

Le golf: activité sportive contre-nature ou opportunité écologique ? Golf: nature-incompatible activity or ecological opportunity?

Océane ROQUINARC'H , Aurélie LACOEUILHE,
Philippe GOURDAIN, Thomas CHARRIER & Catherine FOURNIL

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Bruno David,
Président du Muséum national d'Histoire naturelle

RÉDACTEUR EN CHEF / *EDITOR-IN-CHIEF* : Jean-Philippe Sibley

ASSISTANTE DE RÉDACTION / *ASSISTANT EDITOR* : Sarah Figuet (naturae@mnhn.fr)

MISE EN PAGE / *PAGE LAYOUT* : Sarah Figuet

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC BOARD* :

Luc Abbadie (UPMC, Paris)
Luc Barbier (Parc naturel régional des caps et marais d'Opale, Colesbert)
Aurélien Besnard (CEFE, Montpellier)
Vincent Boullet (Expert indépendant flore/végétation, Frugières-le-Pin)
Hervé Brustel (École d'ingénieurs de Purpan, Toulouse)
Patrick De Wever (MNHN, Paris)
Thierry Dutoit (UMR CNRS IMBE, Avignon)
Éric Feunteun (MNHN, Dinard)
Romain Garrouste (MNHN, Paris)
Grégoire Gautier (DRAAF Occitanie, Toulouse)
Olivier Gilg (Réserves naturelles de France, Dijon)
Frédéric Gosselin (Irslea, Nogent-sur-Vernisson)
Patrick Haffner (UMS PatriNat, Paris)
Frédéric Hendoux (MNHN, Paris)
Xavier Houard (OPIE, Guyancourt)
Isabelle Leviol (MNHN, Concarneau)
Francis Meunier (Conservatoire d'espaces naturels – Picardie, Amiens)
Serge Muller (MNHN, Paris)
Francis Olivereau (DREAL Centre, Orléans)
Laurent Poncet (UMS PatriNat, Paris)
Nicolas Poulet (AFB, Vincennes)
Jean-Philippe Sibley (UMS PatriNat, Paris)
Laurent Tillon (ONF, Paris)
Julien Touroult (UMS PatriNat, Paris)

COUVERTURE / *COVER* :

Rough du Golf de Chantilly (Vineuil-Saint-Firmin)/Rough of the Chantilly Golf course (Vineuil-Saint-Firmin). Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.

Naturae est une revue en flux continu publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris
Naturae is a fast track journal published by the Museum Science Press, Paris

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi / *The Museum Science Press* also publish:

Adansonia, *Zoosystema*, *Anthropozoologica*, *European Journal of Taxonomy*, *Geodiversitas*, *Cryptogamie* sous-sections *Algologie*, *Bryologie*, *Mycologie*.

Diffusion – Publications scientifiques Muséum national d'Histoire naturelle
CP 41 – 57 rue Cuvier F-75231 Paris cedex 05 (France)
Tél. : 33 (0)1 40 79 48 05 / Fax : 33 (0)1 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr / <http://sciencepress.mnhn.fr>

© Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2019
ISSN (électronique / *electronic*) : 2553-8756

Le golf : activité sportive contre-nature ou opportunité écologique ?

Golf: nature-incompatible activity or ecological opportunity?

Océane ROQUINARC'H
Aurélié LACOEUILHE
Philippe GOURDAIN

UMS Patrimoine Naturel (AFB-CNRS-MNHN) – Centre d'expertise et de données sur la nature,
4 avenue du Petit Château, F-91800 Brunoy (France)
oceane.roquinarch@mnhn.fr
aurelie.lacoeuilhe@mnhn.fr
philippe.gourdain@mnhn.fr

Thomas CHARRIER

Fédération française de golf – Cellule « Environnement »,
68 rue Anatole France, F-92300 Levallois-Perret (France)
thomas.charrier@ffgolf.org

Catherine FOURNIL

Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement – EURL Prince de Provence,
Route Départementale 72, F-83550 Vidauban (France)
c.fournil@vidaubangolfclub.com

Soumis le 23 novembre 2018 | Accepté le 17 juin 2019 | Publié le 1^{er} octobre 2019

Roquinarc'h O., Lacoëuilhe A., Gourdain P., Charrier T. & Fournil C. 2019. — Le golf : activité sportive contre-nature ou opportunité écologique ? / Golf: nature-incompatible activity or ecological opportunity? *Naturae* 2019 (8): 211-232. <https://doi.org/10.5852/naturae2019a8>

RÉSUMÉ

Souvent considéré comme impactant pour les ressources en eau et la biodiversité, le golf implique des activités d'entretien des gazons récurrentes et des surfaces de jeu souvent importantes. Plus de 30 000 hectares sur le territoire métropolitain sont ainsi dédiés à des terrains de golf. Le tableau est-il si noir pour l'environnement ? La question des impacts environnementaux des structures golfiques, comme d'autres activités humaines, doit être posée dans un contexte global d'érosion de la biodiversité. Dans la mesure où une activité répond à une demande sociale et économique voire sociétale forte, l'idée n'est pas de se positionner « pour » ou « contre » mais bien de l'accompagner pour qu'elle soit la moins impactante pour l'environnement. La réduction des incidences environnementales est une nécessité pour la filière golfique. Les éléments décrits dans cet article démontrent que dans bien des cas, les golfs peuvent être supports de connaissances scientifiques, jusque-là très parcellaires sur ces sites, voire de restauration ou de conservation de la nature. Fort d'un engagement sur plusieurs années, la Fédération française de golf, avec l'appui scientifique et technique du Muséum national d'Histoire naturelle, a lancé récemment le « Programme golf pour la biodiversité », s'inscrivant dans cette dynamique. Ce programme vise à favoriser les partenariats entre structures golfiques et naturalistes pour mieux connaître et préserver la biodiversité dans les espaces golfiques. Il ne répondra pas à lui seul à l'ensemble des défis actuels de la filière golfique, mais participe à l'adhésion généralisée à cette transition écologique, nécessaire à l'avenir de ce sport « de nature ».

MOTS CLÉS
Biodiversité,
programme golf
pour la biodiversité,
gestion écologique.

ABSTRACT

Considering the necessary ongoing maintenance operations on turf and their characteristic large playing areas, golf courses facilities are known to have an impact on the water resource and the biodiversity.

KEY WORDS
Biodiversity,
Golf and
Biodiversity Program,
ecological management.

More than 30 000 hectares on the French metropolitan territory are allocated to golf courses. Is it all bad news for the environment? The question of the environmental impacts of golf facilities, like other human activities, must be addressed in a global background of biodiversity erosion. Insofar as an activity responds to a strong social and economic or even societal demand, the idea is not to position oneself “for” or “against” but to guide it so that it has the least impact on the environment. Supporting the golf industry to reduce its environmental impact is a necessity. The elements described in this article show that in multiple cases, golf courses can provide additional scientific knowledge, or even become a support for the restoration or the conservation of nature. In line with this dynamic the ffgolf has recently launched on the long-term, the “Biodiversity Program for golf courses” (BPG) with the scientific and technical support of the Muséum national d’Histoire naturelle (MNHN). This program aims at encouraging partnerships between golf facilities and naturalist structures to improve the knowledge about biodiversity and foster its preservation on golf courses. Even though the BPG on its own, may not meet all the challenges of the overall golf industry, it contributes to the necessary commitment of the industry to the ecological transition. An essential engagement to preserve the future of golf, a nature-based sport.

INTRODUCTION

Comme de nombreuses activités humaines, la création et la gestion des parcours de golf restent encore à ce jour une source importante d’impacts sur la biodiversité. Si des oppositions existent encore, le dialogue s’engage entre les clubs de golf et les acteurs des territoires, notamment les structures locales de protection de l’environnement et des initiatives favorables à la biodiversité se mettent en place dans les golfs en France. Avec une superficie cumulée de plus de 30 000 hectares, les 700 structures golfs françaises, riches d’une diversité de milieux, abritent une biodiversité variée et peuvent constituer des zones refuges importantes pour la faune et la flore (Fig. 1).

Consommatrice d’eau, de produits phytosanitaires, de milieux agricoles ou « naturels », autant d’étiquettes qui collent à la peau de la filière golfique depuis des décennies. Au début des années 2000, des initiatives individuelles voient le jour, sous l’impulsion notamment de parcs naturels régionaux et de conservatoires d’espaces naturels, visant à réduire l’impact environnemental de certains golfs et leur permettre, en s’engageant dans ce type de démarche, de se « démarquer ». Un label « Golf écodurable » est notamment développé par Ecocert en 2011.

Le début des années 2000 marque également l’engagement de la filière dans une démarche plus respectueuse de l’environnement, prônant une gestion durable des parcours, en adéquation avec la biodiversité qui peut y trouver refuge. Trois grands engagements politiques ont amorcé cette conversion :
– la signature de la première Charte sur l’Eau en 2006 ;
– le Plan Ecophyto 2008, découlant du Grenelle de l’Environnement de 2007 et ayant pour objectif la réduction de l’utilisation de produits phytosanitaires ;
– en 2010, la signature de la Charte nationale « Golf et Environnement ». En 2016, la Fédération française de golf (ffgolf) poursuit dans ce sens en signant un partenariat avec le Muséum national d’Histoire naturelle (MNHN) et en lançant début 2018 le Programme Golf pour la biodiversité (ffgolf & UMS PatriNat 2018). En 2019, la signature d’un accord-cadre entre la ffgolf et les ministères en charge du sport,

INTRODUCTION

Like many human activities, golf facilities construction and courses management are known to have significant impacts on biodiversity. Despite existing oppositions between some golf facilities and the actors of the territory, the dialogue is now engaged, with the collaboration of local environmental organizations and the implementation, on golf courses, of initiatives in favour of biodiversity. Covering more than 30 000 ha, the 700 French golf facilities display a diversity of environments, shelter a varied biodiversity and provide numerous refuge areas for fauna and flora (Fig. 1).

For decades, the golf industry has been considered as being a water, pesticides, agricultural and natural lands consumer. In the early 2000’s individual initiatives emerged. The movement was spurred on by National Parks and Natural spaces conservatories to reduce the environmental impact of some courses allowing them to stand out from the masse. The “Eco-sustainable golf label” was developed by Ecocert in 2011.

In the early 2000’s the golf industry also committed into a more environmentally friendly approach, advocating for a more sustainable maintenance of golf courses taking into account their existing biodiversity. Three major political commitments have launched this conversion:

- the signing of the first Water Charter in 2006;
- the Ecophyto 2008 Plan, resulting from the 2007 Grenelle Environment Forum, aiming at reducing the use of pesticides;
- in 2010, the signing of the Golf and Environment National Charter. In 2016, the French Golf Federation (ffgolf) moved forward into the same direction. To support its commitment and get a technical advice, the sport organization signed a partnership with the Muséum national d’Histoire naturelle (MNHN), and launched, more recently, the “Biodiversity Program for golf courses” (ffgolf & UMS PatriNat 2018). To carry on with the commitment in favour of the environment, a master agreement between the ffgolf

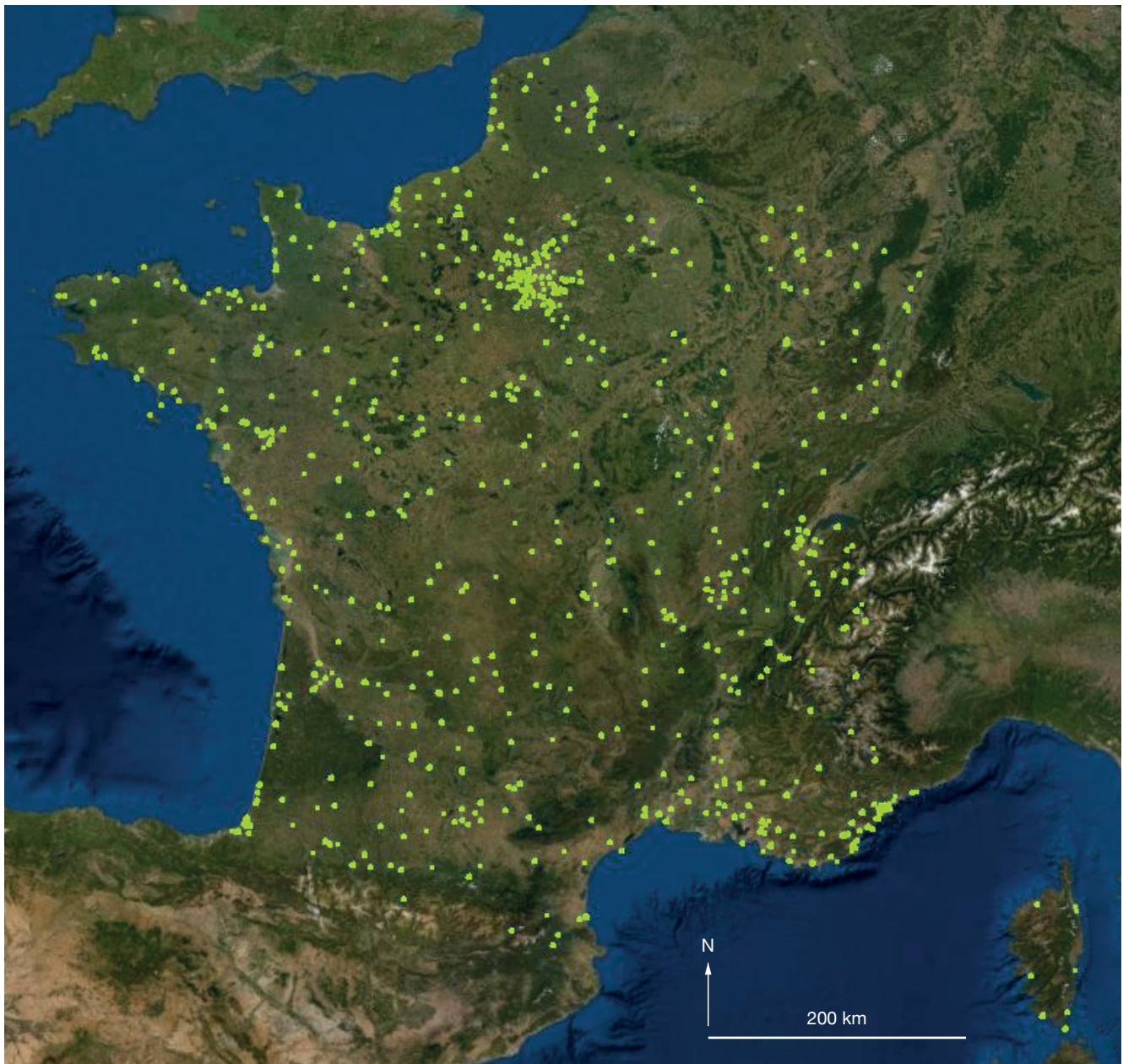


FIG. 1. — Localisation des structures golffiques en France métropolitaine. Chaque point vert indique une structure/Location of golf structures in metropolitan France. Each green point shows one golf structure. Source : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEROG RID, IGN and the GIS User Community. Crédit/Copyright: UMS PatriNat & ffgolf 2018.

de l'écologie et de l'agriculture poursuit cet engagement en faveur de l'environnement.

Cet article propose de s'interroger sur les liens entre le golf et la biodiversité : le golf peut-il être considéré comme une activité sportive contre-nature ? Dans quelle mesure pourrait-il être une opportunité écologique ? Des éléments clés sont proposés afin de mieux comprendre l'évolution de la filière golffique française, de la gestion intensive des parcours à l'engagement des golfs dans une dynamique plus respectueuse de l'environnement. Ces propos sont illustrés par des actions concrètes mises en œuvre dans le cadre des différentes collaborations entre le MNHN, la ffgolf et les structures golffiques depuis plusieurs années.

and the Sports, Ecology and Agricultural Ministries was signed in 2019.

The purpose of this article is to examine the links between golf and biodiversity: is the game of golf a nature-incompatible sport and if not, to what extent could it be an ecological opportunity? Key elements are proposed in order to better understand the evolution of the French golf industry, from the intensive management of golf courses to the commitment of golf courses to a more environmentally friendly dynamic. These statements are illustrated by concrete actions implemented for several years, within the framework of the various collaborations between the MNHN, the ffgolf and the golf structures.



Fig. 2. — L'un des plus vieux parcours de golf au monde/One of the oldest golf courses in the world — Saint Andrews Links (Écosse/Scotland). Crédit photo/ Copyright: P. Gourdain.

DE LA GESTION INTENSIVE DES PARCOURS DE GOLF À UN ENGAGEMENT DE LA FILIÈRE POUR LA PRÉSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT

À L'ORIGINE DES PARCOURS DE GOLF

La pratique de jeux de balles et de bâtons est attestée dès l'Antiquité dans le bassin méditerranéen, ainsi qu'en Chine au X^e siècle (Hongling 1991) et en Europe. Le golf moderne, apparu en Hollande au XIII^e siècle et codifié au XVIII^e siècle en Écosse, est aujourd'hui un sport de plein air se pratiquant sur un parcours habituellement composé de 9 à 18 trous (Janneau 1999). L'objectif d'une partie de golf est d'atteindre le trou, situé sur le green, en jouant le moins de coups possible. Les parcours de golf sont restés peu nombreux dans le monde jusqu'au XIX^e siècle. Le premier parcours continental Européen ne date que de 1856 où il sera implanté à Pau dans les Pyrénées-Atlantiques (France). En 1912, la France compte 40 parcours et environ 2000 pratiquants. Ce n'est finalement qu'entre la fin des années 1970 et le début des années 1990 que le golf français se développe considérablement, passant de 80 000 licenciés et 200 parcours à 200 000 licenciés et 400 parcours (Ermont Golf Association [EGA], <https://www.ega.asso.fr/index.htm>, dernière consultation le 22 septembre 2019). Le développement du golf, qui s'est largement poursuivi dans les années 1990, a notamment eu comme effet direct la création de nombreux parcours, dans des contextes géographiques parfois contraignants pour l'entretien de ces derniers. Des quantités importantes d'eau et de produits phytosanitaires ont alors été utilisées pour maintenir la jouabilité des parcours. À une époque où les évaluations environnementales étaient très simplifiées voire absentes, la création des parcours a eu des incidences significatives sur l'environnement et notamment sur la biodiversité, plus ou moins importantes selon les sites. Des surfaces conséquentes de milieux naturels ont ainsi été remaniées voire partiellement détruites partout en France. En simplifiant et contraignant ces espaces, les golfs ont profondément modifié les caractéristiques écologiques et fonctionnelles des milieux naturels locaux. La gestion

FROM THE INTENSIVE MANAGEMENT OF GOLF COURSES TO THE COMMITMENT OF THE INDUSTRY IN FAVOUR OF THE ENVIRONMENT

THE ORIGINS OF GOLF COURSES

The practice of ball and stick games has been documented since ancient times in the Mediterranean Basin, as well as in China in the 10th century (Hongling 1991) and in Europe. Modern golf, which appeared in Holland in the 13th century and was coded in Scotland in the 18th century, is nowadays an outdoor sport practiced on a course usually composed of 9 to 18 holes (Janneau 1999). The objective of a round of golf is to reach the hole on the green with as few shots as possible. The number of golf courses over the world remained low until the 19th century. The first European golf course located in Pau in the Pyrénées-Atlantiques (France) was built in 1856. In 1912, France had 40 golf courses and around 2000 golfers. The development of the sport was operated in France between the late 1970s and early 1990s, with respectively 80 000 license-holders and 200 courses to 200 000 license-holders and 400 courses (Ermont Golf Association [EGA], <https://www.ega.asso.fr/index.htm>, the last consultation dates from 22nd, september 2019). The development of the game practice persisted in the 1990s and induced the construction of many courses. Nevertheless, geographical environments were sometimes not appropriated to the maintenance constraints. Significant quantities of water and chemicals were then used to maintain the playability of these courses. At this time environmental assessments made prior to the construction, were very simplified or even absent. Then, the creation of some courses have had significant impacts on the natural environment, and mainly on biodiversity. Substantial areas of natural habitats have been reshaped, or even destroyed all over France. By significantly simplifying and restricting these areas, golf courses have profoundly modified the ecological and functional characteristics of local natural habitats. Golf course and their management is then often drastic, to maintain the new ecosystems created from scratch.

Whether it is in terms of courses design or rules, "traditional" golf, codified in the 18th century by the Royal & Ancient Golf



FIG. 3. — Les greens sont des surfaces engazonnées gérées quotidiennement/ Greens are grassed requiring a daily management – Golf national (Guyancourt, Ile-de-France). Crédit photo/opyright: O. Roquinarc'h.

des parcours de golf s'avère en effet souvent drastique pour maintenir ces nouveaux écosystèmes, créés de toute pièce.

Qu'il s'agisse de la physionomie des parcours ou des règles, le golf « traditionnel », codifié au XVIII^e siècle par le Royal & Ancient Golf Club of St Andrews en Écosse, est bien loin des pratiques actuelles (Fig. 2). Le jeu a en effet considérablement évolué : pratiqué à l'origine sur les dunes côtières outre-Manche, au milieu des troupeaux de moutons, le golf se joue aujourd'hui principalement sur des parcours de plaine, dont la construction a nécessité des quantités de matériaux et substrats ainsi que des remodelages importants pour correspondre aux ambitions parfois extravagantes de leurs maîtres d'ouvrages et de leurs architectes. Les parcours côtiers ou situés dans des contextes pédologiques sableux très drainants, n'ont bien souvent pas les mêmes contraintes de gestion que les parcours aménagés sur les terres riches en éléments organiques et argileuses des plaines agricoles où la végétation atteint des records de vitesse de croissance.

LA GESTION DES PARCOURS

La conception actuelle de l'entretien d'un parcours de golf implique une gestion quotidienne, évolutive et adaptée des zones de jeu. La gestion est par essence « différenciée » au sein d'un parcours mais également variable d'un golf à l'autre, en fonction du contexte environnemental et des orientations de gestion du club, notamment pour répondre aux attentes des golfeurs. La gestion quotidienne des zones de jeu implique une main d'œuvre et des moyens matériels importants ; ces zones engazonnées, souvent monospécifiques, sont tondues selon différentes hauteurs en fonction des nécessités du jeu (Figs 3, 4). Les greens, départs et fairways sont habituellement peu favorables à la plupart des espèces animales et végétales car aucun obstacle, autres que ceux visibles et souhaités pour le jeu, n'est censé perturber la pratique. La biodiversité y est très contrainte voire quasi-absente et les espèces perçues comme pouvant impacter les gazons, comme les vers de terre et certains insectes et mammifères, font l'objet de divers moyens de lutte. Sur les zones de jeu, l'intendant (ou « greenkeeper ») reste le

TROU N° 13 – PARCOURS DE L'ALBATROS DU GOLF NATIONAL



FIG. 4. — Illustration des différents secteurs d'un parcours de golf/Illustration of the different sectors of a golf course. Crédit/Copyright: ffgolf 2013.

Club of St Andrews in Scotland, is far from current practices (Fig. 2). The sport has indeed evolved considerably: originally played on the coastal dunes across the English Channel, in the midst of sheep herds, golf is now mainly played on plain courses. These courses were often built with large quantities of materials and substrates and requested major remodeling, to meet the extravagant ambitions of owners or architects. The management of coastal courses located in a very draining sandy soil context, is different from the management of courses built on the organic and clay soils of agricultural plains where vegetation grows easily.

GOLF COURSES MANAGEMENT

Nowadays, the maintenance of a golf course requires a daily, progressive and adapted management of the playing areas. The inherent management on a course is "differentiated" but also varies from one course to another one, depending on the environmental context, the management guidelines of the club and, in particular the expectations of golfers. The daily management of the playing areas induces numerous staff members and material resources. The turfed areas, often monospecific, are mowed to different cutting heights in order to meet the game requirements (Figs 3, 4). Greens, tees and fairways are usually not suitable areas for most animal and plant species as nothing must disturb the game. Biodiversity is very limited or almost non-existent in these areas where

garant de la jouabilité et de l'aspect esthétique du parcours. Les joueurs plébiscitant les parcours « toujours verts » des compétitions médiatisées, le travail de l'intendant s'avère souvent complexe (Fig. 4). Si l'exigence technique peut être légitime, la volonté de jouer toute l'année sur des surfaces parfaitement vertes reste incompatible avec les objectifs du développement durable. Certains espaces nécessitent ainsi une gestion accrue : c'est le cas des greens et des obstacles de sable appelés « bunkers ». Dans les milieux dunaires où le golf était historiquement pratiqué, les bunkers étaient en fait des dépressions sableuses où les moutons avaient l'habitude de se coucher pour se mettre à l'abri des vents. Il en résultait des creux entretenus par l'utilisation répétée de ces espaces par les animaux, zones parfois excavées, pouvant conduire à la formation de micro-falaises. Celles-ci étaient utilisées également par les joueurs pour pimenter leur pratique sportive. La gestion de ces espaces est particulièrement contraignante pour des gestionnaires de parcours, désireux de conserver l'image d'Épinal du bunker de sable, et dont l'objectif est de limiter au maximum la colonisation des bordures par les espèces végétales pionnières (Fig. 5). En l'absence de moutons, l'utilisation de produits phytosanitaires ou le ratissage régulier du sable figurent parmi les pratiques les plus couramment mises en œuvre pour conserver ces obstacles homogènes et sans végétation.

La gestion d'un parcours de golf implique une maintenance quotidienne et une connaissance technique du terrain de haut niveau. En effet, le gestionnaire de parcours doit être capable de mettre en relation des compétences et des informations relatives à la météorologie, la pédologie, l'écotoxicologie, la botanique, la connaissance des matériels (tondeuses, débroussailluses, etc.) et des systèmes de drainage et d'irrigation d'un parcours. En l'absence d'une vision intégrative, le gestionnaire peut rapidement adopter une méthode de travail acharné « contre » les éléments naturels alors qu'il est nécessaire de composer « avec » afin de s'inscrire dans une logique économique, écologique et sociale viable à long terme.

UNE CONCEPTION INNOVANTE DU GOLF PORTÉE PAR L'INSTITUT ECOUMÈNE GOLF ET ENVIRONNEMENT

L'Institut Ecoumène Golf et Environnement est une organisation de recherche développée par l'Association française des personnels d'Entretien des Terrains de Golf (AGREF) et ayant pour but d'effectuer des investigations dans le domaine du golf et de l'environnement, afin de prendre en compte l'évolution de la réglementation ainsi que les impacts des changements globaux sur la gestion des parcours de golf. L'objectif principal est de prévenir les risques de développement de maladies et organismes dommageables aux gazons. De fait, l'Institut préconise l'utilisation de produits phytosanitaires uniquement en cas de risque d'impact majeur pour les parcours, ce qui *in fine* vise à réduire considérablement leur utilisation, et promeut en parallèle des techniques alternatives. Dans cette optique, un réseau national d'épidémio-surveillance a été développé par l'Institut. Ce dernier publie des « bulletins d'alerte » réguliers afin d'informer les golfs sur la recrudescence des maladies et organismes dommageables, à certaines périodes de l'année et



FIG. 5. — Bunker (obstacle de sable/sand obstacle) – Saint Andrews Links (Écosse/Scotland). Crédit photo/Copyright: P. Gourdain.

species potentially impacting turf, such as earthworms some insects and mammals, are subject to various control measures. On the playing areas, the greenkeeper remains the guarantor of the playability and aesthetics qualities of the course. With golf players, demanding the "always green" courses of mediatized competitions, the greenkeeper's work is often complex (Fig. 4). Although the technical requirement may be legitimate, the desire to play all year round on perfectly green surfaces remains the result of a maintenance trend that is incompatible with the objectives of a sustainable development. Some areas require increased management as greens and sand obstacles called "bunkers". In dune environments where golf was historically practiced, bunkers were actually sandy depressions used by sheep to lie down and protect themselves from the winds. This led to the creation of hollows, maintained by the repeated use of sheep, or of excavated areas or even micro cliffs. These zones were also used by golf players to spice up their game. The management of these areas is particularly constraining for greenkeepers willing to preserve the idyllic representation of the impeccable bunker and minimize the colonization of the edges by pioneer plant species (Fig. 5). Without the help of sheep, the use of pesticides or regular sand raking operations remain the most common maintenance practices. The best way to conserve homogenous bunkers without vegetation.

The management of a golf course requires daily maintenance and an excellent technical knowledge. Indeed, a greenkeeper must be able to link his skills and knowledge in meteorology, pedology, ecotoxicology, botany, use of equipment (lawnmowers, brushcutters, etc.) and his expertise on drainage and irrigation systems. In the absence of an integrative vision, the manager might quickly adopt a wrong approach, working against the natural elements instead of integrating them into his operations, in a sustainable economic, ecologic and social long term logic.

AN INNOVATIVE GOLF DESIGN IMPLEMENTED BY THE ECOUMÈNE GOLF AND ENVIRONMENT INSTITUTE

The Ecoumène Golf and Environment Institute is a research organization developed by the French Association of the golf courses' maintenance staff (AGREF). The aim of the orga-

selon les secteurs géographiques identifiés par le réseau. Afin de limiter l'utilisation des produits phytosanitaires, certaines pratiques plus respectueuses sont désormais répandues sur les parcours de golf, parmi elles : l'utilisation d'extrait d'ail permet de traiter les greens des parcours contre certains organismes dommageables aux gazons (larves de tipules notamment), l'application d'agents mouillants peut permettre de réduire les maladies cryptogamiques et de fait l'utilisation d'anti-fongiques. Le compostage des matières organiques sur site limite également l'usage d'engrais de synthèse, notamment dans les zones de plantations à vocation paysagère.

PREMIERS ENGAGEMENTS DE LA FFGOLF : LA CHARTE SUR L'EAU ET LA CHARTE NATIONALE GOLF ET ENVIRONNEMENT
Afin de s'inscrire dans une dynamique plus respectueuse de l'environnement tout en répondant à ses différentes exigences sportives, agronomiques, économiques et règlementaires, la filière golfique a dû opérer des changements significatifs. Cette prise de conscience s'est notamment concrétisée par des engagements politiques forts de la part de la Fédération française de golf depuis le début des années 2000.

Signée en 2006 entre la ffgolf, le ministère en charge de l'Écologie et le ministère de la Santé et des Sports, la Charte sur l'Eau encourage les golfs à limiter fortement leur consommation en eau (ffgolf 2016). Depuis, les pratiques ont considérablement évolué puisque 90 % des golfs utilisent désormais de l'eau impropre à la consommation humaine dans leur gestion quotidienne (ffgolf 2013). En 2010, la Fédération française de golf renouvelle ses précédents engagements et y associe le ministère en charge de l'Agriculture. Les trois ministères et la ffgolf signent ainsi la Charte nationale Golf et Environnement, avec comme objectif de poursuivre la démarche en faveur de la préservation de la ressource en eau, du développement durable et de la biodiversité dans les golfs.

Entre 2011 et 2015, la ffgolf a lancé auprès de tous les golfs français plusieurs enquêtes nationales portant sur la gestion de la ressource en eau et l'utilisation des produits phytosanitaires. Les résultats de l'enquête sur la gestion de la ressource en eau mettent en évidence une baisse de la consommation moyenne annuelle d'eau sur cinq ans, de l'ordre de 14,1 %. Il existe une grande diversité des golfs en matière de consommation d'eau : 69 % du parc golfique consomme moins de 25 000 m³ d'eau par an, par tranche de neuf trous. Ces golfs consomment annuellement 35 % de la ressource en eau utilisée par toute la filière, tandis que 11 % du parc golfique consomme plus de 50 000 m³ par tranche de neuf trous par an. Ces golfs consomment annuellement 38 % de la ressource en eau utilisée par toute la filière. Cette part des golfs contribue fortement à l'augmentation de la moyenne alors qu'ils ne représentent qu'une faible partie de l'échantillon (ffgolf 2013, 2016). L'enquête relative à l'utilisation des produits phytosanitaires dresse un bilan encourageant : avec un taux de réponse de 54 %, cette enquête affiche une participation record des clubs qui n'ont pas hésité à répondre aux 135 questions permettant de récolter 50 000 données ; l'objectif *in fine* étant de mieux connaître les pratiques d'entretien actuelles des parcours.

nization is to carry out investigations in the field of golf and environment, and take into account the evolution of regulations as well as the impacts of global changes on courses management. The main objectives are the protection of turf from a risk of plant pest and diseases development and the use of pesticides in case of a major risk only. Inducing a reduction of chemical use and the development of alternative practices. Therefore the institute, has created a national epidemiological surveillance network. According to geographical and seasonal features, this network issues, on a regular basis, warning newsletters informing golf managers about the upsurge of diseases and harmful organisms. In order to limit the use of pesticides, more eco-friendly treatments are now commonly applied on golf courses: the use of garlic extract to treat greens against some harmful organisms (e.g. crane flies larvae); the use of wetting agents can reduce the development of cryptogamic diseases and then the application of anti-fungal; the use of on-site composting organic materials in landscaped areas to limit the application of chemical fertilizers.

FRENCH GOLF FEDERATION'S FIRST COMMITMENTS: THE WATER CHARTER AND THE NATIONAL GOLF AND ENVIRONMENT CHARTER

In order to join this eco-friendly dynamic and meet its sporting, agronomic, economic and regulatory requirements, the golf industry had to operate meaningful changes. This raising of awareness has been illustrated by the strong political commitments taken by the ffgolf since the early 2000s.

The Water Charter signed in 2006 by the ffgolf, the Ministry of Ecology and the Ministry of Health and Sport encourages golf course managers to significantly limit their water consumptions (ffgolf 2016). Today, practices have changed considerably and 90% of golf courses are now using a non-drinkable irrigation water supply (ffgolf 2013). In 2010, the ffgolf renewed its commitments and involved the Ministry of Agriculture to pursue the process of water resource and biodiversity preservation.

To better understand the current maintenance practices in use, several national surveys on water resource management and use of pesticides was launched between 2011 and 2015. As far as water resource management is concerned, an average decrease of around 14.1% over five years was highlighted in the survey together with a great diversity of water consumptions: 69% of the surveyed courses consume less than 25 000m³ of water per year and per 9 holes i.e. 35% of the water resource annually consumed by the golf sector. On another hand, 11% of the sector consumes more than 50 000m³ per year and per 9 holes i.e., 38% of the water resource annually consumed by the golf sector. Despite the fact they only represent a small part of the surveyed sample, the 11% of the sector contribute to an increase of the average consumption rate (ffgolf 2013, 2016). The results of the survey on use of pesticides are encouraging. With a response rate of 54% and thanks to a record participation rate of the French clubs, 50 000 data were collected (for 135 questions); the ultimate objective being to better understand current course maintenance practices.



Fig. 6. — Prairie située en dehors des zones de jeu/Grassland – Le golf national (Guyancourt, Ile-de-France). Crédit photo/Copyright: E. Oulès.



Fig. 7. — Prairie (rough) au contact direct d'une zone tondue quotidiennement /Grassland (rough) in contact with a daily mowed area – Golf de Chantilly (Vineuil-Saint-Firmin, Hauts-de-France). Crédit photo/Copyright: P. Gourdain.

D'UNE BIODIVERSITÉ MÉCONNUE À UN PATRIMOINE NATUREL À PRÉSERVER ET VALORISER

LES GOLFS : DES ESPACES À EXPLORER

Au-delà de leurs incidences négatives, avérées ou potentielles sur l'environnement, les golfs peuvent aussi se révéler être des zones d'accueil pour la biodiversité. En Europe, la biodiversité des golfs est étudiée depuis les années 1990, l'Association européenne de Golf ayant coordonné, en 1995, une première étude écologique d'ampleur sur huit golfs européens (Preud'homme 2008). Dans les zones urbaines notamment, les terrains de golf peuvent constituer des milieux favorables à de nombreuses espèces (Terman 1997; Tanner & Gange 2005; Hodgkison *et al.* 2007; Colding & Folke 2009; Winchell & Gibbs 2016). La richesse écologique des golfs est influencée par la manière dont ils ont été conçus, le contexte environnemental dans lequel ils se trouvent ainsi que par la gestion pratiquée. En moyenne, près de 50 % de la surface d'un golf peut abriter des espaces à caractère naturel : haies, bosquets, prairies, pelouses sèches, pierriers, plans d'eau, et micro-habitats, y compris dans les zones de roughs (ffgolf 2013; Roquinarc'h *et al.* 2017; Roquinarc'h & Lacoëuilhe 2018) (Figs 6, 7, 8). Il existe en effet des secteurs moins entretenus au sein des parcours : les « roughs ». Les roughs, situés de part et d'autre des fairways, font partie intégrante de l'espace de jeu dans lequel la balle peut tomber et rester jouable (Fig. 3). Les roughs doivent être gérés au moins *a minima* pour ne pas s'embroussailler et ne pas perturber le jeu. Certains golfs entretiennent très régulièrement ces zones de prairies, qui peuvent présenter différentes hauteurs de végétation, d'autres les laissent évoluer tout au long de la saison, permettant à la biodiversité de se développer (Fig. 7). Au-delà des zones de roughs, les golfs peuvent présenter des milieux à caractère naturel, voire laissés en libre évolution, en dehors des zones de jeu (Fig. 6). Ces espaces peuvent aussi constituer des relais dans les continuités écologiques, notamment en contexte urbain ou péri-urbain.



Fig. 8. — Mur en pierre présentant des anfractuosités favorables à de nombreuses espèces animales et végétales/Stone wall with crevices conducive to many animal and plant species – Golf de Chantilly (Vineuil-Saint-Firmin, Hauts-de-France). Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.

FROM AN UNKNOWN BIODIVERSITY TO A NATURAL HERITAGE TO BE PRESERVED AND FOSTERED

GOLF COURSES: NEW AREAS TO EXPLORE

Beyond their negative impacts, confirmed or potential, golf courses can also host biodiversity. In Europe, the biodiversity on golf courses has been studied since the 1990s, under the coordination of the European Golf Association with a first large scale ecological study in 1995 over eight European golf courses (Preud'homme 2008). Predominantly in urban zones, golf courses can provide favorable habitats for numerous species (Terman 1997; Tanner & Gange 2005; Hodgkison *et al.* 2007; Colding & Folke 2009; Winchell & Gibbs 2016). The ecological abundance of a golf course is influenced by its design, its environmental context and the management practices in use. In average, nearly 50% of the overall surface of a course,

Certains golfs abritent ainsi une biodiversité insoupçonnée, à l'image des milieux naturels présents dans leur périphérie immédiate : plus de 50 % des golfs de France métropolitaine seraient d'ailleurs concernés par un ou plusieurs zonages environnementaux sur leur foncier (ZNIEFF, Natura 2000, parc naturel régional, etc.) (Duquesne *et al.* 2018).

GOLFS ET TERRITOIRES : APPROCHE PAYSAGÈRE

Comme toute activité humaine mobilisant du foncier, les golfs s'intègrent dans une matrice paysagère qu'elle soit urbaine, agricole ou naturelle. Suite à la création d'un parcours, les terrains perturbés par l'aménagement initial peuvent connaître une phase de recolonisation par la biodiversité alentour. Si l'aménagement est pensé en ce sens et la gestion raisonnée, un parcours peut alors s'intégrer harmonieusement dans le paysage. Cette intégration se fait à différentes échelles spatiales et temporelles. Les milieux naturels ou semi-naturels présents dans le golf et ceux situés dans son environnement proche peuvent établir des connexions favorisant la dispersion des espèces et les flux de gènes. Ces connexions sont possibles d'autant plus facilement que les limites du golf restent perméables. Les milieux naturels ou semi-naturels présents en périphérie des zones de jeu et les milieux extérieurs adjacents peuvent être relativement proches en termes de physionomie et de composition. De nombreuses espèces d'Arthropodes, de petits Mammifères et de Reptiles n'ont aucun mal à se déplacer de part et d'autre des limites des golfs (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018). Pour d'autres espèces, comme les grands ongulés, cela peut s'avérer plus incertain.

Trois grands types de contextes paysagers peuvent généralement être considérés lors de la création des espaces golifiques :

- les milieux urbains. Les golfs ont pu être construits sur des terres agricoles, des friches industrielles, des secteurs périphériques non valorisés ou d'anciennes décharges. Par la suite, ils peuvent accueillir une biodiversité souvent commune, mais dont les populations ont tendance à décliner (Oiseaux : Moineau domestique *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) et Verdier d'Europe *Chloris chloris* (Linnaeus, 1758) notamment). Ils préservent et valorisent ainsi des espaces végétalisés au cœur de la ville, favorables au bien-être des golfeurs et des citoyens lorsque le golf est accessible au public (Irvine *et al.* 2013). En opérant des pratiques de gestion extensives en dehors des zones de jeu, les golfs peuvent également créer des refuges pour la faune (zones sans produits phytosanitaires, prairies hautes, lieux de nidification, bois laissés au sol, etc.) ;

- les paysages agricoles. Les golfs en milieu agricole sont souvent localisés au carrefour de plusieurs grandes entités paysagères, comme des boisements, des zones urbaines, des villages, des cultures ou des zones d'activités. Ils ont pu limiter l'extension de l'urbanisation dans certains secteurs, notamment le développement de villes nouvelles, et plus généralement l'imperméabilisation des sols. En phase projet, des architectes de golf ont pu conserver certains milieux relictuels de ces paysages tels que des haies, des vieux arbres et des mares, en les intégrant au parcours ou en périphérie des zones de jeu ;

- les milieux naturels et semi-naturels. L'aménagement et la gestion de ces golfs ont souvent des impacts significatifs sur la

roughs included, can host natural areas: hedges, groves, meadows, dry grasslands, screes or water bodies, as well as micro-habitats (ffgolf 2013; Roquinarç'h *et al.* 2017; Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018) (Figs 6, 7, 8). The regularly managed play areas represent a significant part of the courses, but there are less managed sectors: the "roughs". The rough areas are located on both sides of the fairways and are part of the playing zones. They receive a minimal maintenance to avoid brushwood expansion which could disturb the game. The roughs can display different levels of vegetation. On some courses they can receive a regular maintenance or freely develop throughout the season on some others (Fig. 3). Beyond the roughs, out of the playing zones, some golf courses can display semi-natural areas or even wild areas. Golf courses can also host an unsuspected biodiversity, such as the natural habitats of their immediate surroundings. As a matter of fact, 50% of French metropolitan golf courses are involved in one or more environmental protection perimeters or areas of special scientific interest (ZNIEFF, Natura 2000, Regional Natural Park, etc.) (Duquesne *et al.* 2018).

GOLF COURSES AND TERRITORIES – THE LANDSCAPE APPROACH

Like any human activity occupying the land, golf courses integrate a matrix covering urban, agricultural or natural landscape. Thanks to an anticipated, phased and reasonable management, the surrounding biodiversity may recolonize a disturbed site. That integration is achieved through spatial and time scales. The existing natural or semi-natural habitats on, or around the course, can create connections, fostering species spreading and gene flows. Such connections are achievable by maintaining golf course's porous limits. From a natural, features and composition point of view, the natural or semi-natural habitats on the periphery of the playing areas can be very similar to the habitats outside the course.

Many arthropods, small mammals and reptiles' species can easily move from one limit of a golf course to another one (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018). But it can be more difficult for some other species, large hoofed mammals for example.

When building a golf course, three main landscape contexts can be considered:

- urban context. In that context courses are built on agricultural lands, industrial wastelands, or on the non-valuated surroundings of former dumping areas. Such courses can host a biodiversity still considered today as common but tending to decline (birds: mainly house-sparrow *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) and greenfinch *Chloris chloris* (Linnaeus, 1758)). In the heart of towns, urban courses foster and valorise the areas with vegetation. These zones are favourable to golf players' well-being when the course is open to townspeople as well (Irvine *et al.* 2013). When the out of the bounds areas are extensively managed (without pesticides, with high meadows nesting areas, wood lain on the ground, etc.), golf courses can host fauna's shelters;

- agricultural context. In an agricultural landscape, golf courses are often located at a crossroad of different landscaping entities such as wooden areas, urban zones, villages, crops areas or activities zones. The creation of a golf course in such a context can help to limit "new cities" extension and generally speaking soil sealing. During the design phase, some golf

biodiversité. Des milieux ont pu être entièrement supprimés ou fortement détériorés, d'autres scindés, limitant ainsi les contacts entre les différentes populations d'espèces. Ces golfs ont pu être aménagés dans des secteurs avec peu d'enjeux écologiques, mais également dans des milieux naturels d'intérêt patrimonial. Ces parcours ont toutefois pu conserver en leur sein ou sur leurs franges des habitats naturels riches et remarquables. Ils ont alors une responsabilité forte en termes de connaissance et de préservation de la biodiversité. Leurs pratiques de gestion doivent être raisonnées dans une logique à la fois de moindre impact sur les milieux présents au sein de leur foncier et, d'intégration dans les trames verte et bleue locales.

Aujourd'hui, il y a davantage d'extensions que de créations de golfs. Même si la demande en espaces de jeu a tendance à s'accroître, certains projets de golfs ne se concrétisent pas (financements, autorisations réglementaires, acceptation « sociale »). On estime en moyenne que 14 parcours de golfs se créent ou s'étendent chaque année sur le territoire métropolitain. Cette dynamique pose la question du foncier impliqué et de la réglementation en vigueur (types de projets soumis à étude d'impact, prise en compte des périmètres réglementaires et zonages environnementaux, récupération de foncier réhabilité, etc.). Il est aujourd'hui essentiel d'anticiper le plus en amont possible les créations et extensions de golf, sur un territoire où les pressions exercées sur le foncier n'ont jamais été aussi importantes. Si les parcours de golfs ont intérêt à participer à des projets de territoire cohérents, ils ne peuvent en revanche espérer s'étendre s'ils ne rentrent pas dans une logique d'intégration territoriale préservant à la fois les enjeux de biodiversité, les paysages et les dimensions culturelles et sociales locales. En favorisant le dialogue notamment entre les porteurs de projets, les aménageurs du territoire, les acteurs locaux, les architectes de golf et les écologues, des projets intégratifs et moins impactants peuvent voir le jour.

PREMIERS INVENTAIRES DE LA BIODIVERSITÉ AU GOLF NATIONAL (GUYANCOURT, ÎLE-DE-FRANCE)

Un inventaire de la biodiversité a débuté au golf national en 2007, dans le cadre d'une première convention signée entre la ffgolf et le MNHN (Noël & Siblet 2007) et d'un stage de deuxième année de master (Preud'homme 2008). Aménagé au début des années 1990 sur une ancienne plaine agricole, le golf national a contribué à limiter l'urbanisation croissante de la ville nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines (Île-de-France) sur ce secteur. L'étude menée en 2007 et 2008 découle directement du programme lancé en 1995 par l'Association européenne de Golf, visant à mieux connaître la biodiversité des golfs en Europe. Cette expertise, ayant fait appel à une vingtaine de spécialistes de 17 groupes taxonomiques différents, faisait déjà état d'une biodiversité importante sur le golf national : 782 espèces tous taxons confondus ont été recensées dont 267 espèces de Plantes, plus de 70 espèces d'Oiseaux, 87 espèces de Papillons, sept espèces d'Amphibiens et 88 espèces de Coléoptères ; parmi elles, 42 espèces ont été considérées comme patrimoniales. La présence de la Fumeterre grimpante *Fumaria capreolata* L., espèce déterminante de ZNIEFF en Île-de-France a notamment été mise en lumière, ainsi que des populations de Fauvette gri-

architects have been able to preserve some of these relictual habitats, such as hedges, old trees, pounds (etc.) integrating them to the course or in the playing areas surroundings;

– natural or semi-natural context. In that context, the construction and the management phases of these golf courses have significant impacts on the existing biodiversity. Some habitats may have been erased or strongly impacted, others divided, then limiting the connections between the different populations. Sometimes golf courses are built in areas with few environmental challenges but also in natural and patrimonial interest zones. Nevertheless, inside or outside the playing areas, these courses have managed to preserve natural, abundant and remarkable habitats. These facilities have then a huge responsibility in terms of biodiversity knowledge and preservation. Their management practices must be sustainable, with a double logic: less impact on the existing habitats and integration into the green and blue local corridors.

Nowadays, the trend is to the extension rather than to the creation of golf courses. Despite an increasing request for playing areas, some golf courses projects do not take shape (lack of financing, legal authorisation or “social” acceptance). On the French territory, approximately 14 golf courses are created or extended every year. That dynamic raises the question of the land concerned and the under law regulation: type of projects submitted to impact studies? Legal and environmental perimeters factors? Recuperation of restored land? It is then essential to anticipate at the earliest possible stage the creation or the extension of a course considering the significant land pressure. The interest of golf facilities is to be integrated into a coherent territory project. Thus any extension will be submitted to a territorial integration logic preserving the biodiversity at stake, the landscape and the local social and cultural dimensions. Fostering a dialogue between the project implementers, the territory and local stakeholders, the golf architects and the environmentalists, can lead to integrative and less impacting projects.

FIRST BIODIVERSITY INVENTORIES AT LE GOLF NATIONAL (GUYANCOURT, ÎLE-DE-FRANCE)

In 2007, a biodiversity inventory was launched at Le Golf national in the framework of the first partnership signed between the ffgolf and the MNHN (Noël & Siblet 2007) and a second year master's internship (Preud'homme 2008). Built in the early 1990s on a former agricultural plain, Le Golf national contributed to the limitation of the growing urbanization of the new city of Saint-Quentin-en-Yvelines (Ile-de-France). The study arises from the European golf Association program launched in 1995 to better understand the biodiversity on European golf courses. Around 20 experts in 17 different taxonomic groups took part to the study and identified a significant biodiversity wealth at Le Golf national. 782 species were determined, including 267 plant species, more than 70 bird species, 87 butterfly species, seven amphibian species and 88 beetle species, including 42 remarkable ones. The presence of the White Ramping-fumitory *Fumaria capreolata* L., a ZNIEFF-defining species in Ile-de-France, has been highlighted, as well as populations of Common Whitethroat *Sylvia communis* Latham, 1787 and European Stonechat *Saxi-*



Fig. 9. — Le golf de Vidauban, au cœur de la plaine des Maures/The Vidauban Golf Club lies at the heart of the plaine des Maures (France). Crédit photo/Copyright: P. Gourdain.

sette *Sylvia communis* Latham, 1787 et de Tarier pâtre *Saxicola rubicola* (Linnaeus, 1766) de densités exceptionnelles pour la région (Preud'homme 2008; Siblet comm. pers.). La présence de l'espèce *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763) a également été relevée: ce petit Coléoptère, sensible aux traitements phytosanitaires, est considéré comme en régression en Île-de-France et déterminant de ZNIEFF. Une étude des continuités écologiques a en outre permis de montrer le rôle que pouvait jouer un golf dans les continuités paysagères locales et a proposé des pistes afin de renforcer les connexions entre les différentes trames (herbacées, arbustives, arborées et aquatiques). Des préconisations de gestion ont également été faites afin d'amorcer une dynamique de meilleure prise en compte des enjeux écologiques sur les trois parcours du golf national. L'expertise menée a également permis de mettre en lumière l'intérêt de réaliser des inventaires sur des sites jusque-là peu prospectés par les naturalistes.

VERS UN INVENTAIRE GÉNÉRALISÉ DE LA BIODIVERSITÉ SUR LE GOLF DE VIDAUBAN (PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR)
En 2012, et pour une durée de cinq ans, le MNHN et la Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE) entament une collaboration pour caractériser la biodiversité du parcours de golf de Vidauban et du domaine du bois de Bouis, une vaste propriété de 800 hectares, en partie intégrée dans le périmètre de la Réserve naturelle nationale de la plaine des Maures (RNNPDM), dans le Var (Fig. 9). Le domaine, incluant le parcours de golf, présente ainsi des enjeux écologiques particulièrement forts; parmi eux, une population de plus de 100 individus de Tortue d'Hermann *Testudo hermanni*

cola rubicola (Linnaeus, 1766) of exceptional density for the region (Preud'homme 2008; Siblet comm. pers.). The presence of the *Anchomenus dorsalis* species (Pontoppidan, 1763) has also been noted: this small beetle, sensitive to pesticides, is considered in decline in Île-de-France and a ZNIEFF-defining species. Another study about ecological continuities revealed the role played by golf courses in local landscape continuities. It suggested a strengthening of connections between the different areas constituting a course: herbaceous, shrubby, tree stratum and aquatic ones. Management recommendations have also been submitted to initiate a better integration of the ecological challenges on the three golf courses at Le Golf national. The study also highlighted the interest of inventories over unexplored spaces.

TOWARDS AN "ALL-TAXA BIODIVERSITY INVENTORY" (ATBI) AT THE VIDAUBAN GOLF CLUB (PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR, FRANCE)

In 2012, for a period of five years, the MNHN and the Fondation d'Entreprise du Golf de Vidauban pour l'Environnement (FEGVE) initiated a collaboration to characterize the biodiversity of the Vidauban golf course and the Domaine du Bois de Bouis, a vast 800-hectare property, partly integrated into the Plaine des Maures Natural National Reserve (RNNPDM) in the Var department (Fig. 9). The Domaine, including the golf course presents particularly high ecological stakes and namely, a population of more than 100 individuals of Hermann's Tortoise *Testudo*



Fig. 10. — Tortue d'Hermann/Hermann's Tortoise *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 — Golf de Vidauban. Crédit photo/Copyright: A. Lacoeuilhe.



Fig. 11. — Iris jaunâtre *Iris lutescens* Lam./*Iris lutescens* Lam. — Golf de Vidauban. Crédit photo/Copyright: P. Gourdain.

Gmelin, 1789, espèce à enjeu prioritaire pour la France (Boitier 2010; Rault 2015) (Fig. 10). Sur le golf, l'espèce a fait l'objet d'un suivi par capture-marquage-recapture (CMR) entre 2012 et 2014 (Rault 2015). Cette étude a montré une viabilité des populations suivies dans les deux secteurs clôturés du golf. Les zones de jeu et de bâti n'étant pas directement utilisées par les tortues, elles peuvent être considérées comme une perte directe d'habitat, mais elles ne semblent pas constituer de barrières infranchissables; des tortues ont été observées les traversant. Des relevés télémétriques pourraient permettre de préciser plus finement l'utilisation du site par cette espèce. Des préconisations ont également été faites afin de limiter l'impact du débroussaillage en lien avec les actions de défense des forêts contre les incendies (DFCI), notamment en réalisant des ouvertures en mosaïque, hors période d'activité de l'espèce, pour conserver des îlots de végétation fonctionnels. Suite à cette étude, les grillages délimitant le site ont également été aménagés à leur base afin d'éviter que les tortues ne restent piégées dans les mailles. Ces clôtures peuvent avoir un impact délétère sur les échanges génétiques entre populations, néanmoins, dans le contexte de la Plaine des Maures, elles peuvent aussi jouer un rôle dans la préservation des tortues, en limitant les captures, la pression de prédation par les chiens errants, ainsi que la dégradation des lieux de nidification par les sangliers.

Des habitats d'intérêt communautaire y ont également été identifiés : c'est le cas de vastes surfaces de Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (code Natura 2000-3120-1), parmi les plus importantes du Var et du territoire national (dix hectares estimés dans le domaine du bois de Bouis, soit environ 7 % de la surface totale de l'habitat en France métropolitaine qui en compte environ 150 hectares, principalement localisés dans le Var (DREAL PACA 2012)). Le domaine comporte en outre des fenêtres géologiques sur des dalles rocheuses et des conglomérats datant du Permien, arpentés par de nombreux ruisseaux et mares temporaires. Ces milieux présentent un cortège végétal diversifié remarquablement bien conservé, dont les emblématiques Tulipe sauvage *Tulipa sylvestris* subsp. *sylvestris* L., Iris jaunâtre *Iris lutescens* Lam. (Fig. 11), Isoète de

hermanni Gmelin, 1789, a species of priority concern for France (Boitier 2010; Rault 2015) (Fig. 10). Between 2012 and 2014, the species was monitored on the golf course by a capture-mark-recapture process (CMR) (Rault 2015). The study showed the viability of the populations monitored over the two fenced areas of the golf course. Playing and building zones are not really occupied by tortoises and could be considered as direct habitat loss. Nevertheless they are not impenetrable barriers since tortoises have been observed in these areas. To fine tune their occupation of the site, telemetric surveys could be of interest. Recommendations were also proposed to limit the impact of the forest fire protection and prevention actions (DFCI – Défense de la forêt contre les incendies), on the Tortoises' populations i.e. implementations of a mosaic pattern clearing to preserve functional vegetal patches, out of the species active period. As a result of this study, the fences around the course were also adjusted at their base to prevent tortoises from getting trapped in the mesh. These fences can have a significant impact on genetic exchanges between populations, but in the context of the Plaine des Maures, they can also play a role in the preservation of the Hermann's Tortoise populations, limiting the capture and the predation pressure by free-ranging dogs and nesting sites damage by wild boars.

Some habitats of European Community interest have also been identified on the Vidauban golf course. This is the case of vast areas of Serapias grasslands (Natura 2000 code-3120-1), over the crystalline Provence, among the largest ones in the Var and the national territory (10 hectares estimated on the Domaine du Bois de Bouis). It represents about 10% of the total area covered by this habitat in metropolitan France, that is to say about 150 hectares, mainly located in the Var department (DREAL PACA 2012). The Domaine also includes sedimentary rock slabs, and conglomerates dating from the Permian era, embedded with numerous temporary streams and ponds and presenting remarkably well preserved diversified plant communities, such as the emblematic Wild tulip *Tulipa sylvestris* subsp. *sylvestris* L., Crimean iris *Iris lutescens* Lam.) (Fig. 11), *Isoetes duriei* Bory, Scarce Tongue-orchid *Serapias*

Durieu *Isoetes duriei* Bory, Sérapias négligé *Serapias neglecta* De Not., Cicendie filiforme *Cicendia filiformis* (L.) Delarbre, Paronyque en cyme *Chaetonychia cymosa* (L.) Sweet et Renoncule de Revelière *Ranunculus revellierii* Boreau (Gourdain *et al.* 2017). Plus d'une cinquantaine d'experts sont intervenus pour améliorer la connaissance de la biodiversité sur le foncier du domaine du bois de Bouis, permettant la récolte de près de 13 500 données correspondant à plus de 3000 espèces, dont une majorité d'invertébrés ; parmi eux, des Hyménoptères (Ramage 2016), des Araignées (Hervé 2012, 2014 ; Bosmans & Hervé 2015), des Diptères (Daugeron 2014 ; Whitters 2016), des Myriapodes (Geoffroy 2016), des Hémiptères (Dusoulier 2016), des Collembolés (Deharveng & Bedos 2015) et des Mollusques continentaux (Léonard *et al.* 2016). Ces expertises ont permis la découverte de nouvelles stations d'espèces pour le département ou la région (Rault *et al.* 2015) et l'identification de nouvelles espèces pour la France et pour la science. Un premier plan de gestion de la biodiversité est né de ces cinq années d'expertise (Gourdain *et al.* 2017), en lien avec la RNNPDM, à la suite de deux expertises écologiques sur le domaine du bois de Bouis, incluant le golf de Vidauban (Rault & Delzons 2014, 2015). L'Indicateur de Qualité Ecologique (IQE), un protocole semi-standardisé (IQE-MNHN – Delzons *et al.* 2013), a ainsi permis de caractériser la biodiversité du domaine. En 2012, l'IQE avait également été réalisé sur les secteurs du bois de Bouis et du bois de Rouquan afin d'analyser la réponse de l'indicateur dans des milieux naturels à forte patrimonialité (Delzons & Rault 2013a, b).

En 2017, le renouvellement de ce partenariat confirme la volonté de la FEGVE de poursuivre cette première collaboration et d'améliorer les connaissances et les pratiques. Cette deuxième collaboration offre ainsi de nouvelles perspectives sur les inventaires menés, en s'inscrivant dans une logique d'inventaire généralisé de la biodiversité. L'optimisation de la gestion du parcours de golf de Vidauban, en lien avec les enjeux écologiques existants, est également une des priorités de ce nouveau partenariat.

LE GOLF NATIONAL : COMPRENDRE LA RÉSILIENCE DES MILIEUX SUITE À L'ORGANISATION

D'UNE COMPÉTITION SPORTIVE DE GRANDE AMPLIEUR

Dans le cadre de la deuxième convention signée entre la ffgolf et le MNHN fin 2015, des relevés écologiques ont été réalisés sur le golf national au cours de l'année 2016. Ce sont plus de 350 espèces qui ont été observées sur le golf suite à la mise en place de l'IQE et de relevés opportunistes terrestres et subaquatiques (Roquinarç'h *et al.* 2016 ; 2017). Parmi elles, 13 espèces considérées comme patrimoniales selon la méthodologie IQE ont été identifiées, dont le Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758), espèce à enjeu européen, le Triton ponctué *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), espèce à enjeu national, la Gesse de Nissolle (*Lathyrus nissolia* L.) et le Demi-deuil *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), espèces à enjeu régional (Figs 12, 13). Plus de 750 données faune, flore et fonges ont ainsi été intégrées à l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN, <https://inpn.mnhn.fr>, dernière consultation le 22 septembre 2019). Cette expertise s'inscrit dans le cadre d'un suivi spatial et temporel de la biodiversité du golf, dans le contexte particulier de la Ryder Cup

neglecta De Not., Yellow Centaury *Cicendia filiformis* (L.) Delarbre, *Chaetonychia cymosa* (L.) Sweet and *Ranunculus revellierii* Boreau (Gourdain *et al.* 2017). More than 50 experts have been involved to gain insight into the biodiversity of the Domaine du Bois de Bouis, expanding the collection of nearly 13 500 data corresponding to more than 3000 species, mostly invertebrates, hymenoptera (Ramage 2016), spiders (Hervé 2012, 2014 ; Bosmans & Hervé 2015), diptera (Daugeron 2014 ; Whitters 2016), myriapods (Geoffroy 2016), hemiptera (Dusoulier 2016), collembola (Deharveng & Bedos 2015) and continental shellfish (Léonard *et al.* 2016). These expertise have led to the discovery of new species stations for the department or the region (Rault *et al.* 2015). Moreover, new species, never described before in France and in the world, have been discovered on site. Following these five years of expertise a first biodiversity management plan was developed (Gourdain *et al.* 2017), in collaboration with the RNNPDM and after two ecological assessments on the Domaine du Bois de Bouis, Vidauban Golf course included (Rault & Delzons 2014, 2015). The Ecological Quality Indicator (Indice de Qualité Ecologique – EQI), a semi-standardized protocol (MNHN – Delzons *et al.* 2013), was also implemented to characterize the biodiversity of the Domaine. In 2012, the EQI was also carried out on the Bois de Bouis and Bois de Rouquan in order to analyze the indicator's response in high natural heritage value sectors (Delzons & Rault 2013a, b).

In 2017, the renewal of the partnership confirmed the FEGVE's willingness to pursue its collaboration with the MNHN for the improvement of knowledge and practices. This second collaboration offers new perspectives on the conducted inventories, as part of a generalized biodiversity inventory approach. The priorities of this new partnership are to fully take into account the human activities of the site and optimize the management of the Vidauban golf course, integrating the existing ecological issues.

LE GOLF NATIONAL : UNDERSTANDING THE RESILIENCE OF HABITATS FOLLOWING A MAJOR SPORT COMPETITION

As part of the second partnership signed, at the end of 2015, between the ffgolf and the MNHN, ecological surveys were carried out over 2016 at Le Golf national. More than 350 species have been identified on the course thanks to the EQI and occasional terrestrial and underwater surveys (Roquinarç'h *et al.* 2016 ; 2017). According to the EQI methodology, 13 patrimonial species have been determined including the Common kingfisher *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758), a species of European stake, the Smooth Newt *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), a species of national stake, the Grass Vetchling *Lathyrus nissolia* L. and *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), a butterfly species of regional stake (Figs 12, 13). More than 750 data on fauna, flora and fungi have been loaded on the National Inventory of Natural Heritage (INPN, <https://inpn.mnhn.fr>, the last consultation dates from 22nd, september 2019) data base. This expertise at Le Golf national is part of a spatial and temporal monitoring of biodiversity, in the specific context of



FIG. 12. — La Gesse de Nissolle *Lathyrus nissolia* L., espèce déterminante de ZNIEFF en Île-de-France présente dans les hauts roughs du golf national/The Grass Vetchling *Lathyrus nissolia* L., a remarkable species in Île-de-France, found in roughs of Le Golf national (France). Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.

2018, compétition internationale ayant nécessité de nombreux aménagements (Fig. 14). L'objectif de cette évaluation en amont de la compétition était de mesurer les effets d'un tel événement sur la biodiversité du site et d'identifier le niveau d'enjeu de chaque secteur afin de prendre les mesures nécessaires de mise en défens. Les relevés écologiques sur le site seront poursuivis post compétition afin de mesurer la réponse des communautés animales et végétales suite à cet événement et des mesures de restauration écologique adaptées seront proposées.

UNE BIODIVERSITÉ REMARQUABLE AU GOLF DE CHANTILLY (VINEUIL-SAINT-FIRMIN, HAUTS-DE-FRANCE)

En 2017, la méthodologie IQE a également été mise en œuvre sur le golf de Chantilly : 480 espèces ont pu être inventoriées et 720 données sont en cours d'intégration à l'INPN. Situé dans un contexte écologique particulièrement riche (massif des Trois forêts, au cœur du Parc naturel régional [PNR] Oise-Pays de France), le golf de Chantilly apparaît comme une mosaïque de milieux ouverts et boisés, en continuité avec le paysage environnant (Roquinarc'h & Lacoëuilhe 2018). 39 espèces considérées comme patrimoniales selon la méthodologie IQE y ont été identifiées. Le site s'est notamment avéré propice aux oiseaux forestiers tels que le Pic mar *Dendrocopos medius* (Linnaeus, 1758, le Pic noir *Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758) et la Bondrée apivore *Pernis apivorus* (Linnaeus, 1758), trois espèces figurant à l'Annexe 1 de la Directive Oiseaux et considérées comme déterminantes de ZNIEFF en Picardie (Pagniez 2001), ainsi



FIG. 13. — Le Demi-deuil *Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), espèce fréquentant les prairies du golf national/*Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), a butterfly species found in the meadows of Le Golf national (France). Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.



FIG. 14. — La Ryder Cup au golf national, un événement impactant pour la biodiversité du site/The Ryder Cup at Le Golf national (France), an event that impacts the site's biodiversity. Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.

the Ryder Cup 2018, an international competition requiring numerous arrangements (Fig. 14). The objective of the study has been to establish the initial state of biodiversity prior to the competition, measure the effects of the event on that local biodiversity and identify the level of stake for each sector. The final target being to implement "no go" areas. Following the competition environmental surveys are now under process to measure the resilience of animal and plant communities. Appropriate ecological restoration measures will be then submitted.

A REMARKABLE BIODIVERSITY AT THE CHANTILLY GOLF COURSE (VINEUIL-SAINT-FIRMIN, HAUTS-DE-FRANCE, FRANCE)

In 2017, the EQI methodology was also implemented at the Chantilly Golf course: 480 species were inventoried and 720 data are now being integrated into the INPN data base. Located in a particularly abundant ecological area (massif des Trois Forêts, in the heart of the Natural and Regional Park of Oise-Pays de France), the Chantilly Golf course is composed of a mosaic of open and wooded habitats, a continuum of the



FIG. 15. — La Véronique de Scheerer *Veronica scheereri* (J.-P. Brandt) Holub a été observée dans un rough du Golf de Chantilly/*Veronica scheereri* (J.-P. Brandt) Holub has been found in one of the roughs of the Chantilly Golf course (France). Crédit photo/Copyright: O. Roquinarç'h.



FIG. 16. — Prairie semi-sèche sur le parcours des Longères/Semi-dry meadow on the Longères golf course – Golf de Chantilly. Crédit photo/Copyright: O. Roquinarç'h.

que le Rougequeue à front blanc *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758), déterminant de ZNIEFF, et la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758), considérée comme « vulnérable » sur la Liste rouge des Oiseaux d'Europe (UICN France *et al.* 2016). Des Chiroptères ont également été identifiés sur le golf, dont le Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), une espèce considérée comme « vulnérable » sur la Liste rouge régionale de la faune menacée de Picardie (Picardie Nature 2016) et figurant à l'Annexe 2 de la Directive Habitats-Faune-Flore de 1992 (INPN). La Noctule commune *Nyctalus noctula* Schreber, 1774 ainsi que la Sérotine commune *Eptesicus serotinus* Schreber, 1774 fréquentent également les boisements du parcours ainsi que les abords des zones de jeu pour s'y nourrir. Les roughs du golf abritent tout un cortège d'espèces végétales remarquables de milieux ouverts thermophiles telles que la Véronique de Scheerer *Veronica scheereri* (J.-P.Brandt) Holub, l'Armérie des sables *Armeria arenaria* (Pers.) Schult., la Campanule agglomérée *Campanula glomerata* L., la Spergulaire rouge *Spergula rubra* (L.) D.Dietr. ou encore la Brunelle à feuilles laciniées *Prunella laciniata* (L.) L. (Figs 15, 16). Une population importante de Laïche appauvrie *Carex depauperata* Curtis *ex* With. a également été découverte dans l'un des boisements du golf. Cette espèce rare est considérée comme « vulnérable » dans l'Inventaire de la flore vasculaire de Picardie (Hauguel & Toussaint 2012). Le golf de Chantilly apparaît en outre comme un conservatoire d'essences peu communes comme l'Orme lisse *Ulmus laevis* Pall., considéré comme « quasi-menacé » dans la région (Hauguel & Toussaint 2012). Des sujets sénescents d'essences diverses ainsi que des chandelles sont également préservés, participant à la trame locale de vieux bois. Plus de 60 % du site a été identifié comme abritant des habitats remarquables pour l'Oise, et plus largement à l'échelle des Hauts-de-France, dont de vastes surfaces de chênaies à Jacinthe des bois et à Jonquille ainsi que de pelouses semi-sèches présentant un cortège végétal

surrounding landscape (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018). Thanks to the EQI methodology, 39 patrimonial species have been determined. Numerous forest birds particularly favor the site, such as the Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* (Linnaeus, 1758), the Black Woodpecker *Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758) and the European Honey Buzzard *Pernis apivorus* (Linnaeus, 1758), three species listed in the Appendix 1 of the Birds Directive and considered as ZNIEFF-defining species in Picardie (Pagniez 2001). The Common Redstart *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758), another ZNIEFF-defining species, and the European Turtle Dove *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758), considered "vulnerable" on the European Red List (UICN France *et al.* 2016) are also part of the local patrimonial species. Chiroptera have also been identified on the golf course, including the Greater Horseshoe Bat *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), a species considered as "vulnerable" on the regional red list of threatened fauna of Picardie (Picardie Nature 2016) and listed in the Appendix 2 of the Habitats Directive of 1992 (INPN). The woodlands and the surroundings of the playing areas provide a pleasant and feeding shelter to the Common Noctule *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) and the Common Serotine bat *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774). Roughs host a wide diversity of remarkable plant species of thermophilic open habitats such as *Veronica scheereri* (J.-P.Brandt) Holub, the Jersey Thrift *Armeria arenaria* (Pers. Schult.), the Clustered Bellflower *Campanula glomerata* L., the Red Sandspurry *Spergula rubra* (L.) D.Dietr. or the Cutleaf Selfheal *Prunella laciniata* (L.) L. (Figs 15, 16). A large plant sample of the Starved Wood *Carex depauperata* (Curtis *ex* With.) was also identified in a woodland on the golf course. This rare species is considered as "vulnerable" in the Picardie vascular flora inventory (Hauguel & Toussaint 2012). The Chantilly golf course turns out to be a conservatory of unusual species such as the European white elm *Ulmus laevis* (Pall., 1784), nearly threatened species in the region (Hauguel & Toussaint 2012). Senescent individuals of various species and snags (dead trunks) are also preserved, contributing

diversifié. Les inventaires menés ont permis de mettre en lumière le patrimoine naturel du golf de Chantilly ainsi que les pratiques vertueuses déjà opérées depuis plus de 10 ans, telles que la fauche tardive des prairies, la mise à disposition d'abris pour la faune et la conservation de bois mort sur pied. Ce golf peut pleinement s'insérer dans les continuités écologiques locales et jouer un rôle dans la préservation de communautés végétales et animales patrimoniales ou plus communes, en maintenant et valorisant ses espaces naturels, en lien avec les enjeux écologiques identifiés à proximité (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018). Dans le cadre du Programme Golf pour la biodiversité (voir ci-après), des sujets de recherche sont envisagés, particulièrement sur les réponses spatiales et temporelles des communautés animales et végétales aux changements de pratiques de gestion.

LE PROGRAMME GOLF POUR LA BIODIVERSITÉ

Officiellement lancé en janvier 2018 par la ffgolf, avec l'appui scientifique et technique du MNHN, le Programme Golf pour la biodiversité vise une meilleure connaissance des enjeux écologiques associés aux parcours et au foncier des structures golfiques. L'objectif est triple : connaître, préserver et valoriser le patrimoine naturel particulièrement méconnu des golfs ; méconnu de la plupart des dirigeants et intendants de parcours, mais également méconnu des gestionnaires d'espaces naturels, des golfeurs et du grand public. Le Programme s'articule en trois niveaux : Bronze, Argent et Or (Lacoëuilhe *et al.* 2018a, b, c, d, e). Les structures s'engagent de façon volontaire et progressive, en fonction de leur volonté de réaliser un diagnostic écologique ponctuel (Bronze) ou de s'inscrire dans une logique de suivi dans le temps de la biodiversité de leur site (Argent). Elles s'associent à des structures naturalistes qui réalisent les expertises écologiques et les accompagnent vers une évolution de leurs pratiques de gestion. L'objectif poursuivi est la mise en œuvre, sur les parcours de golf, de pratiques plus vertueuses et le partage d'expériences entre structures golfiques (Lacoëuilhe & Roquinarç'h 2018). Le Programme prévoit également de sensibiliser les golfeurs, le public et les équipes de terrain à la préservation et la valorisation de la biodiversité propre à chaque parcours. En effet, les joueurs eux-mêmes ont une forte responsabilité vis-à-vis de la gestion des parcours qui peut dépendre, au moins en partie, de leurs exigences ou de leur capacité à accepter des variabilités saisonnières dans les zones de jeu, en termes de jouabilité ou d'aspect visuel du gazon. Les directeurs de golf et intendants de parcours ont un rôle crucial dans l'application de pratiques plus vertueuses afin qu'elles soient comprises et acceptées par les joueurs (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018).

Désireuses de mettre en œuvre des pratiques plus respectueuses de l'environnement et de faire changer l'image du golf, certaines structures golfiques ont développé de nouvelles méthodes de gestion bien avant le lancement du Programme Golf pour la biodiversité, en travaillant avec des associations naturalistes (Partenariat Golfs Bluegreen/LPO, notamment), des parcs naturels régionaux, des conservatoires d'espaces naturels ou des bureaux d'études, elles ont aussi appris à mieux connaître la biodiversité de leurs sites et ont pu mettre en place des mesures

to the old woods local pattern. More than 60% of the site has been identified as comprising remarkable habitats for the department of Oise, and more broadly in the region of Hauts-de-France, including large areas of mixed atlantic *Quercus* forests with *Hyacinthoides non-scripta* and semi-dry grasslands with diversified plant communities. The conducted inventories highlighted the golf de Chantilly's natural heritage and the eco-friendly practices already implemented for more than 10 years: meadows late mowing, shelters and snags preservation for wild life. By maintaining and enhancing its natural areas, in connection with the ecological issues identified nearby, the Chantilly golf course can fully integrate the local ecological continuity. The facilities play a key role in preserving the local patrimonial or common plants and animal communities (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018). In the framework of the Biodiversity Program for golf courses (see below), research paths are being explored to measure the spatial and temporal resilience of plants and animals communities to changes in management practices.

THE BIODIVERSITY PROGRAM FOR GOLF COURSES

The Biodiversity Program for golf courses was officially launched in January 2018 by the ffgolf, with the scientific and technical support of the MNHN. This program aims at improving the knowledge about ecological challenges in connection with golf courses and golf facilities' land. The objective is threefold: improve the knowledge, preserve and foster the unrecognized natural patrimony of golf courses. A natural patrimony relatively unknown to the managers and superintendents as well as to natural-areas managers, golf players and general public.

The program is structured into three levels: Bronze, Silver and Gold (Lacoëuilhe *et al.* 2018a, b, c, d, e). Any golf facility can voluntarily and progressively commit to carry out a punctual ecological diagnosis (Bronze level) and pursue (to the Silver level) with the monitoring of its existing biodiversity. Ecological expertise will be conducted by local naturalist structures who will also support golf facilities in the improvement of their management practices. The implementation of more eco-friendly practices and sharing experience process are also part of the program (Lacoëuilhe & Roquinarç'h 2018) in addition to raising awareness of golf players, general public and staff about preservation and fostering of biodiversity on golf courses. As a matter of fact, golf players have a responsibility and play a key role in the course management decisions. Their requirements or capacity to admit seasonal aspect of the turf and playability conditions will partly influence the manager's and /or superintendent's maintenance strategy. Golf directors and superintendents have a crucial role to play in implementing eco-friendly practices and promote them to golf players (Roquinarç'h & Lacoëuilhe 2018).

Prior to the launch of the Biodiversity Program for Golf courses, some golf facilities have already developed new management methods. To change the public image mirrored by golf courses, they have implemented environmentally friendly practices with the collaboration of envi-

de gestion écologique adaptées. Ces actions n'ont souvent été que très peu relayées au sein de la communauté golfique. Le Programme Golf pour la biodiversité est aussi une opportunité pour toutes les structures souhaitant s'engager dans cette démarche de partager des méthodes de gestion efficaces, mais également inopérantes, afin de progresser collectivement. La structuration et la synthèse des données issues des partenariats entre structures golfiques et structures naturalistes doivent permettre une meilleure compréhension des enjeux de biodiversité. La capitalisation des connaissances sur les parcours de golf est en effet un préalable indispensable pour proposer des réponses techniques et diminuer ainsi les pressions sur l'environnement. Ce programme ne répondra pas à lui seul à l'ensemble des défis d'une filière en transition. Il sera néanmoins complémentaire à d'autres actions tout aussi indispensables telles que la formation des intendants de parcours et des enseignants de golf pour la mise en œuvre de nouvelles pratiques, l'éducation des jeunes golfeurs aux enjeux de biodiversité et l'engagement fort des dirigeants de la filière golfique pour susciter une adhésion généralisée à cette transition écologique.

DES GOLFS SUPPORTS

POUR DES ACTIONS DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Les golfs peuvent être des terrains d'études et d'expérimentations privilégiés. Parmi les précurseurs, le golf de Téoula (Plaisance-du-Touch, Haute-Garonne) accueille déjà depuis plusieurs années des équipes de recherche en mettant à disposition des sites pour tester des protocoles expérimentaux. Des recherches sont notamment menées sur la communication du Silure glane *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 et sur la reproduction du Black-bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802) dans les plans d'eau du golf. En parallèle, une étude a été menée par un bureau d'études (Gaïadomo 2012) et des étudiants sont également accueillis chaque année pour des travaux dirigés de groupe ou des stages sur une thématique naturaliste, en lien direct avec l'intendant du golf (ffgolf 2010; Cotillon *et al.* 2010; Ben Gharbia *et al.* 2018a, b). Au-delà de leur intérêt scientifique, les travaux menés permettent la rencontre de deux univers, favorisent le dialogue et facilitent le fait de progresser sur des problématiques communes.

Plusieurs programmes sont également en cours de développement sur le parcours de golf de Vidauban. Depuis 2016, une étude est conduite sur l'abondance et la diversité spécifique des orthoptères présents dans des zones de roughs semées de fétuques (Roquinarç'h & Gourdain 2016); l'objectif étant de mieux comprendre le rôle joué par ces espaces dans l'accueil de la biodiversité du site. En parallèle, des recherches sont également conduites sur le réensemencement potentiel des hauts roughs, actuellement semés en Fétuques américaines, avec des espèces de graminées locales, mieux adaptées aux conditions du milieu et à la faune locale (Gourdain *et al.* 2018; Gourdain *et al.* 2019) (Fig. 17). Ces recherches font échos aux tests de reconversion de flore déjà opérés sur certains golfs afin de mieux anticiper les variations saisonnières des gazons et leur gestion, en lien avec les changements globaux (Roquinarç'h *et al.* 2018).

environmentalist structures (e.g. Bluegreen/LPO partnership), Regional Natural Parks, Natural Spaces Conservatories, or consulting firms. They have also improved their knowledge about their existing biodiversity and have established the appropriated ecological management measures. However, these actions have been scarcely diffused within the golf community. The Biodiversity Program for Golf courses is also an opportunity for any committed golf facility to share efficient or un-efficient maintenance methods in order to progress all together. The structuring and synthesis of data, collected in the frame of naturalist structures and golf facilities collaboration, will favor a better understanding of the biodiversity stakes. As a matter of fact, the knowledge sharing is an essential prerequisite to put forward technical responses and then reduce the strains on the environment. This program alone will not satisfy all the challenges of a transforming golf sector. Nevertheless it will be an added value to any other necessary actions: superintendents and golf coaches training to implement new practices, young golf players' education to key biodiversity challenges. The last but not the least, the commitment of the golf sector managers to generate their wide enrolment towards the ecological transition.

GOLF COURSES: SUPPORTS

FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D) PROJECTS

Golf courses may provide privileged areas and fields for studies and experiments. Among the pioneers, the Golf de Téoula (Plaisance-du-Touch, Haute-Garonne, France) has been hosting research teams for several years to test experimental protocols. Researches are mainly carried out on the behavioral communication of Wels catfish *Silurus glanis* Linnaeus, 1758 and on the Largemouth bass reproduction process *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802) in the water bodies of the golf course. In direct contact with the greenkeeper, some studies are conducted by a consulting firm (Gaïadomo 2012) and students are hosted each year for group tutorials or placements on a naturalistic subject (ffgolf 2010; Cotillon *et al.* 2010; Ben Gharbia *et al.* 2018a, b). Beyond their pure scientific interest, these projects enable, the junction and the contact between two "worlds" promoting dialogue and leading to collective progress on common issues. Several programs are also under process on the Vidauban golf course. Since 2016, a study has been conducted on the abundance and specific diversity of the existing Orthoptera community living in the roughs areas seeded with fescue (Roquinarç'h & Gourdain 2016); the objective is to gain insight into the role played by these playing areas, hosting the site's biodiversity. Furthermore, a research program is currently conducted on the potential reseeding operations of the tall roughs (currently seeded with American Fescue) with local grass species, better adapted to the local environment fauna conditions (Gourdain *et al.* 2018; Gourdain *et al.* 2019) (Fig. 17). This research echoes with the flora conversion tests carried out on some courses, in order to anticipate, in line with the global changes, the seasonal variations and annual management of a golf course (Roquinarç'h *et al.* 2018).



Fig. 17. — Zone de haut rough semé en Fétuque d'origine américaine/Tall roughs currently seeded with American fescue – Golf de Vidauban. Crédit photo/ Copyright: P. Gourdain.

Une étude concernant la fonctionnalité écologique des sols des parcours de golf à travers l'étude des communautés de nématodes (vers ronds) a également été lancée au début de l'année 2018, en partenariat avec l'Université de Belfast et le Agri-Food and Biosciences Institute (AFBI) (UK). L'objectif est de mieux comprendre le lien entre la gestion du parcours et la diversité des groupes fonctionnels de nématodes présents dans le sol, afin de développer des orientations de gestion pour une meilleure prise en compte de l'écologie de la faune des sols dans les espaces golfs. En 2018, les pelouses à *Sérapias* du golf de Vidauban ont fait l'objet d'une évaluation de leur état de conservation en suivant la méthodologie développée par le Muséum (Charles & Viry 2015; Mistarz 2016; Mistarz & Latour 2019) (Figs 18, 19), dans le cadre d'un stage de Master 2 en écologie (Latour 2018). Ces tests permettent de calibrer la méthode et de proposer une version standardisée dans le cadre des suivis de sites Natura 2000 à l'échelle nationale.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Depuis les années 2000, la filière du golf s'est largement développée en France, répondant à un nombre croissant de pratiquants. La question des impacts environnementaux des structures golfs, comme d'autres activités humaines, doit être posée dans un contexte global d'érosion de la biodiversité. Dans la mesure où une activité répond à une demande sociale et économique voire sociétale forte, l'idée n'est pas de se positionner « pour » ou

Moreover, a survey about the ecological functionality of the golf courses soils with a focus on nematodes communities (roundworms) started in the early 2018, in partnership with the Queen's University of Belfast and the Agri-Food and Biosciences Institute (AFBI) (UK). The purpose of the survey is to better understand the connection between the course maintenance and the diversity of existing functional nematodes groups. The results of this survey will encourage the inclusion of the ecology of soil fauna into the maintenance practices. In 2018, the conservation status of *Serapias* grasslands on the Vidauban golf course was assessed via the methodology developed by the MNHN (Charles & Viry 2015; Mistarz 2016; Mistarz & Latour 2019) (Figs 18, 19), as part of a Master II degree internship in ecology (Latour 2018). In the framework of the monitoring of Natura 2000 French sites, these tests enable the calibration of the method and a standardized version of the protocol will be proposed.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES

In France, the expanding number of golf players since 2000, has induced a wide development of the golf sector. The question of the environmental impacts of golf facilities, like other human activities, must be addressed in a global background of biodiversity erosion. Insofar as an activity responds to a strong social and economic or even



FIG. 18. — Mares temporaires méditerranéennes et Pelouses à sérapias présentes sur le golf de Vidauban/Mediterranean temporary ponds and Serapias grasslands in the Vidauban golf course. Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.

« contre » mais bien de l'accompagner pour qu'elle soit la moins impactante pour l'environnement. La réduction des incidences environnementales est une nécessité pour la filière golfique. Les éléments qui précèdent démontrent que, dans bien des cas, les golfs peuvent être supports de connaissances scientifiques voire de restauration ou de conservation de la nature. Ce qui est valable en général dans les territoires l'est aussi en particulier pour la filière golfique : les espaces, quand les situations le permettent, doivent désormais être pensés dans une logique « multi-usages ». Des espaces comme les golfs possèdent des atouts pour répondre à des besoins sociaux, économiques et environnementaux (initiation à la pratique sportive, organisation de rencontres entre gestionnaires de parcours, sensibilisation à l'environnement, accueil de travaux scientifiques, préservation des essences locales, vergers conservatoires, etc.). Si les intendants de parcours doivent garder la main sur la gestion des golfs, ils ont aussi un rôle à jouer dans la façon dont les terrains de golf évolueront et seront perçus à l'avenir par les acteurs des territoires.

Le Programme golf pour la biodiversité porte l'ambition de mieux connaître la biodiversité des golfs français. De nombreuses structures naturalistes accompagnent désormais les golfs dans la prise en compte de la biodiversité sur leurs sites, dans le cadre d'un travail collaboratif favorisant les échanges sur des thématiques communes. Certains golfs ont déjà amorcé ce tournant et des directeurs et intendants de parcours concourent depuis plusieurs années à la préservation du patrimoine naturel de leurs sites.

La connaissance des enjeux de biodiversité, la formation des intendants de parcours, la sensibilisation des personnels et des golfeurs et le partage des retours d'expériences sont des éléments clés indispensables pour que la filière puisse s'améliorer efficacement. Des outils sont déjà disponibles et d'autres seront développés par la suite, afin de mieux comprendre la biodiversité des parcours de golf. Des pistes sont proposées afin d'œuvrer « avec » et non « contre » la faune et la flore qui peuvent s'y exprimer (ffgolf 2017). Dans un pays où la pratique du golf ne cesse de se démocratiser, il paraît



FIG. 19. — Les pelouses à Sérapias du golf de Vidauban ont fait l'objet d'une évaluation de leur état de conservation en suivant la méthodologie développée par le Muséum/The conservation status of the Serapias grasslands of the Vidauban golf course has been assessed according to the methodology developed by the MNHN. Crédit photo/Copyright: O. Roquinarc'h.

societal demand, the idea is not to position oneself « for » or « against » but to guide it so that it has the least impact on the environment. Supporting the golf industry to reduce its environmental impact is a necessity. The elements described in this article show that in multiple cases, golf courses can provide additional scientific knowledge, or even become a support for the restoration or the conservation of nature. What is generally valid for the territories is also valid for the golf industry: spaces must be appreciated in a "multi-use" logic. In that context, golf courses have the necessary assets to meet social, economic and environmental requirements (sports initiations, net-working opportunities for golf course managers, environmental awareness-raising, development of scientific programs, etc.). To reach these targets, validate and respect the environmental objectives, we need to redefine the relationship between the stakeholders. Golf courses superintendents must keep control on the maintenance stewardship. In the future they will also have a key role to play to design the evolution process of golf courses and will contribute to the local communities' perception. The Biodiversity Program for Golf courses aims at improving the knowledge about French courses biodiversity. Today, numerous naturalist organizations support golf courses facilities in their commitment in favour of biodiversity. Cooperative work processes are implemented with the enhancement of discussions on common themes. Some pioneer golf courses facilities have already joined this transition and their golf course directors as well as superintendents have been working together for several years to preserve the natural heritage of their site.

The understanding of biodiversity challenges, the superintendents training, the awareness-raising of staff and golf players and sharing of experiences have a central role to insure the effective improvement of the golf industry practices, in terms of sustainability. Tools are already available and will be further developed, to improve knowledge on golf courses' biodiversity

fondamental que les futures générations de golfeurs aient un état d'esprit et des attentes en phase avec les principes de l'entretien écologique et durable des parcours de golf. Trouver le juste équilibre entre pratique sportive et préservation de notre environnement est donc bien le défi que la filière golfique doit relever dans les années à venir.

Remerciements

Nous remercions particulièrement Pierre Noël, Katia Herard (UMS PatriNat) et Rémy Dorbeau (golf de Chantilly) pour leur relecture assidue et leurs précieux conseils dans la rédaction de cet article. Nous remercions également chaleureusement Nathalie Annequin (golf de Vidauban) qui nous a apporté une grande aide dans la retranscription de nos propos, au plus près de la version originale française. Tous nos remerciements vont également à nos relecteurs : Thierry Mougey et Grégoire Gautier, pour leur soutien, leur franchise et leurs remarques pertinentes qui ont permis d'améliorer cet article. Nous remercions les directeurs, gestionnaires et techniciens de golf qui oeuvrent au quotidien pour faire de leur parcours des refuges pour la biodiversité.

RÉFÉRENCES

- BEN GHARBA W., DARUL R., LE GRAVERAND Q., MAZZOCCO M., PEYROU F. & RAFFOUX D. 2018a. — *Inventaire des Odonates sur le site du Golf de Tèoula à Plaisance-du-Touch. Livrable 1*. ENSAT, Toulouse, 90 p.
- BEN GHARBA W., DARUL R., LE GRAVERAND Q., MAZZOCCO M., PEYROU F. & RAFFOUX D. 2018b. — *Plan de gestion des odonates du Golf de Tèoula. Pistes d'aménagements et d'entretien*. ENSAT, Toulouse, 67 p.
- BOITIER E. 2010. — *Inventaire et cartographie de la Tortue d'Herman sur le domaine du Prince de Provence (plaine des Maures, Var). Années 2007 à 2009*. Rapport d'étude Fondation du Golf de Vidauban pour l'Environnement et Emmanuel Boitier Consultant, Montaignut-le-Blanc, 10 p. + Catalogues annexés.
- BOSMANS R. & HERVÉ C. 2015. — *Tmarus horvathi* Kulczyński, 1985, synonyme plus récent de *Tmarus punctatissimus* (Simon, 1870) (Araneae, Thomisidae), avec de nouvelles données sur la distribution de l'espèce. *Revue arachnologique* 2 (2): 38-40.
- CHARLES D. & VIRY D. 2015. — *État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*), habitat d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site*. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56, Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris, 64 p.
- COLDING J. & FOLKE C. 2009. — The role of golf courses in biodiversity conservation and ecosystem management. *Ecosystems* 12 (2): 191-206. <https://doi.org/10.1007/s10021-008-9217-1>
- COTILLON S., DUFOSSÉ M., GENTET T. & LORSCHIEDER S. 2010. — *Diagnostic environnemental des plans d'eau du golf de Tèoula, en vue de leur gestion écologique*. Rapport de stage en entreprise – Projet tutoré. ENSAT, Fédération de pêche de Haute-Garonne, Toulouse, 66 p.
- DAUGERON C. 2014. — *Les Empidoidea (Insecta, Diptera) du Golf de Vidauban et du Domaine de Bois de Bouis (campagne de 2014)*. Rapport, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 4 p.
- DEHARVENG L. & BEDOS A. 2015. — *Les Collembolles du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis. Campagne d'avril 2014*. Rapport, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 6 p.

and guidelines are proposed to work "together with" and not "against" the existing fauna and flora (ffgolf 2017). In a country where the golf game is becoming increasingly popular, it seems essential that future golf-players generations develop a mindset and expectations in line with the principles of ecological and sustainable maintenance of golf courses. Finding the right balance between sports and environmental preservation is therefore the challenge for the golf industry in the years to come.

Acknowledgements

Our grateful thanks to Pierre Noël, Katia Herard (UMS PatriNat) and Rémy Dorbeau (Golf de Chantilly) for their precious advice regarding the wording of this article. We are also grateful for the collaborative english translation work of Nathalie Annequin (Golf de Vidauban).

Sincere thanks to Thierry Mougey and Grégoire Gautier, for their support and for their transparent and clever remarks.

We also express our gratitude to golf managers and green-keepers who are strongly committed in hosting biodiversity on their courses.

- DELZONS O. & RAULT P.-A. 2013a. — *Indicateur de qualité écologique du Bois de Bouis, 2012*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 61 p.
- DELZONS O. & RAULT P.-A. 2013b. — *Indicateur de qualité écologique du Bois de Rouquan, 2012*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 60 p.
- DELZONS O., GOURDAIN P., SIBLET J.-P., TOUROULT J., HERARD K. & PONCET L. 2013. — LIQE : un indicateur de biodiversité multi-usages pour les sites aménagés ou à aménager. *Revue d'Écologie (Terre & Vie)* 68 (2): 105-119.
- DREAL PROVENCE ALPES-CÔTE D'AZUR. 2012. — *Pelouses méso-philés à Sérapias de la Provence cristalline*. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement PACA, Marseille, 1 p.
- DUQUESNE T., LACOEUILHE A. & ROQUINARC'H O. 2018. — *Identification des enjeux écologiques relatifs au foncier des structures golfiques en France métropolitaine. Version 1*. UMS Patrimoine Naturel (AFB-CNRS-MNHN)/ffgolf, Paris, 16 p.
- DUSOULIER F. 2016. — *Note sur les Orthoptères et les Hémiptères du Bois de Bouis (Vidauban, Var)*. Rapport, Muséum d'Histoire naturelle de Toulon et du Var, Toulon, 14 p.
- FÉDÉRATION FRANÇAISE DE GOLF 2010. — Tèoula ou l'exemple d'un golf éco durable ! *Lettre aux clubs* 70: 6.
- FÉDÉRATION FRANÇAISE DE GOLF 2013. — *Charte nationale Golf et Environnement. Une sensibilisation accrue, des 1^{ers} résultats concrets, des engagements durables. 1^{er} rapport quinquennal: Préservation de la ressource en eau – Étude quantitative*. Levallois-Perret, 120 p.
- FÉDÉRATION FRANÇAISE DE GOLF 2016. — *Enquête Nationale Eco-phyto auprès des golfs français*. Levallois-Perret, 28 p.
- FÉDÉRATION FRANÇAISE DE GOLF 2017. — *Guide de gestion environnementale des espaces golfiques*. Levallois-Perret, 116 p. + 10 fiches.
- FÉDÉRATION FRANÇAISE DE GOLF & UMS PATRIMOINE NATUREL 2018. — *Programme golf pour la biodiversité. Découvrez, protégez et partagez les richesses écologiques de votre golf. Participez !* Levallois-Perret, 4 p.
- GAÏADOMO 2012. — *Étude de la faune et de la flore du Golf de Tèoula. Inventaires et valorisation. Commune de Plaisance-du-Touch. Pré-rapport, juillet 2012*. Agence Gaïadomo, Avignon, 105 p.
- GEOFFROY J.-J. 2016. — *Myriapodes collectés au sein du Domaine de*

- Bouis, du Golf de Vidauban et de la Plaine des Maures (Vidauban, Var, France). Rapport 2016 sur le programme "Inventaire Général de la Biodiversité du Domaine de Bouis et du Golf de Vidauban". Rapport, Muséum national d'Histoire naturelle, Brunoy, 5 p.
- GOURDAIN P., ROUX A. & HERARD K. 2017. — *Plan de gestion de la biodiversité du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 227 p.
- GOURDAIN P., ROQUINARC'H O. & LACOEUILHE A. 2018. — *Note de cadrage pour la réalisation de placettes tests pour la végétalisation de roughs en végétaux d'origine locale sur le golf de Vidauban. Version 2 – novembre 2018*. UMS Patrimoine Naturel, Paris, 21 p.
- GOURDAIN P., ROQUINARC'H O. & LACOEUILHE A. 2019. — *Tests de semis en végétaux d'origine locale sur le Golf de Vidauban*. UMS Patrimoine Naturel, Conservatoire Botanique national Méditerranéen de Porquerolles, Agir Ecologique. Colloque REVER, Paris, 1 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34828.16004>
- HAUGUEL J.-C. & TOUSSAINT B. (coord) 2012. — *Inventaire de la flore vasculaire de la Picardie (Ptéridophytes et Spermatophytes) : raretés, protections, menaces et statuts. Version n°4*. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, Société Linnéenne Nord-Picardie, Amiens, mémoire n.s. n°4, 132 p.
- HERVÉ C. 2012. — *Les Araignées du Golf de Vidauban et du Domaine du Bois de Bouis. Campagne de septembre 2012*. Rapport MNHN-SPN, Paris, 23 p.
- HERVÉ C. 2014. — *Les Araignées du Golf de Vidauban et du Domaine du Bois de Bouis. Campagne de mai 2013*. Rapport MNHN-SPN, Paris, 43 p.
- HODGKISON S. C., HERO J. M. & WARNKEN J. 2007. — The conservation value of suburban golf courses in a rapidly urbanising region of Australia. *Landscape and Urban Planning* 79 (3-4): 323-337. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.03.009>
- HONGLING L. 1991. — Verification of the Fact that Golf originated From Chiuiwan. *The Australian Society for Sports History Bulletin* (14) 12-23.
- IRVINE K. N., WARBER S. L., DEVINE-WRIGHT P. & GASTON K. J. 2013. — Understanding urban green space as a health resource: A qualitative comparison of visit motivation and derived effects among park users in Sheffield, UK. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10 (1): 417-442.
- JANNEAU G. 1999. — *Le golf en France. Quelques siècles d'histoire*. Editions Atlantica, Biarritz, 142 p.
- LACOEUILHE A. & ROQUINARC'H O. 2018. — Les golfs s'engagent. *Espaces naturels* 64: 50-52.
- LACOEUILHE A., CHARRIER T., GOURDAIN P. & ROQUINARC'H O. 2018a. — *Programme golf pour la biodiversité. Mode d'emploi pour les structures golfeques – Niveau Argent*. UMS Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 17 p.
- LACOEUILHE A., CHARRIER T., GOURDAIN P. & ROQUINARC'H O. 2018b. — *Programme golf pour la biodiversité. Document de cadrage technique pour les structures naturalistes – Niveau Argent*. UMS Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 22 p.
- LACOEUILHE A., CHARRIER T., GOURDAIN P. & ROQUINARC'H O. 2018c. — *Programme golf pour la biodiversité. Document de cadrage technique pour les structures naturalistes – Niveau Bronze*. UMS Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 22 p.
- LACOEUILHE A., CHARRIER T., GOURDAIN P. & ROQUINARC'H O. 2018d. — *Programme golf pour la biodiversité. Mode d'emploi pour les structures golfeques – Niveau Bronze*. UMS Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 15 p.
- LACOEUILHE A., CHARRIER T., GOURDAIN P., ROQUINARC'H O., LASFARGUE P. & HERARD K. 2018e. — *A biodiversity program for golf courses - A national study program to improve the knowledge about biodiversity, its conservation, fostering its establishment on French golf courses*. Colloque de la British Ecological Society "Ecology Across Borders", Belgique. <https://doi.org/10.17011/conference/eccb2018/107474>
- 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, Université di Corsica – Pasquale Paoli, Paris, 62 p.
- LEONARD L., TERCERIE S. & GARGOMINY O. 2016. — *Les Mollusques continentaux du Golf de Vidauban et du Domaine de Bouis, avec une attention particulière pour la Fausse-veloutée des chênes-liège Urticicola suberinus, espèce endémique du Var*. Rapport SPN 2016, 93. MNHN (SPN), Paris, 14 p.
- MISTARZ M. 2016. — *État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000*. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104, Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris, 76 p.
- MISTARZ M. & LATOUR M. 2019. — *État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthodes d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000*. Cahiers d'évaluation. Paris, 252 p.
- NOËL P. & SIBLET J.-P. 2007. — *Faune et flore du Golf national (Ville Nouvelle de Saint-Quentin-en-Yvelines)*. Rapport 2007. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 94 p.
- PAGNIEZ P. (coord.) 2001. — *Modernisation de l'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique de Picardie. Méthodologie de l'inventaire*. Conservatoire des sites naturels de Picardie, 221 p.
- PICARDIE NATURE (coord.) 2016. — *Listes rouges régionales de la faune menacée de Picardie. Les Chiroptères, les Mammifères terrestres, les Mammifères marins, les Amphibiens/Reptiles, les Araignées "orbitèles", les Coccinelles, les Orthoptères, les Odonates, les Rhopalocères et Zygènes*. Picardie Nature, Amiens, 41 p.
- PREUD'HOMME R. 2008. — *La contribution des espaces artificialisés à la biodiversité et à la trame verte: l'exemple du Golf national de Saint-Quentin-en-Yvelines*. Rapport de stage de Master 2. Promotion 2007-2008. MNHN-SPN/UPMC, Paris, 61 p.
- RAMAGE T. 2016. — *Inventaire taxonomique des Hyménoptères du site du Golf de Vidauban. Rapport provisoire*. Concarneau, 13 p.
- RAULT P.-A. 2015. — *Évaluation de l'état de conservation de la Tortue d'Hermann sur la propriété du Domaine de Bouis – Bilan de trois années de suivi*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 34 p.
- RAULT P.-A. & DELZONS O. 2014. — *Évaluation 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, 83 p. + Annexes.
- RAULT P.-A. & DELZONS O. 2015. — *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*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 40 p. + Annexes.
- RAULT P.-A., GOURDAIN P., GUICHETEAU D., GEORGE G. & BRAUD Y. 2015. — Découverte de nouvelles stations de Cordulie méridionale Somatochlora meridionalis Nielsen, 1935 dans le Var et les Alpes-Maritimes. *Nature de Provence* 1-4.
- ROQUINARC'H O. & GOURDAIN P. 2016. — *Fiche gestion – Fauche des roughs du parcours de Vidauban. Septembre 2016*. Rapport SPN 2016 – 5. MNHN (SPN), Paris, 5 p.
- ROQUINARC'H O. & LACOEUILHE A. 2018. — *Indicateur de Qualité écologique du Golf de Chantilly (Vineuil-Saint-Firmin), 2017*. UMS 2006 Patrimoine Naturel – Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 223 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20272.40964>
- ROQUINARC'H O., NOËL P., GOURDAIN P. & LACOEUILHE A. 2016. —

Bilan des inventaires subaquatiques réalisés au Golf national. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 26 p.

- ROQUINARC'H O., LACOEUILHE A. & GOURDAIN P. 2017. — *Évaluation de la biodiversité des sites de la Fédération française de golf: Indicateur de Qualité écologique du Golf national (Saint-Quentin-en-Yvelines)*, 2016. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 186 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16916.96648>
- ROQUINARC'H O., LACOEUILHE A. & GOURDAIN P. 2018. — *Actes du 1er Séminaire Golf et Biodiversité – 14-16 novembre 2017*. UMS 2006 Patrimoine Naturel – Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 46 p.
- TANNER R. A. & GANGE A. C. 2005. — Effects of golf courses on local biodiversity. *Landscape and Urban planning* 71 (2-4): 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.02.004>
- TERMAN M. R. 1997. — Natural links: naturalistic golf courses as wildlife habitat. *Landscape and urban planning* 38 (3-4): 183-197. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(97\)00033-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(97)00033-9)
- UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS 2016. — *La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine*. Paris, 32 p.
- WINCHELL K. M. & GIBBS J. P. 2016. — Golf courses as habitat for aquatic turtles in urbanized landscapes. *Landscape and Urban Planning* 147: 59-70. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.001>
- WHITERS P. 2016. — *Diptères du Golf de Vidauban (Var): Domaine du Bois De Bouis, 2014/2015*. Sainte-Euphémie, 6 p.

Soumis le 23 novembre 2018;
accepté le 17 juin 2019;
publié le 1^{er} octobre 2019.