bulletin de l'
association des
naturalistes de la
vallée du
Loing et du massif de Fontainebleau



association loi 1901 fondée le 20 juin 1913 agréée au titre de la protection de la nature



Réserve biologique intégrale du Gros Fouteau (Cliché Ph. Gourdain)





Association des Naturalistes de la Vallée du Loing et du massif de Fontainebleau

SIRET 389 605 122 00016 code APE 9104Z Crédit coopératif - IBAN : FR76 4255 9100 0008 0121 5382 376

agréée au titre de la protection de l'environnement dans le département de la Seine-et-Marne membre fondateur de l'UICN (union mondiale pour la nature) membre de la Fédération française des sociétés de sciences naturelles membre de Pro Natura Ile-de-France (conservatoire régional des espaces naturels) membre de France Nature Environnement (fédération nationale des associations de protection de la nature)

Siège social
ANVL
Station d'écologie forestière
Route de la Tour Denecourt
F-77300 Fontainebleau
Téléphone et télécopie : 33 (0)1 64 22 61 17
Site internet : www.anvl.fr
Adresse courriel : anvl@anvl.fr

Bureau directeur

Président : Jean-Philippe SIBLET
Vice-président : Philippe GOURDAIN
Trésorière : Martine WEBER
Trésorière adjointe : Jacqueline DESCOTILS
Secrétaire général : Louis ALBESA
Secrétaire adjoint : Pierre MIGUET
Secrétaire aux publications : Jean-Philippe SIBLET
Bibliothécaire : Pierre QUENTIN
Bibliothécaire adjointe : Lucile FERRIOT

Conseil d'administration

Michel Arluison Frédéric Asara Jacques Comolet-Tirman Jean-Pierre Méral

Membres d'honneur

Présidents d'honneur : Jean-Claude Boissière, Jorge Viera da Silva

L'association des naturalistes de la vallée du Loing et du massif de Fontainebleau a pour vocation de promouvoir le goût et l'étude des sciences naturelles et de contribuer par les observations, les recherches et les travaux de ses membres à l'élargissement des connaissances scientifiques sur son terrain d'étude. Elle est tout particulièrement attachée à la protection de la nature et utilise les travaux de ses membres ou sympathisants pour la mise en place de mesures de protection.

Le terrain d'étude de l'ANVL, centré sur le massif de Fontainebleau, s'étend sur cinq départements (Seine-et-Marne, Essonne, Yonne, Loiret, Aube) avec, comme limites, à l'est Romilly-su-Seine, à l'ouest la vallée de l'Essonne, au sud les sources du Loing et au nord l'agglomération melunaise.

L'ANVL organise de nombreuses **excursions** naturalistes pluridisciplinaires tout au long des saisons, ouvertes à tous, et dans des paysages divers ; des **expositions** thématiques, généralement en automne ; des **conférences** sur notre patrimoine naturel et culturel ; des **chantiers de gestion** de secteurs protégés ; des **animations** pour le grand public et les scolaires ; des projets pédagogiques pour les écoles.

L'ANVL élabore des **dossiers de protection** et de gestion pour les sites sensibles et participe à diverses **commissions départementales** de protection et de gestion de la nature.

Le local (même adresse que le siège social) est situé en lisière de la forêt domaniale, à cinq minutes de la gare SNCF de Fontainebleau-Avon, à la naissance de la route forestière de la Tour Denecourt, accessible depuis l'avenue du Général de Gaulle à Avon. Il abrite une bibliothèque d'ouvrages et de revues concernant toutes les disciplines naturalistes sur une grande partie du territoire français, ainsi que des herbiers et collections d'insectes.

Tous les travaux de sciences naturelles et autres disciplines scientifiques relatifs à l'aire d'étude de l'ANVL, peuvent faire l'objet d'une **publication dans ce bulletin**. Les manuscrits doivent être envoyés aux contacts précisés. La reproduction des articles, notes et documents sans indication de sources ni de nom d'auteur, est interdite.

Le prix de vente à l'unité de ce bulletin est de 12 euros, son **abonnement annuel** est de 40 euros. La cotisation ANVL, couvrant l'abonnement annuel, en qualité de **membre actif** est de 50 euros ; l'**adhésion familiale** de 60 euros ; l'**adhésion étudiante** de 10 euros. Le paiement des cotisations est exigible au 31 mars. Toute adhésion nouvelle, prise à partir de septembre, est valable jusqu'à la fin de l'année suivante.

La surcotisation volontaire, pour promouvoir l'action de Pro Natura Île-de-France dans l'acquisition de terrains au profit de la sauvegarde de la nature, reste selon votre souhait. Sa répartition s'effectue selon les précisions que vous voudrez bien transmettre à notre trésorier.

Rédacteur en chef Jean-Philippe Siblet

Mise en page Océane Roquinarc'h

SOMMAIRE

HOMMAGE

In Memoriam, Philippe Bruneau de Miré: 1921-2021, par Jean-Philippe Siblet, p. 2.

ECOLOGIE

Forêts et changements climatiques, quel avenir pour Fontainebleau (77) ? par Philippe Gourdain, p. 10.

ENTOMOLOGIE

Observations de Diptères Bombyliidae en région bellifontaine (Diptera Bombyliidae Bombyliinae, Anthracinae), par Christian Gibeaux, p. 41.

ECOLOGIE

Vous avez dit « développement durable » ? par Philippe Gourdain, p. 45.



Mare de Franchard. Cliché: J.-Ph. Siblet.

HOMMAGE

IN MEMORIAM, PHILIPPE BRUNEAU DE MIRÉ

Par Jean-Philippe SIBLET

Citation proposée : Siblet J.-Ph., 2021. In Memoriam, Philippe Bruneau de Miré. *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **95** : 2-9.

Le décès de Philippe Bruneau de Miré le 4 janvier 2021 marque la disparition d'un grand homme dans le domaine des sciences et de la conservation de la nature. C'est aussi le départ d'une des figures emblématiques de l'ANVL (Fig. 1 à 4). Vous trouverez ci-après, dans la deuxième partie de cet article, un texte de Jean-Yves Meunier qui décrit avec précision l'étendue de la carrière de celui que beaucoup avait surnommé avec affection « PBM ». Je ne vais donc pas paraphraser ce texte. Je préfère plutôt faire état de mes souvenirs concernant cet homme qui ne pouvait jamais laisser insensible.

En premier lieu, Philippe était un érudit. Bien que sa spécialité fut l'entomologie, il avait une connaissance quasi-encyclopédique sur tous les domaines des sciences naturelles et était capable de parler aussi bien de botanique, que de géologie ou encore d'ornithologie. Alors que de nos jours, la spécialisation est de mise, Philippe était lui un naturaliste au sens du 19ème siècle. Cela lui permettait de remettre ses observations et celles des autres dans un contexte global et avec une profondeur historique incomparable. Et parmi ses nombreuses qualités, il possédait des talents d'écrivains hors normes pour un scientifique. Il avait une capacité de production incroyable. Je me souviens de discussions qui se concluaient par une proposition de notes ou d'articles. Souvent, quelques heures après seulement, je recevais un manuscrit, dont l'écriture fluide et les termes soigneusement choisis laissaient peu de travail au relecteur.

PBM était aussi, et peut-être surtout, un explorateur. Ses missions dans le Sahara, dans un contexte délicat et avec des moyens limités lui ont permis d'investiguer des terrains encore inconnus

des naturalistes. Il m'en avait souvent narré des épisodes étonnants. C'est ainsi qu'il m'avait expliqué comment, lors d'une de ses nombreuses missions, il avait ramené des jeunes guépards destinés au Jardin des Plantes. A son retour, ils les avaient élevés dans sa maison de famille normande avant de s'en séparer!

Cet instinct de voyageur et cette soif de découverte ne l'ont jamais quitté. Alors qu'il avait déjà un âge avancé qu'il cachait d'ailleurs par sa stature de rugbyman légèrement voûtée et son verbe haut, il a participé à une expédition sur l'île de Socotra pour y découvrir des espèces d'insectes inconnues. Il avait cherché à me convaincre de l'accompagner arguant de la présence d'oiseaux remarquables tels que le cormoran endémique de cette île. Ce ne fut malheureusement pas possible. Mais les conditions de ce voyage plus que spartiates montrent à quel point l'homme était solide!

L'engagement pour la protection de la nature était également une de ses caractéristiques. Et ce, très tôt dans sa vie. Il avait perçu bien avant nombre de ses collègues, les prémices de la crise d'extinction de la biodiversité que nous sommes en train de vivre. Il dénonçait, parfois de façon un peu caricaturale mais néanmoins fondamentalement juste, les méfaits des civilisations modernes, de l'industrialisation et la cupidité de nos semblables. Il s'est investi très tôt dans la lutte pour la protection de la forêt de Fontainebleau et a été un des pionniers du combat pour la création d'un Parc National. Il gardera de ce combat malheureusement avorté une rancœur et une déception que j'ai souvent partagée avec lui. Son ouvrage, Fontainebleau, Terre de rencontres illustre les origines et les raisons de ce combat.

Homme de convictions, Philippe était aussi ce que l'on appelle trivialement « une grande gueule ». Sa voix de stentor raisonnait souvent lorsqu'il s'enflammait sur des sujets qui lui tenaient à cœur. Il « montait rapidement dans les tours » sans parfois de réelles raisons et en s'excusant après coup de s'être emporté. Je me souviens d'une réunion du Conseil d'Administration de l'ANVL où, après s'être insurgé contre une décision du Président de l'époque, le regretté Gérard Senée, il quitta la salle en claquant si violemment la porte du laboratoire qu'il en cassa une des vitres! Ses coups de colère étaient devenus légendaires et pouvaient impressionner ceux qui ne le connaissaient pas. Ses ires s'éteignaient souvent aussi vite qu'elles s'étaient allumées. Et généralement il n'en gardait aucune rancœur. Son verbe haut et sa stature impressionnante ont probablement empêché certains jeunes naturalistes de bénéficier de son érudition et de son expérience.

Philippe était aussi un homme drôle. Je me souviens qu'il m'avait raconté de nombreuses anecdotes savoureuses. Parmi celles-ci, figurait l'histoire un peu morbide certes, des doigts récupérés sur des cadavres à la Faculté de médecine par des amis étudiants et qu'il accrochait aux branches d'arbres des bois parisiens pour y attirer des insectes nécrophages! Autre anecdote, cette fois racontée par sa dévouée épouse qu'il vouvoyait et respectivement, signe de respect d'un autre temps. Il était de coutume que lorsqu'un chercheur intégrait un laboratoire du Muséum national d'Histoire naturelle, il présentait sa future épouse à son directeur. PBM s'acquitta donc de cette civilité ce qui lui valut cette réplique de ce docte professeur : « Monsieur De Miré, vous êtes un savant, ne vous mariez pas! ». Enfin, cet humour se retrouvait parfois dans ses écrits comme en témoigne ce pamphlet publié en 1993 dans le bulletin de l'ANVL et qu'il intitulera « Chronique forestière et pédale » ou encore celui-ci publié en 2007 « OGM, Organismes Génétiquement Modifiés ou Objet de Grosses Magouilles? ».

Philippe Bruneau de Miré a passé les dernières années de sa vie dans le sud de la France, région qu'il chérissait au moins autant que celle de Fontainebleau. Les contacts se sont forcément réduits mais il postait encore régulièrement des messages sur les réseaux sociaux dont la pertinence montrait à quel point il a gardé sa lucidité jusqu'au bout, même s'il avait perdu une partie importante de ses capacités visuelles.



Fig. 1 : Philippe Bruneau de Miré lors d'une sortie en forêt de Fontainebleau. Cliché : Anonyme.



Fig. 2 : A l'occasion de la plantation du chêne du centenaire en forêt de Fontainebleau au carrefour des Naturalistes. Cliché : L. Albesa.

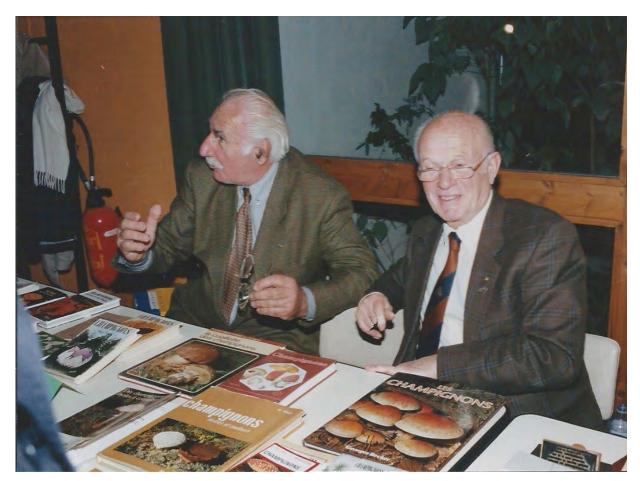


Fig. 3 : Philippe Bruneau de Miré et François du Retail lors d'une exposition mycologique de l'ANVL. Cliché : Anonyme.



 $Fig.\,4:\quad Philippe\,\, Brune au \,\, de\,\, Mir\'e\,\, lors\,\, du\,\, repas\,\, du\,\, centenaire\,\, de\,\, l'ANVL.\,\, Clich\'e:\, L.\,\, Albesa.$

Philippe n'aurait probablement pas vraiment aimé tous les éloges post-mortem dont il a été l'objet. Il savait mieux que quiconque que les hommes ne sont jamais aussi grands, bons et forts que quand ils ne sont plus là, surtout à une époque où les repris de justice reçoivent les hommages de la nation au même titre que leurs serviteurs les plus dévoués. Il mérite incontestablement les hommages unanimes qu'il a reçus. Tous ceux qui l'ont connu et côtoyé regrettent de ne pas avoir pu profiter encore plus longtemps de son érudition. L'ANVL lui est reconnaissante de tout ce qu'il lui a apporté pour la connaissance et la protection de son territoire d'études.

J.-Ph. Siblet 1 bis, rue des Sablonnières, 77670 Saint-Mammès <siblet@mnhn.fr>

M. Philippe Bruneau de Miré s'est éteint à Montpellier le 4 janvier 2021 dans sa centième année alors qu'il était encore en pleine possession de ses moyens intellectuels et de sa fabuleuse mémoire comme j'avais pu le constater lors de mon dernier passage en juin 2020. Ses obsèques ont eu lieu dans cette même ville le 8 janvier en la paroisse Sainte-Bernadette et il a été enterré ce même jour au cimetière Saint-Lazare.

Éminent entomologiste, spécialiste notamment des Carabidae, naturaliste complet d'une très grande valeur, il avait aussi beaucoup milité pour la protection de l'environnement et notamment celle de la forêt de Fontainebleau près de laquelle il vécut de nombreuses années. Il était administrateur de la Société Nationale de Protection de la Nature et expert de l'UICN.

Né le 21 octobre 1921 à Paris, il avait une sœur cadette, Valentine, récemment décédée (1926-2019). Il passa son baccalauréat en 1938 à Caen puis commença des études universitaires (botanique et zoologie) à la faculté de cette même ville, études qui furent malheureusement interrompues par la déclaration de guerre. Après un service dans les chantiers de jeunesse à Blida – El Affroun (Algérie) en 1940, il revient en métropole en mai et reprend des cours à la faculté de Lyon, puis à la Sorbonne (Paris). En 1942-1943, il est de nouveau obligé d'interrompre ses études universitaires à cause du service du travail obligatoire (STO). S'étant fait établir de faux papiers d'identité pour changer de nom afin d'échapper au départ

dans les usines d'armement allemandes, il ne put continuer d'assister aux cours à la Sorbonne et sera finalement accueilli au laboratoire d'entomologie du MNHN par le Dr René Jeannel à l'époque où celui-ci est en train de jeter les bases de l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale (ORSC) dont il sera le premier directeur, organisme qui deviendra l'ORSOM, l'ORSTOM puis l'IRD en 1998. Il rencontrera aussi Renaud Paulian, l'assistant de JEANNEL, juste après la guerre alors qu'il était pigiste dans un journal de variétés pour tenter de survivre. Paulian, un des grands entomologistes français du 20ème siècle qui deviendra par la suite Recteur d'Université, l'orientera vers l'office antiacridien par le biais du Professeur Vayssières de l'entomologie coloniale.

Au sortir de la guerre, il pose donc sa candidature et est recruté à l'Office national anti-acridien à l'Institut National Agronomique de Maison-Carrée (Algérie) en vue de la recherche sur la biologie des acridiens. Il fera plusieurs missions en Mauritanie à dos de chameau pour prospecter les zones de reproduction du criquet pèlerin. C'est à cette occasion qu'il fera sa première rencontre avec le Professeur Théodore Monod, fondateur et patron de l'IFAN à Dakar, grand saharien s'il en est. Première prospection au Tibesti et ascension de l'Emi Koussi en 1949. Prospection de l'Aïr et du Tamesna (Niger) en 1950 et autre prospection dans les confins sahariens algéro-marocains. Installation d'une base fixe à Agadès (1951-1956). Divers voyages au cours de ce séjour et notamment une prospection des principaux massifs du Sahara central sur le pourtour du Tanezrouft (Hoggar, Adrar Ahnet, In Zize) et mise en œuvre d'une flore du massif de l'Aïr.

On doit signaler, en outre, que de 1946 à 1953, il participa, durant ses congés, à 10 campagnes biospéléologiques en Ardèche en compagnie du Dr Jean Balazuc, d'André Reymond (de la Croisière jaune), de Franklin Pierre, de Jean Théodoridès, de Jacqueline et Bernard Sigwalt, de Jacques Demaux...

Il démissionne de l'office anti-acridien en 1957 et après une année sabbatique passée au MNHN au laboratoire d'Agronomie tropicale (Prof. Portères) où il va se consacrer à la rédaction, avec Hubert Gillet, d'une étude sur la flore de l'Aïr où il venait de passer 7 ans, il est nommé correspondant du Muséum et attaché de recherche au CNRS sur proposition des Professeurs R. Jeannel & A. Vandel (de Toulouse) alors qu'il n'a aucun diplôme universitaire, ce dont il était fier (Bruneau diplôme, 2006). De 1958 à 1961, il fera diverses missions au Tibesti et dans l'Ennedi, seul ou en

compagnie des professeurs Pierre Quézel, Jean-Antoine RIOUX, Joseph TUBIANA, Robert CAPOT-REY, etc., en vue d'inventaires botanique et zoologique. Ainsi qu'une mission au Djebel-Marra (Soudan) pour le compte de l'INRA à la recherche de parasites de la Mouche de l'Olivier. En 1960, il sera décoré du Mérite Saharien sur proposition du Professeur Capot-Rey, géographe, pour ses travaux sur le Sahel et la Mauritanie. En 1961, il fera une mission à travers le Tassili, le Ténéré et les confins lybico-tchadiens à la découverte de structures pétrolifères avec la SNREPAL. Lors d'un vol de Fort-Lamy à Douala, il est surpris de la beauté des lacs de cratère du Cameroun. Au début des années 1960, il se sédentarise un peu et épouse Alice le 1er juillet 1961, son ange-gardien, dont il aura 5 enfants dont des jumeaux, Henri et Antoine puis trois filles (Béatrice, Isabelle et Hélène).

Au Muséum, il dépouillera toutes ses données jusqu'en 1963 puis, en 1964, il accepte un poste d'entomologiste à l'Institut Français du Café et du Cacao (IFCC) au Centre de Recherches Agronomiques de Nkolbisson à Yaoundé (Cameroun). Il consacre ainsi les 10 années suivantes à l'étude des ravageurs des cultures de café et de cacao mais il en profite aussi pour prospecter les montagnes du pays et le Nord-Cameroun et collecte ainsi un très important matériel entomologique déposé pour la plus grande partie au Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) (Fig. 5). Il avait néanmoins constitué une belle collection localement à Nkolbisson mais qui fut malheureusement laissée sans soin après son départ faute d'entomologistes passionnés et qui sera très abîmée par les ravageurs et les moisissures comme je le constatais lors de mon séjour camerounais (1997-2003). Régis Babin (CIRAD) commencera sa réhabilitation à ce moment-là. Au cours de sa période camerounaise, M. DE MIRÉ découvre le déclassement des Réserves Artistiques de Fontainebleau par l'ONF, nouvellement instauré, et la coupe à blanc par les forestiers français du Bas-Bréau qu'il avait contribué à sauver de la hache allemande durant la guerre grâce au Dr Stephan von Breuning, alors officier pendant l'occupation de la France mais aussi éminent entomologiste (spécialiste des Carabidae au début de sa carrière puis spécialiste mondial des Longicornes notamment Lamiinae (Coléoptères Cerambycidae)).

En 1974, il crée à Montpellier, dans le cadre du GERDAT, devenu par la suite le CIRAD et dans lequel sera intégrée sa structure d'accueil, un laboratoire de faunistique destiné à l'identification

des ravageurs des cultures tropicales et des espèces prédatrices ou parasites qui leur sont associées. Il le dirigera pendant dix ans jusqu'à sa retraite en 1984. Il sera alors décoré de l'ordre du Mérite français. En 1985-1986, il continuera à faire des missions pour le compte du CIRAD au Cameroun (2 missions cacao), puis au Kivu pour la FAO (2 missions café). Tout en continuant à travailler au Muséum sur la faune africaine, il s'est aussi impliqué, à travers le milieu associatif, dans des actions de protection des milieux. La célébration, en 1998, du cinquantenaire de l'Union Mondiale pour la Nature (UICN), créée à Fontainebleau, a été pour lui l'occasion d'une nouvelle action en faveur de la forêt pour qu'un Parc National la mette définitivement à l'abri des errements passés. Cette action s'est heurtée à l'opposition vigoureuse de différents lobbies, malgré sa participation et celle de nombreux scientifiques à un groupe de réflexion, dite commission Dorst, qui a démontré la faisabilité d'un Parc National. Ce projet n'a malheureusement toujours pas abouti. On doit souligner à ce sujet, ses engagements, son amour de la vérité et son mépris de la langue de bois qu'il dénonça souvent, surtout en ce qui concerne la protection de l'environnement et de la biodiversité.

Comme on l'a vu, c'était un grand spécialiste du Sahara et notamment du Tibesti (magnifique massif montagneux que j'eus moi-même la chance d'explorer en 1998), massif qu'il prospecta pendant 4 années avec Pierre Quézel (voir l'hommage qu'il lui rendit dans *Ecologia Mediterranea* en 2018). Il était membre de l'amicale des sahariens « La Rahla » et avait reçu le bouclier saharien en 2020, distinction qu'il ne put aller chercher à Paris étant



Fig. 5 : Philippe Bruneau de Miré lors d'une de ses missions au Cameroun. Cliché : Musée Saharien.

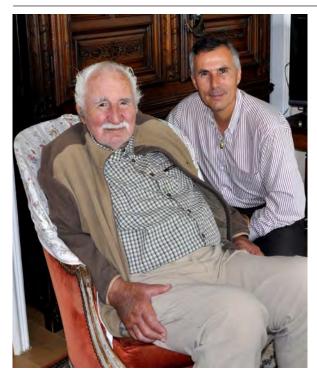


Fig. 6 : Philippe Bruneau de Miré et Jean-Yves Meunier à Montpellier le 3 octobre 2017. Cliché : Anonyme.

donné son grand âge et le confinement lié à la pandémie de COVID19.

Commençant à publier au sortir de la seconde guerre mondiale (1946), il ne cessa d'écrire jusqu'à la fin de sa vie et son dernier ouvrage sera sa biographie intitulée *Vagabondages naturalistes* parue en juin 2018. Il est l'auteur de plus de 180 publications, il a décrit de nombreuses espèces et de nombreux taxons lui ont été dédiés. Un hommage conséquent lui sera bientôt rendu avec la liste complète de ses publications.

J.-Y. MEUNIER

Bibliographie

Bruneau de Miré Ph., 2006. Éditorial. Éloge de l'école buissonnière. *Succulentes*, 1 : 2.

Articles publiés par Philippe Bruneau de Miré dans le bulletin de l'ANVL

1989 - Note sur une mouche nouvelle pour la France découverte à Fontainebleau : *Stegana mehadiae duda* (diptera, drosophilidae) 219-220.

1990 - *Agrilus suvorovi* Obenberger (1935) en forêt de Fontainebleau (Coleoptera, Buprestidae) 151-154. 1991 - Présence de *Coroebus* sspp., en plaine de Chanfroy. 215-217.

1991 - Sur quelques insectes coléoptères du Marais de Larchant. 165-172.

1992 - La forêt, l'homme et le désert. 137-144.

1992 - Le feu en forêt : calamité écologique ou processus naturel de régénération ? 132-136.

1992 - Un immigré du Chili : *Adistenia watsoni* (Wollaston 1871) en forêt de Fontainebleau (col. Lathridiidae). 15-17.

1993 - Biodiversité du massif Bellifontain : l'aspect entomologique. 43-52

1993 - Analyse d'ouvrage. Catalogue des principales stations forestières de la forêt de Fontainebleau, 1993 par Anne-Marie ROBIN. 182-183.

1993 - Chronique forestière et pédale. 104

1993 - Pour ou contre un parc national à Fontainebleau. 132-134.

1993 - Réflexions sur les facteurs qui affectent la biodiversité des coléoptères dans le sud Seine-et-Marnais. 170-172.

1993 - Remarques sur la faune des amphibiens et reptiles de Fontainebleau. 145-148.

1994 - Compte-rendu d'excursion en forêt de Chatillon, 51-53.

1994 - Quelques observations récentes d'orthoptéroïdes remarquables du massif de Fontainebleau et de ses abords. 102-106.

1995 - Compte-rendu de l'excursion du 2 juillet 1995 dans l'Auxerrois. 145-147.

1995 - Contribution à la connaissance du peuplement entomologique (coléoptères) du marais de Larchant et considérations sur l'intérêt biologique de différents types de milieux. 99-210.

1995 - La naissance de l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN) au travers des Bulletins de l'ANVL. 162-164.

1995 - Plaidoyer pour une liste rouge. 54-56.

1995 - Propositions pour une liste rouge d'espèces d'insectes menacées en Ile-de-France. 57-84.

1996 - Congrès mondial de l'U.I.C.N. et Parc National à Fontainebleau. 75-89.

1996 - Le Congrès Mondial de l'U.I.C.N. (Montréal 14-23 octobre 1996). 101-103.

1996 - Peut-on encore sauver la sabline à grandes fleurs ? 32-35.

1996 - Trois raisons pour un Parc. 90-91

1997 - Analyse d'ouvrage : La Forêt de Fontainebleau. 2-3.

1997 - La protection de la nature à Fontainebleau en quelques dates. 40.

1997 - Les réserves artistiques - Les réserves et des zones d'intérêt - La biodiversité. 41-43.

1997 - Une espèce mythique qu'on croyait disparue : le sonneur à ventre jaune existe toujours à Recloses. 81-83.

1997 - Une mare de platière. 46.

1997 - Trois grillons nouveaux pour l'Ile-de-France, la Bourgogne et la Franche-Comté. Avec G. Luouet.

1998 - La forêt de Fontainebleau classée en réserve de la biosphère. 154-157.

1998 - Pain pour pin . 104.

1998 - Quelques coléoptères remarquables récoltés dans la hêtraie calcicole des Monts de Fays (massif de Fontainebleau). 137-134.

1998 - Au risque de se perdre. 5-6.

1999 - Fontainebleau, forêt d'asile ou d'artifice ? Réflexions d'un entomologiste). 7-10.

1999 - Quand la nature fait le ménage. 101-102.

2000 - Analyse d'ouvrage : Fontainebleau, la forêt des passions de Anne Vallaeys. 153-154.

2000 - In memoriam : François Cantonnet (1921-1999). 146-147.

2000 - In memoriam : Jean Forey (1938-2000). 146.

2000 - Propos stercoraires et désabusés.53-54.

2001 - Analyse d'ouvrage : forêt féerie n° 3 : Les coléoptères de Fontainebleau. 98.

2001 - Langue de bois. 50.

2001 - Analyse d'ouvrage : L'effet de serre : allons-nous changer le climat ? par Le Treut H. et Jancovici J.-M. – 190.

2001 - Les plus beaux coléoptères de Fontainebleau. 38-39.

2001 - Analyse d'ouvrage : L'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables par Birraux C. et Le Déaut J.-Y. 189.

2001 - Note sur l'identification des espèces du genre *Potosia*. 43-44.

2001 - Suivi de la diversité entomologique en forêt de Fontainebleau : année 2001. 146-164.

2002 - Excursion baleinière de l'ANVL du 13 au 17 août 2002 : un compte-rendu entomologique. 50.

2002 - Libres propos : A propos des « tourbières » de Fontainebleau. 101.

2002 - Ouessant, l'île du bout du monde, un voyage naturaliste. 147-149.

2002 - Analyse d'ouvrage : Paysages territoires, L'Île-de-France comme métaphore 146.

2003 - 150 ans de réserves biologiques à Fontainebleau - un bilan entomologique. 56-60. 2003 - Les réserves artistiques et biologiques. 61-65. 2003 - L'homme et la nature. 98.

2003 - Note sur le mur du Grand Parquet à Fontainebleau. 51-55.

2003 - Un vétéran de nos forêts bien mal-aimé : l'If. 43-44.

2004 - Analyse d'ouvrage : Atlas de la flore sauvage du département de l'Essonne. 50.

2004 - Danger: arbres. 94.

2004 - D'hier à aujourd'hui. 6-10.

2004 - Espèces indicatrices et estimation de la valeur biologique forestière. 40-44.

2004 - La Philaria à larges feuilles (*Phillyrea latifolia*) en Seine-et-Marne. 131-132.

2004 - Souvenirs d'un autre âge. 2-3.

2004 - Une conférence internationale sur la biodiversité (24-27 janvier 2005). 98.

2005 - Analyse d'ouvrage : Fontainebleau, forêts. Voix de traverse de Jean-Claude Gueant. 158.

2005 - Chronique d'une disparition. Qu'est-il advenu de la Sabline à trois fleurs ? 104.

2005 - Entre Seine et forêt. 159.

2005 - L'héritage forestier de Fontainebleau. 65-67.

2006 - Un observatoire de la diversité des Arthropodes à Fontainebleau. 73.

2006 - Une exposition sur la forêt de Fontainebleau. 148.

2007 - OGM, Organismes Génétiquement Modifiés ou Objet de Grosses Magouilles ? 147-148.

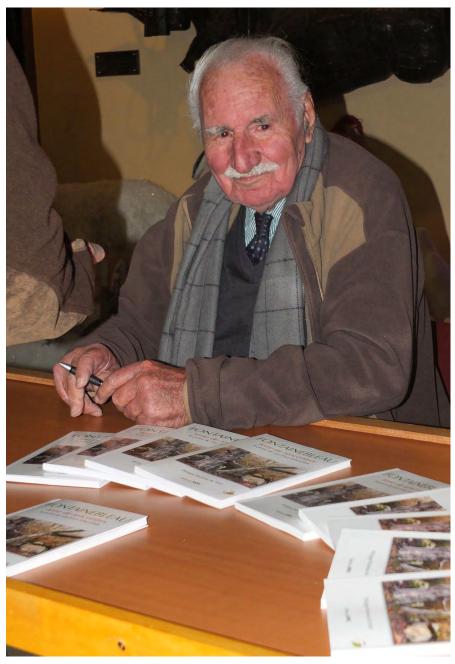
2008 - Essai sur le feu. 51-52.

2008 - Nécrologie : Edmond Diemer. 50.

2019 - Les abeilles dites solitaires.60-69.

2020 - Quelques souvenirs d'Yves Delange (26 mai

1929 - 26 novembre 2019). 2-4.



Philippe Bruneau de Miré. Cliché : J. Descotils.

ECOLOGIE

FORETS ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : QUEL AVENIR POUR FONTAINEBLEAU (77) ?

Par Philippe Gourdain

Citation proposée : Gourdain Ph., 2021. Forêts et changements climatiques, quel avenir pour Fontainebleau (77) ? *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **95** : 10-40.

Mots-clés: Forêt, changements climatiques, solutions fondées sur la nature, Fontainebleau, Trois Pignons, stockage de CO2, politiques publiques sur les forêts.

Résumé: La question de la gestion et de la préservation des milieux forestiers à l'aune des changements climatiques, est de plus en plus actuelle. Cette question est ici investiguée au regard des publications existantes sur le sujet, toujours plus nombreuses, mais également des actualités politiques et techniques. Nous proposons ici une analyse critique des choix politiques ou techniques envisagés. Enfin, nous proposons des pistes pour mieux traiter ce sujet à l'avenir, en particulier sur le massif de Fontainebleau, Trois-Pignons et la Commanderie.

Introduction

Au début des années 2000, les changements globaux tels que l'érosion de la biodiversité et les changements climatiques semblaient, pour nombre de nos concitoyens, au pire une hypothèse, au mieux une vague et lointaine menace. Il n'y a que dans des cercles d'initiés suffisamment téméraires pour décortiquer les piles de rapports d'experts et de publications scientifiques que l'on s'inquiétait, à raison, des conséquences prochaines pour l'environnement et nos sociétés. Aujourd'hui, plus personne n'ignore ces problématiques bien réelles. Mais les solutions pour réduire l'érosion de la biodiversité, et peutêtre plus encore, atténuer les effets du changement climatique, sont loin d'être pleinement identifiées et mises en œuvre. En particulier la question de la gestion des espaces forestiers en France métropolitaine, à l'aune de ces menaces, et devenue très prégnante. A quoi ressemblera la forêt de demain ? Faut-il, face à ces évolutions inéluctables, préférer l'interventionnisme ou le laissez-faire ? Les forêts françaises, en tant que puits de carbone, pourront-elles contribuer durablement à limiter les effets des changements climatiques? Et pour un massif forestier comme celui de Fontainebleau, véritable « poumon vert » pour la région Île-de-France, quelles sont les options de travail ? Même si les connaissances sont aujourd'hui encore parcellaires, des actions sont possibles. Des observatoires doivent d'oreset-déjà être constitués dans l'intention de mieux comprendre quelles solutions proposer face aux évolutions rapides du climat.

Cet article vise à faire une synthèse des débats actuellement en cours au sein des cercles de professionnels des milieux forestiers, à évoquer les effets observés du réchauffement global sur le massif de Fontainebleau et ses alentours, et à identifier des questionnements qui lient à la fois les exploitants sylvicoles et les naturalistes soucieux de préserver la biodiversité de cet espace naturel « hors norme ».

Etat des lieux sur les changements climatiques, retour sur les fondamentaux présentés à l'occasion d'une conférence à l'ANVL en 2015

A l'occasion de l'assemblée générale de l'ANVL de 2015, j'avais eu l'honneur de donner une conférence intitulée « choix énergétiques et incidences sur la biodiversité ». C'était en premier lieu l'occasion de rappeler les fondamentaux sur l'incidence de la consommation d'énergies fossiles dans le monde, et en particulier du réchauffement

climatique global qui en découle. Les besoins en énergie dans nos sociétés sont partout : pour se déplacer, travailler des matériaux, produire des outils numériques, se chauffer, produire notre nourriture, conserver des aliments, etc.

Ainsi, les énergéticiens nous rappellent que la consommation énergétique moyenne par habitant a évolué d'environ 0,18 Tonne Equivalent Pétrole (TEP) en 1880 à 1,6 TEP en 2005. C'est ce qu'illustre par exemple le graphique en Figure 1 extrait de Jancovici (2008). Soit une augmentation par 9 de la consommation énergétique par habitant. Il faut ajouter à cela la croissance démographique mondiale. Au total, la consommation énergétique mondiale est passée de 305 millions de TEP en 1800, à 9 242 millions de TEP en 2000 (voir Martin-Amouroux, 2015). Soit une consommation d'énergie 30 fois supérieure en 2000 à celle enregistrée deux siècles plus tôt.

Si la consommation croissante d'énergie a eu des incidences sur la biodiversité localement, partout dans le monde, du fait de l'extraction de différentes sources d'énergies (pétrole, gaz, charbon, sables bitumineux, extraction de minerai d'uranium,

etc.), cette consommation a surtout eu pour conséquence d'augmenter l'effet de serre sur la Terre. Et pour cause, l'essentiel de l'énergie utilisée dans le monde trouve sa source dans des origines fossiles: gaz, pétrole, charbon. L'utilisation de ces derniers génère l'émission de gaz à effet de serre, en premier lieu de dioxyde de carbone, le fameux CO2. Et la concentration en CO2 atmosphérique s'accroit d'autant plus ces dernières décennies que la déforestation s'intensifie dans le monde. Car les forêts font partie, avec les milieux marins, des principaux « puits de carbone », capables de fixer durablement celui-ci dans les tissus des arbres et dans les sols. Et Selon le Global Forest Watch, de 2002 à 2020, il y a eu une perte de 64,7 millions d'hectares de forêt tropicale humide primaire sur l'ensemble du globe (Fig. 2). L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) relève que ce sont 178 millions d'hectares de forêts (tous types confondus) qui ont été détruits dans le monde pour la période allant de 1990 à 2020. Parallèlement, les données de la FAO, indiquent que les forêts de la planète ne mobilisent plus qu'environ 662 gigatonnes (Gt) de carbone en 2020 contre 668 en 1990 (voir par exemple Muller, 2021).



Fig. 1: Consommation énergétique (en TEP/hab) entre 1880 et 2005. D'après Jancovici (2008).

Sans parler des végétations, près de la moitié du carbone organique des écosystèmes terrestres est contenu dans les sols forestiers (MAYER & al., 2020). A l'échelle planétaire, les sols renferment, eux, environ 2 400 gigatonnes de carbone (valeurs 2009-2018, d'après Le-Queré & al., 2018). Sauf que les pratiques culturales intensives ne préservent pas ce capital de carbone dans les sols et, couplées à la déforestation, intensifient les émissions vers l'atmosphère terrestre.

Ces deux facteurs cumulés, émissions massives de CO² et déforestation à large échelle, font que la concentration atmosphérique de CO² a évolué en moyenne de 332 parties par million (ppm) en 1990 à 390 ppm en 2010. En 2020, la barre des 400 ppm aurait été franchie. Une vidéo, publiée sur YouTube par le CIRES et le NOAA en 2014 retrace l'évolution de cette concentration atmosphérique et montre clairement l'anomalie de concentration atmosphérique caractéristique de l'aire industrielle (Fig. 3).



Fig. 2: Une portion de forêt tropicale encore relativement préservée au Brésil; État du Pará. De telles forêts sont capables de stocker plus de 160 tonnes de carbone par hectare. Cliché: Ph. GOURDAIN.

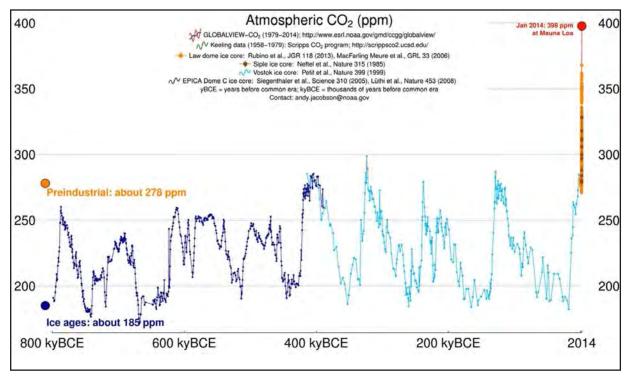


Fig. 3 : Evolution des concentrations de CO² atmosphérique en parties par million dans le monde au cours des 800 000 dernières années. L'anomalie de concentration propre à l'aire industrielle, en orange, est très significative. Source : CIRES & NOAA, 2014.

A l'époque préindustrielle, la concentration en CO² dans l'atmosphère était d'environ 280 ppm. La concentration actuelle de CO² dans l'atmosphère dépasse de loin les concentrations moyennes des 800 000 dernières années, mesurées par carottages dans les glaces des pôles.

C'est l'augmentation de l'effet de serre qui, en définitive, modifie activement et durablement le climat sur notre planète. Par contrecoup, la biodiversité est affectée par cet augmentation de l'effet de serre qui accroit les températures globales, génère une fonte des glaciers et une augmentation du niveau des mers, concourt au déplacement des aires de répartitions des espèces et acidifie les océans par absorption d'une partie du CO² émis dans l'atmosphère terrestre.

D'après un article récemment publié sur le site de Météo France (2021), « les six années depuis 2015 sont les années les plus chaudes jamais enregistrées, 2016, 2019 et 2020 arrivant sur le podium dans un mouchoir de poche. » et selon l'organisation météorologique mondiale « la température moyenne mondiale a été d'environ 14,9 °C, soit 1,2 °C (± 0,1 °C) de plus qu'à la période préindustrielle (1850-1900). La décennie 2011-2020 a été la plus chaude jamais constatée. L'observation de l'évolution des températures

moyennes mondiales de 1850 à aujourd'hui est sans équivoque. » C'est ce que traduit très bien le graphique ci-après (Fig. 4), produit par le Met Office.

Mais réchauffement global ne signifie pas nécessairement réchauffement homogène en tout point du globe. C'est d'ailleurs un point particulièrement complexe de prédire de façon précise ce que sera le climat dans 50 ou 100 ans en un endroit donné de la planète Terre. Les scénarios du GIEC donnent des tendances probables mais non certaines.

Quoi qu'il en soit, le climat risque probablement d'évoluer de la façon suivante à l'échelle de la France métropolitaine d'ici à l'horizon 2100 : une hausse de 2 à 6% des précipitations au global, avec toutefois des incertitudes importantes sur ce point ; une forte modulation saisonnière avec une hausse systématique des précipitations en hiver, souvent supérieure à 10%, et une baisse systématique en été, atteignant moins 10 à moins 20%. C'est ce que nous avons pu observer ces dernières années en Île-de-France. Les épisodes de sécheresses augmenteront encore de 5 à 10 jours par an d'ici la fin du siècle. Le réchauffement sera plus marqué l'été, en particulier dans l'Est de la France. Les nombres de jours de vagues de chaleurs

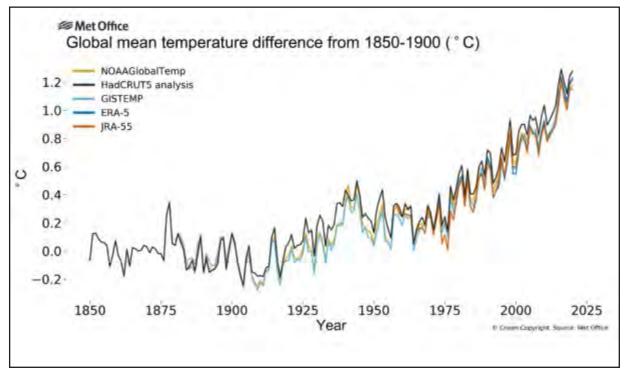


Fig. 4: Evolution des températures moyennes dans le monde entre 1850 et 2020. Source : CIRES & NOAA, 2014.

et de canicules pourraient être de 2 à 10 fois plus nombreux qu'actuellement selon les scenarios d'émissions de gaz à effet de serre à venir ! Enfin, le nombre de jours de vagues de froid ou de gelée est en baisse dans tous les scénarios. C'est ce qui ressort des projections climatiques publiées très récemment par Météo France (2021).

Avec de telles projections, il est légitime de s'inquiéter pour l'évolution des écosystèmes forestiers de l'Hexagone. Car déjà ces cinq dernières années, les vagues de chaleur, avec par exemple des températures de 43°C enregistrées en région parisienne sur l'été 2019, ont eu des conséquences sévères sur plusieurs massifs forestiers. Un article dans le journal *Le Monde*, du 9 septembre 2020 (Mouterde, 2020) titrait ainsi « les forêts françaises à l'épreuve de la sécheresse ». Dans ce dernier, les forestiers témoignent que les forêts souffrent déjà du manque d'eau et des canicules répétées. En particulier sur des secteurs tels que la forêt de Compiègne (Oise), dont les sols sableux ne retiennent pas l'eau.

Cependant, les effets liés aux changements climatiques sur les écosystèmes forestiers ne sont pas du seul fait de l'augmentation des températures. Bastit et Brunette (2021) préviennent dans un article en ligne que des aléas destructeurs pour les écosystèmes forestiers se conjuguent et peuvent engendrer des niveaux de dégâts qualifiés de « désastreux. » Ainsi sur la seconde moitié du XXème siècle en Europe, ces auteurs soulignent que 35 millions de m³ de bois ont été endommagés chaque année par des évènements naturels, ce qui représente 8,1% des récoltes annuelles. Les causes évoquées sont les tempêtes, responsables de 53% des dégâts, puis le feu (16% des dégâts) et enfin les attaques « biotiques » (scolytes, etc.) pour 16% également. Et ces auteurs soulignent que l'ampleur et la fréquence de ces évènements naturels augmentent du fait du changement climatique. Ainsi, ils précisent que les dégâts ont progressé en Europe, en moyenne de + 2,6 % par an pour le vent, + 4,2 % par an pour les incendies, et + 5,3 par an pour les scolytes entre 1958 et 2001.

Face à cette « épreuve », l'ONERC¹ a produit en 2018 un rapport de référence intitulé « l'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change ». Ce document à l'attention du premier ministre et du parlement ambitionne de guider les choix sylvicoles dans les décennies à venir pour améliorer la résistance et la résilience des forêts au changement climatique. Ce dernier s'est ainsi penché sur la vulnérabilité

et l'adaptation de l'arbre et des forêts en France métropolitaine. On peut ainsi y lire que « Le changement climatique apporte de nouvelles incertitudes. Les risques sont aussi plus nombreux. En conséquence, le forestier doit raisonner en multirisques, et il devient plus complexe pour le forestier de bien mesurer les risques qu'il prend. Il doit pourtant les considérer et les intégrer dans ses choix de gestion. C'est pourquoi le diagnostic de la forêt est une étape clé (RIOU-NIVERT & ROSA, 2014). Il permet de cibler efficacement les forces et les faiblesses des peuplements face aux aléas auxquels ils pourraient être exposés. Il permet de choisir de manière plus raisonnée les opérations sylvicoles à entreprendre: accélérer en raccourcissant la durée de la sylviculture, réduire la densité d'arbres, mélanger les espèces ou changer d'espèces, etc. ».

Toute la difficulté réside aujourd'hui dans la capacité des forestiers et des scientifiques à bien établir le diagnostic de la situation des forêts, mais aussi à anticiper les changements et les évolutions liés au climat pour les prochaines décennies. Car un diagnostic établi à un instant « T » ne peut être extrapolé pour décrire la situation qui sera celle d'une forêt dans 30 ou 50 ans.

Le rapport de l'ONERC confesse d'ailleurs que « très peu d'efforts de recherche ont été consacrés jusqu'à présent à la compréhension des capacités de régénération des forêts en fonction des conditions climatiques et édaphiques, depuis la production de graines viables produites jusqu'à l'installation des semis. » C'est malheureusement assez récurrent, les acteurs politiques, notamment en France, peinent à investir aujourd'hui pour mieux comprendre le monde dans lequel devront évoluer les humains à moyen ou long terme. L'échelle de temps des mandats politiques n'est clairement pas en adéquation avec celle des évolutions environnementales et beaucoup préfèrent laisser une ardoise aux générations futures que de devoir justifier auprès de leurs administrés qu'il est important d'investir aujourd'hui des deniers publics pour en économiser peut-être beaucoup, dans 20 ou 40 ans. Il y aurait là un parallèle à faire avec l'anticipation de la pandémie de COVID 19, mais c'est un autre débat.

Autre effet collatéral des changements climatiques : les études menées jusqu'à présent s'accordent sur le fait qu'il faut s'attendre à une recrudescence des insectes « ravageurs » et des pathogènes des essences forestières (voir par exemple Nageleisen, 2017). Ceci est dû à l'augmentation des minimas hivernaux qui favorise une meilleure survie hivernale des ravageurs, à l'extension vers le nord

 $^{{\}bf 1}$ - Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique.

de certaines espèces (exemple de la processionnaire du pin, Fig. 5), à un plus grand nombre de génération d'insectes (scolytes, pucerons), etc. Les arbres affaiblis par des sècheresses successives risquent également d'être plus sensibles à certains de ces « ravageurs ».



Fig. 5 : Cocon de chenilles processionnaires du pin en forêt de Fontainebleau, secteur de la mare aux Couleuvreux. Cliché : Ph. GOURDAIN.

Evolution des écosystèmes forestiers de plaine face aux changements climatiques

Le réseau AFORCE² précise sur son site Internet que : « Le besoin en eau d'une plante dépend de la température, mais aussi du rayonnement, de l'humidité de l'air et du vent. Les précipitations ne répondent pas toujours à ce besoin, notamment en été. Il y a alors un déficit hydrique. Besoins en chaleur, tolérance au froid et au déficit hydrique : chaque espèce d'arbre a ses exigences propres. Un climat approprié est une condition nécessaire pour permettre la présence durable d'une essence. »

C'est donc sur ces fondements que les forestiers réfléchissent aujourd'hui à la façon de conduire les boisements de demain. Cependant, tout l'enjeu réside dans la capacité 1- à prédire ce que seront les conditions climatiques de demain en un endroit donné du territoire ; 2- à identifier très précisément quelles sont les exigences et les limites d'adaptabilité de chaque espèce d'arbre.

Le réseau AFORCE précise aussi que « l'augmentation des températures induit un allongement de la saison de végétation de plusieurs jours par décennie : débourrement plus précoce, senescence des feuilles plus tardive. La production des forêts tempérées s'en est trouvée augmentée. Cependant, cela augmente aussi les besoins en eau donc le stress hydrique sur les marges méridionales des espèces. À plus long terme, les hivers trop doux devraient

perturber la levée de dormance des bourgeons et des graines. »

Parallèlement aux travaux du réseau AFORCE, le département de la santé des forêts (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2021) effectue des suivis de l'état sanitaire des forêts françaises. A partir de 2018, les inquiétudes des forestiers se sont accrues. Cette année correspondait à l'année la plus chaude enregistrée par Météo-France depuis 1900, avec une période de sécheresse qui s'est étendue des mois de juin à octobre. Des mortalités ont été enregistrées alors pour plusieurs essences d'arbres. Le phénomène est global et les mortalités se concentrent notamment dans le Grand Est, la Bourgogne-Franche-Comté, le nord des Alpes, la Normandie, et la Picardie. A la suite de cet épisode, une cellule nationale « Sécheresse et dépérissements » a été mise en place à l'Office National des Forêts (ONF). L'année 2019 accumule des mortalités d'arbres adultes, en particulier chez les épicéas, les hêtres, les sapins et les pins sylvestres (Département de la Santé des Forêts, 2019).

On a pu lire çà et là que la solution à cette problématique de dépérissement résultait peutêtre dans la suppression des espèces qui seraient jugées les plus sensibles. Cette option, de supprimer les essences touchées ou qui risqueraient de l'être par les prochains épisodes de sécheresse, peut-elle s'avérer pertinente ? Il convient ici de rappeler un phénomène important : si le changement climatique a un effet indéniable sur la forêt, à l'inverse, la forêt a un effet tout aussi certain sur le climat à l'échelle locale. Ce phénomène a été bien étudié et de longue date. On sait que les précipitations sont pour partie liées à l'évapotranspiration de la végétation. Cette question est bien décrite dans l'ouvrage de Frontier & al. (2004) : « les plantes réalisent une transpiration par leurs surfaces aériennes. Généralement, les 9/10e (et même les 10/10e en forêt) de l'évapotranspiration d'un territoire non semi-désertique sont dus à la transpiration végétale. Au plus, 10% s'évapore à partir du sol. Ainsi, une feuille évapore en moyenne 0,1 à 1 g d'eau par dm² et par heure. Une forêt tempérée évapore 20 à 50 tonnes d'eau par hectare et par jour, soit 7 000 à 18 000 tonnes d'eau par hectare et par an (les feuillus davantage que les conifères). »

RAMADE (2002) rappelle très justement que l'évapotranspiration est ainsi, au plan écologique « un phénomène très important qui conditionne le cycle de l'eau dont il constitue l'un des processus régulateurs essentiels dans les écosystèmes terrestres. » En forêts tropicales, « elle constitue

² - Réseau français d'adaptation des forêts au changement climatique

le maximum de l'apport dû aux pluies. Ainsi, elle représente plus de 70% du total des précipitations dans le bassin amazonien et plus de 80% dans celui du Congo. »

Bien sûr, l'élément qui va conditionner la capacité d'un type de végétation à se maintenir n'est pas seulement la quantité d'eau évapotranspirée mais plutôt le différentiel entre le volume des pluies et l'importance de l'évapotranspiration. La répartition de cette différence mesure la disponibilité potentielle en eau.

L'effet des forêts sur le climat ne se limite pas à une augmentation locale des précipitations. Frontier & al. (2004) relatent que le microclimat forestier est plus humide qu'à l'extérieur de la forêt (l'hygrométrie atteint parfois 100% au niveau du sol), et la température est moins variable (1- rôle de tampon thermique joué par la vapeur d'eau; 2- à cause de l'effet de serre, ainsi il ne gèle pas la nuit sous un abri feuillu ; 3- le jour, l'évaporation au niveau des feuilles abaisse la température locale). Pour Fontainebleau, la température moyenne annuelle référencée dans leur ouvrage était de 8,85°C contre 10,35°C en dehors de la forêt. En somme le microclimat est plus tempéré en sous-bois qu'à l'extérieur, avec une humidité plus constante et plus élevée, une température plus constante également et en moyenne un peu plus basse, et enfin une luminosité atténuée.

Pour Fontainebleau, la forêt reçoit en moyenne 696 mm de précipitations par an, alors que les campagnes avoisinantes en reçoivent 600 (FRONTIER & al., 2004).

Ainsi, la disparition de certaines végétations du fait d'activités humaines, et en particulier les coupes drastiques des forêts, ont eu localement des effets catastrophiques sur l'évolution locale du climat. Non seulement la déforestation est l'un des principaux contributeurs aux changements climatiques du fait du relargage de CO2 que cela engendre dans l'atmosphère, mais elle est aussi responsable de changements drastiques de la quantité d'eau évapotranspirée localement. Plusieurs exemples historiques ont été étudiés. Les déforestations massives sont susceptibles de modifier le climat, et notamment le régime des précipitations, sur de très larges régions du globe. Chambers & Artaxo (2017) mentionnent ainsi que l'augmentation de la déforestation en Amazonie depuis les années 1980 a modifié le cycle de précipitations régional. Dans le sud de l'Amazonie, la saison sèche s'est étendue. Mais ce n'est pas tout. Avissar & Werth, dans une étude de 2005, affirment que la déforestation dans la région amazonienne d'Amérique du Sud (Amazonie) influence les précipitations du Mexique au Texas et dans le golfe du Mexique. De même, la déforestation des terres en Afrique centrale affecte les précipitations dans le Midwest américain supérieur et inférieur, tandis que la déforestation en Asie du Sud-Est modifie les précipitations en Chine et dans la péninsule balkanique. Il est important de noter que de tels changements se produisent principalement à certaines saisons et que la combinaison avec la déforestation dans ces zones augmente la pluie dans une région tout en la réduisant dans une autre. Ces changements de climat affectent à leur tour les récoltes et les plantations forestières.

De la théorie à la pratique

Landmann & al. (2007) rappellent que « l'aire de répartition actuelle des arbres et la composition des peuplements forestiers sont la résultante de trois facteurs principaux : 1- les exigences écologiques des essences (réponse au climat et aux conditions édaphiques, potentiel de migration, aptitude à la compétition ou la coopération avec les autres espèces), 2- la répartition spatiale des contraintes de l'environnement (géographiques comme la présence de barrières montagneuses, climatiques, édaphiques) et 3- la dynamique antérieure de couple biosphère/environnement. L'aire potentielle, déterminée par la niche climatique et pédologique de l'espèce, peut être très différente de l'aire réalisée (observée) qui dépend également des interactions biotiques, avec l'homme en particulier, des capacités de dispersion de l'espèce et des aléas historiques. »

Il faut donc garder en tête ces éléments lorsque l'on souhaite projeter une évolution des forêts, que ce soit à 50, 100 ans ou 1 000 ans. Car l'absence d'observation d'une espèce en un endroit donné, ne signifie pas nécessairement qu'elle n'y est pas adaptée.

Un autre élément à considérer est l'interaction entre climat, type de sol (réserve utile) et peuplement (indice foliaire) qui détermine le niveau de stress hydrique (Landmann & al., 2007). Ainsi le risque de stress hydrique est plus important sur des sols peu profonds et des secteurs orientés plein sud (pour Fontainebleau et les Trois Pignons, cela correspond par exemple à des secteurs comme les platières gréseuses surélevées du Coquibus, les platières des gorges du Houx, de la Mare aux Couleuvreux, la Plaine du Fort des Moulins, etc.). A l'inverse, les gorges de Franchard, les gorges

d'Apremont et le Bois de la Madeleine, connaissent des sols plus profonds, plus frais et donc des peuplements probablement moins sujets au stress hydrique. Sur la RBI du Gros Fouteau (Fig. 6), la désignation en « Réserve Biologique Intégrale » est probablement liée au fait qu'il s'agissait de secteurs « peu productifs » sur le plan sylvicole (sols peu profonds, accidentés, etc.). Tout du moins, les intérêts économiques étaient moindres que dans d'autres secteurs de Fontainebleau. Cela a néanmoins permis à de très beaux arbres de se développer, aussi bien des chênes que des hêtres.

Sur la base de modèles prédictifs et d'études écologiques des préférendums des essences forestières, les forestiers tentent de préparer les forêts de demain pour que celles-ci s'accommodent mieux des effets des changements climatiques. Ainsi peut-on lire sur le site Internet de l'ONF (ONF, 2021) que les essences comme l'épicéa (*Picea abies* (L.) H. Karst, 1881) le sapin pectiné (*Abies alba* Mill., 1768), le hêtre commun (*Fagus sylvatica* L., 1753) et

le frêne (Fraxinus excelsior L., 1753) sont menacées par ces changements. A l'inverse, des essences comme le chêne sessile (Quercus petraea (Matt.) Liebl., 1784), le chêne rouge d'Amérique (Quercus rubra L., 1753), le pin sylvestre (Pinus sylvestris L., 1753) et le sapin de Douglas (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco, 1950) sont « encouragées ». Le pin sylvestre fait pourtant partie des espèces qui ont mal vécu les dernières anomalies climatiques, ce que confirme le réseau AFORCE pour des régions comme le Valais Suisse et les Alpes du Sud. Nous le verrons plus loin, le pin sylvestre a également été très impacté dans d'autres régions, dont l'Îlede-France. Enfin une troisième catégorie qualifiée d'essences « prometteuses » est citée. Parmi cellesci on note des espèces comme le chêne pubescent (Quercus pubescens Willd., 1796), le pin maritime (Pinus pinaster Aiton, 1789), le cèdre de l'atlas (Cedrus atlantica Manetti ex Endl.) Carrière, 1855) et le pin d'Alep (Pinus halepensis Mill., 1768).



Fig. 6: Vue sur la chênaie dans la Réserve biologique intégrale du Gros Fouteau en 2014. Cliché: Ph. Gourdain.

Mais qu'en est-il dans la réalité et sur quoi repose précisément cette distinction en trois catégories ? Est-ce que ces catégories sont valables dans toutes les régions biogéographiques de métropole ? Assurément non. Pour s'en convaincre, il faut d'une part analyser ce que prévoient les modèles de changements climatiques à l'échelle de l'hexagone, et d'autre part se fonder sur des observations de terrain qui permettent de comprendre comment d'ores et déjà lesdites essences se comportent face à des conditions de climat bien particulières. Des simulations des effets des changements climatiques

sur la répartition future des principales essences forestières ont été menées dans plusieurs études (BADEAU & al., 2004; LANDMANN & al., 2007). Cependant, croiser les modèles de climats futurs avec les facteurs limitants connus pour une espèce ne permet pas pour autant d'obtenir, comme nous l'avons évoqué plus haut, des aires de répartitions futures de ces espèces. Il s'agit d'une interprétation bien hâtive de cartes de probabilités de présence comme celle, très médiatisée, ci-après (Fig. 7), concernant le hêtre.

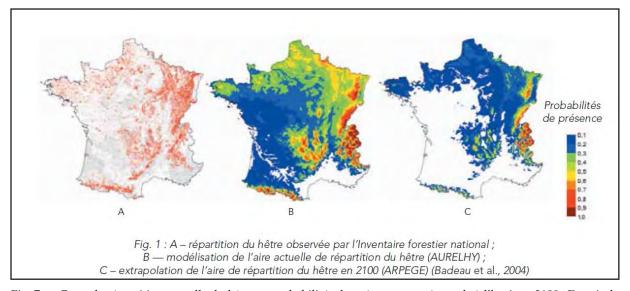


Fig. 7 : Carte de répartition actuelle du hêtre et probabilités de présence en métropole à l'horizon 2100. Extrait de la publication de Landmann & al., 2007.

Le réseau AFORCE mentionne justement à ce titre que d'une part, il y aura toujours des incertitudes irréductibles sur l'évolution du climat ; d'autre part cette approche n'intègre pas les mécanismes qui conduiront au recul ou à la progression des espèces, ni d'autres paramètres tels que l'augmentation du taux de CO² atmosphérique. Landmann & al. (2007) confirment d'ailleurs que de telles cartographies peuvent provoquer un « choc visuel » qui a conduit la profession des forestiers à prendre conscience de l'importance des enjeux des changements climatiques. Dans le même temps, ils s'interrogent sur une part d'inquiétude infondée qui pourrait en résulter et insistent également sur les fortes incertitudes associées aux hypothèses climatiques.

Il est intéressant de s'arrêter ici sur le cas du hêtre, et notamment de se pencher un instant sur un cas particulier : la hêtraie relictuelle du massif de la Sainte-Baume dans le Var. Ce massif calcaire de toute beauté abrite sur sa face nord, une hêtraie,

là où peu de naturalistes l'attendrait. Ainsi peuton lire dans le formulaire de ce site Natura 2000³ que « la hêtraie localisée sur le versant Nord est préservée depuis plusieurs siècles. C'est une véritable singularité forestière ayant fait la renommée du massif ; dans la hêtraie, le faciès à ifs et houx est beaucoup plus fréquent que la hêtraie pure. Par endroits, l'if forme une sousstrate arborescente de 10-12 mètres de hauteur, constituant une véritable forêt d'ifs sous une strate supérieure élevée formée par les hêtres. Ce type de formation est assez rare en France. » Cette forêt de hêtre s'est installée à l'origine, du temps de la dernière glaciation. Comment le hêtre réussit-il à se maintenir dans un tel contexte méditerranéen? D'une part, les conditions y sont particulières. La hêtraie se maintient à l'ombre de la falaise calcaire, en exposition nord. Un microclimat frais et humide y règne encore aujourd'hui (Fig. 8, Fig. 9).

 $^{3 - \}underline{https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/}\\ \underline{FR9301606.pdf}$

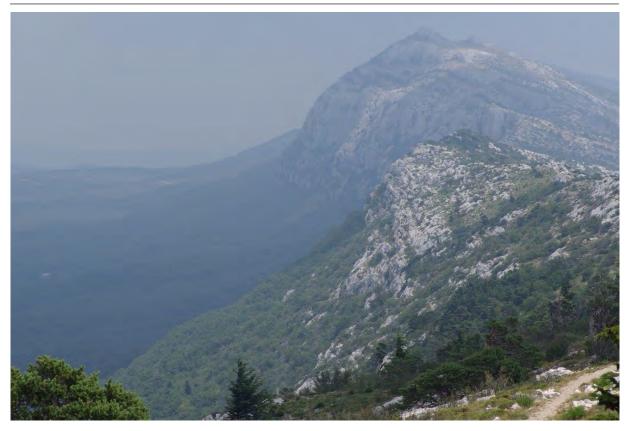


Fig. 8 : La face nord du massif de la Sainte-Baume, à seulement 25 km de Marseille, abrite non seulement une hêtraie relictuelle mais également tout un cortège d'espèces d'affinité montagnarde. Cliché : Ph. Gourdain.



Fig. 9 : Hêtre (à gauche) et Lys martagon (*Lilium martagon* L. 1753), d'affinité montagnarde (à droite), sur la face nord de la Sainte-Baume. Clichés : Ph. Gourdain.

Elle a, par le passé, été miraculeusement préservée de la hache des hommes. Cette hêtraie est tellement exceptionnelle qu'elle a d'ailleurs reçu par l'ONF le label de « forêt d'exception »⁴.

D'autre part, sa position en ubac évite une sécheresse trop importante en été et il semblerait qu'un microclimat auto-entretenu par la forêt ellemême permette des précipitations suffisantes au maintien de la hêtraie. Ainsi, les précipitations y atteignent 900 à 1 000 mm par an contre 530 mm à Marseille, qui est à peine à 30 km de là (d'après Chalvet, 2013). Ce cas particulier est à remettre en relation avec les écrits plus haut. En résumé, il n'y a pas seulement des forêts en un endroit donné parce qu'il pleut, mais il pleut parce qu'il y a des forêts!

Il faut donc mettre en perspective le fait que, *globalement*, le climat dans le bassin méditerranéen n'est plus favorable au hêtre depuis près de 10 000 ans. Pourtant, celui-ci continue de s'y maintenir dans de petites « poches » bien particulières comme la face nord de la Sainte-Baume, et c'est aujourd'hui un élément qui confère une grande originalité à son massif forestier.

Des données du réseau européen de suivi des dommages forestiers (RENAUD & NAGELEISEN, 2005) montrent par ailleurs que le hêtre, s'il présente une sensibilité certaine au manque d'eau, apparaît toutefois comme une essence capable d'une récupération rapide et très importante, ne subissant que des mortalités très limitées. Certes des mortalités localisées peuvent passer au travers des mailles d'un tel réseau de surveillance. Récemment encore, des cas de dépérissements de hêtres ont été répertoriés, notamment en région Bourgogne-Franche-Comté suite à trois sécheresses estivales consécutives et particulièrement intenses: 2018, 2019 et 2020 (DSF - DRAAF, 2020). Il ne faut cependant pas prêter à cette essence une sensibilité aussi forte qu'on aurait pu le penser.

Concernant la fructification puis la germination des faînes (Fig. 10, Fig. 11), il a été récemment proposé que les changements climatiques pouvaient affecter ces étapes déterminantes pour la régénération des hêtraies, en particulier en contexte de plaine (voir par exemple WALBOTT & al., 2018). Ainsi cette publication mentionne que « le taux de germination de faînes de Fagus vernalisées est amélioré par des températures relativement chaudes (20°C), mais bloqué de

manière réversible sous contrainte thermique (27°C). Le taux de croissance relatif des plantules de *Fagus* est plus important en conditions tempérées que chaudes. » La même étude souligne qu'il est « possible que les augmentations de température prévues dans les années à venir n'affectent que peu la germination si les précipitations du printemps demeurent suffisantes. Néanmoins, la diminution prévue des précipitations en été après la germination des faînes risque d'avoir un fort impact sur les juvéniles, très sensibles à une trop forte sécheresse. » Cela nécessite toutefois d'être confirmé par de nouvelles études.

Nous pouvons aussi retenir les résultats de deux études qui apportent des éclairages à propos de la fructification du hêtre. D'une part, l'étude de REZENDE MAZZELLA (2007), dont les conclusions, à propos des facteurs climatiques, sont les suivantes : les gelées tardives d'avril agissant sur la floraison ont un effet néfaste. A l'inverse, il y a un effet positif du gel d'octobre sur la fructification. Les paramètres climatiques moyennés utilisés dans cette étude n'expliquent qu'une petite partie de la variabilité (11,5%) de la fructification, contrairement aux paramètres de type « peuplement ». Les hivers plus rudes et plus secs permettent certainement une meilleure protection des graines, une dormance et une conservation de la capacité germinative élevées, ces dernières étant peut-être moins sujettes aux attaques de pathogènes.

D'autre part, Lebourgeois & al. (2019), se sont intéressés à la fructification du hêtre et du chêne en France en considérant le rôle des températures, du pollen et du bilan de carbone. Les conditions climatiques analysées concernaient la période 1994 - 2007 à partir de 48 peuplements du réseau RENECOFOR répartis sur tout le territoire de France continentale. Cette seconde étude relève une production moyenne de fruits pour le hêtre de l'ordre de 174 kg/ha/an (soit un nombre supérieur à 1 million de faînes) et suit un rythme bisannuel très net. Un fort synchronisme des faînées a été observé entre les peuplements étudiés, malgré des distances importantes entre les sites d'étude (parfois plus de 1 000 km et une distance moyenne d'environ 550 km entre les peuplements étudiés). Il résulte également de cette étude que la production dépend très fortement des écarts de températures estivales entre les années. Ainsi, plus l'écart de températures entre les deux étés précédant la fructification est élevé plus celle-ci sera forte. À ce titre, la faînée quadruple quand l'écart thermique passe de 0 à + 4 °C (100 contre 400 kg/ha/an).

^{4 -} https://www.lamarseillaise.fr/culture/la-sainte-baume-foret-d-exception-FGLM072421



Fig. 10 : Détail d'un rameau de hêtre (feuilles et cupules de faînes). Cliché : Ph. Gourdain.



Fig. 11 : Germination d'une faîne, ici dans le massif de la Chartreuse (38). Cliché : Ph. Gourdain.



Fig. 12: Chênaie-hêtraie dans le secteur de l'Allée des Vaches et du Bas Bréau à Barbizon. Cliché: Ph. Gourdain.



Fig. 13 : Hêtraie dans la réserve biologique intégrale du Gros Fouteau. Cliché : Ph. Gourdain.

Nous l'avons vu, la documentation, par la mise en œuvre de travaux de recherche et la constitution de bases de données dédiées, est un point important pour mieux analyser, comprendre et, le cas échéant, agir sur les effets des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers. Ainsi, la création d'une base de données par l'INRAE pour comprendre l'adaptation des hêtres au changement climatique doit être saluée (INRAE, 2018).

Ainsi, vouloir par exemple couper tous les hêtres du massif de Fontainebleau dans un avenir proche au motif qu'ils risqueraient un jour de ne plus être adaptés au climat local, serait une erreur patente. Ce n'est d'ailleurs pas la recommandation qui est portée globalement par les réseaux de surveillances et par les experts qui appellent davantage à une quantification spatiale des dépérissements, un suivi des trajectoires de récupération ou de dégradation des hêtres selon la sévérité des symptômes initiaux et à une identification de facteurs de vulnérabilité (stationnels, sylvicoles, etc.). Compte-tenu de la diversité des reliefs et sols dans le massif de Fontainebleau, une essence comme le hêtre pourrait continuer à y trouver encore longtemps sa place, que ce soit dans des poches relictuelles

ou plus largement, en plus d'y conserver toute la guilde des espèces faunistiques, floristiques et fongiques associées. La préservation de tels boisements pourrait très certainement conférer, dans les décennies et les siècles à venir, une originalité toute particulière à ce massif forestier. Il pourrait en être ainsi de secteurs comme la réserve biologique intégrale du Chêne brûlé à Franchard, la « Fosse à Rateau », le secteur du « Bas Bréau » près de Barbizon (Fig. 12), la face nord de la réserve biologique du Gros Fouteau (Fig. 13), ou encore le secteur des gorges d'Apremont (Fig. 14).

Les données et observations sur le cas précis de Fontainebleau / Trois Pignons

A Fontainebleau, il semble crucial, pour la bonne compréhension de l'évolution potentielle de la forêt, de retracer quelques faits historiques quant à l'évolution naturelle de l'écosystème, puis la conduite de la gestion forestière. Car les paysages de cette forêt ont profondément évolué au cours du temps. Sans prétendre à décrire précisément l'évolution du massif de Fontainebleau au cours des derniers siècles, il est cependant intéressant de préciser quelques points.



Fig. 14: Hêtre en forêt de Fontainebleau, dans le secteur des gorges d'Apremont. Cliché: Ph. Gourdain.

Les végétations ont évolué ici comme partout au gré des climats qui se sont succédés. L'homme a aussi joué un grand rôle depuis l'avènement de la culture néolithique en conduisant des défrichements et des exploitations du bois pour ses usages. Finalement, il faut bien reconnaître que les milieux forestiers se sont maintenus pendant plusieurs milliers d'années avec des densités importantes et dominant largement les paysages en France et dans le reste de l'Europe, tant que l'homme n'eut pas entrepris de défricher (voir par exemple Feiss, 2016). On peut considérer que les peuplements forestiers étaient dominants en France de -14 000 Before Present (BP) jusqu'à la fin du subboréal (2 791 BP).

Lemée (1990) précise que « l'état actuel de hêtraie [dans le massif de Fontainebleau] a été atteint après une longue succession forestière depuis la fin de la dernière glaciation ». L'étude palynologique de Roux (1967), indique par ailleurs que des essences comme le tilleul (*Tilia* spp.) et le noisetier (*Corylus avellana* L., 1753) ont été présentes dans des proportions très variables au cours des siècles ce qui « traduit un mouvement de balancement entre des formations forestières à grands feuillus, type chênaie mixte (ici à tilleul dominant), et des formations plus ouvertes où le noisetier peut s'étendre.

Deux ordres de faits peuvent déterminer un tel mouvement de balancement : changements climatiques d'une part (climatiques au sens strict, ou édaphiques liés au climat), intervenant au sein d'une population végétale en état d'équilibre dynamique, activité humaine d'autre part. » Lemée (1990) retient que ces éléments « obligent à admettre l'existence de vastes tillaies au Subboréal. Remplacé au Subatlantique par le chêne, le tilleul ne disparut cependant pas entièrement, comme le laisse penser le nom même de la réserve biologique de la tillaie. » Ensuite, la période du Moyen Âge voit favoriser le chêne en forêt de Bière en raison de ses multiples usages. La chênaie ouverte à graminées était sans doute soumise alors au pâturage et au pacage par les porcs.

Lemee (1990) encore, qualifie le frêne, l'érable champêtre (*Acer campestre* L.), le bouleau (*Betula verrucosa* Ehrh.) et le pin sylvestre, d'essences « opportunistes » ou « nomades », à apparition sporadique dans la strate arborescente.

Au XVIIème siècle, Fontainebleau était, comme la plupart des forêts françaises, surexploitée. La densité des boisements était relativement lâche et moins de 20 % de la superficie du massif était boisée sous Louis XIV (d'après AFF, 2020). De nombreux

espaces étaient maintenus ouverts, notamment par pâturage. La carte de Cassini (Fig. 15) représente assez bien cette situation.

Il est intéressant de noter ici que le pin sylvestre s'est possiblement maintenu de façon indigène à Fontainebleau au moins jusqu'à l'âge du fer (Lemée, 1981; Doignon, 1980). Couderc (1985) s'appuyant sur différents graphiques palynologiques, considère qu'en fait son maintien paraît probable en des stations très isolées du Bassin Parisien. Le pin sylvestre commence à régresser au profit des feuillus au Boréal (de 7 500 à 5 500), puis régresse nettement à l'Atlantique (5 500 à 2 000 BC) pour quasiment disparaître au subboréal (2 300 à 800) à quelques localités près (Couderc, 1985).

Ce n'est qu'au XVIIIème siècle qu'il est largement replanté par les forestiers. En 1716, plus de 6 000 ha sont boisés puis 6 000 autres, principalement en pin sylvestre en 1830 (ONF, 2021).

Au XIXème siècle, les peintres de l'école de Barbizon critiquaient déjà les plantations de résineux, les accusant de dénaturer les paysages, lesquels ont été profondément modifiés par le pin sylvestre (Fig. 16). En 1837, 3 000 ha de forêt avaient déjà été plantés en résineux. Sous la pression des peintres une « réserve artistique » est finalement créée par décret impérial le 13 avril 1861, puis progressivement étendue. Dans l'ouvrage *Paysages Territoires* (2002), Philippe Bruneau de Miré revient sur l'introduction du pin sylvestre dans la région, en commençant par retracer le sort fait aux réserves artistiques, lesquelles représentaient près de 1 700 ha en 1892, soit 10% du massif :

« En 1970, elles ont été déclassées, et reversées dans la gestion classique ; seuls 400 ha de ces réserves artistiques sont restés protégés au titre des réserves biologiques, c'est-à-dire, à peine plus de 2% de la superficie de la forêt domaniale. [...] Il y a des îlots forestiers d'espèces hautes, entourés d'une forêt de houx, vestige du Miocène. Ici les hêtres dominent, il y a trop d'ombre pour les chênes [...] ici la forêt n'est pas dense. Dans les plantations, en pratiquant la sylviculture, on peut obtenir des densités bien plus élevées, mais cela n'a plus rien à voir avec une forêt naturelle. [...] Le pin a été introduit ici sous Louis-Philippe, et on a continué à le planter sous Napoléon III et jusqu'à la seconde guerre mondiale. Depuis le plan d'aménagement de 1970, l'ONF a reboisé les parties découvertes et s'est attaqué aux réserves artistiques qu'on avait réussi à sauver pendant la guerre. »



Fig. 15: Extrait de la carte de Cassini (XVIIème siècle) pour le secteur de Fontainebleau. Les secteurs figurant en vert clair correspondent à des milieux de landes au centre du massif et à des marais au sud, à proximité de Bourron-Marlotte. Les lentilles de couleur crème correspondent à des reliefs (bancs de grès, etc.). Source: https://remonterletemps.ign.fr/



Fig. 16: Autour de la plaine de Chanfroy, le pin sylvestre a colonisé la majeure partie de l'espace, comme dans beaucoup de secteurs de la forêt de Fontainebleau. Cliché: Ph. GOURDAIN.

Philippe Bruneau de Miré s'est également insurgé contre les modifications profondes que les pins, aujourd'hui largement implantés dans les paysages de Fontainebeau, font subir aux milieux : « la litière des pins est lessivée par la pluie qui ruisselle et dissout progressivement le calcaire ; l'acidification des sols qui en résulte favorise l'installation de la fougère aigle dans l'ombre de laquelle plus rien ne pousse, aucun recrû forestier. »

Lorsqu'il m'a été donné l'occasion de relire le plan d'aménagement forestier rédigé par l'ONF (version du 20/11/2015) pour la période 2016-2035, j'ai pu constater que le pin sylvestre n'était pas non plus toujours très noblement considéré par les forestiers : « Cette essence a toujours été plus ou moins considérée comme un pis-aller, une essence frugale capable de valoriser des sols impropres à la sylviculture des feuillus, et devant être cantonnée aux endroits incapables de porter un peuplement feuillu complet. » L'ONF est également conscient de l'opinion qui est réservée aux plantations résineuses évoquant une « réaction quasi épidermique » qui n' « encourage guère cette option. »

Ce plan d'aménagement forestier est également instructif sur la vision de l'ONF par rapport à la problématique du changement climatique et de ses effets. Ainsi pouvait-on lire dans un tableau faisant la synthèse des « menaces et autres éléments imposant des mesures particulières » que 1 070 ha étaient référencés avec « présence d'essences peu adaptées au changement climatique : cette surface correspond à celle des hêtraies pures ou presque, considérant que le hêtre, déjà généralement d'un état médiocre, n'a guère sa place à long terme selon les effets attendus du changement climatique. » A croire que le « choc visuel » lié aux modélisations de la place du hêtre sur le territoire, cité plus haut, a fait son effet. Même si l'ONF reconnait un peu après que la nature des sols est largement déterminante et qu'une sylviculture de grande production est ici illusoire. Ainsi pourra-t-on lire un peu plus loin dans ce document que « le hêtre s'accommode bien de la pierrosité, mais à l'instar des autres essences, n'atteint jamais de grosses dimensions. Si on peut lui préférer d'autres essences, la potentialité faible invite toutefois à modérer les investissements. »

Il me semble pour ma part, au regard des éléments présentés plus haut, que le hêtre a probablement des ressources et un avenir en forêt de Fontainebleau, au moins en certaines localités, et qu'il conviendrait de le réinscrire dans les essences d'intérêt pour ce massif. Certes, la question des « risques éventuels liés aux changements climatiques » sont évoqués

dans le plan d'aménagement forestier, pour les peuplements en place, mais seulement en termes de risques de déficits hydriques. Or la question du risque lié aux changements climatiques est loin de pouvoir se résumer à ce seul aspect comme nous l'avons vu plus haut.

Cela peut sembler plus surprenant, mais il est suggéré dans ce document que le chêne pubescent (Fig. 17), pourtant adapté à des climats chauds et secs, des déficits hydriques et la pleine lumière, montre « des états sanitaires localement très dégradés, ce qui poserait la question de sa future place dans le cadre du changement climatique. » L'ONF reconnaît toutefois que la nature des sols, souvent qualifiée d'« ingrate », ne facilite pas un état sanitaire optimum des peuplements. Il faut également souligner que le chêne pubescent se plaît sur des sols franchement basiques, ce qui n'est pas la tendance prédominante à Fontainebleau.

Ainsi, dans les essences forestières présentes mais non retenues comme essences « objectifs » pour Fontainebleau, sont notées, le chêne pédonculé (*Quercus robur* L., 1753), le hêtre, le sapin de Douglas et l'épicéa, du fait de leur faible adaptation aux sols secs et filtrants et aux risques forts eu égard aux effets attendus du changement climatique.

En tout état de cause, vouloir à tout prix faire de Fontainebleau une forêt « rentable » sur le plan sylvicole est probablement illusoire, eu égard aux conditions difficiles que nous avons déjà évoquées ; c'est sans doute, qui plus est, une erreur stratégique patente pour un territoire qui trouve une « rentabilité » dans son attractivité, laquelle est directement dépendante des paysages typiques du massif.

Un exemple parmi d'autres de l'intérêt pour Fontainebleau peut être cité ici. Il est relaté dans un ouvrage de Sylvain Tesson (2012): « Robert Paragot, octogénaire granitique, est un mythique alpiniste des années 1950-1970, compagnon de grimpée de Lucien Berardini. Il fut l'auteur de la première voie de la face sud de l'Aconcagua et du pilier ouest du Malaku et donna à des générations entières de grimpeurs l'envie de connaître le bonheur de la cordée. Quand je lui demande ce qu'il retient de son incroyable vie d'aventure, je m'attends à recueillir le récit d'une bataille farouche sur une arête glacée ou de l'exploration dangereuse d'un versant inconnu. Réponse : « Rien ne m'a plu autant que de marcher au petit matin sur les chemins de la forêt de Fontainebleau. » On court le monde pour chercher ce qu'on avait sous les yeux, hic et nunc. »

Revenons-en au plan d'aménagement forestier. Il est intéressant également de relever dans ce document les éléments suivants, en lien avec l'évolution du climat : « Si des essences déjà présentes, autochtones ou subspontanées (chêne pubescent, châtaignier (*Castanea sativa* Mill., 1768) etc.), pourraient répondre à quelques situations, l'expérimentation d'essences actuellement absentes serait pertinente, d'autant que ces forêts aux sols particulièrement secs et filtrants apparaissent comme des sentinelles particulièrement exposées si la fréquence des épisodes secs devait s'accroître. »

Nous reviendrons un peu plus loin sur la question de l'introduction d'espèces et sur les risques que cela peut comporter. Car les forestiers, en premier lieu desquels l'ONF, s'orientent de plus en plus vers la solution qualifiée de « migration assistée ». Autrement dit, prendre des essences supposées adaptées aux climats de demain, quelle que soit leur aire d'origine, pour les introduire en un endroit donné. Plus précisément, le terme de « migration assistée » peut recouvrir deux acceptions bien distinctes :

- la première au sens propre du terme consisterait dans l'exemple du massif de Fontainebleau, à « aider » des espèces présentes ici actuellement à se maintenir malgré la hausse des températures et des épisodes secs plus nombreux et plus rudes. Or, les changements attendus dans les 20, 30 ou 50 ans à venir, vont être trop rapides au regard du cycle propre à chaque essence : chêne (170 à 190 ans), hêtre (100 à 150 ans), etc. Si bien que ces espèces n'auraient pas le temps de s'adapter sans intervention humaine. L'idée alors est de renforcer les peuplements avec des plants issus de graines récoltées dans le sud de la France, qui donneront de nouveaux sujets voire des hybrides - génétiquement acclimatés de manière naturelle, mais qui auront fait une « migration assistée » de 600 ou 700 km vers le nord.
- le second sens parfois sous-entendu à la « migration assistée », est celui qui consisterait à importer des essences européennes thermophiles qui n'existent pas à ce jour dans les forêts françaises (ex. chêne de Hongrie (Quercus frainetto Ten., 1813), chêne du Liban (Quercus libani Olivier, 1801) ou chêne de Turquie (Quercus cerris L., 1753)), voire des exotiques lointaines comme certaines essences américaines ; solution extrême qui comporte des risques non négligeables pour les essences autochtones, mais aussi pour la faune, la flore et la fonge, présentes in situ.



Fig. 17: Le chêne pubescent, une essence a priori bien adaptée aux climats chauds et secs. Cliché: Ph. Gourdain.

Il faut aussi préciser ici que ces introductions d'espèces nouvelles ne seront finalement pas retenues dans le plan d'aménagement forestier de 2016-2035 car cela irait à l'encontre des principes énoncés dans la notice de gestion de la forêt de protection... C'est au moins un point qui aurait satisfait le naturaliste érudit qu'était Philippe Bruneau de Miré, et qui s'exprimait en ces termes dans l'ouvrage de Chevrier & Hayon (2002) : « là on voit un cèdre de l'Atlas comme ceux qui ont été plantés au Mont Chauvet, là trois marronniers. Pourtant, il y a de très beaux chênes dans le coin ; quel besoin de les remplacer par d'autres espèces ? C'est incompréhensible. Planter de l'épicéa ici, c'est incroyable! On traite la forêt comme un jardin. On la nettoie, on y plante systématiquement le plus grand nombre d'espèces exogènes. Tout cela ne fait que brouiller la perception qu'ont peut avoir de la forêt. »

Il faut toutefois reconnaitre la lucidité de l'ONF sur le fait que la situation du massif de Fontainebleau en ferait un lieu particulièrement adapté en tant que « sentinelle » vis-à-vis du changement climatique ... pour peu que des moyens adéquats soient mis à disposition d'un observatoire des effets engendrés sur cette forêt.

Revenons-en au pin sylvestre, car nous n'avons pas épuisé le débat à son sujet. Il s'agit d'une espèce d'Europe moyenne et septentrionale, que l'on rencontre aussi en Asie du nord jusqu'en Sibérie orientale. A la limite sud de son aire de répartition, au nord du Moyen-Orient, il n'est présent qu'en montagne. Même s'il est réputé résistant à la sécheresse, son optimum écologique en Europe occidentale figure aujourd'hui dans l'étage montagnard.



Fig. 18: Pins sylvestres morts sur pieds dans le secteur du Bois de Malabri (commune de Maisse. 91), suite aux épisodes de sécheresses de 2020. Cliché: Ph. GOURDAIN.

Faut-il alors s'étonner que l'espèce subisse de grandes pertes dans des sites où elle a été naturalisée (Fig. 18) comme à Fontainebleau, dès lors que le climat se réchauffe et que les sécheresses estivales se font plus intenses? Peut-être pas! Sans compter sur le fait que le pin sylvestre connaît une sensibilité accrue aux incendies. Ce n'est pas un phénomène nouveau, plus de 520 feux ont été par exemple répertoriés en forêt de Fontainebleau entre 1863 et 1902 (cf. MOUTON, 1951). A cette époque, les forestiers considèrent les incendies comme « le fléau majeur de la forêt de Fontainebleau » (SALAÜN, 2017). La situation va conduire les Eaux et Forêts au cours du XXème siècle à se doter de moyens de surveillance et d'intervention pour lutter contre les feux de forêt (Fig. 19). Des études vont également permettre de mieux comprendre les conditions à l'origine de ces départs de feux (Doignon, 1951).

Mais, pour des forêts péri-urbaines telles que Fontainebleau, la Commanderie et les Trois Pignons, où la pression touristique est élevée, le risque incendie pourrait augmenter de façon significative au cours des prochaines décennies. Plusieurs cas d'incendies ont par exemple été relevés ces dernières années : à Noisy-sur-Ecole en août 2020, à Milly-la-Forêt et à Villiers-sous-Grez en juin 2020 (Fig. 19), à proximité du Grand-Parquet en mai 2017, au rocher de Milly en mai 2015, à Noisy-sur-Ecole en juillet 2015, en avril 2014 à la Canche aux Merciers, en septembre 2012

au Rocher Cailleau, etc. Pour la seule année 2018, l'ONF a recensé 31 incendies touchant 7 hectares de végétation.

Si le risque incendie est lié à une concordance de plusieurs facteurs (cf. CARREGA, 2008), qui se conjuguent de mieux en mieux à Fontainebleau, il n'en reste pas moins que la présence marquée du pin sylvestre est probablement un facteur aggravant, eu égard à son caractère très inflammable. Un feu catastrophique nécessite selon Carrega (2008) l'association d'un aléa favorable (mise à feu par temps chaud, sec et venteux, et avec une végétation déshydratée), d'une susceptibilité très forte (végétation inflammable, dense et multi-stratifiée, pentes topographiques, etc.) et d'une vulnérabilité importante (enjeux exposés et difficultés de lutte). L'évolution future des risques incendies semble beaucoup plus dépendante de l'activité humaine que du changement climatique. En effet, le même auteur précise que « l'approche statistique montre clairement une corrélation entre nombre d'éclosions de feux et proximité d'une route ou d'habitations. Ce constat indéniable s'explique par l'occurrence fréquente de mises à feu par imprudence ou volonté, là où se trouvent les hommes. »

La gestion de ce risque à Fontainebleau impliquera donc des moyens de surveillance à la hauteur de l'enjeu, ainsi que la maitrise, ou tout du moins la réduction des facteurs impliqués, dont le caractère inflammable de la végétation fait partie (Fig. 20).



Fig. 19: A gauche, pylône de guet à Franchard. Ces constructions ont été érigées par les eaux et forêts en différents endroits du massif pour lutter contre les incendies dès la première moitié du XXème siècle. A droite, secteur des platières de Coquibus, incendié en juin 2020. Cliché réalisé en mai 2021. Clichés : Ph. Gourdain.

L'évolution des politiques publiques sur les forêts françaises

La gestion des forêts françaises à l'aune des changements climatiques n'est pas un sujet aisé à traiter. Cependant, la question n'a peut-être pas été étudiée avec tout le sérieux qu'elle mériterait sur la scène politique. Il est frappant de mesurer certaines incohérences en la matière. D'un côté, la commission européenne se dote d'une nouvelle stratégie relative à l'adaptation à ces changements climatiques qui (in Boughriet, 2021 (a)), « explique comment l'Union européenne peut s'adapter aux effets inévitables du changement climatique et devenir résiliente d'ici 2050 ». Ainsi cette nouvelle stratégie vise à renforcer les mesures en matière de résilience sur les territoires, de prévention, de préparation, et de gestion des risques. Parmi les options visées par cette stratégie, il est prévu de s'appuyer sur les fameuses « solutions fondées sur la nature ». En clair, séquestrer le carbone (dans les arbres et dans les sols), végétaliser en ville, replanter des haies bocagères, etc. Toujours à la même échelle, la commission européenne vient d'adopter le 16 juillet 2021 une stratégie pour protéger et restaurer les forêts (Commission Européenne, 2021) consciente que « Les forêts sont des alliés essentiels dans la lutte contre le changement climatique et la perte de biodiversité. Elles constituent des puits de carbone et nous aident à réduire les effets du changement climatique [...] ».

D'un autre côté pourtant, les politiques françaises semblent totalement omettre la prise en compte du rôle des forêts vis-à-vis du climat. Un article dans le journal Le Monde du 2 mars 2021 (MOUTERDE, 2021) titrait ainsi « Les forêts, grandes absentes du projet de loi climat et résilience. » Le rapport remis par la convention citoyenne pour le climat faisait pourtant état de plusieurs propositions en la matière : privilégier une gestion forestière sans destruction du couvert forestier, minimiser les replantations de résineux, veiller à mélanger les essences d'arbres plantées, ne pas augmenter la récolte de bois, interdire les coupes rases dans les vieilles forêts, pérenniser l'existence de l'ONF et en renforcer les effectifs... Des propositions jugées « trop difficiles à mettre en œuvre sur le plan législatif » selon le ministère de l'écologie.

Pire, les investissements fossiles, défavorables au climat ont continué d'augmenter en France, tout du moins jusqu'en 2019. Ainsi, en 2019 ces investissements atteignaient 71 milliards d'euros, soit 70 % de plus qu'en 2014 (BOUGHRIET, 2021 (b)). Ces investissements sont essentiellement des achats de véhicules trop émetteurs de CO². Dans le même temps, les ménages, les entreprises et les administrations publiques ont réalisé 48 milliards d'euros d'investissements en faveur du climat. L'Institut de l'économie pour le climat estime qu'il faudrait investir 13 à 17 milliards d'euros supplémentaires.

Faut-il rappeler ici, qu'il s'agisse de canicules « meurtrières » ou de sécheresses « dévastatrices », de forêts décimées ou de côtes érodées par l'élévation du niveau de la mer, que le changement climatique a « déjà de lourdes conséquences en Europe et dans le monde » ? (in Boughriet, 2021 (a)). Les pertes économiques dues aux phénomènes météorologiques extrêmes dans l'UE se chiffrent déjà en moyenne à 12 milliards d'euros par an, estime Bruxelles. Les forêts françaises, qui sont pourtant bien l'un des principaux puits de carbone, pourraient largement contribuer à freiner les effets des changements climatiques. Celles-ci absorbent chaque année près de 20% des émissions françaises de CO2. Elles pourraient sans doute encore en absorber davantage. Mais les ambitions politiques ne sont pas aujourd'hui à la hauteur du défi à relever. Au lieu d'augmenter les moyens des établissements publics, l'année dernière, la suppression de 95 postes a été votée pour l'ONF (FNE, 2021). Le Contrat d'Objectif et de Performance entre l'État et l'ONF récemment adopté ne permet aucunement de prévoir un redressement pérenne de l'établissement, prévoyant pour l'essentiel une réduction importante des effectifs de 475 postes sur 5 ans.

Et les intérêts économiques à court terme semblent parfois primer sur les enjeux d'atténuation des effets des changements climatiques ; quitte à développer des arguments fallacieux. C'est du moins ce qu'affirme Alain Persuy dans un article publié sur le blog « Defi-ecologique.com » (2021). On peut lire dans ses écrits que « le Plan National Forêt - Bois élaboré par le ministère de l'agriculture a décidé de passer de 65 millions de mètres cubes de bois exploités chaque année en métropole, à 90 millions à l'horizon 2050 ... », ce qui aurait pour conséquence une diminution du stock de carbone de nos forêts d'environ 37%! C'est donc un objectif en totale contradiction avec les stratégies de la commission européenne. Mais les productivistes prétendent qu'une forêt exploitée plus jeune stocke plus de carbone qu'une vielle forêt. Ce qui est faux et démontré par un rapport dédié intitulé « Gestion forestière et changement climatique une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation » (Du Bus de Warnaffe & Angerand, 2020). Ce même rapport suggère que les capacités d'absorption de CO2 par les forêts anciennes et matures sont sous-estimées, et promeut un choix explicite de maintenir durablement 25% de la surface forestière française en libre évolution.

Certes, dans le cadre du plan de relance, une enveloppe de 200 millions d'euros a été accordée à la filière bois et forêts. Sur ce total, 150 millions sont consacrés au renouvellement forestier. L'objectif affiché est de planter 50 millions d'arbres d'ici fin 2024 en aidant financièrement les propriétaires forestiers à renouveler et diversifier leurs forêts. On pourrait donc voir d'un bon œil une telle mesure. Sauf qu'une forêt bien gérée ne devrait pas nécessiter de replanter, sauf de façon ponctuelle. En fait, le plan de relance prévoie la reconstitution des peuplements sinistrés, mais aussi la conversion ou la transformation de peuplements « pauvres », sans plus de définitions. Là où le bât blesse, c'est que cela pourrait conduire à de nouvelles plantations en monocultures, alors même que l'on sait la fragilité de tels régimes forestiers face aux changements climatiques.

Sur Fontainebleau précisément, y a-t-il eu des actions concrètes mises en œuvre pour anticiper, suivre et mieux comprendre les effets du changement climatique? Une annonce a été faite en ce sens en septembre 2019 à l'occasion du renouvellement du contrat de projet « Fontainebleau, forêt d'exception ». Les élus ont affirmé, lors de cette cérémonie, soutenir l'ONF face aux défis de l'adaptation des forêts aux changements climatiques, et du renouvellement des peuplements forestiers. Le Directeur général adjoint de l'ONF a alors insisté sur le fait que « Les dérèglements climatiques appellent les forestiers à innover, à diversifier les essences, à accompagner la nature pour produire des forêts plus résilientes. Les forestiers ont besoin du soutien des pouvoirs publics pour relever ces défis ». Une « stratégie paysagère » doit être établie en ce sens à l'échelle du massif. Concrètement ? l'ambition est de généraliser l'utilisation des drones pour mieux lutter contre les feux de forêts, renforcer les actions au service du « nécessaire équilibre forêtgibier, de la protection des sols et de la diversité des habitats en maintenant les milieux ouverts. » Une fois dit ceci, le dernier point saillant qui peut ressortir de ce communiqué est que Fontainebleau aura vocation à « devenir, dans ce contexte du changement climatique, un laboratoire de gestion forestière adaptative ». Que faut-il comprendre derrière ces termes sur les ambitions précises : quelles actions, quels moyens humains, techniques et financiers? Quels changements dans les pratiques sylvicoles? On ne sait pas vraiment. Les seuls éléments qui semblent transparaître au travers des articles de presse et du site Internet de l'ONF, sont les comptages des surfaces de forêt dépérissant du fait des températures estivales anormalement élevées. Ainsi, 100 à 200 ha de forêts seraient morts en 2019 sur les 22 000 ha du massif de



Fig. 20: Les landes du Coquibus, dans le massif des Trois Pignons, font partie des secteurs qui deviennent sensibles aux incendies et aux sécheresses répétées. Cliché: Ph. Gourdain.

Fontainebleau. L'ONF compte actuellement sur la régénération naturelle des forêts, tout en sachant qu'il s'agit d'un processus long, jusqu'à 40 ans pour les pins, et probablement plus du double pour des arbres comme le chêne ou le hêtre.

Quelques propositions pour l'avenir de la forêt de Fontainebleau, la Commanderie et le massif des Trois Pignons

La première des choses, et la plus difficile sans doute à réaliser en de telles circonstances, est de réussir à éviter d'aggraver la situation.

Par des conclusions hâtives, certains forestiers sont en effet tentés de remplacer des essences avant même d'observer des preuves formelles de leur dépérissement. Ainsi est-il envisagé de supprimer le hêtre de nombre de forêts de plaines alors que l'essence se maintient pour l'heure plutôt bien, y compris dans des contextes de sécheresses et de températures extrêmes.

A l'inverse, les forestiers peuvent être tentés d'implanter, là encore à la hâte, des essences dont on vante un peu trop rapidement les vertus face au réchauffement climatique. Il en est ainsi par exemple pour le pin sylvestre, dont on se demande comment les forestiers peuvent encourager son implantation alors même qu'un dépérissement massif des sujets a été observé ces cinq dernières années sur le sud de l'Île-de-France (Fontainebleau, Trois Pignons, Bois de Milly, Bois de Malabri, etc.) et dans la plupart des forêts de plaine en général.

Sur la question de la « migration assistée », qui correspond à « une utilisation des provenances en dehors de leur région d'origine pour enrichir des peuplements potentiellement menacés par le climat futur » (Pierangelo & Ricodeau, 2018), on pourrait se dire qu'il s'agit là d'une réelle bonne idée pour accélérer la capacité de résilience des forêts face aux changements climatiques et pour préserver des génotypes mieux adaptés aux climats de demain. Sauf que, les incertitudes sont encore grandes sur l'évolution du climat à des échelles locales, comme nous l'avons vu précédemment. Les tests effectués dans le cadre d'un programme porté par l'ONF dès 2011, le projet Giono, montre des mortalités exceptionnelles de 90% des nouvelles plantations en 2018. Le projet visait pourtant à « récupérer des semences d'espèces particulièrement menacées par le changement climatique, comme les hêtres et les chênes du massif de la Sainte-Baume (Var) ou de Chizé (Deux-Sèvres) pour les planter plus au nord, dans les forêts de Verdun (Meuse) et Levier (Jura). » (FRICOT, 2021).

Les questions de migrations assistées ont donné lieu à de vifs débats depuis une quinzaine d'années environ entre partisans et opposants à la démarche. Une thèse a d'ailleurs été soutenue à Paris Saclay en 2015 sur le thème de l' « Evaluation de la capacité adaptative des socio-écosystèmes forestiers français face au changement climatique : le cas de la migration assistée » (Sansilvestri, 2015). Son auteure plaide que « malgré une justification

théorique intéressante, l'application de cette pratique a soulevé de nombreuses questions autant éthiques, écologiques, économiques que politiques » et que « les différentes conceptions d'adaptation et de migration assistée (MA) entre les acteurs politiques et les scientifiques représentaient des barrières à l'application de programmes de MA. Ainsi, j'ai proposé une nouvelle conception de la MA, avec un volet écosystémique, permettant de limiter les approches économico-centrées de ces programmes. »

D'autre part, les tenants de cette démarche de migration assistée ne mettent pas toujours en avant les réels objectifs visés. La question qui est en jeu ici n'est peut-être pas tant celle de la sauvegarde des écosystèmes forestiers dont on sait qu'ils vont traverser des changements globaux, mais plutôt la rentabilité économique de la filière bois dans les décennies à venir. Il y a parfois une forme d'hypocrisie sur les intentions réelles de la démarche et une forme d'arrogance exacerbée, sous-entendu que sans l'homme, les forêts seraient incapables de s'adapter.

Privilégier la régénération naturelle

Privilégier la régénération naturelle est sans doute une des solutions les plus simples à mettre en œuvre sur le plan technique mais aussi la plus complexe à préconiser, eu égard au tempérament humain de vouloir toujours intervenir sur son environnement pour tenter d'en maitriser jusqu'à son évolution. La régénération naturelle doit évidemment se fonder sur un diagnostic de terrain suffisamment étayé : quelles sont les essences les plus résistantes face aux évolutions du climat, quelles sont celles qui ont déjà démontré par le passé, sur des sols ou dans des régions soumises à de fortes contraintes, des fortes capacités d'adaptations. Malheureusement, cette voie semble trop peu explorée aujourd'hui. A contrario, la politique actuelle semble largement interventionniste, se portant sur ce qui est qualifié par le Ministère de l'Agriculture comme une « amélioration des peuplements existants » (Ministère de l'agriculture et de L'ALIMENTATION, 2021). Sur une page internet dédiée, sont listés les arrêtés régionaux relatifs aux aides de l'Etat à l'investissement forestier. Il y est notamment questions des « matériels forestiers de reproduction (MFR). » Des conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières y sont également prodigués. Nous allons reparler de ce point un peu après. Pour en revenir aux arrêtés sur les aides à l'investissement forestier et notamment l'Arrêté du 15 juillet 2019 qui concerne l'Île-de-France : celui-ci porte fixation des listes d'espèces et de matériels forestiers de reproduction éligibles

aux aides publiques sous forme de subventions ou d'aides fiscales pour le reboisement et les compensations liées au défrichement. Sur les 48 espèces ou variétés recensées à l'annexe I de cet arrêté, 20 sont des espèces qui figurent en dehors de leur aire de répartition en Île-de-France, sont allochtones, voire sont considérées comme exotiques envahissantes. Ces espèces sont l'aulne blanc (Alnus incana (L.) Moench 1794), le chêne rouge d'Amérique (Quercus rubra L., 1753) (Fig. 21), le chêne vert (Quercus ilex L., 1753), le noyer noir (Juglans nigra L., 1753), le noyer hybride (Juglans x intermedia Carrière, 1865), le noyer commun (Juglans regia L., 1753), l'orme hybride (Ulmus Lutece 'Nanguen'), le robinier faux-acacia (Robinia pseudoacacia L., 1753), le cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica (Manetti ex Endl.) Carrière, 1855) et le cèdre du Liban (Cedrus libani A.Rich., 1823), le sapin de Douglas (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco, 1950), l'If (Taxus baccata L., 1753), le mélèze d'Europe (Larix decidua Mill., 1768), le mélèze hybride (Larix x eurolepis), le pin de Calabre (Pinus brutia Ten., 1811) et le pin de Corse (Pinus nigra subsp. laricio Palib. ex Maire, 1928), le pin maritime (Pinus pinaster Aiton, 1789), le pin noir d'Autriche (Pinus nigra J.F.Arnold, 1785 subsp. nigra), le pin sylvestre (Pinus sylvestris L., 1753), et le séquoia sempervirent (Sequoia sempervirens (D.Don) Endl., 1847), sans parler des différents cultivars de peupliers.



Fig. 21: Chêne rouge d'Amérique. Cliché: Ph. Gourdain.

Comment la plantation de telles essences peut être subventionnée par des deniers publics au mépris de la préservation de la biodiversité et en dépit des connaissances sur le caractère envahissant de certaines d'entre elles comme le robinier ?! Il est permis de s'interroger par ailleurs sur la pertinence de subventionner la plantation d'espèces comme le mélèze d'Europe, d'affinité montagnarde, ou encore du pin sylvestre, dont on vient de préciser à de multiples reprises qu'il s'agit d'une espèce particulièrement impactée par les dernières vagues de chaleur.

Il est mentionné sur le site internet de l'ONF que leurs équipes de recherche « réunies au sein du département Recherche, développement et innovation travaillent sur ce sujet [NDA : du changement climatique] pour accompagner les gestionnaires forestiers vers la sylviculture de demain. » Il serait intéressant de recueillir leur avis sur l'avenir du pin sylvestre en Île-de-France et la pertinence de subventionner sa plantation.

Qu'en est-il également des risques liés à l'utilisation de plants provenant d'origines diverses ? On sait de longue date que nombre de ravageurs forestiers ou parasites ont été importés par l'homme. C'est le cas par exemple du nématode du pin (Bursaphelenchus xylophilus (Steiner & Buhrer, 1934) Nickle, 1970), dont l'aire d'origine supposée est l'Amérique du Nord, qui a été introduit involontairement au Japon où il a infecté près d'un tiers des surfaces enrésinées du pays. Loin de se confiner au Japon, le parasite a colonisé Taïwan et la Corée dans les année 1980, et a été repéré en Europe en 1999 au Portugal, puis en 2007 en Espagne. Même si le réchauffement climatique est un facteur supposé favorisant la dispersion de ce pathogène, la dispersion par l'homme serait de loin le premier facteur expliquant ces invasions (voir par exemple Gu & al., 2006). Autre point, l'introduction d'essences très proches peut conduire à des hybridations et finalement faire courir un véritable danger aux espèces en présence. C'est ce que relate Bartoli (2021) avec le cas du pin de Salzmann (Pinus nigra subsp. salzmannii (Dunal) Franco, 1943), dont il ne restait plus que quelques lambeaux en France continentale, et qui est une espèce très proche du pin noir. Les pins noirs d'Autriche ont été plantés à côté des peuplements résiduels de pins de Salzmann, conduisant à un très fort taux d'hybridation. Un programme de sauvetage de l'espèce est actuellement en cours. Il est par ailleurs intéressant de noter que, toujours selon Bartoli (2021), les MFR qui « permettent la garantie que les graines utilisées par les pépiniéristes proviennent de peuplements de bonne qualité génétique », sont sélectionnées selon des critères phénotypiques basés sur des critères de productivité, donc de forts consommateurs d'eau.

Alors, certes l'arrêté cadrant les aides à l'investissement forestier pour l'Île-de-France stipule que « Tout projet ne retenant pas l'utilisation de MFR de qualité (nature de l'essence, région de provenance ou origine des plants, âge, conditionnement, normes) adaptés aux conditions situationnelles est exclu du champ des aides publiques et des compensations liées au défrichement ». Mais dans le détail, qu'en est-il? Les risques sont-ils vraiment maitrisés ? D'autant plus que les dispositions précisées dans cet arrêté ne s'appliquent pas aux projets expérimentaux. Et si les plants sont sélectionnés dans une logique unique de productivité, pourquoi s'étonner que ces derniers dépérissent en condition de fort stress hydrique?

Favoriser la diversité des essences d'arbres

De l'avis de nombreux professionnels, la meilleure gestion des risques passe par l'application d'une sylviculture irrégulière, continue et proche de ce que l'on observerait à l'état naturel. C'est ce que prône par exemple l'association Pro Silva France sur l'adaptation au changement climatique (GIVORS, 2008): « Ce mode de traitement forme les peuplements les plus stables, les plus résilients, les plus productifs et les plus économes en travaux, en dépenses d'énergie et en intrants. Il mérite donc d'être appliqué le plus largement possible. » On peut lire sur le site du ministère de l'agriculture 5 que « L'ONF identifie aujourd'hui deux leviers de progrès: la densité de peuplement et sa composition. 1- Avec moins d'arbres, plus espacés, la pression exercée par le peuplement sur la ressource en eau diminue, ce qui a pour conséquence d'améliorer le bilan hydrique du végétal. 2- En associant des espèces avec des sensibilités différentes, la forêt augmente sa résilience face à des événements climatiques extrêmes, diminuant ainsi le risque d'une chute brutale de productivité. »

S'appuyer sur la diversité génétique des essences

La diversité génétique ou tout du moins la sélection de plants supposés adaptés aux changements climatiques est un facteur sur lequel les forestiers ont commencé à travailler depuis plusieurs années. L'arrêté du 15 juillet 2019 évoqué plus haut mentionne à ce titre des plants de chêne

 $^{5 - \}underline{https://agriculture.gouv.fr/adapter-les-essences-darbres-} \underline{au\text{-}changement\text{-}climatique}$

sessile et de hêtre de « provenance adaptée à une démarche d'anticipation sur le changement climatique. » En 2009, on pouvait d'ailleurs lire dans les dossiers forestiers de l'ONF que « ayant désormais à faire face à des environnements évoluant très rapidement, les populations d'arbres forestiers peuvent tirer profit de leur niveau élevé de diversité intraspécifique. Elles peuvent ainsi produire une grande quantité de génotypes d'une génération à l'autre et s'adapter plus facilement à des conditions écologiques variables. » Les travaux doivent sans doute être poursuivis sur ce sujet et les retours d'expériences manquent encore sur le succès ou l'insuccès des démarches entreprises.

Mettre en place des observatoires de l'évolution des forêts face aux changements climatiques

Au-delà des observatoires des peuplements « en place », des expérimentations peuvent être conduites pour enrichir les travaux de recherche actuels. Pour ce faire, il est recommandé de s'appuyer sur des méthodes de suivis et des protocoles éprouvés. Des ouvrages spécialisés existent sur le sujet tel que celui publié par Rosa & al. (2011). Dans ce dernier, ils insistent, concernant les méthodes liées au changement climatique, sur la nécessité d'être particulièrement soigné: identification précise du matériel végétal, description détaillée des facteurs édaphiques et climatiques. Des variables supplémentaires susceptibles d'être affectées par les évolutions climatiques peuvent aussi être mesurées : état phytosanitaire, phénologie, etc.

Donner des moyens techniques et humains adaptés pour poursuivre les travaux de recherche sur les effets des changements climatiques et les solutions éventuelles

Les changements climatiques généreront très probablement des déplacements d'aires de répartition concernant potentiellement toutes les espèces, que ce soient des espèces ligneuses, herbacées, animales ou microbiennes. Landmann & al. (2007) rappellent que leur déplacement entraînera la formation de nouvelles combinaisons d'espèces et, donc, l'établissement de nouvelles relations de compétition, de symbiose ou de parasitisme, qui pourront limiter ou favoriser l'extension de certains ligneux. Globalement, l'ensemble des communautés d'espèces pourraient être concernées et il sera pertinent de documenter ces évolutions pour mieux comprendre à l'avenir les nouvelles interactions qui se créeront au sein de l'écosystème bellifontain. L'ANVL aura clairement un rôle à jouer à ce niveau.

La variabilité génétique des essences forestières et le rôle qu'elle pourrait jouer dans l'adaptation aux changements climatiques, sont clairement un axe de recherche à poursuivre. Le programme européen EVOLTREE, piloté par l'INRA Bordeaux (Alberto & al., 2016) vise à identifier les gènes majeurs d'adaptation au climat. Pourquoi ne pas faire du massif de Fontainebleau un site d'étude intégré à ce programme (Fig. 22) ?

L'ONF pourrait également se doter sur Fontainebleau, la Commanderie et les Trois Pignons (et cela vaut aussi pour d'autres massifs voisins), d'une cartographie fine des réserves en eau des sols. Un tel outil compléterait utilement la connaissance du terrain pour gérer au mieux les peuplements forestiers dans la perspective d'évolution des conditions climatiques. A ce titre, un travail a été initié dans le cadre d'un stage de Master piloté par la chambre d'agriculture de Seine-et-Marne en 2011 (VAUTHIER, 2011) et fondé sur des données disponibles dans la base de données « DoneSol ».

S'appuyer sur les travaux engagés sur d'autres territoires pour permettre une meilleure adaptation des forêts aux changements climatiques

Pour augmenter les chances de succès, il est nécessaire de s'appuyer sur les expérimentations en cours pour une meilleure adaptation des forêts aux changements climatiques. Par exemple, le Parc Naturel Régional (PNR) des Pyrénées-ariégeoises s'est engagé en 2018 dans le programme life « ARTISAN » qui vise à faciliter l'adaptation aux changements climatiques. Dans ce cadre, le parc a pour ambition « d'accroître la résistance et la résilience des forêts du territoire pour limiter au maximum les dépérissements et éviter les mortalités massives. »

Ils s'appuient pour cela sur les données scientifiques (THOMPSON & al., 2009) qui soutiennent fortement la conclusion que la capacité des forêts à résister au changement ou à se régénérer à la suite de perturbations dépend de la biodiversité à multiples (peuplement, paysage, écosystème, biorégionale) et au niveau de tous les éléments (gènes, espèces, communautés). Le PNR des Pyrénées-ariégeoises observe que « malgré cela, les solutions plébiscitées à l'heure actuelle par les professionnels de la forêt sont plutôt de nature à artificialiser fortement le milieu. Elles consistent à récolter plus ou moins rapidement le peuplement en place, à nettoyer la parcelle (dessouchage éventuel, andainage), puis à planter une essence jugée plus adaptée au climat futur. Cette essence est généralement allochtone, issue d'une zone



Fig. 22: Hêtre aux couleurs automnales dans la RBI du Gros Fouteau. Cliché: Ph. Gourdain.

géographique plus méridionale. » Les observations du PNR visent juste, c'est exactement ce que nous venons d'observer des aides à l'investissement forestier en Île-de-France.

Il est également intéressant de constater que ce PNR a identifié dans son projet, les freins à l'emploi de solutions fondées sur la nature en forêt. Ils sont de plusieurs ordres :

- « Freins techniques : les modes opératoires des solutions fondées sur la nature ne sont pas clairement définis. La science énonce des grands principes qui doivent guider le sylviculteur, mais ne donne pas de réponse précise et concrète à un problème donné. Il convient donc de créer les référentiels techniques adaptés aux situations de terrain rencontrées par les gestionnaires forestiers.
- Freins humains: les professionnels forestiers mobilisent des techniques qu'ils ont déjà éprouvées et qui sont mises en œuvre par leurs pairs. Elles correspondent généralement aux techniques qu'ils ont apprises lors de leur formation initiale. Adopter des solutions fondées sur la nature implique un changement de pratiques pour aller vers des techniques qu'ils ne maîtrisent pas et dont ils ne peuvent

pas avoir mesuré les résultats sur le terrain puisqu'elles ne sont pas ou peu mises en œuvre pour l'instant. Il convient donc d'accompagner spécifiquement les changements de pratiques chez les professionnels du secteur, en mettant en place des chantiers démonstratifs et en travaillant sur des indicateurs de résultats tangibles. Il faut aussi créer un environnement qui permette aux professionnels de faire évoluer leurs pratiques en étant compris : sensibilisation des usagers, des élus et des autres professionnels.

- Freins financiers: les subventions publiques existantes dans le domaine forestier soutiennent essentiellement les interventions lourdes en forêt, jugées plus efficaces et coûteuses. A côté, les solutions fondées sur la nature, bien que plus économiques, ne sont généralement pas ou peu aidées, voire les dispositifs prévus sont mal adaptés et ne peuvent pas être mobilisés.
- Freins réglementaires: pour protéger les forêts, le code forestier prévoit qu'après une coupe la reconstitution du peuplement doit intervenir dans un délai de 5 ans. Dans certains cas, cette disposition sera un point bloquant à la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature. »

Ainsi, le PNR des Pyrénées-ariégeoises envisage des actions qui permettraient de progresser et de supprimer les freins précités : réalisation de chantiers pilotes ; identification et suivi d'indicateurs parlants et pertinents pour évaluer les résultats des chantiers sous les angles production et/ou protection, adaptation au changement climatique, paysages et biodiversité ; rédaction de référentiels technico-économiques ; accompagnement du changement des pratiques chez les professionnels ; diffusion locale des résultats, sensibilisation et communication.

S'associer avec les acteurs compétents pour anticiper les évolutions du climat plutôt que de les subir

Comme le PNR des Pyrénées-ariégeoises, il est souhaitable de s'associer à des structures compétentes et motivées par une prise en compte raisonnée des changements climatiques. Ces acteurs pourraient être, outre l'ONF, le CRPF, la Chambre d'Agriculture, l'Institut pour le Développement Forestier, les associations de développement forestier et associations de protection de l'environnement, l'association Prosilva, l'INRAE, le CESBIO, etc.

Pour conclure

Nous venons de voir au travers des éléments relatés dans cet article que le sujet de l'avenir des forêts face aux changements climatiques est loin d'être épuisé. Si les forestiers tâtonnent encore sur ces questions, on peut au moins leur reconnaître le mérite de s'y pencher avec une assiduité croissante ces dernières années. Preuve en est, le nombre d'articles sur le sujet est foisonnant, y compris au cours des derniers mois (voir par exemple : BOUCHAUD, 2021).

Plus globalement, les réponses aux changements climatiques ne peuvent être uniformes en tout point du territoire français, et à fortiori au sein même du massif de Fontainebleau, Trois Pignons et la Commanderie. Apporter des méthodes de gestion et de régénération homogènes à l'échelle de ces massifs équivaudra indubitablement à faire peser des risques supplémentaires sur l'avenir de la filière bois et à faire régresser la diversité des paysages, des habitats et donc la biodiversité qui y est associée. Comme dans bien d'autres domaines, la diversité des approches et surtout la diversification des essences dans les massifs forestiers sont à promouvoir pour espérer accroitre la résilience des milieux forestiers face aux changements climatiques.

Ainsi, il convient de permettre à la forêt de se régénérer par elle-même lorsque c'est possible, de se prémunir contre les préjugés selon lesquels par exemple, la hêtraie n'aura bientôt plus sa place dans un massif comme celui de Fontainebleau. Il convient aussi de mener une action prudente et réfléchie en matière de régénération ou d'orientation des sélections d'essences forestières. Cette action doit se baser autant sur le corpus de connaissances accumulées sur la biologie et l'écologie de ces essences que sur les observations des comportements desdites essences sur le terrain face aux changements globaux. Il n'est pas exclu, une fois de plus, que la nature nous surprenne par sa capacité d'adaptation.

La question qui se pose pour l'avenir des forêts face aux changements climatiques n'est pas tant celle de la pérennité des forêts elles-mêmes et de la biodiversité qu'elles hébergent; le sujet est plutôt de définir une stratégie cohérente qui certes, laisse la place à une économie de production forestière, mais qui se penche sincèrement et sur des bases scientifiques robustes, sur le maintien de services écosystémiques en premier lieu desquels le stockage de carbone. Les forêts doivent également rester des lieux de préservation de la biodiversité,

de loisirs, de détente et d'apprentissage. A ces titres, la forêt de Fontainebleau tient une place particulière de part sa proximité à la Capitale. Il n'est plus temps de raisonner la forêt en termes de « monoculture ». Ce type de gestion sylvicole expose assurément les forestiers, plus encore aujourd'hui, à de très grands risques pour le maintien de forêts en bonne santé.

Ne soyons pas naïfs, les changements climatiques auront indéniablement des incidences sur l'industrie du bois et sur l'état sanitaire des boisements dans les décennies à venir. Mais rappelons–nous aussi que le remède est parfois pire que le mal et que l'usage de chaque remède doit reposer sur une connaissance éclairée de la situation.

A l'aune des éléments présentés ci-dessus, il semble que le regard que nous pouvons porter sur les forêts face aux changements climatiques, est un regard encore bien juvénile. Poursuivre les travaux de recherche, de mise en place d'observatoires de la forêt, partager les retours d'expériences sur les tentatives de régénération et sur les sélections d'espèces, de phénotypes ou de génotypes, est un préalable indispensable avant de prendre de grandes orientations pour les forêts « de demain ».

Enfin, mener à bien les actions précitées, nécessite des moyens financiers et humains en adéquation avec l'ampleur du défi. Force est de constater ici que les politiques publiques, quand elles ne sont pas incohérentes, manquent encore d'ambitions et que les discours sont trop peu suivis d'effets.

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Louis Albesa pour sa relecture attentive et ses recommandations avisées. Merci également à Océane Roquinarc'h qui a assuré la mise en page de cet article. Ce travail peut sembler ingrat mais il est, ô combien essentiel pour en rendre la lecture des plus agréables.

Bibliographie

[AFF, 2020. « Histoire : une forêt en partage » [archive], (Association des amis de la forêt de Fontainebleau), sur <u>aaff.fr</u> (consulté le 18 septembre 2020)]

[Alberto F. J., Altken N. S., Alía R., Gonzalez Martinez S. C., Hänninen H. & al., 2016. Potential for evolutionary responses to climate change - Evidence from tree populations. Evolution of trees and forest communities, PG Edition, 175 p. hal-01606957]

AVISSAR R. & WERTH D., 2005. Global hydroclimatological teleconnections resulting from tropical deforestation, *J. Hydrometeorol.*, **6**: 134–145.

[Badeau V., Dupouey J.-L., Cluzeau C., Drapier J. & Lebas C., 2004. Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières françaises. *In* Rapport final, CARBOFOR. Séquestration decarbone dans les grands écosystèmes forestiers en France: quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles. Volet D1. Programme GICC, INRA Bordeaux: 101-111. http://www.nancy.inra.fr/extranet/com/carbofor/carbofor-D1-resume.htm]

BARTOLI M., 2021. Les sylvicultures du XVIIème au XXème siècle ont-elles déformé la biodiversité des forêts ? *Humanité & Biodiversité* – Spécial forêt et biodiversité, 6 : 14-24.

[Bastit & Brunette, 2021. Sécheresses, incendies et maladies: les risques en cascade qui menacent les forêts françaises. 21 avril 2021. *The Conversation*. https://theconversation.com/secheresses-incendies-et-maladies-les-risques-en-cascade-quimenacent-les-forets-françaises-157448]

[Bouchaud F., 2021. Forêts: ces nouveaux outils sculptés par les professionnels pour s'adapter au changement climatique. Actu-Environnement.com 30 juin 2021. https://www.actu-environnement.com/ae/news/forets-nouveaux-outils-sculptes-par-professionnels-pour-adapter-au-changement-climatique-37815.php4#xtor=ES-6]

[BOUGHRIET R., 2021 (a). Climat: l'Union européenne se dote d'une nouvelle stratégie d'adaptation. 5 mars 2021. Actu-environnement.com. https://www.actu-environnement.com/ae/news/climat-commission-europeenne-strategie-adaptation-resilience-comite-21-haut-conseil-climat-37155. php4#xtor=ES-6]

[BOUGHRIET R., 2021 (b). Les investissements fossiles, défavorables au climat, continuent d'augmenter en France. 12 mars 2021. Actu-environnement. com. https://www.actu-environnement.com/ae/news/I4CE-panorama-investissements-climat-france-energie-fossile-voitures-snbc-37192.php4#xtor=ES-6]

[Carrega P., 2008. Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution. Freddy Vinet. Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution., Sep 2008, Montpellier, France. Actes des colloques de l'AIC, 21 : 11-23. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00470225/document]

[Chalvet M., 2013. La forêt domaniale de la Sainte-Baume: un espace exceptionnel et protégé en Provence. Les Cahiers de Framespa, 13. https://journals.openedition.org/framespa/2250]

[Chambers J. Q. & Artaxo P., 2017. Deforestation size influences rainfall. *Nature Clim Change* 7: 175–176. https://doi.org/10.1038/nclimate3238]

CHEVRIER J.-F. & HAYON W., 2002. Paysages Territoires – L'Île-de-France comme métaphore. Ed. Parenthèses. 428 p.

[CIRES & NOAA, 2014. Time history of atmospheric carbon dioxide. https://www.youtube.com/watch?v=UatUDnFmNTY&abchannel=CIRESvideos]

[COMMISSION EUROPÉENNE, 2021. Pacte vert pour l'Europe : la Commission propose une nouvelle stratégie pour protéger et restaurer les forêts de l'UE. https://ec.europa.eu/france/news/20210716/nouvelle strategie forestiere-europeenne_fr]

COUDERC J.-M., 1985. Recherche sur l'indigénat des pins dans les forêts du Centre-Ouest de la France. *In*: Norois, **125** : 101-113.

Département de la Santé des Forêts, 2019. La lettre du DSF : Spéciale sécheresses. 54 . 8 p.

[Département de la Santé des Forêts - Pôle Bourgogne - Franche-Comté - DRAAF, 2020. Dépérissements de hêtres en Bourgogne-Franche-Comté - Point de situation à l'automne 2020. 15 p. https://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/Deperissements-de-hetres]

Doignon P., 1980. Sur la persistance indigène du pin sylvestre à Fontainebleau depuis le Tardiglaciaire, *Bull. Assoc. Natur. Vallée du Loing* **55** (5-8): 63-70.

[Doignon P., 1951. Facteurs météorologiques conditionnant les incendies en forêt de Fontainebleau. *Revue Forestière Française*, **5**:349. http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/22321]

[Du Bus de Warnaffe G. & Angerand S., 2020. Gestion forestière et changement climatique – une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation. 84 p. https://www.fern.org/fr/ressources/forest-management-and-climate-change-a-new-approach-to-the-french-mitigation-strategy-2078/]

FEISS TH., 2016. Histoire et dynamique des forêts anciennes du nord de la France par l'étude des archives du sol. Approche méthodologique et statistique de la pédoanthracologie. Biodiversité et Ecologie. Université de Picardie Jules Verne.

FNE, 2021. Se donner les moyens de la transition écologique dans le PLF 2022 – Contribution de France Nature Environnement. 4 p.

[Fricot P., 2021. Sauver les forêts françaises du changement climatique grâce à un « migration assistée ». Novethic. 21 mars 2021. https://www.novethic.fr/actualite/environnement/biodiversite/isr-rse/bonne-nouvelle-sauver-les-forets-du-changement-climatique-avec-le-projet-giono-149649.html]

Frontier S., Pichod-Viale D., Leprêtre A., Davoult D. & Luczak Ch., 2004. *Ecosystèmes – Structure, fonctionnement, évolution*. Ed. Dunod, Malakoff, 549 p.

Givors A., 2008. Avis de Pro Silva France sur l'augmentation de la récolte de bois en France et sur la gestion des risques induits par les changements climatiques, doc. Pro Silva, 7 p.

[Gu J., Braasch H., Burgermeister W. & Zhang J., 2006. Records of *Bursaphelenchus* spp. intercepted in imported packaging wood at Ningbo, China [archive]: 323–333. Journal compilation 2006 Blackwell Verlag, Berlin. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0329.2006.00462.x]

[INRAE, 2018. Comprendre l'adaptation des hêtres au changement climatique : une base de données unique au monde est désormais disponible. https://www.inrae.fr/actualites/comprendre-ladaptation-hetres-au-changement-climatique-base-donnees-unique-au-monde-est-desormais-disponible]

[Jancovici J.-M., 2008. Cours énergie – climat à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris. Cours 1.1. « Du big bang (ou presque) à nos jours. » https://www.youtube.com/playlist?list=PLMD QXkItOZ4KG4FETchLBLuK-OhTTH4C7

Landmann G., Dupouey J.-L., Badeau V., Lefèvre Y., Breda N., Nageleisen L.-M., Chuine I. & Lebourgeois F., 2007. Le hêtre face au changement climatique. *Rendez-Vous-Techniques*, **2** : 29-38.

[Lebourgeois F., Delpierre N., Dufrene E., Cecchini S., Macé S., Croisé L., Nicolas M., 2019. Fructification du Hêtre et des Chênes en France : rôle des températures, du pollen et du bilan de carbone et relation avec la croissance des peuplements. *Revue Forestiere Française*. LXX : 29-60. https://doi.org/10.4267/2042/70518]

Lemee G., 1981. Le Pin sylvestre s'est-il maintenu dans le Massif de Fontainebleau ? Cahiers des Naturalistes - *Bull. Nat. Parisiens*, nouvelle série, 37 (4): 97-99.

LEMEE G., 1990. Les réserves biologiques de la Tillaie et du Gros-Fouteau en forêt de Fontainebleau, écocomplexes climaciques, Bulletin de la Société Botanique de France. Lettres Botaniques, 137 (1): 47-62

[LE QUÉRÉ C., ANDREW R. M., FRIEDLINGSTEIN P., SITCH S., HAUCK J., PONGRATZ J., PICKERS P. A., KORSBAKKEN J. I., PETERS G. P., CANADELL J. G., ARNETH A., ARORA V. K., BARBERO L., BASTOS A., BOPP L., CHEVALLIER F., CHINI L. P., CIAIS P., DONEY S. C., GKRITZALIS T., GOLL D. S., HARRIS I., HAVERD V., HOFFMAN F. M., HOPPEMA M., HOUGHTON R. A., HURTT G., ILYINA T., JAIN A. K., JOHANNESSEN T., JONES C. D., KATO E., KEELING R. F., GOLDEWIJK K. K., Landschützer P., Lefèvre N., Lienert S., Liu Z., Lombardozzi D., Metzl N., Munro D. R., Nabel J. E. M. S., NAKAOKA S., NEILL C., OLSEN A., ONO T., PATRA P., PEREGON A., PETERS W., PEYLIN P., PFEIL B., Pierrot D., Poulter B., Rehder G., Resplandy L., Robertson E., Rocher M., Rödenbeck C., Schuster U., Schwinger J., Séférian R., Skjelvan I., STEINHOFF T., SUTTON A., TANS P. P., TIAN H., TILBROOK B., TUBIELLO F. N., VAN DER LAAN-LUIJKX I. T., VAN DER WERF G. R., VIOVY N., WALKER A. P., WILTSHIRE A. J., WRIGHT R., ZAEHLE S. & ZHENG B. Global Carbon Budget 2018, Earth Syst. Sci. Data, 10: 2141-2194, https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018, 2018]

[Martin-Amouroux J.-M., 2015. Histoire mondiale de l'énergie – Consommation mondiale d'énergie 1800 – 2000 : les résultats. https://www.encyclopedie-energie.org/consommation-mondiale-denergie-1800-2000-les-resultats/]

[MAYER M., PRESCOTT C., ABAKER W., CÉCILLON L., FERREIRA G., JAMES J., JANDL R., KATZENSTEINER K., LACLAU J-P., LAGANIÈRE J., NOUVELLON Y., PARÉ D., STANTURF J., VANGUELOVA E. & VESTERDAL L., 2020. Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. Forest Ecology and Management. 466: 118-127. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118127]

[MétréoFrance, 2021. Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole. 98 p. http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf et https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/meteo-france-eclaire-le-climat-en-france-jusquen-2100]

[MINISTÈRES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2021. Matériels forestiers de reproduction : arrêtés régionaux relatifs aux aides de l'Etat à l'investissement forestier. https://agriculture.gouv.fr/materiels-forestiers-de-reproduction-arretes-regionaux-relatifs-aux-aides-de-letat-linvestissement]

Mouterde P., 2020. Les forêts françaises à l'épreuve de la sécheresse. *Le Monde*. 9 septembre 2020.

MOUTERDE P., 2021. Les forêts, grandes absentes du projet de loi climat et résilience. *Le Monde*. 2 mars 2021.

[Mouton G., 1951. Lutte contre les incendies en forêt de Fontainebleu. *Revue Forestière Française*. 5 : 364. http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/22321]

[Muller S., 2021. 2021, année décisive pour la protection et la restauration des forêts mondiales? *The Conversation*. 21 avril 2021. https://theconversation.com/2021-annee-decisive-pour-la-protection-et-la-restauration-desforets-mondiales-159152]

NAGELEISEN L.-M., 2017. Département de la Santé des Forêts. Impacts des changements climatiques sur les insectes - Atelier REGEFOR 2017 « Émergence de bioagresseurs en forêt : comment identifier et atténuer les risques ? ».

OBSERVATOIRE NATIONAL SUR LES EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE, 2018. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change - Rapport au Premier ministre et au Parlement. Ed. La documentation française. 183 p.

[ONF, Non daté. Histoire et patrimoine. http://www1.onf.fr/enforet/fontainebleau/comprendre/diagnostic enjeux/20120521-132535-152770/@index.html]

ONF, 2009. Effets des interventions sylvicoles sur la diversité génétique des arbres forestiers : Analyse bibliographique. Collection dossiers forestiers, **21**, 160 p.

ONF, 2015. Aménagement des forêts domaniales de Fontainebleau et des Trois Pignons 2016–2035 Version proposée du 20/11/2015. 132 p.

ONF, 2018. Bilan annuel feux de forêt sur le massif de Fontainebleau. Communiqué de presse. Novembre 2018. 1 p.

[PARC NATUREL RÉGIONAL DES PYRÉNÉES-ARIÉGEOISES, 2018. Programme démonstrateur national ARTISAN. Candidature au programme LIFE Intégré de la Commission Européenne - Dossier de demande d'informations complémentaires à l'Appel à Manifestations d'Intérêt ARTISAN. Novembre 2018.12 p. https://www.parc-pyrenees-ariegeoises.fr/wp-content/uploads/2020/01/Territoire d%C3%A9monstrateurARTISAN PNR Pyr%C3%A9n%C3%A9esAri%C3%A9geoises.pdf]

[Persuy A., 2021. Des forêts vivantes grâce à la résistance citoyenne. https://blog.defi-ecologique.com/forets-vivantes-resistance-citoyenne/]

Pierangelo A. & Ricodeau N., 2018. Plantation et changement climatique : nouveaux conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction. Rendez-vous techniques de l'ONF, 56 : 3-8.

RAMADE F., 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème édition. Ed. Dunod, Malakoff, 1075 p.

RENAUD J.-P. & NAGELEISEN L.-M., 2005. Les résultats 2004 du réseau européen de suivi des dommages forestiers. (La santé des forêts [France] en 2004). Paris : Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et de la ruralité. DGFAR.

REZENDE MAZELLA P., 2007. Etude de la fructification et de la régénération naturelle du hêtre (Fagus sylvatica L.) en forêt de plaine sur un gradient climatique en limite de son aire de répartition Nancy [France]. AgroParisTech-ENGREF. 65 p.

RIOU-NIVERT P. & ROSA J., 2014. « Du diagnostic à l'action. Démarche d'aide à la décision du sylviculteur », Forêt Entreprise, dossier. 214 : 22-42.

Rosa J., RIOU-NIVERT PH. & PAILLASSA E., 2011. Guide de l'expérimentation forestière - Principes de base - Prise en compte du changement climatique. Ed. CNPF IDF. 227 p.

Roux I., 1967. Videlles (Essonne). Analyse palynologique. *In* Bulletin de la Société préhistorique française. Études et travaux. **64** (2) : 425-438.

Salaun R., 2017. L'héritage touristique. Trajectoire d'un lieu périurbain : la forêt de Fontainebleau. Géographie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I. 377 p.

Sansilvestri **R.**, 2015. Evaluation de la capacité adaptative des socio-écosystèmes forestiers français face au changement climatique : le cas de la migration assistée. Biodiversité et Ecologie. Université Paris Saclay (COmUE). 204 p.

Tesson S., 2012. Géographie de l'instant. Ed. Des Équateurs. 406 p.

[Thompson I., Mackey B., McNulty S. & Mosseler A., 2009. Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal. Cahier technique, 43. 67 p. https://www.cbd.int/forest/doc/ts41/ts41mainmsgs-fr.pdf]

[Vauthier Q., 2011. Estimation des réserves utiles des sols de Seine-et-Marne. Sciences de la Terre. 2011. Master 2 GPRE Sols, Eaux et Environnement. 61 p. https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01877581/document]

Walbott M., Gallet Ch. & Corcket E., 2018. Germination et croissance des plantules de hêtre (*Fagus sylvatica*) sous contraintes climatiques et allélopathiques - *Comptes Rendus Biologies* **341** (9–10) : 444-453.

Sitographie

[AFORCE: https://www.reseau-aforce.fr/n/effets-attendus-du-changement-climatique-sur-l-arbre-et-la-foret/n:3254 (consulté le 1er octobre 2021)]

[DRAFF: https://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/Deperissements-de-hetres (consulté le 1er octobre 2021)]

[GISSOL : https://www.gissol.fr/outils/donesol-web-336 (consulté le 1er octobre 2021)]

[MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION : https://agriculture.gouv.fr/le-departement-de-la-sante-des-forets-role-et-missions (consulté le 1er octobre 2021)]

[ONF: https://www.onf.fr/onf/foretset-changement-climatique (consulté le 1er octobre 2021)]

Ph. GOURDAIN <ph.gourdain@gmail.com>

ENTOMOLOGIE

OBSERVATIONS DE DIPTÈRES BOMBYLIIDAE EN RÉGION BELLIFONTAINE (DIPTERA BOMBYLIIDAE BOMBYLIINAE, ANTHRACINAE)

Par Christian GIBEAUX

Citation proposée : GIBEAUX Chr., 2021. Observations de Diptères Bombyllidae en région bellifontaine (Diptera Bombyliidae Bombyliinae, Anthracinae). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **95** : 41-44.

Préambule

Dans l'Ordre des Diptères, les Bombyliidae forment une famille comprenant, outre la sous-famille des Bombyliinae, celle des Anthracinae. Ces « Mouches » présentent, bien souvent, la particularité de posséder des ailes ornées de motifs variés, généralement ternes, et assez bien caractérisés d'une espèce à l'autre.

En France, la sous-famille des Bombyliinae compte 32 espèces réparties dans cinq genres, celle des Anthracinae, 54 espèces réparties dans quatre genres, selon Séguy (1926). Beaucoup d'espèces présentent une répartition méridionale.

Les larves des Bombyliinae se développent dans les nids des Abeilles solitaires, d'autres aux dépens des oothèques de Locustides (Orthoptères), celles des Anthracinae sont des prédateurs des œufs et des larves des abeilles, mais également de leurs parasites, Diptères et Hyménoptères. Les larves se nymphosent dans le nid de l'hôte parasité, ou à l'extérieur. Curieuse biologie chez certaines espèces puisqu'elles parasitent les larves ellesmêmes parasites de larves, d'Abeilles notamment. biologie ultraspécialisée se l'hyperparasitisme. Les femelles pondent leurs œufs à l'entrée des nids d'Abeilles, plus généralement d'Hyménoptères terrestres, ou les projettent lors de la ponte à l'intérieur de la galerie d'entrée.

Dans sa publication, Eugène Séguy relate 2 espèces de Bombyliinae observées à Fontainebleau, *Systoechus*

ctenopterus Mikan, et Bombylius medius L., d'autres de l'ancienne Seine-et-Oise (Lardy, Bouray, forêt de Carnelle, Marly), de la « Seine » (Fontenay-aux-Roses, Vincennes), ou encore « Paris », d'autres de « France », ou « toute la France », ainsi que deux espèces d'Anthracinae observées à Fontainebleau, Thyridanthrax fenestratus Fallén et Argyramoeba varia F., ajoutant pour cette dernière Fontainele-Port, ou de ses abords immédiats comme Villa paniscus Rossi, cité de Nemours. Parfois, il écrit « environs de Paris », laissant le lecteur dans l'expectative, ou de l'actuelle Région Île-de-France, comme l'ancienne Seine-et-Oise, tel Exoprosopa capucina F. et Argyramoeba varia F. de Rambouillet, Meudon, Dourdan, Étampes, Lardy, Bouray, Étréchy, Anthrax (Villa) leucostomus Meigen et Leucamoeba aethiops F. de Lardy, Anthrax (Villa) venustus Meigen de Paris, Thyridanthrax fenestratus Fallén de Lardy, Rambouillet, Cernay-la-Ville, Argyramoeba binotata Meigen d'Épinay-sur-Orge. D'autres, tel Villa hottentotus L. sont qualifiés « assez commun dans toute la France », et Hemipenthes morio L. « toute la France ». Signalons qu'en région parisienne, il s'agit le plus souvent de localités classiques que l'on retrouve pour d'autres Ordres d'Insectes, notamment pour des Lépidoptères, pour ne parler que d'eux, et conjointement des mêmes auteurs d'observations, tel Gustave Arthur Poujade (1845-1909), préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (Laboratoire d'Entomologie).

La présente note n'a la prétention que de faire état de quelques observations personnelles, en citant cependant des observations de référence; charge à d'autres auteurs de les utiliser lors de publications plus ambitieuses.

Il est souvent délicat de préciser le nombre d'exemplaires observés. En effet, comment savoir si on ne compte pas plusieurs fois le même exemplaire, celui-ci, dérangé, allant se poser quelques mètres devant l'observateur.

Espèces observées

Bombylius major Linné, 1758, le Grand Bombyle (Fig. 1), forêt de Fontainebleau : Vallée de la Gorge-aux-Archers, Route de la Fontaine-Sainte-Marguerite, 29-III-2021 (assez commun), 21-IV-2021, 1 expl. ; RBD de Champ-Minette, 31-III-2021 ; Plaine de Macherin, 2-IV-2021, huit exemplaires. Il convient de rechercher dans notre aire d'étude Bombylius fimbriatus Meigen, 1820, espèce réputée méridionale, récemment observée dans le département de la Loire.

Villa cingulata (Meigen, 1804) (Fig. 2): forêt domaniale des Trois-Pignons, Plaine de Chanfroy, Chemin des Sablières, 22-VII-2020; Eugène Séguy (1926: 197) la signale des environs de Paris, et de l'Yonne: Auxerre. La larve parasite les chenilles de Lépidoptères Noctuidae (Panolis, Mamestra, Agrotis), selon Séguy.

Villa hottentota (Linnaeus, 1758): forêt de Fontainebleau, RBD de Champ-Minette, 3-VII-2020; Eugène Séguy (1926:198) qualifie cette espèce « assez commune dans toute la France, sur les fleurs ou les herbes, à terre, au soleil, dans les endroits secs ou argileux ». La larve, toujours d'après cet auteur, parasite les chenilles de Noctuidae dont il cite quelques taxa. Son nom vernaculaire est le Bombyle hottentot. Le Dictionaire nous apprend que ce mot est un substantif masculin désignant la langue hottentote, une langue du groupe Khoisa, parlée par les Hottentots, un peuple pasteur et nomade de l'Afrique du Sud-Ouest, et caractérisée par la présence de clics.

Villa modesta (Meigen, 1820) : forêt de Fontainebleau : RBD de Champ-Minette, parcelle 131, 3-VII-2020, 3-IX-2020, commun ; Chemin des Sablières, 22-VII-2020 ; Le Cabaret-Masson, parcelle 246, 4-VIII-2020, 1-IX-2020, 21-IX-2020 ; RBD Plaine de Macherin, parcelle 741/742, 7-IX-2020. Forêt des Trois-Pignons, RBD du Coquibus, 11-IX-2020.



Fig. 1 : Bombylius major L., le Grand Bombyle, exemplaire bellifontain. Cliché : Chr. GIBEAUX.



Fig. 2: Villa cingulata (Meigen, 1804), exemplaire bellifontain. Cliché: Chr. Gibeaux.

Thyridanthrax fenestratus (Fallén, 1814), signalé par Séguy (1926 : 203) de Fontainebleau, sans autre précision. Cet Anthracinae se rencontre dans les lieux arides. La larve parasite les oothèques de Dociostaurus marrocanus Th., Ocnerodes volxenii Putz. et Stetheophyma flavicosta Fischer (Orthoptera).

Villa halteralis (Kowarz, 1883), forêt de Fontainebleau, RBD de Champ-Minette, 3-VII-2020, 1 expl.

Anthrax anthrax (Schrank, 1781) (Fig. 3): Avon, Butte-Montceau, centre commercial, 21-V-2020; Eugène Séguy (1926: 207) la qualifie de « commune dans presque toute l'Europe, dans les lieux arides et désséchés, sur le sol, parfois sur les fleurs, en plein soleil ». Elle a été observée dans les Alpes centrales à 2 100 m! Son nom vernaculaire est l'Anthrax vrai. Le mot anthrax a pour définition « minium brut ». Mais anthracias est une escarboucle, de l'ancien français escarbocle, du latin carbunculus « petit charbon ». L'anthracite, un charbon naturel, est un combustible bien connu qui donna son nom à la couleur gris foncé.



Fig. 3 : *Anthrax anthrax* Schrk, exemplaire bellifontain. Cliché : Chr. Gibeaux.



Fig. 4: *Anthrax aethiops* F., exemplaire bellifontain. Cliché: Chr. GIBEAUX.



Fig. 5: Anthrax varius F., exemplaire bellifontain. Cliché: Chr. Gibeaux.



Fig. 6 : *Exoprosopa capucina* F., exemplaire bellifontain. Cliché : Chr. Gibeaux.

Anthrax aethiops (Fabricius, 1781) (Fig. 4): forêt de Fontainebleau, RBD de Champ-Minette, 3-VII-2020. Eugène Séguy (1926: 208) écrit « lieux arides et desséchés, au soleil. Assez rare partout ». Il la cite connue de l'Eure, de la Seine-et-Oise (Lardy), de l'Isère et de l'Aube. Aethiops, du grec Ἀιθίοψ, signifie de coloration foncée, tel un « éthiopien ».

Anthrax varius (Fabricius, 1794) (Fig. 5): forêt de Fontainebleau, RBD de Champ-Minette, 3-VII-2020; Le Cabaret-Masson, parcelle 246, 2-VI-2021, 1 expl.; forêt des Trois-Pignons, Plaine de Chanfroy, Chemin des Sablières, 22-VII-2020. Toujours Eugène Séguy (1926: 209, sous le binôme d'Argyramoeba trifasciata Meigen) le signale du Vaucluse, Var, Aube, Corse, et donne une distribution allant de l'Europe centrale et méridionale jusqu'à l'Asie Mineure. Il porte le nom vernaculaire de Mouche des Abeilles.

Exoprosopa capucina (Fabricius, 1781) (Fig. 6): forêt de Fontainebleau, RBD de Champ-Minette, 5-VI-2014; Le Cabaret-Masson, parcelle 246, 2-VI-2021, 5 expl. Eugène Séguy (1926: 191) le dit « assez commun, à terre, sur les fleurs au soleil ». Il le cite des environs de Paris d'après [Amédée Louis Michel Lepeletier, comte de Saint-Fargeau (ante 1793), de Seine-et-Oise (localités sus citées), de l'Eure, de Lyon, du Vaucluse, du Var, de l'Hérault ainsi que des Pyrénées-Orientales, s'élevant jusqu'à 2 000 m. Le nom capucina vient du latin cappa « casquette », et par dérivation « capuche » ou « capot », donnant leur nom aux moines capucins. Peut-être en raison de touffes de soies présentes sur ce Diptère ... Un Lépidoptère, Ptilodon capucina (Linnaeus, 1758), présente en effet une crête proéminente d'écailles thoraciques, cette particularité ayant forgé son nom vernaculaire « la Crête-de-Coq »!



Fig. 7 : *Hemipenthes morio* L., exemplaire bellifontain. Cliché : Chr. Gibeaux.

Hemipenthes morio (Linnaeus, 1758) (Fig. 7): forêt de Fontainebleau: RBD de Champ-Minette, 29-V-2020, 5-VI-2014; RBD Plaine de Macherin, 21-VI-2020, 1 expl.; RBD Plaine de Chanfroy, 2-VI-2020, 1 expl.; Le Cabaret-Masson, parcelle 246, 2-VI-2021, 1 expl. Eugène Séguy (1926: 205) le dit « toute la France, commun sur les fleurs, parfois sur le sol au soleil. Toute l'Europe ». Sa larve parasite des larves d'Hyménoptères et de Diptères, elles-mêmes parasites de certains Lépidoptères, citant Panolis et Dendrolinus. En latin scientifique, morio provient avec doute du latin classique mormorion « cristal de roche » ... Hemipenthes signifie « demi-deuil », nom forgé sur le grec ἡμι- « à demi, à moitié », et πενθός « deuil »; morio est emprunté au latin scientifique morio, lui-même dérivé de Maurus « Maures ».

Argyramoeba varia (Fabricius, 1794), signalé par Séguy (1926 : 211) de Fontainebleau sans autre précision, d'après une observation de G.-A. POUJADE.

Parageron incisus (Wiedemann, 1830) (Fig. 8): forêt de Fontainebleau, le Cabaret-Masson, 4-VIII-2020, 1 unique exemplaire femelle posé sur le sol sablonneux du chemin, en plein soleil, particulièrement véloce. Eugène Séguy (1926: 231, sous le binôme *Usia incisa*) le cite du Var (Hyères), des Pyrénées-Orientales (Banyuls), d'Espagne, et, plus généralement, d'Europe méridionale et d'Afrique septentrionale. Son observation à Fontainebleau est intéressante car il s'agit d'une espèce typiquement méditerranéenne.



Fig. 8 : *Parageron incisus* Wiedemann. Cliché : © <u>www.galerie-insecte.org</u>.

Bibliographie

Séguy E., 1926. Faune de France. 13. Diptères (Brachycères) (Stratiomyiidae, Erinnidae, Coenomyiidae, Rhagionidae, Tabanidae, Codicae, Nemestrinidae, Bombyliidae, Therevidae, Omphralidae). Paris, Paul Lechevalier édit., 308 p., 685 fig. au trait.

Chr. Gibeaux 2 bis, rue des Basses-Loges F-77210 Avon chr.gibeaux@gmail.com

ECOLOGIE

VOUS AVEZ DIT « DÉVELOPPEMENT DURABLE » ?

Par Philippe Gourdain

Citation proposée : Gourdain Ph., 2021. Vous avez dit « développement durable » ? *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing*, **95** : 45-48.

Mots-clés: développement durable, développement soutenable, environnement, greenwashing.

Résumé: Le terme de développement durable est aujourd'hui pratiquement désuet. Les écrits sur le sujet sont pléthore. Pourquoi alors y revenir ici ? Tout d'abord il semble pertinent, avec quelques décennies de recul, de s'intéresser à ce que le concept a pu apporter mais aussi et probablement surtout aux limites de ce dernier. Les intentions à la base du concept de développement durable sont louables n'en doutons pas. Mais il faut en tout point se méfier des mots aux contours approximatifs, qui peuvent être interprétés et employés de multiples façons.

Derrière le concept de développement durable, il y a avant tout une recherche d'équilibre. Cet équilibre se situe à l'interface entre des variables d'ordre social, économique et écologique (Fig. 1). Le terme est apparu pour la première fois dans un rapport de l'Organisation des Nations Unies en 1987, dit « rapport Brundtland », du nom de la première ministre norvégienne qui présidait alors la commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU (WCED, N.D.). La définition donnée est la suivante : « le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». L'intention est donc louable et clairement définie dans la théorie, mais pas nécessairement dans la pratique.

La notion s'est finalement imposée au « Sommet de la Terre » de Rio, en 1992. Elle émane d'un constat d'échec ; celui selon lequel notre mode de croissance (économique) épuise les ressources naturelles, et s'avère, qui plus est, très inégalitaire dans la répartition des richesses.

La première remarque qui peut être faite à ce jour est que la traduction française est approximative puisque l'expression originelle de *sustainable development* aurait gagné à être traduite par « développement soutenable ». La différence peut paraître subtile mais elle est en réalité de

taille. Car tout développement, aussi raisonné soit-il, ne peut durer éternellement. Rapporté à la grande majorité de l'histoire des exploitations de ressources naturelles, le développement a généralement suivi une courbe de Gauss. C'està-dire que l'exploitation est passée par un seuil initial généralement faible, a progressivement atteint un « pic », avant de baisser progressivement pour retrouver un seuil d'exploitation très faible ou nul s'il conduit à la cessation de l'exploitation. L'exemple de l'exploitation pétrolière est très souvent cité pour illustrer ce principe (Fig. 2 et Fig. 3). La durée d'exploitation dépend alors à la fois du volume du stock initial et de la vitesse d'exploitation du stock. Certains procédés peuvent permettre de ralentir temporairement l'épuisement du stock. Le plus efficace d'entre eux étant le recyclage de certains matériaux (exemple du verre, des plastiques, de l'aluminium, etc.). Toutefois il ne garantit pas une disponibilité ad vitam æternam puisque les propriétés des matériaux (notamment plastiques) finissent par évoluer avec les opérations de recyclage.

Quelles sont les limites à l'usage d'un terme comme développement durable ? Tout d'abord, derrière une apparente simplicité se cache l'implication de thématiques aussi diverses et complexes que la démographie, l'accès à l'eau, à l'éducation, l'accès à la santé (développement humain), la prévention des catastrophes naturelles, des pollutions ou

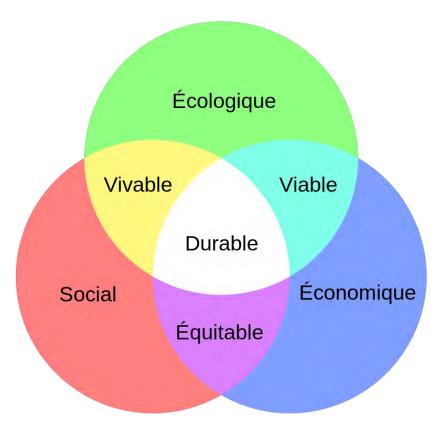


Fig. 1: Diagramme de Venn du développement durable, à l'intersection de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable ». Par Vigneron - Travail personnel, CC BY-SA 3.0. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5333992

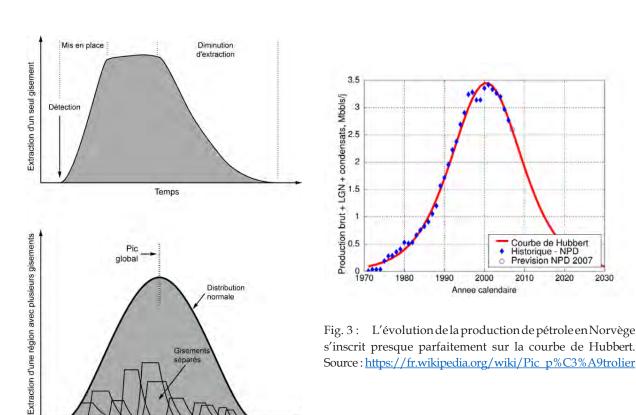


Fig. 2: Phases d'extraction d'un gisement. Source : par Florian. Arnd sur Wikipédia français. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20697423

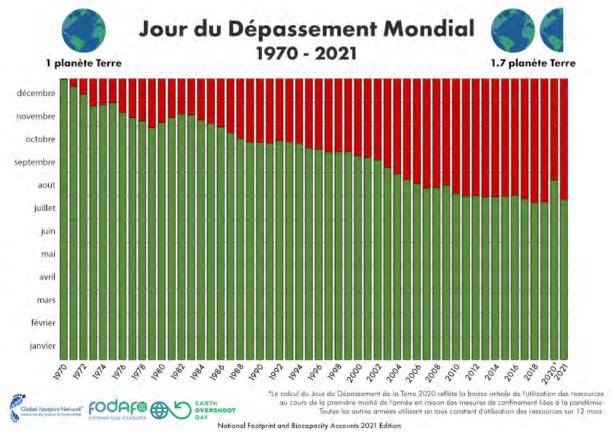


Fig. 4: Evolution de l'indice du jour du dépassement mondial entre 1970 et 2021. https://www.gouvernement.fr/29-juillet-2021-jour-du-depassement-de-la-terre

encore la préservation de la biodiversité et la gestion des déchets (environnement et risques), mais aussi la production et la consommation d'énergies, l'agriculture, les transports, la communication, la corruption, (économie, dépendances et solidarité), etc. (cf. SACQUET, 2002).

Ensuite, si la notion est séduisante en théorie, il est en réalité très complexe d'identifier le curseur sur lequel situer une action pour s'assurer qu'elle s'inscrit bien dans un développement durable... ou pas. Ainsi des acteurs plus ou moins bien intentionnés peuvent être tentés de vanter les mérites d'une démarche dite « durable », sans réellement les qualités prétendues. C'est ce que l'on qualifie de « Green-washing », littéralement « se peindre en vert ». Cette pratique est devenue si récurrente que des acteurs comme l'ADEME ont fini par produire un guide « anti greenwashing » (ADEME, n. d.). Cela vaut pour des actions politiques, commerciales, marchandes, etc. C'est exactement le même principe avec d'autres terme désormais plus à la mode, dans lesquels on peut inscrire à peu près tout et n'importe quoi. Ainsi en est-il de l' « Environnement » ou encore de la « biodiversité ». Tout le monde se

déclare désormais pro-environnement ou probiodiversité, voire se décrète « acteur principal de ». Mais il faut se rappeler que les actions comptent plus que les mots.

En matière de prise en compte et de préservation l'environnement, les citoyens collectivement invités désormais à embrasser une vision holistique. Des slogans sont ainsi apparus au fil des décennies tels que « penser global, agir local » (attribué à R. Dubos d'après Gianinazzi, 2018). Des indicateurs ont été développés pour sensibiliser toutes les parties prenantes, le plus célèbre d'entre eux étant sans doute le « jour du dépassement de la Terre » (Fig. 4), date à partir de laquelle, sur une année donnée, l'humanité a consommé l'ensemble des ressources que la Terre peut régénérer en un an. Ainsi en 2021 pouvait-on lire que le jour du dépassement avait été atteint le 29 juillet (Anonyme, 2021). Malheureusement, la portée de ce dernier semble limitée puisque dans les faits, cet indicateur n'a pratiquement pas cessé de se dégrader d'une année sur l'autre depuis qu'il est calculé. Ainsi, le jour du dépassement était au 30 décembre en 1970, au 4 novembre en 1980, au 10 octobre en 1990, au 22 septembre en 2000, etc.

Finalement, les cadres nationaux et internationaux ont globalement échoué jusqu'à maintenant à réduire l'ampleur des pressions sur les ressources naturelles. Il est intéressant de noter que la seule inversion notable de tendance depuis le milieu des années 1980 correspond à la crise économique liée à la pandémie de Covid-19 en 2020. Mais cette dernière n'a pas seulement réduit temporairement la pression sur l'environnement, elle a aussi contribué à renforcer les inégalités. Ainsi peut-on lire selon Oxfam que les dix plus grosses fortunes mondiales ont vu leur fortune augmenter de 540 milliards de dollars au total, entre le 18 mars et le 31 décembre 2020, tandis que les personnes les plus pauvres mettront probablement plus de dix ans pour retrouver leur niveau de revenu d'avant crise (BÉNIS, 2021). Pire, Oxfam assure que moins de 1% du plan de relance qui s'en est suivi en France est dédié à la lutte contre la pauvreté.

Certains penseurs nous invitent à ne pas confondre vision holistique et réductionniste. La première tend à expliquer le fait que sont constitués des ensembles dans la nature qui sont supérieurs à la somme de leurs parties. La seconde tend à expliquer les phénomènes en les divisant en parties (cf. par exemple Morin, 2006). Nous sommes condamnés collectivement à cultiver une « culture » de la connaissance. (NACCACHE, 2010). Cette dernière sous-tend à la fois de comprendre les phénomènes globaux (climat, fonctionnement des écosystèmes, etc.) mais aussi de connaître et reconnaître les éléments constitutifs de la Biosphère (espèces, populations, diversité génétique, etc.). Ainsi les actions en faveur de l'environnement au sens large et de la biodiversité en particulier, ne peuvent que s'inscrire dans une culture sincère et détaillée des objets concernés. Devant la masse de connaissances existantes, cela implique qu'un véritable projet éducatif et culturel soit impulsé en la matière.

A l'heure où j'écris ces lignes, pouvons-nous prétendre approcher les objectifs théoriques d'un « développement durable » ? A savoir réduire la pression sur les ressources naturelles, assurer une répartition des richesses plus équitable, maintenir les liens qui unissent les humains à leur environnement ? L'indicateur du jour de dépassement de la Terre cité plus haut donne quelques éléments de réponse.

Bibliographie

ADEME, n.d. Guide anti green-washing. 29 p. http://antigreenwashing.ademe.fr/sites/default/files/docs/ADEME_GREENWASHING_GUIDE.pdf

Anonyme, 2021.29 juillet 2021, jour du dépassement de la Terre. https://www.gouvernement.fr/29-juillet-2021-jour-du-depassement-de-la-terre

BÉNIS O., 2021. La crise du Covid n'a eu aucun impact négatif durable sur les plus riches, selon Oxfam. https://www.franceinter.fr/economie/la-crise-du-covid-n-a-eu-aucun-impact-negatif-durable-sur-les-plus-riches-selon-oxfam

GIANINAZZI **W.**, 2018. « Penser global, agir local. Histoire d'une idée » [archive] », EcoRev'. *Revue critique d'écologie politique*, **46** : 24.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2021. Progression du Jour du Dépassement Mondial au fil des années. https://www.overshootday.org/newsroom/dates-jour-depassement-mondial/

MORIN E., 2008. *La méthode*. Tome 1. Ed. Seuil, Paris. 1502 p.

NACCACHE L., 2010. *Perdons-nous connaissance? De la mythologie à la neurologie*. Ed. Odile-Jacob. 256 p.

SACQUET A.-M. COORD., 2022. Atlas mondial du développement durable. Editions Autrement, Paris. 80 p.

WCED, n.d. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf

Ph. Gourdain eph.gourdain eph.gourdain eph.gourdain

Soumettre un article pour le bulletin de l'ANVL: Recommandations aux auteurs

Par l'équipe éditoriale

Les articles soumis pour être publiés dans le bulletin de l'ANVL seront, après examen du comité de rédaction et d'éventuels spécialistes du sujet traité, adaptés à la ligne éditoriale de la revue. Les textes devront être envoyés sous format informatique (.doc ou .docx) à l'adresse courriel suivante : bulletin@anvl.fr. En outre, notez que les opinions émises dans le bulletin de l'ANVL n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Afin d'optimiser le temps de mise en page, l'auteur veillera à respecter les points de mise en forme généraux suivants : police = Book Antiqua ; corps du texte = 10pts et 2 colonnes ; bandeau (type de manuscrit, titre, auteur, citation proposée, mots clés et résumé) = 1 colonne ; alignement des paragraphes = justifié. Il évitera l'utilisation des gras, italique (en dehors des citations de noms scientifiques d'espèces), petits majuscules... Ce travail de mise en page sera assuré par le responsable des publications afin d'assurer l'homogénéité entre articles et soumis à l'auteur du manuscrit avant sa publication finale pour validation.

Deux types de manuscrits pourront être adressés :

- les **brèves communications**, limitées à 2 pages et ne contenant pas obligatoirement de titres de paragraphe ni de résumé. Elles sont traditionnellement utilisées pour relater une observation, faire un complément d'information vis-à-vis d'articles antérieurs...
- les **articles**, **comptes rendus** (etc), de plus de 2 pages, obligatoirement structurés et habituellement utilisés pour développer une réflexion sur une espèce, un habitat ou tout autre sujet traité dans le bulletin (disciplines naturalistes, histoire, préhistoire, archéologie, météorologie...). Ils devront obligatoirement comprendre une « introduction » et une « conclusion » / perspectives.

Tout type de manuscrit devra comprendre:

- un titre, dans lequel figurera systématiquement une localisation géographique du sujet traité;
- le(les) prénom(s) et nom(s) du (des) auteur(s), complétés de leurs coordonnées (adresse postale et/ou courriel) précisées en fin d'article ;
- le **modèle de citation proposée** permettant de référencer le manuscrit selon le modèle suivant : Auteur J., année. Titre (Région, Département, vallée). *Bull. Ass. Natur. Vallée Loing* **vol** (n°) : page début page fin ;
- des **mots clés** avec un minimum de 4 termes permettant au mieux de décrire le manuscrit;
- un résumé en français (facultatif dans le cas des brèves communications) contenant entre 50 et 150 mots.

Les manuscrits contenant des illustrations (photos, tableaux, figures, dessins) devront systématiquement être légendés. En outre, les fichiers sources des illustrations ou des copies de qualité suffisante devront être fournis afin d'assurer la mise en page finale. Les photos devront être titrées et référencées à l'aide de l'auteur, de la date et du lieu de prise de vue. Dans le cas d'autres figures ou des tableaux, seul un titre pourra suffire à légender les illustrations.

S'agissant de la bibliographie, les appels dans le corps du texte seront présentés en petites capitales et entre parenthèses : (Dupont, 2013) ; (Dupont & Durand, 2010) ; (Dupont & al., 2011). Les références bibliographiques des appels cités dans le texte, et uniquement elles, doivent être regroupées par ordre alphabétique et chronologique pour chacun d'eux ; elles sont placées à la fin de l'article selon les modèles ci-après :

- cas des ouvrages (titre de l'ouvrage en italique): Arthur L. & Lemaire M., 1999. Les Chauves souris, maîtresse de la nuit. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 265 p. Suivi facultativement du n° isbn;
- cas des articles de périodiques (titre du périodique en italique) : Cayzac M., 2013. Florule mycologique du village d'Amilly (Eure-et-Loir). *Symbiose* **29**(2) : 75 76. Suivi facultativement du n° ISSN ;
- cas des chapitres d'ouvrages (titre du chapitre en italique): Geniez P., Grosselet O. & Crochet P.-A.,
 Pelophylax ridibundus. In: Lescure J. & Massary de J.-C. (coords), 2012. Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, p. 126-128;
- cas de rapports / thèses : [Ecosphère, 2013. Etude d'impact écologique liée au projet de carrière sur la commune de Melz-sur-Seine (Ile-de-France, Seine-et-Marne). Sablières de l'Ile-de-France, Saint-Maur-des-Fossés, 66p.];
- cas des références électroniques (appellation du site web en italique) : [Froese R. & Pauly D., en ligne. Fish-Base. A global information system on fishes. Disponible sur Internet : http://www.fishbase.org/home.htm consulté le DATE].

De la même manière que pour les références électroniques non publiées, les articles, rapports d'étude ou tout autre document non paru (en préparation, non référencé à la Bibliothèque Nationale de France BNF...) devront être encadrés de crochets [...].

Dépôt légal : 4e trimestre 2021 Classification UNESCO : 11/0 n° 77-25551-1 Directeur de la publication : Jean-Philippe Siblet 1 bis, rue des Sablonnières 77670 Saint-Mammès



