ANNALES
de la
SOCIÉTÉ D'HORTICULTURE
et
D'HISTOIRE NATURELLE
de
L'HÉRAULT

Volume 157 Année 2018

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ D'HORTICULTURE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE L'HÉRAULT

Reconnue d'utilité publique par décret du 14 avril 1933

Présidence : M. Gérard Duvallet, tél. pers. : 06 38 95 24 35

Siège social : Parc à Ballon 1, bât. B - 125 rue du Moulin de Sémalen - 34000 Montpellier.

Adresse postale : SHHNH, Parc à Ballon 1, bât. B - 125 rue du Moulin de Sémalen - 34000 Montpellier.

Site internet : https://s2hnh.org et **adresse électronique** : contact@s2hnh.org

Téléphone du local : 04 67 99 05 36 (appeler de préférence le lundi de 15h à 18h, hors vacances scolaires).

Activités : sorties, conférences, ateliers, cours, documentation, expositions, participation à des manifestations. Les sections se réunissent régulièrement (sauf juillet et août). Sauf indications contraires, les diverses activités ont lieu au local, 125, rue du Moulin de Sémalen, Parc à Ballon 1, bât. B (à droite en entrant, au rez-de-chaussée). Elles sont portées sur les tableaux d'affichage au local et sur le site internet.

Botanique / horticulture : déterminations au local de la Société, le lundi après-midi, conférences, excursions. Contacts M. Jean-Marie Coste, 04 67 92 53 92 / jean-marie.coste0234@orange.fr et M. Frédéric Andrieu, 04 99 23 22 11 /fred_andrieu@outlook.fr

Entomologie : réunions et sorties. Réunion le premier mardi de chaque mois, au local à 20h30. Contacts M. Gérard Labonne / gerard.labonne34@gmail.com.

Géologie : des sorties sont organisées sous la direction de différents intervenants. Contacts M. Jean-Marie Dautria / jean-marie.dautria@orange.fr et / ou Mme Huguette Grimaud, 04 67 72 80 24 / huguette.grimaud@orange.fr

Mycologie : réunions et sorties. Identifications le lundi après-midi au local de la Société. Contacts Mme Marie-Josèphe Mauruc, 04 67 55 38 78/mariejo.mauruc@gmail.com et/ou Mme Francine Monier, monier.francine@wanadoo.fr.
Détermination entre 8h et 16h30 du lundi au vendredi par Pr Françoise Fons (françoise.fons@umontpellier.fr ; 04 11 75 96 55), Laurence Mondolot (04 11 75 96 58) et Pr Sylvie Rapior (sylvie.rapior@umontpellier.fr ; 04 11 75 96 55) au Laboratoire de Botanique, Phytochimie et Mycologie (04 11 75 96 56), Faculté de Pharmacie, entrée par la Voie Domitienne ou l'Avenue Charles Flahaut.

Avantages réservés aux membres :

Participation gratuite aux diverses activités. Pour les non-adhérents, tarif des sorties : 5 €

Annales et **Bulletins de liaison** régulièrement publiés avec diffusion informatique et sur le site internet.

Bibliothèque de la société : s'adresser à Mme Marie-Josèphe Mauruc, 04 67 55 38 78 / mariejo.mauruc@gmail.com

Rédaction des Annales : la revue accueille tous les travaux concernant l'horticulture et les sciences naturelles écrits en français. Un comité de lecture examine les articles et s'en réserve le choix dans l'intérêt de la revue, de son unité et de sa qualité scientifique. Si nécessaire, il peut apporter un complément souhaitable avec l'accord de l'auteur.
Les articles en format PDF seront adressés aux auteurs, en document attaché, par courrier électronique.
Les opinions défendues par les auteurs n'engagent pas la responsabilité de l'association, ni celle des membres du bureau.
Responsable : G. Martin (en collaboration avec M. Crousilles). Les articles sont à envoyer à G. Martin (gerard.martin.dorel@gmail.com) avec copie à Michel Crousilles (michel.crousilles@gmail.com).

Changement d'adresse : veuillez indiquer un changement d'adresse postale ou d'adresse électronique par un courrier adressé au secrétariat général de la SHHNH ou par courriel à : contact@s2hnh.org

Montant de la cotisation 2018 (déductible des impôts sur le revenu dans la limite légale) : elle est de 30 € par personne, 40 € pour un couple ou une personne morale et 10 € pour les étudiants de 30 ans au plus et les demandeurs d'emploi (sur justificatifs).

Le mot du président

Gérard Duvallet

Vous avez entre les mains le volume 157 des Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault (SHHNH). Volume riche d'une centaine de pages. Dans sa nouvelle formule, cette revue scientifique régionale vous offre un volume par an et les textes sont disponibles sur le site web pour les adhérents (s2hnh.org), et après un embargo d'une année pour tous. Nous devons, comme chaque année, remercier chaleureusement nos collègues Gérard Martin-Dorel et Michel Crousilles qui ont la lourde tache de collecter les projets de publication, d'obtenir l'avis de deux relecteurs anonymes sur la pertinence des manuscrits soumis, et d'en assurer la mise en page en lien avec notre charte graphique et nos recommandations aux auteurs. Le résultat est tout à fait remarquable et la qualité de notre revue, entièrement réalisée par des bénévoles, est notée bien au-delà de notre région.

Pour preuve, cette année un auteur canadien, le Professeur Pierre-Olivier Méthot, spécialiste de l'histoire de la médecine, nous a demandé de publier un article sur la vie et l'œuvre du Professeur Hervé Harant. Cela nous touche particulièrement puisque Hervé Harant a été Président de la SHHNH pendant 17 années de 1958 à 1974. Huit autres articles concernent les différents domaines de la SHHNH :

- l'Entomologie avec un article de Cédric Alonso, nouvel adhérent, qui a entrepris un inventaire des Coléoptères endémiques ou remarquables de l'Hérault ;
- la Botanique avec un article de Max et Geneviève Debussche sur la Pivoine officinale ;
- la Mycologie avec un article de Françoise Fons, Sylvie Morel et Sylvie Rapior soulignant l'importance des champignons pour les humains ;
- la Géologie au sens large avec deux articles, l'un de Monique Brunet sur la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier, et l'autre de Vincent Dubost à propos de plusieurs échantillons de cette collection ;
- une synthèse des données climatiques de l'année 2017 clôture ce numéro.

Merci à tous ces auteurs pour cet important travail et pour la confiance qu'ils mettent dans notre revue.

C'est l'occasion pour moi d'insister sur la grande inquiétude des naturalistes face à la perte énorme de Biodiversité qui a bien été documentée cette année par plusieurs articles dans les revues scientifiques les plus prestigieuses. Près de 80% de la biomasse des insectes a déjà disparu en Europe du Nord, et les pollutions aussi bien en mer que sur les continents ne cessent de s'amplifier. Notre association a ainsi un travail important de diffusion et de vulgarisation de l'information auprès du public le plus large.

Enfin, je ne peux terminer cet éditorial sans souligner le travail réalisé par deux de nos collègues :

- Jean-Paul Marger pour l'édition d'un Index des Annales qui donne la liste de tous les articles parus dans les Annales de la SHHNH depuis l'origine jusqu'à nos jours, et pour le classement ordonné en cours de notre bibliothèque, riche d'ouvrages remarquables ;
- Michèle Aubrun pour son herbier disponible à tous sur le site web de la SHHNH et qui devient un outil indispensable pour tous les naturalistes.

Qu'ils en soient vivement remerciés.

Bonne lecture à tous.

Distribution, écologie et devenir de la Pivoine officinale (*Paeonia officinalis* subsp. *microcarpa* Nyman) dans le Massif central

Max Debussche et Geneviève Debussche

650 rue des Erables, 34980 Saint-Gély-du-Fesc, France
CEFE, UMR 5175, CNRS, 1919 Route de Mende, 34293 Montpellier Cedex 5, France
(mdebussche@orange.fr ; gdebussche@orange.fr)

Résumé

La Pivoine officinale occupe la bordure sud-est du Massif central sur une aire de 200 km de long sur 15-30 km de large. Cette distribution, stable depuis au moins un siècle, concerne le sud-est de l'Ardèche, le Gard, l'Hérault et l'extrême sud-est de l'Aveyron, avec 35 populations identifiées. La Pivoine officinale s'observe de 260 à 790 m d'altitude, sous climat méditerranéen humide et perhumide à hiver froid et rarement sous climat de transition méditerranéen et océanique. Elle pousse sur des sols pierreux formés sur calcaire, schiste, granite, grès, basalte, offrant une large gamme de pH. Ses habitats primaires les plus répandus sont des pierriers et des éboulis stabilisés, aussi bien en milieu ouvert que sous couvert caducifolié assez clair. La végétation et le cortège floristique associés à l'espèce sont diversifiés. L'expansion forestière, par succession naturelle et reboisement, est la première cause de la réduction de ses effectifs, surtout en habitats secondaires, observée dans de nombreuses populations. Les changements climatiques sont une menace avérée pour les populations de basse altitude.
Mots-clés : espèce protégée, habitats primaires, expansion forestière, changements climatiques, déclin des effectifs.

Abstract

Across the French Massif central, *Paeonia officinalis* occurs in its south-eastern border throughout a 200 km length by 15-30 km width area. This distribution, which has remained unchanged since at least one century, concerns four départements, south-eastern Ardèche, Gard, Hérault and extreme south-east of Aveyron, with 35 identified populations. This species is observed between 260 m and 790 m a.s.l., under humid and perhumid mediterrannean climatic conditions with cold winter, and seldom under transitional mediterranean-oceanic ones. It grows in stony soils, on limestone, shale, granite, sandstone, basalt, with a large range of pH. Its more widespread primary habitats are heaps of stones and stable screes in low shrublands as well as under deciduous moderate cover. Vegetation and plant species associated with this species are diverse. Forest expansion, by plant succession and reafforestation, is the most important cause of the decrease in peony numbers, mostly in secondary habitats, in many populations. Climate changes are a source of concern for populations at low altitude.
Keywords : protected plant species, French Massif central, primary habitats, forest expansion, climate change, population size reduction.

Introduction

Depuis longtemps les pivoines font partie de l'histoire humaine. Les propriétés médicinales des pivoines sont bien connues des mondes grecs et latins et sont tenues en si haute estime que ces plantes se trouvent mêlées aux récits mythologiques. Ainsi Paeon, médecin des dieux, disciple d'Esculape, fut transformé à sa mort en pivoine par Hadès qu'il avait guéri (Stearn & Davies, 1984). Des références aux pivoines, qui sont considérées comme « reines des herbes », apparaissent dans les écrits de

Théophraste (3ème siècle av. J.-C.), Dioscoride et Pline l'Ancien (1er siècle après J.-C.) (Halda & Waddick, 2004). A l'autre extrémité de l'Eurasie, en Chine, les pivoines bénéficient de la même notoriété avec une première mention écrite pour leurs vertus curatives datant de deux siècles av. J.-C. (Rogers, 1995). Cet engouement bimillénaire (voire trimillénaire en Chine d'après Kamenetsky & Dole, 2012) est aussi motivé par la floraison spectaculaire de nombreuses espèces qui se traduit par le compliment de « rois des fleurs » adressé aux pivoines arbustives traditionnellement plantées près des lamaseries (Halda & Waddick, *ibid.*). Plus récemment, les qualités décoratives et horticoles des pivoines ont donné lieu à de nombreuses hybridations et sélections débouchant sur la création d'environ 1300 cultivars (Rogers, *ibid.*). A l'instar de nombreuses autres espèces du genre, la Pivoine officinale est de longue date intégrée à la pharmacopée traditionnelle (Font Quer, 1993) et elle est aussi devenue, au moins depuis le début du dix-septième siècle, une plante décorative des jardins avec les nombreux cultivars auxquels elle a donné naissance (Rogers, *ibid.*).

Les observations publiées à la fin du dix-neuvième siècle et au début du vingtième siècle dans les flores départementales et les notes d'excursions ont apporté de nombreuses informations sur la distribution de la Pivoine officinale en France. Toutefois, la connaissance de l'écologie des plantes était alors loin d'être une priorité et il fallait se contenter pour cette espèce de : « bois montagneux » (Pouzolz, 1862) pour la flore du département du Gard, « seulement dans la région montagneuse » (Loret & Barrandon, 1886) pour la flore du département de l'Hérault, et « bois et prés, dans les montagnes du Midi » (Coste, 1937) pour la flore de France. A la fin du vingtième siècle et au début de ce siècle, les observations de terrain, stimulées par l'inventaire ZNIEFF, puis sa rénovation, et la mise en place du réseau européen Natura 2000, ainsi que la montée en puissance des Conservatoires botaniques nationaux ont permis d'acquérir de nombreuses données nouvelles sur la distribution des espèces remarquables et des espèces protégées, dont la Pivoine officinale, mais un bon nombre d'entre elles sont restées méconnues faute d'être publiées. Simultanément, l'écologie de ces espèces n'a pas été l'objet de beaucoup d'attention, alors que les changements d'utilisation des terres et les changements climatiques sont susceptibles de morceler et de réduire leurs habitats et de contribuer ainsi à leur raréfaction (Sala *et al.*, 2000). Dans la région méditerranéenne et en montagne, les changements d'utilisation des terres sont fortement marqués par la progression des espèces ligneuses et une spectaculaire expansion forestière consécutives à la déprise agricole, surtout par succession végétale secondaire dans les friches et les parcours abandonnés mais aussi par le reboisement de ceux-ci avec des conifères exotiques ; de plus, l'exploitation des taillis est devenue plus localisée et plus espacée dans le temps (Barbero *et al.*, 1990 ; Debussche *et al.*, 1999 ; Thompson, 2005). De nombreuses espèces rares, endémiques restreintes et protégées sont inféodées aux habitats dits ouverts dans la région méditerranéenne (Lavergne *et al.*, 2004) et la colonisation de ces habitats par les arbustes et les arbres ainsi que leur reboisement sont une source de préoccupation importante pour la conservation de ces espèces. Dans ce contexte et dans le cadre géographique du Massif central, cet article a pour objectifs de : a) décrire la distribution actuelle de la Pivoine officinale et comparer cette distribution avec celle connue il y a un siècle, b) décrire les habitats où pousse la Pivoine officinale, c) évaluer le devenir de l'espèce confrontée aux changements d'utilisation des terres, et aussi aux changements climatiques.

Espèce étudiée

Le genre *Paeonia* (Paeoniaceae) comprend 32 à 35 espèces (Sang *et al.*, 1997 ; Ji *et al.*, 2012) distribuées entre 25 ° et 67 ° de latitude Nord en Eurasie - de l'Espagne au Japon -, au Maghreb (une espèce, également européenne) et dans le sud-ouest de l'Amérique du nord (deux espèces endémiques restreintes). Le plus grand nombre d'espèces est distribué autour de la Méditerranée. Les espèces ligneuses arbustives sont des endémiques restreintes des régions montagneuses de la Chine. Quatre espèces, toutes protégées nationalement, s'observent en France, *Paeonia mascula* (L.) Mill. et *P. officinalis* L. sur le continent, *P. corsica* Tausch, *P. mascula* et *P. morisii* Cesca *et al.* en Corse. *Paeonia officinalis* a une

large aire de distribution en Europe : Portugal, Espagne, Italie, France, Suisse, Autriche, Hongrie, pays de l'ex-Yougoslavie, Albanie, Roumanie.

La Pivoine officinale a trois sous-espèces en France : la sous espèce nominale qui ne se trouve que dans les mélézins des Hautes-Alpes et de l'Isère, la sous-espèce *huthii* Soldano qui s'observe dans les frutiçaies et les boisements clairs des Préalpes du sud, enfin la sous-espèce *microcarpa* Nyman - dont il est question ici - qui est distribuée dans le Massif central et les Pyrénées orientales (Schmitt & Tison *in* Tison & Foucault, 2014).

La Pivoine officinale est une espèce herbacée polycarpique à fortes racines tubérisées, dont les individus peuvent vivre plusieurs dizaines d'années. Les feuilles pennatilobées et les hampes florales, portant chacune une seule fleur hermaphrodite rose (Fig. 1), parfois rouge, apparaissent au début du printemps et se dessèchent au cours de l'été. Les plantes reproductrices ont une hauteur de 30 à 70 cm. La reproduction a lieu au plus tôt cinq années après la germination. La floraison se produit en avril et

Fig. 1 : Fleur de Pivoine officinale (montagne de la Séranne). (photo E. Andrieu)

mai ; les fleurs, qui comptent 5-10 pétales et 80-300 étamines entourant 1-4 carpelles, sont surtout pollinisées par des hyménoptères Apidae et des coléoptères Cetoniinae ; chaque fleur reste ouverte en moyenne 6 jours avant que ses pétales ne tombent (Andrieu *et al.*, 2007 a et b). En juillet, chaque follicule s'ouvre et expose jusqu'à 20 graines noires, de 7-9 mm de longueur, à péricarpe faiblement charnu se desséchant rapidement (Fig. 2) ; en quelques semaines ces graines se détachent du tégument interne du follicule et tombent au sol. De petits rongeurs prélèvent des graines pour les manger, surtout parmi celles tombées au sol, mais ils en dispersent aussi une partie apte à germer (Andrieu & Debussche, 2007).

Fig. 2 : Follicules exposant graines et ovules non fécondés (montagne de la Séranne). (photo E. Andrieu)

Méthodes

Distribution

Nous avons décrit la distribution de la Pivoine officinale dans le Massif central, telle qu'elle était connue en 2007, en faisant la synthèse de nos observations de terrain, de nos recherches bibliographiques, des données du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles (CBNMP) et du Conservatoire botanique national du Massif central (CBNMC), et des observations les plus récentes réalisées par un réseau de botanistes que nous ont transmises J. Molina (CBNMP) et E. Schmitt (UMR8198 CNRS/Université de Lille). La distribution décrite réunit un ensemble de localités où la présence effective de l'espèce a été validée entre 1990 et 2007. Une localité est définie ici comme un territoire occupé par une population de Pivoine officinale, supposée fonctionnelle, toujours fragmentée en taches d'individus, plus ou moins espacées, d'effectif et de surface très variables.

Échantillonnage

Afin de préciser l'écologie de la Pivoine officinale dans le Massif central nous avons réalisé, en mai 2005, mai 2006 et mai 2007, 42 relevés phyto-écologiques stationnels avec comme prérequis la présence d'au moins un individu florifère sur le relevé. Ces relevés ont été effectués dans seulement une partie des 35 localités recensées. En effet, nous avons écarté *a priori* 10 localités, soit parce que leur localisation géographique insuffisamment précise (n = 4) rendait trop faible la probabilité de retrouver la Pivoine officinale sur le terrain, soit parce qu'elles étaient trop difficiles d'accès compte tenu du temps dont nous disposions (n = 4), soit enfin parce que nous savions qu'il n'y existait pas de

plante florifère dans un effectif déjà très restreint (n = 2). Vingt-cinq localités ont donc été visitées ; toutefois, nous n'avons pas retrouvé de Pivoine officinale dans quatre d'entre elles (ce qui ne signifie pas que l'espèce avait disparu mais suggère qu'elle y était certainement rare ou très rare) et nous n'avons pas fait de relevés dans l'une d'entre elles car nous n'avons pas trouvé d'individu florifère dans la population. Pour des raisons de confidentialité (espèce très attractive et protégée) les 20 localités échantillonnées ne sont pas nommées, mais chacune d'entre elles est identifiée par la petite région géographique dans laquelle elle se situe ; une ou plusieurs localités peuvent se trouver dans une même petite région.

Relevés phyto-écologiques

Au sein de chacune des 20 localités échantillonnées nous avons réalisé un à trois relevés stationnels d'une surface de 25 m², chaque relevé étant représentatif du, ou d'un des, faciès de végétation dominant(s) dans la localité. Chaque relevé a été effectué là où la densité de fleurs était la plus forte. Sur chaque relevé ont été notés : l'altitude, l'exposition, la pente, la position topographique, la nature de la roche-mère, les recouvrements de la roche en place, des blocs (> 25 cm), des pierrailles (< 25 cm) et graviers (ces trois recouvrements ont été regroupés pour l'analyse des données), ainsi que le recouvrement de la litière. Un prélèvement des 20 cm supérieurs du sol a été réalisé dans chaque relevé et la valeur du pH du sol a été mesurée en laboratoire, en faisant la moyenne des valeurs de trois sous-échantillons. Pour chaque relevé, quatre paramètres climatiques ont été calculés : la moyenne annuelle des précipitations (P), la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), la moyenne des minima du mois le plus froid (m), et le quotient pluviothermique d'Emberger (Q_2 = (2000 P) (M + m + 546,4) (M - m) $^{-1}$) d'utilisation classique en région méditerranéenne (par ex. Daget, 1977). Les calculs ont été réalisés à partir des données de Météo France recueillies dans les stations météorologiques les plus proches des relevés et ayant les séries les plus complètes (période de référence 1977-2006), soit vingt stations météorologiques pour les précipitations et quatorze stations météorologiques pour les températures ; les valeurs de P, M et m ont été calculées en tenant compte des différences d'altitude entre les stations météorologiques et les relevés.

Sur chaque relevé ont été également notés : la hauteur du toit de la végétation, les recouvrements en projection au sol des espèces ligneuses hautes (taille > 2 m), des espèces ligneuses basses (taille < 2 m), de l'ensemble des espèces ligneuses, des espèces herbacées (sauf Pivoine officinale), l'espèce dominante (qui a le plus fort recouvrement) ligneuse haute, l'espèce dominante ligneuse basse et l'espèce dominante herbacée. Une liste floristique complète a été établie sur les 25 m² du relevé (la nomenclature suit Tison *et al.*, 2014). Le degré d'artificialisation de l'habitat (Godron *et al.*, 1968) a été évalué, du niveau 1 - artificialisation nulle ou très faible - au niveau 5 - artificialisation très forte -.
Le recouvrement en projection au sol de la Pivoine officinale et le nombre de fleurs de l'espèce ont été également notés. L'impact négatif de la fermeture de l'habitat par les espèces ligneuses sur la démographie de la Pivoine officinale a été évalué en analysant la proportion des différents stades morphologiques de la Pivoine officinale dans le contexte de la succession végétale stationnelle ; un impact négatif se traduit par la rareté ou l'absence des individus reproducteurs et des germinations en contraste avec l'abondance des plantes végétatives de tout stade (Andrieu *et al.*, 2007c, 2013, 2017). Les perturbations en cours pouvant avoir des conséquences significatives sur la démographie de l'espèce ont été notées et les perturbations significatives prévisibles à moyen terme (par ex. : exploitation forestière) ont été évaluées. Enfin, la surface occupée par l'enveloppe de la population de Pivoine officinale dans chaque localité a été estimée au mieux à l'aide de nos observations de terrain et aussi, dans de nombreuses localités, à l'aide des observations et données GPS de E. Schmitt collectées au cours des trois années précédant nos relevés.

Données complémentaires

Pendant la phase préparatoire aux trois campagnes de terrain des données intéressantes ont été collectées sur les espèces dominantes arborées, leur gestion, et les roches-mères. Ces données complémentaires ne sont utilisées qu'au cours de la discussion.

Résultats

Distribution

La Pivoine officinale est distribuée dans une bande de 200 km de longueur sur 15 à 30 km de largeur qui suit, plus ou moins fidèlement, la structure du relief de la bordure sud-est du Massif central (Fig. 3). On peut l'observer dans trente-cinq localités. Les localités les plus proches de la vallée du Rhône et de la Méditerranée relient, du nord-est au sud-ouest, l'est du plateau des Gras, les garrigues de l'Uzégeois, les garrigues du Montpelliérais, le sud de l'Escandorgue et les monts du Minervois. Les localités les plus internes relient, du nord-est au sud-ouest, l'ouest du plateau des Gras, la montagne de la Serre, les Cévennes d'Alès, la montagne de la Séranne, les monts de Saint-Guilhem, le causse de Blandas, les gorges de la Vis, le nord de l'Escandorgue, les monts d'Orb et les contreforts est des monts de Lacaune. La Pivoine officinale peut donc s'observer dans le sud-est de l'Ardèche, dans le Gard, dans l'Hérault et dans l'extrême sud-est de l'Aveyron ; elle s'approche à seulement un kilomètre de l'Aude.

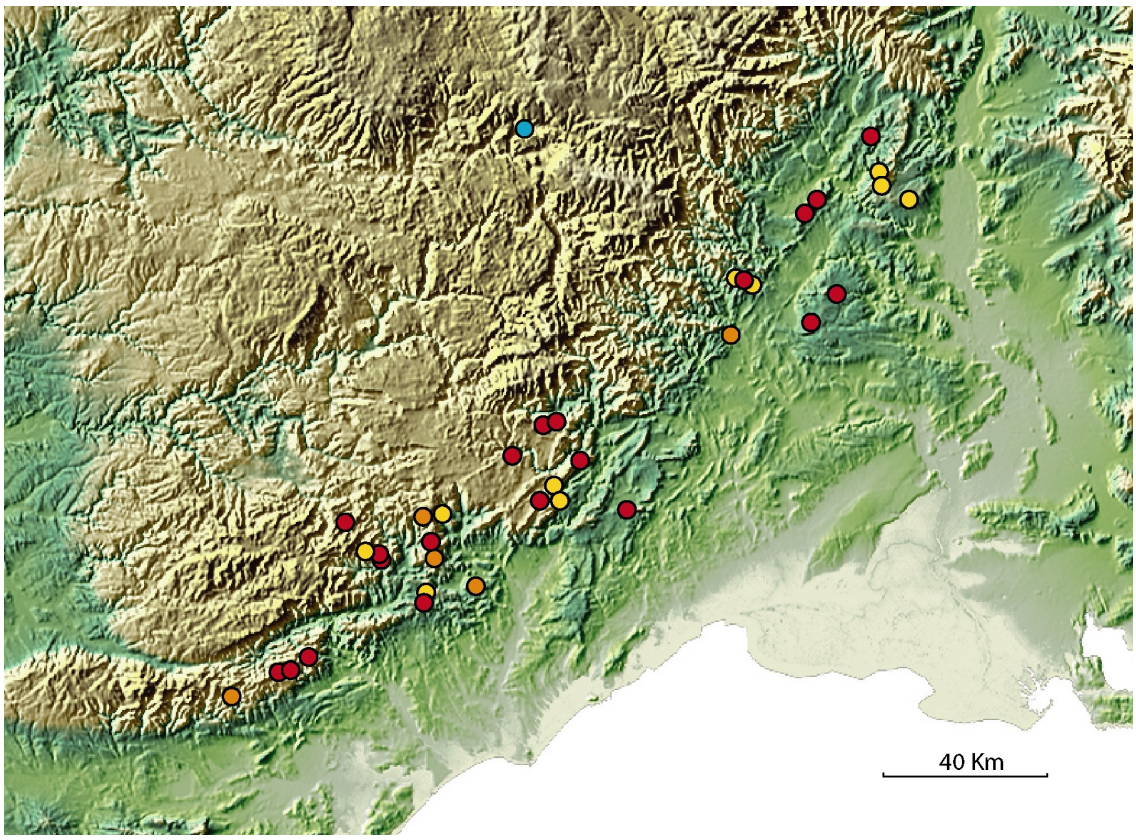


Fig. 3 : Distribution de la Pivoine officinale dans le Massif central (validation des localités 1990-2007). Rouge : 20 localités échantillonnées ; orange : 5 localités visitées non échantillonnées ; jaune : 10 localités non visitées. Localité de Mende (Lozère), non validée, en bleu.

Climat

Dans le Massif central, la Pivoine officinale pousse sous climat méditerranéen humide et perhumide à hiver froid. Toutefois, dans ses localités internes les plus occidentales (contreforts est des monts de Lacaune et monts d'Orb), il s'agit d'un climat de transition (Baudière & Emberger, 1959), une influence méditerranéenne ou une influence océanique pouvant alterner selon les années. Les garrigues de l'Uzégeois, d'une part, et les contreforts est des monts de Lacaune et les monts d'Orb, d'autre part, comprennent les localités les plus contrastées climatiquement avec respectivement la moyenne annuelle des précipitations de 1050 mm et 1450 mm, la moyenne des minimas du mois le plus froid de 0°C et -1,5 °C et la moyenne des maximas du mois le plus chaud de 30 °C et 25 °C ; la valeur du quotient pluviothermique (Q_2) y est respectivement de 125 et 190. Les localités des autres petites régions ont des caractéristiques climatiques intermédiaires.

Topographie

Nous avons observé la Pivoine officinale depuis l'altitude de 260 m (garrigues de l'Uzégeois) jusqu'à l'altitude de 790 m (monts d'Orb) ; c'est au-dessus de 500 m d'altitude que l'espèce est la plus fréquemment observée. Ses stations sont situées à mi-versant dans la majorité des cas (57 %), pour près d'un tiers en haut de versant et beaucoup plus rarement en bas de versant ou dans un talweg (12 %). La pente du versant est faible ou modérée (< 20 %) dans la moitié des stations, plus accentuée dans les autres jusqu'à devenir forte (45-50 %) dans certaines stations des monts d'Orb, des gorges de la Vis et de l'Escandorgue. La moitié des stations est située à une exposition du quadrant nord (NO-N-NE), le nord et le nord-ouest étant les expositions les plus fréquentes. Toutefois, les stations n'ont pas la même exposition préférentielle selon qu'elles sont à une altitude inférieure à 600 m ou supérieure à 600 m (Fig. 4 et 5) : dans les stations de plus basse altitude, les plus chaudes, l'exposition dominante est nord et nord-ouest, alors que dans les stations d'altitude plus élevée, plus fraîches, l'exposition dominante est sud et sud-ouest.

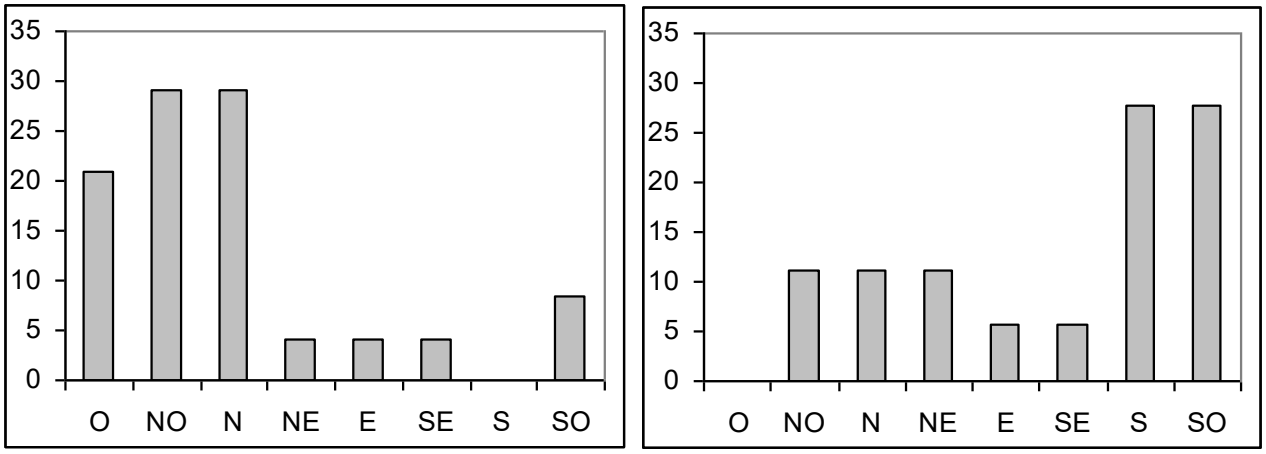


Fig. 4 et 5 : Fréquence (%) de l'exposition des stations d'altitude < 600 m, n = 24 (gauche) et d'altitude > 600 m, n= 18 (droite).

Lithologie et sols

La Pivoine officinale se rencontre sur plusieurs types de roche-mère, dans la majorité des cas sur calcaire dur (57 %) et assez fréquemment sur schiste (21 %) ; ces deux roches-mères en se décomposant produisent souvent des pierriers et des éboulis. Plus rarement, la Pivoine officinale se trouve sur calcaire dolomitique, grés, granite et calcaire marneux dont la décomposition produit en majorité des

éléments moins grossiers, avec un substrat parfois un peu arénacé. En cohérence avec la dominance des calcaires durs et des schistes, le recouvrement de la roche en place et des éléments instables issus de sa décomposition (des gros blocs aux graviers) est supérieur à 40 % dans les trois quarts des stations, atteignant même 99 % dans une station (Fig. 6). Ceci fait que dans près des trois quarts des stations le recouvrement de la litière ne dépasse pas 40 %. La diversité des roches-mères conduit sans surprise à observer une très large gamme de pH du sol (Fig. 7), avec un pH neutre (6,5-7,5) mesuré dans 60 % des stations.

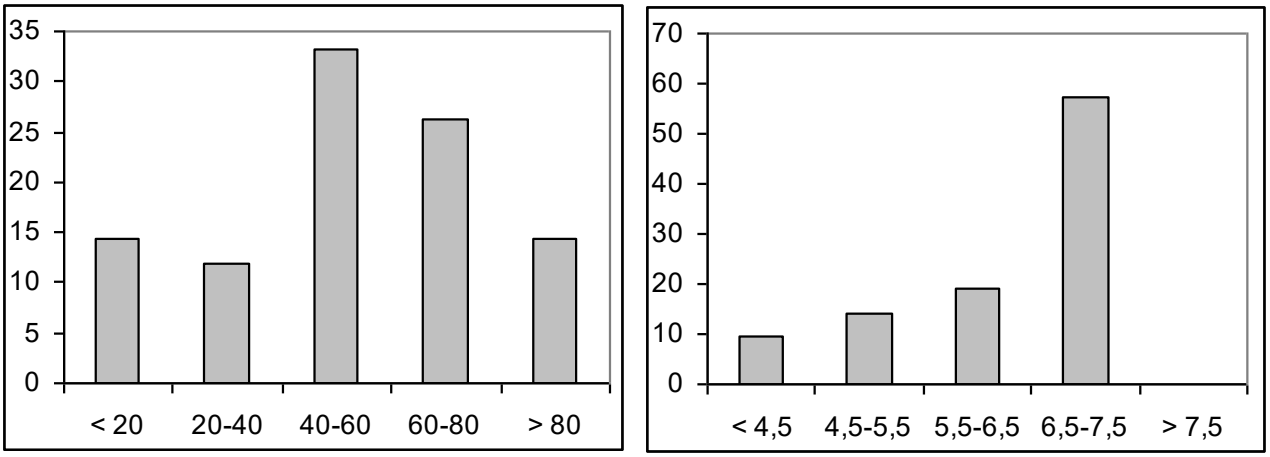


Fig. 6 et 7 : Fréquence (%) du recouvrement de la roche en place et des éléments instables (%) (gauche) et du pH du sol (droite).

Végétation

Dans près des deux tiers des stations la hauteur du toit de la végétation est comprise entre 2 et 10 m, hauteur habituelle des garrigues plus ou moins arborées et des boisements clairs en situation peu fertile (Fig. 8). Il faut souligner que cette hauteur est aussi très contrastée : de moins d'un mètre dans les éboulis et les frutiçaies basses du causse de Blandas, des gorges de la Vis et de la montagne de la Séranne, elle atteint 16 m dans les chênaies pubescentes des monts du Minervois et 18 m dans les châtaigneraies et frênaies des monts d'Orb. Ce contraste se retrouve dans le recouvrement des ligneux hauts : dans près du tiers des stations il est inférieur à 20 % mais il est supérieur à 60 % dans 42 % d'entre elles (Fig. 9).

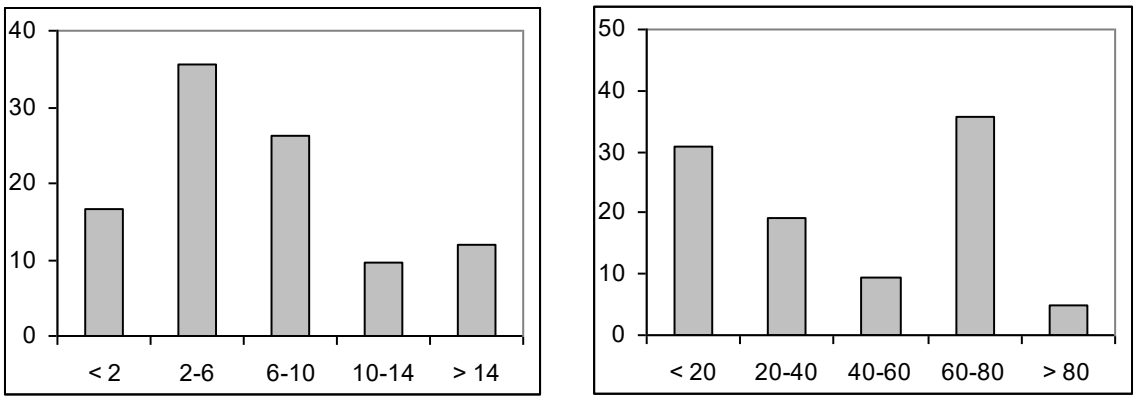


Fig. 8 et 9 : Fréquence (%) de la hauteur du toit de la végétation (m) (gauche) et du recouvrement (%) des ligneux hauts (droite).

Le recouvrement de l'ensemble des espèces ligneuses, espèces les plus susceptibles d'avoir un impact négatif sur la Pivoine officinale par leur ombrage, est rarement inférieur à 20 % alors que dans la moitié des stations ce recouvrement est supérieur à 60 % (Fig. 10). Il n'est pas surprenant dans ces conditions que le recouvrement des herbacées (hors Pivoine officinale) soit faible en général (Fig. 11).

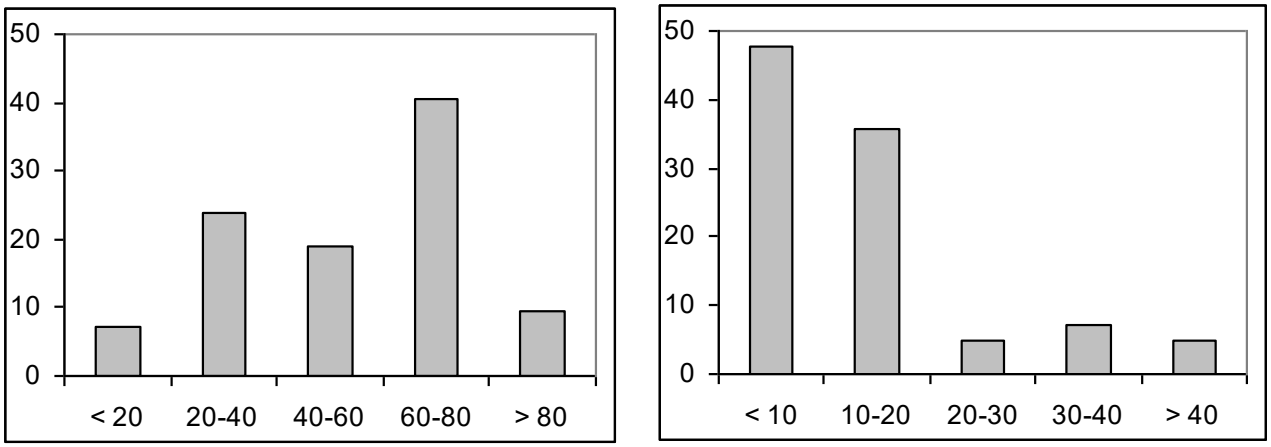


Fig. 10 et 11 : Fréquence (%) du recouvrement (%) de l'ensemble des ligneux (gauche) et des herbacées sauf Pivoine officinale (droite).

Dans les stations pourvues de ligneux hauts, c'est *Quercus pubescens* qui est le plus souvent dominant (40 % des stations) puis *Quercus ilex* (17 % des stations) et *Acer monspessulanum* (11 % des stations). Les autres espèces ligneuses hautes, dominantes dans moins de 5 % des stations, sont dans un ordre de fréquence décroissante : *Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus aria*, *Corylus avellana*, *Amelanchier ovalis*, *Acer campestre* et *Pseudotsuga menziesii*.
Buxus sempervirens est l'espèce la plus souvent dominante (26 % des stations) pour les ligneux bas. *Prunus spinosa*, *Rubus ulmifolius*, *Cornus sanguinea* et *Corylus avellana* sont ensuite les seules espèces ligneuses basses à être dominantes dans au moins 10 % des stations. Les autres espèces ligneuses basses sont dominantes dans moins de 5 % des stations : *Amelanchier ovalis*, *Coronilla emerus*, *Cytisus sessilifolius*, *Hedera helix*, *Juniperus oxycedrus*, *Lonicera etrusca*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Ribes alpinum*, *Rosa micrantha*.

Chez les espèces herbacées, comme attendu, la Pivoine officinale est dominante dans la majorité des stations (cf. plus loin). En dehors de la Pivoine officinale, seules *Bromus erectus* et *Arrhenaterum elatius* dominent dans au moins 10 % des stations. Il s'y ajoutent deux espèces, moins souvent dominantes, mais dominantes dans plus de 5 % des stations : *Brachypodium pinnatum* et *Ruscus aculeatus*. Dix-huit autres espèces herbacées sont dominantes dans moins de 5 % des stations.

Peu de stations (15 %) ont un degré d'artificialisation de 1, c'est-à-dire que l'impact humain, s'il existe, y est toujours très faible et occasionnel ; c'est le cas des éboulis, pierriers, frutiçaies et bois mal venants sur des versants rocailleux et pentus difficiles d'accès. Près de la moitié des stations (45 %) a un degré d'artificialisation de niveau 2, c'est-à-dire que l'impact humain y est présent (ou y a été présent récemment) mais ne modifie que modérément la végétation ; c'est le cas des peuplements forestiers de feuillus à longue révolution, des prés-bois et des garrigues herbeuses parcourus extensivement par les troupeaux ou récemment abandonnés, avec interventions nulles, ou faibles et épisodiques, pour en éliminer les espèces arbustives et arborées. Plus du tiers des stations (38 %) a un degré d'artificialisation de niveau 3 ; c'est le cas des taillis à courte révolution, des haies habituellement rasées, éclaircies ou brûlées, des bords des cultures, des lisières des reboisements de résineux exotique et des talus et bermes des pistes forestières qui les desservent. Enfin, une seule station a un degré d'artificialisation de niveau 4 ; il s'agit d'un reboisement de sapin de Douglas, conifère exotique, au sous-bois ligneux régulièrement arasé.

Aucun des habitats observés (mais cf. Discussion) dans les 42 stations échantillonnées n'est très original et aucun n'est retenu comme Habitat naturel déterminant en Languedoc-Roussillon au titre de la modernisation de l'inventaire ZNIEFF (Anonyme, 2009).

Cortège floristique

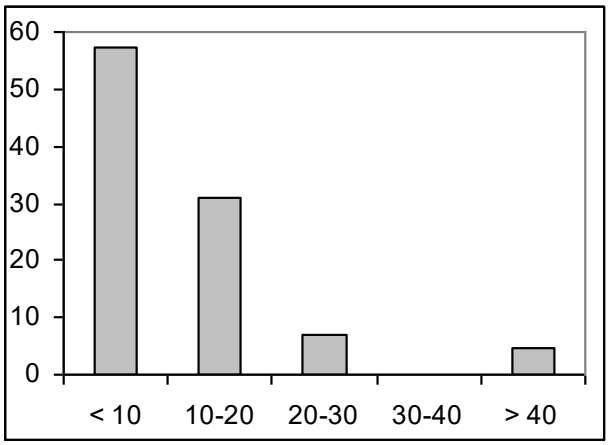
Le cortège floristique associé à la Pivoine officinale dans le Massif central, listé dans nos relevés, s'élève à 237 espèces. Les espèces les plus fréquemment observées, dans au moins un quart des stations, sont au nombre de 22. Quatre espèces sont présentes dans au moins la moitié des stations, dans un ordre de fréquence décroissante : *Rubia peregrina*, *Lonicera etrusca*, *Quercus pubescens* et *Helleborus foetidus*. Il s'y ajoutent 10 espèces moins fréquentes, mais présentes dans au moins un tiers des stations : *Buxus sempervirens*, *Prunus spinosa*, *Arrhenaterum elatius*, *Quercus ilex*, *Rubus ulmifolius*, *Bromus erectus*, *Crataegus monogyna*, *Teucrium chamaedrys*, *Corylus avellana* et *Sorbus aria*. Enfin, il s'y ajoutent huit espèces encore moins fréquentes, mais présentes dans au moins un quart des stations : *Amelanchier ovalis*, *Carex halleriana*, *Hieracium murorum*, *Melittis melissophyllum*, *Prunus mahaleb*, *Ranunculus bulbosus*, *Acer monspessulanum* et *Polygonatum odoratum*.

Bien que rarement observées dans ce cortège, il faut souligner la présence d'espèces qui forment deux ensembles très contrastés, l'un composé d'espèces méditerranéennes des pelouses et des garrigues des stations les plus basses (*Brachypodium retusum*, *Bromus madritensis*, *Phillyrea angustifolia* et *Smilax aspera*), l'autre composé d'espèces eurosibériennes forestières des stations les plus élevées (*Anemone nemorosa*, *Corydalis solida*, *Doronicum pardalianches*, *Fagus sylvatica* et *Scilla bifolia*).

Enfin, au sein de ce cortège floristique, une seule espèce, *Euphorbia duvalii*, endémique restreinte du Midi de la France, poussant dans les éboulis et les pelouses rocailleuses calcaires, mérite une attention particulière ; observée dans deux localités (montagne de la Serrane et gorges de la Vis), cette espèce a été retenue comme Espèce remarquable en Languedoc-Roussillon au titre de la modernisation de l'inventaire ZNIEFF (Anonyme, 2009).

Populations de Pivoine officinale

La surface moyenne occupée par les enveloppes des populations de Pivoine officinale échantillonnées a été estimée à 40 ± 13,5 hectares (m ± SE) ; la surface de la plus restreinte a été estimée à 0,1 hectare (causse de Blandas) et la surface de la plus étendue a été estimée à 250 hectares (montagne de la Séranne). Dans le contexte écologique et floristique décrit ci-dessus, la Pivoine officinale a un faible recouvrement dans la plupart des stations, celui-ci ne dépassant 20 % que dans cinq d'entre elles (Fig. 12). Même si son recouvrement est très généralement faible, la Pivoine officinale n'en est pas moins l'espèce dominante herbacée dans près des trois quarts des stations. Dans un quart des stations il n'y a qu'une à trois fleurs sur 25 m² et dans près des trois quarts des stations il y en a moins de dix (Fig. 13). Mais, à l'opposé, dans six stations la densité des fleurs atteint ou dépasse 1 fleur/m², avec un maximum très spectaculaire de 95 fleurs sur 25 m² dans une station (gorges de la Vis).
Le nombre de fleurs de Pivoine officinale diminue de manière significative avec l'augmentation du recouvrement des ligneux, toutes espèces confondues, c'est-à-dire avec la diminution de la luminosité (Fig.14) ; le recouvrement du feuillage de l'espèce diminue aussi, mais non significativement. L'impact négatif de la fermeture de l'habitat par les ligneux sur la démographie de l'espèce a été diagnostiqué dans un peu plus de la moitié des stations (Fig. 15).
Lorsqu'au moins une espèce ligneuse dominante est sempervirente (*Quercus ilex*, *Buxus sempervirens* et conifères exotiques de reboisement), qu'elle soit ligneuse haute ou ligneuse basse, l'impact négatif concerne 87 % des stations, alors que dans le cas où il ne s'agit que d'espèces ligneuses dominantes caducifoliées cet impact négatif ne concerne qu'un peu plus du tiers des stations.



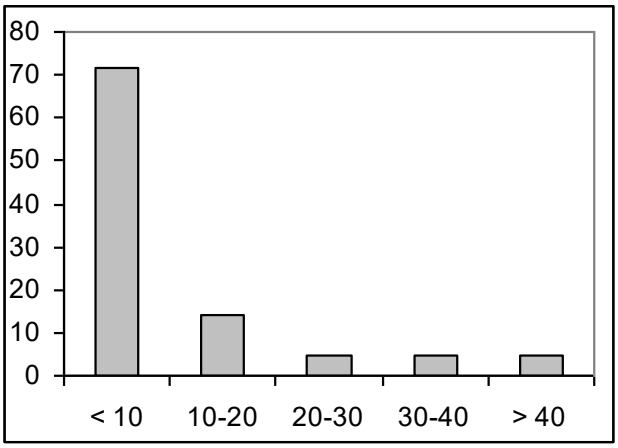


Fig. 12 et 13 : Fréquence (%) du recouvrement (%) de la Pivoine officinale (gauche) et du nombre de ses fleurs (droite).

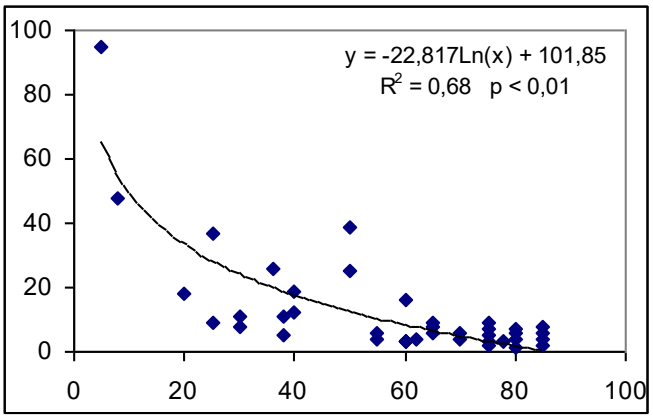


Fig. 14 : Nombre de fleurs de Pivoine officinale en fonction du recouvrement ligneux (%)

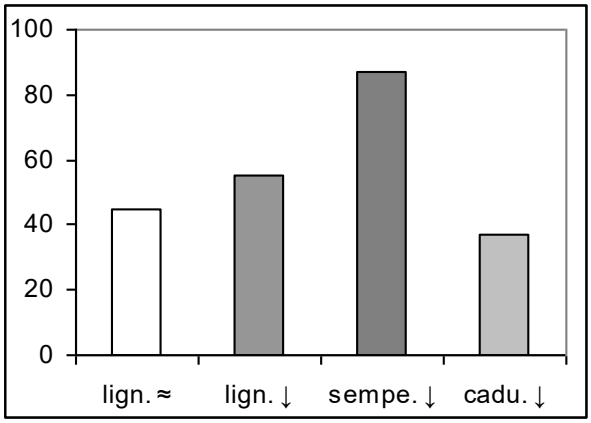


Fig. 15 : Fréquence (%) des stations sans impact des ligneux (≈) et avec impact négatif de ceux-ci (↓) ; dans ces dernières stations, fréquence (%) dans les stations à ligneux sempervirents dominants et dans les stations à ligneux caducifoliés dominants

L'exploitation forestière est la principale des activités humaines à laquelle les populations de Pivoine officinale sont confrontées ; elle concerne un tiers des stations. Il faut y distinguer deux cas très différents, d'une part (21 %) la coupe des taillis de chêne vert et de chêne pubescent (plateau des Gras, garrigues de l'Uzégeois, Cévennes d'Alès, etc.), et d'autre part (12 %) l'entretien et la coupe des reboisements de résineux exotiques (contreforts est des monts de Lacaune, monts du Minervois, Escandorgue). L'agriculture n'impacte que peu les stations (7 %). Enfin, il faut souligner que l'élevage, toujours extensif et essentiellement ovin, ne concerne que 14 % des stations, la plupart des parcours ayant été abandonnés.

Les sangliers sont à l'origine des seules perturbations naturelles importantes. Leur passage a été noté dans près de la moitié des stations, avec sur un quart d'entre elles des mottes de terre et des blocs retournés, des végétaux arrachés et parfois l'érosion localisée du sol ; des plantes de Pivoine officinale piétinées ou cassées, jamais déracinées, n'ont été observées que dans deux stations. L'impact des cervidés est anecdotique et s'est limité, dans trois stations, à la consommation, probablement par des chevreuils, de quelques boutons floraux et de quelques feuilles (cf. Andrieu *et al.*, 2011).

Discussion et conclusions

Distribution

Le nombre de localités

La distribution de la Pivoine officinale que nous avons décrite est basée sur l'existence de 35 localités validées entre 1990 et 2007 (Fig. 3). A chacune de ces localités correspond une population. L'habituelle fragmentation des populations de cette espèce en taches d'individus, plus ou moins grandes et espacées, l'âpreté du relief et la densité de la végétation dans de nombreux habitats, rendent la délimitation et l'individualisation de ces populations-localités particulièrement délicates sur le terrain. Une part de subjectivité entre donc en jeu à la fois dans l'évaluation de la surface de l'enveloppe des populations-localités et dans le dénombrement de celles-ci. Il est possible que selon les observateurs le nombre de localités puisse varier entre 30 et 40, mais cela ne change en rien la réalité géographique de la distribution.

L'histoire botanique d'une distribution stable

A la fin du dix-neuvième siècle, les indications de Pouzolz (1862), Aubouy (1874), Sabatier-Désarnaud (1879), Saint-Lager (1883), Ivolas (1885), Loret & Barrandon (1886) et Boullu (1891) permettent déjà d'avoir une bonne idée de la distribution de l'espèce dans le Massif central, et suggèrent qu'au moins la moitié, peut-être les deux tiers, des localités que nous avons recensées avaient été publiées à cette époque. Au début du vingtième siècle, les indications de Revol (1910, 1921) et Pagès (1912), respectivement pour l'Ardèche et le nord-ouest de l'Hérault, rendent la distribution alors connue très proche de la distribution que nous avons dessinée, et suggèrent qu'au moins les trois quarts des localités que nous avons recensées avaient été publiées. Ces anciens auteurs utilisent la plupart du temps le binôme *Paeonia peregrina* Mill. en synonymie de *P. officinalis* L. Les localités nouvelles observées plus récemment ont été peu souvent publiées (mais par ex. Mathez, 1982), mais la plupart, voire toutes, ont au moins été enregistrées dans les bases de données des Conservatoires botaniques nationaux.

Parmi les localisations géographiques publiées au dix-neuvième siècle et au début du vingtième siècle, il n'en est que cinq qui n'aient pas été validées en 2007 : Anduze (Saint-Lager, 1883), et quatre lieux-dits situés au sud de Bédarieux et d'Hérépian (Sabatier-Désarnaud, 1879 ; Loret & Barrandon, 1886 ; exsiccata de 1912 dans l'herbier Vichet, MPU). Toutes ces localisations entrent parfaitement dans la distribution géographique de l'espèce telle que nous l'avons décrite. Ces localisations ne sont toujours pas validées en 2018, que ce soient celles au sud de Bédarieux et d'Hérépian (P. Delaumone, *in litt.*), ou celle d'Anduze. Compte tenu des pratiques des botanistes de l'époque, de la compréhension variable des lieux-dits et de la qualité médiocre des anciennes cartes, il est presque certain que pour au moins deux de ces localisations, dont Anduze, il y a eu une approximation géographique ou une confusion avec un lieu-dit proche. Pour les trois autres localisations, qui correspondraient à une ou deux localités supplémentaires, le même cas de figure est tout à fait possible.

En définitive, nos résultats montrent que la Pivoine officinale est restée présente dans presque toutes, ou toutes, les localités qu'elle occupait il y a un siècle à un siècle et demi dans son aire de distribution naturelle, et ils suggèrent fortement que les absences de validation sont bien plus souvent causées par une ancienne imprécision dans la localisation de l'espèce que par une réelle extinction locale de celle-ci.

Une population naturalisée

Un lieu-dit, noté par Prost sur certaines de ses étiquettes d'herbier avec le nom de *Paeonia peregrina* DC. (1820 ? ; Herbier Prost, Musée du Gévaudan à Mende), n'est pas en cohérence avec la distribution que

nous avons décrite puisqu'il se situe à 60 km au nord-ouest de la localité la plus proche (Cévennes d'Alès) et en dehors du climat méditerranéen (Fig. 3). Ce lieu-dit, distant d'environ un km de la ville de Mende du temps de Prost, est maintenant inclus dans cette ville à la suite de la construction de lotissements. Bien que cette localisation, avec plusieurs autres, soit fréquemment considérée comme étant dans l'aire de distribution naturelle de la Pivoine officinale (par ex. Museum national d'Histoire naturelle, 2003-2017), un tel décalage géographique et climatique doit amener à s'interroger sur la spontanéité de l'espèce en ce lieu-dit, à plus forte raison quand il s'agit d'une espèce longévive souvent cultivée pour ses qualités horticoles et médicinales.

Prost avait mis en herbier plusieurs échantillons de Pivoine officinale de cette provenance, actuellement dispersés entre Mende, Lyon et Paris. Il s'agit de la sous-espèce *microcarpa* (Schmitt, *in litt.*). Sur les étiquettes des échantillons conservés à Mende, Prost a écrit que l'espèce se trouve « dans un champ » où elle est « rare » (Fig. 16). Dans une note (1820 a) jointe à l'un de ses échantillons avec le nom de *Paeonia peregrina* Mill. (Herbier du Jardin botanique de Lyon, LYJB), il s'insurge contre le fait qu'il a bien du mal à collecter un échantillon fleuri car « la fleur de cette plante est apparente et les enfans y courent après ».

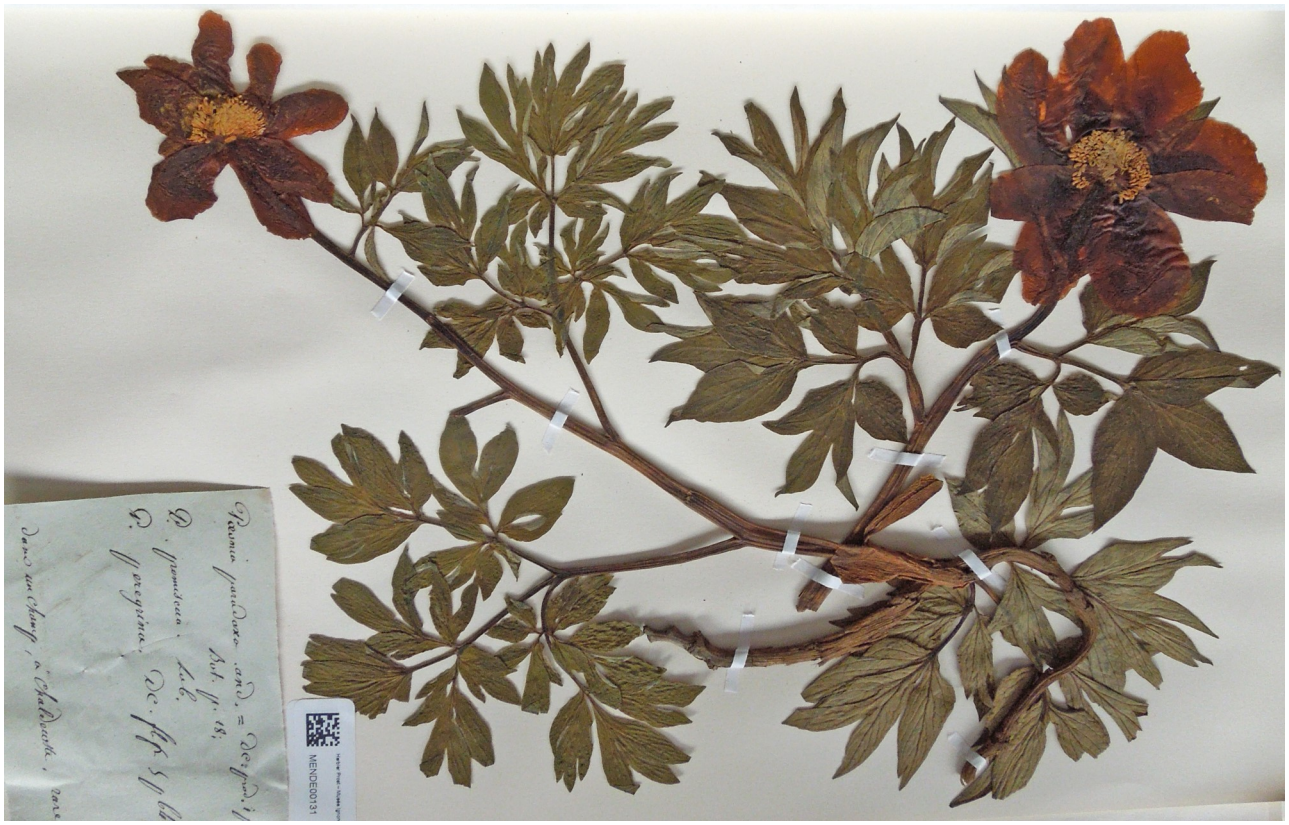


Fig. 16 : Échantillon de *Paeonia officinalis* cueilli vers 1820 par T.C. Prost près de Mende. (photo Musée du Gévaudan, Mende).

Dans cette même note il précise que « cette plante se trouve dans un champ » et dans une publication (1820 b) il écrit qu'on la trouve « en parcourant les moissons ».
L'examen d'anciennes photographies aériennes (1950-1965 ; Géoportail IGN) du lieu-dit confirme, par la présence de murettes et de tas de pierres, que ce versant exposé au sud et assez peu pentu avait été occupé par un parcellaire agricole. Les noms utilisés dans la voirie du lotissement qui, depuis les années 1970, couvre maintenant une bonne partie du lieu-dit confirment également cette utilisation agricole passée : « Chemin de la Safranière », « Impasse du Safran », « Impasse des Vignes ». La Pivoine officinale a sans aucun doute été plantée en ce site et y a formé par la suite une petite

population naturalisée ; Mende ne fait donc pas partie de son aire de distribution naturelle. La présence de *Paeonia officinalis* en ce lieu-dit a été validée au vingtième siècle par un échantillon d'herbier collecté en 1966 par J. Halda (Halda & Waddick, 2004) et par l'observation de plusieurs plantes fleuries en mai 1971 (Y. Maccagno, *in litt.*). Nous ne savons pas si la Pivoine officinale y existe encore, sur les marges du lotissement.

Écologie

La représentativité de l'échantillon de relevés

Même si les 42 relevés phyto-écologiques stationnels réalisés ne concernent que 20 des 35 localités recensées (Fig. 3), ils incluent la localité la plus septentrionale et la localité la plus proche de la Méditerranée, ainsi que la localité qui a la plus basse altitude et celle qui a l'altitude la plus élevée ; ces relevés sont situés dans douze des treize petites régions géographiques où la Pivoine officinale a été observée, l'exception étant les monts de Saint-Guilhem. Tout ceci suggère que ces 42 relevés reflètent bien l'essentiel de la diversité des habitats et des cortèges floristiques associés à l'espèce dans le Massif central.

Une espèce méditerranéenne de moyenne altitude sur des sols pierreux

Dans le Massif central, la Pivoine officinale s'observe entre 260 m et 790 m d'altitude, plus fréquemment au-dessus de 500 m, sur les plateaux et les petites montagnes bordant à l'ouest la basse vallée du Rhône et au nord les plaines languedociennes. Cette espèce est en premier lieu associée au climat méditerranéen, comme l'illustre sa distribution. En effet, elle approche à une vingtaine de kilomètres la latitude de Livron, dans la vallée du Rhône, mais ne la dépasse pas vers le nord, et elle approche également à une vingtaine de kilomètres la longitude de Carcassonne, en Languedoc, mais ne la dépasse pas vers l'ouest ; Livron et Carcassonne sont des villes souvent considérées comme les portes du climat méditerranéen. Espèce de climat méditerranéen certes, mais dans une variante (humide et perhumide) à forte pluviosité annuelle, à hiver froid où les gelées sont la règle et à la chaleur estivale sans trop d'excès, avec même une incursion sous climat de transition, méditerranéen ou océanique selon les années, dans les monts d'Orb et sur les contreforts est des monts de Lacaune. De plus, en dessous de 600 m d'altitude, cette espèce est observée préférentiellement à une exposition nord et nord-ouest qui permet d'atténuer les rigueurs de la chaleur et de la sécheresse. Braun-Blanquet (1923) fait de la Pivoine officinale dans le Massif central une des espèces de son groupe des « méditerranéo-montagnardes », expression sans relation avec la classification des étages de végétation - établie postérieurement -, qui a parfois été mal comprise et a conduit de manière erronée (Guinochet & Vilmorin, 1978) à rattacher cette espèce au seul étage montagnard dans sa variante méditerranéenne.

Les sols pierreux, les éboulis et pierriers stabilisés et les rocailles caractérisent aussi l'écologie de l'espèce. Contrairement à ce qui est parfois écrit (par ex. Danton & Baffray, 1995) la Pivoine officinale n'est pas inféodée aux sols calcaires même si elle est observée dans la majorité de ses localités sur des calcaire durs, rarement sur des calcaires dolomitiques, très rarement sur des calcaires marneux. En effet, on la rencontre assez souvent sur schiste, parfois sur granite et grés et, rarement, sur basalte dans l'Escandorgue (J. Molina, *in litt.*). En conséquence, elle pousse sur des sols offrant une large gamme de pH, de 4,0 à 7,5. C'est la granulométrie très grossière du sol, aussi bien en surface qu'en profondeur, qui est importante pour cette espèce, pas sa composition chimique.

Une végétation et un cortège floristique associés diversifiés

La végétation associée à la Pivoine officinale est diversifiée dans sa physionomie, aussi bien en hauteur qu'en recouvrement, et dans ses espèces dominantes. L'étendue de la gamme physionomique est particulièrement marquante, avec une hauteur de la végétation qui varie de 0,4 à 18 mètres et un

recouvrement des ligneux qui varie de 5 à 85 % (cf. Fig. 18 à 28) : frutiçaies basses et claires, haies, garrigues plus ou moins arborées, prés-bois, boisements clairs et mal venants, accrues, taillis et futaies plus ou moins clairiérés. A ceci s'ajoute un grand nombre d'espèces dominantes, qu'elles soient arborées, arbustives ou herbacées. Pour ne retenir que les espèces arborées, à *Quercus pubescens*, espèce la plus fréquemment observée, et à *Quercus ilex* et *Acer monspessulanum*, bien moins fréquentes, s'ajoutent les plus rarement observées *Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Pseudotsuga menziesii* (exotique plantée) et *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*. Cette dernière espèce, en peuplement assez clair, est caractéristique de la localité (non échantillonnée) des Monts de Saint-Guilhem sur calcaire dolomitique (MD & GD, obs. pers.). Il faut souligner que cet habitat est une priorité de conservation européenne au titre de la Directive habitats dans le cadre du réseau Natura 2000 et qu'il a aussi été retenu comme Habitat naturel déterminant en Languedoc-Roussillon au titre de la modernisation de l'inventaire ZNIEFF (Anonyme, 2009). Enfin, il faut encore citer *Quercus petraea* (vieux taillis clairiéré) et *Fagus sylvatica* (futaie assez claire) qui, très localement, montrent quelques individus de Pivoine officinale sous leur couvert (respectivement contreforts est des monts de Lacaune et monts d'Orb) (MD, obs. pers.). Le cortège floristique associé à la Pivoine officinale, pris dans son ensemble (237 espèces), est composite et regroupe, pour simplifier, des espèces méditerranéennes et des espèces eurosibériennes. Ces dernières sont toujours présentes dans les relevés, et leur proportion augmente des localités externes aux localités internes puis en se dirigeant vers l'ouest de la distribution (monts d'Orb et contreforts est des monts de Lacaune) où les espèces méditerranéennes deviennent très rares ou absentes. Les cortèges floristiques stationnels caractérisent ainsi un étage de végétation mésoméditerranéen supérieur puis, et surtout, un étage supraméditerranéen et enfin un étage collinéen supérieur, sans caractériser un étage montagnard.
Ces observations montrent que la végétation et la flore associées à la Pivoine officinale, dans sa subsp. *microcarpa*, sont beaucoup plus diversifiées et que l'amplitude d'habitat de l'espèce est bien plus large que ne l'indiquent de nombreuses publications (par ex. : « ourlets et fourrés xérothermophiles » *in* Tison & Foucault, 2014 ; « ourlets basophiles médio-européens, mésoxérophiles » *in* Julve, 1998-2017).

Devenir des populations

L'impact négatif de la fermeture des habitats par les ligneux

Nous avons montré qu'à l'échelle de sa distribution, la floraison de la Pivoine officinale est d'autant plus modeste que le recouvrement des ligneux est plus élevé, en d'autres termes que la luminosité arrivant au sol est plus faible. Ceci est en cohérence avec les résultats d'une expérimentation d'ombrage artificiel appliqué à des plantes florifères en habitat ouvert, réduisant la luminosité qui les atteint à celle d'un reboisement mature de conifères : après un seul cycle de végétation sous ombrage artificiel toutes les plantes florifères régressent l'année suivante à un stade végétatif (Andrieu *et al.*, 2013).
L'analyse de la proportion des différents stades morphologiques de la Pivoine officinale dans le contexte de la succession végétale stationnelle a permis de diagnostiquer qu'il existe, dans un peu plus de la moitié des stations, un impact négatif de la fermeture des habitats par les ligneux sur la démographie de l'espèce. Cet impact négatif est beaucoup plus souvent observé dans les stations où au moins une espèce ligneuse dominante - haute ou basse - est sempervirente (*Quercus ilex*, *Buxus sempervirens* et conifères exotiques de reboisement) que dans les stations où les espèces dominantes ligneuses sont caducifoliées (Fig. 17). Dans les peuplements les plus denses de *Quercus ilex* avec sous-bois de *Buxus sempervirens*, qui sont les habitats les moins lumineux, les rares plantes de Pivoine officinale existantes, toutes à des stades végétatifs, sont groupées à l'aplomb des quelques arbres caducifoliés présents, le plus souvent *Quercus pubescens*, ou sur les pierriers, même de taille modeste, à l'origine de trouées dans la canopée et le sous-bois ; il s'agit de plantes rescapées d'un effectif plus nombreux et plus dispersé antérieur à l'expansion ou au plus fort recouvrement des ligneux sempervirents.

Fig. 17 : Individus stériles, de petite taille, de *Paeonia officinalis* sous couvert de *Quercus ilex* (Cévennes d'Alès). (Photo E. Andrieu)

La différence marquée dans l'impact des ligneux sempervirents par rapport aux ligneux caducifoliés s'explique par la plus faible luminosité arrivant au sol sous le couvert des sempervirents pendant toute la période de végétation ; elle s'explique aussi par les phénologies décalées de la Pivoine officinale et des ligneux caducifoliés, la Pivoine officinale développant ses feuilles, ses boutons floraux, puis ouvrant ses fleurs alors même que les espèces ligneuses caducifoliées n'ont pas encore développé entièrement leur feuillage voire même n'ont pas encore débourré, ou à peine (Fig. 18).

Fig. 18 : *P. officinalis* en fleurs, ainsi que *Polygonatum odoratum*, alors que *Quercus pubescens* commence juste à débourrer (Gorges de la Vis). (photo E. Andrieu)

Les habitats primaires et les habitats secondaires : flux et reflux

La diversité des habitats occupés par la Pivoine officinale et la grande variabilité de sa floraison et de son recrutement, qui dépendent du recouvrement des ligneux et de la nature de leur feuillage, suggèrent fortement l'existence d'habitats primaires et d'habitats secondaires pour cette espèce. Les premiers sont relativement bien à l'abri des variations du régime des perturbations anthropiques et accueillent des populations viables à long terme ; les seconds, qui se développent au cours d'un régime favorable de perturbations anthropiques et ne subsistent que tant que ce régime de perturbations demeure, accueillent des populations pouvant devenir non viables à long terme.

Cette hypothèse de deux types d'habitats est confortée par les résultats d'un suivi pendant sept ans de quadrats permanents installés dans deux habitats contrastés (ouvert/boisé) de quatre localités représentatives du gradient climatique observé dans la distribution de la Pivoine officinale (garrigues du Montpelliérais, Cévennes d'Alès, gorges de la Vis et contreforts est des monts de Lacaune) (Andrieu *et al.*, 2017). En habitat boisé, c'est seulement sous le couvert de ligneux caducifoliés dominants que la population de Pivoine officinale est viable à long terme (*Quercus pubescens* sur un éboulis stabilisé) ; sous couvert de ligneux sempervirents dominants la population n'est pas viable à long terme (*Quercus ilex* - deux localités - et reboisement de *Pseudotsuga menziesii* sur des versants pierreux et pentus). En habitat ouvert, la population est viable à long terme dans toutes les localités, sauf dans celle des garrigues du Montpelliérais, la plus proche de la Méditerranée et parmi les plus sèches de la distribution (cf. plus loin).
Les pierriers et éboulis stabilisés ainsi que les rocailles sont sans aucun doute des habitats primaires de l'espèce (Fig. 19 à 22), y compris lorsqu'ils sont sous couvert caducifolié (Fig. 18, 23 et 24) ; certains boisements caducifoliés d'altitude, assez clairs, sur versant pentu et sol pierreux, sont probablement aussi des habitats primaires (Fig. 25 et 26). Grâce aux activités humaines favorisant pendant plusieurs siècles le parcours d'un bétail très nombreux par élimination des arbustes et des arbres - coupe à blanc et brûlis -, et privilégiant une très courte révolution (15-20 ans) pour la gestion des taillis, sempervirents et caducifoliés, des habitats secondaires (Fig. 27 et 28) ont été lentement colonisés par la Pivoine officinale, très peu appétente pour le bétail, à partir des habitats primaires les plus proches. Avec la déprise agricole, ces pratiques ont été abandonnées sur de vastes territoires, permettant aux espèces ligneuses de reconquérir le terrain et d'éliminer peu à peu la Pivoine officinale de ses habitats secondaires, comme toutes les espèces végétales nécessitant de la lumière pour vivre et se reproduire. Le reflux en cours est d'autant plus rapide que ce sont des ligneux sempervirents qui colonisent les habitats secondaires.

Les impacts négatifs et positifs des exploitations forestières

Avec des degrés 3 et 4 d'artificialisation, les reboisements de conifères exotiques constituent les habitats les plus artificialisés dans lesquels on peut observer, rarement, la Pivoine officinale, souvent confinée aux bermes et talus des pistes forestières, là où la luminosité est la plus forte. Dès avant la plantation, les reboisements ont un très fort impact négatif sur l'espèce à cause de la mise en œuvre du sous-solage, y compris dans les pierriers et les roches fissurées, de la réalisation de banquettes en courbes de niveau pouvant traverser les éboulis, et de la création d'un réseau de pistes pérennes, tous ces travaux étant réalisés avec de lourds engins. Les reboisements touchent à la fois les habitats primaires et les habitats secondaires. Après la plantation, les reboisements ne laissent que peu de chance à la survie locale de l'espèce à cause des travaux d'entretien (nettoiement, coupe des branches sèches basses, dépressage) puis d'exploitation du peuplement forestier et à cause du fort ombrage des conifères plantés (*Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea abies* et *Cedrus atlantica*). Subventionnés par le Fonds forestier national, ces reboisements ont surtout été établis dans les décennies 1960 et 1970 dans la région d'étude, antérieurement à l'arrêté du 20 janvier 1982 donnant un statut d'espèce protégée en France à la Pivoine officinale. Ces reboisements de conifères exotiques concernent 12 %

des stations échantillonnées, 20 % des localitéhantillonnées, 23 % de l'ensemble des localités recensées et quatre (Cévennes d'Alès, Escandorgue, monts du Minervois, contreforts est des monts de Lacaune) des treize petites régions géographiques où l'espèce est présente (J. Molina, *in litt.* ; MD & GD, obs. pers.).
Le statut d'espèce protégée a conduit l'Office national des forêts (ONF) à localiser les individus de Pivoine officinale dans les forêts domaniales, ceux rescapés des reboisements et ceux des peuplements d'essences spontanées. Les localisations (par GPS) sont cartographiées afin de prendre toutes les mesures d'évitement nécessaires lors de la gestion des peuplements et de leur exploitation. Il est évidemment souhaitable qu'aucun nouveau reboisement n'affecte l'espèce et que l'installation des espèces ligneuses caducifoliées présentes antérieurement aux reboisements soit favorisée là où la Pivoine officinale s'est maintenue, et aussi que les éventuels ressemis des conifères exotiques en soient éliminés. Nous ne savons pas quelles sont les mesures effectivement prises hors des forêts domaniales, en particulier celles non soumises à la gestion de l'ONF.

L'exploitation des taillis (*Quercus ilex* et *Quercus pubescens*) est une activité forestière qui, contrairement à la mise en place puis à l'exploitation des reboisements de conifères, montre à la fois des conséquences négatives et des conséquences positives pour la Pivoine officinale. L'usage d'exploiter les taillis en été durant la période de végétation de l'espèce, ce qui détruit la partie aérienne d'une grande partie des plantes, et l'usage de déposer de manière aléatoire d'épais tas de branches non exportées, ce qui empêche une bonne croissance des plantes recouvertes l'année suivante, en constituent les éléments négatifs. En revanche, l'exploitation du taillis a pour conséquence d'ouvrir, le plus souvent totalement et en une seule fois, un habitat dont non seulement la strate arborée aura été enlevée mais dont une partie de la strate arbustive, en particulier *Buxus sempervirens*, aura sinon été détruite du moins affaiblie. En 2005-2007, l'exploitation des taillis concerne 21 % des stations échantillonnées, 35 % des localités échantillonnées, environ les deux tiers de l'ensemble des localités recensées et probablement huit des treize petites régions géographiques où l'espèce est présente.

Cette ouverture de l'habitat qui permet à la Pivoine officinale de bénéficier d'une forte luminosité est réalisée à échéance régulière relativement courte (20-30 ans), plus courte que la période s'écoulant entre la plantation et la réalisation de la coupe d'un reboisement de conifères (40-80 ans, voire plus). Les conséquences de la coupe d'un taillis, et de tout peuplement forestier, sur la démographie de l'espèce présente en sous-bois sont positives, rapides et parfois spectaculaires.

De tels changements positifs ont été montrés (Andrieu *et al.*, 2013) grâce au suivi démographique pendant cinq ans après sa coupe d'une parcelle assez densément boisée (≈ 80 % de recouvrement) de ligneux caducifoliés (*Fraxinus excelsior* dominant). Deux parcelles, l'une boisée comme la parcelle expérimentale avant sa coupe et l'autre avec un habitat ouvert, ont servi de témoins. Avant la coupe, une grande partie des plantes de Pivoine officinale étaient végétatives. Deux ans seulement après la coupe, le nombre de fleurs, d'ovules et de graines produites avait significativement augmenté par rapport à la parcelle boisée témoin. A la fin de l'expérimentation, les valeurs des paramètres démographiques de viabilité dans la parcelle expérimentale ne différaient plus de celles calculées pour l'habitat ouvert témoin et différaient significativement de celles calculées pour l'habitat boisé témoin. Après la coupe, il y a donc une réversibilité rapide des conséquences négatives de la fermeture par les ligneux ; pour peu que les plantes sous couvert ayant régressé à l'état végétatif soient encore en nombre suffisant, la réhabilitation du fonctionnement démographique peut être effective. Les résultats de modélisations suggèrent que la coupe des taillis avec une courte révolution (20 ans) pourrait être une pratique efficace pour maintenir une population de Pivoine officinale viable à long terme dans les taillis de *Quercus ilex* (Andrieu *et al.*, 2017), surtout si elle était effectuée dans un paysage en mosaïque à petit grain favorisant une grande longueur de lisière (Andrieu *et al.*, 2007 c).

D'autres activités humaines à l'impact négatif actuellement marginal

L'impact de l'agriculture est actuellement marginal (7 % des stations échantillonnées, 10 % des localités échantillonnées). Il consiste à la transformation des habitats secondaires que sont les pelouses naturelles et les friches très anciennes en prairies artificielles, en luzernières ou en lavandaies, après labour et élimination des blocs et pierrailles par concassage et transport (causse de Blandas). L'éclaircie ou la coupe des haies où subsistent quelques plantes de Pivoine officinale ont rapidement un impact positif pour la floraison et la production des graines mais cet avantage est souvent éphémère puisque la coupe précède souvent l'élimination de la haie et du bourrelet de pierrailles sur lequel elle est installée par arrachage, sous-solage et concassage (garrigues de l'Uzégeois, causse de Blandas). Une pratique destructrice, longtemps répandue, qui consiste à l'arrachage des plantes avec leurs racines pour les revendre, a semble-t-il totalement disparu. Dans un passé assez récent, une seule localité (causse de Blandas) a probablement été l'objet d'une telle pratique.

Les changements climatiques : une menace qui se précise

Les changements d'utilisation des terres, qui affectent principalement les habitats secondaires, ne devraient pas changer la distribution de la Pivoine officinale dans le Massif central bien qu'ils aient un impact négatif significatif sur ses effectifs dans de nombreuses localités. Il n'en sera très probablement pas de même avec les changements climatiques en cours qui devraient affecter non seulement les effectifs mais aussi la distribution de l'espèce car ils concernent tous ses habitats, primaires et secondaires. La population la plus proche de la Méditerranée (garrigues du Montpelliérais) subit très probablement déjà les conséquences des changements climatiques, car certaines années aucune floraison n'y a lieu en habitat boisé, mais aussi en habitat ouvert (Andrieu *et al.*, 2017). Dans cette localité, la diminution de la moyenne des précipitations annuelles est avérée (- 13 %), ainsi que l'augmentation de la température (+ 0,5°C pour m et + 1,5°C pour M) d'après les observations de la station météorologique voisine, entre les périodes de référence 1950-1979 (Debussche & Escarre, 1983) et 1977-2006. Plus généralement, dans toute l'aire de distribution de l'espèce, d'ici la fin de ce siècle, les simulations des modèles climatiques prévoient une nette augmentation de la température moyenne annuelle (+ 2°C à + 4°C) et une diminution des précipitations moyennes annuelles (- 5 % à - 15 %), sauf pour la petite partie de la distribution sous climat de transition où les précipitations changeraient peu, en diminution ou en augmentation (Service Drias, Météo France, 2016-2017).

Espèce longévive à faible production de graines et à distance de dissémination efficace réduite (Andrieu *et al.*, 2007 c ; Andrieu & Debussche, 2007), la Pivoine officinale est peu adaptée pour faire face à un changement rapide des conditions climatiques locales, que ce soit en évoluant sur place ou en s'échappant en latitude ou en altitude (cf. Lavorel *et al.*, 2017). Cette échappatoire peut même être impossible quand la population est située dans la partie sommitale d'un relief isolé entouré d'habitats défavorables. Dans un premier temps, ce seraient les populations soumises aux conditions déjà les plus sèches et les plus chaudes qui pourraient disparaître, du plateau des Gras aux garrigues de l'Uzégeois et aux garrigues du Montpelliérais. S'il s'avérait qu'il existe une différentiation génétique entre ces populations menacées et les autres populations, s'exprimant par une meilleure résistance à la sécheresse et aux températures élevées, la conservation *ex situ* de graines et de plantes de ces populations menacées serait utile pour créer ensuite de nouvelles populations dans des sites plus en altitude ou plus septentrionaux, à localiser selon l'ampleur de la péjoration climatique attendue.

Fig. 19 et 20 : *P. officinalis* sur pierriers et éboulis calcaires stabilisés à *Amelanchier ovalis*, *Corylus avellana*, *Prunus mahaleb* et *Lavandula vera* (Gorges de la Vis). (photos MD)

Fig. 21 et 22 : *P. officinalis* sur roches calcaires fissurées en taillis clair et bas de *Quercus ilex*, avec *Buxus sempervirens* et *Pistacia terebinthus* (Garrigues du Montpelliérais) (haut). *P. officinalis* sur éboulis schisteux à *Corylus avellana* en lisière de reboisement de *Pseudotsuga menziesii* (contreforts est des monts de Lacaune) (bas). (photos MD)

Fig. 23 et 24 : *P. officinalis* dans une clairière très pierreuse d'un vieux taillis de *Quercus pubescens*, avec *Corydalis solida*, *Hepatica triloba* et *Scilla bifolia* (causse de Blandas) (haut). *P. officinalis* en lisière d'éboulis granitique à très gros blocs dans un peuplement irrégulier et clair de *Fraxinus excelsior*, *Quercus petraea, Sorbus aria* et *Fagus sylvatica* (monts d'Orb) (bas). (photos MD)

Fig. 25 et 26 : *P. officinalis* dans une futaie claire de *Fraxinus excelsior* (monts d'Orb) (haut). *P. officinalis* dans un peuplement irrégulier et assez clair d'*Acer monspessulanum*, *Fraxinus oxyphylla* et *Quercus pubescens*, avec *Doronicum pardalianches* (monts du Minervois) (bas). (photos MD)

Fig. 27 et 28 : *P. officinalis* dans une jeune futaie sur souche de *Quercus ilex* à sous-bois de *Buxus sempervirens* (sud de l'Escandorgue) (haut). *P. officinalis* dans les restes d'une haie pierreuse débroussaillée à *Quercus pubescens*, *Prunus mahaleb* et *Crataegus monogyna* séparant deux prairies artificielles (causse de Blandas) (bas). (photos MD)

Remerciements

Nous dédions cet article à la mémoire de Jacques Salabert pour qui les pivoines de Graissessac, du mont Cabanes au roc Malaurède, étaient sans aucune hésitation les reines des fleurs. Botaniste passionné et généreux il nous avait grandement aidé au démarrage de deux thèses, grâce à sa connaissance remarquable du terrain, pour choisir des populations à étudier. Ainsi, il nous avait fait visiter ses montagnes, et leurs populations de *Paeonia officinalis*, bien sûr, de *Lathyrus cirrhosus*, de *Reseda jacquinii* et, pour le plaisir, d'*Ophioglossum azoricum*. Un compagnon de terrain et des excursions que nous n'oublions pas.

Un très grand merci à James Molina (CBN Méditerranéen de Porquerolles) et à Eric Schmitt (UMR8198 CNRS/Université de Lille), pour le grand nombre d'informations, très diverses, qu'ils nous ont transmises avec beaucoup de patience et de constance lors de la préparation des campagnes de terrain, puis lors de la rédaction de cet article ; sans leur aide celui-ci n'aurait probablement pas été écrit. Nous remercions Philippe Antonetti (CBN du Massif central) pour avoir donné avec de nombreux détails les informations qu'il avait à sa disposition sur le département de l'Ardèche, Frédéric Andrieu (CBN Méditerranéen de Porquerolles) et Patrice Delaumone (Association mycologique et botanique de l'Hérault et des Hauts Cantons) pour nous avoir aidé à clarifier les citations anciennes dans les vallées de la Mare et de l'Orb, ainsi qu'Aurélie Jalouneix (Musée du Gévaudan de Mende) et Frédéric Danet (Jardin botanique de Lyon) qui nous ont aidé à reconstituer l'histoire des documents de T.C. Prost. Nous remercions aussi tous les randonneurs, marcheurs, excursionnistes, naturalistes et botanistes qui ont noté la présence de la Pivoine officinale sur leur carnet et ont transmis leurs observations au CBN Méditerranéen de Porquerolles et au CBN du Massif central. Un grand merci à Emilie Andrieu pour avoir relu une précédente version du texte et nous avoir autorisé à utiliser ses photographies.

Bibliographie

Andrieu E., Besnard A., Fréville H., Vaudey V., Gauthier P., Thompson J.D. & Debussche M. 2017. Population dynamics of *Paeonia officinalis* in relation to forest closure: From model predictions to practical conservation management. *Biological Conservation* **215** : 51-60.

Andrieu E., Fréville H., Besnard A., Vaudey V., Gauthier P., Thompson J.D. & Debussche M. 2013. Forest-cutting rapidly improves the demographic status of *Paeonia officinalis*, a species threatened by forest closure. *Population Ecology* **55** : 147-158.

Andrieu E. & Debussche M., 2007. Diaspore removal and potential dispersers of the rare and protected *Paeonia officinalis* L. (Paeoniaceae) in a changing landscape. *Botanical Journal of the Linnean Society* **154** : 13-25.

Andrieu E., Debussche M., Galloni M. & Thompson, J.D. 2007 a. The interplay of pollination, costs of reproduction and plant size in maternal fertility limitation in perennial *Paeonia officinalis*. *Oecologia* **152** : 515-524.

Andrieu E., Debussche M., Munoz F. & Thompson J.D. 2011. How does herbivory affect individuals and populations of the perennial herb *Paeonia officinalis* ? *Flora* **206** (6) : 544-549.

Andrieu E., Debussche M. & Thompson J.D. 2007 b. Size-dependent reproduction and gender modification in the hermaphroditic perennial plant *Paeonia officinalis*. *International Journal of Plant Sciences* **168** (4) : 435-441.

Andrieu E., Thompson J.D. & Debussche M. 2007 c. The impact of forest spread on a marginal population of a protected peony (*Paeonia officinalis* L.): the importance of conserving the habitat mosaic. *Biodiversity and Conservation* **16** : 643-658.

Anonyme 2009. *Modernisation de l'inventaire ZNIEFF. Région Languedoc-Roussillon. Liste des espèces et habitats naturels déterminants et remarquables (version 2008-2010).* DREAL L.-R ., CEN L.-R., CBNM Porquerolles, 41 p. Montpellier.

Aubouy F. 1874. *Catalogue des plantes vasculaires de l'arrondissement de Lodève*. Imprimerie centrale du Midi, 124 p. Montpellier.

Barbero M., Bonin G., Loisel R. & Quézel P. 1990. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean Basin. *Vegetatio* **87** : 151-173.

Baudière A. & Emberger L., 1959. Sur la notion de climat de transition en particulier dans le domaine du climat méditerranéen. *Bulletin du Service de la carte phytogéographique (série B), Carte des groupements végétaux* **4** (2) : 95-117.

Boullu A.E. 1891. Présentation de *Paeonia peregrina*. *Annales de la Société botanique de Lyon, Compte rendu des séances* **9** : 46.

Braun-Blanquet J. 1923. *L'origine et le développement des flores dans le Massif central de France, avec aperçu sur les migrations des Flores dans l'Europe sud-occidentale*. Lhomme Editeur, 282 p. Paris.

Coste H. 1937. *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*. Vol. I. Librairie des Sciences et des Arts, 416 p. Paris.

Daget P., 1977. Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio* **34** : 87-103.

Danton P. & Baffray M. 1995. *Inventaire des plantes protégées en France*. Nathan, 294 p. Paris.

Debussche M. & Escarre J. 1983. *Carte des isohyètes inter-annuelles dans le Montpelliérais. Document établi pour la série 1950-1979 (avec, pour certaines stations, les valeurs de S, m, M et Q-2)*. CEFE/CNRS. Montpellier.

Debussche M., Lepart J. & Dervieux A. 1999. Mediterranean landscape change: evidence from old postcards. *Global Ecology and Biogeography* **8** : 3-15.

Font Quer P. 1993. Plantas medicinales. Editorial Labor, 1033 p. Barcelona.

Godron M., Daget P., Emberger E., Le Floc'h E., Long G., Poissonet J., Sauvage C. & Wacquant J.P. 1968. *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*.CNRS, 292 p. Paris.

Guinochet M. & Vilmorin R. de. 1978. *Flore de France* (fasc. **3**) : 818-1199. Editions du CNRS. Paris.

Halda J.J. & Waddick J.W. 2004. *The Genus Paeonia*. Timber Press, 227 p. Portland.

Ivolas J. 1885. Note sur la flore de l'Aveyron. *Bulletin de la Société botanique de France* **32** (7) : 286-293.

Ji L., Wang Q., Teixeira da Silva J.A. & Yu X.N. 2012. The genetic diversity of *Paeonia* L. *Scientia Horticulturae* **143** : 62-74.

Julve P. 1998-2017. *Baseveg. World vegetation data base. Programme Catminat*. www.tela-botanica.org.

Kamenetsky R. & Dole J. 2012. Herbaceous peony (*Paeonia*): genetics, physiology and cut flower production. *Floriculture and Ornamental Biotechnology* **6** (Special issue 1) : 62-77.

Lavergne S., Thompson J.D., Garnier E. & Debussche M. 2004. The biology and ecology of endemic and widespread plants: a comparative study of trait variation in 20 congeneric pairs. *Oikos* **107** : 505-518.

Lavorel S., Lebreton J.-D. & Le Maho Y. (Coord.). 2017. *Les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques et leurs limites*. Rapport à l'Académie des sciences, 157 p. Paris.

Loret H. & Barrandon A. 1886. *Flore de Montpellier ou Analyse descriptive des plantes vasculaires de l'Hérault*. Librairie Joseph Calas, 664 p. Montpellier.

Mathez J. 1982. 113ème session extraordinaire de la Société botanique de France. 4ème excursion, Région du Vigan : le bois de la Tessonne. *Naturalia Monspeliensia (Numéro spécial)* : 77-88.

Museum national d'Histoire naturelle (Ed.), 2003-2017. *Inventaire National du Patrimoine Naturel, site web :* http://inpn.mnhn.fr

Pouzolz P.C. de. 1862. *Flore du département du Gard ou Description des plantes croissant naturellement dans ce département*. Vol. I. C. Coulet Libraire-éditeur, 659 p. Montpellier.

Prost T.C. 1820 a. *Note manuscrite jointe à un exsiccata de Paeonia peregrina Mill*. Herbier du Jardin botanique de Lyon (LYJB), 1 p. Lyon.

Prost T.C. 1820 b. *Notice sur la flore du département de la Lozère*. J.J. Ignon Imprimeur-libraire, 12 p. Mende.

Revol J. 1910. Catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche. *Annales de la Société botanique de Lyon* **34** : 29-316.

Revol J. 1921. Supplément au catalogue des plantes vasculaires du département de l'Ardèche. *Annales de la Société botanique de Lyon* **42** : 51-103.

Rogers A. 1998. *Peonies*. Timber Press, 296 p. Portland.

Sabatier-Désarnaud B. 1879. Compte-rendu de l'excursion au pic de la Coquillade et au bois des Arénasses. *Bulletin de la Société d'études des Sciences naturelles de Béziers* : 98-103.

Saint-Lager J.B. 1883. *Catalogue des plantes vasculaires de la flore du Bassin du Rhône*. Librairie H. Georg, 886 p. Lyon.

Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J. *et al.* 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* **287** : 1770–1774.

Sang T., Crawford D.J. & Stuessy T.F. 1997. Chloroplast DNA phylogeny, reticulate evolution, and biogeography of *Paeonia* (Paeoniaceae). *American Journal of Botany* **84** (9) : 1120-1136.

Schmitt E. & Tison J.M. 2014. Paeoniaceae : 871-872. *In* : Tison J.M. & Foucault B. de, *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope Editions, Mèze.

Service Drias, Météo France. 2016-2017. www.drias-climat.fr. Ministère de la Transition écologique et solidaire. Paris.

Stearn W.T. & Davies P.H. 1984. *Peonies of Greece: A taxonomic and historical survey of the Genus Paeonia in Greece.* Goulandris Natural History Museum, 126 p. Kifissia.

Thompson J. D. 2005. *Plant Evolution in the Mediterranean*. Oxford University Press, 304 p. Oxford.

Tison J.M. & Foucault B. de. 2014. *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope Editions, 1195 p. Mèze.

Tison J.M., Jauzein P. & Michaud H. 2014. *Flore de la France méditerranéenne continentale*. Naturalia Publications, 2078 p. Turriers.

L'importance des champignons pour l'Homme : intérêts, dangers et perspectives

Françoise Fons, Sylvie Morel & Sylvie Rapior

Laboratoire de Botanique, Phytochimie et Mycologie, Equipe Substances Naturelles et Médiations Chimiques (UMR 5175 CEFE), Faculté de Pharmacie (Université de Montpellier), 15 avenue Charles Flahault, BP 14 491, F - 34090 Montpellier cedex 5
(francoise.fons@umontpellier.fr, sylvie.morel@umontpellier.fr, sylvie.rapior@umontpellier.fr)

Résumé

Les champignons font partie de l'environnement de l'homme mais sont souvent méconnus du grand public : si la récolte des champignons en automne reste une tradition en France, source de nombreuses intoxications, d'autres impacts de ces organismes restent totalement ignorés. Ils peuvent constituer des alliés de l'homme par certains aspects ou, au contraire, être source d'effets redoutables. Dans le but de les connaitre un peu mieux, la diversité de leurs interactions avec leur environnement (y compris l'homme) sera présentée lors d'une rapide revue. Ce tour d'horizon s'appuiera sur une bibliographie permettant d'approfondir certains aspects en cas d'intérêt pour un point en particulier.
Mots-clés : Champignons, Diversité, Environnement, Fungi, Interaction, Intoxication, Maladies fongiques humaines, Usages.

Abstract

Fungi belong to Human environment, often unknown by the general audience; whether macrofungi collection in Fall is a French traditional custom directly linked to mushroom poisonings, several fungal impacts are ignored. These micro-organisms can either be Human allies or have deleterious effects. In order to well-known them, the diversity of fungal interactions with their various environments (including human diseases) is reported as a mini review here. This focus is based on literature to extend knowledge of great interest.
Keywords : Environment, Diversity, Fungi, Human fungal diseases, Interaction, Mushrooms, Poisoning, Uses.

Les propos de cet article ont fait l'objet de conférences réalisées notamment lors du 34ème Salon du champignon et des plantes d'automne (Montpellier, France, 25-26/10/2014 : « Champignons : Bénéfices ou Risques pour la santé et l'environnement ») et du cycle de conférences organisées dans le cadre du Centre d'Etudes et de Rencontres Méditerranéennes (CERM) à Palavas les Flots (08/04/2015 : « Champignons : alliés ou ennemis de l'homme ? »).

Le règne fongique : généralités

Alors qu'ils ont longtemps été classés parmi les plantes, les champignons sont maintenant bien individualisés au sein du règne fongique et constituent un phylum à part entière (Courtecuisse & Duhem, 2013 ; Silar & Malagnac, 2013). Ils présentent les caractéristiques suivantes qui les distinguent des plantes et des animaux. Ce sont des organismes eucaryotes possédant donc de véritables noyaux. Ils sont hétérotrophes (vis-à-vis du carbone), c'est-à-dire incapables, contrairement aux plantes, de synthétiser par la photosynthèse des composés organiques (comme les glucides) à partir du CO_2 atmosphérique. Ils doivent donc trouver du carbone organique dans leur environnement comme les

animaux. Ce sont des organismes absorbotrophes car ils sont capables d'absorber les substances nutritives par absorption. Certains auteurs utilisent le qualificatif « osmotrophe ». Les végétaux vont « assimiler » grâce à la photosynthèse alors que les animaux « ingèrent » leurs aliments.
Les champignons sont généralement constitués d'un appareil végétatif ramifié, diffus, non différencié et tubulaire appelé thalle. Plus rarement, certains champignons peuvent rester sous forme unicellulaire : il s'agit des levures. Ce thalle, non cloisonné chez les champignons inférieurs (Zygomycota, Glomeromycota) est appelé siphon alors qu'il est cloisonné (ou septé) chez les champignons dits supérieurs (Ascomycota et Basidiomycota) ; il est constitué d'hyphes mycéliennes. Ce sont des filaments microscopiques diffus regroupés pour former le mycélium. Ce mycélium peut être souterrain et invisible, en forêt par exemple comme celui d'espèces récoltées par les amateurs de champignons ou bien au contraire bien visible sur des aliments contaminés par des moisissures.
Leur paroi cellulaire est composée de chitine ce qui les rapproche des animaux. En effet ce polysaccharide azoté entre dans la structure de l'exosquelette des crustacés ou des arthropodes. En revanche, la paroi cellulaire des végétaux est composée de cellulose. Enfin, les champignons se reproduisent généralement par des spores non flagellées (Bouchet *et al.*, 2005 ; Nabors, 2008).
Quelques chiffres : actuellement, plus de cent mille espèces sont connues dont trente mille en France et on découvre chaque année mille sept cents espèces. On estime à un million d'espèces au moins la diversité du règne fongique dont il faut assurer la conservation (Allen & Lendemer, 2015 ; Chen *et al.*, 2015 ; Dahlberg *et al.,* 2010 ; Loizides *et al.*, 2016 ; Moreau *et al.*, 2009 ; Richard *et al.*, 2011 ; Wabang & Ajungla, 2016). Les champignons inférieurs ne regroupent que quelques milliers d'espèces, les Ascomycota en comptent soixante mille et les Basidiomycota, trente mille (Silar & Malagnac, 2013).

Modes de vie (stratégie nutritionnelle)

L'hétérotrophie des champignons conditionne leur mode de vie qui peut prendre cinq aspects : saprotrophie, parasitisme, mutualisme symbiotique, commensalisme et carnivorie.
Les saprotrophes (ou saprophytes) vont se développer grâce à de la matière organique morte animale ou végétale (litière, cadavres) voire des déjections : ce sont des détritivores ou décomposeurs. Ils jouent un peu le rôle d'éboueurs. Les parasites vont vivre aux dépens d'organismes vivants (champignons, plantes, insectes, animaux, homme). Certains parasites sont dits obligatoires alors que d'autres sont facultatifs ou opportunistes. Ils pénètrent chez l'hôte par des voies naturelles (stomates) ou occasionnelles (blessures) voire par effraction en synthétisant des enzymes. Les mutualistes symbiotiques vont contracter une association durable à bénéfices réciproques avec une espèce végétale pour former des mycorhizes ou avec des algues pour former des lichens. Les commensaux vont tirer leur matière organique sans réciprocité de leur hôte mais sans nuisance non plus. Les carnivores vont pouvoir créer des pièges pour capturer et digérer des nématodes (petits vers) par exemple. Ce sont souvent des saprotrophes adaptés à une carence en azote du milieu. Certaines espèces peuvent passer d'un mode de vie à l'autre en fonction des circonstances.

Le cycle biologique des Basidiomycota

Chez les champignons, il existe deux types de reproduction : la reproduction asexuée et la reproduction sexuée qui a lieu au moyen de spores. Les cycles de développement sont variables en fonction des embranchements et souvent complexes. Chez les champignons dits supérieurs, lors de la reproduction sexuée, les spores sont produites par des asques (Ascomycota) ou des basides (Basidiomycota). Les champignons les plus connus des amateurs appartiennent aux Basidiomycota et sont les plus évolués (Nabors, 2008). Le cycle de reproduction commence par la germination des spores haploïdes (n) dans le sol qui produisent des mycéliums primaires (n). La rencontre de deux mycéliums de types sexués différents provoque la fusion des cytoplasmes ou plasmogamie et la formation d'un mycélium secondaire à dicaryon (n+n). C'est la forme végétative pérenne du champignon. A la suite de facteurs

déclenchants (climatiques, nutritifs), se produit la reproduction sexuée. Le mycélium va se condenser et s'agréger pour former le sporophore : c'est ainsi que l'on nomme la partie productrice des spores qui est bien visible et va sortir du sol. C'est aussi celle que recherche l'amateur de champignons. Il récolte donc une partie fugace du champignon qui n'a d'autre but que de produire de nouvelles spores. Ce sporophore est donc constitué de mycélium secondaire et souvent formé d'un pied surmonté d'un chapeau sous lequel sont produites les spores. En fonction des espèces, tapissant les lames des amanites ou l'intérieur des tubes d'un cèpe, vont se former les basides, cellules terminales du mycélium dans lesquelles va se produire la caryogamie : les deux noyaux fusionnent puis à la suite d'une méiose, il y a production de quatre spores haploïdes vers l'extérieur de la baside appelées basidiospores. Ces spores émises en grande quantité pour être disséminées constituent la sporée du champignon et peuvent être de couleur différente. Elles vont donc colorer les lames des champignons à maturité et concourir à la détermination de l'espèce du champignon par le mycophage. C'est un caractère de détermination souvent ignoré par le néophyte. C'est ce qui explique que les lames d'un champignon de Paris changent de couleur pour devenir foncées à maturité.
Les ronds de sorcières : après germination de la spore, le mycélium croit indéfiniment (en théorie) de façon centrifuge pour explorer des surfaces de plus en plus lointaines du sol afin de trouver une source nutritive sans cesse renouvelée. Les sporophores sont produits à un âge donné et il y a donc synchronisation de leur apparition sur un anneau appelé « rond de sorcière » lorsqu'il est visible (Bouchet *et al.*, 2005). Selon d'autres auteurs, le centre de ce cercle ne serait pas la spore d'origine mais le lieu où s'est produit la plasmogamie (Nabors, 2008).

Les champignons utiles à l'homme et l'environnement

Intérêts écologiques (saprotrophes, symbiotiques, patrimoine)

De nombreuses espèces fongiques (*Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Agaricus, Coprinus, Lepiota*…) sont saprophytes et permettent donc la dégradation des litières, l'élimination d'arbres malades, de souches, déjections ou cadavres… Les champignons participent au recyclage de la matière organique et à la formation de l'humus avec les bactéries. Ces décomposeurs vont fertiliser le sol et jouent un rôle primordial dans les écosystèmes. Il faut noter que leur richesse en enzymes leur permet de dégrader la cellulose et même la lignine et d'éviter l'accumulation des déchets végétaux en forêt notamment (Martin, 2014 ; Pichard, 2015).
Grâce aux symbioses fongiques, 90 % des espèces végétales sont mycorhizées ce qui leur permet de mieux se développer et leur assurent une protection contre d'autres micro-organismes pathogènes. Le réseau mycélien associé aux racines des plantes leur assure une démultiplication de la surface explorée et un apport accru en eau et sels minéraux (Garbaye, 2013 ; Suty, 2015). En échange, le champignon va détourner une partie des composés organiques photosynthétisés par la plante. Cela permet aux espèces végétales de conquérir plus facilement de nouveaux territoires, lors de repeuplement ou de reforestation. Amanites, Bolets, Lactaires, Chanterelles, Pieds de mouton, Truffes, *Glomus*… sont des mycorhiziens.
Les lichens sont des organismes chimériques constitués d'un champignon, le plus souvent un Ascomycota et d'une algue verte unicellulaire dans 85 % des cas. Cette association physique durable est à bénéfices mutuels. L'algue fournit les glucides et la vitamine B au champignon qui la protège grâce à son thalle des agressions extérieures et de la déshydratation et lui apporte également les sels minéraux. Les lichens sont des organismes pionniers qui s'installent dans des lieux et conditions climatiques extrêmes mais dotés d'une croissance très lente et d'une vie également longue (Nabors, 2008 ; Suty, 2015 ; Van Haluwyn, 2009). Ils sont capables de reviviscence (déshydratation/réhydratation) et produisent des composés organiques qui leur sont spécifiques. Ils présentent de nombreux intérêts : ce sont des indicateurs de pollution, ils participent à l'alimentation et à la litière des rennes et des caribous (*Cladonia)* et l'homme utilise les composés qu'ils produisent. Ils apportent aux parfumeurs les notes

boisées fongiques (Fons & Rapior, 2013 ; Froissard *et al.*, 2011 ; Froissard *et al.*, 2014) des accords fougères (*Evernia prunastri* : « mousse de chêne ») et de nombreuses recherches s'intéressent à la valorisation des activités biologiques de leurs composés (antiviraux, antibactériens…). Historiquement, l'homme les a utilisés comme colorants, indicateurs pH et pour empoisonner les nuisibles (loups et renards).

L'importance patrimoniale des champignons doit aussi être considérée au même titre que celle des plantes, des insectes ou des animaux. Certaines espèces sont indicatrices d'écosystèmes particuliers qui peuvent être menacés par l'urbanisme et doivent être pris en compte lors de l'aménagement du territoire. On connait maintenant l'importance des champignons dans l'équilibre et le maintien des écosystèmes et la raréfaction de la fonge d'un lieu donné doit être source d'inquiétude et de questionnement pour en trouver la cause et éventuellement y remédier. D'autres espèces, trouvées de plus en plus rarement, font partie des espèces protégées indépendamment de leur comestibilité. Cependant, le ramassage outrancier de certaines espèces comestibles devient de plus en plus préoccupant rendant indispensable la prise de mesures préfectorales (Martin, 2014). Il existe des listes rouges des espèces menacées pour différents pays (en cours de réalisation pour la France mais dont les mises à jour nécessitent une collaboration des mycologues de toutes les régions). Des actions conservatoires sont maintenant entreprises par des organismes internationaux (UNESCO, WWF…) dans un contexte officiel (Courtecuisse & Duhem, 2013).

Champignons comestibles

L'homme n'est pas le seul à consommer les champignons. Limaces et mammifères disputent à l'homme toutes les espèces y compris certaines espèces toxiques ! Mais certains insectes eusociaux vont plus loin et, comme l'homme, cultivent des jardins de champignons. C'est le cas des fourmis champignonnistes découpeuses de feuilles (*Atta* sp.) d'Amérique tropicale ou des termites d'Afrique et d'Asie (*Macrotermes* sp.) qui vont nourrir et protéger le champignon en échange d'un apport alimentaire contrôlé dans cette association mutualiste (Nyegue *et al.*, 2003 ; Rapior *et al.*, 1993). Les champignons disposent de batteries d'enzymes qui leur permettent notamment de dégrader la cellulose dont sont dépourvus ces insectes (Nabors, 2008 ; Martin, 2014).

L'intérêt alimentaire des champignons est souvent recherché dans leurs arômes appréciés des gastronomes (Fons *et al.*, 2003 ; Rapior *et al.*, 1997 ; Rapior *et al.*, 1998 ; Rapior *et al.*, 1999). D'un point de vue diététique, ils sont riches en eau (50-90 %) et présentent une faible valeur nutritive (20-80 kcal/100 g). Apports : 0,5-7 % de protéines, 0,5-2 % minéraux (K, P, Se, Fe, Zn, oligo-éléments), Glucides : 2-13 %, 0,05-2 % lipides : apport faible mais absorbent le gras à la cuisson (lames, tubes). Riches en vitamines du groupe B (levure de bière ; Castan, 2016). Riches en fibres (Cheung, 2013 ; Süfer *et al.,* 2016), ils facilitent le transit. En leur défaveur, les fibres qu'ils contiennent peuvent être mal tolérées. La paroi de leurs cellules est riche en chitine indigeste. Il ne faut donc pas les consommer en trop grosse quantité sur plusieurs repas successifs. Le tréhalose (glucide) qu'ils contiennent peut provoquer des diarrhées chez les personnes présentant un déficit en tréhalase (Rapior & Fons, 2011). De même, le mannitol (polyol) particulièrement concentré dans la cuticule de certains bolets visqueux (*Suillus sp.*) peut avoir le même effet. Riches en métabolites secondaires aux multiples activités et en particulier antimicrobiennes, les champignons peuvent engendrer chez les personnes sensibles des déséquilibres de la flore intestinale provoquant des troubles digestifs. D'autre part, une espèce réputée comestible peut toujours provoquer chez une personne en particulier des troubles digestifs : il s'agit de sensibilité individuelle (idiosyncrasie) qui interdira définitivement la consommation de ce champignon par la personne en question. Il faut aussi prendre garde au lieu de récolte car ils fixent naturellement ce qu'ils trouvent dans leur environnement (pesticides, engrais, métaux lourds, éléments radioactifs…), ne choisir que des exemplaires sains, les transporter dans un panier et ne surtout pas les laisser « mariner » dans un sac en plastique propice à la prolifération bactérienne. Après avoir fait déterminer de façon certaine toute la récolte (auprès d'une société de mycologie, d'un mycologue confirmé, dans

une Faculté de Pharmacie ou auprès de certains pharmaciens compétents), elle peut être conservée 48 heures maximum dans le réfrigérateur (Grégoire-Fort, 2015).

La détermination d'un champignon passe par la reconnaissance d'un certain nombre de caractères morphologiques qui nécessite des qualités d'observation et de la pratique. Il faut identifier la partie fertile du champignon (lames, tubes…) et sa couleur, la silhouette du champignon, ainsi que de différents éléments que l'on peut trouver sur le chapeau ou le pied, l'odeur du champignon, la texture de la chair… On ne peut en aucun cas identifier avec certitude un champignon que l'on ne connait pas seulement en le comparant avec la photo trouvée dans un guide : on a toutes les chances de se tromper… et de s'intoxiquer. Les espèces les plus recherchées (Fig. 1) restent les cèpes (*Boletus edulis*…), les pieds de mouton (*Hydnum repandum*), les faux mousserons (*Marasmius oreades*), les chanterelles (*Cantharellus cibarius*…), les trompettes des morts (*Craterellus cornucopioides*), les coulemelles (*Macrolepiota procera*), les morilles à consommer bien cuites ou sèches (*Morchella sp.* ; Saviuc *et al.*, 2010), les oronges (*Amanita caesarea*) … (Pichard, 2015 ; Silar & Malagnac, 2013), sans oublier les truffes (*Tuber melanosporum*…) et leurs falsifications (Moine, 2007 ; Riousset *et al.*, 2012). Mais attention, à chaque champignon comestible correspond au moins un sosie toxique (ou mortel) et le repas partagé par toute la famille peut se terminer aux urgences. Alors, la prudence est de mise !

Le cèpe (photo FF)

L'oronge (photo FF)

La girolle (photo FF)

Le pied-de-mouton (photo FF)

La coulemelle (photo SR)

Le faux mousseron (photo SR)

Fig. 1 : Quelques espèces de champignons, bons comestibles.

Champignons et biotechnologies

Le formidable équipement enzymatique des champignons les rend très importants pour l'homme qui valorise ces organismes dans des domaines très variés : biodépollution, recyclage (matières plastiques, colorants industriels, pesticides, toxines, métaux lourds, hydrocarbures…), production industrielle : biocatalyse de polymères, blanchiment non polluant de la pâte à papier, production de biocarburants, produits alimentaires comme les arômes, produits fermentés, métabolites primaires ou secondaires et médicaments (Cordoba & Rios, 2012 ; Hofrichter, 2010 ; Golan-Rozen *et al.*, 2011 ; Prasad *et al.*, 2010 ; Zhang *et al.*, 2015). Dans l'alimentation, il ne faut pas oublier que sans champignon, on ne pourrait pas consommer d'alcool et de bière (Chebli, 2016), de pain, de fromage (*Saccharomyces cerevisiae*, *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor fuscus*…).
Pour les médicaments, de nombreux principes actifs (PA) sont issus des champignons ou obtenus grâce à leur intervention sur un précurseur. Citons par exemple des antibiotiques (pénicilline G issue de *Penicillium notatum*, céphalosporines issues de *Cephalosporium acremonium*, acide fusidique issu de *Fusidium coccineum*), des antifongiques (griséofulvine issue de *P. griseofulvum*), des hypocholestérolémiants (simvastatine issue d'*Aspergillus terreus*), des immunosuppresseurs (ciclosporine issue de *Tolypocladium inflatum*), des anticancéreux (paclitaxel issu de l'association de l'if et d'un champignon endophyte), des alcaloïdes ergoliniques dérivés de l'ergot de seigle (*Claviceps purpurea*), des stéroïdes dont l'ergostérol, précurseur de la vitamine D_2 (Bakhtiari *et al.*, 2003 ; Barreira *et al.*, 2014 ; Demain & Zhang, 1998 ; Heinig *et al.*, 2013).

Champignons et compléments alimentaires

Les sporophores des champignons peuvent être utilisés notamment en Asie, pour leurs activités biologiques (anti-oxydante, neuroprotectrice, anti-inflammatoire, hépatoprotectrice, immunostimulante, hypoglycémiante, anticancéreuse… ; Ngo, 2011). Ils font l'objet de nombreuses recherches dans le monde entier (Badalian *et al.*, 2001 ; Bandara *et al.*, 2015 ; De Silva *et al.*, 2012 ; De Silva *et al.*, 2013 ; Francia *et al.*, 1999 ; Morel *et al.*, 2018 ; Poucheret *et al.*, 2016 ; Rapior *et al.*, 2000 ; Roumestan *et al.*, 2005 ; Thongbai *et al.*, 2015). L'utilisation traditionnelle asiatique des champignons connait un engouement depuis une vingtaine d'années dans les pays occidentaux avec le développement de compléments alimentaires et fait l'objet de circuits de production et de distribution souvent douteux ou non contrôlés (Cassar, 2016 ; Ninot *et al.*, 2017 ; Rapior, 2013). Les champignons les plus commercialisés sont *Cordyceps sinensis, Flammulina velutipes* (Enokitake)*, Ganoderma lucidum* (Reishi), *Grifola frondosa* (Maitake)*, Hericium erinaceus* (Yamabushitake), *Lentinula edodes* (Shiitake)*, Pleurotus ostreatus* (Bandara *et al.,* 2015 ; Cassar, 2016 ; Givelet, 2011 ; Ngo, 2011) ainsi que *Saccharomyces cerevisiae* (Levure de bière) et *Monascus purpureus* (Levure de riz rouge) (Carmona, 2016 ; Castan, 2016 ; Seenivasan *et al.*, 2015 ; Smith *et al.,* 2015). A ce jour, l'efficacité de ces compléments alimentaires n'a été démontrée que dans de rares cas (*Monascus purpureus*). Des études cliniques objectives sont nécessaires sur la matière première et les produits finis (Cheung, 2013 ; Fortes *et al.*, 2008 ; Lima *et al.*, 2012 ; Money, 2016 ; Smith *et al.*, 2015 ; Taofiq *et al.*, 2017 ; Wasser, 2017).

Divers : feu, tissus, art ...

Un champignon est connu et utilisé par l'homme depuis toujours. Il s'agit de l'amadouvier (*Fomes fomentarius*), champignon lignicole formant des consoles à croute particulièrement coriace et multicolore sur les troncs des arbres (Fig. 4). L'amadou qu'il contient a été utilisé depuis la préhistoire pour allumer le feu, comme hémostatique, en odontologie et pour réaliser parures et vêtements voire des accessoires (Roussel *et al.*, 2002a ; Roussel *et al.*, 2002b ; Roussel *et al.*, 2002c ; Roussel *et al.*, 2005).

Aspects négatifs des champignons

Toxicité

La consommation des champignons ne va pas toujours sans risque et certains d'entre eux peuvent provoquer des intoxications causées soit par des toxines qui leur sont propres (mycétisme) soit par développement de micro-organismes, soit par un site de récolte pollué. Enfin, les spores produites en grand nombre peuvent aussi causer des allergies chez certaines personnes.

Champignons mortels

Parmi les champignons les plus redoutables (Barceloux, 2008 ; Cervellin *et al.*, 2017 ; Rapior & Fons, 2006 ; Rapior & Fons, 2011 ; Vo *et al.*, 2016) l'amanite phalloïde (*Amanita phalloides*) demeure le champignon le plus craint des Centres Antipoison (CAP) et de tous les services d'urgence lorsqu'il y a suspicion d'intoxication. Cette espèce pourtant facilement reconnaissable provoque chaque année des intoxications gravissimes pour le foie mettant en jeu la vie des personnes. Il est impensable que les amateurs de champignons n'aient pas tous appris à reconnaitre cette terrible empoisonneuse. Protégée dans un œuf (voile général blanc) lorsqu'elle est jeune, cette amanite va ensuite développer un pied relativement long et fin blanc chiné de vert (zigzag de couleur) possédant à sa base la volve en sac plus ou moins visible (restes du voile général) et en haut du pied un anneau juponnant (Fig. 2). Ses lames

L'amanite phalloïde (photos FF)

Le cortinaire à couleur de rocou (photo SR)

La galère marginée (photo FF)

Fig. 2 : Trois espèces de champignons mortels.

blanches, libres (insertion en un seul point sous le centre du chapeau : fuyantes) et son chapeau de couleur jaune verdâtre pouvant tirer sur le brun complètent sa description. Mais attention, il existe aussi des formes complètement blanches. Il faut donc rejeter les amanites blanches, jaunes, à tonalité verdâtre ou tirant sur le brun. D'autres espèces provoquent la même intoxication comme des petites lépiotes ou des galères (Fig. 2) donc la prudence est de mise. Les toxines contenues dans ces champignons sont des cyclooctapeptides appelés amatoxines thermostables, non détruites par la cuisson (Enjalbert *et al.*, 2002 ; Mengs *et al.*, 2012 ; Morel *et al.*, 2016 ; Poucheret *et al.*, 2010). Après un temps de latence long (6 à 12 heures), une gastro-entérite particulièrement importante s'installe jusqu'au troisième jour puis les signes visibles de l'hépatite cytolytique signalent l'atteinte des organes profonds (Rapior & Fons, 2006 ; Rapior & Fons, 2011). L'évolution dépend de la quantité ingérée, de l'âge du patient et de son état physique et de la rapidité de prise en charge.
D'autres champignons peuvent provoquer des intoxications mortelles comme le cortinaire à couleur de rocou (*Cortinarius orellanus*) de couleur rousse (Fig. 2) dont l'orellanine s'attaque plus spécifiquement aux reins après un délai d'apparition des symptômes particulièrement long : trois jours en moyenne (Andary *et al.,* 1989 ; Grossenbacher *et al.*, 2010 ; Hedman *et al.*, 2017 ; Rapior *et al.*, 1989
Il existe d'autres espèces mortelles et pour les connaître, le mieux est de se rapprocher de mycologues membres d'une société de mycologie comme la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault à Montpellier (*https://s2hnh.org*) pour acquérir un minimum de compétences quant à la détermination des espèces.

Champignons toxiques

Une pléthore de champignons peut présenter des risques si on les consomme ce qui est malheureusement méconnu du grand public. Le but, ici, n'est pas de tous les citer ni de les décrire mais de donner une idée de leur diversité. Les symptômes les plus souvent ressentis après une intoxication correspondent à une bonne gastro-entérite d'apparition rapide (inférieure à 3 heures) qui peut être plus ou moins violente et longue appelée pour les plus drastiques le syndrome résinoïdien (Barceloux, 2008 ; Bousquet, 2000 ; Cervellin *et al.*, 2017 ; Fons & Rapior, 2011 ; Rapior & Fons, 2006 ; Riqué, 2000). Parmi les responsables de ce syndrome, on peut nommer le bolet de satan (*Boletus satanas*, Fig. 3) et ses compères (une dizaine d'espèces au moins) qui créent des ravages chez les imprudents. La gastro-entérite est tellement violente et prolongée que certaines personnes mettent plusieurs semaines pour s'en remettre. Il faut rappeler qu'un cèpe possède un chapeau brun (et non blanc ou rosé), ne présente jamais de couleur rouge sur le pied ou les pores (ouverture) des tubes et que sa chair ne bleuit pas. Dans le palmarès des incontournables le clitocybe de l'olivier (*Omphalotus olearius*, Fig. 3) attire par ses poussées en touffe (sur souches ou bois enfoui) d'exemplaires souvent respectables de couleur rousse (ou orangée) avec un chapeau déprimé ou carrément en entonnoir (Rapior & Fons, 2011). Malheur aux inconscients les prenant pour de grosses girolles ! L'entolome livide (*Entoloma lividum*, Fig. 3) appelé aussi le perfide ravit l'amateur non éclairé par son chapeau charnu beige porté par un pied blanc, des lames colorées (rose sale) et son odeur agréable… avant qu'il ne le consomme.
Les toxines de certains champignons entrainent d'autres syndromes (Fons & Rapior, 2006 ; Vendranim & Brvar, 2014) comme celle du coprin noir d'encre (*Coprinus atramentarius*) qui ne doit pas être consommé avec de l'alcool sous peine d'éréthisme cardiovasculaire (tachycardie, rougeur de la face…). L'amanite panthère (*A. pantherina*, Fig. 3) provoque des troubles sur le système nerveux autonome (agitation, tachycardie, mydriase…). Les inocybes (*Inocybe rimosa* et autres espèces ; Fig. 3) et les petits clitocybes blancs (*Clitocybe dealbata* et plusieurs espèces proches au niveau morphologique ; Fig. 3) déclenchent des effets inverses (bradycardie, hypotension, myosis). L'usage des champignons hallucinogènes lors de cérémonies sacrées ou dans un but d'euphorie énergisante avant des combats est reporté bien avant notre ère pour différentes civilisations et sur plusieurs continents. L'usage récréatif toujours d'actualité n'est pas dénué de risques pour la santé en particulier lors de consommation répétée (crises d'angoisse, maux de têtes, vertiges, vomissements, convulsions, défaillances cardiaques,

Le bolet satan (photo LM)

Le clitocybe de l'olivier (photos FF)

L'entolome livide (photo FF)

L'amanite panthère (photo FF)

Les inocybes (photos GL)

Les petits clitocybes blancs (photo GL)

Fig. 3 : Quelques exemples de champignons toxiques.

complications psychiatriques, insuffisance rénale…) pouvant même mettre en danger la vie du consommateur. La cueillette, la détention comme la consommation de ces champignons relèvent de la législation sur les stupéfiants et donc passibles de poursuites judiciaires (ANSM, 2017 ; Borowiak *et al.*, 1998 ; Bruneton, 2016 ; CAP Belge, 2017 ; Courtecuisse, 2004 ; Dinis-Oliveira, 2017 ; Minn, 2005 ; Nef *et al.*, 2009 ; Pierrot *et al.*, 2000 ; Silar & Malagnac, 2013 ; Tylš, 2014).
Enfin certaines espèces de champignons peuvent présenter une toxicité inconstante s'ils sont mal cuits comme l'amanite rougissante (*A. rubescens*), le bolet à pied rouge (*B. erythropus*), le lentin comestible (ou Shiitake, *Lentinula edodes*) contenant une toxine thermolabile (détruite par une cuisson suffisamment prolongée), ou la Morille (*Morchella* sp.) qui peut aussi être desséchée pour plus de sécurité mais peut aussi provoquer plus rarement un syndrome neurologique récemment décrit (Boels *et al.*, 2014 ; Saviuc *et al.*, 2010).
A noter aussi qu'un champignon comestible peut entrainer des désordres gastro-intestinaux s'il a été récolté trop âgé, s'il a subi l'effet du gel, s'il est consommé en trop grande quantité ou de façon répétée ou chez une personne fragile ou présentant un déficit en tréhalase. Eviter aussi de donner des champignons récoltés lors d'une promenade à des jeunes enfants, à une femme enceinte ou de les consommer crus. Une personne jeune et en bonne santé peut être intolérante à une espèce réputée comestible et bien en tolérer une autre : il s'agit de sensibilité individuelle qu'il faut prévenir en ne goûtant qu'en petite quantité tout nouveau champignon jamais consommé auparavant (Rapior & Fons, 2013).

Toxicité extrinsèque

Elle peut être due à toute substance toxique de l'environnement (air, sol) accumulée par le champignon (*cf.* paragraphe Champignons comestibles). Il faut donc privilégier des sites de récolte visiblement sains et éviter les champs, bordures de routes ou de décharges. Mais la pollution peut malheureusement ne pas toujours être visible. Nous avons eu le meilleur exemple avec l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl, le 26 avril 1986, qui a contaminé durablement de nombreux pays d'Europe et en particulier tout l'est de la France rendant impropres à la consommation les champignons (entre autres) sans qu'aucune alerte sanitaire n'ait été déclenchée au moment opportun (Jacobin, 2010). Des micro-organismes (champignons, bactéries) peuvent aussi contaminer des champignons récoltés trop âgés ou après le gel (effet congélation / décongélation) ou mal conservés (sacs plastiques) ou gardés trop longtemps avant cuisson (plus de 48 heures).

Champignons pathogènes

Les champignons pathogènes pour l'homme vont provoquer des pathologies (ou maladies ou affections) appelées des mycoses. Les champignons responsables peuvent avoir deux statuts différents. Ils peuvent être des parasites opportunistes ayant pénétré dans notre organisme à l'occasion d'une blessure, d'une brûlure (ou toute autre effraction de la peau ou des muqueuses) ou lors d'une intervention chirurgicale, de la pause d'une sonde ou de tout autre examen invasif. Une autre porte d'entrée naturelle est constituée par le système respiratoire puisqu'à chaque inspiration, nous inhalons une quinzaine de spores de champignons pouvant provoquer des allergies (Silar & Malagnac, 2013). Le deuxième statut possible est celui de champignons commensaux que nous hébergeons naturellement dès notre naissance sur nos muqueuses ou sur notre peau et qui font partie de notre flore endogène. Ils vivent à notre contact sans provoquer de nuisance à leur hôte. A l'occasion d'une baisse de notre immunité d'origines différentes (infections, prise de certains médicaments immunosuppresseurs, pathologies ou atteintes de certains organes), notre flore endogène peut se déséquilibrer et les commensaux peuvent devenir pathogènes. Il existe des mycoses cutanées, sous-cutanées ou profondes dont les atteintes seront de plus en plus graves (ANOFEL, 2014 ; Buffaz *et al.*, 2014 ; Saintot, 2017).

Mycoses cutanées

Nous verrons quelques pathologies les plus fréquentes atteignant l'homme.

Les Dermatophytes sont des champignons filamenteux présentant une affinité pour la kératine et appartenant aux Ascomycota. Ce ne sont pas des commensaux de l'homme mais des parasites opportunistes. Dans les genres *Trichophyton* et *Microsporum*, différentes espèces vont provoquer des atteintes circulaires de la peau, caractéristiques des champignons avec chute des poils ou des cheveux : herpès circiné (au niveau de la peau), teignes tondantes sur le cuir chevelu. Localisés dans les espaces interdigitaux et contractés sur des sols mouillés (piscines, vestiaires, zones de pêches) ou favorisés par les macérations dans les chaussures de sports, ils occasionnent également l'intertrigo (ou pied d'athlète). Il existe des atteintes localisées au niveau des ongles appelées Onychomycoses. Ces affections sont bénignes mais contagieuses et désagréables et peuvent facilement être traitées par des antifongiques classiques (ANOFEL, 2014 ; Buffaz *et al.*, 2014 ; Silar & Malagnac, 2013).

Le genre *Malassezia* regroupe des levures commensales de l'homme appartenant aux Basidiomycota. Des déséquilibres physiologiques les rendent responsables de desquamations du cuir chevelu (pellicules) ou de dermatose localisée sur le haut du corps sous forme de taches de pigmentation variable en fonction de la couleur de la peau. Un traitement antifongique approprié en vient facilement à bout.

Au sein des Ascomycota, *Candida* est un genre regroupant des levures commensales (*C. albicans*) pouvant provoquer au niveau de la muqueuse buccale le muguet. Ces plaques blanchâtres recouvrant la langue et le palais se développent à l'occasion de traitements médicamenteux déséquilibrant la flore (antibiotiques, corticoïdes…) ou de certaines pathologies (immunodépression, diabète) ou à l'occasion de la grossesse.

Mycoses profondes ou systémiques

Les mycoses systémiques sont, elles, beaucoup plus redoutables et leur mortalité est particulièrement élevée dans les hôpitaux. Elles atteignent, en effet, des personnes dont l'état général est souvent affaibli par l'âge, d'autres maladies, des traitements lourds ou l'immunodéficience (ANOFEL, 2014 ; Barceloux, 2008 ; Buffaz *et al.*, 2014 ; Silar & Malagnac, 2013 ; Saintot, 2017).

Les Candidoses représentent 10 % des infections nosocomiales les plus graves. La levure responsable est *Candida albicans*, levure déjà présentée pour le muguet. Ce pathogène opportuniste, dans les cas les plus graves, peut provoquer des atteintes digestives, organiques, voire généralisées.
Les Aspergilloses constituent la 2ème cause de mortalité fongique. Elles sont dues à des atteintes par *Aspergillus*, champignon filamenteux appartenant aux Ascomycota et pathogène opportuniste. La contamination est respiratoire et l'inhalation des spores provoque des atteintes pulmonaires gravissimes, voire généralisées.

Les Zygomycoses ou Mucormycoses sont responsables de la troisième mycose invasive avec deux genres en cause : *Mucor et Rhizopus,* champignons filamenteux inférieurs très courants dans le sol, et sur la matière organique morte. Ce sont donc des pathogènes opportunistes dont la voie d'entrée est aussi nasale. Les atteintes les plus fréquentes touchent les fosses nasales, les sinus, le visage. Très destructrices, elles laissent souvent de lourdes séquelles, et peuvent aussi être fatales.

Les Cryptococcoses sont dues à *Cryptococcus neoformans,* levure encapsulée appartenant aux Basidiomycota. Ces maladies opportunistes résultent aussi de contamination respiratoire par des fientes de pigeons, du guano de chauve-souris… Les atteintes qui en résultent sont profondes et gravissimes : pulmonaires, osseuses et nerveuses (système nerveux central) …

D'autres champignons peuvent entrainer des pneumonies gravissimes comme les Pneumocystoses (*Pneumocystis*, Ascomycota) redoutables chez les immunodéprimés, les Histoplasmoses (*Histoplasma*

Les armillaires (photos FF)

L'amadouvier (photo GG)

Le polypore du bouleau (photo FF)

Fig. 4 : Champignons parasites.

capsulatum, Ascomycota) encore appelées « maladies des grottes » transmises par les déjections d'oiseaux ou de chauves-souris et atteignant plus particulièrement les spéléologues ou les archéologues découvreurs de la tombe de Toutânkhamon…

Nous avons cité les mycoses systémiques les plus fréquentes et gravissimes mais il en existe de nombreuses autres de plus faible incidence.

Parasites des végétaux (rouilles, charbons, caries)

Certaines espèces de champignons peuvent aussi s'attaquer aux arbres affaiblis voire aux arbres sains comme les polypores ou les armillaires (Fig. 4) qui peuvent faire des ravages dans les vergers. La plus célèbre d'entre elles est l'armillaire couleur de miel (*Armillaria mellea*) encore appelée pourridié particulièrement redoutée des fruitiers. On peut également citer la langue de bœuf (*Fistulina hepatica*), l'amadouvier déjà vu dont l'homme a fait son allié pour se chauffer et s'éclairer ou le polypore du bouleau (*Piptoporus betulinus*). Certaines espèces de ligneux ont été complètement décimées suite à des épidémies mémorables comme l'Orme par la graphiose (*Ophiostoma ulmi*), maladie partie des Pays-Bas au début du vingtième siècle, appelée aussi « maladie hollandaise de l'orme » qui a touché l'Europe toute entière et même l'Amérique (Silar & Malagnac, 2013 ; Martin, 2014 ; Pichard, 2015).
Certains champignons sont des parasites obligatoires des végétaux et, à ce titre, interagissent avec

l'homme lorsque l'espèce attaquée est cultivée. Les rouilles font partie des Pucciniomycotina au sein des Basidiomycota et sont spécifiques d'un hôte. Il en existe de nombreuses espèces reconnaissables par les atteintes de couleur rouille marquant les feuilles de la plante parasitée et tous les végétaux peuvent être atteints : caféier, peuplier, framboisier… La rouille du blé, *Puccinia graminis* possède ainsi un cycle très complexe comportant six stades et deux hôtes et peut faire des ravages dans les cultures qui seront décimées par le parasite. Toute la difficulté consiste à développer des traitements efficaces mais aussi respectueux de l'environnement et de la santé publique. De la même façon, les charbons et les caries peuvent ravager les cultures. La carie du blé, *Tilletia caries* va dessécher progressivement le plant attaqué, remplaçant le grain de blé à maturité, par une poudre noire très contaminante. Le charbon du maïs (*Ustilago maydis*) appartenant au sous-embranchement des Ustilaginomycotina parmi les Basidiomycota s'attaque aux organes de reproduction de la plante et les épis de maïs contaminés auront un aspect difforme présentant comme des tumeurs grisâtres peu engageantes. Bien évidemment, à maturité, comme pour les carries, il y aura libération de spores foncées (expliquant le terme de charbon) transportées par le vent vers d'autres plantes pour les contaminer à leur tour. Les Mexicains revendent volontiers ces épis de maïs porteurs de ces tumeurs foncées pour les consommer sous le terme de Huitlacoche, avant maturité complète des spores. Ces mets de choix, pour eux, sont appelés truffes mexicaines et appréciés pour leur saveur douceâtre dans des tacos. Cependant, à maturité, ces tumeurs accumuleraient des alcaloïdes non dénués de risques (Dubos, 2002 ; Silar & Malagnac, 2013).

Saprotrophes (habitations, aliments...)

Si les champignons saprotrophes se révèlent des décomposeurs très efficaces et fort utiles, certaines espèces présentant une croissance rapide, peuvent, en fonction du substrat auquel elles s'attaquent, (bois des habitations, aliments…) engendrer des effets particulièrement néfastes pour l'homme (Gueguen & Garon, 2015).

Dégradation de biens et objets

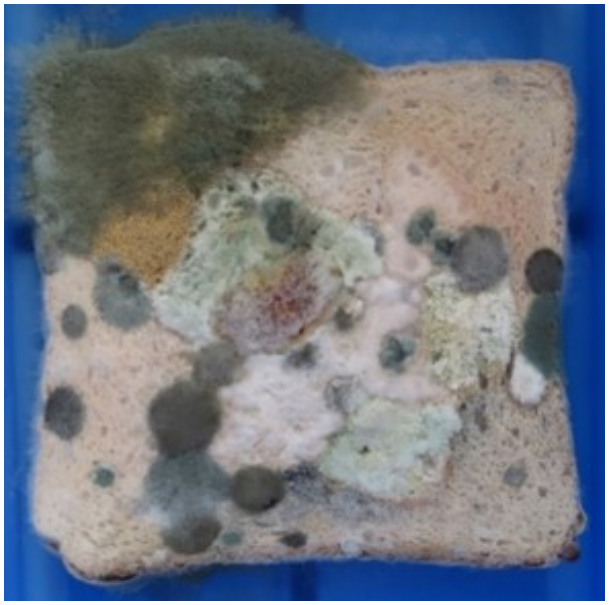
Les champignons sont des agents de détérioration du bois, du papier (livres, manuscrits), des peintures (habitations, grottes préhistoriques), des textiles (tapis, tentures…), des tableaux… Les spores des champignons colonisent tout l'environnement de l'homme, constituent une forme de résistance de ce micro-organisme et germent dès qu'elles trouvent un substrat et des conditions favorables pour perdurer. Ainsi, dès qu'une humidité leur est suffisante et dans une atmosphère confinée propice à leur développement, les champignons peuvent s'installer aux dépens d'objets anciens et rares et les mettre en péril. Les bibliothécaires y sont confrontés et la conservation de vieux manuscrits ou documents officiels peut se révéler problématique d'autant que le traitement doit être adapté au support précieux sans le dégrader également.
Concernant le bois utilisé par l'homme dans de nombreuses applications, la mérule pleureuse (*Serpula lacrymans, Serpulaceae,* Boletales, Basidiomycota) consomme sa cellulose et s'attaque au bois d'habitation dans les régions à pluviométrie fréquente mais a constitué aussi par le passé un ennemi redoutable des navires décimant des flottes entières (Silar & Malagnac, 2013). Ce champignon pose de très gros problèmes en particulier dans le Nord, en Bretagne, en Normandie où des quartiers entiers d'habitations sont menacés. La mérule se développe souvent dans les caves ou locaux des sous-sols souvent peu fréquentés, confinés où l'humidité favorise leur développement sur le bois. Elle se propage ensuite aux parties supérieures des maisons (Fig. 5) par le bois mais peut aussi tirer bénéfice de fissures même à travers des parties en béton, plâtre ou pierre grâce à ses cordons mycéliens, véritables outils d'exploration tout terrain. Souvent, lorsqu'apparaissent les sporophores sur les poutres ou les escaliers, la situation est déjà grave et certaines maisons, devenues trop dangereuses doivent être détruites. Les brigades d'intervention qui traitent les zones infestées avec des antifongiques doivent revêtir des combinaisons spéciales pour éviter la propagation vers l'extérieur et se protéger des spores allergisantes

accumulées dans les pièces infestées. D'autres champignons tels *Perenniporia meridionalis* (*Polyporaceae*, Polyporales, Basidiomycota), détruisent au contraire les bois d'œuvre en milieu extérieur (balustrades, volets, barrières, garde-corps…) et sont responsables de pourriture fibreuse blanche notamment en Basse-Normandie (Rioult *et al.*, 2014).

Fig. 5 : Les dégâts occasionnés par la mérule (photos JPR).

Dégradation des aliments

Les champignons saprophytes peuvent se régaler autant que nous des aliments que nous destinons à notre consommation courante et les corrompre en cas de mauvaise ou trop longue conservation de notre part (Fig. 6). Parmi les plus connus, des champignons « inférieurs » de l'ordre des Mucorales (*Mucor*, *Rhizopus*), ou des champignons « supérieurs » de la division des Ascomycota (*Aspergillus, Penicillium*) peuvent altérer le gout et les qualités nutritives de divers aliments et en particulier les céréales et leurs dérivés (notamment les graines et les farines), les produits laitiers (fromages), les œufs, les légumes et les fruits (bananes, fraises) et tout aliment cuisiné… Un feutrage épais peut se développer en surface de l'aliment avec un aspect en « poils de chat » ou au contraire des colonies aux couleurs très diverses mais beaucoup plus rases ou veloutées ou un simple changement de couleur d'aspect souvent circulaire signalent la colonisation par un champignon. Toute altération de l'aspect ou du goût d'un aliment doit être suspect. Les effets peuvent aller du simple désordre gastro-intestinal à des symptômes plus graves notamment quand des toxines dangereuses sont sécrétées par certaines souches fongiques. Le respect de la chaîne du froid, la conservation la plus courte possible et le bon sens sont de mise pour s'éviter au maximum des désagréments au quotidien (Bouchet *et al.*, 2005 ; Silar & Malagnac, 2013).



Diversité des moisissures sur une tranche de pain de mie (photo SM)

Différentes moisissures dont *Aspergillus sp.* et *Rhizopus sp.* (photo FF)

Différentes moisissures dont *Penicillium sp.* (photo FF)

Fig. 6 : Moisissures cultivées sur du pain.

Les mycotoxines

Les champignons peuvent provoquer, même s'ils ne sont plus présents dans un aliment transformé par exemple, des effets gravissimes au moyen de composés qu'ils ont synthétisés lorsqu'ils se sont développés sur le substrat. Ces empoisonnements sont d'autant plus difficiles à prévenir que le consommateur est victime de champignons qu'il ne verra jamais mais ayant préalablement contaminé des matières premières comme des céréales par exemple qu'il peut consommer quotidiennement avec un effet cumulatif à long terme. Les atteintes peuvent toucher de façon aiguë certaines fonctions et organes ou générer des pathologies plus pernicieuses comme des cancers.

De nombreuses toxines ont été recensées (Barceloux, 2008 ; Bouchet *et al.*, 2005 ; Doko *et al.*, 1995 ; Katsurayama *et al.*, 2017 ; Limay-Rios *et al.*, 2017 ; Silar & Malagnac, 2013 ; Zinedine *et al.*, 2017). En voici quelques-unes parmi les plus connues. Les aflatoxines (B, G) produites par différents *Aspergillus*

sp. sont hépatotoxiques et cancérogènes et se retrouvent en particulier sur céréales, arachides, pistaches, noix, épices, lait… L'ochratoxine A (*Aspergillus* sp./*Penicillium* sp.) signalée sur céréales, raisin et dérivés, café, fruits secs, arachides, viandes est néphrotoxique, tératogène et cancérogène. Les fumonisines (*Fusarium moniliforme*) sur céréales (maïs), polenta, abats, légumes secs entre autres, peuvent provoquer des atteintes cérébrales et favoriser les cancers de l'œsophage ou du foie. Différentes espèces de *Fusarium* se développant sur céréales, fruits, légumes, œufs, lait, abats, peuvent produire des toxines comme la zéaralénone ayant des effets oestrogéniques, anabolisants, pouvant provoquer gynécomastie et infertilité ou la toxine T-2 (inflammation de la muqueuse digestive, hémorragies, gangrène, nécrose). La patuline (*Aspergillus* sp./*Penicillium* sp.) détectée sur fruits entiers ou transformés (pomme, raisin) atteint plus particulièrement le poumon, le rein, la rate et le cerveau.

Dernier exemple historique choisi parmi les nombreux existants, l'ergot de seigle (*Claviceps purpurea*) parasitant les céréales (seigle) a longtemps provoqué au moyen de ses alcaloïdes indoliques des épidémies mystérieuses (hallucinations, effets cardio-vasculaires, gangrènes) attribuées au diable avant d'être démasqué au vingtième siècle (Streith, 2011). L'ergotisme a été caractérisé et les alcaloïdes indoliques ensuite utilisés par l'homme en thérapeutique. Ce dernier exemple illustre bien les dualités de nos rapports avec les champignons ceux-ci possédant, pour nous, un double visage, tels des Janus de notre quotidien.

Conclusion

Les champignons font partie intégrante de l'environnement de l'homme. Ils sont indispensables dans le cycle de la vie et présentent une importance écologique incontournable. Ils peuvent constituer des alliés de l'homme par certains aspects ou, au contraire, source d'effets redoutables. Le but de cet article visait à les rendre un peu plus accessible, à montrer la diversité de leurs interactions avec leur environnement (y compris l'homme) et à dévoiler certains de leurs aspects peut-être plus méconnus. Il ne faut pas hésiter à aller rechercher la connaissance concernant les champignons auprès d'organismes, d'associations comme la SHHNH (*https://s2hnh.org*) et de personnes spécialisées sur certains domaines. Concernant la consommation des champignons sauvages, si chère au grand public, la prudence est toujours de mise et les récoltes doivent être déterminées auprès de véritables connaisseurs que sont les mycologues des sociétés locales comme la SHHNH, les enseignants chercheurs des Facultés de Pharmacie et certains pharmaciens.

Crédit photographique

Françoise Fons : FF ; Ghislaine Guibaud : GG ; Gérard Lévêque : GL ; Jean-Philippe Rioult : JPR ; Luc Maury : LM ; Sylvie Morel : SM ; Sylvie Rapior : SR.

Bibliographie

Allen J.L. & Lendemer J.C., 2015. Fungal conservation in the USA. *Endangered Species Research* **28** : 33-42.

Andary C., Rapior S., Delpech N. & Huchard G., 1989. Laboratory confirmation of *Cortinarius* poisoning. *Lancet :* 213.

ANOFEL, 2014. *Parasitoses et mycoses des zones tempérées et tropicales*. 3ème édition, Abrégés Masson, 472 p. Issy-les-Moulineaux.

ANSM, 2017. *Liste des substances classées comme stupéfiants (13/10/2017)*. http://ansm.sante.fr/Declarer-un-effet-indesirable/Pharmacodependance-Addictovigilance/Reglementation/(offset)/8

Badalian S.M., Serrano J.J., Rapior S. & Andary C., 2001.Pharmacological activity of the mushrooms *Flammulina velutipes* (Curt:Fr.) Sing., *Paxillus involutus* (Batsch:Fr.) Fr. and *Tricholoma pardinum* Quél. (*Basidiomycota*). *International Journal of Medicinal Mushrooms* **3** : 27-33.

Bakhtiari R., Moazami N., Fallahpour M., Mirdamadi M., Tabatabaee M., Norouzian M. & Moshseni F., 2003. Production and purification of Cyclosporin A from fermentation broth of *Tolypocladium inflatum*. *Scientia Iranica* **10** : 367-371.

Bandara A.R., Rapior S., Bhat D.J., Kakumyan P., Chamyuang S., Xu J. & Hyde K.D., 2015. *Polyporus umbellatus*, an edible-medicinal cultivated mushroom with multiple developed health-care products as food, medicine and cosmetics: a review. *Cryptogamie, Mycologie* **36** (1) : 3-42.

Barceloux D.G., 2008. *Medical Toxicology of natural substances. Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Plants and Venomous Animals*. John Wiley & Sons, 157 p. Hoboken (USA).

Barreira J.C.M., Oliveira M.B.P.P & Ferreira I.C.F.R., 2014. Development of a novel methodology for the analysis of ergosterol in Mushroom. *Food Analytical Methods* **7** : 217-223.

Boels D., Landreau A., Bruneau C., Garnier R., Pulce C., Labadie M., de Haro L. & Harry P., 2014. Shiitake dermatitis recorded by French Poison Control Centers - New case series with clinical observations. *Clinical Toxicology* **52** : 625-628.

Borowiak K.S., Ciechanowski K. & Waloszczyk P., 1998. Psilocybin Mushroom (*Psilocybe semilanceata*) intoxication with myocardial infarction. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology* **36** : 47-49.

Bouchet P., Guignard J.L., Pouchus Y.F. & Villard J., 2005. *Les champignons - Mycologie fondamentale et appliquée*. 2ème édition, Masson, 208 p. Paris.

Bousquet C., 2000. *Principaux champignons responsables de syndromes gastro-intestinaux. Partie I : Ordres des Bolétales, Russulales, Tricholomatales*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 354 p. Montpellier.

Bruneton J., 2016. *Pharmacognosie Phytochimie - Plantes médicinales*. 5ème édition, Lavoisier – Tec & Doc, 1504 p. Paris.

Buffaz C., Hodille E., Jourdy Y. Louvrier C. & Marijon A., 2014. *Parasitologie et mycologie médicale pratique*. DeBoeck, 249 p. Louvain-la-Neuve.

Carmona B., 2016. *Les probiotiques (bactéries et levures) : où en est-on aujourd'hui ?* Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 105 p. Montpellier.

Cassar A., 2016. *La culture des macromycètes entrant dans la composition des compléments alimentaires*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 155 p. Montpellier.

Castan C., 2016. *La levure de bière : un champignon aux multiples bienfaits pour la santé et la beauté*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 80 p. Montpellier.

Chebli M., 2016. *La bière : Production, Consommation et Santé Publique*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 109 p. Montpellier.

Centre Antipoison Belge, 2017. *Psilocybes*. https://www.centreantipoisons.be/nature/champignons/champignons-toxiques/psilocybes-psilocybe

Cervellin G., Comelli I., Rastelli G., Sanchis-Gomar F., Negri F., De Luca C. & Lippi G., 2017. Epidemiology and clinics of mushroom poisoning in Northern Italy: A 21-year retrospective analysis. *Human and Experimental Toxicology* 1-7. doi: 10.1177/0960327117730882.

Chen J., Zhao R.L., Parra L.A., Guelly A.K., De Kesel A., Rapior S., Hyde K.D., Chukeatirote E. & Callac P., 2015. *Agaricus* section *Brunneopicti*: a phylogenetic reconstruction with descriptions of four new taxa. *Phytotaxa* **192** : 145-168.

Cheung P.C.K., 2013. Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Science and Human Wellness* **2** : 162-166.

Cordoba M.K.A. & Rios H.A., 2012. Biotechnological applications and potential uses of the mushroom *Trametes versicolor*. *Vitae, Revista de la Facultad de Quimica farmaceutica* **19** (1) : 70-76.

Courtecuisse R. & Deveaux M., 2004. Champignons hallucinogènes d'Europe et des Amériques : mise au point mycologique et toxicologique. *Annales de Toxicologie Analytique* **16** (1) : 36-64. http://www.ata-journal.org or http://dx.doi.org/10.1051/ata/2004024

Courtecuisse R. & Duhem B., 2013. *Champignons de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé, 544 p. Paris.

Dahlberg A., Genney D.R. & Heilmann-Clausen J., 2010. Developing a comprehensive strategy for fungal conservation in Europe: current status and future need. *Fungal Ecology* **3** : 50-64.

Demain A.L. & Zhang J, 1998. Cephalosporin C Production by *Cephalosporium acremonium*: The methionine story. *Critical Reviews in Biotechnology* **18** : 283-294.

De Silva D.D., Rapior S., Fons F., Bahkali A.H. & Hyde K.D., 2012. Medicinal mushrooms in supportive cancer therapies : approach to anti-cancer effects and putative mechanisms of action. *Fungal Diversity* **55** : 1-35.

De Silva D.D., Rapior S., Sudarman E., Stadler M., Xu J., Aisyah Alias S. & Hyde K.D., 2013. Bioactive metabolites from macrofungi: Ethnopharmacology, biological activities, chemistry. *Fungal Diversity* **62** : 1-40.

Dinis-Oliveira R.J., 2017. Metabolism of psilocybin and psilocin: clinical and forensic toxicological relevance. *Drug Metabolism Reviews* **49** (1) : 84-91. doi : 10.1080/03602532.2016.1278228.

Doko M.B., Rapior S., Visconti A. & Schjoth J.E., 1995. Incidence and levels of fumonisin contamination in maize genotypes grown in Europe and Africa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **43** : 429-434.

Dubos B., 2002. *Maladies cryptogamiques de la vigne. Champignons parasites des organes herbacés et du bois de la vigne*. 2ème édition, Féret, 207 p. Bordeaux.

Enjalbert F., Rapior S., Nouguier-Soulé J., Guillon S., Amouroux N. & Cabot C., 2002. Treatment of Amatoxin Poisoning: 20-Year Retrospective Analysis (A review, 420 references). *Journal of Toxicology – Clinical Toxicology* **40** : 715-757.

Fons F., Rapior S., Eyssartier G. & Bessière J.M., 2003. Les substances volatiles dans les genres *Cantharellus*, *Craterellus* et *Hydnum*. *Cryptogamie, Mycologie* **24** : 367-376.

Fons F. & Rapior S., 2006. Les intoxications par les champignons. Partie II. Intoxications à court délai d'apparition de la symptomatologie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **146** (2) : 29-37.

Fons F. & Rapior S., 2013. Fougères et Parfumerie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **153** (1) : 96-108.

Fortes R.C., Recôva V.L., Melo A.L. & Novaes M.R.C.G., 2008. Effects of dietary supplementation with medicinal fungus in fasting glycemia levels of patients with colorectal cancer: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical study. *Nutrición Hospitalaria* **23** : 591-598.

Francia C., Rapior S., Courtecuisse R. & Siroux Y., 1999. Current research findings on the effects of selected mushrooms on cardiovascular diseases. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **1** : 169-172.

Froissard D., Fons F., Bessière J.M., Buatois B. & Rapior S., 2011. Volatiles of French Ferns and "fougère" Scent in Perfumery. *Natural Product Communications* **6** : 1723-1726.

Froissard D., Rapior S., Bessière J.M., Fruchier A., Buatois B. & Fons F., 2014. Volatile Organic Compounds of six French *Dryopteris* species: natural odorous and bioactive resources. *Natural Product Communications* **9** : 137-140.

Garbaye J., 2013. *La symbiose mycorhizienne – Une association entre les plantes et les champignons*. Quae, 51 p. Versailles.

Givelet P.H., 2011. *Les compléments alimentaires à base de champignons*. Mémoire pour le Diplôme d'Etudes Spécialisées de Docteur en Pharmacie, Université Lille 2, 94 p. Lille.

Golan-Rozen N., Chefetz B., Ben-Ari J., Geva J. & Hadar Y.., 2011. Transformation of the recalcitrant pharmaceutical compound carbamazepine by *Pleurotus ostreatus*: Role of cytochrome P450 monooxygenase and manganese peroxidase. *Environmental Science & Technology* **45** : 6800-6805.

Grégoire-Fort C., 2015. *Mycologie pratique à l'officine : Enquête nationale sur les besoins et les compétences des officinaux – Etat des lieux des outils de formation*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 229 p. Montpellier.

Grossenbacher F.J.M., Wynckel A., Plenier Y., Courtecuisse R. & Leon A., 2010. *Cortinarius orellanoides* poisoning: three-years follow-up of five members of a French family. *Clinical Toxicology* **48** : 311.

Gueguen J.C. & Garon D., 2015. *Biodiversité et évolution du monde fongique*. EDP Sciences, 207 p. Paris.

Hedman H., Holmdahl J., Mölne J., Ebefors K., Haraldsson B. & Nyström J., 2017. Long-term clinical outcome for patients poisoned by the fungal nephrotoxin orellanine. *BMC Nephrology* **18** : 121. doi : 10.1186/s12882-017-0533-6.

Heinig U., Scholz S. & Jennewein S., 2013. Getting to the bottom of Taxol biosynthesis by fungi. *Fungal Diversity* **60** : 161-170.

Hofrichter M., 2010. *The Mycota. A Comprehensive treatise on Fungi as experimental systems for basic and applied research*. Vol X : Industrial Applications. 2ème édition, Esser K., Springer, 485 p. Berlin.

Jacobin S., 2010. Accident de Tchernobyl : Impacts sur l'homme dans son environnement. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 159 p. Montpellier.

Katsurayama A.M., Martins L.M., Iamanaka B.T., Fungaro M.H.P ., Silva J.J., Frisvad J.C., Pitt J.I. & Taniwaki M.H., 2017. Occurrence of *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxins in Brazilian rice: From field to market. *International Journal of Food Microbiology* **266** : 213-221.

Lima C. U. J. O., Souza V.C., Morita M.C., Chiarello M.D. & de Oliveira Karnikowski M.G., 2012. *Agaricus blazei* Murrill and Inflammatory Mediatorsin Elderly Women: A Randomized Clinical Trial. *Scandinavian Journal of Immunology* **75** : 336-341.

Limay-Rios V., Miller J.D. & Schaafsma A.W., 2017. Occurrence of *Penicillium verrucosum*, ochratoxin A, ochratoxin B and citrinin in on farm stored winter wheat from the Canadian Great Lakes Region. *Plos One* July : 1-22 . doi.org/10.1371/journal.pone.0181239.

Loizides M., Bellanger J.M., Clowez P., Richard F & Pierre-Arthur Moreau P.A., 2016. Combined phylogenetic and morphological studies of true morels (Pezizales, Ascomycota) in Cyprus reveal significant diversity, including *Morchella arbutiphila* and *M. disparilis* spp. nov. *Mycological Progress* 15 : 39. doi 10.1007/s11557-016-1180-1.

Martin F., 2014. *Tous les champignons portent-ils un chapeau* ? Quae, 182 p. Versailles.

Mengs U., Pohl R.T. & Mitchell T., 2012. LegalonÒ SIL: The antidote of choice in patients with acute hepatotoxicity from Amanita Poisoning. *Current Pharmaceutical Biotechnology* **13** : 1964-1970.

Minn A.L., 2005. *Les champignons psychodysleptiques du nord-est de la France : cartographie, répartition, toxicologie et législation*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie Université Nancy 1, 341 p. Nancy.

Moine M., 2007. *Truffes et falsifications*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 128 p. Montpellier.

Money N.P., 2016. Are mushrooms medicinal? *Fungal Biology* **120** : 449-453.

Moreau P.A., Hériveau P., Rioult P., Fons F. & Rapior S., 2009. Quatre siècles de mycologie à Montpellier. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **149** (1) : 5-25.

Morel S., Fons F., Rapior S., Dubois V., Vitou M., Portet K., Doré J.C. & Poucheret P., 2016. Decision-making for the detection of amatoxin poisoning: a comparative study of standard analytical methods. *Cryptogamie, Mycologie* **37** (2) : 1-23.

Morel S., Arnould S., Vitou M., Boudard F., Guzman C., Poucheret P., Fons F. & Rapior S., 2018. Antiproliferative and antioxidant activities of wild Boletales mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **20** (1) : sous presse.

Nabors M., 2008. *Biologie végétale. Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies*. Pearson Education, 614 p. Paris.

Nef H.M., Möllmann H., Hilpert P., Krause N., Troidl C., Weber M., Rolf A., Dill T., Hamm C. & Elsässer A., 2009. Apical regional wall motion abnormalities reminiscent to Tako-Tsubo cardiomyopathy following consumption of psychoactive fungi. *International Journal of Cardiology* **134** (1) : e39-41. doi: 10.1016/ j.ijcard.2007.12.064.

Ngo R., 2011. *La mycothérapie, inspirée des savoirs ancestraux asiatiques, dans la pratique officinale française.* Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 187 p. Montpellier.

Ninot G., Agier S., Bacon S., Berr C., Boulze I., Bourrel G., Carbonnel F., Clément V., David M., Gerazime A., Gomez A., Guerdoux-Ninot E., Laurent A., Lavoie K., Libourel T., Lognos B., Maffre F., Maitre J., Martin S., Mercier G., Michaux J., Nalpas B., Nguyen T.L., Oude Engberink A., Pujol J.L., Quantin X., Rapior S., Senesse P., Stoebner-Delbarre A. & Trouillet R., 2017. La Plateforme CEPS : Une structure universitaire de réflexion sur l'évaluation des interventions non médicamenteuses (INM). *HEGEL* **7** (1) : 53-56. doi : 10.4267/2042/62022.

Nyegue M., Amvam Zollo P.H., Bessière J.M. & Rapior S., 2003. Volatile components of fresh *Pleurotus ostreatus* and *Termitomyces shimperi* from Cameroon. *Journal of Essential Oil Bearing-Plants* **6** : 153-157.

Pichard G., 2015. *Le champignon, allié de l'arbre et de la forêt*. Centre National de la Propriété Forestière CNPF-IDF, 46 p. Paris.

Pierrot M., Josse P., Raspiller M.F., Goulmy M., Rambourg M.O., Manel J. & Lambert H., 2000. Intoxications par champignons hallucinogènes. *Annales de Médecine Interne* **151** (suppl. B) : B16-B19.

Poucheret P., Fons F. & Rapior S., 2006. Biological and pharmacological activity of Higher Fungi: 20-year retrospective analysis (A review, 196 references). *Cryptogamie, Mycologie* **27** : 311-333.

Poucheret P., Fons F., Doré J.C., Michelot D. & Rapior S., 2010. Amatoxin poisoning treatment decision making: pharmaco-therapeutic clinical strategy assessment using multidimensional multivariate statistic analysis. T*oxicon* **55** : 1338-1345.

Prasad M.N.V., Freitas H., Fraenzle S., Wuenschmann S. & Markert B., 2010. Knowledge explosion in phytotechnologies for environmental solutions. *Environmental Pollution* **158** : 18-23.

Rapior S., 2013. Les produits de Santé : 35-49. *In* : Ninot G. *Démontrer l'efficacité des interventions non médicamenteuses : Question de points de vue (Psychologie, Santé et Société)*. Presses universitaires de la Méditerranée. Montpellier.

Rapior S., Breheret S., Talou T. & Bessière J.M., 1999. Les arômes des champignons. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **139** (1) : 20-21.

Rapior S., Ceballos L., Mousain D., Andary C. & Bessière J.M., 1998. Bioproduction des substances volatiles aromatisantes par les *Suillus*. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **138** (2) : 42-46.

Rapior S., Courtecuisse R., Francia C. & Siroux Y., 2000. Activités biologiques des champignons : recherches actuelles sur les facteurs de risque des maladies cardio-vasculaires. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **140** (1) : 26-31.

Rapior S., Delpech N., Andary C. & Huchard G., 1989. Intoxication by *Cortinarius orellanus*: Detection and assay of orellanine in biological fluids and renal biopsies. *Mycopathologia* **108** : 155-160.

Rapior S. & Fons F., 2006. Les intoxications par les champignons. Partie I. Intoxications à long délai d'apparition de la symptomatologie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **146** (1) : 9-17.

Rapior S. & Fons F., 2011. Mise au point sur les nouveaux syndromes et les syndromes connus d'intoxications par les champignons. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **151** (2) : 64-74.

Rapior S., Fruchier A. & Bessière J.M., 1997. Volatile Aroma Constituents of Agarics and Boletes (A Review, 134 references) : 567-584. *In* : Pandalai S.G. *Recent Research Developments in Phytochemistry*. Research Signpost. Trivandrum (Inde).

Rapior S., Pélissier Y., Vassas A., Greuet J. & Kone-Bamba D., 1993. *Termitomyces striatus* (Beeli) Heim *forma annulatus*. Identification et étude préliminaire de la composition chimique : Recherche des polyols, des sucres, des alcaloïdes, des acides phénols et des toxines. *Le Pharmacien d'Afrique* (77) : 19-22.

Richard F., Bourgade F., Fons F., Rapior S. & Moreau P.A., 2011. Des champignons dans les garrigues languedociennes - Historique, diversité et enjeux de conservation : 152-165. *In* : Pietrasanta Y. & Schatz B. *Le génie de la nature*. Biotope (Collection Parthénope). Mèze.

Rioult J.P., Duchemin T., Bourreau A. & Garon D., 2014. *Perenniporia meridionalis* Decock & Stalpers : un nouveau champignon destructeur de bois ouvrés découvert en Basse-Normandie. *Cahiers Mycologiques Nantais* **26** : 16-20.

Riqué G., 2000. *Principaux champignons responsables de syndromes gastro-intestinaux. Partie II : Ordres des Plutéales, Cortinariales, Agaricales, Cantharellales, Théléphorales, Polyporales, Protoclavariales, Pézizales, Tubérales*. Thèse d'exercice du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Montpellier 1, 283 p. Montpellier.

Riousset L., Riousset G., Chevalier G. & Bardet M.C., 2012. *Truffes d'Europe et de Chine*. Quae, 181 p. Nancy.

Roumestan C., Fons F. & Rapior S., 2005. Biodiversité, règne fongique et thérapeutique. 2. Les champignons constituent-ils une nouvelle source de composés anti-inflammatoires ? *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **145** (4) : 90-92.

Roussel B. & Rapior S., 2005. Les usages de l'Amadouvier en Odontologie. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **145** (1) : 5-8.

Roussel B., Rapior S., Charlot C., Masson C.L. & Boutié P., 2002a. Mais quel est donc cet « Agaric de Brossard » ? *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **142** (2-3) : 39-54.

Roussel B., Rapior S., Masson C.L. & Boutié P., 2002b. *L'Amadouvier. Grande et petite histoire d'un champignon*. Publié par les *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault*, Supplément hors-série. Editions Mimosa, 48 p. Montpellier.

Roussel B., Rapior S., Masson C.L. & Boutié P., 2002c. *Fomes fomentarius* (L. : Fr.) Fr. : un champignon aux multiples usages. *Cryptogamie, Mycologie* **23** : 349-366.

Saintot C., 2017. *Place des Basidiomycètes dans les pathologies respiratoires*. Diplôme d'Etudes Spécialisées de Biologie médicale et Thèse d'exercice du diplôme d'Etat et Thèse de Docteur en Pharmacie, Université de Montpellier, 97 p. Montpellier.

Saviuc P., Harry P., Pulce C., Garnier R. & Cochet A., 2010. Can morels (*Morchella sp.*) induce a toxic neurological syndrome ? *Clinical Toxicology* **48** : 365-372.

Seenivasana A., Gummadib S.N., Pandaa T. & Théodorec T., 2015. Quantification of Lovastatin Produced by *Monascus purpureus*. *The Open Biotechnology Journal* **9** *:* 6-13.

Silar P. & Malagnac F., 2013. *Les Champignons redécouverts*. Belin, 231 p. Paris.

Smith H., Doyle S. & Murphy R., 2015. Filamentous fungi as a source of natural antioxidants. *Food Chemistry* **185** : 389-397.

Streith J., 2011. Ergotisme, mal des ardents ou feu de Saint-Antoine du Moyen Âge aux temps modernes. *L'actualité chimique* (358) : 40-46.

Süfer O., Bozok F. & Demir H., 2016. Usage of Edible Mushrooms in Various Food Products. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* **4** : 144-149.

Suty L., 2015. *Les végétaux – Des symbioses pour mieux vivre*. Quae, 55 p. Versailles.

Taofiq O., Heleno S.A., Calhelha R.C., Alves M.J., Barros L., Gonzalez-Paramas A.M., Barreiro M.F. & Ferreira I.S.F.R., 2017. The potential of *Ganoderma lucidum* extracts as bioactive ingredients in topical formulations, beyond its nutritional benefits. *Food and Chemical Toxicology* **108** : 139-147.

Thongbai B., Rapior S., Hyde K.D., Wittstein K. & Stadler M., 2015. *Hericium erinaceus,* an amazing medicinal mushroom. *Mycological Progress* **14** (10) : 91. doi 10-1007/s11557-015-1105-4.

Tylš F., Páleníček T. & Horáček J., 2014. Psilocybin-summary of knowledge and new perspectives. *European Neuropsychopharmacology* **24** : 342-56. doi : 10.1016/j.euroneuro.2013.12.006.

Van Haluwyn C., Asta J. & Gavériaux J.P., 2009. *Guide des lichens de France – Lichens des arbres*. Belin, 239 p. Paris.

Vendranim A. & Brvar M., 2014. *Amanita muscaria* and *Amanita pantherina* poisoning: two syndromes. *Toxicon* **90** : 269-272.

Vo K.T., Montgomery M.E., Mitchell T., Scheerlinck P.H., Colby D.K., Meier K.H., Kim-Katz S., Anderson I.B., Offerman S.R., Olson K.R. & Smollin C.G., 2016. *Amanita phalloides* mushroom poisonings - Northern California, December 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **66** : 549-553.

Wabang T. & Ajungla T., 2016. Edible, medicinal and red listed monkey head mushroom *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. from Japfu mountain of Kohima needs immediate protection. *Current Botany* **7** : 33-35.

Wasser S.P., 2017. Medicinal Mushrooms in Human Clinical Studies. Part I. Anticancer, Oncoimmunological, and Immunomodulatory Activities: A Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms* **19** : 279-317.

Zhang Y., Fraatz M.A., Müller J., Schmitz H.J., Birk F., Schrenk D. & Zorn H., 2015. Aroma Characterization and Safety Assessment of a Beverage Fermented by *Trametes versicolor*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **63** : 6915-6921.

Zinedine A., Fernández-Franzón M., Mañes J. & Manyes L., 2017. Multi-mycotoxin contamination of couscous semoulina. *Food Chemistry* **214** : 440-446.

Note sur les Coléoptères endémiques ou remarquables de l'Hérault : *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) (Tenebrionidae : Diaperinae)

Cédric Alonso

16, rue du Bourguet, F-34230 Le Pouget (entomo34@orange.fr)

Résumé

Le coléoptère *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) est présenté à travers une synthèse des connaissances actuelles. Des photos de son biotope, de son habitus, de l'organe génital du mâle ainsi qu'une carte de répartition viennent agrémenter quelques éléments de diagnose.

Mots-clés : Coleoptera ; Tenebrionidae ; *Pseudoseriscius pruinosus* ; Hérault ; sabulicole.

Abstract

The beetle *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) is presented through a synthesis of current knowledge. Photos of its biotope, its habitus, the genital organ of the male and a distribution map come to decorate some elements of diagnosis.

Keywords : Coleoptera ; Tenebrionidae ; *Pseudoseriscius pruinosus* ; Hérault ; sabulicolous.

Introduction

Le genre *Pseudoseriscius* a été initialement décrit comme sous-genre de *Crypticus* Latreille, 1817 par F. Español [1949, 1955]. Il fut par la suite élevé au rang de genre sur la base de caractères morphologiques tels que la pubescence fournie du corps et la symétrie de l'organe copulateur des mâles. Le genre comprend à ce jour 14 espèces essentiellement paléarctiques [Löbl & Smetana, 2008]. Il s'agit d'insectes fouisseurs, psammophiles, affectionnant principalement les terrains dunaires du littoral ou les berges sablonneuses des grands cours d'eau. Les imagos se rencontrent enterrés à faible profondeur dans le sable au pied des plantes ou parfois au collet de celles-ci. Certaines espèces sont insulaires et peuplent des iles ou des archipels (Canaries, Baléares, Madère, Chypre, Malte). De fait, alors marquées par cet isolat géographique, celles-ci sont enclines à un endémisme prononcé. D'autres espèces, au contraire, occupent de vastes aires de répartition continentales souvent discontinues et morcelées en suivant les biotopes propices et favorables à leur éthologie.

C'est le cas de *Pseudoseriscius pruinosus* (Fig. 1) qui est connu de l'Afrique du nord (Maroc, Lybie) et de l'Europe (France, Espagne, Portugal).

Fig. 1 : Habitus de *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820).

Historique et répartition

En France, les premiers spécimens de *Pseudoseriscius pruinosus* ont été découverts sur le littoral héraultais en octobre 1994 par F. Soldati [1995]. Ils furent récoltés sur la plage du Lido à l'est de Marseillan-Plage. Des recherches ultérieures permirent d'établir la présence de cette espèce sur l'ensemble de ce mince cordon dunaire, entre Sète et Marseillan, bordé au sud par la méditerranée et au nord par l'étang de Thau (Fig. 2). A ce jour, il s'agit de la seule localité française.

Liste des localités connues de *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) :

France : -Sète : Plage du Lido entre Sète et Marseillan.	Portugal : - Faro. - Portimao.
Espagne : - Barcelona Alrededores de la capital ; Farola del Llobregat ; Prat del Llobregat. - Tarragona : San Vicente de Calders ; Torre-dembarra. - Valencia : Alrededores de la capital ; Albufera ; Palomar ; Los Valles. - Alicante : Denia ; Torrevieja. - Murcia : Cabo de Palos ; Cartagena. - Almería : Alrededores de la capital. - Málaga : Alrededores de la capital. - Cádiz : Algeciras.	Maroc : - Beni Snassen. - Oujda. - Melilla. - Nador : Plage Cap de l'Eau. - Al Hoceïma. - Beni Urriagel. Lybie : sans précisions.

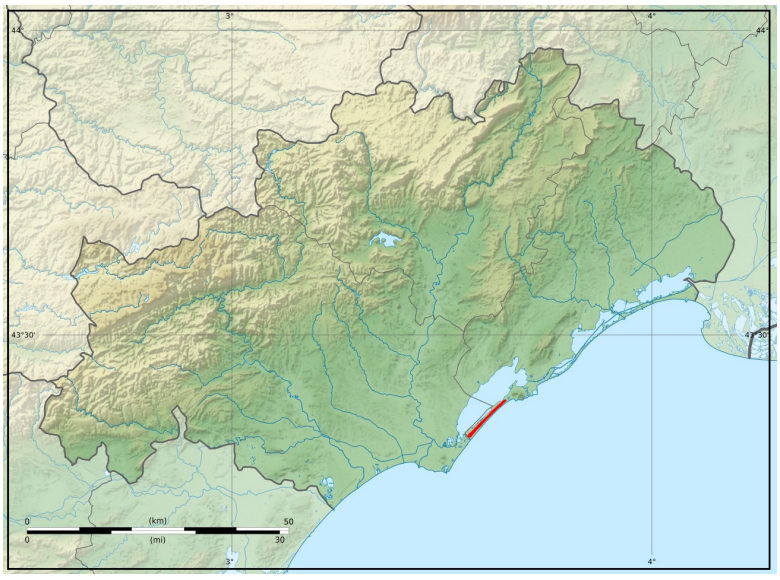


Fig. 2 : Répartition en France de *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820).

Systématique

Pseudoseriscius pruinosus est un Tenebrionidae Diaperinae. Cette sous-famille qui comprend une quarantaine d'espèces en France est caractérisée par l'avant dernier article antennaire pas plus large que le précédent, par les mâchoires vues de dessous qui ne sont pas cachées par le menton. Les épipleures des élytres sont normaux, bien distincts, sans faux épipleures au dessus et étroits, soit en entier, soit à partir du tiers ou du quart de l'élytre. Les antennes sont au moins aussi longues que la tête. Enfin, chez les Diaperinae, l'épistome ne présente pas d'échancrure flagrante en son milieu et la tête est enfoncée dans le pronotum.

Au sein de cette sous-famille, le genre *Pseudoseriscius* se distingue par la tête visible de dessus, par ses antennes simples et grêles, par la pubescence fournie sur les téguments et par la base du labre qui est recouverte par l'épistome.

Diagnose

D'une longueur de 4-5 mm, le corps en ovale allongé, modérément convexe, d'un brun rougeâtre, plus ou moins foncé est couvert d'une pubescence fine jaunâtre, toujours plus claire que les téguments. Cette pubescence formant souvent des petites taches sombres, arrangées de façon irrégulière, particulièrement sur les élytres (Fig. 3). La ponctuation est dense, fine et rugueuse. Les marges élytrales et pronotonales présentent tout au plus une série de poils fins, court, à peine visibles. Antennes assez robustes, sensiblement élargies à l'extrémité, dépassant un peu la moitié du pronotum, avec les cinq ou six derniers articles presque aussi longs que larges. Les stries ponctuées des élytres sont peu visibles dans la ponctuation générale. Les tibias antérieurs et moyens des mâles sont armés dans l'angle apical interne d'une courte série d'épines, densément placées en forme de peigne.

L'organe copulateur des mâles, en vue latérale, est faiblement courbé. Le bord dorsal du lobe médian est légèrement sinué vers le tiers basal. Les paramères sont bien plus courts que le lobe médian et recourbés en crochet à leur extrémité. En vue ventrale, les bords latéraux du lobe médian sont convexes et élargis avant l'apex qui forme une pointe émoussée traversée par un canal longitudinal médian. Les paramères sont recourbés en crochet formant un angle droit à leur extrémité (Fig. 4).
Pseudoseriscius pruinosus présente quelques variations intraspécifiques de taille, de couleur de fond, de densité et d'apparence de la pubescence.

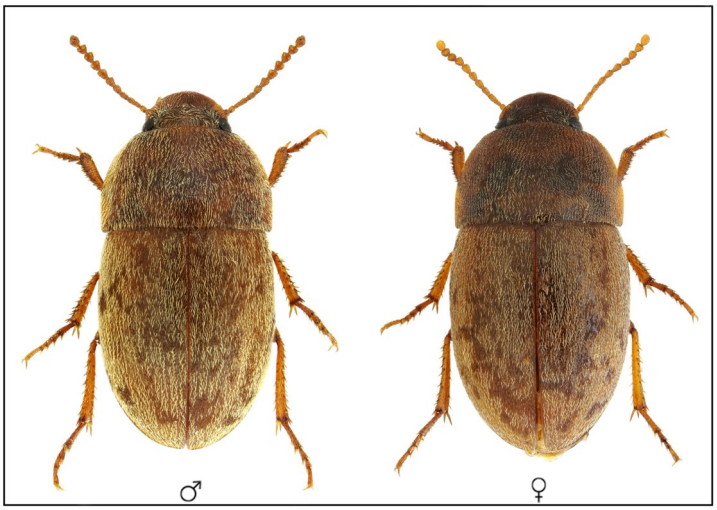


Fig. 3 : Habitus de *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820).

Le dimorphisme sexuel est peu accusé, les mâles portent quelques épines disposées en peigne à l'angle apical interne des pro. et mésotibias, ils sont légèrement plus sveltes que les femelles et leurs antennes à peine plus longues.

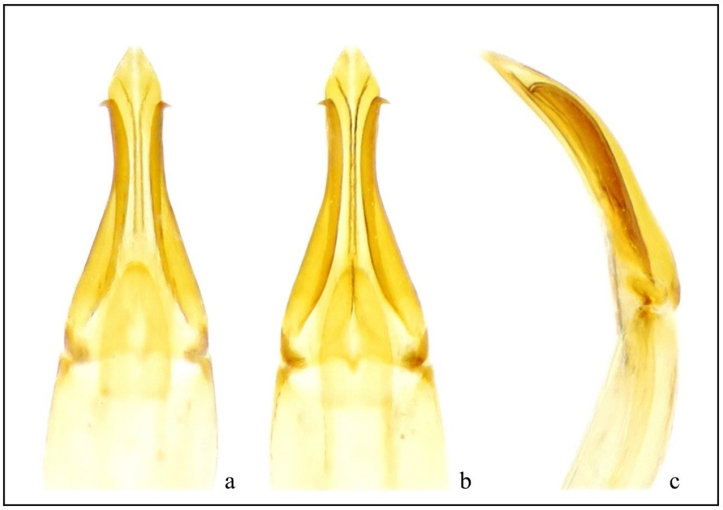


Fig. 4 : Édeage de *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) en vue ventrale (a), vue dorsale (b) et vue latérale (c).

Éthologie

L'espèce affectionne le sable fin à très fin des dunes vives (Fig. 5). Elle se rencontre enterrée au pied des plantes psammophiles ou parfois sous les débris végétaux en avant-dune. Les imagos sont actifs pratiquement toute l'année mais montrent un très net pic d'activité au printemps et à l'automne.
Dérangés, la majorité des individus passe par un court instant de thanatose avant de s'enterrer rapidement dans le sable.

Fig. 5 : Biotope de *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour , 1820).

Conclusion

La question posée par F. Soldati [1995] demeure, à savoir si cette population isolée est d'origine relictuelle ou issue d'une importation accidentelle. Dans tous les cas, il s'agit à ce jour de la station la plus septentrionale connue. L'espèce n'ayant jamais été rencontrée dans l'Aude où dans les Pyrénées-Orientales dont les plages offrent pourtant des biotopes similaires et à première vue favorables. La plage du Lido de Sète, comme toutes les plages du littoral, subit une forte affluence touristique pendant la belle saison. Son aménagement (parkings, piste cyclable…etc) et la fréquentation du site rendent cette population extrêmement fragile et vulnérable. Les récents travaux de mise en défens et l'installation de lignes de ganivelles visant à protéger et à revégétaliser ce mince cordon dunaire montrant déjà des signes de faiblesses.

Bibliographie

Español F., 1949**.** Contribucion al conocimiento de los *Crvpticus* del grupo de *pruinosus* : el subgenero *Pseudoseriscius* Esp. (Col. Tenebrionidae). *E.o.s. Madrid* XXV : 199-239.

Español F., 1955. Los Crypticini palearcticos. *E.o.s. Madrid* **XXXI** : 7-38.

Löbl I. & Smetana A., 2008. Catalogue of Palaearctic Coleoptera, vol. 5. *Stenstrup : Apollo Books*, 670 pp.

Soldati F., 1995. Un genre et une espèce nouveaux pour la faune de France : *Pseudoseriscius pruinosus* Duftschmid (Coleoptera Tenebrionidae). *L'Entomologiste* **51** (6) : 287-288.

Remerciements

Cette note ne serait pas sans la relecture attentive de MM. G. Duvallet, G. Martin et M. Crousilles de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault. Qu'ils veuillent bien trouver ici le témoignage de ma profonde gratitude.

Histoire de la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier

Monique Brunet

20 rue de l'Aramon, F-34090 Montpellier (brunetmonique@numericable.fr)

Résumé

La minéralogie a pour objet l'étude des minéraux. Les collections universitaires accompagnent l'enseignement et la recherche. La collection de minéralogie de l'Université de Montpellier, fondée en 1811, rassemble environ 3000 échantillons classés suivant la classification de Nickel-Struntz. Elle a connu des années difficiles pendant la seconde moitié du XX^{e} siècle, subissant de nombreux dégâts. Un travail de rangement et la création d'un catalogue sont maintenant en cours de réalisation dans la collection désormais sauvegardée.

Mots clés : minéraux, collection, classification, structure.

Abstract

Mineralogy is the science of minerals. Universitary collections are related to teaching and research. The mineralogy collection of the University of Montpellier, created in 1811, includes about 3000 specimens classified upon the Nickel-Struntz classification. The second half of the 20th century has been a very hard period with numerous damages. Today a storage work and a catalogue of the now protected collection are in progress.

Keywords : minerals, collection, classification, structure.

Introduction

La collection de minéralogie de la Faculté des Sciences de Montpellier a l'âge de celle-ci, c'est à dire plus de deux cents ans. Pendant la deuxième moitié du XX^{e} siècle elle a vécu des années noires mais, au début du XXI^{e} siècle, l'acharnement de quelques universitaires a permis de sauver ce qu'il en restait. Maintenant un travail de classification, souvent fait par des bénévoles, permet de maintenir les deux fonctions qu'elle a remplies, accompagner l'enseignement et rassembler des échantillons de référence provenant du monde entier et de la région, souvent prélevés sur des gîtes désormais taris.

La minéralogie

Qu'est-ce que la minéralogie ?

La minéralogie a pour objet l'étude des minéraux : leur origine, les conditions de leur formation, leur composition chimique, leur rôle dans l'évolution de la terre, les structures atomiques, les propriétés physiques liées à la structure, etc. Considérée comme une branche de la géologie elle est en forte interaction avec la chimie et la physique. Un minéral est une substance inorganique formée naturellement, caractérisée par sa composition chimique et sa structure cristalline, c'est à dire respectivement par la nature des atomes qui le composent et leur agencement dans l'espace. Certains minéraux sont amorphes, la plupart sont cristallisés. Ils peuvent avoir une forme bien définie ou être massifs, c'est à dire avoir une forme quelconque bien que constitués d'un empilement régulier d'atomes. L'état cristallin est défini par un caractère périodique et ordonné à l'échelle atomique ou moléculaire. La cristallographie est la science qui se consacre à l'étude des substances cristallines à l'échelle atomique, qu'elles soient organiques ou inorganiques, qu'elles soient naturelles ou de synthèse.

Les minéraux sont des solides constitués soit d'une seule espèce chimique - par exemple la calcite, un carbonate de calcium - soit d'une solution solide de deux espèces chimiques voisines - par exemple l'olivine, solution solide de forstérite (silicate de magnésium) et de fayalite (silicate de fer). Les roches sont constituées essentiellement ou partiellement d'un assemblage de minéraux.

Les débuts de la minéralogie

La minéralogie a été une science appliquée avant de devenir une science descriptive, puis une science expérimentale. Les premiers outils fabriqués par l'*homo habilis*, trouvés en Éthiopie (2,6 Ma) sont d'abord des galets de quartzite avec un bord tranchant aménagé ; par la suite, des matériaux plus durs permettent un perfectionnement de ces outils et leur diversification ; beaucoup sont taillés dans du silex qui est constitué d'une variété de silice, la calcédoine, et d'impuretés telles que l'eau ou des oxydes. Le silex, comme le quartz, donne des cassures conchoïdales (du grec coquille), comme les cassures du verre et a une dureté de 7 sur une échelle de 1 à 10, ce qui en fait un excellent matériau pour fabriquer des outils efficaces. Jusqu'au début du travail des métaux, il y a environ 5500 à 6000 ans, la matière première des outils change peu. Et même quand commence l'utilisation du cuivre les outils restent essentiellement en pierre.

Depuis que l'homme s'intéresse aux minéraux, il n'a cessé d'en découvrir de nouveaux, mais ce n'est que depuis le XIX^{e} siècle que leur nombre augmente réellement. Avant 1700 on en dénombrait environ 20 ; on en comptait environ 80 avant 1800 et environ 200 avant 1900. À partir du XX^{e} siècle, avec l'amélioration des techniques d'identification, le nombre de minéraux connus a véritablement explosé, pour atteindre 2 000 en 1970, puis 2 600 en 1980, nombre en constante augmentation car il est décrit une quarantaine de nouveaux minéraux par an en moyenne. On arrive actuellement à 5 312, recensés par la « Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (CNMNC) » de l' « International Mineralogical Association (IMA) » [1]. La liste est très régulièrement mise à jour par cet organisme. La CNMNC ne veut pas imposer à la communauté des minéralogistes des règles arbitraires et rigides mais plutôt fournir un ensemble de lignes directrices qui permettent une approche cohérente à l'introduction de nouveaux minéraux et de leur nom dans la classification.

Dans le monde du vivant, des espèces nouvelles sont identifiées tandis que des espèces disparaissent et il ne reste qu'un fossile dans une collection ou une planche de la plante sèche dans un herbier. Dans le monde du minéral où on ne parle pas d'espèces, de nouveaux minéraux sont identifiés et ce sont des gîtes qui sont taris, pendant que de nouveaux gîtes d'un minéral identifié depuis longtemps peuvent être découverts. Un échantillon peut passer d'un gîte naturel, aux étagères d'une collection, finir dans une benne à ordure, mais il ne disparaît pas.

Il faut cependant souligner qu'un minéral peut subir des transformations sous l'effet de la pression, de la température, des fluides qui circulent. C'est un processus permanent dans la lithosphère. La transformation d'un minéral en un autre peut être totale et ne laisser aucune trace du premier ou laisser une trace partielle et dans ce cas les deux minéraux sont visibles dans le même échantillon : sur la photographie (Fig. 1) on peut voir de la calcite qui, à une étape de la croissance du cristal, a remplacé la sidérite (appelée autrefois sidérose) en gardant la même forme. La sidérite est « épigénisée en calcite ». Même dans une salle de collection un fort degré d'humidité peut transformer un échantillon de pyrite de forme cubique en un amas pulvérulent et liquéfier, par mise en solution dans l'eau, un cristal de sylvinite - mélange de sylvite (chlorure de potassium) et de halite (chlorure de sodium), isomorphes – ce qui est arrivé dans la collection de Montpellier (Fig. 2).

La précision des mesures de la composition chimique et des données structurales permet de différencier un minéral d'un autre déjà connu et de lui donner un nouveau nom. Les nouveaux minéraux sont souvent proches d'un minéral déjà répertorié avec une composition chimique différente voire une structure différente.

Le premier ouvrage connu qui consacre quatre volumes aux minéraux est le *Traité sur les sciences naturelles* de Pline l'Ancien (1er siècle après J.-C.). En 1669 paraît un ouvrage qui fera date, écrit par Nicolas

Fig.1 : Échantillon de sidérite « épigénisée en calcite ». La sidérite qui a cristallisé en premier est plus foncée, la calcite qui a cristallisé ensuite est plus claire.

Fig.2 : Échantillons de sylvinite après action de l'humidité dans la collection de minéralogie avant son déménagement à l'Institut de Botanique.

Sténon géologue danois : *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*. Ce livre jette les bases de la cristallographie en montrant que les angles des faces des cristaux de quartz restent constants malgré leurs différences d'aspect et de dimensions. Il pense qu'il est possible de classer les cristaux d'après leur forme, suivant une idée de Carl von Linné, mais une telle classification s'est avérée irréaliste. En 1784 un scientifique français, l'abbé René Just Haüy, élève de Sténon, écrit un *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux* qui constitue la base de la cristallographie moderne.

Les premiers résultats concrets sur les propriétés optiques des minéraux datent de la construction du premier microscope polarisant par William Henry Fox Talbot en 1834 utilisant des prismes de Nicol pour polariser et analyser la lumière. Une autre étape majeure a été la découverte de la diffraction des rayons X dans les cristaux, en 1912, par Max von Laue qui a prouvé la structure périodique à l'échelle atomique, jusque-là une hypothèse déduite de leur forme.

La classification des espèces minérales

Jusqu'au début du XX^{e} siècle les critères de reconnaissance étaient la forme, la couleur, la densité, la dureté, le comportement en lumière polarisée. Les analyses chimiques, quelque peu rudimentaires, permettaient une classification. Mais deux minéraux différents peuvent avoir la même composition -

par exemple la calcite et l'aragonite, toutes deux constituées d'un carbonate de calcium de même formule chimique - mais des structures différentes. Au début les minéraux étaient classés suivant la nature du cation de la substance chimique : minéraux contenant du plomb, du fer, etc. La diffraction des rayons X, la microscopie électronique, la microsonde de Castaing et de nouvelles méthodes d'étude des propriétés physiques des solides se sont développées au cours du XX^{e} siècle, tant en optique qu'en radiocristallographie. Elles ont permis d'affiner la description des minéraux, de distinguer deux minéraux jusque-là considérés comme le même et de les classer selon des critères toujours plus précis suivant la nature de l'anion qu'il soit monoatomique ou polyatomique.
La première classification a été proposée par James Dwight Dana, minéralogiste américain, dans son *System of mineralogy* publié en 1841, réédité quatre fois. Puis en 1898 paraît une sixième édition écrite par son fils Edward Salisbury Dana améliorée plusieurs fois, utilisée par de nombreuses collections. La dernière édition intitulée Dana's New Mineralogy est beaucoup moins complète que la précédente. En 1941 paraît *Mineralogische Tabellen*, classification proposée par le minéralogiste allemand Karl Hugo Struntz, rééditée elle aussi plusieurs fois. La 9^{e} édition écrite par Karl Hugo Struntz et Ernest Henry Nickel, *Mineralogical tables: chemical structural mineral classification system* date de 2001. Elle est consultable sous le titre « Nickel-Struntz (version 10) classification »[2] et continue d'évoluer.
Cette classification répartit les minéraux en dix classes :

- 01 Éléments (pas d'anion)
- 02 Sulfures (S^{2-})
- 03 Oxydes (O^{2-})
- 04 Halogenures (F^{-})
- 05 Carbonates (CO_3^{2-})
- 06 Borates (BO_3^{3-})
- 07 Sulfates (SO_4^{4-})
- 08 Phosphates (PO_4^{3-})
- 09 Silicates (SiO_4^{4-})
- 10 Organiques (pas d'anion)

Il existe plus d'anions que ceux qui sont cités dans cette liste. Ils sont tous placés dans l'une de ces dix classes. Par exemple, dans la classe des sulfures 02 on trouve les séléniures, arséniures, tellurures et sulfosels. Ces classes sont par la suite scindées en divisions, puis en familles et enfin en groupes, selon leur composition chimique et leur structure cristalline. Elles ne comportent pas toutes le même nombre de minéraux. Les silicates qui sont regroupés dans la classe 09 représentent à eux seuls, en volume, 95% des minéraux de la croûte terrestre. Dans les huit classes, autres que les silicates et les organiques, se trouvent les minéraux des gîtes qui contiennent un ou plusieurs métaux et sont exploités pour leur intérêt économique.
Un minéral est défini par un nom unique. Il n'existe pas de nomenclature binominale comme dans le monde du vivant. L'origine du nom est diverse : certains noms viennent de l'Antiquité, exemple : galène nommée par Pline l'Ancien. De nombreux noms sont d'origine latine, grecque, arabe, germanique, etc. Souvent le nom est dérivé du nom d'une personnalité scientifique (exemple : Haüyne pour René Just Haüy). Il peut faire allusion à une propriété physique remarquable (exemple : magnétite pour le magnétisme) ou au lieu de sa découverte (exemple : autunite pour Autun) ou à sa couleur (exemple : azurite).
Certains minéraux portaient des noms différents dans diverses langues. Désormais le nom est universel le plus souvent sous sa forme anglaise. Un glossaire des noms de minéraux obsolètes de Peter Bayliss permet de trouver le nom actuel correspondant au nom indiqué sur une vieille étiquette d'un échantillon de collection.
Lorsqu'on parle d'un minéral on dit seulement son nom (exemple : galène). Si on veut être plus précis pour des amateurs avertis mais qui ne sont pas des minéralogistes professionnels, on indique la classe à laquelle il appartient et sa formule chimique (exemple : galène, sulfure de plomb, PbS).

Ou plus précis encore 02.CD.10 :

- 02 = classe des sulfures et sulfosels
- 02C = division des sulfures métalliques de formule MS avec M : S = 1 : 1
- 02CD = famille des sulfures métalliques avec plomb (ou un autre cation divalent)
- 02.CD.10 groupe des sulfures de plomb de symétrie cubique

Le minéral est caractérisé, suivant la classification universelle de Nickel-Struntz par :

Galena, 02.CD.10., de formule chimique PbS, de symétrie 4/m, -3, 2/m.

Les bases de données de la plupart des collections font référence à la classification de Nickel-Strunz. Par exemple pour la collection de l'Université de Montpellier un échantillon de galène de la collection de travaux pratiques est accompagné de sa fiche (Fig. 3) dans la base de données qui comporte diverses rubriques, classification, description, provenance, etc.

Fig.3 : Fiche qui accompagne un échantillon de galène de la collection de travaux pratiques dans le répertoire informatique de la collection de minéralogie. Les références à la classification de Nickel-Strunz sont surlignées en jaune.

La collection de minéralogie de la Faculté des Sciences de Montpellier

De 1811 à 1965

La collection de minéralogie de l'actuelle Université de Montpellier a débuté en 1811, deux ans après la création de la Faculté des Sciences, à partir du dépôt fait par la Ville d'échantillons probablement saisis pendant la Révolution. De plus les Cabinets de Physique et d'Histoire Naturelle de l'ancienne « Société Royale des Sciences de Montpellier » lui ont été dévolus. Par la suite, les collections se sont régulièrement enrichies, d'achats, de dons ou de récoltes propres, par exemple les dons du Marquis de Sardi,

un lettré montpelliérain. Les catalogues de l'Université qui n'ont pas été perdus répertorient les achats faits pour les collections.
La Faculté des Sciences de Montpellier partageait avec la Sorbonne, à Paris, le privilège d'avoir une chaire de minéralogie, c'est à dire un poste de professeur pour enseigner cette discipline. Afin d'illustrer la description des minéraux, les échantillons de la collection étaient présentés aux étudiants. Si un peu de minéralogie a été enseignée à Montpellier avant la création de la Faculté des Sciences c'était probablement par un professeur titulaire d'une chaire de sciences naturelles à l'Université de Montpellier qui existait depuis le XII^{e} siècle.
Au cours du XIX^{e} siècle la collection a continué à s'enrichir grâce à des dons, à des échanges avec diverses institutions et à des collectes d'échantillons faites, dans le cadre des travaux pratiques, lors des sorties sur le terrain des étudiants accompagnés des enseignants. Elle contient environ 3000 pièces. La dimension des échantillons va du centimètre à quelques décimètres, avec des formes caractéristiques, par exemple la pyrite (Fig. 4), massifs ou même liquide, tel que le pétrole brut de Gabian (Hérault) (Fig. 5), classé dans les organiques. Il a aussi plusieurs météorites, minéraux provenant de l'espace.

Fig. 4 : Échantillon de pyrite qui présente des formes de symétrie cubique.

Fig. 5 : Flacon de pétrole brut de Gabian utilisé du XVII^{e} siècle jusqu'à 1926 pour ses « vertus médicinales ».

Certaines pièces ont une valeur marchande pour leur aspect esthétique mais la plupart, peu spectaculaires, ont un intérêt scientifique à cause de leur origine ou du fait qu'il s'agit d'un minéral assez rare.
Avant son déménagement en 1964 sur le campus, place Eugène Bataillon, la Faculté des Sciences se trouvait depuis 1890 dans le Palais Universitaire, qui abrite actuellement le Rectorat, rue de l'Université à Montpellier. La collection de minéralogie y occupait une belle salle tapissée de vitrines de bois, qui faisait partie du Laboratoire de Minéralogie et Cristallographie.
Les minéraux les plus communs se trouvaient en salle de travaux pratiques à la disposition des étudiants pour apprendre à les identifier. Pour chaque cours on sortait de la salle de collection des

plateaux d'échantillons correspondant au sujet du cours pour les montrer et décrire les caractères spécifiques qui devaient permettre d'identifier le minéral.
Sa fonction depuis sa création était essentiellement une fonction d'enseignement. Elle n'a jamais été une vitrine de beaux échantillons pour le public. De 1903 à 1925 la chaire de minéralogie a été occupée par Jacques Curie, le frère de Pierre Curie, auteur avec lui de travaux sur la piézo-électricité, propriété physique du quartz aujourd'hui utilisée pour le fonctionnement des horloges et montres. En 1938, Pierre Chatelain, formé à la Sorbonne, docteur en physique, a été nommé sur cette chaire. Au début il a fait quelques recherches en minéralogie, dont la synthèse de l'hambergite, un borate d'aluminium, puis s'est consacré à l'étude des Cristaux Liquides et enseignait la physique, la minéralogie et la cristallographie. L'état cristal liquide ou état mésomorphe découvert en 1888 par O. Lehman, est intermédiaire entre l'état cristallin et l'état amorphe. Les propriétés optiques des cristaux liquides ont beaucoup de points communs avec celles des minéraux, ce qui explique le fait que les premiers travaux en France ont été faits dans le laboratoire de Minéralogie et Cristallographie à la Sorbonne puis à la Faculté des Sciences de Montpellier dans le laboratoire du même nom.
Autour des années 1980 – 1990 l'enseignement de cette science se faisait à tous les niveaux des études universitaires depuis les notions de base dans les deux premières années (le DEUG de l'époque) jusqu'à l'enseignement des méthodes physiques d'étude des minéraux, optique, radiocristallographie, avec travaux pratiques dans ces domaines en quatrième année (maîtrise), en passant par la description des minéraux, de leur structure et des propriétés physiques liées à la structure en troisième année (licence). Certains de ces enseignements constituaient des unités à options, ils s'appuyaient sur des cours, des travaux pratiques, des sorties sur le terrain, par exemple visite de la mine de Saint Laurent-le -Minier, de Salsigne, de Villeveyrac. La fréquentation de la collection avait un rôle majeur dans la formation d'un minéralogiste. En parallèle se faisait un enseignement très détaillé de pétrographie, c'est à dire des roches, de leur formation et de leurs propriétés. Les étudiants qui avaient choisi ces options pouvaient être considérés comme capables de faire une carrière dans le domaine incluant de la minéralogie avec une solide formation théorique et pratique. De nos jours le nombre d'heures consacrées à la minéralogie dans le cursus des géologues a considérablement diminué mais il continue à s'appuyer sur l'observation des échantillons. Il n'y a plus de chaires et l'enseignement de la minéralogie est assuré par des géologues.

La deuxième moitié du XX^{e} siècle

A partir de 1965 la collection a vécu des heures sombres. C'est le moment où partout en France se construisent de nouveaux bâtiments pour les facultés, mais il n'y a pas de place aux yeux des décideurs pour ces vieilles choses qui n'intéressent que quelques spécialistes et occuperaient des locaux qui pourraient être attribués à la recherche. Toutes les collections subissent ce sort, que ce soit les collections de zoologie, de paléontologie, d'anciens appareils de physique et d'astronomie. Leur déménagement depuis la rue de l'Université jusqu'au campus Triolet, l'expansion de certaines disciplines, nécessitant des appareillages volumineux, tout comme le déclin d'autres disciplines, ont conduit à une dispersion, parfois à une dégradation, voire à la destruction d'une partie des collections. Les rares chercheurs et enseignants-chercheurs conscients de leur valeur, tant patrimoniale que scientifique, se sont sentis longtemps seuls.
La collection de minéralogie a déménagé dans la nouvelle faculté en 1965. Celle qui était utilisée en travaux pratiques est allée dans une salle ayant la même fonction, la collection principale dans un espace au rez-de-chaussée du Bâtiment 11, sur le campus Triolet. Elle a ensuite occupé successivement un espace équivalent à la cave, puis un espace plus restreint dans la même cave (Fig. 6) dans des conditions d'humidité et de poussière qui ont conduit à la destruction de nombreux échantillons. Les grandes vitrines en bois n'ont pu être déménagées, elles ont été remplacées par des vitrines en métal, qui se sont rapidement transformées en tas de rouille, dans l'humidité de la cave. Des vols répétés ont aussi été la cause de la disparition d'échantillons de valeur. De plus le laboratoire de Minéralogie et

Fig. 6 : Vue d'une partie de la collection de Minéralogie avant son déménagement à l'Institut de Botanique

Cristallographie dont dépendait la collection a cessé d'exister en 1974. Il a été remplacé par le Groupe de Dynamique des Phases Condensées, laboratoire de physique, aujourd'hui Laboratoire Charles Coulomb. A partir de cette date, et ce jusqu'en 2002, la collection est restée sous la responsabilité de certains membres du laboratoire qui enseignaient la minéralogie et la cristallographie dans le cadre des cursus de géologie et de chimie mais dont la recherche portait sur la matière dite « mal organisée ». Sans moyens financiers, sans personnel dédié, la collection de minéralogie s'est dégradée au fil des ans subissant comme d'autres collections le désintérêt général de la communauté universitaire, surtout lorsqu'elles n'avaient pour fonction essentielle que d'accompagner l'enseignement.

Cependant dans le cadre du contrat quadriennal 1991 – 1994 avec la participation du Ministère de la Recherche et du CNRS, des opérations de réhabilitation ont été entreprises pour les collections de paléontologie et de zoologie ainsi que pour l'Herbier sous la pression de quelques enseignants-chercheurs appartenant aux disciplines qui utilisaient les collections pour la recherche.

En 1995, un service des Collections de l'Université Montpellier II est créé sous l'impulsion de Monique Vianey-Liaud. Il a pour fonctions :

- d'inventorier, rassembler, préserver, entretenir, enrichir les collections et en assurer la pérennité ;
- de gérer les collections dans le but de promouvoir tous travaux de recherche de la communauté scientifique nationale et internationale ;
- de permettre la valorisation des collections dans un but d'information et de culture scientifique, technique et d'éducation aux sciences.

En 1998, porté par quelques universitaires, naît le projet de création d'une structure dédiée à la culture scientifique, réunissant toutes les collections, intitulée « Athénée », préfigurée par une exposition, Trésors de Sciences, montrant la richesse des collections et leur diversité avec des objets exceptionnels dont certains font partie de la collection de minéralogie.

Le début du XXIe siècle

La prise de conscience par la communauté scientifique internationale de l'importance de l'étude et du maintien de la biodiversité crée un regain d'intérêt pour les collections qui constituent des références pour l'étude des êtres vivants et de l'évolution des espèces. Pour la minéralogie, les collections participent à la compréhension de l'histoire de la terre et à une vision de son avenir.

Dans l'Université Montpellier II, le devenir des collections a été la préoccupation continue des chercheurs et enseignants-chercheurs créateurs et utilisateurs de collections que sont les paléontologues et les botanistes, relayés par l'ensemble de la communauté universitaire. Le Conseil Scientifique et la

direction de l'Université ont pris à leur compte cette préoccupation afin de mobiliser les moyens nécessaires.

Pour le plan quadriennal 2003 – 2006, le projet « MuseUM » remplace « Athénée », porté par les Universités Montpellier I (Médecine, Pharmacie, Droit), Montpellier II (Sciences) et Montpellier III (Sciences Humaines), développé sous l'égide du Pôle Universitaire Européen. Il propose la création d'un Centre de Culture Scientifique et Technique. Dans le cadre de ce projet, l'Université Montpellier II, souhaite concentrer sur le site de l'Institut de Botanique, dont un bâtiment héberge déjà l'Herbier, les collections patrimoniales dispersées sur le campus Triolet, peu accessibles et souffrant souvent de mauvaises conditions de conservation. Pour ce faire, il est indispensable de restaurer les locaux où des espaces existent mais doivent être réhabilités ou équipés.

Une salle dédiée à la collection de minéralogie est aménagée au sous-sol de l'Institut de Botanique (Fig. 7) et les minéraux commencent à déménager dans ce nouveau lieu à partir de 2002. Le déménagement progressif, le rangement et la création de la base de données sont faits par des bénévoles et quelques vacataires.

Fig. 7 : Vue d'une partie de la collection de minéralogie à l'Institut de Botanique

Le Service Général des Collections (SGC) de l'Université Montpellier II est créé. Il gère les collections dispersées en différents lieux du Campus et de l'Institut de Botanique. En 2003 un conservateur est nommé à la tête du service des collections et deux ans plus tard un conservateur adjoint prend en charge l'Herbier.

Afin de remédier à l'absence de postes dédiés aux collections et d'impliquer des personnes compétentes, en particulier des enseignant-chercheurs ou chercheurs retraités ayant eu en charge des collections pendant leur carrière, mais aussi des actifs, l'Association des Amis des Collections Scientifiques et Techniques est créée en 2004. Liée par une convention à l'Université Montpellier II, puis maintenant à l'Université de Montpellier, elle a pour but *d'apporter son expertise aux collections qui souhaitent assurer la bonne gestion de leur patrimoine*, elle est particulièrement utile pour les collections en sommeil en matière de recherche.

En 2007 l'autonomie des universités change la donne. Il n'y a plus de plan quadriennal. Nouveau changement en 2015 avec la fusion des universités et la (re)naissance de l'Université de Montpellier (UM). La gestion des collections s'inscrit dans la direction de la culture scientifique et du patrimoine historique (DCSPH) divisé en quatre services : Valorisation du Patrimoine Historique, Archives, Culture Scientifique et Patrimoine Historique, ce dernier ayant en charge la gestion, conservation et valorisation des collections (anatomie, astronomie, botanique, ethnologie, minéralogie, instrumentation scientifique historique et contemporaine, paléontologie et zoologie entre autres). Le financement de ces missions provient essentiellement du budget de l'UM et de divers co-financements ponctuels lors de campagnes particulières liées à des projets de restauration ou conservation (DRAC, région, département).

Fin 2013, le déménagement de la collection de minéralogie est terminé et tous les échantillons sont rangés dans les armoires. Il reste beaucoup à faire pour les classer, inventorier et répertorier dans la base de données. Ce travail, terminé pour la collection de travaux pratiques, est réalisé ponctuellement par un maître de conférences qui participe à l'enseignement de la minéralogie et par un bénévole au rythme d'une journée par semaine pour la collection patrimoniale qui peut encore accompagner l'enseignement si besoin est.

Conclusion

La collection de minéralogie de Montpellier est née en 1811 avec la Faculté des Sciences. Depuis sa création elle s'est enrichie par des dons, des achats ou des échanges avec d'autres collections. Très rarement utilisée pour la recherche, elle a toujours accompagné l'enseignement. Après des années noires de 1965 à 2002, où les conditions de stockage ont conduit à la perte ou la dégradation de nombreux échantillons, le déménagement de la collection patrimoniale à l'Institut de Botanique dans un salle aménagée et équipée pour elle a permis sa sauvegarde. Aujourd'hui le rangement, classement suivant le principe de la classification universelle de Nickel-Strunz et inventaire dans une base de données sont gérés par le service du Patrimoine Historique de l'Université de Montpellier. Il faut « laisser le temps au temps », mais on peut dire à nouveau que l'Université de Montpellier a une collection de minéralogie digne de ce nom dont la fonction essentielle est l'accompagnement de l'enseignement mais qui peut aussi servir à un travail de recherche sur l'historique de certains gîtes désormais taris, régionaux et même mondiaux.

Remerciements

Je remercie Monique Vianey-Liaud qui m'a fourni les documents me permettant de compléter ma documentation personnelle et qui a bien voulu relire et corriger mon texte, ainsi que Véronique Bourgade et Audrey Théron pour leur relecture perspicace.

Bibliographie

Lehmann O. 1889, Über fliessende Krystalle, *Zeitschrift für Physikalische Chemie* **4**, 462-72.
Talbot W. H. F. 1836, Le microscope polarisant, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, **2**, 472 ;
von Laue M. 1913, Röntgenstrahlinterferenzen, *Physik. Z.* **14**, 1075-1079.

Ouvrages

Bayliss, P., 2000, *Glossary of Obsolete Mineral Names*, Mineralogical Record, 244p., Hardbound.

Dana, D. D. & Dana, E. S., 1904, *The system of mineralogy of James Dwight Dana 1837-1868 : Descriptive Mineralogy*, sixth edition. John Wiley & Sons, 1134p., New York.

Haüy, R. J., 1784, *Essai d'une théorie sur la structure des crystaux appliquée à plusieurs genres de sub stances crystallisées*, Guogué & Née de la Rochelle. Paris. (Texte intégral sur le site Gallica de la BNF).

Hurlbut, C. S., & Sharp, E. W., 1998, *Dana's Minerals and How to Study Them*, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc., 336 p., New York.

Klein, C., & Hurlbut, C. S., 1993. *Manual of Mineralogy (after J.D. Dana)*, 21st edition. John Wiley & Sons, Inc., 681p., New York.

Palache, C. Berman, H., & Frondel, C., 1944 (v. I), 1951 (v. II), and 1962 (v. III). *The system of mineralogy*, seventh edition, John Wiley & Sons, New York.

Stenonis, N. 1669, *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*, "sub signo Stellae" Press, Florence.

Wenk, H.-R. & Bulakh, A., 2004, *Minerals : Their Constitution and Origin*, Cambridge University Press.

Sites internet

1) de l' International Mineralogical Association : http://www.ima-mineralogy.org
2) de la classification de Nickel-Strunz : http://webmineral.com/strunz/strunz.php?class=05#.Wp6rgrRcSBn

Du Mexique au Groenland en passant par l'Aude et la Lozère : quelques échantillons remarquables de la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier

Vincent Dubost

29 Rue de la Valfère, F-34000 Montpellier (vncnt.dubost@googlemail.com)

Résumé

Du fait de sa longue histoire, la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier est particulièrement riche en échantillons anciens ou provenant de gites maintenant épuisés. Ce texte met en lumière plusieurs échantillons dont la présence est liée soit à l'histoire de la faculté des sciences, soit à la géologie régionale. Ainsi sont décrites une cumengeite et une boleite de la localité-type de Boleo, Mexique, ayant appartenu à Jacques Curie, titulaire de la chaire de minéralogie, une galène de la Caunette dans l'Aude, miroir d'une vaste opération spéculative, des stibines de la Felgerette en Lozère, un échantillon de bauxite de la localité originelle des Baux-de-Provence et un échantillon de cryolite de la localité-type au Groenland portant un numéro d'inventaire du catalogue ancien et échangé en 1862.

Mots-clés : collection de minéralogie, Université de Montpellier, Jacques Curie, boleite, galène, stibine, bauxite, cryolite.

Abstract

Due to its long history, the mineralogy collection of the University of Montpellier is rich of old or local specimens from deposits now exhausted. This text shed some light on several specimens connected either to the history of the university or to the local geology. Are described a cumengeite and a boleite from Boleo, the type locality in Mexico, who belonged to Jacques Curie, a galena from La Caunette (Aude), mirror of a great speculative mining operation, some stibines from la Felgerette (Lozère), a bauxite sample from les Baux-de-Provence, the original locality, and a sample of cryolite from the type locality in Greenland, quoted in the old catalog and obtained by exchange in 1862.

Keywords : Mineralogy collection, University of Montpellier, Jacques Curie, boleite, galena, stibine, bauxite, cryolite.

Une collection, en particulier une collection ancienne telle que celle de l'Université de Montpellier, est assez analogue aux sédiments d'un fleuve. En effet, elle draine tout au long de son histoire différentes sources, différents bassins versants, chacun contribuant par ses alluvions propres à ce que ce fleuve-collection va déposer. On peut alors, pour peu que l'on s'en donne la peine, au propre comme au figuré, creuser dans une ancienne collection, identifier à travers les anciennes étiquettes les différents apports : les récoltes, les dons, les échanges, les acquisitions. Ce travail est assez analogue à celui du mineur à la quête de son filon dans l'obscurité. Dans ce patient travail d'archéologie et de mémoire, le chercheur qui travaille sur des collections anciennes, est habité par cet émerveillement juvénile, tel celui d'un enfant allant chercher des œufs de Pâques dans le jardin familial, toujours à la recherche d'un nouveau fragment de mémoire ou s'imbriquent petite et grande histoire, individuelle et collective. Ainsi, il est particulièrement en émoi lorsque, au détour d'une armoire, il découvre un échantillon avec un pedigree, ayant appartenu à un propriétaire prestigieux ou de qualité remarquable pour le gisement d'où il est issu. Mais il peut aussi être excité par un échantillon en apparence plus modeste, comme un simple minerai, mais provenant d'un gîte régional, bien souvent épuisé.

Un point de vue guide alors le travail de restauration et de conservation d'une collection : donner la priorité aux informations géologiques, gitologiques et historiques que renferment même les échantillons dépourvus de valeur esthétique et de valeur marchande.

Du fait de son histoire, la collection de minéralogie de Montpellier se prête particulièrement à cette démarche : elle n'a pas été une collection de prestige à l'instar des grands musées, mais bien une collection de travail, avec un forte composante régionale, en particulier destinée à l'enseignement. Depuis sa création en 1811 la collection a accompagné l'enseignement de la minéralogie donné à la faculté des sciences. L'enseignement par la manipulation de l'objet, ce que l'on appellera au début du XX^{e} siècle les *Leçons de Choses* constituait l'essentiel des méthodes d'enseignement, et la collection de Montpellier se situait dans cette philosophie. Cette collection de travail détient ce que les collectionneurs appellent les « vieux classiques » provenant de gisements épuisés, en particulier européens, ayant fourni par le passé des échantillons remarquables. Mais aussi y sont également fortement représentés des gisements épuisés du Languedoc-Roussillon ou maintenant de la grande région Occitanie. Parfois en échantillons remarquables par leur qualité intrinsèque, parfois par leur histoire, dans tous les cas par le mérite d'exister et d'avoir été sauvegardés.

Depuis maintenant un an je travaille et voyage dans cette ancienne collection. J'y ai vu du beau, du laid, du courant, du rare, du prestigieux, du modeste, mais chaque ouverture d'armoire provoque une excitation intense. Ce sont des étapes dans ce voyage autour du monde que je veux vous conter aujourd'hui. Je veux vous parler d'échantillons qui m'ont particulièrement excité, et qui ont un lien très fort avec l'Université de Montpellier ou sa région. Du Mexique au Groenland, en passant par l'Aude ou la Lozère, tout ceci dans quelques dizaines de mètres carrés.

Commençons alors ! Cet échantillon était là, posé sur la table, un beau cristal bleu dans son tube de verre (Fig. 1). Il a, avec son ancienne étiquette, excité ma curiosité. S'en est suivi un patient travail de recherche dans mes archives... Puis est arrivé l'illumination. C'était bien un très bon échantillon de Boléo, avec une histoire particulièrement riche. La voici : elle commence au XIX^{e} siècle lorsque des paysans récoltent, près du port de Santa Rosalia (Basse Californie, Mexique), des nodules bleus appelés « boleos » (« boules » en espagnol). Sans s'en douter, ils mettent la main sur un gisement de cuivre bien particulier. À la suite d'un contexte politique favorable à la fondation d'une entreprise française

Fig. 1: Boleite, Boleo, Basse Californie, Mexique. Dimensions : 5 et 7 mm. Don Jacques Curie. Noter l'étiquette manuscrite faisant référence à la publication de la description. Collection Université de Montpellier (Photo VD)

« la Compagnie du Boleo », une industrie minière se développe rapidement. Le petit hameau de Boleo pousse tel une ville-champignon avec son église métallique préfabriquée, construite par Gustave Eiffel, et des groupes importants de baraquements pour les mineurs, transposition dans ce paysage désertique, de nos corons du Nord (Bariand P. *et al.* 1998).
Ce gisement de cuivre est encore plus remarquable par la nature de la minéralisation. En effet, trois minéraux nouveaux y sont découverts : la boléite, la cumengéite et la pseudoboléite [i] . Il s'agit d'oxychlorures de cuivre, de plomb et d'argent dont la formation est liée à l'altération de sulfures de cuivre et de plomb en milieu proche du milieu marin source d'ions chlorures.
Cette découverte revient au géologue français consultant pour la compagnie, Édouard Cumenge. « Dans certaines parties de ce vaste gisement, l'un de nous [E Cumenge] vient de découvrir une espèce minérale intéressante, à laquelle nous proposerons de donner le nom de boléite. Elle se présente, dans certaines régions, en quantité assez grande pour constituer un véritable minerai. Elle se montre sous forme de cristaux cubiques, d'un beau bleu indigo, disséminés dans une gangue argileuse appelée jaboncillo, tantôt rougeâtre, tantôt verdâtre, qui surmonte la couche cuivreuse proprement dite. Ces cristaux s'isolent très aisément de la gangue et montrent alors des formes parfaitement nettes » (Mallard M. & Cumenge E., 1891).
Cumenge décrit dans une autre note « une nouvelle espèce minérale cristallisée, comprenant [...] le cuivre, le plomb et le chlore comme éléments principaux, mais différente de la boléite sous le rapport de la composition chimique et de la forme cristalline, vient d'être découverte par moi dans la région exploitée par le puits qui porte mon nom dans la vallée de le Soledad. Cette espèce minérale se présente sous la forme de petits cristaux bleus parfaitement définis, disséminés dans une gangue d'argile blanche éruptive appelée jaboncillo dans le pays. [...]. Ces cristaux se distinguent nettement, par leur forme et leur couleur, [...] dans la masse de jaboncillo. Leur couleur bleue est plus violacée que celle de la boléite, leur translucidité est plus grande et leur éclat plus vif [...] La forme cristalline du nouveau minéral appartient, selon toute vraisemblance, au système orthorhombique tandis que la boléite appartient au système cubique » (Cumenge E.,1893)

Fig. 2 : Cumengeite, Boleo, Basse Californie, Mexique. Dimension : 8 mm. Don Jacques Curie. Noter l'étiquette manuscrite faisant référence à la publication de la description. Collection Université de Montpellier (Photo VD)

[i] Les formules sont $KPb_{26}Ag_9Cu_{24}Cl_{62}(OH)_{48}$ pour la boléite, $Cu_{20}Pb_{21}Cl_{42}(OH)_{40}.6H2O$ pour la cumengéite et $Pb_{31}Cu_{24}Cl_{62}(OH)_{48}$ pour la pseudoboléite.

La collection de minéralogie de l'Université de Montpellier détient deux échantillons remarquables de boléite (Fig. 1) et de cumengéite (Fig. 2) ainsi qu'un minéral étiqueté pseudoboléite [ii] . Leur pedigree est d'autant plus remarquable que la boléite et la cumengéite comportent une étiquette indiquant leur formule chimique faisant respectivement référence à la description originale du minéral et à l'article de Charles Friedel de 1906 (Friedel E., 1906). Les inscriptions mentionnent également « Don de M. Curie ». Or ce M. Curie n'est autre que Jacques Curie, le frère de Pierre avec qui il travaille jusqu'en 1883 à Paris, dans le laboratoire de Charles Friedel, avant d'obtenir la chaire de minéralogie à l'Université de Montpellier en 1903, jusqu'à sa retraite en 1925. Bien qu'aucun document ne l'atteste formellement, les liens qui unissaient Édouard Cumenge, Charles Friedel et Jacques Curie, laissent penser que ces échantillons ont été récoltés par le découvreur lui-même.

Cette première rencontre avec un échantillon ayant une histoire aussi riche allait être un élément déclenchant. Combien d'autres échantillons historiques attendaient alors dans l'obscurité que l'on mette leur histoire en lumière. J'ai commencé à collectionner les minéraux à l'âge de six ans. Les lectures qui ont alors déterminé mes goûts de collectionneur ont été les *Bibliothèques de Travail* de Celestin Freinet, les encyclopédies de minéralogie de l'Europe de l'Est et les publications du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). J'en ai gardé une attirance particulièrement forte pour les minéraux métalliques, les minerais et les sulfures. J'allais donc ouvrir les armoires des sulfures pour y trouver ces minerais. Pourtant, ils ne brillent pas par leur esthétique. Mais dans ma prospection, j'allais mettre au jour plusieurs pépites de minéralogie régionale. A commencer par un échantillon de galène (Fig. 3), le sulfure de plomb de formule PbS, contenant souvent de l'argent, provenant de la mine de la Caunette (Aude), dans la commune de Lastours, dans le Minervois. L'ancienne étiquette, non datée indique

Fig. 3 : Galène, La Caunette, Aude, France. Dimensions : 13*8 cm. Noter l'étiquette indiquant « Société des mines de la Caunette » et la teneur en argent. Collection Université de Montpellier (Photo VD)

[ii] Il peut également s'agir de cumengéite. Des analyses complémentaires sont à réaliser.

Société des mines d'argent de la Caunette; Mine de la Caunette (Aude) et la teneur du minerai *Galène. Echantillon à 60 % Pb ; 1800 gr d'Ag à la...*, morceau d'étiquette manquant mais portant très probablement la mention *tonne*. Prenons prétexte à cet échantillon pour nous plonger dans l'histoire de cette société.

Les premiers travaux datent des Romains et la concession pour argent est octroyée en 1879 à la Société des Mines d'argent de la Caunette. Le début du siècle voit la construction d'une usine, comme en témoigne la carte postale provenant d'une série de cartes doubles éditées avant 1910 par un éditeur de Carcassonne, Palau, qui avait couvert quasiment tous les villages de l'Aude.

Enfin, le 24 août 1921, les statuts sont déposés chez maître Escarguel, notaire à Carcassonne et la société définitivement créée par les assemblées générales constitutives des 22 et 23 octobre 1921. Le capital est alors de 6 millions de francs, divisés en 60 000 actions de cent francs chacune. Ces actions sont richement illustrées par des décors miniers, tels qu'une lampe, une pointerolle et en frontispice une vue de l'usine. Manière d'illustrer la soi-disant prospérité de la société. Soi-disant, car il semble que la situation se complique. Si l'on lit un journal destiné aux actionnaires « Le bon sens financier » on apprend que le capital est ramené à trois millions puis en mai 1927 à 8 millions. Un montage financier de rachat d'actions permet de gonfler le capital de 6 à 12 millions. Enfin, en 1928, 60 000 actions de 100 francs émises à 150 francs permettent encore d'augmenter le capital jusqu'à 30 millions.

Des spéculateurs s'en saisissent et ont vite fait de vendre du rêve et de faire miroiter les bénéfices faramineux à venir en investissant dans cette mine comme en témoigne la lettre de Maurice Michel, remisier, datée du 26 aout 1927 qui compare la mine de la Caunette aux grandes mines métalliques telles que les mines de plomb-zinc de Saint-Hyppolyte-du-Fort et de Villemagne dans le Gard, ainsi que la mine d'or de la Lucette, près de Laval, en Mayenne. Mais le ciel se couvre sérieusement et cette folle surenchère entraine de nombreux conflits entre actionnaires, membres du conseil d'administration et porteurs de titres. Les actionnaires qui ont investi dans la société sont déçus. Ainsi, on peut lire dans un courrier, signé de Guy Amerongen et Cie, ainsi que des porteurs d'actions et d'obligations, daté du 2 octobre 1928, écrit à maître Escargel, notaire chez qui les statuts avaient été déposés, que les augmentations de capitaux étaient destinés « à procurer à la société les capitaux nécessaires pour l'organisation du programme d'exploitation définitif qui va permettre de porter l'extraction de 50 tonnes à 250 tonnes par jour ; ce programme comprend la construction d'une usine destinée au traitement du minerai par le procédé de flottation, l'installation d'un four water-jacket à plomb, l'organisation de la centrale électrique de Floure pour le raffinage des métaux précieux et la fabrication du sulfate de cuivre » et demandent le remboursement des trois millions des obligations émises.
Maître Escarguel, jusqu'alors membre du conseil d'administration, démissionne dans la foulée en 1928, comme l'atteste l'accusé de réception de la société des mines de la Caunette, daté du 24 octobre 1928. Cette démission est suivie d'une vague d'autres démissions et d'une réduction du nombre de membres du conseil d'administration. Tout le monde quitte le navire, dans l'affolement général.
Une autre émission d'action de 1943 indique que le capital a été ramené à 12,5 millions de francs divisé en 125 000 actions de cent francs chacune. La Société sera ensuite incorporée dans la société des mines de l'Orbiel.

Difficile de savoir ce qui a entrainé cette dérive spéculative. Des erreurs d'appréciation du réel potentiel économique du gisement, l'appétit des administrateurs et des fondateurs de la société, la cupidité des spéculateurs palpable au vue des correspondances, ou bien les trois à la fois... Mais en contemplant ce morceau de galène avec son ancienne étiquette en reflet des vieux documents, il nous apprend que les dérives de l'argent ne datent pas d'aujourd'hui.

Je continue ma quête dans l'armoire des sulfures, pour arriver à un minéral que j'affectionne tout particulièrement, la stibine, appelée actuellement stibnite, le sulfure d'antimoine de formule Sb_2S_3. Un échantillon attire mon attention. Il s'agit d'une section polie de stibine de Lozère (Fig. 4). Ce bel échantillon est un matériel de travail bien spécial : il s'agit d'une section sciée et polie aussi finement qu'un miroir. Le géologue peut alors observer à l'aide d'un microscope dédié les textures du minerai

Fig. 4 : Stibine, section polie, Le Collet de Dèze, France. Dimensions : 4*3 cm. Noter l'étiquette manuscrite indiquant la date de polissage. Collection Université de Montpellier (Photo VD)

ou les minéraux en traces, des inclusions microscopiques, qui sans cela resteraient quasi-invisibles et qui sont de précieux renseignements du point de vue de la gitologie [iii].

L'étiquette manuscrite indique que cet échantillon a été poli en 1939. Il est bon de mentionner que de 1960 à 1980, avec en vue l'inventaire des ressources minières, l'étude des minerais a donné lieu à une véritable école française au Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et au Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), aboutissant à la découverte de plusieurs espèces minérales nouvelles ou rarissimes. Dans ce cadre, le BRGM étudie les gisements de Lozère. L'existence de vieilles cartes postales représentant ces gisements lozériens attisent alors mon attention. Il est particulièrement tentant de partir à l'aventure pour retrouver la mine d'origine de cette section polie.
Je me lance ainsi, le week-end du 15 août 2017, 70 ans après cette récolte, dans une nouvelle prospection, marchant ainsi dans les pas des géologues du BRGM et du CEA et en particulier ceux de Jacques Geffroy dit GEF. Cette figure emblématique de la minéralogie connu pour le « *Bariand Cesbron Geffroy* » du nom de ses trois auteurs : un célèbre traité de minéralogie en trois volumes à la couverture orange, publié dans les années 1960-1970 et qui a eu un impact considérable à l'époque et influencé nombre de minéralogistes amateurs comme professionnels. GEF est aussi connu pour ses nombreux articles dans la revue de vulgarisation *Monde et minéraux* et avait pour devise « l'uranium est mon gagne-pain, l'or ma passion et l'antimoine ma danseuse ». Un minéral français, la geoffroyite, lui a même été dédié.

Là où l'indique l'inventaire, au Collet-de-Dèze (Lozère), sous la D13, des blocs de béton signalent l'ancienne mine. La stibine est bien là au rendez-vous. Il n'y a qu'à casser et se délecter de voir ce minéral briller dans les blocs de quartz. L'échantillon (Fig. 5) collecté et photographié à cette occasion vient alors compléter la collection de l'UM.
L'aventure ne s'arrête pourtant pas là. Grâce à l'indication d'un habitant du secteur, je retrouve la galerie figurée sur la carte postale du début du siècle (Fig. 6). Je décide alors de refaire une photographie avec la carte postale et la galerie. Ne manquent alors, sur ma photographie (Fig.7), que les mineurs qui posent fièrement devant l'entrée de la galerie et derrière un wagonnet de minerai. Aujourd'hui, ils ne

[iii] La gitologie est la science qui étudie les gisements de minerai exploitable

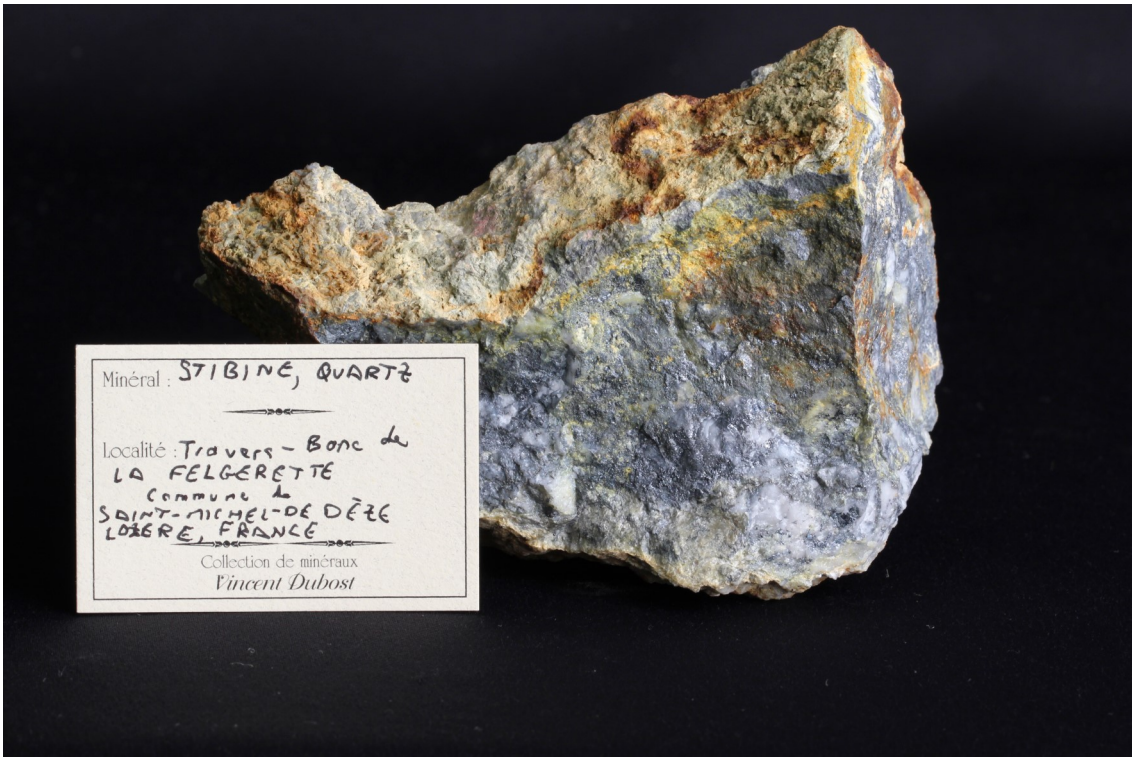


Fig. 5 : Stibine, Travers-banc de la Felgerette, Le Collet de Dèze, France. Dimensions : 10*8 cm. Échantillon récolté par Vincent Dubost en aout 2017. Don Vincent Dubost. Collection Université de Montpellier (Photo VD)

Fig. 6 : Travers-banc de la Felgerette, Le Collet de Dèze, Lozère, France. Carte postale ancienne. Circa 1900. Collection Vincent Dubost.

Fig. 7: Travers-banc de la Felgerette, Le Collet de Dèze, Lozère, France. Photographie en aout 2017 et carte postale ancienne circa 1900. (Photo VD)

sont plus de ce monde ; la galerie est murée et perdue dans les ronces. L'émotion de retrouver ce témoignage datant de plus d'un siècle est pourtant grande. À la prochaine visite, pourquoi ne pas retrouver les descendants des mineurs et leur demander de poser à nouveau à la place de leurs aïeux. Faire renaître un passé oublié est un des plus grands plaisirs du collectionneur et du conservateur. Après cette première étape de prospection, le travail de recherche et de documentation peut commencer. La thèse de Guy Roger en 1971 regorge de précieuses informations sur l'histoire de cette mine

(Roger G., 1971). Un acte notarié fait remonter les premières recherches de minerais au début du XIXe siècle. Avant 1908, seule la galerie qui nous intéresse, le travers-banc de la Felgerette, est creusée et renferme le minerai. D'autres puits sont ensuite percés dans les environs, dans l'espoir de recouper ce filon. De nombreuses failles rendent difficiles les recherches et les travaux sont arrêtés. Ils reprennent en 1908 avec l'ouverture du travers-banc Léopold par la compagnie française de l'antimoine et des produits miniers. Cette galerie recoupe enfin le filon mais les travaux sont suspendus en 1911. Une tentative de reprise a lieu en 1912 mais tout travail cesse en 1913. En mars 1915, de nouveaux exploitants, négociants à Montpellier, remettent en fonctionnement le travers-banc Léopold. Le minerai est à nouveau extrait mais le gisement ferme en 1916. Deux ans plus tard, une société anonyme découvre un puissant filon exploité jusqu'en 1919. En 1928, la Compagnie Française des Mines de Dèze s'installe dans les travers-bancs Léopold et de la Felgerette. De nouvelles cheminées rejoignent les anciens puits. Si au début des travaux, le filon est stérile, du minerai riche (40 % d'antimoine) est retrouvé. Mais une nouvelle fermeture en 1933 stoppe net toute extraction. Les derniers travaux, ayant recoupé du minerai par intermittence, datent de 1938, époque à laquelle l'échantillon de l'Université de Montpellier est prélevé. Ces travaux montrent alors que le gisement se limite en profondeur et les travaux sont arrêtés à la fin de l'année 1947.

D'autres indices de stibine et de sulfures complexes d'antimoine et de plomb sont signalés dans ce district et, même s'ils sont d'intérêt économique modeste, ils restèrent d'un intérêt scientifique suffisant pour motiver deux thèses dans les années 1970-1980.

Dans ma dernière escale, je vais vous parler de l'aluminium, de la cryolite et de la bauxite. Vous pourriez vous interroger sur la cohérence dans ce parcours avec la galène de la Caunette et la stibine du Collet-de-Dèze. Et pourtant après avoir caressé le rêve de devenir prospecteur minier, j'ai gardé la fascination pour les formes, les couleurs, les structures, les formules chimiques des minéraux. J'ai donc été amené à étudier la physique et la chimie du solide, ainsi que la cristallographie. Ceci m'a amené à Copenhague, à travailler dans une équipe qui est la référence mondiale concernant la cristallochimie des sulfures et des minéraux du groupe du platine. Mais c'est là-bas que je serais sensibilisé à la minéralogie du Groenland et en particulier, à l'un de ses minéraux emblématique, la cryolite. Mais il y a encore plus autour de l'aluminium. Mes grands-parents sont natifs de Villeveyrac dans l'Hérault, gisement qui fut l'un des premiers producteurs français de bauxite. De la stibine à la bauxite, il n'y avait qu'un pas. Imaginez mon excitation en voyant des échantillons de Villeveyrac dans la collection. Mais un autre, de la localité originelle des Baux-de-Provence, ayant appartenu à Charles Flahault, allait encore plus m'intéresser. L'aluminium, me direz-vous, métal très banal. Et pourtant, il n'en a pas toujours été ainsi. Par ordre d'abondance, il arrive en troisième position derrière l'oxygène et le silicium et constitue 8 % en masse de l'écorce terrestre. Pourtant, au début de son exploitation, son prix excédait celui de l'or et lui valait le nom « d'argent tiré de l'argile ». Contrairement aux métaux nobles (bien plus rares mais découverts bien plus tôt), l'aluminium est très facilement oxydable. Son oxyde, très difficile à réduire, forme immédiatement à la surface du métal une mince couche microscopique et imperméable qui protège le métal sous-jacent. Ainsi, l'aluminium n'a été découvert qu'en 1807 et le métal isolé que dans les années 1820. Il faut attendre 1886 et l'utilisation massive de l'électricité pour produire l'aluminium de manière industrielle.

Deux échantillons provenant des collections de l'Université de Montpellier permettent de comprendre l'essor de cette production. Ainsi, ce spécimen de bauxite (Fig.8). La découverte de ce minerai revient à Pierre Berthier en 1821, aux Baux-de-Provence dans les Bouches-du-Rhône. Il décrit sa découverte dans le Journal des Mines (Berthier, 1821). « Il existe auprès d'Arles, sur une colline qui porte le nom de colline des Baux, et tout-à-fait à la superficie du sol, un dépôt considérable de minerai de fer, semblable par son aspect et par son gisement aux minerais de fer dits d'alluvions. On s'était proposé, dans ces derniers temps, d'exploiter ce minerai pour le fondre au haut-fourneau. M. Blavier en ayant envoyé quelques échantillons au laboratoire de l'École pour faire constater sa richesse, je l'ai examiné et j'ai

Fig. 8 : Bauxite, Les Baux de Provence, Bouches-du-Rhône, France. Dimensions : 4 * 3 cm. Collection Charles Flahault. Collection Université de Montpellier. (Photo VD)

trouvé qu'il était composé d'hydrate d'alumine, mélangé d'oxyde rouge de fer. L'hydrate d'alumine n'ayant pas encore, que je sache, été trouvé en Europe, je crois devoir rapporter les expériences qui m'ont conduit à reconnaitre son existence dans le minerai des Baux. Ce minerai se présente tantôt en morceaux de forme indéterminée, tantôt en grains ronds, de la grosseur d'un pois, agglutinés dans une pâte de même nature et pénétrée de chaux carbonatée, laminaire, limpide, qui semble s'y être introduite par infiltration. La matière ferrugineuse est d'un rouge de sanguine sans mélange de jaune ; sa cassure est unie et luisante et jamais rayonnée : sa pesanteur spécifique est peu considérable, elle varie beaucoup. » Berthier démontre parfaitement que cette roche est un mélange d'hydroxydes d'aluminium et de fer.

Mais comment extraire le métal de ce minerai ? Pour cela, il faut d'abord isoler son oxyde, l'alumine, de formule Al_2O_3. La bauxite finement broyée est attaquée par une solution de soude. L'élément aluminium passe en solution sous forme d'ion complexe tandis que les hydroxydes de fer ne sont pas attaqués. Les deux solutions peuvent ainsi être séparées par filtration. Ensuite, la solution contenant les ions complexes est légèrement acidifiée : l'hydroxyde d'aluminium précipite. Il ne reste plus qu'à la filtrer puis à la calciner pour obtenir l'alumine en poudre. Or, ce dernier élément est un solide réfractaire qui fond à plus de 2000°C. Il faut alors réaliser une électrolyse. Pour cela, l'alumine est dissoute dans un bain de cryolite fondue, cette dernière ayant un point de fusion de 800°C. C'est ici qu'intervient le deuxième échantillon des collections : la cryolite (Fig. 9). Ce minéral rare dont le nom vient du grec « kryos » , froid , et « lithos », pierre, tire son nom de sa ressemblance avec la glace. C'est un halogénure complexe de formule Na_3AlF_6. Découvert au

Fig. 9 : Cryolite, Ivigtut, Groenland. Dimensions : 13*8 cm. Noter le numéro du catalogue ancien de la Faculté des Sciences. Échantillon échangé en 1862. Collection Université de Montpellier. (Photo VD)

Groenland à Ivigtut en 1798, il est étudié à partir de 1799 par un chimiste danois qui réussit à identifier l'aluminium et le fluorure comme ses principaux composants. Connu dans quelques dizaines de localités au monde, ce minéral rare – et plus particulièrement le gisement d'Ivigtut - constitue une véritable aberration géologique. Exploité industriellement (par millions de tonnes), comme en témoigne les cartes postales, le minerai partait par bateau vers le Danemark.

Aujourd'hui, la cryolite est produite de manière synthétique, si bien que le gisement d'Ivigtut n'est plus exploité. La bauxite reste le seul minerai d'aluminium, avec une production de près de 115 millions de tonnes en 1990. Le gisement historique des Baux-de-Provence est épuisé. L'Hérault comptait aussi de nombreux gisement vers Bédarieux, Loupian, Villeveyrac, qui ne sont plus rentables de nos jours.
C'est autour de ce minéral que se rejoignent, à près de 150 ans d'intervalle, la grande histoire de l'Université de Montpellier et ma petite histoire personnelle de jeune collectionneur. En effet, l'échantillon de cryolite porte un numéro de catalogue de la Faculté des Sciences. L'inspection de cette archive apporte de nouvelles indications. L'échantillon (Fig. 10) fait partie d'un lot de « minéraux envoyés en échange par M. le professeur Steenstrup en octobre 1861 ». Ce zoologiste danois, Japetus Steenstrup (1813-1897), devient maître-assistant en botanique et en minéralogie à l'Académie de Soroe en 1841. Quatre ans plus tard, il obtient la charge de professeur de zoologie à l'université de Copenhague puis dirige le Muséum d'histoire naturelle de la ville en 1848. La récolte de cet échantillon date de 160 ans.

Quelle émotion pour moi qui à l'occasion de ma carrière professionnelle de minéralogiste et de chimiste, travaille quelques mois, sans le savoir à l'époque, chez les successeurs de Steenstrup au Geological Institute de Copenhague. À cette occasion, j'effectue alors un échange avec le conserva-

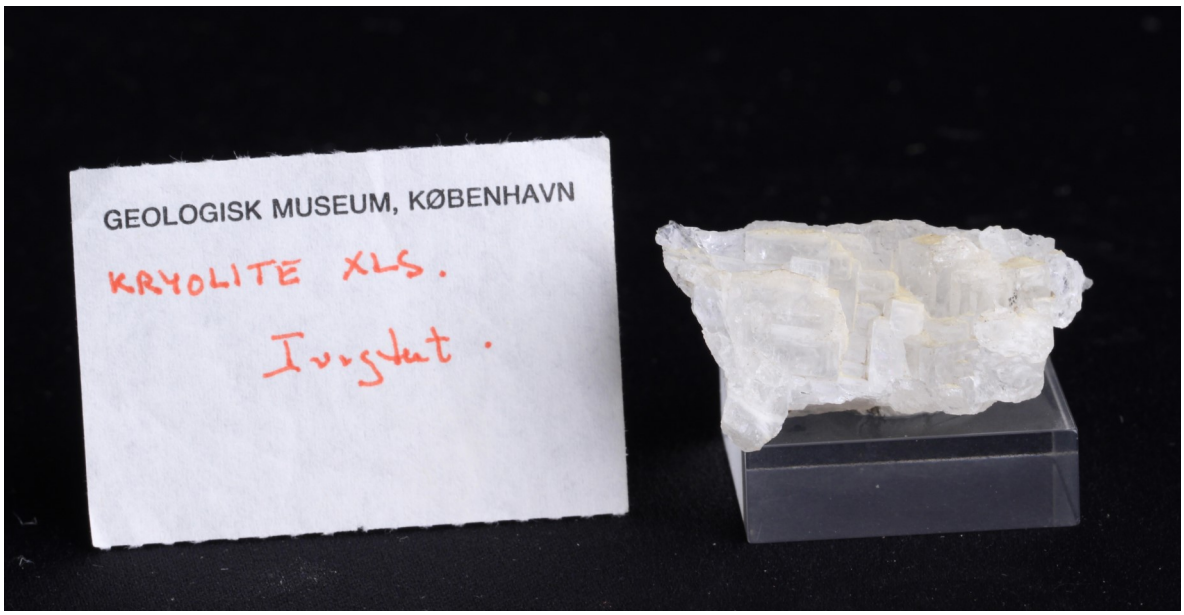


Fig. 10 : Cryolite, Ivigtut, Groenland. Dimensions : 5*3 cm. Noter l'étiquette du Musée Géologique de Copenhague. Echantillon échangé en 2004 par Vincent Dubost avec Ole Petersen. Collection Vincent Dubost. (Photo VD)

teur, Ole Petersen, d'un échantillon de... cryolite ! Mais cette fois-ci cristallisé ! Les échanges de minéraux avec Copenhague dont la description correspond aux minéraux décrits par Steenstrup continuent en 2013 ! N'est-il donc pas exaltant de faire ainsi dialoguer, à travers les minéraux, petite et grande histoire, et les réseaux scientifiques sur deux siècles !

Voici la dernière escale de mon voyage. Qui aurait songé qu'un sous-sol de l'Institut de Botanique puisse être le prétexte à tant d'évasions. Mon travail dont je vous ai relaté ici quelques étapes-clés n'a

fait que renforcer mon obsession de la mémoire, d'être à mon échelle, modestement, un petit démon de Maxwell luttant contre l'entropie, retransformant énergie en information. Puisse ces quelques lignes interpeller le lecteur sur le devoir de mémoire. Ainsi, comme l'écrivait Jean-Baptiste Pujoulx dans sa *Minéralogie à l'usage des gens du monde.* (1813) « Une collection est un livre ouvert que le meilleur des traités ne saurait remplacer ». En la parcourant, presque chaque échantillon est une invitation au voyage. Et pour paraphraser un chanteur français « l'essentiel à nous apprendre, c'est l'amour des pierres qui fait, qu'tu peux voyager d'ta chambre autour de l'humanité ».

Bibliographie

Bariand P., Boulliard J.-C., Chancelier-Dumielle I., Tournis V, 1998. Famous mineral localities Bolée, Baja California, Mexico. *The Mineralogical Record* **29 :** 5.

Berthier P., 1821. Analyse de l'alumine hydratée des Beaux, département des Bouches-du-Rhône. *Annales des Mines* **1** (6) : 531-534

Cumenge E., 1893. Note sur une espèce minérale nouvelle découverte dans le gisement de cuivre du Boleo (Basse Californie, Mexique). *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences* **116** : 898-900.

Friedel C., 1906. Contribution à l'étude de la boléite et de ses congénères. *Bulletin de la Société française de minéralogie* **17** : 14-55.

Mallard F.-E., Cumenge E., 1891. Note sur une nouvelle espèce minérale, la Boléite. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences* **113** : 519-524.

Pujoulx J.-B. 1813 p. 23 in *Minéralogie à l'usage des gens du monde.* Madame Ve. Lepetit, librairie, rue Pavee-Saint-Andre-des-Arcs, n.2.

Roger G., 1971. Relations entre quelques gisements filoniens et leurs terrains encaissants ; contrôles et sources de la minéralisation. Application à l'étude des filons antimonifères du district de Brioude-Massiac, du district cévenol et du gîte de Buzeins (Massif Central français). Thèse de doctorat d'état ès sciences naturelles. Faculté des sciences de Paris.

L'œuvre du naturaliste-médecin Hervé Harant (1901-1986) : un chapitre d'histoire de la pensée biologique à Montpellier

Pierre-Olivier Méthot [1,2]

Professeur agrégé, Faculté de philosophie, Université Laval, 2325 rue des Bibliothèques, Québec, Canada, G1V 0A6 (pierre-olivier.methot@fp.ulaval.ca)

Résumé

L'objectif de ce texte est de présenter un aperçu de la vie et de l'œuvre d'Hervé Harant, car seule une biographie complète pourrait permettre d'apprécier sa contribution aux sciences de la vie ainsi que sa place dans l'histoire de la pensée biologique en France au siècle dernier. Après avoir décrit et analysé la formation scientifique du naturaliste-médecin, suivie de son accession à la Chaire d'Histoire Naturelle et Parasitologie en 1945, nous retraçons son travail de directeur d'un Centre interdépartemental d'éducation sanitaire et rappelons son action à la tête des mouvements d'enseignement populaire dans l'Hérault. La restauration du Jardin des Plantes qu'il orchestra, son apport au développement de l'écologie médicale et son positionnement sur la question de l'évolution sont également évoqués.

Mots-clés : histoire naturelle médicale, parasitologie, méthode expérimentale, écologie, éducation sanitaire, éducation populaire, Jardin des Plantes, Laboratoire Arago, Faculté de Médecine de Montpellier.

Abstract

This text provides an overview of the life and work of Montpellier naturalist-physician Hervé Harant, since only a full biography could allow for an appreciation of his contributions to the life sciences and his place in the history of French biological thought. After describing his education in biology and medicine that led to his nomination as Chair of Medical Natural History and Parasitology in 1945, the paper examines his work as head of a Center of Hygiene, his involvement with popular education in the South West, his restoration of the Jardin des Plantes as well as his contribution to the emergence of medical ecology and, finally, his views on evolutionary theory.

Keywords : Natural medical history, parasitology, experimental method, ecology, hygienist, popular education, Jardin des Plantes, Arago Laboratory, Montpellier Medical Faculty.

Né en 1901 à Paulhan, près de Béziers, le naturaliste-médecin Hervé Harant n'avait que 13 ans « quand le tocsin annonçait la mobilisation générale du 2 août 1914 » (III, 200) et que prenait fin pour lui « le temps du bonheur sans nuage » (IV, 7) [3]. Décédé à Nîmes en février 1986, celui pour qui les humanités constituent « la toile de fond de tout savoir véritable, de toute vie de l'esprit » (III, 196) ne

[1] Membre régulier, Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST), Université du Québec à Montréal, Canada.

[2] Chercheur associé, Institut des humanités en médecine (IHM), Université de Lausanne, Suisse.

[3] Entre 1965 et 1968, Harant publia 13 récits autobiographiques dans les *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault*. Ces textes ont récemment été réunis par Jean-Claude Richard Ralite. Voir Hervé Harant, *Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier*, Éditions ATR, Saint-Guilhem-le-Désert, 2015. Pour faciliter le repérage, les notes en chiffres romains dans le présent texte renvoient au numéro du fascicule et sont accompagnées du numéro de page. On trouvera la référence complète à chacun de ces fascicules dans la bibliographie en fin de texte.

pouvait constater qu'avec regret le déclin d'une culture humaniste au profit de « l'effroyable essor de la spécialisation » qui frappait les sciences (Harant 1982, 61). Durant une carrière échelonnée sur plus de six décennies, Harant fut un observateur attentif des événements sociaux-politiques comme des avancées scientifiques qui ont caractérisé le « siècle des astronautes » (Ibid.) Il serait aisé de négliger cette épaisseur historique tant sa présence institutionnelle est éclatante dans la période d'après-guerre : titulaire de la Chaire d'Histoire Naturelle et Parasitologie dès 1945, il fonde puis dirige un Centre régional d'éducation sanitaire et œuvre à la promotion de l'éducation populaire avant de prendre la direction du Jardin des Plantes (qu'il restaure grâce aux indemnités de guerre) et d'occuper la présidence de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault ainsi que celle de la section montpelliéraine de la Société française d'Histoire de la médecine [4].

L'objectif de ce texte est de présenter un aperçu de la vie et de l'œuvre d'Hervé Harant [5], car seule une biographie complète pourrait permettre d'apprécier la contribution du naturaliste-médecin aux sciences de la vie ainsi que sa place dans l'histoire de la pensée biologique en France au siècle dernier [6]. Après avoir décrit et analysé sa formation biologique et médicale, suivie de son accession à la Chaire d'Histoire Naturelle et Parasitologie, nous retraçons son travail de directeur d'un Centre interdépartemental d'éducation sanitaire et rappelons son action à la tête des mouvements d'enseignement populaire dans l'Hérault. La restauration du Jardin des Plantes qu'il orchestra de même que son apport au développement de l'écologie médicale sont également évoqués. Cet intérêt pour l'écologie, qui conduit Harant à considérer le vivant comme un biotope sur lequel se greffent quantité de microorganismes constitutifs de l'état de santé, confère d'ailleurs à son œuvre une actualité persistante dans la pensée biologique contemporaine. En conclusion, nous revenons sur son legs scientifique et son positionnement sur la question de l'évolution avant de rappeler quelques caractéristiques de la personnalité du célèbre naturaliste-médecin de Montpellier.

Les origines d'un naturaliste-médecin

Comment devient-on naturaliste au XXe siècle ? Malgré une affection particulière pour les livres, la culture et l'art, rien dans la famille du jeune Hervé Harant ne le prédispose à une carrière scientifique : « Ni ma famille, ni le milieu dans lequel j'ai grandi, ni les moyens dont je disposais, écrit-il, ne peuvent être invoqués pour expliquer ma vocation de naturaliste » (I, 78). Dans le « biotope urbain » de l'appartement familial à Béziers, qui était « sans jardin et sans terrasse », à côté des classiques, des livres d'art et d'architecture ou des encyclopédies, l'on ne trouve « pas un texte d'histoire naturelle » (I, 79). Pourtant, une passion pour la biologie allait naître et sa vocation scientifique s'affirmer dans l'environnement de Banyuls-sur-Mer au contact de maîtres influents qui « ont déterminé [chez lui] un comportement et une phanérose de réactions singulières » (I, 82). Enfant, cette fascination pour l'histoire naturelle s'exprime par les capucines et les haricots qu'il fait pousser sur le balcon ou encore les insectes et les coquilles qu'il collectionne et qu'il enferme dans les boîtes d'allumettes qu'il ramasse. Durant un séjour à St-Étienne, sa mère lui procure du matériel d'herborisation qui le fait s'initier à la classification linnéenne binominale. Armé d'un microscope rudimentaire, il observe attentivement les pattes d'un coléoptère, l'aile d'un papillon ou une goutte de son sang (I, 81). Adolescent, il assiste aux visites guidées du Museum coordonnées par le père Canat, professeur honoraire de Sciences Naturelles au Collège de Béziers, au même moment où ses premiers maîtres l'accueillent dans la salle de réunion de la Société d'Histoire Naturelle de la ville (I, 79) et font naître en lui « ce besoin d'érudition encyclopédique systématisé » (II, 82).

[4] Pour l'ensemble des comités et associations auxquels Harant a contribué durant sa carrière, ainsi que les honneurs reçus, voir ses notices *Titres et travaux* (Harant 1944a ; Harant 1961).

[5] Pour un survol des travaux et de la vie d'Hervé Harant publiés par des personnes qui l'ont bien connu, voir Delange (1988 ; 2014) ; Ruffié (1989) ; Théodoridès (1994) ; Baylet (1994) ; Delage (2006).

[6] Pour un ouvrage en français présentant un panorama de l'histoire de la biologie, voir Morange (2016).

Fig.1 : Aquarelle (non datée) représentant Banyuls-sur-Mer réalisée par Paul Harant (1873-1953).
Source : Collection Daniel Jarry, Institut de botanique, Montpellier.

Peinte plus de deux cent fois par son père, Paul Harant (1873-1953), architecte des Monuments Historiques et aquarelliste amateur, la région de Banyuls (Fig. 1) est un « territoire d'élection » privilégié pour sa famille paternelle qui s'y retrouve pour les vacances estivales et que le jeune homme considère comme son « biotope d'évasion » : « C'est sur ces chemins et dans ces sentiers, écrit-il, que j'appris à connaître les représentants les plus typiques de la flore méditerranéenne et les banalités de l'entomologie élémentaire » (II, 143-144). Observant les allées et venues du chalutier du Laboratoire Arago [7] sur lequel s'embarquent le zoologiste Georges Pruvot (1852-1924) et ses collègues, Harant capture, après le départ des scientifiques, les animaux marins rejetés à quai pour les conserver quelque temps chez lui (II, 144), sans se douter que cette faune marine deviendrait un jour un objet d'étude scientifique à part entière lorsqu'il serait l'assistant du protistologiste d'origine suisse Édouard Chatton (1883-1947).

À la fin de ses études au Lycée de Béziers, le jeune homme passe avec succès les épreuves du baccalauréat en Lettres-Mathématiques à l'automne 1916 puis celles de Lettres-Philosophie en juillet 1917 avant d'intégrer la Classe de Mathématiques (« Spéciales préparatoires ») au Collège Stanislas l'automne suivant. Appréciant la vie parisienne qui l'autorise à flâner du côté des bouquinistes à la recherche d'un atlas d'histoire naturelle, il songe souvent au Laboratoire Arago avec « [l]e regret permanent de ne pas assister à un enseignement biologique » (IV, 10). L'année préparatoire terminée, il revient à Montpellier pour entreprendre le S.P.C.N. en Mathématiques générales en novembre 1918 et consacrer par un diplôme le travail accompli en classes préparatoires. L'année scolaire 1918-1919 est « la plus exaltante » de toute sa vie d'étudiant (IV, 101) : non seulement retrouve-t-il sa famille à Béziers, mais il éprouve « la joie de connaître » et fait la connaissance du zoologiste Octave Duboscq (1868-1943), qui l'encouragera plus tard à entreprendre des études médicales (IV, 11) [8].

[7] Laboratoire fondé par Henri Lacaze-Duthiers (1821-1901). Sur l'histoire de ce Laboratoire, voir Grassé (1982).

[8] « Le 11 novembre, jour de glorieuse mémoire, j'assistais pour la première fois au cours de zoologie d'Octave Duboscq, dans l'amphithéâtre délabré du deuxième étage de la vieille Université et, sur le champ, j'étais conquis » (IV, 100).

Une fois l'épreuve du S.P.C.N. derrière lui Harant se présente à Pruvot, à Banyuls, durant les vacances estivales. Sur le conseil de ce dernier, il s'inscrit en licence ès-Sciences naturelles à la Sorbonne (1919-1920) où il complètera les Certificats de Zoologie et d'Anatomie comparée et de Botanique (IV, 18). Sur les bancs d'université, il a pour condisciples le zoologiste Jean Turchini (1894-1979), élève du paléontologue Louis Vialleton (1859-1929) et futur doyen de la Faculté de médecine de Montpellier (1960-1965), et Théodore Monod (1902-2000), grand spécialiste du Sahara. Le jeune étudiant côtoie également le père Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) et Irène Joliot-Curie (1897-1956), récipiendaire du Prix Nobel de chimie en 1935. À Paris, il devient l'un des derniers élèves d'Yves Delage (1854-1920) et de Gaston Bonnier (1853-1922), auteur d'un « manifeste du lamarckisme expérimental » (V, 86) [9]. Le climat d'enseignement à la Faculté des sciences est propice à l'épanouissement de la pensée néolamarckienne à laquelle Harant sera sensible [10]. Durant sa scolarité à la Sorbonne, il rencontre Paul Wintrebert (1867-1966), le préparateur de Pruvot, pour qui la variation héréditaire s'interprète sur le modèle de l'immunisation [11], en plus de faire la connaissance du zoologiste Pierre-Paul Grassé (1895-1985), chef-de-file de l'école néolamarckienne avec qui « il forgea une grande amitié » (Jarry, inédit). Du premier, il retiendra la formule voulant que le vivant soit « créateur de son évolution » [12] et il empruntera au second la distinction entre l'hérédité qui « conserve » et l'évolution « qui crée » (VIII, 18) [13].

Si Harant estime les maîtres de Paris « de qualité » l'enseignement y est cependant « essentiellement livresque » ; il regrette que les travaux pratiques de zoologie n'aillent guère au-delà de l'étude de monographies (V, 85). C'est durant le cours de botanique qu'il croise la route d'un autre futur prix Nobel : le jeune André Lwoff (1902-1994), « réfléchi et pondéré », qui sait tolérer son « exubérance méridionale » (V, 88). Harant retrouvera son nouveau collègue aux stations de biologie marine de Banuyls et de Roscoff, en Bretagne, où il poursuit ses recherches en compagnie de Duboscq, Grassé et surtout : Chatton [14]. En effet, alors qu'il avait formé le projet « d'affronter » le certificat de Géologie à Paris l'année suivante [15], « [l]e destin en décida autrement, quand au cours de l'été, [il rencontre] à Banyuls Édouard Chatton » (V, 90). Toujours sur le conseil de Pruvot, Harant se présenta à Chatton à l'été 1920 « qui [lui] fit un très aimable accueil » [16]. À cette époque, ce dernier « portait encore un vêtement

---

[9] Il s'agit de l'ouvrage *Le monde végétal* parut en 1907. Sur Delage et le néolamarckisme français, voir Loison (2006, 2010).

[10] « Fervent admirateur de Pierre-Paul Grassé et de son œuvre, H. Harant par là aussi adhérait à divers points de vue que présentait la grande fresque lamarckienne ; nous en parlions encore ensemble au téléphone quelques semaines avant sa mort » (Delange 1988, 117).

[11] On nomme cette perspective le « lamarckisme chimique ». Pourquoi chimique ? Comme l'explique Andrée Tétry, on le nomme chimique « [p]arce que le mécanisme de la variation héréditaire est calqué sur celui de l'immunisation. Ainsi un frottement, une compression, un trouble fonctionnel, qui se manifeste, entraînent la formation d'une substance définie ; elle passe dans le milieu interne où elle se comporte comme un antigène c'est-à-dire qu'elle provoque de la part de l'organisme, une réaction de défense qui correspond à la formation d'un anticorps nommé hormone adaptative ; c'est un acide désoxyribonucléique formé dans les macromolécules enzymatiques et ribonucléiques. En s'unissant avec une protéine spécifique du protoplasme, elle formera un nouveau gène qui se déposera dans un chromosome et dès lors fera partie du capital génétique. Et le caractère acquis le transmettra à la descendance » (Tétry 1982, 152).

[12] Autrement dit : « que le vivant est capable d'autoconservation, d'autoreproduction et d'autorégulation » (Harant, Cours sur la biologie, non daté. Source : Collection Jean-Pierre Dedet).

[13] À l'époque d'Harant, ces processus étaient encore largement perçus comme deux ordres de phénomènes opérant de manière indépendante.

[14] « C'est au Laboratoire de Botanique que je fis la connaissance d'André Lwoff ; une sympathie spontanée se transforma en singulière et compréhensive amitié quand nous devînmes, à Roscoff et à Banyuls, condisciples d'Edouard Chatton » (V, 88).

[15] « …j'étais sans doute déjà licencié ès sciences, mais il était nécessaire d'homogénéiser cette licence en affrontant le certificat de géologie » (V, 90).

[16] Il nous parait nécessaire de rectifier l'interprétation de Théodoridès lorsqu'il écrit que « c'est par lui [Lwoff] qu'il [Harant] connaîtra Édouard Chatton, dont il deviendra successivement l'élève et le collaborateur » (1994, 87). En effet, Lwoff ne rencontrera Chatton qu'à l'été 1921, à Roscoff, soit un an après Harant. « J'ai connu Chatton au cours de l'été 1920, au laboratoire Arago », écrit ce dernier dans un essai sur l'histoire de la parasitologie française (Harant 1968a, 111).

kaki d'officier et un casque colonial » (V, 91), un héritage de la période où il fut collaborateur du microbiologiste Charles Nicolle (1866-1936), directeur de l'Institut Pasteur de Tunis (Fig. 2) qui allait en 1928 recevoir le prix Nobel de physiologie et médecine pour ses recherches sur le typhus [17]. Une « sympathie à double courant » s'établit entre les deux hommes : si Harant apprécie l'érudition, la technique et le talent de dessinateur du maître, ce dernier est sympathique à la « docilité confiante » de son élève et à l'authenticité de sa « vocation de naturaliste » (V, 91). L'influence de Chatton sur les premiers travaux du jeune licencié en sciences naturelles sera « considérable » (Théodoridès 1994, 87), tel que le rappelait son disciple, l'historien des sciences Jean Théodoridès (1926-1999). Harant reconnut d'ailleurs à Chatton le mérite d'avoir définitivement orienté sa carrière vers la parasitologie : « c'est à l'originalité, à la portée doctrinale de la conversation de Chatton, écrit-il, que je dois d'être parasitologiste » (V, 92) [18].

Fig. 2 : Édouard Chatton et Charles Nicolle dans leur laboratoire à l'Institut Pasteur de Tunis en 1918.
Source : Institut Pasteur/Musée Pasteur.

Nommé Maître de conférences à l'Université de Strasbourg au début des années 1920, c'est naturellement que Chatton convainc son protégé de le suivre dans la capitale alsacienne. Inscrit au certificat en Géologie et en Biologie Générale, Harant compte parmi ses professeurs l'embryologiste Louis Bounoure (1885-1966), adversaire de la pensée évolutionniste, et Eugène Bataillon (1864-1953), spécialiste de la « parthénogenèse traumatique » [19]. Mais c'est « dans le laboratoire personnel de Chatton [qu'il]

Cependant que les travaux de Lwoff avec Chatton vont paraître dès 1921, suite à l'heureuse découverte par Lwoff d'un cilié alors inconnu, ceux de Harant et Chatton ne paraîtront qu'en 1922. Sur Lwoff et Chatton, on consultera les travaux de Soyer-Gobillard (2002) et de Loison (2017).

[17] Sur la vie et l'œuvre de Charles Nicolle, voir l'ouvrage de Pelis (2006). Voir également Méthot (à paraître).

[18] Harant considérait que le parasite le mieux adapté est « celui qui est capable de passer inaperçu, ne provoquant aucune réaction des tissus ou des humeurs » (Harant et Brygoo 1950, 13), une particularité qui faisait écho à la notion de « parasite efficient » proposée par le parasitologiste hollandais N.H. Swellenbgrebel en 1940. Harant définira également la notion « d'impasse parasitaire ». Pour un aperçu de cette notion dans les écrits du naturaliste-médecin, voir Harant (1962). Sur le fondement de l'idée selon laquelle un parasite bien adapté à son hôte est inoffensif, voir Méthot (2012).

[19] En 1910, Bataillon parvient à obtenir le développement d'œuf non-fécondé chez la grenouille en piquant les œufs avec un fin stylet de verre. Sur les travaux d'embryologie de Bataillon, voir Fisher (1995).

passait les meilleures heures » (V, 93). Perfectionnant sa connaissance de la langue allemande et apprenant les rudiments du métier de naturaliste aux côtés du protistologiste formé aux techniques pasteuriennes, le jeune étudiant « vit des heures merveilleuses » (V, 93). « D'une zoologie livresque apprise consciencieusement à la Sorbonne, écrit-il, je passais, grâce à Chatton, à cette histoire naturelle vivante dont j'ai été durant toute ma carrière le défenseur passionné » (V, 91). De la pêche au plancton le matin en canot à moteur au maniement délicat des pipettes de verres et des aiguilles en laboratoire, Harant poursuit sa formation de zoologie marine par l'observation et l'apprentissage des « méthodes cytologiques, histologiques et expérimentales » (Harant 1944a, 9). Rapidement, Chatton allait remettre « entre les mains d'un de [ses] meilleurs et plus consciencieux disciples, M. Harant » (Chatton 1922, 148), le matériau de recherche amassé par un proche collègue décédé lors de la guerre et l'associer à ses travaux sur les adaptations parasitaires entre les Ascidies et les Copépodes [20]. C'est ainsi qu'à partir de 1922 paraissent les premières notes de recherche d'Harant sur les Ascidies dans le *Bulletin de la Société Zoologique de France* dans lesquels ils décrivent de nouvelles espèces et établissent la phylogénie des hôtes et de leurs parasites (Harant 1944a, 40).

L'accession à la Chaire d'Histoire Naturelle Médicale et Parasitologie

Après avoir été successivement élève puis collaborateur de Chatton à Strasbourg et à Banyuls, Harant revient à Montpellier en 1921 à la suite de son mariage avec Nicolle Mignard avec qui il aura trois fils : Christian (1923), Xavier (1924) et Régis (1938) [21]. C'est avec joie qu'il retrouve Duboscq dont les cours l'avaient émerveillé quelques années plus tôt et qui, à cette époque, dirige les enseignements de protistologie et de cytologie, alors uniques en France. Dès son arrivée à Montpellier, Duboscq lui assigne trois missions : « Entreprendre une série de recherche sur les Tuniciers […] ; suivre la scolarité du certificat de Protistologie ; […] et parfaire [s]a culture zoologique […] » (VI, 153). Appliquant aux invertébrés les méthodes histophysiologiques, alors naissantes, il étudie le polymorphisme et la plasticité des Tuniciers de même que leurs adaptations parasitaires. Il poursuivra ce travail de recherche pendant dix ans aux laboratoires des stations biologiques de Banyuls, Roscoff, Sète et Villefranche entouré de Chatton, Duboscq, Grassé et Lwoff (Fig. 3). Parallèlement, lors de sorties aux côtés des naturalistes-géographes de l'école zuricho-montpelliéraine Jean Lichtenstein (1893-1930) et Georges Kuhnholtz-Lordat (1888-1965), Harant prend des « notes de terrain » qui lui serviront ultérieurement à la composition du *Guide du Naturaliste dans le Midi de la France* (VI, 150 ; voir Harant et Jarry, 1961).

En 1924, après une année passée sous les drapeaux, Duboscq le fait nommer Préparateur à la Faculté des Sciences. Appelé peu après à quitter Montpellier pour prendre la direction du Laboratoire Arago suite au décès de Pruvot, Duboscq sera remplacé par Bataillon dont Harant deviendra « accidentellement » l'assistant (VI, 161). Auprès de ce dernier, Harant apprendra des notions nouvelles concernant la biologie du développement et le mécanisme de la fécondation parthénogénétique. Ne partageant cependant pas de communauté de vues avec Bataillon, il ne put éviter un « schisme » qui contribua à orienter sa carrière vers la médecine (VII, 225).

Du reste, Harant cultivait certains préjugés défavorables envers « l'impérialisme » (Baylet 1994, 421) de la méthode expérimentale, alors incarnée au plus haut degré par l'étude du mécanisme de la parthénogenèse traumatique. « [D]'une part, écrit-il, je n'étais pas assez adroit, ni assez patient pour couper au microtome à longueur de journée le matériel 'ingrat' constitué par les œufs de batraciens ; d'autre part,

[20] Les ascidies sont des animaux marins hermaphrodites qui appartiennent au sous-embranchement des tuniciers. Ils ont la particularité d'être partiellement constitués de « tunicine », une molécule semblable à la cellulose que l'on retrouve chez les végétaux. Les copépodes sont de petits crustacés qui composent la biomasse du zooplancton des océans. Certaines espèces sont vecteurs de maladies (ex : le choléra) et d'autres sont parasites des ascidies ou d'autres animaux marins.

[21] Il aura en 1970 un quatrième fils avec Alix Delage, professeure de parasitologie à l'Université de Nîmes : Grégoire Delage.

Fig. 3 : En septembre 1931, à la station de biologie marine de Banyuls-sur-Mer. Premier rang : Pierre-Paul Grassé (assis, à gauche) et Octave Duboscq (debout, à droite). Dernier rang André Lwoff (gauche), Édouard Chatton (au centre). Avant-dernier rang Paulette Vernière (au centre) et Hervé Harant (à droite).
Source : ©Bibliothèque du Laboratoire Arago / Sorbonne Université

j'étais trop avide de connaissances variées, du plaisir d'enseigner et d'une plus grande efficacité humaine, pour m'immobiliser dans une monotone expérimentation » (VII, 225). La validité de la méthode expérimentale, note-t-il, dépend de conditions spécifiques déterminées à l'avance par l'expérimentateur tout autant que de la qualité de son matériel d'étude : « [s]i je la reconnais absolument nécessaire, indispensable même, écrit-il […], [e]lle n'a de valeur que dans des limites techniques et dans des 'climats' spécifiques prévus à l'avance » (VII, 233) [22]. Naturaliste, Harant insiste sur le rôle de l'observation qui, sans avoir le même statut d'un point de vue épistémologique, n'a rien à envier au prestige de la méthode expérimentale qui, au surplus, a le défaut de faire disparaître la singularité du patient (VII, 233). Citant avec approbation Paul Valéry (1871-1945) pour qui « avant d'abstraire et de bâtir, on observe », Harant rappelle que « la méthode essentielle en Histoire Naturelle demeure l'observation » et, plus philosophiquement, que celle-ci « devrait consister à saisir le courant de vie » et à « entrer en communion avec le libre élan du monde vivant » (1941, 145-146).

Réfléchissant aux rapports entre l'homme et son milieu et partant à la recherche d'un « nouveau biotope », il caresse l'idée d'entreprendre des études médicales (VII, 224). Duboscq, lui-même docteur en médecine, fut l'un des premiers à l'inciter « fortement à entreprendre un jour les études de médecine » (VI, 154). Ce sera Vialleton qui lèvera finalement les dernières hésitations du jeune naturaliste, arguant que c'est seulement à la Faculté de médecine « que l'on étudie la monographie complète d'un être vivant » (VII, 232 ; Harant 1944a, 10). Bataillon l'ayant autorisé à entreprendre sa scolarité médicale tout en continuant de collaborer aux travaux pratiques de zoologie (VII, 226), Harant a pu faire

[22] Les limites de la méthode expérimentale sont examinées par Harant dans un essai historico-philosophique intitulé « Aux confins de la réalité biologique » (Harant 1944b).

en 1924 son entrée à la Faculté de Médecine de Montpellier. Il en sortira cinq ans plus tard avec une thèse sur les sangsues intitulée *Les Hirudinées : essai de zoologie médicale et de parasitologie comparée* [23] dont le jury, présidé par Vialleton, était composé d'Édouard Grynfeltt (1871-1936), de Léopold Galavielle (1866-1956) et de Jean Turchini. Ce travail sera couronné du Prix Fontaine décerné par l'Université à la meilleure thèse (VIII, 17). Suivant l'obtention de son doctorat en médecine, des postes en zoologie lui sont offerts au Museum d'histoire naturelle (par Joubin), à Wimereux (par Caullery), à Banyuls (par Duboscq), à Tunis (par Nicolle) et à Montpellier (par Grynfeltt). Le poste de Tunis « fut celui qui me tenta le plus », écrira-t-il (VIII, 19). D'une part, il « n'oubliai[t] pas qu'[il] étai[t] l'élève de Chatton » et, d'autre part, qu'il avait « déjà pour Nicolle une très grande admiration [qu'il n'a] cessé de manifester durant toute [s]a carrière » (VIII, 19). Mais il ne se voyait pas quitter Montpellier pour Tunis sans avoir complété sa formation médicale et acquis une expérience clinique ; malgré les appels de Chatton à accepter l'offre de Tunis, Harant se rangea à la proposition de Grynfeltt et à la recommandation de Duboscq, qui s'était montré convaincant [24].

« Chatton m'en voulut beaucoup », dit-il (VIII, 19). Au laboratoire de recherche du nouveau Centre anti-cancéreux à Montpellier dirigé par Grynfeltt, ce dernier associa le jeune docteur en médecine à ses recherches cytologiques sur le cancer. En retour, Harant su mettre à profit les techniques d'histophysiologie acquises chez Duboscq tout en assurant un enseignement d'épidémiologie dans le cadre du diplôme d'Hygiène [25]. Harant passera sept ans comme Chef de travaux d'anatomie pathologique à ce poste qui lui permit « d'élargir certaines conceptions biologiques » (Harant, 1944a, 10).

En 1931, il décroche un diplôme de doctorat ès-Sciences naturelles de l'Université de Paris avec une thèse sur les Ascidies et contribue à divers ouvrages collectifs d'importance comme le monumental *Traité de zoologie* dirigé par Grassé. Aspirant à devenir le « 'naturaliste' de la Faculté de Médecine », il lui incombe d'abord d'être reçu au concours d'agrégation dans la section Histoire Naturelle et Parasitologie. « Or, à Montpellier, la parasitologie n'existait pas *administrativement* » (VIII, 24 ; italiques dans l'original). Cultivant un intérêt pour la matière médicale et malgré des charges d'enseignement importantes, Harant débutera en 1932 une scolarité de pharmacie sur les conseils de Maurice Granel et d'Eugène Cabannes et obtiendra son diplôme d'état en 1937. Cette année sera pour lui cruciale car il sera nommé Chef de travaux d'Histoire Naturelle, Parasitologie à la Faculté de Médecine de Montpellier, la retraite de Cabannes ayant permis de libérer les enseignements de parasitologie et de pharmacologie que le doyen de l'époque, Jules Euzières (1882-1971), qui l'appréciait, allait s'empresser de lui confier (IX, 79) [26]. Conjuguant médecine et botanique, Harant se voit alors chargé d'un enseignement supplémentaire en histoire naturelle médicale, qu'il définira plus tard comme « [l']ensemble des sciences qui étudient les êtres vivants, animaux ou végétaux, utiles ou nuisibles à l'homme et intervenant dans les complexes pathogènes » [27]. Dès le début des années 1950, son enseignement intégrera la

---

[23] Les hirudines sont des protéines (composées d'acides aminés) aux propriétés anticoagulantes que sécrètent les glandes salivaires des sangsues (les Hirudinées). En bloquant la coagulation, ce mécanisme permet à la sangsue de se nourrir du sang de sa proie.

[24] « 'N'hésitez-pas', m'écrivait-il [Duboscq] le 9 mai 1929, à accepter la place qui vous est offerte par Grynfeltt. Vous ne pouvez trouver de meilleur patron, ni de meilleur milieu' […] 'votre avenir sera meilleur que dans les Sciences où cependant vous aviez déjà une bonne situation scientifique. Vous serez plus vite agrégé que vous n'auriez été maître de conférences' » (VIII, 19).

[25] Pour un aperçu de ses travaux durant cette période, voir son article sur l'hypothèse virale de l'étiologie du cancer (Harant 1933).

[26] En 1949, Euzières lui écrivait ce mot : « Mon cher ami, que votre titre professoral est long ! Pas autant que votre science, mais du coup par comparaison votre vie sera plus brève – Hippocrate souffrait du même mal » (Lettre d'Euzières à Harant, 5 octobre 1949. Source : Collection Daniel Jarry, Institut de botanique).

[27] Harant, Biologie, inédit. Source : Collection Jean-Pierre Dedet. La notion de complexe pathogène avait été proposée par le géographe Maximilien Sorre en 1933 (1880-1962). Sur la genèse du concept et sa valorisation par les parasitologues et les médecins, voir Simon (2016).

notion de « cobiose », un terme désignant « l'ensemble des interactions éventuelles entre deux organismes en présence sans préjuger de l'apparente 'finalité' de ces interactions ». De « conception écologique », ce terme avait selon Harant l'avantage d'embrasser « tous les termes classiques des biologistes : symbiose, commensalisme […], parasitisme, voire connuisance, depuis le parasitisme de seuil jusqu'aux plus intimes complexes xéno-parasitaires » (1968b, 717) [28]. Inspiré par Chatton, il s'attachera à son tour à jeter une lumière nouvelle sur l'évolution, le développement et l'histoire naturelle de ces « formations pathologiques singulières, résultant d'une intrication des tissus de l'hôte et du parasite » en caractérisant les « avenues » comme les « impasses » du parasitisme dans la nature (Théodoridès 1994, 88).

En 1939, Harant est reçu premier au concours de l'agrégation des facultés de médecine pour la section Histoire naturelle et parasitologie où, lors de l'épreuve orale, il expose « les grandes lignes de la pensée de Charles Nicolle » (IX, 138). Pérennisé par le Conseil de la Faculté de Médecine dans ses fonctions d'agrégé en 1943 mais sachant que ces nominations ne se font pas « sans l'intervention de juges compétents », il sollicite le parrainage du parasitologue Émile Brumpt (1877-1951) [29] (Lettre de Harant à Brumpt, 4 décembre 1943. Source : Pôle Archive-CeRIs Institut Pasteur à Paris, Fonds Brumpt BTP.B4). La « bienveillante autorité » de Brumpt lui sera accordée ; deux ans plus tard, ce dernier félicitera Harant de sa nomination à titre de nouveau titulaire de la Chaire d'Histoire Naturelle Médicale et Parasitologie à la Faculté de Médecine de Montpellier (Lettre de Brumpt à Harant, 26 février 1945. Source : Pôle Archive-CeRIs Institut Pasteur à Paris, Fonds Brumpt BTP.B4).

Dans son discours inaugural prononcé le 24 novembre 1945 et intitulé « À la recherche des sources », Harant rappelle l'ancienneté de l'appellation de sa chaire qui était la restauration de la chaire de botanique et histoire naturelle médicale, l'une des plus anciennes de la Faculté de médecine de Montpellier. Confiant son souhait d'aborder les problèmes biologiques en tant que naturaliste, et soutenant que « la biologie est une » (Harant 1946, 10), il entendait faciliter la convergence entre la parasitologie et la bactériologie, deux « disciplines sœurs » partageant un objet et des méthodes communes et, à la lumière de la notion de complexe pathogène, dégager « un facies régional du conditionnement étiologique des maladies » (Ibid., 9, 14-15). Douze ans durant, le bureau d'Harant sera situé dans les vieux locaux de la Faculté de Médecine avant qu'il n'aménage le nouveau laboratoire du Service de parasitologie au sein des bâtiments de l'Institut de botanique. Prenant de 1952 à 1977 la direction du Jardin des Plantes, il s'attachera à restaurer et à moderniser les installations de ce lieu désormais classé parmi les Monuments historiques en y faisant construire de nouvelles serres et en agrandissant les allées [30].

Les « souvenirs d'un naturaliste médecin » rédigés par Harant s'achèvent avec son accession à la Chaire d'Histoire Naturelle Médicale et Parasitologie et la restauration du Jardin des Plantes, période faste de sa longue carrière qu'il avait plaisir à remémorer en compagnie de ses collègues et amis. Si son passage dans la Résistance durant la période de guerre, le Centre d'Éducation Sanitaire dont il est le directeur fondateur ainsi que les années passées à la présidence de la Société d'Enseignement Populaire sont évoqués dans ses mémoires, tout ceci lui semble « trop intriqué et heureusement trop vivant encore, pour que parlant des choses et des gens, [il] soi[t] assez lucide pour être bon juge » (XIII, 63). Nous reviendrons sur ces différents éléments qui scandent son itinéraire scientifique dans les prochaines sections de cet article.

---

[28] Par « parasitisme du seuil », Harant regroupait les cas où des organismes habituellement inoffensifs deviennent par accident (par exemple, en contexte expérimental) et temporairement pathogéniques pour une autre espèce. Voir Harant et Brygoo (1950).

[29] Successeur de l'entomologiste et parasitologue français Raphael Blanchard (1857-1919), Brumpt est l'auteur d'un influent *Précis de parasitologie* qui connaîtra six éditions.

[30] Sur les projets d'avenir du Jardin des Plantes, voir l'entretien accordé par Harant au *Midi Libre*, 5 avril, 1952. Comme le souligne Delange (2014, 97), Harant avait obtenu ces crédits « exceptionnels » pour la rénovation du Jardin des Plantes grâce au soutien du recteur de l'Académie de Montpellier : François Angelloz (1873-1978).

L'Éducation sanitaire et l'éducation populaire dans l'Hérault

L'éducation sanitaire populaire, mouvement social et politique héritier de la médecine hygiéniste du XIXe siècle auquel les savoirs pasteuriens confèrent une légitimité scientifique, avait pour but de favoriser l'adoption de saines habitudes de vie individuelle et collective (Vanel 2016). Nourrie par les inquiétudes « natalistes » liées à la baisse démographique, l'éducation sanitaire populaire se structure (au niveau départemental et régional) et s'internationalise dans la période de guerre et d'après-guerre (voir De Luca Barusse, 2009). Orchestré par les soins du médecin hygiéniste Jacques Parisot (1882-1967), « le gouvernement de Vichy ouvrit [en 1942] les premiers 'centres régionaux d'éducation sanitaire' » qui essaimeront sur l'ensemble du territoire métropolitain (Tessier 2010, 24) [31]. Fin de l'année 1943, le nom d'Harant est proposé par la Faculté de Médecine et la Direction Régionale de la Santé pour « la création éventuelle et la Direction d'un Centre d'Études Sanitaires pour la région de Montpellier » (Harant, 1944a, 6). L'année suivante, Lucien Viborel (1891-1959), alors secrétaire général de la Commission de propagande de l'Office national d'Hygiène sociale, expliquait dans *L'éducation sanitaire : Science d'action*, que cette entité régionale nouvellement créée aurait pour objectif « la diffusion des règles d'hygiène et de vie saine par les méthodes et les moyens les plus rationnels, pour contribuer à réaliser l'éducation sanitaire de la population d'une région déterminée » (1944, 88).

D'abord Directeur du Centre régional d'éducation sanitaire à Montpellier, Harant prendra de 1944 à 1951 la direction du Centre interdépartemental d'éducation sanitaire, démographique et sociale d'où il démissionnera pour prendre la direction du Jardin des Plantes. Une fois à la tête de ce nouvel organisme de santé publique, il publie ses recommandations sur « l'effort collectif » en ce domaine (1947a) dans les pages de *L'Informateur sanitaire du Languedoc-Roussillon* et de *La Santé de l'homme* et s'implique dans la formation des futurs éducateurs sanitaires [32]. En présence d'observateurs de l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.), il est aussi rapporteur à l'occasion de la Première assemblée constitutive de la Première conférence de l'Union Internationale pour l'Éducation Sanitaire Populaire au Quai d'Orsay, à Paris, en mai 1951. Aux côtés de Viborel et de Pierre Delore (1896-1960), fondateur du Centre d'éducation sanitaire, démographique et sociale de Lyon et de *La Santé de l'homme*, Harant présente un rapport traitant des « bases scientifiques et sociales de l'éducation sanitaire » [33]. La « mission de propagande » de l'éducation sanitaire, écrit-il, « est avant tout affaire d'homme, c'est-à-dire en quelque sorte qu'elle [est] un véritable *humanisme* » qui, à ce titre, « ne saurait se passer de bases scientifiques sérieuses » (1953, 80 ; italiques de l'auteur) [34].

Or cet « humanisme » se présentait souvent sous les traits d'un nouvel eugénisme s'adressant aux parents et aux futurs parents, un message véhiculé par les recommandations médicales dans les pages de *La Santé de l'homme* (Tillard 2007) [35]. Viborel, par exemple, considérait l'examen prénuptial comme « un devoir pour les futurs époux » qui, du reste, avaient l'un vis-à-vis de l'autre, « le droit moral de la communication préalable du dossier médical » et le devoir additionnel de ne « procréer qu'en état de bonne santé » (Viborel 1944, 120). L'intervention de celui-ci lors de l'assemblée constitutive de 1951 n'avait d'autre but que de rappeler que « les notions d'eugénisme, de prénuptialité, de prénatalité et de préven-

[31] Dans son numéro du 10 janvier 1944, le *Paris médical* annonçait la création de centres régionaux d'éducation sanitaire à Lille, Rouen, Rennes, Nancy, Clermont-Ferrand et Montpellier. 25 centres interdépartementaux seront ainsi créés dans toute la France.

[32] Le compte rendu de ses activités à titre de directeur du Centre régional d'éducation sanitaire se trouve dans une série de rapports du Centre interdépartemental de l'éducation sanitaire que nous n'avons pu consulter jusqu'à présent.

[33] Avec Viborel, Delore fut l'un des membres les plus actifs et controversés de ce mouvement. En 1937, il proposait la première « Déclaration des droits sanitaires de l'homme ».

[34] Delore abondait dans le même sens lorsqu'il décrivait l'éducation sanitaire comme l'une « des expressions les plus riches de l'humanisme contemporain » (1953, 75).

[35] Sur l'histoire de l'eugénisme en France, voir Carol (1995). Léonard (1985) explore en particulier les relations entre les eugénistes français et la doctrine du néolamarckisme.

tion des maladies héréditaires sont de plus en plus admises » (1953, 70). Delore soulignait de même que « l'eugénique éducative […] considère l'homme bien avant sa naissance, dans son procréateur » comme « dans sa descendance » (1953, 75). Laissant entrevoir à son tour le caractère idéologique de ce mouvement, Harant se fera l'écho des propos de Viborel et de Delore en ajoutant que l'éducation sanitaire « trouvera dans les *problèmes biologiques* toute une série de données intéressant la fécondation, les premiers stades du développement, les problèmes de l'hérédité et qui auront leurs applications immédiates dans nos soucis d'hygiène sexuelle et dans notre propagande d'eugénisme » (1953, 81 ; italiques de l'auteur) [36].

Désirant faire croître une « mentalité de santé », selon le mot de Delore, la doctrine de l'éducation sanitaire populaire encourageait l'instruction des masses anonymes en vue d'influencer les habitudes de vie et les croyances, mais souhaitait en revanche éviter la diffusion de notions jugées trop scientifiques ou médicalement complexes : on n'évoquerait le mécanisme physiopathologique de la cirrhose du foie, par exemple, qu'en vue de prévenir l'alcoolisme auprès de la population. Dans son rapport, Harant précisait que les « causeries des éducateurs populaires » doivent, « sans déformer la vérité » et tout « en respectant les données les plus modernes de la science », exposer « des idées claires avec des mots simples ». Pour parvenir à « des conclusions immédiatement pratiques », le discours des éducateurs devait être « semé d'images nombreuses et frappantes » (1953, 85) qui seront ensuite relayées par la presse écrite, la télévision et le cinéma afin de toucher au plus près les individus dans le contexte familial et éducatif, ces lieux où s'institutionnalise l'éducation à la santé (voir également Viborel 1944) [37].

Le positivisme et le rationalisme sur lesquels repose l'éducation sanitaire furent constitutifs d'un autre mouvement qui naissait environ à la même époque et le recoupe même s'il s'en distingue également : l'enseignement populaire (voir Mignon, 2007). Fondée en 1898 par Benjamin Milhaud, ancien maire de Montpellier, la Société d'Enseignement Populaire de l'Hérault avait pour but le rapprochement et « la collaboration amicale » entre « les intellectuels et les masses populaires » (Milhaud 1948, 5) qu'il fallait éclairer afin d'assurer le progrès social au niveau individuel et collectif. Pour ses fondateurs, l'éducation populaire est porteuse d'une mission sociale reposant sur l'idéal du positivisme comtien valorisant la connaissance intellectuelle au détriment des savoirs pratiques : « …c'est par l'instruction sous toutes ses formes, sous de multiples méthodes, que se fera le salut de l'Humanité, que se réalisera la formule d'Auguste Comte : l'Ordre dans le Progrès » (Anonyme 1948, 43).

L'enseignement populaire a des racines profondes dans la ville de Montpellier où, en 1948, la Société d'Enseignement Populaire de l'Hérault y célébrait ses cinquante années d'existence. Après la Libération, le président sortant et militant syndicaliste Louis Trégaro, souhaitant assurer la continuité de la Société, espérait voir Harant accéder à ce poste. Faisant preuve « d'un dévouement inlassable », ce dernier réunissait « avec sa sympathique simplicité tout ce qu'il faut pour un tel poste », selon les auteurs du volume consacré au cinquantenaire de la Société d'Enseignement Populaire de l'Hérault (Anonyme 1948, 32) [38]. Le « professeur Harant », ajoutait pour sa part Milhaud, est le « digne continuateur » de l'œuvre des dirigeants successifs de la Société qui ont suivi les « règles de probité intellectuelle, de dévouement désintéressé et d'affectueuse collaboration » (1948, 12).

Dès 1945, Harant prendra durant vingt-cinq ans la Direction de l'éducation populaire dans l'Hérault, une fonction qui l'amènera à prononcer de nombreuses conférences publiques à la salle du Carré-du-Roi, si bien que rapidement celle-ci « fut trop petite » (Anonyme 1948, 32). Ces conférences portaient sur des sujets variés qui, comme dans le cadre de l'éducation sanitaire, avaient pour but de fournir des éléments de « connaissances utiles » et de « culture générale » à l'auditoire et « [d']exposer les résultats

[36] Harant publiera ce rapport dans une version augmentée dans un ouvrage dirigé par Viborel intitulé *L'Éducation sanitaire : Manuel pratique et précis technique*.

[37] Sur le rôle du cinéma dans la diffusion des notions d'éducation sanitaire dans l'entre-deux-guerres, voir Vignaux (2009).

[38] Nous n'avons pu identifier les auteurs de cet ouvrage, à l'exception de la préface signée par Milhaud.

les plus généraux » « sans entrer dans les détails, ni dans la discussion des spécialistes ». Signalant les liens entre les deux mouvements, la plaquette commémorative de l'éducation populaire de 1948 mentionne la mise à disposition pour les besoins de la Société de « l'appareil parlant du Centre Régional d'Éducation Sanitaire, dont [le] président Harant est le Directeur » (Anonyme 1948, 41). D'ailleurs, les deux mouvements se fondent souvent l'un dans l'autre, l'éducation sanitaire n'étant, pour Harant, « qu'une forme de l'éducation tout court » : les « maîtres du premier degré » devant être « en liaison constante » avec les Directeurs des Centres d'Éducation sanitaire (Harant 1947, 1).

Avant d'en occuper la présidence, Harant incarnait déjà les idéaux du mouvement d'éducation populaire en animant dès 1939 des excursions hebdomadaires libres autour de Montpellier (Fig. 4) [39]. En effet, aux « causeries » et autres conférences publiques ou radiophoniques organisées par l'éducation populaire vinrent s'ajouter en 1913 les « excursions » (Anonyme 1948, 27). Alors qu'Harant était mobilisé en août 1939 comme médecin-lieutenant au centre de gastro-entérologie de la XVI[e] région [40], les pages des recueils d'herborisation écrites par ces « naturalistes en promenade » [41], dont certains ont été conservés à l'Institut de botanique de Montpellier, laissent entrevoir la perception « des événements » par les participants à l'époque où Harant fait partie des équipes d'urgence [42]. Démobilisé en 1940, il s'engage dans la Résistance avant de rejoindre le Comité médical Départemental de Libération (Ruffié 1989, 33) [43]. Ces excursions du dimanche matin étaient suivies par de nombreux amateurs d'histoire naturelle, de collègues, d'étudiants, et Harant y amenait parfois ses fils. D'ailleurs, comme l'a rappelé Daniel Jarry, ces sorties « suscitèrent plusieurs vocations, telles celles de Blondel, Brygoo, Dedet, Delange, Jarry, Quézel, Rioux, Ruffié et bien d'autres… » (Jarry, inédit). Sur le mode de l'excursion, ces sorties d'herborisation dominicales (Fig. 4) « étaient quasiment familiales et inséparables de son enseignement ». Yves Delange en donna la description imagée et vivante suivante :

> L'un des aspects originaux de l'enseignement chez H. Harant, était les randonnées sur le terrain, les 'herborisations'. Hormis les périodes de congés universitaires, elles avaient lieu chaque dimanche matin. Elles étaient quasiment familiales et inséparables de son enseignement. Leur plus grand attrait était leur caractère pluridisciplinaire. Botanistes, entomologistes, ornithologues, étudiants en médecine, en sciences et en pharmacie, géologues parfois, spécialistes de tout acabit, anciens et chevronnés, amis en tout cas, venaient au rendez-vous à 8h30 à 'L'Œuf' sur la place de la Comédie. Nous partions à pied ou bien à deux ou quatre roues, empruntant aussi des autobus ; nous nous retrouvions au lieu proposé ce jour-là par le patron ; un proche secteur faisant déjà partie de la garrigue, ou au bord de la rivière du Lez ou de la Mosson, ou encore à la mare de Gramont où nous pouvions faire découvrir les rares Isoètes. Lorsqu'un groupe plus lointain et accompagnés par des enseignants se joignait à nous, nous

[39] « Depuis quatre ans, hebdomadairement, accompagné parfois de collègues et d'élèves, toujours d'excellents amis, je dirige autour de Montpellier des excursions libres d'histoire naturelle. Toutes nos observations sont consignées dans un volumineux dossier d'où il est déjà sorti plusieurs publications » (Harant 1944a, 52).

[40] La mission dont il fut chargé par l'armée consistait à « détecter sur les cadavres les effets des gaz toxiques » (X, 144). Il avait reçu une formation à cet effet quelques années auparavant au Val-de-Grâce.

[41] Titre de différents comptes rendus des excursions qu'il fera paraître dans les pages des *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault*.

[42] « Nos promenades interrompues par suite de la gravité des événements et de la difficulté des déplacements, peuvent reprendre ce jour le Dr. Harant ayant réussi à se rendre libre » (Dimanche 30 juin 1940 à Bionne) ; « Nous avons à peine dépassé le croisement du chemin de la Croix-du-Capitaine que nous entendons le hurlement des sirènes. Messieurs Harant et Brès sont obligés de rentrer immédiatement pour rejoindre les équipes de secours dont ils font partie. Les autres personnes demeurent dans le chemin en attendant la fin de l'alerte qui a lieu vers 11h15 » (Dimanche 18 juin 1943 au Château du Terral). Source : Collection Daniel Jarry, Institut de botanique, Montpellier.

[43] « …notre ami s'engagera dans la Résistance où il sera responsable des équipes médicales d'urgence dont il est inutile de souligner le rôle dans la nuit des combats clandestins, ce qui lui vaudra d'être membre du Comité médical Départemental de Libération » (Ruffié 1989, 33). Sur le comité médical de la résistance, voir Simonin (1997).

partions pour la journée au moins, à destination de la Camargue et de ses sansouïres, ou encore jusqu'aux contreforts des Cévennes (Delange 1988, 117).

Fig. 4 : Hervé Harant en herborisation à la source du Lez.
Source : Collection Daniel Jarry, Institut de botanique, Montpellier.

L'essor de l'écologie médicale dans la période d'après-guerre

Le nom d'Hervé Harant est aujourd'hui étroitement associé à l'émergence de l'écologie médicale en France. « Il y a quelque trente ans, écrit-il en 1956, durant l'heureuse période de l'entre-deux-guerres, l'Histoire naturelle se mourait » ; seul « un rétrograde ou un amateur » pouvait encore alors prétendre accorder un quelconque intérêt à la classification des êtres vivants (1956, 516). Or, une fois la guerre terminée, et malgré la montée en puissance de l'expérimentalisme dans les sciences de la vie et l'arrivée d'une batterie de nouvelles techniques d'analyse, un chapitre inédit se faisait jour dans les ouvrages de biologie sous le vocable « d'écologie » (Ibid.), mot créé au XIX^{e} siècle par Ernst Haeckel (1834-1919) pour désigner l'étude des « conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toutes natures qui existent entre ces êtres vivants et leur milieu » (Harant 1980, 47). Cette résurgence d'un terme dont le sens, souvent instrumentalisé par les écologistes eux-mêmes, est jugée suspecte par Harant : « on fait de l'écologie » comme autrefois « on faisait du Golgi », écrit-il. L'écologie ne serait-elle qu'un effet de

mode n'exprimant qu'une vieille idée à laquelle on aurait tenté de donner un sens dynamique ? C'est du moins l'avis d'Harant qui retrace les premiers balbutiements de l'étude du vivant et de son milieu chez Aristote, Réaumur, Fabre, Lamarck et Darwin et insiste particulièrement sur l'apport de l'histoire naturelle et des géographes au développement de l'écologie. Dans cette histoire, Sorre et la notion de complexe pathogène occupent une place privilégiée de même que les travaux de Kuhnhotlz-Lordat [44] et Lichtenstein, ses condisciples phytopathologistes, ainsi que ceux de Grassé. Bref, le terme écologie ne serait qu'un autre nom désignant la vieille histoire naturelle qu'il s'est efforcé de faire (re)vivre dans l'esprit des maîtres de l'Université de Montpellier sous la forme d'une « histoire naturelle totale » en opposition à une biologie ultra-technicienne qui aurait perdu son sens compréhensif d'autrefois (Harant 1966a) [45].

Ce n'est nullement un hasard si Charles Nicolle est pour Harant « le plus grand biologiste du XXe siècle » et qu'il admire les travaux de ce dernier sur les « maladies inapparentes » de même que le processus de découverte décrit dans *Biologie de l'invention* (Nicolle 1932). Élève de Chatton, lui-même collaborateur de Nicolle, Harant, durant les années 1960, revendique à son tour l'héritage du directeur de l'Institut Pasteur de Tunis après avoir rappelé à la mémoire la lignée intellectuelle unissant Nicolle, Chatton et Lwoff, une « belle famille spirituelle en vérité » (Harant 1968a, 112) [46]. Selon Nicolle, la maladie a une histoire au niveau individuel, collectif et historique et évolue dans l'espace et dans le temps ; bref, c'est un « phénomène biologique comme les autres » (1933, 195). De même, pour Harant, la maladie est « un complexe vivant toujours en marche » (1980, 51). Certes, Nicolle n'emploie pas le terme écologie mais s'il l'avait connu, s'il avait été « à la mode », il l'aurait certainement fait, écrit Harant, avant de présenter l'ouvrage *Destin des maladies infectieuses* (Nicolle 1933) comme « le grand livre précurseur de l'écologie médicale », un champ distinct de la parasitologie, de l'histoire naturelle ou de l'entomologie médicale, et dont Nicolle serait « l'inventeur » (Harant 1966b, 324) [47]. Depuis longtemps familier avec la pensée de l'auteur du *Destin des maladies infectieuses*, Harant a saisi l'occasion de préciser sa réflexion lorsque, à l'invitation du doyen Amor Chadli, alors Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, il s'attache à « mêler le nom illustre de Charles Nicolle à la naissance de l'écologie médicale » (1966b, 323).

Outre les réflexions conceptuelles qu'il propose sur les changements pathologiques dans le temps et l'espace, Harant va mettre en pratique les concepts clés de l'écologie médicale car, tel que Brumpt l'avait relevé, le Sud-Ouest constitue une terre d'élection fertile pour l'études des « biocénoses » méditerranéennes [48], et va créer avec Daniel Jarry des « fiches biocénotiques » afin de procéder au recensement des espèces vivantes et leurs données biogéographiques correspondantes dans la région de Montpellier (Harant et Jarry 1957). Dès le milieu des années 1950, Harant mettra également en place avec Jean-Antoine Rioux (1925-2017) un vaste projet de « démoustication », terme qu'il invente, dans l'Hérault, le Gard puis les Bouches-du-Rhône, qui débarrasse le milieu des « moustiques-nuisances » et

---

[44] Harant répétera souvent le mot de ce dernier selon lequel « la géographie est la fin suprême de l'histoire naturelle » qu'il attribue à Kuhnhotlz-Lordat.

[45] Même si la description de l'écologie au XXe siècle donnée par Harant se concentre principalement sur le système zuricho-montpelliérain représenté par les travaux de phytosociologie de Kuhnhotlz-Lordat et de Lichtenstein ainsi que sur le courant de l'écologie humaine incarné par Max Sorre, Harant faisait place dans ses travaux à l'étude des biocénoses. Sur ces trois courants de l'écologie scientifique française, voir Acot (1988).

[46] Dans le manuscrit de 1966 d'un discours sur Charles Nicolle, Harant rappelle « qu'il est bien juste de lui [Chatton] attribuer le titre de 'mainteneur' d'une certaine tradition de l'invention entre deux prix Nobel ». Source : Collection Jean-Pierre Dedet.

[47] Les auteurs anglo-saxons quant à eux parlent plus volontiers « d'écologie des maladies » (*disease ecology*). Voir sur ce thème l'article d'Anderson (2004). Sur la parasitologie et l'entomologie médicale en France, voir Osborne (2008).

[48] « La région de Montpellier vous offrira un vaste champ d'études que vous saurez certainement utiliser pour le plus grand bien de votre Faculté et pour la science française qui aura bien besoin de se défendre après cette infernale et interminable guerre » (Lettre de Brumpt à Harant, 26 février 1945). Source : Pôle Archive-CeRIs Institut Pasteur à Paris, Fonds Brumpt BTP.B4.

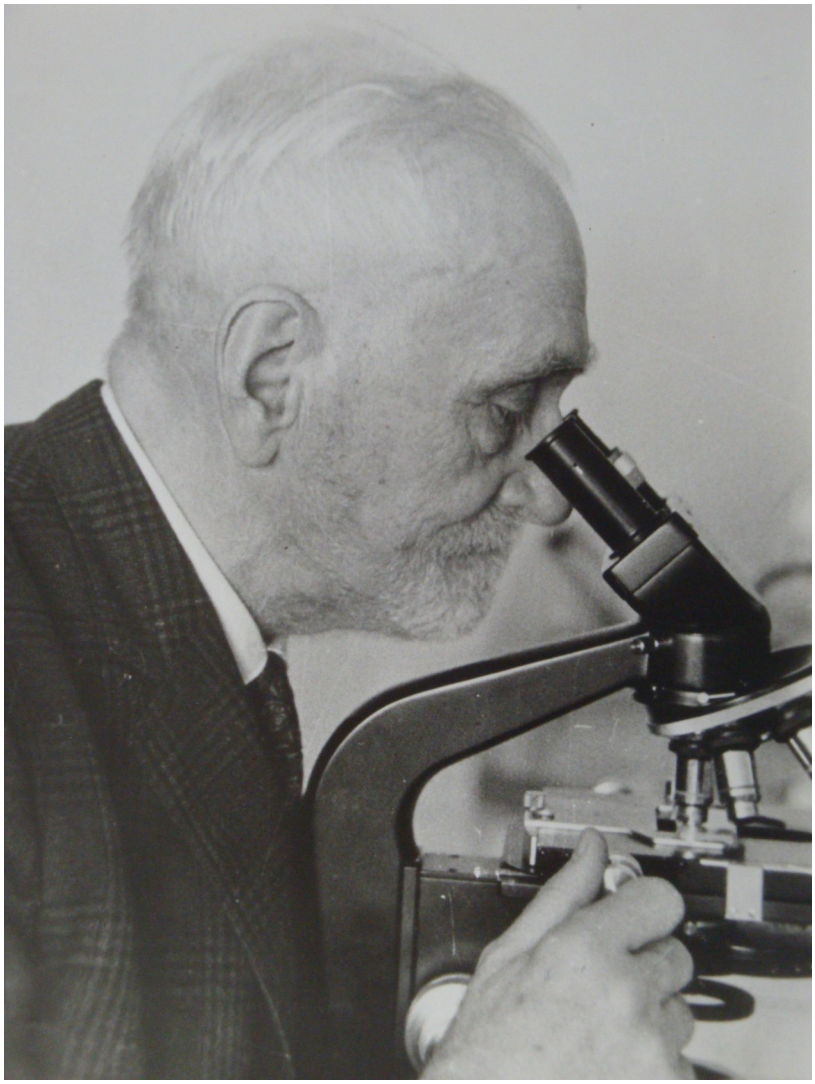


Fig. 5 : Hervé Harant, à la retraite, à son microscope.
Source : Collection Daniel Jarry, Institut de botanique, Montpellier.

permet aux habitants des alentours de jouir encore aujourd'hui du littoral méditerranéen [49]. Une fois mis à la retraite le 30 septembre 1972 (Fig. 5), Harant demeure très actif et continue de publier de nombreux articles et ouvrages de synthèse, comme le petit livre sur *L'épidémiologie* qu'il réécrit entièrement avec la parasitologue Alix Delage et dans lequel le sida et d'autres maladies émergentes sont appréhendées d'après les principes et les méthodes de l'écologie médicale (Harant et Delage, 1984).

Conclusion

Dans cet article, nous avons considéré l'œuvre scientifique d'Hervé Harant sous l'angle de sa contribution à la biologie et à l'histoire naturelle médicale et nous avons rappelé quelques éléments biographiques afin d'apporter un éclairage complémentaire sur sa trajectoire académique et son itinéraire personnel. Soutenu très tôt par des maîtres influents tels que Pruvot, Vialleton, Chatton, Brumpt, Grassé et Duboscq, c'est naturellement mais non sans effort qu'il se hissa dans le monde universitaire

[49] Ce projet d'envergure est connu encore aujourd'hui sous le nom de l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication du Littoral Languedoc-Roussillon (EID). Sur la genèse et le développement de ce projet, voir Rioux et Cousserans (2008).

jusqu'à se voir confier la responsabilité de la Chaire d'Histoire Naturelle et Parasitologie. Au sortir de la Seconde guerre mondiale, à une époque où « il ne manquait pas de biologistes ou de médecins humanistes pour se réclamer ouvertement de « 'l'idéal eugénique' » (Gayon 2006, 119), son statut de médecin-scientifique et ses qualités intellectuelles lui ouvrent les portes de l'administration de la santé publique, qu'il quittera pour diriger le Jardin des Plantes. Pendant vingt-cinq ans il imprime sa marque sur les mouvements d'éducation populaire dans l'Hérault, que ce soit par ses interventions à titre de conférencier ou par les multiples sorties d'herborisation du « groupe Harant » qu'il organise [50]. Il convient pour conclure cette étude de situer son legs dans le contexte plus large de l'histoire de la pensée biologique française et de relever quelques caractéristiques de la personnalité du naturaliste-médecin de Montpellier.

À cet égard, une première remarque s'impose : la restauration et la revitalisation du Jardin des Plantes, jumelée à l'enseignement d'Harant en Faculté de médecine, demeure encore aujourd'hui l'un des plus importants aspects de son héritage scientifique (Fig. 6). Sur les bancs d'université à Montpellier, des cohortes d'étudiants ont pu apprécier ses qualités d'orateur capable de « séduire son auditoire, […] de le transporter » (Delange 1988, 116). Sachant transmettre sa passion pour la science dans une langue imagée et colorée à un public souvent conquis d'avance, Harant citait volontiers des penseurs tels qu'Henri Bergson (1859-1941), Henri Poincaré (1854-1912) ou encore Charles Nicolle sur l'intuition créatrice et la biologie de l'invention. Se disant « angoissé du moindre déplacement » (XIII, 64), il n'aura guère quitté la France que pour se rendre en Italie et en Afrique du Nord au début des années 1950 [51]. Quoique la pensée de cet « esprit encyclopédique » (Ruffié 1989, 4) s'enracine profondément dans les limites géographiques du Midi méditerranéen, elle essaime au-delà des frontières nationales grâce à ses nombreux étudiants (Théodoridès 1994). Formés en parasitologie médicale, ces derniers ont occupé des postes importants en France ou à l'étranger, comme le professeur Jean-Antoine Rioux qui étudia l'éco-épidémiologie des leishmanioses du Bassin méditerranéen [52], le Dr. Jean-Pierre Dedet, directeur émérite de recherche, ou le professeur honoraire Daniel Jarry, qui veille de manière bienveillante sur le Jardin des Plantes et poursuit l'œuvre du maître.

Fig. 6 : Hervé Harant dans la Serre Martins en 1973-1974. Source : Yves Delange.

[50] Expression de son ami Kuhnholtz-Lordat (1947, 16).

[51] Dans le compte rendu des « Activités du laboratoire d'histoire naturelle, parasitologie et pathologie exotique » de la Faculté de Médecine de Montpellier de 1950-1951, il est indiqué que « [l]e professeur Harant et Jean Rioux ont participé au Congrès d'Hygiène Méditerranéenne à Palerme […] » et qu'Harant « a en outre fait un voyage d'études en Afrique du Nord (Maroc et Algérie » (Harant 1951, 5).

[52] Sur les travaux d'épidémiologie et de parasitologie de Rioux, voir en particulier Houin *et al.* (2018).

Il convient de souligner dans un deuxième temps, sur la question de l'évolution, que la pensée d'Harant appartient au deuxième moment du néolarmarckisme français. Harant s'inscrit en effet dans la mouvance d'un néolamarckisme non pas mécaniste et expérimental comme celui prôné par Felix Le Dantec ou Étienne Rabaud (1868-1956) mais dans un néolamarckisme progressiste, voire vitaliste, qui exige du biologiste, avant de se prononcer sur la question de l'évolution, d'acquérir le savoir d'un naturaliste, tel qu'on le voit à l'œuvre chez Albert Vandel (1894-1980) et Pierre-Paul Grassé (sur cette distinction conceptuelle voir Loison 2011). Dans ses écrits autobiographiques, à l'heure du triomphe du « dogme central » de la biologie moléculaire, au milieu des années 1960, Harant affirmait par exemple que l'hérédité des caractères acquis était une « notion fondamentale » même si « le plus souvent impossible à démontrer en laboratoire » [53]. Insistant tout particulièrement sur la notion de plasticité, chère aux biologistes néolamarckiens, par laquelle on tente d'expliquer l'action du milieu extérieur sur le vivant, il notait également dans un texte rédigé avec son ancien élève Jacques Ruffié (1921-2004) que « sans revenir au lamarckisme primitif », il faut admettre que si « des conditions nouvelles modifient fortement le métabolisme de l'animal, de nouvelles propriétés apparaissent » et qu'un tel processus peut rendre compte de « 'l'adaptation' parasitaire » (Harant et Ruffié 1956, 392) [54]. Plus loin, reconnaissant avec Albert Vandel que le problème de l'évolution « déborde largement le cadre proprement scientifique » (Harant et Ruffié 1956, 394), les auteurs évoquent la distinction de ce dernier entre « évolution progressive » (ou *macro-évolution*) et « évolution régressive » (ou *micro-évolution*). Or, si l'évolution régressive se traduit par un accroissement de la spécialisation au sein d'un « type », écrivent-ils, l'évolution progressive est quant à elle *orthogénétique*, c'est-à-dire orientée : « la série de transformations conduisant le monde animal d'un palier évolutif au palier suivant ne s'est pas fait au hasard, écrivent les auteurs, mais s'est poursuivie dans une direction privilégiée » (Harant et Ruffié 1956, 393) [55]. Quoique l'évolution des espèces ne soit jamais directement mise en doute, Harant se tient sur la question du mécanisme sous-jacent au « fait de l'évolution » à bonne distance des zoologistes et des généticiens des populations français intellectuellement proches de la Synthèse moderne [56] et souvent perçus négativement comme étant des « théoriciens », contrairement au naturaliste qui sait reconnaitre la complexité du monde vivant (voir Loison, 2011, 725).

Un mot enfin sur la personnalité hors normes d'Hervé Harant. Naturellement porté à l'autocritique et à l'introspection [57], le savoir scientifique de cet homme se doublait d'une culture des humanités volontairement en rupture avec l'accroissement de la spécialisation et de la technicisation de la recherche. Bien qu'il fut lui-même un expérimentateur doué, il se méfiait des conclusions hâtives que permettent

[53] « À l'heure où la souveraineté exclusive du noyau était considérée en biologie comme un dogme, un scientisme esclave d'une expérimentation appauvrie par des limites spatiales et temporelles, se refusait à admettre l'hérédité des caractères acquis. Mais l'instant 'singulier' de tel homme sur la trajectoire de l'espèce exige, au contraire, comme un postulat cette notion fondamentale le plus souvent impossible à démontrer en laboratoire. Heureusement que le cytoplasme, nous apprend-on aujourd'hui, reçoit des informations ! Quelle réhabilitation ! » (III, p. 200). Laurent Loison (2010) a montré l'importance et l'intrication de ces deux notions – la plasticité et l'hérédité des caractères acquis –dans la pensée néolamarckienne.

[54] Ce texte est intéressant du point vue de l'histoire de la théorie de l'évolution et de sa réception en France, car les auteurs y examinent successivement le lamarckisme, le darwinisme et le mutationnisme. Sur ces questions, voir également Harant (1944b).

[55] Ailleurs, Harant remarquait également que « l'orthogenèse prend une place de plus en plus grande dans la littérature évolutionniste » (1944b, 206).

[56] Pensons ici aux zoologistes Marcel Prenant (1893-1983) et Georges Teissier (1900-1972) et au généticien des populations Philippe L'Héritier (1906-1994).

[57] Dans un testament intellectuel légué à Denise Brunel, sa secrétaire, il se demande : « Suis-je intelligent ? Oui si l'intelligence consiste à constater qu'on ne l'est jamais assez ; non au sens cartésien du mot. Suis-je un intellectuel ? pas davantage : j'ai simplement un goût très marqué pour les activités de l'esprit, singulièrement pour une érudition multiple. Suis-je travailleur ? Encore moins ». […] « Allez donc dire aux gens de Montpellier que je ne suis ni intelligent, ni intellectuel, ni travailleur, alors qu'au surplus je ne suis ni adroit, ni sportif, ni affairiste !! Mais que va-t-il rester ». Testament transmis par Denise Brunel à Jean-Pierre Dedet en 1991. Source : Collection Jean-Pierre Dedet.

les nouvelles techniques qui, selon son expression, rendent possibles « de faciles publications en donnant à des gens adroits, qui avaient perdu l'habitude de penser, l'illusion de pratiquer les 'sciences exactes' » (Harant 1956, 516). Dans la continuité de l'esprit vitaliste de l'École de Médecine de Montpellier alliant la botanique à l'histoire naturelle médicale, Harant favorisera l'observation dans l'étude du vivant et de son biotope et verra volontiers dans le « terrain », plutôt que dans « le microbe », la cause des maladies. Immanquablement, sa science d'un naturaliste de terrain alliée à sa connaissance des œuvres classiques, tant littéraires qu'artistiques, le rapprochent davantage d'un savant de la Renaissance que d'un scientifique du XXe siècle. Outre son élection à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier en 1967, Harant déploiera inlassablement ses activités du côté de l'histoire des sciences et de la médecine [58]. Cette connaissance et cet intérêt pour les humanités transparaissent par exemple dans un petit texte original dans lequel Harant raconte comment, en 1942, il identifia à l'*Ammophilia hirsuta*, l'insecte du poème du *Cimetière marin* de Paul Valéry, un terme que ce dernier lui confia avoir adopté [59]. De même, l'on retrouve cette articulation étroite entre les arts et les sciences dans un discours sur l'esthétique musicale où Harant se propose d'étudier « les effets de la musique en biologiste et en médecin » [60]. Conjuguées aux conceptions relatives à l'écologie et à l'évolution du parasitisme qu'il fit siennes, de telles aspirations littéraires ont conféré à ce regard d'observateur aiguisé qu'il savait poser sur le monde vivant un caractère singulier dans l'histoire de la pensée biologique.

Remerciements

Ce texte est la version remaniée d'une conférence prononcée devant la Société montpelliéraine d'histoire de la médecine le 18 mai 2018 à l'invitation de Jean-Pierre Dedet, que je remercie chaleureusement de m'avoir associé à la création du fonds Hervé Harant et de m'avoir facilité l'accès à de nombreux documents publiés ou inédits. Je souhaite également remercier vivement les personnes suivantes pour leur soutien dans mes recherches en vue de la préparation de cet article : Samuel Alizon, Sandrine Bodin, Maïka Casse, Grégoire Delage, Yves Delange, Daniel Demellier, Gérard Duvallet, Daniel Jarry, Vincent Laudet, Thiery Lavabre-Bertrand, Laurent Loison, Hélène Lorblanchet, Marie Martin, Jean-Yves Meunier, Geneviève Milon, Marcelle Olivier, Hélène Raux et Emmanuel Spicq. Enfin, je remercie la direction du Jardin des Plantes de Montpellier, le Musée de l'Institut Pasteur à Paris, la Bibliothèque du Laboratoire Arago ainsi que Monsieur Yves Delange pour les diverses autorisations qu'ils m'ont accordées afin de reproduire les photographies illustrant la vie et la carrière d'Hervé Harant.

Bibliographie

Acot, P., 1988. *Histoire de l'écologie*. Presses universitaires de France. Paris.

Anderson, W., 2004. Natural histories of infectious disease : Ecological vision in twentieth-century biomedical science. *Osiris* **19** : 39-61.

Anonyme. 1948 : 21-44. *In* : *Cinquantenaire de la Société d'enseignement populaire de l'Hérault*. Montpellier.

Baylet, R., 1994. Éloge du professeur Hervé Harant. *Bulletin de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier* **25** : 413 -438.

[58] Harant travaillera notamment à l'organisation du XVIe Congrès International d'Histoire de la Médecine qui s'est tenu à Montpellier en 1958. Ce congrès accueillit notamment le philosophe Georges Canguilhem (1904-1995) et les historiens des sciences Jean Théodoridès et Mirko Grmek (1924-2000). Intéressé par l'écologie médicale et la biocénose, ce dernier proposera quelques années plus tard la notion de « pathocénose » afin de caractériser l'interaction des maladies entre elles dans une population donnée. Sur Grmek, voir Méthot (2019).

[59] « J'adopte *Ammophilia hirsuta*, que vous avez observée sur place, et de l'œil aigu de l'entomologiste, tandis que je n'ai fait que croire entendre encore l'insecte net gratter le sol grillé – mais imaginaire – car mon poème fut entièrement composé à Paris […] » (Valéry, cité dans Larnaudie 1992, 109).

[60] Sans-titre, non daté. Discours prononcé par Harant à titre de président de la Société d'Enseignement Populaire de l'Hérault. Source : Collection Jean-Pierre Dedet.

Carol, A., 1995. *Histoire de l'eugénisme en France. Les médecins et la procréation au XIX^e^ et au XX^e^ siècle*. Seuil. Paris.
Chatton, E., 1922. Avant-propos. *Bulletin de la Société zoologique de France*, séance du mois de mai : 147-148.
Delage, A., 2006. Hervé Harant (1901-1986) : 206-211. *In* : Humphrey-Smith, I. *The French School of Parasitology / Sept siècles de parasitologie en France*. Société Française de Parasitologie. Paris.
Delange, Y., 1988. Hervé Harant (1901-1986). *Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle* **4^e^ série** : 115-119.
Delange, Y., 2014. *D'ombre et de lumière, évocations autobiographiques d'un naturaliste*. L'Harmattan. Paris.
Delore, P. 1953. La doctrine et les conceptions françaises en matière d'éducation sanitaire : 71-78. *In* : *Actes de l'assemblée constitutive de la 1ère conférence de l'Union internationale pour l'éducation sanitaire populaire*. Arrault et Cie. Tours.
De Luca Barusse, V., Natalisme et hygiénisme en France de 1900 à 1940. L'exemple de la lutte antivénérienne. *Population* **64** : 531-560.
Fisher, J.-L., 1995. Eugène Bataillon (1864-1953) and traumatic parthenogenesis. *Roux's Archives of Developmental Biology* **204** : 281-283.
Gayon, J. 2006. Le mot « eugénisme » est-il encore d'actualité ? : 119-142 *In* : Gayon, J. & Jacobi, D. *L'éternel retour de l'eugénisme*. Presses universitaires de France. Paris.
Grassé, P.-P., 1982. Le laboratoire Arago et quelques-uns de ses naturalistes. *Vie et Milieu* **32** : 211-218.
Harant, H., 1929. *Les Hirudinées (Essai de zoologie et de parasitologie comparée)*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 76 p. Montpellier.
Harant, H., 1933. Parasitisme et cancer. *Montpellier médical* **76** : 328-339.
Harant, H., 1941. Matière et esprit de l'histoire naturelle médicale. *La Revue médicale de France* **6** : 135-148.
Harant, H., 1942. L'insecte du « Cimetière marin » de Paul Valéry. *Bulletin de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*.
Harant, H., 1944a. *Titres et travaux du Docteur Hervé Harant*. Montpellier.
Harant, H., 1944b. Aux confins de la réalité biologique. *Annales de l'Université de Montpellier et du Languedoc méditerranéen Roussillon* **2** : 197-210.
Harant, H., 1946. À la recherche des sources. Discours inaugural de la chaire d'Histoire naturelle médicale et parasitologie, prononcé en la Salle des Actes de la Faculté de Médecine de Montpellier, le 24 Novembre 1945. *Montpellier médical* : 1-21.
Harant, H., 1951. Activités du laboratoire d'histoire naturelle, parasitologie et pathologie exotique. *Languedoc médical* **5** : 1-5.
Harant, H., 1953. Les bases scientifiques et sociales de l'éducation sanitaire : 79-86. *In* : *Actes de l'assemblée constitutive de la 1ère conférence de l'Union internationale pour l'éducation sanitaire populaire*. Arrault et Cie. Tours.
Harant, H., 1956. Ce qu'il m'a semblé entrevoir… *Montpellier Médical* **3** : 516-529.
Harant, H., 1961. *Titres et travaux du Professeur Hervé Harant*. Montpellier.
Harant, H., 1962. La notion d'impasse en parasitologie : son incidence dans les Éosinophilies tissulaires. *Bulletin de la Société de pathologie exotique et ses filiales* **55** : 576-588.
Harant, H., 1965a. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (I). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **105** : 77-83.
Harant, H., 1965b. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (II). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **105** : 139-146.
Harant, H., 1965c. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (III). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **105** : 195-201.
Harant, H., 1966a. De l'histoire naturelle à l'écologie. *Font Vive* **11** : 19-30.
Harant, H., 1966b. Charles Nicolle : 'Inventeur' de l'écologie médicale. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis* **43** : 323-330.
Harant, H., 1966c. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (IV). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **106** : 7-19.
Harant, H., 1966d. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (V). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **106** : 83-95.
Harant, H., 1966e. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (VI). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **106** : 147-161.
Harant, H., 1966f. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (VII). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **106** : 223-235.

Harant, H., 1967a. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (VIII). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **107** : 16-29.
Harant, H., 1967b. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (IX). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **107** : 79-94.
Harant, H., 1967c. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (X). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **107** : 131-144.
Harant, H., 1967d. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (XI). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **107** : 177-182.
Harant, H., 1968a. Cinquante ans de parasitologie française (Conférence inaugurale du Colloque de Parasitologie, de Montpellier, en 1967). *Annales de Parasitologie* **43** : 105-115.
Harant, H., 1968b. Simples remarques de terminologie. *Parasite* **43** : 717.
Harant, H., 1968c. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (XII). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **108** : 17-22.
Harant, H., 1968d. Passé antérieur… Souvenirs d'un naturaliste médecin (XIII). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **108** : 63-64.
Harant, H., 1980. L'écologie : naissance, renaissance et pathologie d'un mot. *Mémoires de l'Académie de Nîmes* **VII** : 46-54.
Harant, H., 1982. L'humanisme à l'heure des astronautes. *Bulletin de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier* **13** : 61-71.
Harant, H. & Brygoo, E. Les avenues du parasitisme. *La Revue médicale de France* **8** : 1-16.
Harant, H. & Delage, A. 1984. *L'épidémiologie*. Presses universitaires de France. Paris
Harant, H., & Dulieu, L., 1948. Les naturalistes de l'école de Montpellier. *La Revue médicale de France* **6** : 375-390.
Harant, H. & Jarry, D., 1957. Écologie et médecine. Un chapitre d'histoire naturelle médicale. *La Revue médicale de France* : 375-402.
Harant, H. & Jarry, D. 1961. *Guide du naturaliste dans le Midi de la France.* Tome 1 & 2. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel.
Harant, H. & Ruffié, J., 1956. Évolution et parasitisme. *La biologie médicale* **45** : 382-394.
Houin, R., *et al.* 2018. À la mémoire du Professeur Jean-Antoine Rioux. *Parasite* **25** : 1-15.
Jarry, D., (inédit). *Le long destin achevé de l'histoire naturelle médicale à Montpellier. Sa relique vivante : le Jardin des plantes.*
Kuhnholtz-Lordat, G., 1947. *Flore des environs immédiats de Montpellier. Tome 1 : La prospection phytopathologique.* Paul Lechevalier, Paris. Préface d'Hervé Harant.
Larnaudie, S., 1992. *Paul Valéry et la Grèce*. Genève. Droz.
Leonard, J., 1985. Les origines et les conséquences de l'eugénique en France. *Annales de démographie historique* : 203-214.
Loison, L., 2006. Yves Delage et l'hétérogénéité du néolamarckisme français. *Bulletin d'histoire et d'épistémologie des sciences de la vie* **13** : 143-167.
Loison, L., 2010. *Qu'est-ce que le néolamarckisme ? Les biologistes français et la question de l'évolution des espèces*, 1870-1940. Vuibert. Paris.
Loison, L., 2011. French roots of Neo-Lamarckism, 1879-1985. *Journal of the History of Biology* **44** : 713-744.
Loison, L., 2017. Introduction : 5-24. *In* : Loison, L., *André Lwoff, une autobiographie. Itinéraire scientifique d'un prix Nobel*. Hermann. Paris.
Méthot, P.-O., 2012. Why do parasites harm their host ? On the origin and legacy of Theobald Smith's 'law of declining virulence' – 1900-1980. *History and Philosophy of the Life Sciences* **34** : 561-401.
Méthot, P.-O., 2019. Mirko Grmek's Investigative Pathway : 1-27. *In* : Grmek, M.D., *Pathological Realities. Essays on Disease, Experiments, and History*, Edited, Translated, and with an Introduction by Pierre-Olivier Méthot. Foreword by Hans-Jörg Rheinberger. Fordham University Press. New York.
Méthot, P.-O., (à paraître). Charles Nicolle and the 'Invention' of Medical Ecology in France. *History and Philosophy of the Life Sciences*.
Mignon, J.-M., 2007. *Une histoire de l'éducation populaire*. La Découverte. Paris.
Milhaud, B., 1948. Préface : 5-13. *In* : *Cinquantenaire de la Société d'enseignement populaire de l'Hérault*. Montpellier.
Morange, M., 2016. *Une histoire de la biologie*. Seuil. Paris.
Nicolle, C. 1932. *Biologie de l'invention*. Alcan. Paris.
Nicolle. C. 1933. *Destin des maladies infectieuses*. Alcan. Paris.

Osborne, M.A., 2008. Raphaël Blanchard, parasitology, and the positioning of medical entomology in Paris. *Parasitologia* **50** : 213-220.

Pelis, K., 2006. *Charles Nicolle. Pasteur's Imperial Missionary : Typhus and Tunisia.* University of Rochester Press. Rochester.

Rioux, J.-A. & Cousserans, J. 2008. La « démoustication » du littoral méditerranéen : base écologique, stratégie opérationnelle, devenir. *Académie des Sciences et Lettres de Montpellier* **39** : 343-356.

Ruffié, J., 1989. Éloge de M. Harant. *Mémoires de l'Académie des sciences* **151** : 31-34.

Simon, D., 2016. Quand un concept écologique fait date. L'invention du « complexe pathogène » en géographie. *Revue d'histoire des sciences humaines* **28** : 253-272.

Simonin, A., 1997. Le comité médical de la résistance : un succès différé. *Le mouvement social* **180** : 159-178.

Soyer-Gobillard, M.-O., 2002. Scientific research at the Laboratoire Arago (Banyuls, France) in the twentieth century : Édouard Chatton, the « master », and André Lwoff, the « pupil ». *International Microbiology* **5** : 37-42.

Swellengrebel, N. H., 1940. The efficient parasite. *Science* **92** : 465-469.

Tessier, S., 2010. Éducation pour la santé et prévention. Grande histoire et petite actualité scolaire. *Informations sociales* **161** : 22-30.

Tétry, A. 1981. Hérédité ou non-hérédité des caractères acquis par le soma : problème explosif : 143-158. *In* : *Lamarck et son temps. Lamarck et notre temps*. Vrin. Paris.

Théodoridès, J. 1994. Hervé Harant : 86-88. *In* : Rioux, J.A., *Le Jardin des plantes de Montpellier. Quatre siècles d'histoire*. Odyssée. Graulhet.

Tillard, B., 2007. Quand la prévention sanitaire s'adresse aux parents et aux futurs parents. *Ethnographiques.org* **14**.

Vanel, J., 2016. *De l'éducation sanitaire à la promotion de la santé : Enjeux et organisation des savoirs au cœur de l'action publique sanitaire (internationale)*. Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay, 453 p. Paris.

Viborel, L. 1944. *L'éducation sanitaire. Science d'action*. Arrault. Tours.

Viborel, L., 1953. Rapport sur l'organisation française de l'éducation sanitaire : 67-71. *In* : *Actes de l'assemblée constitutive de la 1ère conférence de l'Union internationale pour l'éducation sanitaire populaire*. Arrault et Cie. Tours.

Vignaux, V., 2009. L'éducation sanitaire par le cinéma dans l'entre-deux-guerres en France. *Sociétés et représentations* **28** : 67-85.

Wintrebert, P. 1962. *Le vivant. Créateur de son évolution*. Masson. Paris.

Données climatiques de l'année 2017

Michel Crousilles

(michel.crousilles@gmail.com)

Dans le monde

L'état annuel du climat est un document (https://www.ametsoc.org) fondé sur la contribution de 524 scientifiques issus de 65 pays ; qu'en retenir pour 2017 ?

* C'est l'année la plus chaude après 2015 et 2016.
* Le niveau de la mer s'est élevé de 7,7 cm par rapport à 1993, soit 3,1 cm par décade.
* Concentration la plus élevée de gaz à effet de serre avec 405 ppm de CO_2.
* Les surfaces de glace tant en Arctique qu'en Antarctique montrent une diminution drastique.
* Le blanchiment des coraux (et donc leur mort) augmente fortement avec pour certains récifs un impact de l'ordre de 95%.

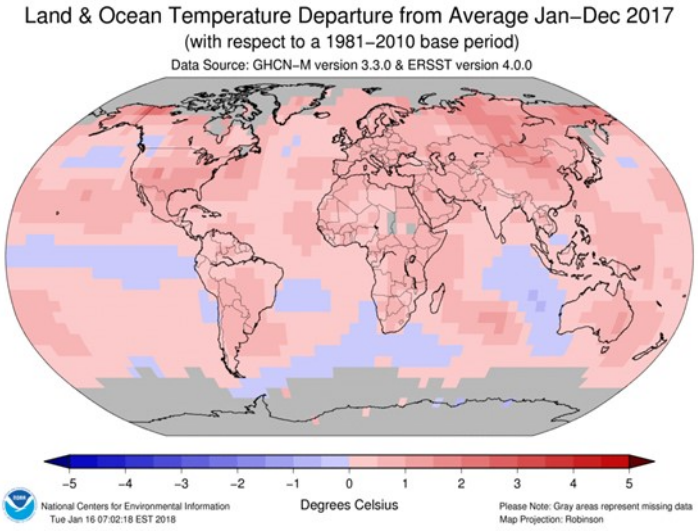


Fig. 1 : Rapport à la normale de la température moyenne à la surface du globe en 2017

L'année 2017 montre une température globale moyenne (terre et mer) supérieure de 0,84°C par rapport à la normale. Cette anomalie se décompose en +1,31°C pour les températures terrestres et en +0,67°C pour les températures océaniques (Fig. 1).

En France

2017 est caractérisée par des températures élevées et un fort déficit de précipitations, ce qui en fait, à l'instar de 2003, 2011 et 2015, une des années associant de manière remarquable chaleur et sécheresse sur la période 1959-2017.

L'année 2017 a été marquée par des températures supérieures aux valeurs saisonnières (Fig. 2). Seuls les mois de janvier et septembre ont été plus frais que la normale. Les mois de février, mars et juin ont été particulièrement chauds, bénéficiant de températures en moyenne plus de 2 °C au-dessus des normales.

Le cumul de précipitations a été déficitaire sur une grande partie du pays (Fig. 3 et 4). En moyenne sur la France, le déficit a dépassé 10 %, plaçant 2017 parmi les années les plus sèches sur la période 1959-2017.

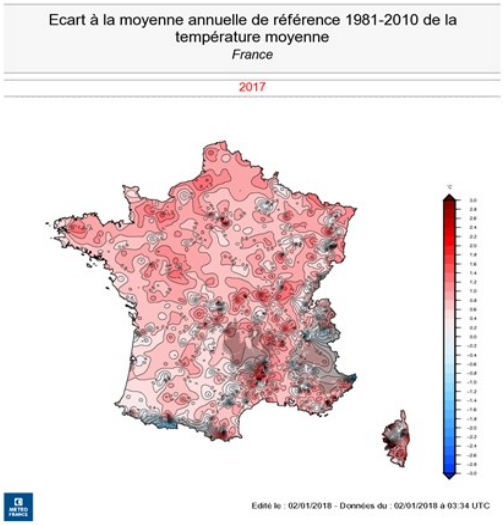


Fig. 2 : Températures

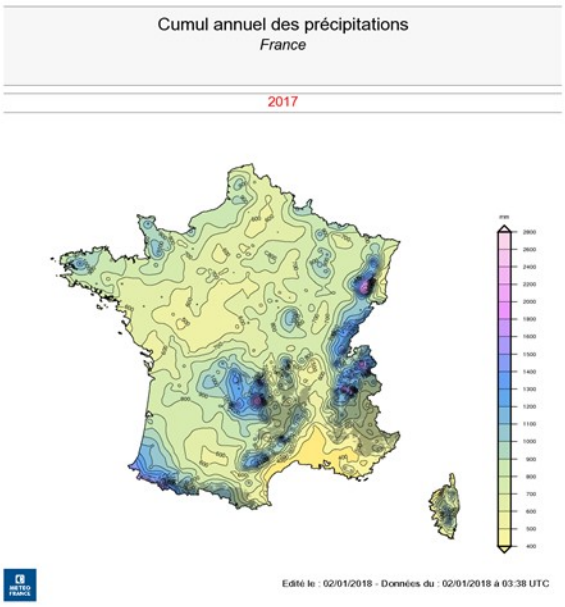


Fig. 3 : Précipitations

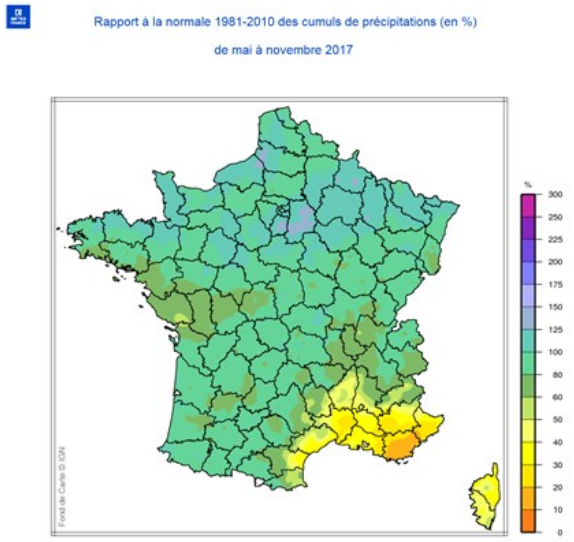


Fig. 4 : Rapport à la normale des précipitations

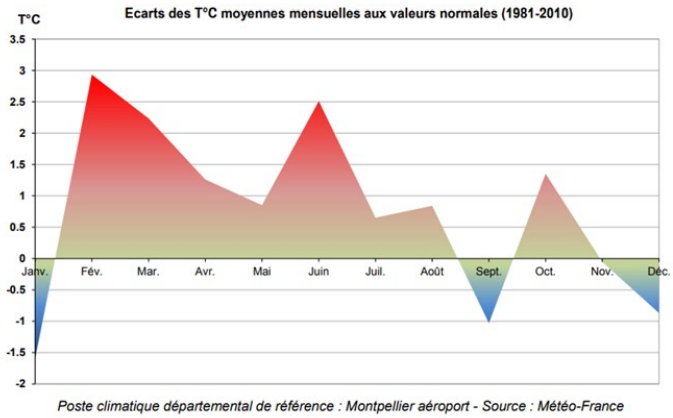
Dans la région

Depuis le mois de mai 2017, les précipitations ont été quasi absentes sur les régions méditerranéennes qui ont connu un déficit exceptionnel jusqu'en novembre. Le mois de mai a ainsi été peu arrosé sur le pourtour méditerranéen et la Corse avec un déficit supérieur à 60 %. Durant l'été, la pluviométrie a encore été déficitaire de plus de 50 % sur ces régions où il a généralement plu moins de 10 jours en trois mois. En Corse et dans le Var, le déficit a même atteint 70 %. Dans la continuité, durant l'automne, les précipitations ont été peu abondantes pour la saison sur les régions méditerranéennes avec un déficit compris entre 40 et 80 %.
Sur les sept mois, le déficit de pluviométrie a souvent dépassé 50 % sur les régions du Sud-Est. En région Provence-Alpes-Côte d'Azur et sur le Gard, la pluviométrie cumulée entre mai et novembre a été la plus faible sur la période 1959-2017 avec un déficit moyen de plus de 60 %. Des records annuels ont même été enregistrés à Nîmes (Gard) avec 328,5 mm, à Orange (Vaucluse) avec 327,8 mm et à Toulon (Var) avec 271,8 mm, postes ouverts depuis plus de 70 ans.

Dans l'Hérault

Sur l'Hérault, 2017 est la sixième année la plus chaude enregistrée depuis 1950, après celle record de 2014 et celle de 2015. Elle s'inscrit dans la tendance générale et globale au niveau mondial, où l'année 2015 était la plus chaude jamais enregistrée sur Terre depuis 1870 (source : NOAA).
En moyenne annuelle, l'année 2017 est similaire à l'année 2016 : chaude avec un écart à la normale d'environ 0.8°C (normale 1981-2010). Les températures maximales sont globalement élevées. Au total, 236 jours sont au-dessus des normales soit 65 % de l'année (Fig. 5).
L'année 2017 est une année très sèche sur la majeure partie du département avec des déficits importants à très importants. Seule la partie ouest du département se retrouve excédentaire sur l'année grâce à un début d'année particulièrement pluvieux (Fig. 6).

- **Écart des T°C moyennes mensuelles par rapport à la normale (1981-2010)**



Poste climatique départemental de référence : Montpellier aéroport - Source : Météo-France

En dehors de janvier, septembre et décembre, **les moyennes mensuelles sont supérieures aux normales** avec des écarts de 0.5°C à près de 3°C en février.

Fig. 5 : Écart à la normale des températures mensuelles à Montpellier - Fréjorgues

Cartographie de l'écart pluviométrique annuel à la moyenne par unité agroclimatique

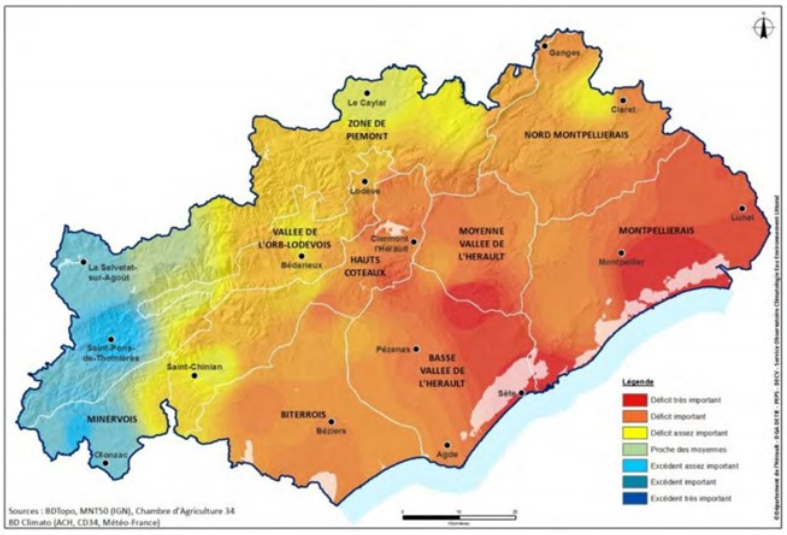


Fig. 6 : Écart pluviométrique annuel par rapport à la moyenne dans l'Hérault

Les tableaux ci-après présentent les températures moyennes (Tab. 1) et les précipitations et heures d'ensoleillement moyennes mensuelles (Tab. 2) pour Montpellier et le Mont Aigoual.

Quant à l'année 2018, elle semble bien s'inscrire dans toutes ces tendances que nous venons de passer en revue et qui sont confirmées, aussi, par le dernier rapport spécial du GIEC (octobre 2018).

Toutes les données utilisées pour cette synthèse climatique 2017 sont issues de :
- Annales climatologiques et hydrologiques 2017 (Département de l'Hérault)
- Blunden, J., D. S. Arndt, and G. Hartfield , Eds., 2018: State of the Climate in 2017. Bull. Amer. Meteor. Soc., 99 (8), Si–S332, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1.
- www.meteofrance.com

Mois	Lieu	Températures en °C					
		Mini moyen	*Mini normal*	Mini absolu	Maxi moyen	*Maxi normal*	Maxi absolu
Décembre 2017	Montpellier	2,0	*3,7*	-4,5	12,2	*12,2*	18,4
	Mont Aigoual	-4,3	*-2,6*	-10,6	1,0	*2,1*	12,5
Novembre 2017	Montpellier	6,2	*6,8*	0,4	15,9	*15,3*	19,9
	Mont Aigoual	-1,0	*-0,4*	-7,9	3,2	*4,2*	10,0
Octobre 2017	Montpellier	12,6	*11,9*	7,2	22,5	*20,5*	26,2
	Mont Aigoual	5,8	*4,1*	-1 ,1	11,4	*8,7*	18,3
Septembre 2017	Montpellier	13,7	*15,0*	7,8	24,2	*25,0*	30,8
	Mont Aigoual	5,3	*7,2*	1,0	11,3	*13,0*	18,2
Août 2017	Montpellier	19,9	*18,5*	16,2	29,2	*28,9*	37,7
	Mont Aigoual	11,8	*10,4*	3,6	18,9	*17,0*	26,1
Juillet 2017	Montpellier	19,7	*18,9*	15,6	29,8	*29,3*	35,0
	Mont Aigoual	10,6	*10,4*	3,6	17,5	*17,3*	23,9
Juin 2017	Montpellier	19,0	*16,0*	14,1	28,4	*26,4*	34,7
	Mont Aigoual	11,0	*7,7*	1,5	17,9	*13,9*	26,1
Mai 2017	Montpellier	12,7	*12,5*	6,1	23,5	*22,0*	32,4
	Mont Aigoual	5,5	*4,1*	-3,0	11,4	*9,7*	21,2
Avril 2017	Montpellier	9,2	*8,7*	4,8	20,2	*18,2*	27,2
	Mont Aigoual	1,0	*0,0*	-6,0	7,9	*5,3*	14,1
Mars 2017	Montpellier	8,1	*5,9*	4,1	18,2	*15,9*	25,6
	Mont Aigoual	1,0	*-2,0*	-5,4	6,5	*3,0*	12,8
Février 2017	Montpellier	6,7	*3,3*	1,2	15,2	*12,8*	21,3
	Mont Aigoual	-1,1	*-3,8*	-6,2	2,6	*0,7*	11,1
Janvier 2017	Montpellier	0,7	*2,8*	n.d	10,5	*11,6*	n.d
	Mont Aigoual	-5,2	*-3,5*	n.d	-0,1	*1,0*	n.d

Tab. 1 : Données de température disponibles sur le site internet de Météo France. Les normes de température minimum moyenne et maximum moyenne correspondent à la période 1981-2010.

Mois	Lieu	Pluviométrie en mm			Ensoleillement en heures	
		Total	*Norme*	*J/norme*	Total	*Norme*
Décembre 2017	Montpellier	11,2	*66,7*	4,0/*5,6*	144,7	*136,5*
	Mont Aigoual	128,3	*198,9*	15,0/*12,3*	n.m	n.m
Novembre 2017	Montpellier	14,4	*66,8*	1,0/*6,1*	199,3	*148,8*
	Mont Aigoual	198,6	*282*	12,0/*13,1*	n.m	*n.m*
Octobre 2017	Montpellier	21,1	*96,8*	2,0/*6,8*	230,4	*168,6*
	Mont Aigoual	175,1	*298,4*	9,0/*14,2*	n.m	*n.m*
Septembre 2017	Montpellier	7,0	*80,3*	2,0/*4,6*	249,3	*241,5*
	Mont Aigoual	26,6	*175,4*	9,0/*8,7*	n.m	*n.m*
Août 2017	Montpellier	13,0	*34,4*	3,0/*3,6*	296,4	*298,0*
	Mont Aigoual	13,2	*67,7*	3,0/*7,3*	n.m	*n.m*
Juillet 2017	Montpellier	1,6	*16,4*	1,0/*2,4*	363,4	*339,7*
	Mont Aigoual	34,5	*48,3*	4,0/*5,9*	n.m	*n.m*
Juin 2017	Montpellier	36,2	*27,8*	5,0/*3,6*	327,6	*312,4*
	Mont Aigoual	55,1	*92,9*	6,0/*8,2*	n.m	*n.m*
Mai 2017	Montpellier	30,1	*42,7*	8,0/*4,9*	320,0	*263,9*
	Mont Aigoual	123,1	*159,7*	8,0/*11,4*	n.m	*n.m*
Avril 2017	Montpellier	29,9	55,5	2,0/*5,7*	293,0	*227,0*
	Mont Aigoual	123,6	*177,5*	7,0/*11,8*	n.m	*n.m*
Mars 2017	Montpellier	85,1	*34,3*	6,0/*4,7*	215,7	*220,9*
	Mont Aigoual	156,5	*109,3*	11,0/*10,5*	n.m	*n.m*
Février 2017	Montpellier	18,2	*51,8*	8,0/*4,4*	121,8	*168,1*
	Mont Aigoual	279,7	*146,2*	12,0/*12,8*	n.m	*n.m*
Janvier 2017	Montpellier	52,8	*55,6*	n.d/*5,5*	179,4	*142,9*
	Mont Aigoual	141,2	*175,4*	n.d/*12,2*	n.m	*n.m*

Tab. 2 : Données de pluviométrie et d'ensoleillement disponibles sur le site internet de Météo France. Les normes de pluviométrie mensuelle correspondent à la période 1981-2010. Les normes d'ensoleillement mensuel correspondent à la période 1991-2010 (n.m : non mesuré).

Sommaire

Le mot du président ……..…….…..... 3
Distribution, écologie et devenir de la Pivoine officinale (*Paeonia officinalis* subsp. microcarpa Nyman) dans le Massif central - M. Debussche & G. Debussche ……..…….. 4
L'importance des champignons pour l'Homme : intérêts, dangers et perspectives - F. Fons, S. Morel & S. Rapior ……..…… 31
Note sur les coléoptères endémiques ou remarquables de l'Hérault : *Pseudoseriscius pruinosus* (Dufour, 1820) (Tenebrionidae : Diaperinae) - C. Alonso ……..…… 52
Histoire de la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier - M. Brunet …….. 56
Du Mexique au Groenland en passant par l'Aude et la Lozère : quelques échantillons remarquables de la collection de minéralogie de l'Université de Montpellier - V. Dubost ……..……. 66
L'œuvre du naturaliste-médecin Hervé Harant (1901-1986) : un chapitre d'histoire de la pensée biologique à Montpellier - P.O. Methot ……..…….. 77
Données climatiques de l'année 2017 - M. Crousilles ……..……..…… 98

En première page de couverture : Une plante de Pivoine officinale, certainement âgée, porte cinq hampes florales et prospère dans les cailloutis calcaires des sommets de la montagne de la Séranne (crédit photographique : Emilie Andrieu)

ISSN 0373-8701