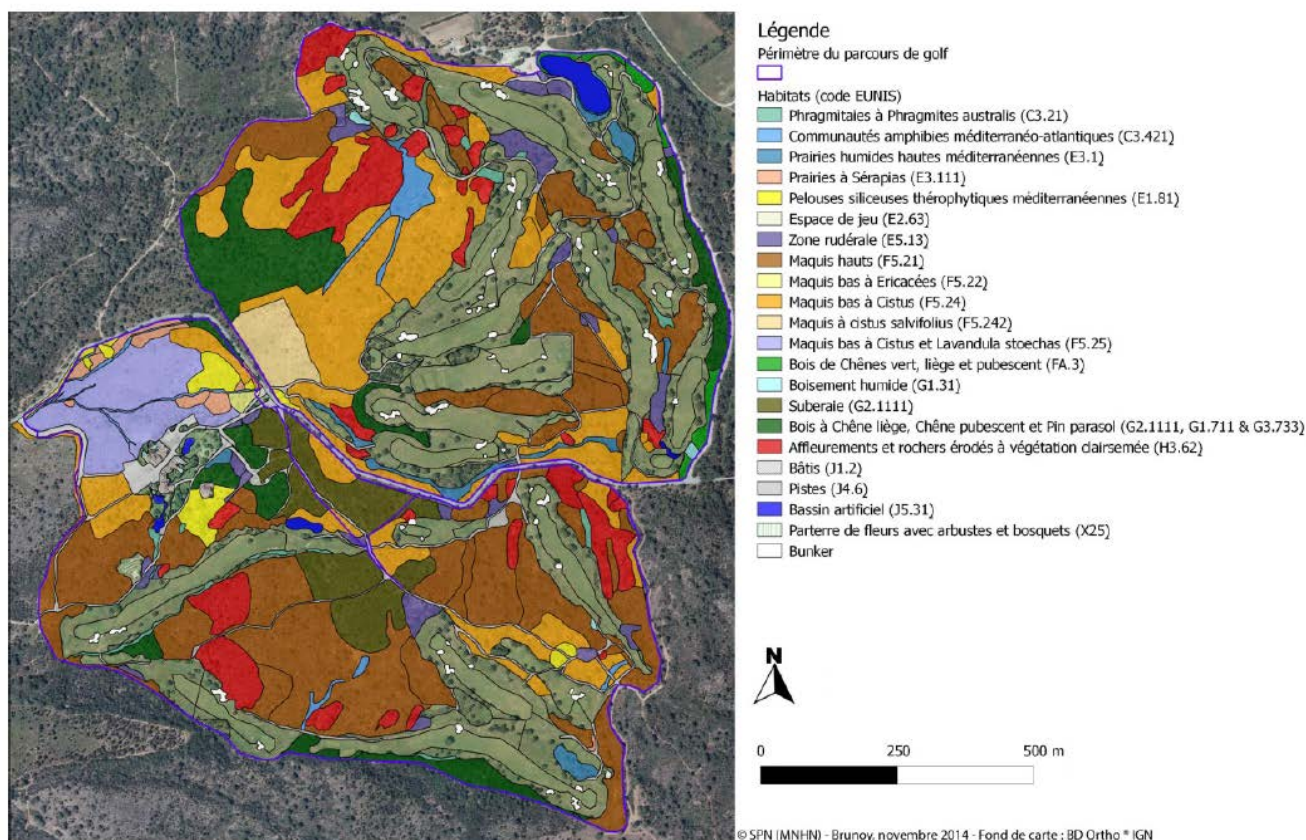
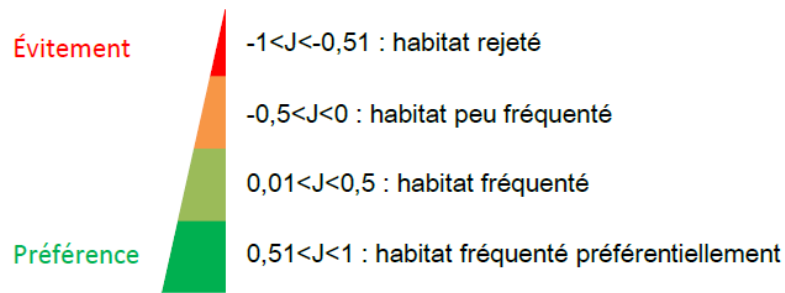


Figure 17 : Cartographie des habitats du parcours de golf (2014).

Une fois le calcul de l'indice effectué pour chaque habitat, les résultats seront présentés sous forme de cartographie (Figure 18), afin d'évaluer les secteurs à enjeux pour l'espèce. Pour faciliter la lecture de l'indice via la représentation cartographique, il a été choisi de différencier 4 classes, dont les seuils ont été déterminés à partir des résultats obtenus, de la façon suivante.



## 5.3 Principaux résultats

### 5.3.1 Boitier – 2010

La Tortue d’Hermann semble plutôt répartie sur une surface d’environ 250 ha au niveau du parcours de golf et de sa proche périphérie (500 m de distance) ; aucun individu n’ayant été contacté au-delà pendant la durée de l’étude. **La distribution des individus y est très inégale.** Des densités plus importantes ont été observées dans le sud-ouest de cette zone, dans un secteur de vignes abandonnées (proche du hameau de Bérard), alors que très peu d’individus avaient été contactés dans l’enceinte du parcours de golf. Six sites de pontes ont également été découverts lors de ces 3 années d’études.

Ces éléments fournissent une base de travail, mais ne permettent pas de conclure quant à la viabilité des populations présentes. Outre les recommandations de gestion, l’auteur propose un suivi global de la Tortue d’Hermann à raison d’un inventaire général d’une année tous les 5 ans, mais préconise également d’approfondir les recherches sur le secteur où les densités sont les plus élevées (affiner l’analyse des effectifs et de la répartition des individus, axer les recherches sur la compréhension de l’utilisation de l’espace, chercher et protéger les zones de pontes).

### 5.3.2 Rault – 2015

Bien que des paramètres démographiques tels que la survie, n’ont pu être estimés, les densités relevées laissent présager de la **viabilité des populations suivies sur le parcours. La différence d’effectifs, allant du simple au double entre la population Nord et celle du Sud, n’a actuellement pas pu être expliquée.** La question mériterait donc d’être approfondie. Au vu des analyses ci-dessous (Fig. 18), 40% de la surface dans la partie Nord du parcours est composée d’habitats fréquentés (ou fréquentés préférentiellement) par la Tortue d’Hermann. Cette proportion est de 36% dans la partie sud. Par ailleurs, les zones de jeux et de bâti sont inutilisées par les tortues. Elles apparaissent donc comme une perte directe d’habitats. Cependant, les zones de jeux ne semblent pas constituer une barrière infranchissable, du moins pour les individus de plus de huit ans. Les connaissances sur le domaine vital des tortues restent encore à améliorer sur le site ; il est donc difficile en l’état, de préciser si ces zones de passage en font partie ou s’il s’agit uniquement de passages occasionnels (pour la recherche de partenaires par exemple).

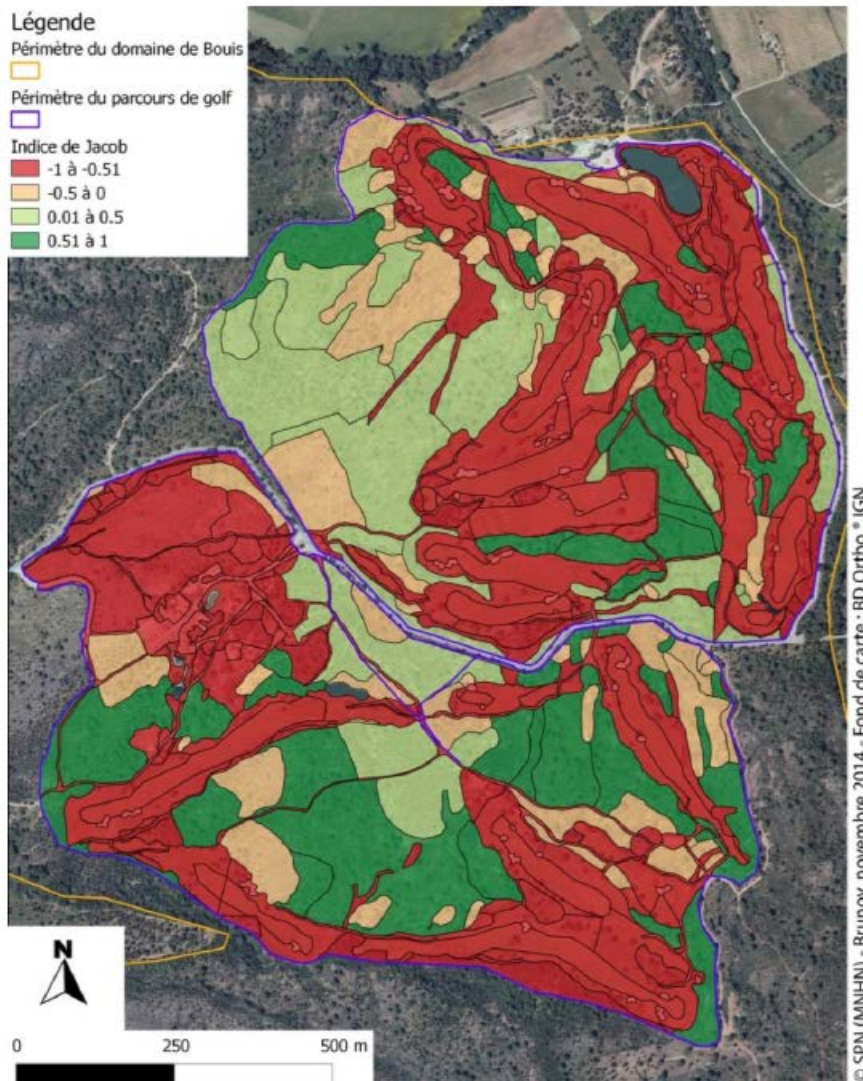


Figure 18 : Représentation de l'indice de Jacob pour chaque habitat.

Le rouge indique un habitat rejeté ( $-1 < J < -0,51$ ) et le orange, un habitat peu fréquenté par les tortues ( $-0,5 < J < 0$ ) tandis que le vert clair représente des habitats fréquentés par les tortues ( $0,0.1 < J < 0,5$ ) et le vert foncé, des habitats fréquentés préférentiellement ( $0,51 < J < 1$ ).

Le tableau ci-dessous indique la proportion de surface d'habitat par catégorie de l'indice de Jacob calculé pour chaque partie du parcours.

	-1 à 0,51	-0,50 à -0	0,01 à 0,5	0,51 à 1
Nord	48%	12%	28%	12%
Sud	50%	14%	8%	28%

## 5.4 Discussion – Perspectives

### 5.4.1 Éléments de gestion impactant positivement/négativement l'espèce

Ces études ont permis de révéler au moins deux points susceptibles d'avoir un impact sur les populations, mais sur lesquels il est possible d'agir positivement :

- Les opérations de débroussaillage : il a été mis en évidence que l'habitat sélectionné préférentiellement par la Tortue d'Hermann sur le parcours est le maquis haut. Or les opérations de débroussaillage visent en particulier ces formations. **Il est donc impératif de mieux préparer en amont ce type de travaux s'ils doivent obligatoirement avoir lieu.** L'ouverture de grands secteurs à l'image de ce qui a été fait en fin d'année 2013 est à proscrire. En effet, il est préférable de réaliser des **ouvertures en mosaïque** afin d'obtenir une matrice comprenant des îlots de végétation fonctionnels

pour l'espèce. De plus, il est primordial de s'assurer que la période d'activité de la Tortue d'Hermann soit terminée lors des opérations de débroussaillage, afin d'éviter tout accident comme cela avait été constaté.

- ▶ La clôture : afin d'éviter que d'autres individus ne soient piégés dans la clôture, il a été préconisé de renforcer la clôture à la base avec un maillage plus fin. Il ne s'agit pas d'imperméabiliser le site, mais d'éviter que des individus se retrouvent à nouveau piégés. Quelques passages spécifiques (adaptés à la taille des tortues adultes) pourraient être aménagés. Une bonne connaissance des paramètres démographiques des populations permettrait de mesurer, à terme, l'effet de la mise en place de ces passages à faune. Cependant, une bonne connaissance des facteurs régissant la démographie des espèces longévives est, comme nous l'avons vu, souvent longue à obtenir. Enfin, il faut préciser que cette clôture préserve les tortues de l'impact direct des sangliers. Elle fournit ainsi l'opportunité de suivre deux populations exemptes de cette pression. Il serait intéressant de les comparer à des populations proches pour en mesurer l'effet.

#### 5.4.2 Evolution des pratiques de gestion suite à l'étude

- ▶ Renforcement du grillage à sa base avec un grillage à maille fine, afin d'éviter que les tortues ne se coincent en traversant les clôtures.
- ▶ Débroussaillage mécanique des maquis en mosaïque afin de laisser des zones arbustives favorables aux Tortues (zones refuges).
- ▶ Renforcement du recours au pâturage asin dans les milieux naturels du parcours afin de limiter les travaux mécaniques de débroussaillage (DFCI) → Recommandations du MNHN dans le cadre de la mise en place du pâturage, en termes de pression/durée, en fonction des enjeux écologiques identifiés.
- ▶ Mise en place d'une fauche tardive des hauts roughs (en octobre/novembre), après un passage à pied dans ces zones afin de repérer les individus et les conduire vers les espaces naturels non fauchés.

#### 5.4.3 Poursuite de l'étude

Il serait intéressant de mettre en place un **suivi télémétrique** ou de réaliser une étude sur le *homing* afin d'estimer le domaine vital des individus et/ou d'affiner l'utilisation des habitats, ce qui permettrait ainsi de préciser l'utilisation du site par la Tortue d'Hermann. Le *homing* correspond au comportement d'individus retournant vers leur lieu d'origine, leur domaine vital après un déplacement. L'expérience consisterait ici à déplacer des individus et suivre leur trajet retour vers leur domaine vital, et ainsi étudier leur attitude face aux zones de jeu. De plus, un suivi télémétrique d'individus présents notamment dans les secteurs ayant fait l'objet de travaux de débroussaillage permettrait d'analyser leur réponse comportementale face à ce type de perturbation (ouverture du milieu).

Des observations opportunistes faites entre 2017 et 2022 montrent que **les tortues traversent les zones de jeu, en particulier les fairways et les roughs** (indiquées en rouge sur la Figure 18). Les zones de hauts roughs, laissées en prairies hautes une grande partie de l'année et fauchées tardivement (automne/hiver) sur environ 15 ha, sont des secteurs devenus globalement favorables à l'espèce.

Au vu de la taille du site, il n'est pas possible d'étendre le protocole mis en place sur le parcours de golf à l'ensemble du domaine. Cependant, il serait intéressant d'apporter *a minima* des éléments quant à la **répartition de l'espèce sur le domaine** (données d'occurrences) en envisageant un protocole adapté hors parcours (télémétrie, par exemple).

En 2020, une étude a été publiée sur la taille des domaines vitaux de l'espèce en Plaine des Maures (Ballouard *et al.*, 2020). Il est intéressant de retenir de cette étude que « le Domaine Vital d'une Tortue d'Hermann occupe environ neuf hectares (valeur médiane 5,2 ha) alors que la valeur moyenne de référence pour les populations françaises n'est que de deux hectares » et que « protéger de grandes surfaces, si possible connectées par des infrastructures dédiées (e.g. passages sous les routes) est une condition pour avoir une diversité génétique importante et une diversité de micro-habitats suffisante. » En rapport avec ces résultats il serait intéressant d'en savoir plus sur les domaines vitaux des individus sur le parcours de golf de Vidauban et sur leurs capacités de dispersion. Une étude par télémétrie pourrait s'avérer instructive.

## 5.5 Etudes conduites

**Boitier E. – 2010.** Inventaire de la Tortue d'Hermann dans un domaine de la Plaine des Maures (Var). Années 2007 à 2009. Rapport d'étude Fondation du Golf de Vidauban pour l'Environnement et Emmanuel Boitier Consultant. Montaignu-le-Blanc (avril 2010), 10p + catalogues annexés.

**Rault P.-A. – 2012.** Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Première année d'étude. Rapport MNHN-SPN. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 26 pp.

**Rault P.-A. – 2014.** Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Seconde année d'étude. Rapport MNHN-SPN. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 35 pp.

**Rault P.-A. – 2015.** Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Bilan de trois années de suivi. Rapport MNHN-SPN, 33 p. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2016 - 71. 33 p.

# 6 Influence de la gestion des parcours de golf sur les communautés de nématodes

## 6.1 Contexte et objectifs

### 6.1.1 Les nématodes

Les nématodes sont l'un des groupes d'organismes pluricellulaires les moins connus alors qu'ils sont particulièrement abondants dans les écosystèmes. En effet, un terrain de 1m<sup>2</sup> pourrait contenir plusieurs millions de nématodes et ils représenteraient 4/5<sup>ème</sup> des animaux multicellulaires. Les nématodes sont des vers ronds appartenant au phylum des *Nematoda*, ils sont transparents, à symétrie bilatérale, pseudo-coelomates, ils peuvent mesurer de moins de 1 mm à 1 m (Fig. 19). On peut les retrouver dans tous les types d'habitats (les océans, l'eau douce, les sols, les tissus végétaux et animaux, ainsi que les tissus corporels) et dans des conditions très variées, comme les sources thermales, les faibles conditions en oxygène, les environnements acides, les montagnes rocheuses, les régions polaires, les régions souterraines, les débris organiques en décomposition, les racines de plantes, les tiges, les fleurs et les graines. Un examen de la documentation sur la diversité des nématodes (nombre d'espèces identifiées) vivant dans le sol a été entrepris dans une étude de

Boag & Yeates (1997). Ces derniers ont déterminé que la richesse en espèce était la plus élevée dans les forêts de feuillus tempérées, suivi des sols cultivés, des prairies, de la forêt tropicale, des forêts tempérées de conifères et de la végétation polaire. Les nématodes se raréfieraient près des pôles car leur abondance globale est reliée à la production nette des écosystèmes. Cette vaste distribution peut être attribuée à leur mode de vie polyvalent. Aussi, lorsque les conditions deviennent défavorables, les nématodes peuvent changer leur préférence alimentaire et survivre sans activité métabolique détectable ou ils peuvent ralentir leur niveau de métabolisme et entrer en dormance. Les juvéniles ont la capacité de survivre aux conditions défavorables en entrant dans une phase de survie dans laquelle les activités métaboliques sont supprimées.

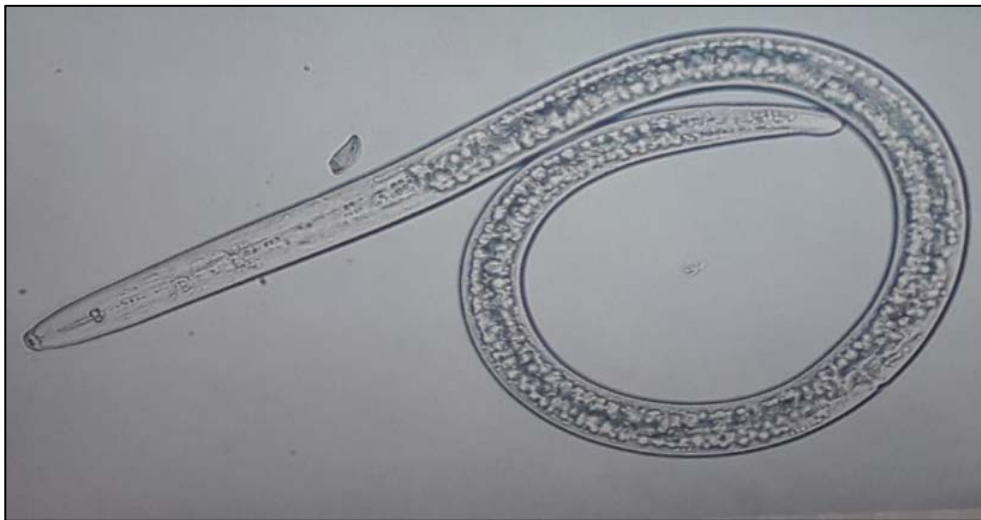


Figure 19 : Individu du genre *Tylenchus* observé au microscope ©A. Lacoeylthe.

Il existe plusieurs groupes fonctionnels de nématodes basés sur leurs modes d'alimentation, cette classification est particulièrement utile pour comprendre la position des nématodes dans les réseaux trophiques. Lors de leur identification ils peuvent notamment être reconnus grâce à la forme de leurs pièces buccales. Il est possible de distinguer 5 groupes fonctionnels différents chez les nématodes.

- **Les phytoparasites ou herbivores** : il s'agit des nématodes parasites des plantes. Chez ces individus la partie buccale est composée d'un stylet, c'est-à-dire une aiguille utilisée pour perforer les cellules végétales lors de la phase d'alimentation. On peut distinguer trois sous-groupes, les ectoparasites qui restent dans le sol et migrent le long des racines en se nourrissant des cellules racinaires, les endoparasites qui entrent dans les racines où ils peuvent vivre et se nourrir, et les semi-endoparasites dont la moitié du corps se situe dans les tissus de la plante et l'autre moitié est exposé à l'environnement externe.

- **Les bactériovores** : un grand nombre de nématodes autonomes (non-parasites) se nourrissent seulement de bactéries. Chez ces nématodes l'appareil buccal est cylindrique. Ils jouent un rôle important dans la décomposition de la matière organique.

- **Les fongivores** : les nématodes de ce groupe utilisent un stylet pour perforer les hyphes fongiques. Tout comme les bactériovores ils sont importants pour la décomposition de la matière organique du sol.

- **Les omnivores** : ce sont des nématodes avec un régime alimentaire varié et des pièces buccales polyvalentes.

- **Les prédateurs** : ils se nourrissent d'autres nématodes ou d'autres animaux, mais ils peuvent aussi se développer sur les microarthropodes du sol ou dans les tissus corporels des humains.

En plus de ces différents groupes fonctionnels, il existe des nématodes dont le régime alimentaire reste inconnu en raison de leurs petites tailles. En effet, il peut être difficile de distinguer si un nématode est en train

de se nourrir de cellules mortes d'une racine de plante ou d'un champignon à la surface de la cellule (Maissiat, Baehr & Picaud, 2005 ; Shah & Mahamood, 2017).

Les différents groupes fonctionnels de nématodes vont jouer un rôle crucial dans l'écologie des sols, car ils vont présenter des intérêts différents où peuvent causer des impacts (économiques et écologiques) en fonction de leur régime alimentaire qui traduit leur mode de vie dans les sols.

### 6.1.2 Problèmes écologiques et économiques

Les nématodes phytoparasites sont généralement les nématodes les plus connus que ce soit du grand public ou de la communauté scientifique car ils peuvent causer d'importants dégâts aux plantes. Tout d'abord, en agriculture ou en horticulture ils peuvent engendrer des pertes de rendements conséquentes et ainsi des pertes économiques. Dans l'étude de Shah et Mahamood (2017), les auteurs ont déterminé que les pertes annuelles causées par les nématodes pouvaient être estimées à 80 milliards de dollars. Mais les nématodes phytoparasites causent également des dommages dans le secteur des gazons sportifs, et notamment dans les golfs. Les racines infestées par des nématodes deviennent chétives et broussailleuses, elles développent également des lésions. Le gazon présente alors une moins bonne vigueur, il se déforme plus facilement, réagit plus lentement à l'application des éléments nutritifs et devient rabougris. Il peut aussi présenter des chloroses, c'est-à-dire des taches jaunies et même finir par mourir. Les symptômes peuvent empirer suite à certains facteurs biotiques ou abiotiques tels que la maladie, les faibles niveaux de lumière ou encore des températures élevées (Fleming & Hainon-McDowell, 2008 ; Fleming, 2010). Dans le cas des golfs, les dégâts causés par les nématodes affectent l'apparence visuelle des greens mais aussi la qualité du *putting*, les déplacements de la balle peuvent être altérés par une présence clairsemée du gazon. Aussi, pour optimiser la structure et la jouabilité du gazon, ce dernier doit être tondu régulièrement et maintenu à une hauteur de coupe qui peut être extrêmement basse. Cela implique que les plantes sont souvent dans un état de stress et qu'elles peuvent être facilement endommagées par les activités des nématodes phytoparasites (Fleming & Hainon-McDowell, 2008).

Les problèmes liés aux nématodes phytoparasites dans l'industrie du gazon sportif semblent être de plus en plus fréquents (Fleming & Hainon-McDowell, 2008). Tout d'abord, les connaissances sur le sujet ont beaucoup augmenté ces dernières années, avant les problèmes causés par les nématodes étaient très souvent sous-estimés par les gestionnaires et attribués aux maladies fongiques. Ensuite il y a une augmentation de l'utilisation de sable lors de la construction et l'entretien des terrains de golf et de football car cela est plus propice pour le jeu. Cependant beaucoup de nématodes préfèrent les sols légers, de plus la tolérance des poacées (qui composent principalement les gazons) aux dégâts causés par les nématodes diminue à mesure que la teneur en sable augmente (Fleming & Hainon-McDowell, 2008). Il a été estimé que 90% des nouveaux terrains de football et de golf construits avec du sable ont subi des dégâts importants causés par des nématodes (Fleming, 2010).

La lutte contre les nématodes phytoparasites devient de plus en plus difficile que ce soit dans le domaine agroalimentaire ou dans le secteur du gazon sportif. En effet, traditionnellement les méthodes de lutte reposaient sur l'utilisation de nématicides biologiques et chimiques, les fumigants chimiques étant le principal moyen de lutte contre les phytoparasites. Mais au cours des dernières décennies de nombreux nématicides ont été interdits à la vente ou ont fait l'objet de restrictions, de nouveaux nématicides sont développés mais ils ne sont pas aussi efficaces que les anciens (Allan-Perkins *et al.*, 2017 ; Fleming, Maule & Fleming, 2017). En conséquence de l'interdiction de ces produits et de l'impossibilité de lutter efficacement contre les nématodes phytoparasites, il devient important d'étudier les sols et la composition des communautés de nématodes afin de développer et d'appliquer de nouvelles méthodes de gestion et de lutte plus adaptées et qui seront au moins tout aussi efficaces et surtout plus respectueuses de l'environnement.

### 6.1.3 Intérêts écologiques

Bien que certaines espèces de nématodes (nématodes phytoparasites) puissent causer des dégâts aux cultures et aux gazons, d'autres peuvent être très utiles pour les sols. En effet les nématodes jouent un rôle important dans les processus essentiels du fonctionnement des sols car ils contribuent à la minéralisation de l'azote et ainsi à la répartition de la biomasse dans les plantes. Les nématodes bactériovores et fongivores participent à la décomposition de la matière organique et favorisent ainsi l'enrichissement et la fertilité des sols. Il a été estimé que, dans les conditions au champ des systèmes agricoles conventionnels et intégrés, les nématodes bactériovores et prédateurs contribuaient, directement ou indirectement, respectivement à environ 8% et 19% de la minéralisation azotée (Neher, 2001).

Les nématodes peuvent également être utilisés comme bio-indicateurs. Tout indicateur doit pouvoir refléter la structure et/ou la fonction des processus écologiques mais aussi répondre aux changements de l'état du sol qui résultent des différentes pratiques de gestion des sols. Ainsi les nématodes sont de bons bio-indicateurs car on les retrouve dans tous les types de sol et sous toutes les conditions climatiques. Ils occupent des places stratégiques dans le réseau trophique et ils réagissent rapidement aux perturbations et à l'enrichissement des sols. En effet l'activité microbienne croissante entraîne des changements dans la proportion de nématodes bactériovores dans une communauté (Moura & Franzener, 2017). Ils possèdent également une cuticule perméable ce qui leur permet de réagir rapidement à la présence de polluants par exemple. Aussi, ils sont relativement résistants lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables et développent une forme de vie inactive ce qui permet de renseigner sur les conditions du milieu (Neher, 2001). De plus, l'un des principaux attributs des nématodes est la relation entre la forme structurelle de leurs pièces buccales et leur groupe trophique. Par conséquent, la structure trophique des communautés de nématodes est relativement simple à déterminer et peut fournir une mesure intégrée du statut des autres groupes dont ils se nourrissent.

**Toutes ces qualités font des nématodes un choix stratégique pour étudier les sols et leurs caractéristiques écologiques.** Dans le cadre de cette étude, l'analyse des sols et des communautés de nématodes permettra de mettre en évidence l'influence des pratiques de gestion sur la composition des communautés présente dans les sols et d'avoir un regard sur l'état de la biodiversité de manière plus générale.

#### Questions soulevées

- ▶ Quels facteurs sont favorables/défavorables aux communautés de nématodes phytoparasites ?
- ▶ Quels paramètres environnementaux influencent les communautés de nématodes ?
- ▶ Comment se structurent les communautés de nématodes dans les différents espaces golfs (zones de jeu) ?
- ▶ Quelles pratiques de gestion des golfs influencent les nématodes ?

## 6.2 Matériels et méthodes

Deux études ont été réalisées entre 2018 et 2019. Le plan d'échantillonnage est synthétisé dans le tableau ci-après (tableau).

Tableau 10 : Synthèse du plan d'échantillonnage des études conduites en 2018 et 2019.

Année	2018	2019
Nombre de transects	8	16 + 14 témoins
Nombre de modalités de gestion	6 + 1 témoin	6 + 1 témoin
Nombre de prélèvements	56	110

Sur ces transects, des prélèvements de sols ont été réalisés selon un gradient d'intensité de gestion, de la zone naturelle jusqu'au green, ainsi que des relevés floristiques et des mesures d'humidité, de conductivité, de température et de salinité du sol à l'aide d'une sonde POGO. A noter que seule l'année 2019 est présentée ci-après. Des prélèvements de sols

### 6.2.1 Plan d'échantillonnage et prélèvement des échantillons sur le terrain

Des transects ont été effectués sur le parcours, si possible en pente, afin d'étudier l'influence du ruissellement potentiel des produits phytosanitaires et de l'eau qui pourraient s'accumuler en aval de la pente, sur la composition des communautés de nématodes. Un prélèvement de sol a été réalisé dans chaque zone : zone naturelle en amont (NAH), sur le semi-rough en amont (SRGH), sur le fairway (FW), sur le semi-rough en aval (SRGL), dans une zone naturelle en aval (NAL), et sur le green (G). Enfin un dernier prélèvement a été effectué dans une zone naturelle témoin (NAB). Les zones témoins sont des zones naturelles à l'écart du parcours et qui ne sont pas entretenues. En tout, 16 transects présentant ces 6 modalités et 14 témoins ont été échantillonnés ce qui représente 110 prélèvements. Pour chaque prélèvement de sol 8 carottes ont été prélevées à l'aide d'une tarière (avec une tête de perçage de 12 cm de long et de 1,1 cm de diamètre) dans une zone homogène de 5 m<sup>2</sup>. Dans le même temps pour chaque échantillon un inventaire floristique a été réalisé et les valeurs d'humidité, de conductivité, de température et de salinité du sol ont été mesurées à l'aide d'une sonde (POGO). Chaque point de l'échantillonnage a été géolocalisé avec un GPS Garmin afin de réaliser la cartographie à l'aide du logiciel QGis (Fig. 20). Les échantillons de sols ont ensuite été envoyés dans le laboratoire de recherche de l'AgriFood de Bioscience Institute (AFBI) du Dr Colin Fleming à Belfast (Irlande du Nord) pour être analysés : les nématodes des 9 transects (les 1 à 10 sauf le 3) et 13 témoins (tous sauf le 14) y ont ainsi été extraits, dénombrés et identifiés.

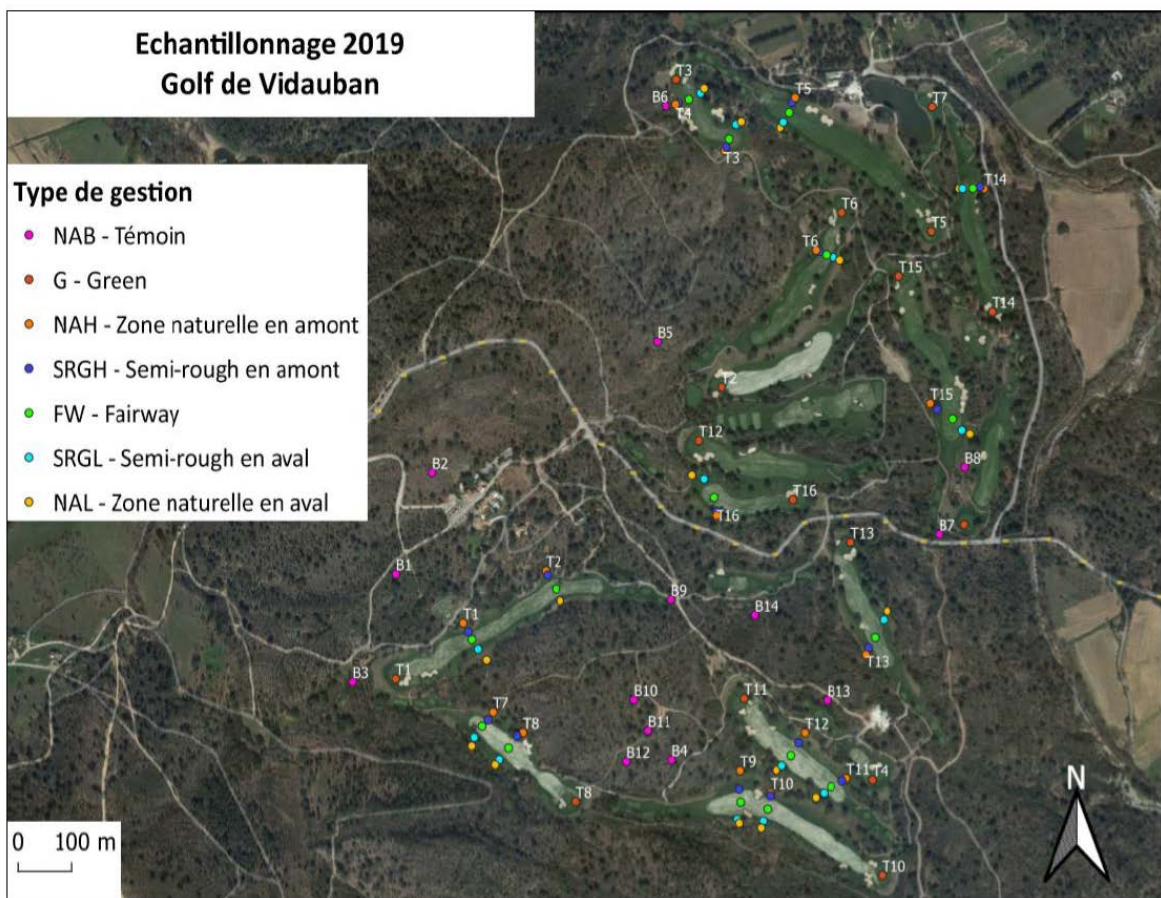


Figure 20 : Localisation des échantillonnages de nématodes sur le parcours et dans les milieux naturels adjacents (avril 2019).

## 6.3 Principaux résultats

**212 011 nématodes de 42 taxons différents ont été identifiés.** Ont été identifiés 18 taxons bactérivores, 12 herbivores, 5 fongivores, 4 prédateurs et 3 omnivores. Deux nématodes bactérivores des genres *Acrobeloides* et *Rhabditis* dominent largement, avec respectivement 97 120 et 77 845 individus échantillonnés tous prélèvements confondus.



Figure 21 : Fairway du Golf de Vidauban ©A. Lacoeylle.

- ➔ Cette étude a permis de montrer que la gestion influence la composition des communautés de nématodes et que plus l'intensité de gestion est importante :
- Plus l'abondance totale des nématodes est élevée.
  - Plus l'abondance des nématodes bactérivores est élevée (car les fertilisants enrichissent le milieu favorisant l'activité microbienne).
  - Plus l'abondance des nématodes phytoparasites est élevée.
  - Moins l'abondance des nématodes fongivores est importante (l'utilisation de fongicides limite le développement de champignons).
  - Plus le nombre moyen de nématodes prédateurs diminue.

Lorsque les valeurs des indices de Maturité (Mi et Mi 2-5) diminuent significativement, les nématodes colonisateurs (hors phytoparasites) sont favorisés car l'environnement est perturbé, les sols sont plus enrichis et l'activité microbienne augmente.

Plus le *Plant Parasitic Index* (PPI) augmente significativement, plus les nématodes phytoparasites sont favorisés. Ici les greens accueillent les nématodes phytoparasites les plus persistants en comparaison avec les autres modalités de gestion.

Plus le *Enrichment Index* (EI) augmente, plus les nématodes bactérivores opportunistes et les fongivores sont favorisés, ce qui traduit des niveaux de fertilité du sol élevés, une disponibilité des éléments nutritifs et leurs potentiels de lessivage plus élevés.

Lorsque le *Structure Index* (SI) diminue, les réseaux trophiques sont perturbés, de meilleure qualité et plus complexes dans les zones témoins que dans les zones de parcours de golf.

Lorsque le *Channel Index* (CI) diminue pour les greens et les fairways, la voie de décomposition principale est bactérienne tandis que pour les autres types de gestion il y a une voie de décomposition fongique qui intervient davantage.

Si l'on s'intéresse particulièrement aux résultats obtenus dans les zones témoins (NAB) en comparaison aux autres zones, 3 taxons ne se retrouvent que dans les zones témoins (*Filenchus*, *Leptonchus* et *Monochromadora*). Les zones naturelles (NAH et NAL) ne sont pas significativement différentes des zones témoins en termes d'abondance en nématodes. Il y a significativement plus de nématodes bactérivores dans les greens ou les semi-roughs que dans les NAB. Les semi-roughs en amont (SRGH) ont significativement plus de nématodes herbivores que les NAB. Les NAB ont une richesse spécifique significativement plus faible que les zones naturelles ou les semi-roughs. Les zones NAB ont des indices globalement plus élevés que toutes les autres modalités pour les MI, MI2-5, SI, CI et plus faible pour PPI et EI.

## 6.4 Discussion – Perspectives

Des quantités plus élevées de phosphore et de potassium dans les sols semblent corrélées à une plus forte abondance des nématodes herbivores et une augmentation des nutriments pourrait accroître les populations de nématodes herbivores (Allan-Perkins et al 2017), ce qui est cohérent avec les résultats obtenus dans cette étude.

La forte teneur en sable des fairways et des greens peut expliquer la forte abondance des nématodes puisque ces derniers se développent dans les sols légers et aérés.

### Eléments de gestion impactant les communautés de nématodes et évolution des pratiques de gestion associées :

- Se concentrer sur les nématodes « utiles » (espèces qui vont être plutôt favorables dans la gestion des parcours) en les favorisant par la gestion opérée.
- Réduire voire supprimer les produits phytosanitaires car traitements phytosanitaires et apports d'engrais récurrents favorisent les nématodes herbivores.
- **Limitier l'enrichissement des sols en réduisant voire supprimant les fertilisants.** Une augmentation des nutriments pourrait accroître les populations de nématodes herbivores (Allan-Perkins *et al.* 2017) ;
- Gérer mécaniquement (retournement, grattage) les zones de jeu.
- **Contrôler et réduire l'irrigation** car dans la mesure où les nématodes vivent dans les eaux interstitielles des sols, ils apprécient les zones irriguées ; les nématodes herbivores seraient également favorisés par ce biais.
- Utiliser des **champignons 'prédateurs de nématodes'** comme moyen de lutte contre les nématodes phytoparasites ; les champignons qui se nourrissent des nématodes sont néanmoins présents en faible nombre dans les milieux et sont spécifiques à certaines espèces de nématodes. A noter que les champignons ovicides, capables de tuer les œufs des nématodes, détruisent sans distinction les œufs des nématodes « utiles » et « nuisibles » aux gazons.
- Utiliser des **champignons dits « endomycorhizes »** à vésicules et à arbuscules qui sont associés aux plantes. On suppose qu'ils entrent en compétition intra-racinaire avec les nématodes ou que la plante devient plus résistante contre les nématodes grâce à l'apport nutritionnel des champignons, ou encore que les champignons vont diminuer voire masquer le pouvoir attractif des racines (Cayrol, Dijan-Caporalino, et Panchaud-Mattei 1992).
- Mener des **analyses moléculaires** sur les échantillons de sols prélevés sur le golf afin de connaître plus en détail la composition biologique des sols. L'objectif serait d'identifier plus précisément les nématodes en utilisant une méthode basée sur le profil ADN et qui permettrait une identification des

nématodes jusqu'à l'espèce, mais aussi de savoir comment sont constituées les communautés microbiennes.

- Faire des prélèvements de sol dans la RNN de la Plaine des Maures afin d'étudier les communautés de nématodes qui se développent dans des zones avec des sols « naturels », non remaniés, comme cela peut être le cas sur le parcours de golf.

## 6.5 Etudes conduites – Livrables

**Sager M., 2019.** Influence de la gestion des parcours de golf sur les communautés de nématodes. Développement de pistes pour une meilleure prise en compte de l'écologie de la faune des sols dans la gestion des espaces golfs. Rapport de stage de Master 2 Sciences et Technologies de l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement - Parcours Ingénierie Biologique pour l'Environnement. UPEC/UMS Patrimoine Naturel/Agri-Food and Biosciences Institute/ Queen's University Belfast. 49 pp.

**Vamur M., 2018.** Les influences de la gestion des parcours de golf sur la composition des communautés de nématodes des sols. Rapport de stage de Master 2 mention Biodiversité, Ecologie et Evolution parcours Biodiversité et suivis environnementaux. Université de Bordeaux/UMS Patrimoine Naturel/Agri-Food Biosciences Institute/Queen's University Belfast. 44 pp.

# 7 Patrimoine géologique

## 7.1 Contexte et objectifs

L'objectif était de réaliser une étude spécifique sur les enjeux géologiques du Domaine de Bouis, en lien avec les travaux en cours depuis 2011. L'objectif *in fine* était de mettre en place une gestion « holistique » du parcours et de la propriété qui tienne compte des différents compartiments de la biodiversité et de la géodiversité.

Cette première mission et ce premier travail sur le patrimoine géologique ont d'abord consisté en une évaluation du potentiel de présences de sites ou de fenêtres d'intérêts sur le patrimoine géologique au sein du territoire du golf.

Les questions qui se posent à la suite de ce premier travail sont la prise en considération des intérêts des deux sites identifiés sur le territoire du golf ainsi que de la mise en valeur de la géodiversité locale.

## 7.2 Matériels et méthodes

- ✓ **Mission réalisée du 23 au 26 septembre 2018**
  - Jour 1 – Panorama général du secteur.
  - Jour 2 – Prospections en dehors du golf, notamment dans la Réserve naturelle nationale de la Plaine des Maures (RNNPM).
  - Jour 3 – Prospections dans le golf.
  - Jour 4 – Prospections à l'est du domaine en dehors du golf.

## 7.3 Principaux résultats

### 7.3.1 Partie est du secteur d'étude

La partie est du secteur d'étude est située en dehors du parcours de golf. La géologie est principalement constituée par le « socle ancien » de la région : le **socle hercynien** et son contact avec le bassin sédimentaire (Fig. 22).

Le socle hercynien est composé de roches métamorphiques et granitiques, roches les plus anciennes de la région, qui supportent les bassins sédimentaires locaux. Les massifs hercyniens constituent le socle de toute l'Europe occidentale et centrale. Sur le secteur, on trouve principalement des roches métamorphiques : gneiss, micaschiste et amphibolite.

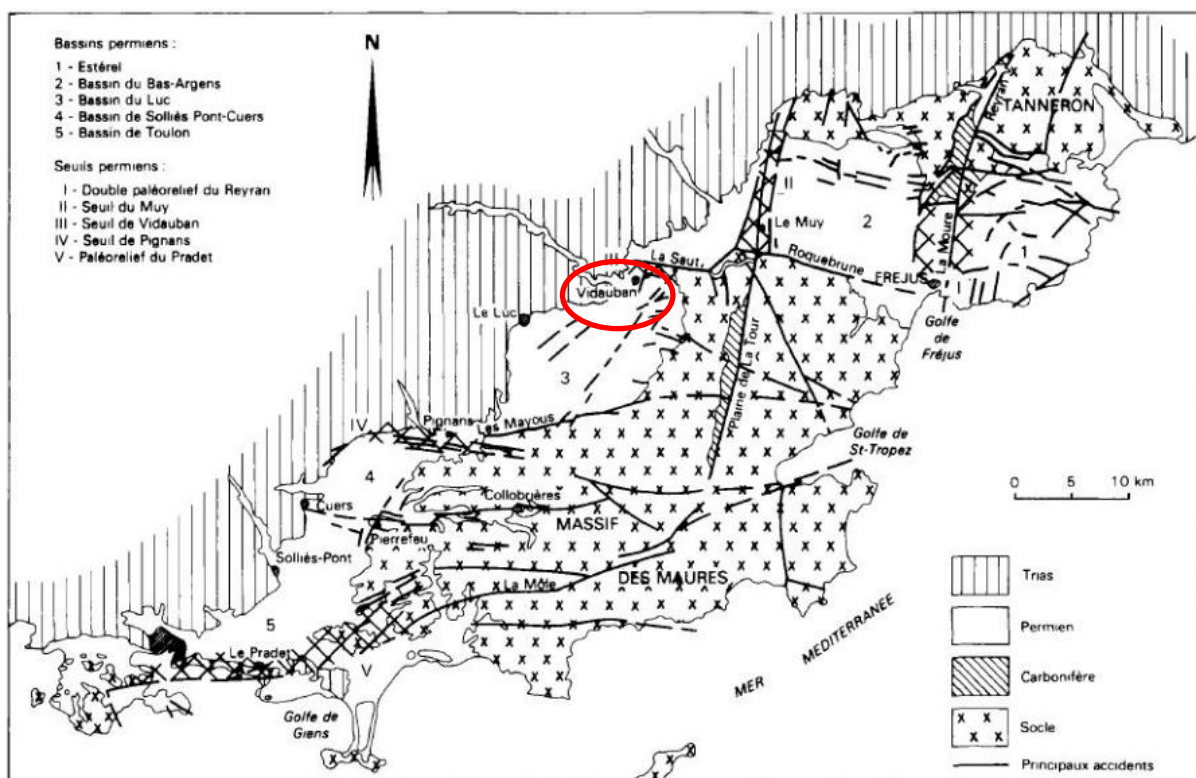


Fig. B15.3 — Schéma structural des bassins permien provençaux

Figure 22 : Schéma structural des bassins permien provençaux (d'après Toutin-Morin & Bonijoly, 1992)<sup>1</sup>, notés de 1 à 5. Le secteur d'étude se situe dans le bassin du Luc, noté 3. Au sud de ce bassin, on observe le socle hercynien symbolisé par des x. La partie est du secteur d'étude se trouve à la limite de ces deux zones.

Le bord de la D72 présente des fenêtres intéressantes pour observer les roches métamorphiques : des schistes riches en micas et des affleurements d'amphibolites (Fig. 23-24). Une ancienne carrière est présente en limite nord-est du secteur (en dehors de la propriété). Elle permet d'étudier le socle, en partie constitué d'amphibolites et de leptynites. Sur le Domaine de Bouis, l'ensemble de ces roches sont présentes.

<sup>1</sup> <http://revistas.ucm.es/index.php/CGIB/article/view/CGIB9292110059A/2607>



Figure 23 : A gauche, bord de la D72 (micaschistes). A droite, exemple d'orthogneiss, roche métamorphique ©G. Egoroff (GE)/E. Auberge (EA).



Figure 24 : A gauche, exemple de micaschiste, roche métamorphique. A droite, exemple d'amphibolite, roche métamorphique ©GE/EA.

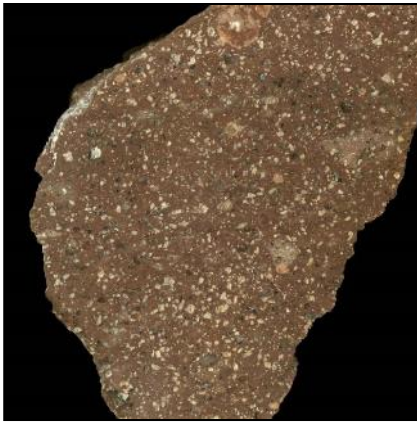
### 7.3.2 Partie ouest et sud-ouest du secteur d'étude

La partie ouest et sud-ouest du secteur d'étude est située sur le bassin permien de la plaine des Maures. Le parcours de golf et les zones naturelles à cheval sur la RNN recouvrent ces formations. Le bassin du Luc est un bassin sédimentaire, réceptacle des différents dépôts érosifs ou effusifs. Sur le secteur on trouve deux grandes formations : le conglomérat du bassin et les rhyolites.



Conglomérat du bassin – C'est une formation sédimentaire très grossière constituée du dépôt des roches environnantes (roches volcanique, métamorphique et plutonique du socle hercynien) (Fig. 25) – Intéressant pour savoir quelles roches sont présentes autour. Sur la partie RNN, le conglomérat n'est pas facile à observer, il est uniquement visible sur de petites surfaces très appréciées des lichens. On y trouve beaucoup de feldspaths (issus du socle).

➤ Figure 25 : Ci-contre, exemple de conglomérat. On voit les divers grains sédimentaires composant la roche ©GE/EA.



**Rhyolites** (laves visqueuses) – Les rhyolites sont des laves acides visqueuses. Elles présentent ici une pate vitreuse rouge où l’on observe à l’œil nu des petits minéraux de feldspaths blancs (Fig. 26). Elles se sont déposées par éruptions effusives en couches successives qui se sont intercalées avec les dépôts de conglomérats du bassin.

➤ *Figure 26 : Ci-contre, exemple de rhyolite. On voit les cristaux blancs de feldspath présents au milieu d'une pate vitreuse rougeâtre.*

### 7.3.3 [Sur le Golf](#)

1<sup>er</sup> site géologique identifié<sup>2</sup> : affleurement pédagogique d'un conglomérat permien (trous n°1 et 2) (Fig. 27).

Ce conglomérat est formé par plusieurs roches de natures et de tailles différentes (Fig. 28). Ces roches et sédiments proviennent de l'érosion de la chaîne du Massif des Maures. Des figures sédimentaires montrent que ces sédiments ont été transportés par des rivières au sein de chenaux fluviaux.



*Figure 27 : Affleurement pédagogique d'un conglomérat au niveau du trou n°2 (dalle décapée) ©GE/EA.*



*Figure 28 : Détail d'un conglomérat permien ©GE/EA.*

<sup>2</sup> Voir Annexe 1 – Fiche INPG – Brèches permiennes du Golf de Vidauban.

2<sup>e</sup> site géologique identifié<sup>3</sup> : butte formée du conglomérat permien, surmonté par de la rhyolite (Fig. 29-30).

Ces roches volcaniques témoignent d'une activité volcanique intense survenue dans la région (coulées de lave acide). Plus tard, l'érosion différentielle des roches volcaniques plus résistantes que les conglomérats environnants ont permis l'édification de cette butte.

Les roches, au sommet de la butte, se démantèlent sous l'effet de l'érosion et forme un « chaos » (blocs qui glissent sur les pentes).

Au sommet, superbe panorama sur la Plaine et le Massif des Maures.



Figure 29 : Butte composée de rhyolites au sud du parcours © GE/EA.



Figure 30 : Localisation de la butte au sud du parcours.

---

<sup>3</sup> Voir Annexe 2 – Fiche INPG – Butte de rhyolite permienne de la zone sud du Golf de Vidauban.

Il est à noter que cette butte n'est pas indiquée sur la carte géologique au 50.000 du secteur (cf. Fig. 30 : elle devrait apparaître en rouge et noté  $\rho$ ). Cette butte serait cartographiable dans le cadre d'une mise à jour de la carte géologique du territoire (Fig. 31).

#### 7.3.4 Bilan du premier passage sur site

Au sein du parcours : 2 affleurements montrant le permien conglomératique ont été identifiés et ont un bel intérêt pédagogique ainsi qu'un « **géosite** » **d'intérêt patrimonial comprenant les coulées rhyolitiques permienne et le contact avec le conglomérat**. Ce géosite a un bel intérêt pédagogique également.

Deux fiches décrivant ces sites avec leur cartographie ont été produites (Annexes 1 et 2).

En dehors du parcours : un bel affleurement est présent le long de la D72, mais il est difficilement valorisable de par sa situation (difficile de stationner, dangerosité du site au regard de la proximité de la route) ainsi qu'un géosite dans le Bois de Bouis (rhyolites).

Le vallon de Belleïman est une belle vallée à étudier plus précisément. En limite de propriété, la cascade de l'Aille présente également un intérêt majeur. Cette belle fenêtre géologique n'est visiblement pas identifiée dans l'inventaire régional du patrimoine géologique, il pourrait être intéressant d'échanger avec la RNN sur ce point.

La géodiversité du parcours du golf est importante à cette petite échelle : deux types de roches différentes : conglomérats et rhyolite représentant deux des trois types de roches que l'on retrouve dans la nature : sédimentaire et magmatique. Les zones autour du golf complètent cette représentativité avec la présence de roches métamorphiques : gneiss, amphibolite et leptynite. Le secteur est donc riche d'une belle géodiversité.

Le bassin de Vidauban est également connu pour ses contenus paléontologiques : empreintes de pas, insectes etc.

A la lecture de la géodiversité du territoire, nous ne pouvons qu'encourager la présentation des diverses roches présentes sur le parcours et autour du site pour une mise en valeur pédagogique de cet élément du patrimoine naturel.

## 7.4 Discussion – Perspectives

Il serait intéressant de mettre en œuvre les travaux suivants pour compléter les résultats d'analyse du patrimoine géologique :

- ▶ La constitution d'une base photographique et d'une collection pédagogique des roches présentes sur le secteur d'étude (golf et périmètre autour). L'objectif est de décrire la composition des roches afin de raconter l'histoire de leur formation (géologie du secteur) au grand public.
- ▶ Des réflexions seraient à avoir concernant les fenêtres que l'on souhaite conserver sur le site dans une optique pédagogique. Un compromis est à trouver concernant la gestion que l'on souhaite allouer à ces secteurs s'ils venaient à s'embroussailler (la Défense des Forêts Contre les Incendies -DFCI- pourrait par exemple permettre de maintenir le géosite présent sur le golf).
- ▶ Encourager des échanges avec la DREAL et des géologues locaux (CRPG) concernant la communication sur les sites identifiés dans le cadre de cette étude. Les bassins permien de cette zone sont encore des objets d'études pour des chercheurs, notamment sur la paléontologie.



*Figure 31 : En arrière-plan : géosite (butte) identifié sur le golf, comprenant les coulées rhyolitiques permienne ainsi que le contact avec le conglomérat (fenêtre à visée pédagogique). Sa cartographie est intéressante car elle n'apparaît pas sur la carte géologique alors qu'elle y serait cartographiable ©GE/EA.*

## 7.5 Etudes conduites

**Auberger E. & Egoroff G., 2019.** Fiche de description des sites géologiques (selon la méthodologie de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique). Site : Brèches permienne dans le domaine du Golf de Vidauban. Version intermédiaire 1.0.

**Egoroff G. & Auberger E., 2019.** Fiche de description des sites géologiques (selon la méthodologie de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique). Site : Butte de rhyolite permienne de la zone sud du Golf de Vidauban. 6 p.

**Egoroff G., Auberger E., Gourdain P., Roquinarç'h O., Lacoëuilhe A., Rouget I. & Herard K., 2019.** Expertise géologique sur le Domaine du Bois de Bouis - Vidauban (Var, France). Mission réalisée du 23 au 26 septembre 2018. UMS Patrimoine Naturel/CR2P, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 9 pp.

# 8 Bilan du diagnostic

**Cette étude a porté sur l'analyse comparative de la biodiversité qui se trouve dans le périmètre du parcours de golf et hors parcours au sein du Domaine de Bouis.**

Les travaux, notamment l'étude sur les communautés des pelouses à sérapias, présentés dans ce document, ont montré qu'il était difficile de comparer les relevés entre les secteurs pour diverses raisons :

- Un nombre insuffisant de données a été récolté hors clôture ;
- Certaines catégories d'avis d'expert ne sont pas représentées hors du parcours de golf ;
- Le ratio nombre de relevés sur surface potentielle de présence de l'habitat est très distinct entre les sites ;
- Il faut enfin noter une très grande hétérogénéité de contextes, que ce soit au sein du périmètre clôturé du parcours lui-même, ou que ce soit à l'extérieur du parcours. La cartographie des habitats naturels du domaine de Bouis témoigne de cette hétérogénéité par le biais des mosaïques d'habitats recensées (Gourdain *et al.*, 2017).

**Certaines tendances se dégagent** malgré tout. Elles sont décrites dans les paragraphes ci-après.

## 8.1 Communautés des pelouses à sérapias

### 8.1.1 Dans l'enceinte du golf

Dans l'enceinte du golf, **les contraintes sont multiples et corrélées au type de gestion mené** sur et à proximité de l'habitat. Les données acquises montrent que l'activité du golf apporte des pressions supplémentaires sur l'habitat qui ne se retrouvent pas sur la RNN de la Plaine des Maures (sauf à proximité de la clôture). Un habitat situé à proximité d'une zone de jeu peut présenter davantage d'**espèces eutrophiles** qu'un habitat situé sur un niveau topographique plus élevé, avec parfois plus d'espèces ligneuses et/ou des signes d'assèchement. **La topographie et la circulation de l'eau** dans le golf peuvent avoir un impact sur certains habitats, en particulier dans l'enceinte du golf, mais également et localement à l'extérieur de la clôture. On observe néanmoins que certaines pelouses à sérapias restent en bon état de conservation malgré une proximité avec les zones de jeu. L'association d'une ceinture haute et basse de végétations permet de réduire le périmètre d'impact des intrants en bloquant partiellement leur diffusion dans l'air et en filtrant les ruissellements.

### 8.1.2 Dans le domaine de Bouis

Dans le domaine de Bouis et la RNN de la Plaine des Maures, **les relevés sont moins hétérogènes**. Les habitats présentent majoritairement des espèces de friches et des espèces déstructurantes. A noter que ce constat peut provenir de la localisation des relevés souvent effectués à proximité de chemins d'accès ou sur des secteurs présentant des problématiques de sursemis ou de fréquentation. Les secteurs n'ont parfois pas pu être prospectés avec la même pression d'observation. La présence ou l'absence d'habitats ou d'espèces étudiés et leur état se trouvent sous l'influence d'une diversité de pressions d'ordre anthropique ou sont liées aux conditions stationnelles (humidité, exposition, etc.). Cela est davantage visible dans la partie du domaine non clôturée que dans l'enceinte du parcours.

## 8.2 Populations de Tortues d'Hermann

### 8.2.1 [Dans l'enceinte du golf](#)

Les densités relevées laissent présager de la **viabilité des populations de tortues suivies sur le parcours**. La distribution des individus y est très inégale. La différence d'effectifs, allant du simple au double entre la population Nord et la population Sud, n'a actuellement pas pu être expliquée. Plusieurs hypothèses peuvent toutefois être avancées : ces différences d'effectifs peuvent être liées à des histoires différentes entre les deux secteurs : la partie Nord ayant été incendiée en 2003 puis soumise à un débroussaillage important en 2013. Des sites de pontes ont également été découverts sur le parcours. Les zones de jeu et de bâti sont inutilisées par les tortues, elles apparaissent donc comme une perte directe d'habitats. Cependant, les zones de jeu ne semblent pas constituer une barrière infranchissable, du moins pour les individus de plus de huit ans. De nombreuses observations réalisées depuis 2015 en témoignent. De plus, **l'agrandissement des zones de hauts roughs** situées de part et d'autre des fairways (environ 15 ha) ainsi que leur **gestion en fauche tardive** réalisée depuis 2017, constituent des **zones refuges pour l'espèce une grande partie de l'année**, limitant ainsi l'effet fragmentant des zones de jeu. A noter que des impacts ont déjà été constatés lors de travaux de débroussaillage liés à la défense des forêts contre les incendies (DFCI). Ces derniers doivent être bien encadrés, notamment en prenant du temps pour orienter le déplacement des individus vers les secteurs naturels non touchés, avant le début des travaux, et être réalisés en dehors des périodes de forte activité des tortues.

### 8.2.2 [Dans le domaine de Bouis](#)

Au vu de la taille du site, il n'a pas été possible d'étendre le protocole mis en place sur le parcours de golf à l'ensemble du domaine. Des données sur la répartition de l'espèce sur le domaine sont manquantes, de même que la réponse comportementale des individus face à des perturbations importantes comme les **travaux de débroussaillage** liés à la DFCI. Les Tortues sont en effet sensibles à ces travaux qui déstructurent considérablement leur habitat, notamment dans des secteurs de pare-feu, et peuvent subir des impacts directs liés à l'utilisation de machines. Les populations peuvent également être fragilisées par la destruction de pontes (chiens, sangliers...), les prélèvements d'individus (braconnage), ainsi que la circulation d'engins.

## 8.3 Chiroptères

### 8.3.1 [Dans l'enceinte du golf](#)

Certaines espèces sont **davantage contactées dans l'enceinte du golf que dans le domaine**, notamment le Grand Rhinolophe. L'activité moyenne est plus élevée dans le golf pour le Molosse de Cestoni, le Murin de Natterer, l'Oreillard gris et le Vespère de Savi. L'activité moyenne en début de nuit est également plus élevée sur le golf que sur le domaine pour le Molosse de Cestoni, le Murin de Natterer et la Pipistrelle pygmée. **La présence de points d'eau et de zones bâties a un effet significatif** sur la présence et l'abondance de certaines espèces de chiroptères qui vont pouvoir s'alimenter au-dessus des mares du golf et pour certaines espèces, nicher dans les éléments et anfractuosités du bâti (derrière les volets, sous les toitures, ...). L'utilisation de **produits phytosanitaires** a un impact sur la qualité de l'eau des mares permanentes et temporaires du parcours et peut donc de fait impacter les chauves-souris. **L'éclairage artificiel** au niveau du hameau du golf a un effet délétère sur les communautés de chauves-souris, en particulier sur les espèces lucifuges.

### 8.3.2 [Dans le domaine de Bouis](#)

Les espèces citées dans le paragraphe précédent sont moins contactées dans le domaine que dans l'enceinte du golf. Une espèce est, quant à elle, davantage contactée dans le domaine que dans le golf : la Pipistrelle pygmée. Lorsque les points d'écoute proches de points d'eau et/ou de bâtis ne sont pas pris en compte, on peut également contacter davantage le Minioptère de Schreibers, la Vespère de Savi et la Noctule commune. La présence de points d'eau permanents sur le golf est un élément qui peut expliquer la richesse et l'abondance des chauves-souris, par rapport à la **présence de zones d'eau temporaires** sur le domaine. Ces points d'eau et rus temporaires apportant des ressources alimentaires uniquement une partie de l'année pour des espèces comme les chauves-souris. La présence de certains milieux, comme les **ripisylves** présentes au niveau du domaine, est très favorable aux chauves-souris, en particulier lorsque ces dernières sont larges et sénescents. La **préservation des gîtes** est également essentielle : la présence de vieux bois sur pied (arbres morts ou sénescents) présentant des cavités, en particulier les vieux chênes lièges, est favorable aux chauves-souris, tout comme la présence de vieux bois au sol. La gestion forestière appliquée aux parcelles du domaine conditionne la présence de ces habitats, un **traitement en futaie irrégulière** étant à privilégier.

## 8.4 Communautés de nématodes

### 8.4.1 [Dans l'enceinte du golf](#)

L'étude conduite s'est concentrée sur le parcours de golf, le protocole mis en place n'était donc pas adapté pour une comparaison parcours/domaine. A noter toutefois que les zones témoins échantillonnées dans les milieux naturels du parcours et en dehors de la zone clôturée ont permis de dégager quelques tendances.

L'étude conduite montre que les zones naturelles en amont et en aval des zones de jeu ne sont pas significativement différentes des zones témoins (plus éloignées) en termes d'abondance en nématodes. Il y a significativement plus de nématodes bactérivores dans les greens ou les semi-roughs que dans les zones témoins. Les semi-roughs situés en haut de pente présentent significativement plus de nématodes herbivores que les zones témoins. Les zones témoins ont en revanche une richesse spécifique significativement plus faible que les zones naturelles ou les semi-roughs.

### 8.4.2 [Extrapolation aux milieux naturels hors clôture](#)

Les zones témoins ont des indices globalement plus élevés que toutes les autres modalités : ces communautés de nématodes indiquent que **les zones témoins sont des zones présentant des réseaux trophiques moins perturbés et plus complexes**, les sols y sont plus pauvres et avec une activité microbienne plus faible, avec d'ailleurs une voie de décomposition principale plutôt fongique (et moins bactérienne), que dans les autres zones étudiées le long du gradient de gestion sur le parcours de golf. Les zones témoins ont des indices globalement plus faibles pour le *Plant Parasitic Index* (PPI) et *Enrichment Index* (EI), ce qui signifie que ces communautés de nématodes des zones témoins ne favorisent pas la présence des nématodes phytoparasites et que les niveaux de fertilité du sol sont plutôt bas (faible disponibilité des éléments nutritifs). On parvient donc à discerner des communautés différentes entre les zones de jeu et les milieux naturels et émettre l'hypothèse que l'ensemble des milieux naturels hors parcours présentent des communautés similaires. Une étude approfondie sur ces secteurs permettrait de corroborer cette hypothèse.

## 8.5 Patrimoine géologique

### 8.5.1 [Dans l'enceinte du golf](#)

Dans l'enceinte du golf, deux affleurements montrant le permien conglomératique ont été identifiés et ont un bel intérêt pédagogique, ainsi qu'un « **géosite** » d'intérêt patrimonial comprenant les coulées rhyolitiques permienne et le contact avec le conglomérat. La géodiversité du parcours du golf est importante à cette petite échelle : on y trouve deux types de roches différentes, le conglomérat et la rhyolite, représentant deux des trois types de roches que l'on retrouve dans la nature : sédimentaire et magmatique. Le fait que le golf ait « entretenu » partiellement l'un des affleurements, qui est visible depuis le chemin, a permis de préserver une belle fenêtre géologique. En effet, l'affleurement a été en partie « lessivé » et n'a donc été que partiellement recouvert par la végétation, ce qui rend sa lecture plus aisée.

### 8.5.2 [Dans le domaine de Bouis](#)

Les zones autour du golf complètent cette représentativité avec la **présence de roches métamorphiques** : gneiss, amphibolite et leptynite. Dans le domaine de Bouis, un géosite constitué d'une butte de rhyolites est présent. Le secteur est donc riche d'une belle géodiversité. **Les fenêtres géologiques y sont assez diversifiées** : les sites sont soit très fréquentés, donc piétinés et bien visibles, soit peu ou pas fréquentés et recouverts par la végétation, ce qui peut compliquer leur lecture.

## 8.6 Quelques leviers d'actions pour le golf

Les différentes études menées ont permis de collecter des données sur la biodiversité et la géodiversité du parcours de golf et plus largement du domaine de Bouis. Elles ont également permis d'identifier des actions à mettre en œuvre afin d'améliorer la prise en compte de la biodiversité sur le site. Ces mesures sont détaillées ci-après par volet. Le plan de gestion du domaine de Bouis (Gourdain *et al.*, 2017) est également un document important pour suivre les différentes actions à mettre en œuvre milieu par milieu.

### 8.6.1 [Milieux naturels / Communautés des pelouses à sérapias](#)

Au regard de ces analyses, les zones naturelles dans l'enceinte du golf préservent **de très beaux secteurs de pelouses à sérapias en bon état de conservation**. Au regard de la rareté de cet habitat à l'échelle européenne, ces habitats doivent être maintenus en bon état de conservation et doivent être favorisés pour qu'ils puissent s'étendre. Des relevés complémentaires pourraient être menés dans la partie nord du parcours, le Domaine de Bouis et la RNN de la Plaine des Maures afin d'améliorer le diagnostic établi ici.

L'enjeu prioritaire est de limiter les ruissellements directs vers les milieux naturels en utilisant le principe de **phytoremédiation** : mettre en place des espèces qui vont « dépolluer » les eaux de ruissellement, au niveau des zones d'écoulement à enjeux sur le parcours. La cartographie du réseau hydrographique et des zones à enjeu sont des outils essentiels dans cette démarche.

L'utilisation de **plantes d'origine locale dans les roughs** permettrait également de réduire la consommation en eau et l'utilisation d'intrants chimiques. Cette action limiterait une grande partie des problématiques liées à l'activité golfique sur l'état de conservation des pelouses à sérapias.

### 8.6.2 Populations de Tortues d'Hermann

Au vu de la taille du site, il n'est pas possible d'étendre le protocole mis en place sur le parcours de golf à l'ensemble du domaine. Cependant, il serait intéressant d'apporter *a minima* des éléments quant à la répartition de l'espèce sur le domaine (données d'occurrences) en envisageant un protocole adapté hors parcours. Il est important de préparer en amont les travaux de débroussaillage s'ils doivent obligatoirement avoir lieu : effaroucher les individus et réaliser des ouvertures en mosaïque afin d'obtenir une matrice comprenant des îlots de végétation fonctionnels pour l'espèce en s'assurant que la période d'activité maximum de la Tortue d'Hermann soit terminée (généralement à partir d'octobre-novembre). Veiller également à surveiller le grillage qui a été renforcé à sa base afin que les tortues ne se retrouvent pas piégées. A noter que cette période de fauche peut également permettre de mieux répartir le temps de travail sur la saison qui est généralement plus intense au printemps et à l'été et plus réduite en automne/hiver.

### 8.6.3 Chiroptères

Les mesures essentielles consistent en :

- La **préservation des points d'eau** permanents et le maintien des points d'eau temporaires, y compris sur le plan qualitatif, c'est-à-dire en préservant la qualité de l'eau (réduction des intrants, préservation et densification des végétations rivulaires, etc.)
- La mise en œuvre d'**un suivi** des paramètres physico-chimiques **de la qualité de l'eau** du golf et du domaine.
- **La préservation des ripisylves existantes.**
- La préservation de **gîtes** identifiés dans le hameau du golf et la poursuite de la démarche pour obtenir le **label « Refuge pour les chauves-souris »**. Concernant les gîtes du domaine, lancer un **travail de prospection à la recherche de gîtes** en lien avec acteurs locaux sur l'ensemble du territoire afin de pouvoir mettre en place **des mesures de protection adaptées.**
- La préservation et la création de **boisements linéaires (ripisylves, haies, etc.) associés à un maintien des arbres et la plantation de haies avec des essences locales** dans l'enceinte du golf et dans le domaine, afin de favoriser le déplacement des chiroptères en recréant des continuités écologiques.
- La conservation du **bois mort au sol et sur pied** (atteindre les seuils de 25m<sup>3</sup>/ha de bois mort au sol et de bois mort sur pied). Au niveau des zones de gestion des peuplements forestiers, **promouvoir les feuillus et créer des îlots de senescence et de vieillissement.** Si un traitement forestier doit être mis en place, privilégier un **traitement en futaie irrégulière.**
- **L'arrêt progressif des intrants**, en particulier les **produits phytosanitaires** et de fait leur diffusion dans les milieux adjacents, mesure favorable voire indispensable à la survie de nombreux organismes vivants (dont les insectes et les chiroptères).
- **L'adaptation de l'éclairage du hameau et de l'aire de maintenance**, en installant notamment des détecteurs de présence, en choisissant des couleurs moins perturbantes que le blanc (jaune/ambree) et en n'éclairant que si nécessaire, sur certaines plages horaires (cf. RICE Cévennes).
- Des phases de recherche de gîtes, de télémétrie et d'étude de places de chants pendant la phase de *swarming* pourraient être envisagées, en lien avec la Réserve naturelle de la Plaine des Maures et/ou le Groupe Chiroptères de Provence.

### 8.6.4 Communautés de nématodes

Comme les traitements phytosanitaires et les apports d'engrais récurrents favorisent les nématodes phytoparasites impactant les gazons, l'objectif serait de **limiter l'enrichissement des sols** en réduisant/supprimant les fertilisants dans certains secteurs.

### 8.6.5 Patrimoine géologique

La constitution d'une base photographique et d'une collection pédagogique des roches présentes sur le secteur d'étude (golf et périmètre autour) serait intéressante : l'objectif est de décrire la composition des roches afin de raconter l'histoire de leur formation (géologie du secteur) au grand public.

Des réflexions seraient à avoir concernant les fenêtres que l'on souhaite conserver sur le site dans une optique pédagogique. Un compromis est à trouver concernant la gestion que l'on souhaite allouer à ces secteurs s'ils venaient à s'embroussailler. Les actions DFCI pourraient par exemple permettre de maintenir le géosite présent sur le golf.

Il serait également intéressant d'échanger avec la DREAL et des géologues locaux (CRPG) concernant la communication sur les sites identifiés dans le cadre de cette étude. Les bassins permien de cette zone sont encore des objets d'études pour des chercheurs, notamment sur la paléontologie.

## 9 Conclusion de l'étude et perspectives

Les travaux, notamment l'étude portant sur les communautés des pelouses à sérapias du domaine, présentés dans ce document, ont montré qu'il est difficile de comparer les relevés entre les secteurs et qu'une étude plus complète serait à mener. Toutefois des tendances se dégagent et montrent que les espèces et les habitats étudiés dans l'enceinte du parcours de golf ne présentent pas de différences significatives, qu'il s'agisse de leur abondance, de leur diversité, de leur état de conservation ou de leurs possibilités de dispersion, excepté pour les communautés de nématodes. Il est même observé que pour certains taxons, comme les sérapias ou la Tortue d'Hermann, le golf peut avoir un effet « zone refuge » et préserver les populations de diverses pressions qu'elles pourraient subir dans la partie non clôturée (braconnage, prédation et destruction des individus et des pontes par les chiens et les sangliers, gestion intensive DFCI (pare-feu), etc.). Ces résultats doivent toutefois être mis au regard de la gestion opérée sur le golf, de l'attention portée aux enjeux écologiques identifiés ainsi qu'à leur localisation précise. Une méconnaissance ou une gestion mal conduite peuvent avoir des impacts non négligeables sur les espèces et les habitats et réduire considérablement cet effet refuge.

- ▶ Les différents travaux conduits ont permis d'améliorer considérablement les connaissances sur la biodiversité du domaine et plus largement de la Plaine des Maures et du territoire national.
- ▶ Les données du partenariat ont été intégrées à l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) et pourront être réutilisées dans le cadre d'autres études, notamment des atlas de répartition d'espèces et d'habitats, de mise à jour des listes rouges d'espèces menacées, etc.
- ▶ Les travaux menés sur le golf sont inspirants pour la communauté golfique.

L'Objectif de poursuivre vers le niveau Or du Programme Golf pour la Biodiversité doit-être considéré avec le plus grand soin. L'avancement du Golf de Vidauban sur l'intégration de la biodiversité dans sa gestion en a fait un parcours précurseur. Il convient désormais de partager et valoriser plus largement, au sein de la communauté golfique, les retours d'expériences liés à ces différents travaux.

# 10 Bibliographie générale

Présentée par grands volets

---

## Pelouses à sérapias

**Braun-blanquet J., 1964.** Pflanzensoziologie. Grundzüge Der Vegetationskunde. Ed. Springer. 865 p.

**Conseil des communautés européennes, 1992.** Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 Mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Journal Officiel de l'Union Européenne, L206.

**Latour M. & Mistarz M., 2019.** Évaluation de l'état de conservation des pelouses à sérapias de la Provence cristalline (parcours et domaine hors parcours) Description des communautés végétales et animales associées aux zones humides et aquatiques / Cahier d'évaluation (EVAL) – État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire – Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000.

**Latour M., 2018.** Méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000 : "Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp." (UE 3120) et "Mares temporaires méditerranéennes" (UE 3170\*). UMS PatriNat, MNHN, CBNMED de Porquerolles, Università di Corsica - Pasquale Paoli. 62 p.

**Meddour R., 2011.** La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-blanqueto-tüxenienne. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques. 40 p.

**Delassus L., 2015.** Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. CBN de Brest. 25 p.

**UMS PatriNat, 2019.** Résultats synthétiques de l'état de conservation des habitats et des espèces, période 2013-2018. Rapportage article 17 envoyé à la Commission européenne, avril 2019. Tableau de données disponible : [https://inpn.mnhn.fr/docs/N2000\\_EC/Resultats\\_synthetiques\\_Rapportage\\_2019\\_DHFF.xlsx](https://inpn.mnhn.fr/docs/N2000_EC/Resultats_synthetiques_Rapportage_2019_DHFF.xlsx)

---

## Chiroptères

**Bas Y., Kerbirou C., Roemer C., & Julien J.-F., 2020.** Bat reference scale of activity levels-(Version 2020-04-10). Muséum national d'Histoire naturelle. 2020. <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/reference-scales-of-activity?lang=fr>

**Boldogh S., Dobrosi D. & Samu P., 2007.** The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropterologica* 9: 527-34. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[527:TEOTIO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[527:TEOTIO]2.0.CO;2)

**Buono L., Bruhat L., Acca A., Antoine J. & Cosson E., 2019.** Ripisylves méditerranéennes et chauves-souris, enjeu et conservation. Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, Groupe Chiroptères de Provence, EDF, 68 p.

- Carravieri A. & Scheifler R., 2012.** Effets des substances chimiques sur les Chiroptères : état des connaissances. Laboratoire Chrono-Environnement Université de Franche-Comté / CNRS, 65 p.
- Defrancq T., 2020.** Identification des enjeux de conservation liés aux communautés de chiroptères dans le domaine du Bois de Bouis dans la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures. Université Grenoble Alpes, Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement, UMS Patrimoine Naturel, 59 p.
- Defrancq T. & Lacoeyuilhe A., 2020.** Synthèse de l'étude de l'activité et de la richesse des chiroptères du domaine du Bois de Bouis dans la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures. UMS Patrimoine Naturel - OFB, CNRS, MNHN., 24 p.
- Defrancq T. & Lacoeyuilhe A., 2021.** Comparaison de l'activité et de la richesse des chiroptères du Golf de Vidauban et du domaine du Bois de Bouis. UMS Patrimoine Naturel - OFB, CNRS, MNHN.
- Dentz C., Bueno L., & Cosson E., 2018.** Plan Régional d'Actions en faveur des Chiroptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur – 2018-2025. Groupe Chiroptères de Provence, Région PACA, DREAL PACA, 88 p.
- Hein C.D., Castleberry S.B. & Miller K.V., 2009.** Site-Occupancy of Bats in Relation to Forested Corridors. *Forest Ecology and Management* 257 (4): 1200-1207.
- Lacoeyuilhe A., Machon N., Julien J.-F., Bocq A., et Kerbiriou C., 2014.** The Influence of Low Intensities of Light Pollution on Bat Communities in a Semi-Natural Context. *PLOS ONE* 9 (10): 8 p.
- Rainho A., 2007.** Summer Foraging Habitats of Bats in a Mediterranean Region of the Iberian Peninsula. *Acta Chiropterologica* 9 (1): 171-81.
- Regnery B., Kerbiriou C., Couvet D., Kubarek L. & Julien J.-F., 2013.** Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests. *Ecological Indicators* 34: 221-30.
- Rice Cévenne, 2018.** Guide de l'éclairage : <https://www.cevennes-parcnational.fr/fr/download/file/fid/6172>
- Sane R. & Chabasseur O., 2020.** Diagnostic de présence hivernale de chauves-souris dans le hameau du golf « Le Prince de Provence » (83). GCP, 32 p.
- Tapiero A., 2016.** Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères – 2016-2025. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 88 p.
- Tillon L., 2015.** Utilisation des gîtes et des terrains de chasse par les Chiroptères forestiers, propositions de gestion conservatoire. Université de Toulouse.
- Tillon L., Bouget C., Paillet Y. & Aulagnier S., 2016.** How Does Deadwood Structure Temperate Forest Bat Assemblages? » *European Journal of Forest Research* 135 (3): 433-49.
- Tillon L., Langridge J. & Aulagnier S., 2018.** Bat Conservation Management in Exploited European Temperate Forests. In Bats, édité par H. Mikkola. InTech.

---

## Tortue d'Hermann

- Bertolero A., Cheylan M., Hailey A., Livoreil B. & Willemsen R.-E., 2011.** *Testudo hermanni* (Gmelin 1789) – Hermann's Tortoise. In: Rhodin AGJ, Pritchard PCH, van Dijk PP, Saumure RA, Buhlmann KA, Iverson JB & Mittermeier RA (Eds). Conservation Biology of Freshwater Turtle and Tortoises: A compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* No 5, pp. 059.1-059.20, doi : 10.3854/crm.5.059.hermanniv1.2011. <http://www.iucn-tftsg.org/cbftt/>

**Ballouard J.-M., Deleuze S., Andreo L., Rozec F., Thomas N., Laffargue P., Aferiat M., Bonnet X., Catard A. & Caron S. 2020.** Quelle est la véritable surface du domaine vital des Tortues d’Hermann (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789) ? Implications pour la conservation. *Naturae* 2020 (6) : 101-111.

<https://doi.org/10.5852/naturae2020a6>

**Besnard A. & Salles J.-M., 2010.** Suivi scientifique d’espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l’élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l’usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62 p.

**Boitier E., 2010.** Inventaire de la Tortue d’Hermann dans un domaine de la Plaine des Maures (Var). Années 2007 à 2009. Rapport d’étude Fondation du Golf de Vidauban pour l’Environnement et Emmanuel Boitier Consultant. Montaignu-le-Blanc (avril 2010), 10p + catalogues annexés.

**Couturier T., 2011.** Ecologie et conservation de la Tortue d’Hermann (*Testudo Hermannii*). Approche multi-échelle dans un paysage méditerranéen perturbé. Thèse, école doctorales EPHE 472, 188 p.

**Cheyran M., 2010.** La tortue d’Hermann *Testudo Hermannii* (Gmelin, 1789). In Vacher J.-P. & Geniez M. (cords) (2010). Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg & Suisse. Biotope, Mèze (collection Parthénope) ; Muséum National d’Histoire naturelle, Paris, 267-273.

**Cheyran M., Catard A., Livoreil B. & Bosc V., 2009.** Plan national d’actions en faveur de la Tortue d’Hermann *Testudo hermanni hermanni* 2009-2014. Berlin S, Recorbet B & Bentata V (coords). MEEDDM. Novembre 2009, 137 p.

**Cheyran M., 2004.** Statut de la Tortue d’Hermann dans la plaine des Maures. Rapport pour le document d’objectifs Natura 2000. 12 p + cartes.

**Del Vecchio S, Burke R L, Rugiero L, Capula M, Luiselli L., 2011.** The turtle is in the details: microhabitat choice by *Testudo hermanni* is based on microscale plant distribution. *Animal Biology*. 61, 249-261.

**FAO, 1998.** FRA 2000, termes et définitions. Document de travail 1, Département des forêts FAO. Rome, 18 novembre 1998. 19 p.

**Gagno S., Chapelin-Viscardi J. D. & Ponel P., 2012.** Mise en évidence de mœurs prédatrices chez la Tortue d’Hermann, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (Chelonii, Testudinidae), pendant la période estivale dans la région des Maures (Var, France). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. 141, 47-61.

**Gasc J.P., Cabela A., Crnobrnja-Isailovic J., Dolmen D., Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martínez Rica J.P., Maurin H., Oliveira M.E., Sofianidou T.S., Veith M. & Zuiderwijk A. (eds), 1997.** Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Collection Patrimoines Naturels, 29, Societas Europaea Herpetologica, Muséum National d’Histoire Naturelle & Service du Patrimoine Naturel, Paris, 496 p.

**Jacobs J., 1974.** Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev’s electivity index. *Oecologia*. 14, 413-417.

**Mazzotti S., Pisapia A. & Fasola M., 2002.** Activity and home range of *Testudo hermanni* in Northern Italy. *Amphibia-Reptilia*. 23, 305-312.

**Moulherat S., Delmas V., Slimani T., El Mouden H., Louzizi T., Lagarde F. & Bonnet X., 2014.** How far can a tortoise walk in open habitat before overheating? Implications for conservation. *Journal for Nature Conservation*. 22, 186 – 192.

**Rault P.-A., 2012.** Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Première année d'étude. Rapport MNHN-SPN. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 26 p.

**Rault P.-A., 2014.** Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Seconde année d'étude. Rapport MNHN-SPN. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 35 p.

**Rault P.-A., 2015.** Evaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis. Bilan de trois années de suivi. Rapport MNHN-SPN, 33 p. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2016 - 71. 33 p.

**Soler J., Martinez-Silvestre A. & Roca L., 2012.** Contribution à l'étude de l'alimentation de *Testudo hermanni* (Gmelin, 1789) dans le Parc de Garraf (NE de l'Espagne). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. 142-143, 79-88.

**Stubbs D. & Swingland I. R., 1985.** The ecology of a Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. *Canadian Journal of Zoology*, 63, 169-180.

**UICN France, MNHN & SHF, 2009.** La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.

---

## Patrimoine géologique

**Crevola G., Pupin J.P. & Toutin-Morin N., 1991.** La Provence varisque : structure et évolution géologique anté-triasique. *Sciences géologiques*, 44 (3-4) : 287–310.

**De Wever P., Egoroff G., Cornée A. & Lalanne A. (éds.), 2014.** Géopatrimoine en France. Mémoires Hors-Série de la Société géologique de France (14) : 180.

**De Wever P., Egoroff G., Cornée A., Graviou P., Avoine J. & Baillet L., 2018.** Patrimoine géologique, Inventaire national. Muséum national d'Histoire naturelle, EDP-Sciences, 252 p.

**Toutin-Morin N., 1987.** Les bassins permien provençaux, témoins de l'orogénèse hercynienne et de l'ouverture de la Téthys dans le Sud-Est de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 106 : 183–187.

**Toutin-Morin N. & Bonijoly D., 1992.** Structuration des bassins de Provence orientale à la fin de l'ère primaire. *Cuadernos de Geologia Ibérica* (16) : 59–74.

**Toutin-Morin N., Bonijoly D., Brocard C. & Dubard M., 1993.** Enregistrement sédimentaire de l'évolution post-hercynienne en bordure des Maures et du Tanneron, du Carbonifère supérieur à l'actuel. *Géologie de la France*, 2 : 3–22.

**Toutin-Morin N. & Vinchon C., 1989.** Les bassins permien du Sud-Est, in Châteauneuf J.-J. et Farjanel G. (éds.), Synthèse géologique des bassins permien français. BRGM, Orléans (128).

---

## Nématodes

**Fleming C., 2010.** Turf War for Invasive Root Nematodes, 4.

**Fleming C. & Hainon-McDowell M., 2008.** Plant parasitic nematodes: a new turf war? 55: 76-82.

**Fleming T. R., Maule A.G. & Fleming C. C., 2017.** Chemosensory Responses of Plant Parasitic Nematodes to Selected Phytochemicals Reveal Long-Term Habituation Traits, 10.

**Maissiat J., Maehr J.-C. & Picaud J.-L., 2005.** Les Némathelminthes. *In* Biologie Animale - Invertébrés, 2ème édition, 97-108. Dunod.

**Moura G.S. & Franzener G., 2017.** Biodiversity of Nematodes Biological Indicators of Soil Quality in the Agroecosystems. *Arquivos Do Instituto Biológico* 84 (0). <https://doi.org/10.1590/1808-1657000142015>

**Neher D., 2001.** Role of Nematodes in Soil Health and Their Use as Indicators. 33: 161-68.

**Neher D., Bongers T. & Ferris H., 2004.** Computation of Nematode Community Indices, 33.

**Panagopoulos T. & Vidic M., 2007.** The Impact of Golf Course Development on a Constantly Changing Mediterranean Landscape, 6.

**Sager M., 2019.** Influence de la gestion des parcours de golf sur les communautés de nématodes. Développement de pistes pour une meilleure prise en compte de l'écologie de la faune des sols dans la gestion des espaces golfeques. Rapport de stage de Master 2 Sciences et Technologies de l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement - Parcours Ingénierie Biologique pour l'Environnement. UPEC/UMS Patrimoine Naturel/Agri-Food and Biosciences Institute/ Queen's University Belfast. 49 p.

**Vamur M., 2018.** Les influences de la gestion des parcours de golf sur la composition des communautés de nématodes des sols. Rapport de stage de Master 2 mention Biodiversité, Ecologie et Evolution parcours Biodiversité et suivis environnementaux. Université de Bordeaux/UMS Patrimoine Naturel/Agri-Food Biosciences Institute/Queen's University Belfast. 44 p.

---

## Indice de Qualité Écologique (IQE) et plans de gestion

**Delzons O. & Rault P.-A., 2012.** Évaluation de la biodiversité des sites de La Fondation d'entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement. Indicateur de Qualité Ecologique du Golf de Vidauban. Résultats préliminaires. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2015 - 54. 43 p.

**Delzons O. & Rault P.-A., 2013.** Évaluation de la biodiversité des sites de La Fondation d'entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement. Indicateur de Qualité Ecologique du Bois de Rouquan, 2012. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2013. 60 p. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/247236>

**Delzons O. & Rault P.-A., 2013.** Évaluation de la biodiversité des sites de La Fondation d'entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement. Indicateur de Qualité Ecologique du Bois de Bouis. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2013. 59 p. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/247237>

**Delzons O. & Rault P.-A., 2014.** Évaluation de la biodiversité des sites de la fondation d'entreprise du Golf de Vidauban pour l'environnement. Indicateur de Qualité Ecologique du secteur est du domaine. 2013. Muséum national d'Histoire naturelle, Service du Patrimoine Naturel, Brunoy. Rapport SPN - 2015. 64 p. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/235638>

**Gourdain, P., Roux, A. & Herard K., 2017.** Plan de gestion de la biodiversité du golf de Vidauban et du Bois de Bouis. UMS PatriNat (AFB-CNRS-MNHN), Paris. Rapport SPN 2017 - 13. 227 p. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/247440>

**Rault P.-A. & Delzons O., 2015.** Evaluation de la biodiversité des sites de La Fondation d'entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement. Indicateur de Qualité Ecologique du parcours de golf, 2014. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2016 - 71. 83 p. <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/247368>

**Roquinarç'h O., Delzons O., Gourdain P., Laignel J., Michaud H., Lacoeyilhe A. & Percevault L., 2022.** Indice de Qualité Ecologique (IQE) du Golf de Vidauban, 2021. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris.

## 11 ANNEXES

### Annexe 1 : Fiche – Brèches permienes du Golf de Vidauban

## FICHE DE DESCRIPTION DES SITES GEOLOGIQUES

(selon la méthodologie de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique\*)

\* De Wever *et al.*, 2014

IDENTIFICATION	
Nom du site : Brèches permienes dans le domaine du Bois de Bouis (Golf de Vidauban)	
Identifiant du site :	Intérêt patrimonial : **
Typologie : Anthropique - De surface - Géosite	Confidentialité : Public

LOCALISATION	
Département(s)	Commune(s) (Code postal)
Var	Vidauban (83550)

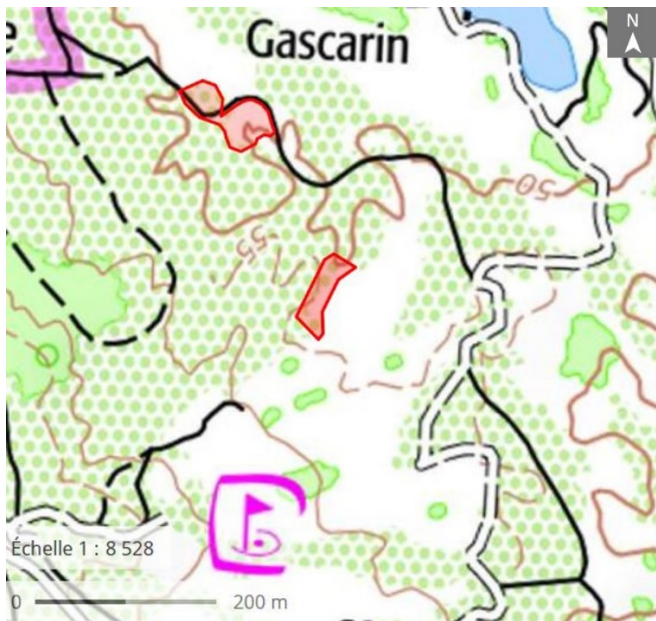
REFERENCE CARTOGRAPHIQUES	
Carte(s) topographique(s) IGN à 1/25 000	Carte(s) géologique(s) BRGM à 1/50 000
Le Muy/Lorgues/Montagne de Roquebrune/Massif des Maures (Gps) - 3544OT	Draguignan – n°1023

CONTACT POUR LE SITE	
Nom du Siège : Golf de Vidauban	
Adresse Siège : <i>EURL Prince de Provence – Route Départementale 72, 83550 VIDAUBAN</i>	
Coordonnées : M. Cyprien COMOY, Community manager : <a href="mailto:c.comoy@vidaubangolfclub.com">c.comoy@vidaubangolfclub.com</a> ; M. Didier NOVELLI, jardinier/responsable biodiversité : <a href="mailto:didier.novelli@orange.fr">didier.novelli@orange.fr</a>	

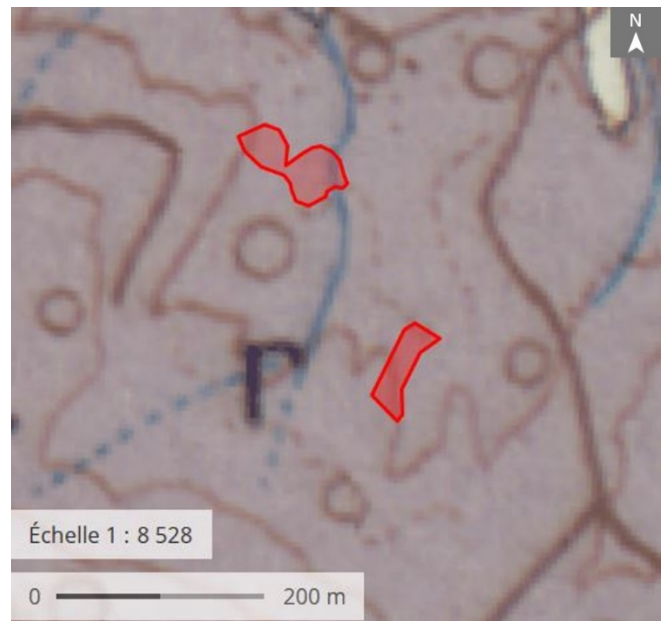
COORDONNEES DU SITE		
Lieu(x)-dit(s) : -		
Origine : carte 1/25 000	Précision : métrique	Type coordonnées : Lambert 2 Etendu
Site 1	X : 935 046	Y : 1 830 704
Site 2	X : 935 096	Y : 1 830 426

DESCRIPTION GENERALE	
<p>Description physique :</p> <p>Deux sites distincts, révélés lors de l'aménagement du parcours du golf, livrent des objets d'intérêt géologique comparables :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Site n°1</u> (Sud) : Le site n°2 expose un affleurement discontinu de près de 35 m de long et de 3 m de haut, en bon état de conservation.</li> <li>• <u>Site n°2</u> (Nord) : Ce géosite permet d'observer les objets en 3 dimensions sur une grande superficie (3500 m<sup>2</sup>). Il est traversé par un chemin aménagé. Un premier affleurement, très bien préservé, de 10 m de long et haut de 2,50 m se dessine le long du parcours de golf. Un deuxième affleurement, plus petit (5 m de long sur 1,50 m de haut), lui fait face.</li> </ul> <p>Par endroit, des lichens et des mousses (strate bryo-lichénique) peuvent s'installer sur le substrat géologique. L'accessibilité aux objets reste néanmoins aisée. Au niveau du site n°2, de petites mares temporaires peuvent s'installer sur la surface. Des chemins aménagés permettent aux golfeurs et aux visiteurs d'accéder facilement aux affleurements.</p>	
Superficie : 6500 m <sup>2</sup> ( <u>Site 1</u> : 3500 m <sup>2</sup> - <u>Site 2</u> : 3000 m <sup>2</sup> )	Etat actuel : Bon état
Commentaire : -	

Périmètre du site



Localisation du site n°1 (Sud) et n°2 (Nord) - Carte IGN



Localisation du site n°1 (Sud) et n°2 (Nord) - Carte géologique - BRGM



Localisation du site n°1 (Sud) et n°2 (Nord) – Photo aérienne – Géoportail

Usage actuel : équipement sportif

Depuis : 1991

Commentaire : Les sites d'intérêt géologique se situent dans l'enceinte du Golf de Vidauban (Le Prince de Provence), créé en 1991 par Robert Trent Jones Sr's.

Note sur l'état de préservation/conservation (0 à 3) : 3

Commentaires éventuels sur le périmètre, l'usage ou l'état actuel : -

COLLECTION(S)

Type : -

Description : -

Adresse - Localisation : -

ACCESSIBILITE AU SITE

Accessibilité : Facile – Réglementée

Autorisation préalable : oui	Payant : -	Période d'ouverture : -
<p>Itinéraire d'accès : Du centre-ville de Vidauban, prendre la D48 en direction de la Garde Freinet. Après 2 km, tourner à gauche sur la D72 vers le Plan de la Tour (Sainte-Maxime). Le Golf de Vidauban se situe au sud de la D72, 4 km plus loin.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Site n°1</u> :</li> </ul> <p>Il se situe actuellement à mi-distance sur le trou n°1 (<u>coordonnées Lambert 2 étendu</u> : X : 935 046 ; Y : 1 830 704)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Site n°2</u> :</li> </ul> <p>Il est localisé à l'entrée du trou n°2 (<u>coordonnées Lambert 2 étendu</u> : X : 935 096 ; Y : 1 830 426)</p>		

DESCRIPTION GEOLOGIQUE
Code GILGES : C – D – E
Coupe géologique : -
Phénomène géologique : Sédimentation fluviale
Age du phénomène : âge le plus récent : Thuringien (270 Ma) âge le plus ancien : Saxonien (278 Ma)
Niveaux stratigraphiques du terrain : âge le plus récent : Thuringien (270 Ma) âge le plus ancien : Saxonien (278 Ma)
<p>Description géologique :</p> <p>Cet affleurement montre une formation sédimentaire saxono-thuringienne (<a href="#">Toutin-Morin &amp; Bonijoly, 1992</a>) de couleur rouge, rose, parois jaune ou grise. Ces dépôts se répartissent en bancs à base érosive, de forme lenticulaire et d'épaisseur pluri-décimétrique qui s'amalgament et migrent latéralement.</p> <p>Cette formation saxono-thuringienne présente un faciès généralement bréchique à matrice arkosique et à éléments polygéniques (gneiss, micaschiste, quartz et feldspath décimétriques, rhyolite, tuf volcanique, etc.), non triés (du sable fin (0,1-0,2 mm) au galet (6 - 25 cm)).</p> <p>Au sein de nombreux bancs (surtout site n°1), les sédiments présentent un granoclassement décroissant : Une brèche dure et hétérogène à feldspath, rhyolite, tuf, etc. se répartit à la base. Une arkose tendre à grains très grossiers, fortement chargée en feldspaths se superpose ensuite. Un grès fin rouge à quartz et feldspaths vient terminer la série. Des stratifications obliques, parfois de taille métrique (site n°2) peuvent affecter les dépôts.</p> <p>La cimentation différentielle du dépôt et l'altération quaternaire, notamment par le ruissellement, a créé de petites dépressions sur la surface structurale et de petites cavités au gré des joints de stratification. Des mares peuvent alors se développer sur la surface gréseuse imperméable.</p> <p>Enfin, les formations sédimentaires du site n°2 semblent pendre de 20° vers l'ouest.</p>

INTERÊT
<p>Intérêt géologique principal : Stratigraphie</p> <p>Ces deux sites permettent d'observer les faciès sédimentaires de la Formation Claire (début du Permien), dans des bonnes conditions d'affleurement. Cette formation se situe en discordance sur le socle métamorphique du Massif des Maures. Elle représente le premier épisode de remplissage sédimentaire du bassin de Luc qui fonctionne alors en grabens distensifs de direction ONO-ESE. Il est souvent difficile de distinguer cette formation conglomératique dans cette région assez végétalisée.</p>
Note IGP (0 à 3) : 2
<p>Intérêt(s) géologique(s) secondaire : Sédimentologie</p> <p>La présence des stratifications obliques affectant des sédiments grossiers témoigne de l'existence d'un courant unidirectionnel de moyen régime lors du dépôt. La géométrie discontinue des bancs en biseau, leur migration, les sédiments granocroissants et exclusivement détritiques sont typiques d'un environnement de chenaux fluviaux, au sein d'une plaine alluviale. Ces dépôts proviennent du démantèlement de la chaîne hercynienne du massif des Maures, située à quelques kilomètres, au cours du Permien supérieur.</p>
Note IGS (0 à 3) : 1

Rareté (0 à 3) : 0	
Départementale	
<p>Intérêt pédagogique : Pour les géologues, amateurs, enseignants, étudiants, scolaires, tout public  Les différents affleurements exposent de très belles coupes pédagogiques d'une dizaine de mètres de longueur. Leurs intérêts scientifiques et pédagogiques sont alors divers :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les faciès sédimentaires sont caractéristiques du premier épisode de remplissage du bassin de Luc</li> <li>- les figures sédimentaires remarquablement bien préservées (stratifications obliques) témoignent d'un dépôt au sein d'un chenal de plaine alluviale</li> <li>- des roches de nature variée peuvent être observées et étudiées (roches métamorphiques, volcaniques et sédimentaires) au sein de la brèche.</li> </ul>	
Note IP (0 à 3) : 3	
<p>Intérêt(s) annexe(s) :</p> <p>La faune et la flore du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis font l'objet de suivis par le MNHN depuis 2011, dans le cadre d'un partenariat entre le MNHN et la Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE). Un Inventaire généralisé de la biodiversité (ATBI) est également en cours dans ce secteur avec plus de 2 600 taxons identifiés, tous groupes confondus, pour 18 669 données collectées au 15/05/2020.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flore  Le site accueille un ensemble exceptionnel sur les plans biologique et paysager. La Plaine des Maures comporte une extraordinaire palette de milieux forestiers, maquis, pelouses sèches et milieux hygrophiles temporaires méditerranéens (rus et mares). La diversité et la qualité des milieux permettent le maintien d'un cortège très intéressant d'espèces végétales rares et/ou menacées (Michaud <i>et al.</i>, 2016 ; Gourdain <i>et al.</i>, 2017).</li> <li>• Faune  La Plaine des Maures possède un patrimoine faunistique exceptionnellement intéressant avec la présence d'au moins 90 espèces animales d'intérêt patrimonial dont 22 sont déterminantes de zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique en région PACA. Le site constitue un important bastion pour deux espèces de tortues : la Tortue d'Hermann et la Cistude d'Europe (Natura 2000, 2014 ; Michaud <i>et al.</i>, 2016) ainsi que pour le Lézard ocellé, fréquentant particulièrement les dalles et autres milieux rocheux bien ensoleillés (Gourdain <i>et al.</i>, 2017).</li> <li>• Fonge</li> <li>• Les lichens, et plus largement l'ensemble du compartiment bryolichénique, font l'objet d'une étude approfondie sur le Domaine de Bouis, et plus particulièrement sur le Golf de Vidauban (partie du domaine clôturée). 82 taxons ont ainsi été identifiés sur la partie « parcours de golf » à proprement parler, où sont localisés les 2 sites géologiques dont il est question dans cette fiche.</li> </ul>	
Intérêt pour l'histoire de la géologie : -	
Note IH (0 à 3) : 0	
Intérêt(s) touristique et économique : La Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement effectue régulièrement des actions auprès du grand public pour sensibiliser aux enjeux environnementaux, notamment avec l'association « Les Petits Débrouillards ». Le golf est de plus fréquenté régulièrement par ses membres et invités.	
<b>STATUTS</b>	
Propriétaire(s) : Société privée	
Gestionnaire(s) : Société privée	
Commentaire : - L'ensemble de la zone est en propriété privée : EURL Prince de Provence.	
<b>PROTECTION EFFECTIVE DU SITE</b>	
<input type="checkbox"/> Juridique	<input checked="" type="checkbox"/> Physique
Commentaire : La totalité du parcours de golf est clôturée. Une autorisation doit être demandée afin de pénétrer sur le site.	
Note sur la protection effective (0 si la protection existante est maximale) : 2	
Statuts de protection : ZNIEFF type 2 (2016), Site couvert par Natura 2000 au titre de la directive « Habitats » (2014)	
<b>INVENTAIRE PRE-EXISTANT</b>	
ZNIEFF Type 2	Référence : Michaud H., Beltra S., Tchikladze T., Catard A., Richaud S. & Bence S. (2016) - 110320025, <i>Plaine des Maures</i> . Inventaire ZNIEFF, INPN, SPN-MNHN, Paris, 27 p. <a href="https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/930012553.pdf">https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/930012553.pdf</a> .
	Date : 2016

Natura 2000	Référence : (20062014) - FR9301622 - <i>La plaine et le massif des Maures. NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES pour les zones de protection spéciale (ZPS)</i> , 10 p. <a href="http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301622">http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301622</a> .	Date : 2014
-------------	---	-------------

### VULNERABILITE / BESOINS DE PROTECTION

#### Menace anthropique

- Actuelle : Aucune menace identifiée, le site du golf est clôturé et la gestion et les aménagements réalisés concernent principalement les zones de jeu. Autour, peu d'actions réalisées ou très ponctuelles.
- 

Note sur les menaces (0 à 3) : 2

#### Vulnérabilité naturelle

- Végétalisation naturelle sur l'affleurement, notamment des lichens et des mousses. La suppression des mousses et des lichens avait déjà été envisagée par le golf (« remise à nu » de l'affleurement à des fins esthétiques). Néanmoins les enjeux liés à ces communautés et à la biodiversité qu'elles hébergent ont été mis en avant et les actions n'ont finalement pas été menées.

Note sur la vulnérabilité (0 à 3) : 2

Commentaires sur d'éventuels suivis de protections ou interventions : Un suivi de l'évolution de la population de lichens sur les affleurements devra être effectué afin que ces derniers ne recouvrent pas la totalité des objets d'intérêt géologique.

### EVALUATION DU SITE

Intérêt patrimonial du site : 26 / 48

Besoin de protection du site : 8 / 12

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Crevola G., Pupin J.-P. & Toutin-Morin N. (1991) - La Provence varisque : structure et évolution géologique anté-triasique. *Sciences géologiques*, 44 (3-4) : 287-310.

De Wever P., Egoroff G., Cornée A. & Lalanne A. (éds.) (2014) - Géopatrimoine en France. *Mémoires Hors-Série de la Société géologique de France* (14) : 180.

Gourdain P., Roux A. & Herard K. (2017) - *Plan de gestion de la biodiversité du Golf de Vidauban et du Bois de Bouis. Période 2016-2021*. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle. 227 p.

Michaud H., Beltra S., Tchikladze T., Catard A., Richaud S. & Bence S. (2016) - 110320025, *Plaine des Maures*. Inventaire ZNIEFF, INPN, SPN-MNHN, Paris, 27 p. <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/930012553.pdf>.

Toutin-Morin N. (1987) - Les bassins permien provençaux, témoins de l'orogénèse hercynienne et de l'ouverture de la Téthys dans le Sud-Est de la France. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 106 : 183-187.

Toutin-Morin N. & Bonijoly D. (1992) - Structuration des bassins de Provence orientale à la fin de l'ère primaire. *Cuadernos de Geologia Ibérica* (16) : 59-74.

Toutin-Morin N., Bonijoly D., Brocard C. & Dubard M. (1993) - Enregistrement sédimentaire de l'évolution post-hercynienne en bordure des Maures et du Tanneron, du Carbonifère supérieur à l'actuel. *Géologie de la France*, 2 : 3-22.

Toutin-Morin N. & Vinchon C. (1989) - Les bassins permien du Sud-Est, in Châteauneuf J.-J. et Farjanel G. (éds.), *Synthèse géologique des bassins permien français*. BRGM, Orléans (128).

(20062014) - FR9301622 - *La plaine et le massif des Maures. NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES Pour les zones de protection spéciale (ZPS)*, 10 p. <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301622>.

Auteur(s) : Elise Auberger, Grégoire Egoroff	Contributeur(s) : Océane Roquinarç'h, Aurélie Lacoeyllhe
Le : 19/10/2022	Date de visite du site : 24/09/2018

## ICONOGRAPHIE



Stratifications obliques affectant les faciès fluviaux permien (site n°2)



L'érosion différentielle a créé des cavités au sein de la formation (site n°2)



Partie sud de l'affleurement (site n°1).  
Les bancs en biseau présentent une base érosive



Partie nord de l'affleurement (site n°1).  
Les bancs en biseau présentent une base érosive



Granoclassement décroissant dans la Formation Claire



Brèche à matrice arkosique et à éléments polygéniques, non triés

## Annexe 2 : Fiche – Butte de rhyolite permienne de la zone sud du Golf de Vidauban

# FICHE DE DESCRIPTION DES SITES GEOLOGIQUES

(selon la méthodologie de l'Inventaire National du Patrimoine Géologique\*)

\* De Wever *et al.*, 2014

IDENTIFICATION	
<b>Nom du site : Butte de rhyolite permienne de la zone sud du Golf de Vidauban</b>	
Identifiant du site :	Intérêt patrimonial : *
Typologie : Site Naturel - De surface - Géosite	Confidentialité : Public

LOCALISATION	
Département(s)	Commune(s) (Code postal)
Var	Vidauban (83550)

REFERENCE CARTOGRAPHIQUES	
Carte(s) topographique(s) IGN à 1/25 000	Carte(s) géologique(s) BRGM à 1/50 000
LE MUY/LORGUES/MONTAGNE DE ROQUEBRUNE/MASSIF DES MAURES (3544 OT)	Draguignan (1023)

CONTACT POUR LE SITE	
Nom du Siège : Golf de Vidauban	
Adresse Siège : EURL Prince de Provence – Route Départementale 72, 83550 VIDAUBAN	
Coordonnées : mailto: M. Cyprien COMOY, Community manager : <a href="mailto:c.comoy@vidaubangolfclub.com">c.comoy@vidaubangolfclub.com</a> ; M. Didier NOVELLI, jardinier/responsable biodiversité : <a href="mailto:didier.novelli@orange.fr">didier.novelli@orange.fr</a>	

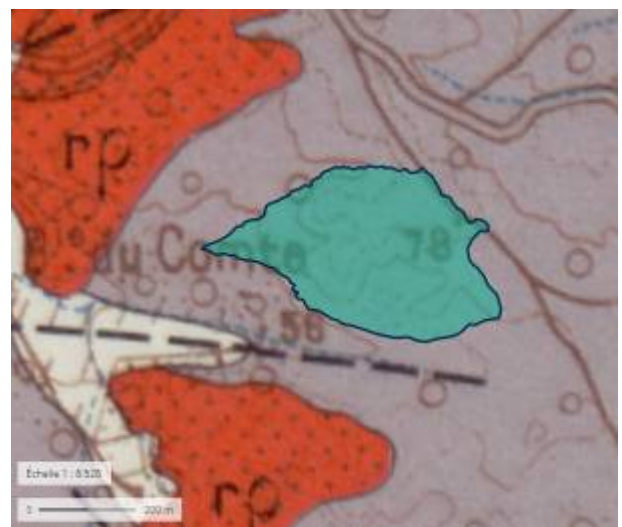
COORDONNEES DU SITE		
Lieu(x)-dit(s) : Domaine du Bois de Bouis		
Origine : carte 1/25 000	Précision : métrique	Type coordonnées : Lambert 2 Etendu
X : 43°23'27.72"N		Y : 6°27'53.80"E

DESCRIPTION GENERALE	
Description physique : L'objet géologique inventorié, situé dans la partie sud du Golf de Vidauban, est une butte séparant différentes zones de jeu (trous) du parcours. Cette petite colline naturelle fait environ 600 mètres de long pour 340 mètres de large. Son altitude maximale est de 80 mètres. Elle surplombe d'une trentaine de mètres les zones environnantes offrant un panorama intéressant sur la plaine et le massif des Maures. Elle est colonisée en partie par une végétation rase, localement assez dense (lichens, bryophytes et espèces herbacées annuelles et vivaces). Quelques chemins traversent le site.	
Superficie : 13 ha	Etat actuel : Dégradé - Colonisé par la végétation
Commentaire : -	

Périmètre du site
-------------------



Localisation du site (en bleu) - Carte IGN



Localisation du site (en bleu) - Carte géologique - BRGM

<b>Usage actuel</b> : équipement sportif	<b>Depuis le</b> : 1991
<b>Commentaire</b> : Le site d'intérêt géologique se situe dans l'enceinte du Golf de Vidauban (Le Prince de Provence), créé en 1991 par Robert Trent Jones Sr's.	
<b>Note sur l'état de préservation/conservation</b> (0 à 3) : 2	
<b>Commentaires éventuels sur le périmètre, l'usage ou l'état actuel</b> : -	
<b>COLLECTION(S)</b>	
<b>Type</b> : -	
<b>Description</b> : -	
<b>Adresse - Localisation</b> : -	
<b>ACCESSIBILITE AU SITE</b>	
<b>Accessibilité</b> : Facile – Réglementée	
<b>Autorisation préalable</b> : oui	<b>Payant</b> : -
<b>Période d'ouverture</b> : -	
<b>Itinéraire d'accès</b> : Du centre-ville de Vidauban, prendre la D48 en direction de la Garde Freinet. Après 2 km, tourner à gauche sur la D72 vers le Plan de la Tour (Sainte-Maxime). Le Golf de Vidauban se situe au sud de la D72, 4 km plus loin. Le dôme rhyolitique est situé dans la zone sud du parcours de golf, au sud du trou n°12, accessible à pied.	

<b>DESCRIPTION GEOLOGIQUE</b>	
<b>Code GILGES</b> : B	
<b>Coupe géologique</b> : -	
<b>Phénomène géologique</b> : Erosion	
<b>Age du phénomène</b> :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- âge le plus récent : Actuel</li> <li>- âge le plus ancien : Quaternaire (2,58 Ma)</li> </ul>	
<b>Niveaux stratigraphiques du terrain</b> :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- âge le plus récent : Saxonien (278 Ma)</li> <li>- âge le plus ancien : Saxonien (278 Ma)</li> </ul>	
<b>Description géologique</b> :	
<p>L'objet géologique de cette fiche est un dôme principalement formé de :</p> <p>1) Rhyolite permienne à l'Ouest  Roche volcanique acide, caractéristique du bassin permien où se trouve le Golf de Vidauban. Ici, la rhyolite, de couleur rouge, est riche en cristaux de feldspaths blancs avec quelques cristaux de quartz (cf. photo lame mince en pièce jointe). La pate vitreuse est de couleur rouge sombre, brune.</p> <p>2) Conglomérat permien à l'Est, déposé lors des premières phases de remplissage du bassin de Luc.  Faciès généralement bréchiq ue à matrice arkosique et à éléments polygéniques (gneiss, micaschiste, quartz et feldspath décimétriques, rhyolite, tuf volcanique, etc.), non triés (du sable fin (0,1-0,2 mm) au galet (6 - 25 cm)).</p> <p>En raison de la présence de végétation dense, le contact entre les deux formations géologiques n'a pas pu être observé. Cependant, la coulée rhyolitique semble surmonter le conglomérat permien. Localement, des tufs volcaniques (coulées pyroclastiques) peuvent recouvrir la brèche permienne. Un pendage général d'environ 20° vers l'ouest a été mesuré sur une surface structurale conservée (flanc ouest de la colline)</p> <p>Les coulées rhyolitiques se démantèlent au sommet de la butte et forment un chaos rocheux. Cette coulée rhyolitique n'est pas signalée sur la carte géologique au 50.000 de Draguignan (1969, 2<sup>ème</sup> édition). Cette observation inédite pourrait être cartographiée sur une feuille au 50.000.</p>	

<b>INTERÊT</b>	
<b>Intérêt géologique principal : Géomorphologie</b>	
<p>Cette butte formée de rhyolites marque le paysage. L'érosion différentielle des rhyolites plus résistantes que les conglomérats environnants ont permis l'édification de ce relief. L'érosion des rhyolites a conduit à la formation d'un chaos rocheux intéressant : grâce au pendage des différentes coulées, le phénomène de démantèlement des rhyolites n'a affecté que le sommet de la butte. Les surfaces structurales des coulées sont ainsi conservées sur les flancs ouest du dôme. Le sommet de la butte offre un point de vue pédagogique sur la plaine et le massif des Maures.</p>	
<b>Note IGP</b> (0 à 3) : 1	

<b>Intérêt(s) géologique(s) secondaire : Volcanisme</b>	
<p>Les couches rhyolitiques, bien visibles sur la partie ouest de la butte, peuvent être facilement étudiées. En effet, certaines masses rocheuses en place restent conservées sur plusieurs mètres d'épaisseur. Selon toute probabilité, cette coulée rhyolitique est le prolongement vers l'Ouest de la coulée qui constitue la Colle du Rouet, dans l'Estérel occidental. La remontée volcanique aurait été favorisée par des systèmes de failles majeurs d'orientation N-S puis E-O qui affectent les différents bassins.</p> <p>Ce relief rhyolitique n'est pas cartographié sur la carte géologique de Draguignan de 1969. Pourtant, sa grande taille le permettrait.</p>	
<b>Note IGS (0 à 3) : 1</b>	
<b>Rareté (0 à 3) : 0</b>	
Départementale	
<b>Intérêt pédagogique :</b>	
<p>Pour les étudiants : observation de rhyolite et conglomérats. Etude du pendage, de l'érosion différentielle et de la formation du chaos. Beau point de vue sur la plaine et le massif des Maures.</p> <p>Pour le grand public : point de vue sur la plaine et le massif des Maures, découverte de la nature des roches (roches sédimentaires, volcaniques et métamorphiques (au sein du conglomérat)).</p>	
<b>Note IP (0 à 3) : 3</b>	
<b>Intérêt(s) annexe(s) :</b>	
<p>La faune et la flore du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis font l'objet de suivis par le MNHN depuis 2011, dans le cadre d'un partenariat entre le MNHN et la Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE). Un Inventaire généralisé de la biodiversité (ATBI) est également en cours dans ce secteur avec plus de 2 600 taxons identifiés, tous groupes confondus, pour 18 669 données collectées au 15/05/2020.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flore <p>Le site accueille un ensemble exceptionnel sur les plans biologique et paysager. La Plaine des Maures comporte une extraordinaire palette de milieux forestiers, maquis, pelouses sèches et milieux hygrophiles temporaires méditerranéens (rus et mares). La diversité et la qualité des milieux permettent le maintien d'un cortège très intéressant d'espèces végétales rares et/ou menacées (Michaud <i>et al.</i>, 2016 ; Gourdain <i>et al.</i>, 2017).</p> </li> <li>• Faune <p>La Plaine des Maures possède un patrimoine faunistique exceptionnellement intéressant avec la présence d'au moins 90 espèces animales d'intérêt patrimonial dont 22 sont déterminantes de zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique en région PACA. Le site constitue un important bastion pour deux espèces de tortues : la Tortue d'Hermann et la Cistude d'Europe (Natura 2000, 2014 ; Michaud <i>et al.</i>, 2016) ainsi que pour le Lézard ocellé, fréquentant particulièrement les dalles et autres milieux rocheux bien ensoleillés (Gourdain <i>et al.</i>, 2017).</p> </li> <li>• Fonge <p>Les lichens, et plus largement l'ensemble du compartiment bryolichénique, font l'objet d'une étude approfondie sur le Domaine de Bouis, et plus particulièrement sur le Golf de Vidauban (partie du domaine clôturée). 82 taxons ont ainsi été identifiés sur la partie « parcours de golf » à proprement parler, où est localisé le site géologique dont il est question dans cette fiche.</p> </li> </ul>	
<b>Intérêt pour l'histoire de la géologie : -</b>	
<b>Note IH (0 à 3) : 0</b>	
<b>Intérêt(s) touristiques et économique :</b> Le site forme une balade intéressante offrant à son sommet une belle vue sur la plaine et le massif des Maures.	
<b>STATUTS</b>	
<b>Propriétaire(s) :</b> Société privée	
<b>Gestionnaire(s) :</b> Société privée	
<b>Commentaire :</b> L'ensemble de la zone est en propriété privée : EURL Prince de Provence.	
<b>PROTECTION EFFECTIVE DU SITE</b>	
<input type="checkbox"/> Juridique	<input checked="" type="checkbox"/> Physique
<b>Commentaire :</b> La totalité du parcours de golf est clôturée. Une autorisation doit être demandée afin de pénétrer sur le site.	

<b>Note sur la protection effective</b> (0 si la protection existante est maximale) : 2
<b>Statuts de protections</b> : ZNIEFF type 2 (Plaine des maures : 930012553) – Natura 2000 Directive Oiseaux (Plaine des Maures : FR9310110) – Natura 2000 Directive Habitats (La plaine et le massif des Maures : FR9301622)

INVENTAIRE PRE-EXISTANT		
ZNIEFF Type 2	<b>Référence</b> : Michaud H., Beltra S., Tchikladze T., Catard A., Richaud S. & Bence S. (2016) - 110320025, <i>Plaine des Maures</i> . Inventaire ZNIEFF, INPN, SPN-MNHN, Paris, 27 p. <a href="https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/930012553.pdf">https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/930012553.pdf</a>	<b>Date</b> : 2016
Natura 2000	<b>Référence</b> : (20062014) - FR9301622 - <i>La plaine et le massif des Maures. NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES pour les zones de protection spéciale (ZPS)</i> , 10 p. <a href="http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301622">http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301622</a> .	<b>Date</b> : 2014

### VULNERABILITE / BESOINS DE PROTECTION

<b>Menace anthropique</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Actuelle : Aucune menace identifiée, le site du golf est clôturé et la gestion et les aménagements réalisés concernent principalement les zones de jeu. Autour, peu d'actions réalisées ou très ponctuelles.</li> <li></li> </ul>

<b>Note sur les menaces</b> (0 à 3) : 2
---

<b>Vulnérabilité naturelle</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Surdéveloppement de la végétation. La préservation de quelques fenêtres pourrait être intéressante. La végétation se développe plus facilement sur les formations conglomératiques (à surveiller).</li> <li>La suppression des mousses et des lichens avait déjà été envisagée par le golf (« remise à nu » de l'affleurement à des fins esthétiques). Néanmoins les enjeux liés à ces communautés et à la biodiversité qu'elles hébergent ont été mis en avant et les actions n'ont finalement pas été menées.</li> </ul>

<b>Note sur la vulnérabilité</b> (0 à 3) : 2
--

<b>Commentaires sur d'éventuels suivis de protections ou interventions</b> : -
--

### EVALUATION DU SITE

<b>Intérêt patrimonial du site</b> : 20/ 48
<b>Besoin de protection du site</b> : 7/ 12

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

<p>Crevola G., Pupin J.-P. &amp; Toutin-Morin N. (1991) - La Provence varisque : structure et évolution géologique anté-triasique. <i>Sciences géologiques</i>, 44 (3-4) : 287–310.</p> <p>De Wever P., Egoroff G., Cornée A. &amp; Lalanne A. (éds.) (2014) - Géopatrimoine en France. <i>Mémoires Hors-Série de la Société géologique de France</i> (14) : 180.</p> <p>Gourdain P., Roux A. &amp; Herard K. (2017) - <i>Plan de gestion de la biodiversité du Golf de Vidauban et du Bois de Bouis. Période 2016-2021</i>. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle. 227 p.</p> <p>Michaud H., Beltra S., Tchikladze T., Catard A., Richaud S. &amp; Bence S. (2016) - 110320025, <i>Plaine des Maures</i>. Inventaire ZNIEFF, INPN, SPN-MNHN, Paris, 27 p. <a href="https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/930012553.pdf">https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/930012553.pdf</a>.</p> <p>Toutin-Morin N. (1987) - Les bassins permien provençaux, témoins de l'orogénèse hercynienne et de l'ouverture de la Téthys dans le Sud-Est de la France. <i>Annales de la Société Géologique du Nord</i>, 106 : 183–187.</p> <p>Toutin-Morin N. &amp; Bonijoly D. (1992) - Structuration des bassins de Provence orientale à la fin de l'ère primaire. <i>Cuadernos de Geologia Ibérica</i> (16) : 59–74.</p> <p>Toutin-Morin N., Bonijoly D., Brocard C. &amp; Dubard M. (1993) - Enregistrement sédimentaire de l'évolution post-hercynienne en bordure des Maures et du Tanneron, du Carbonifère supérieur à l'actuel. <i>Géologie de la France</i>, 2 : 3–22.</p>
--

Toutin-Morin N. & Vinchon C. (1989) - Les bassins permien du Sud-Est, in Châteauneuf J.-J. et Farjanel G. (éds.), *Synthèse géologique des bassins permien français*. BRGM, Orléans (128).

(20062014) - FR9301622 - *La plaine et le massif des Maures*. NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES Pour les zones de protection spéciale (ZPS), 10 p.

<http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301622>.

**Auteur(s)** : Grégoire Egoroff, Elise Auberger

**Contributeur(s)** : Océane Roquinarç'h, Aurélie Lacoeuilhe

**Le** :19/10/2022

**Date de visite du site** : 25/09/2018

## ICONOGRAPHIE



Vue de la butte depuis le sud.



Coulées de rhyolite en place au sommet du dôme



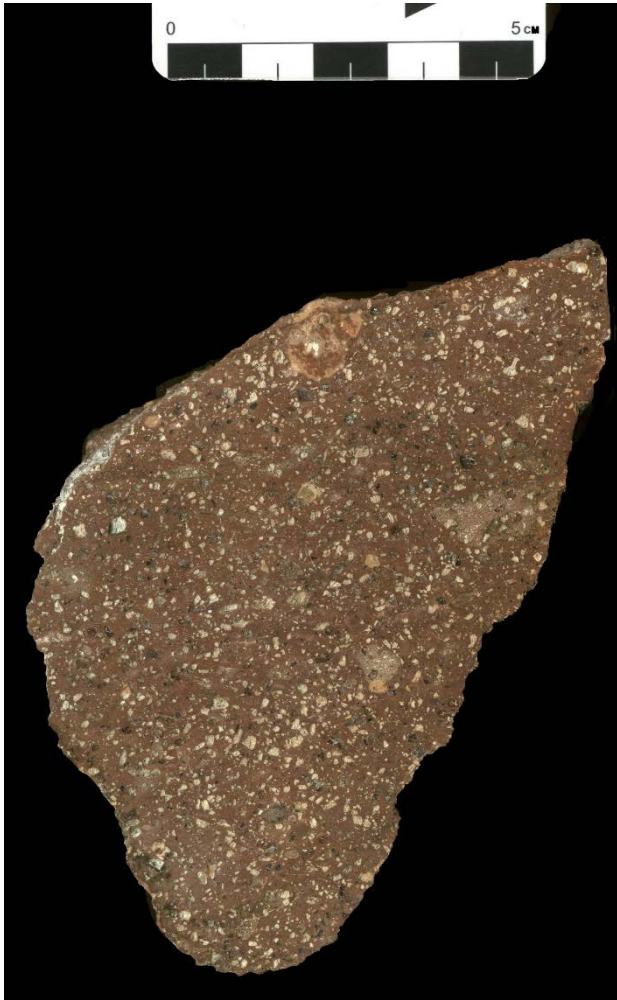
Chaos rocheux formé par les rhyolites.



Vue des coulées de rhyolite en surface structurale.



Vue sur la plaine et le massif des Maures depuis le sommet.



Echantillon de rhyolite. La surface, sciée et polie révèle les cristaux de feldspaths (blancs), les cristaux de quartz (gris-translucides), au sein d'une pâte homogène de couleur rouge-brune.



Lame mince de rhyolite.

# RÉSUMÉ

Au cours des dix années de partenariat entre la Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE) et le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), de nombreuses études ont été réalisées sur différents groupes taxonomiques (faune et flore), ainsi que sur la géodiversité du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis, situés dans le Var. Ces études ont permis de récolter des données d'occurrences d'espèces et d'habitats dans le golf, qui est un espace bien délimité de 126 ha, divisé en 2 secteurs distincts. Le golf fait partie du Domaine de Bouis, qui représente, golf exclu, un espace non clôturé de 830 ha situé en partie dans la Réserve Naturelle Nationale de la Plaine des Maures (RNNPM). La mobilisation de ces données récoltées permet de rendre compte de l'évolution de certains milieux naturels en prenant pour référence les milieux naturels comparables, présents dans les secteurs hors clôture. L'étude des milieux créés lors de l'aménagement du parcours (plans d'eau, prairies, etc.) permet également d'identifier les gains potentiels de biodiversité et les relations fonctionnelles existantes avec les milieux naturels périphériques et ceux hors clôture.

Ce rapport bilan a cherché à répondre à la question suivante : **dans quelle mesure la biodiversité des milieux naturels du parcours de golf diffère-elle de celle des espaces naturels périphériques (hors clôture) ?**

Les travaux, notamment l'étude portant sur les communautés des pelouses à sérapias du domaine, présentés dans ce document, ont montré qu'il était difficile de comparer les relevés entre les secteurs et qu'une étude plus complète serait à mener. Toutefois des tendances se dégagent et montrent que les espèces et les habitats étudiés dans l'enceinte du parcours de golf ne présentent pas de différences significatives, qu'il s'agisse de leur abondance, de leur diversité, de leur état de conservation ou de leurs possibilités de dispersion, excepté pour les communautés de nématodes. Il est même observé que pour certains taxons, comme les sérapias ou la Tortue d'Hermann, le golf peut avoir un effet « zone refuge » et préserver les populations de diverses pressions qu'elles pourraient subir dans la partie non clôturée (braconnage, prédation et destruction des individus et des pontes par les chiens et les sangliers, gestion intensive DFCI (pare-feu), etc.). Ces résultats, bien que prometteurs, doivent toutefois être mis au regard de la gestion opérée sur le golf, de l'attention portée aux enjeux écologiques identifiés ainsi qu'à leur localisation précise. Une méconnaissance ou une gestion mal conduite peuvent avoir des impacts non négligeables sur les espèces et les habitats et réduire considérablement cet effet refuge.



**PatriNat (OFB-CNRS-MNHN)**

**Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel**

Muséum national d'Histoire naturelle

CP41 – 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire

75005 Paris

[www.patrinat.fr](http://www.patrinat.fr)