

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

Volume 155

Année 2015



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

Reconnue d'utilité publique par décret du 14 avril 1933
C.C.P. Montpellier 628-95 K

Présidence : M. Daniel Mousain, 11 rue Démians - 30000 Nîmes, tél. pers. 04 66 67 81 88/06 27 25 29 66.

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 : <http://s2hnh.org> et **adresse électronique** : contact@s2hnh.org

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

Activités : sorties, conférences, 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 / f.andrieu@cbnmed.fr

Entomologie : réunions et sorties. Réunion le premier mardi de chaque mois, au local. Contacts M. Gérard Duvallet / gduvallet@aol.com et/ou M. Jacques Taïb / jacquestaib@cegetel.net

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 en haute saison le lundi matin par Mmes le Professeur Sylvie Rapior (04 11 75 96 55), Laurence Mondolot (04 11 75 96 58) et Françoise Fons (04 11 75 96 60) au Laboratoire de Botanique, Phytochimie et Mycologie, Faculté de Pharmacie, entrée par la Voie Domitienne, tél : 04 11 75 96 56.

Avantages réservés aux membres :

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

Annales et Bulletins de liaison régulièrement publiés.

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 copies à Daniel Mousain (daniel.mousain@orange.fr) et 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 2016 (déductible des impôts sur le revenu dans la limite légale) : elle est de 28 € par personne, 38 € pour un couple et 7 € pour les étudiants de 30 ans au plus et les demandeurs d'emploi (sur justificatifs).

Le mot du président

Daniel Mousain

Le présent volume des *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault*, celui qui porte le « millésime 2015 », troisième à paraître sous sa forme actuelle, vous parvient enfin au cours d'une année 2016 déjà bien entamée ! La disponibilité plus restreinte de la plupart des acteurs rédactionnels, durant les derniers mois, ainsi qu'une relecture approfondie, voire méticuleuse des projets d'articles, motivent ce retard. En revanche, cette organisation a garanti un dialogue de qualité entre les différents acteurs de la publication et assuré une validation formelle de tous les manuscrits par leurs auteurs. Tous sont à féliciter pour leurs efforts, leur savoir-faire, leur réactivité et leur patience. Bien que ne couvrant pas systématiquement toutes les disciplines relevant du champ d'activités de la SHHNH (mais plusieurs promesses d'articles, sur des thématiques cette fois délaissées, nous ont d'ores et déjà été faites pour le volume 156), ce volume 155 offre un éventail suffisamment large d'articles pour satisfaire l'intérêt de nombreux lecteurs. D'emblée, Ph. Ponel et J.-H. Yvinec nous informent de l'utilisation accrue d'insectes subfossiles, surtout des Coléoptères présents dans les sédiments quaternaires, en tant que marqueurs des conditions environnementales du passé. Participant à l'inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault), D. Morin présente ensuite la liste des 51 Orthoptéroïdes qu'il y a observés en 2014 et 2015. La synthèse bibliographique de R. Gimilio met en exergue le rôle des bactéries symbiotes de la mouche ravageuse des olives : ces bactéries assurent la digestion des aliments d'origine végétale par l'insecte et pourraient l'aider à résister aux pesticides, tandis que le cuivre contribuerait à annihiler cette résistance. Dans ce volume, une deuxième contribution à la flore de l'Hérault est proposée par F. Andrieu, J.-M. Coste et P. Delaumone : plus de 50 taxons d'observation récente sont présentés. Prenant des exemples illustrant diverses méthodes d'étude, cependant toutes basées sur le concept de séries de végétation, G. Bonin montre comment sont comprises les successions de la végétation méditerranéenne et quels sont leurs principaux stades dynamiques, dont les processus fonctionnels sont ceux des systèmes naturels. Catherine Breton et A. Bervillé nous initient aux différentes modalités de l'auto-incompatibilité, mécanisme très répandu chez les Angiospermes, et à ses conséquences pour la conduite des vergers ou des cultures. Enfin, le monumental essai de nomenclature raisonnée des variétés d'olives et d'oliviers, réalisé par Josiane Ubaud, permettra dorénavant d'utiliser, parmi les 270 noms recensés, le nom de variété écrit en occitan (en graphie classique ou mistralienne) ou son adaptation correcte en français, ce qui réduira l'anarchie grammaticale et lexicale, prévalente.

Comme annoncé dans l'Édito du Bulletin de liaison n° 4, et confirmé lors de l'Assemblée Générale des adhérents de la SHHNH du 9 avril dernier, Monique Brunet (secrétaire générale depuis 12 ans), Louis Marchais (trésorier-adjoint puis trésorier depuis 9 ans) et moi-même (président depuis 7 ans... et membre du CA depuis près de 30 ans) n'ont pas sollicité le renouvellement de leur mandat au CA. Ce « mot du président » est, par conséquent, le dernier que j'adresse au lecteur, en cette qualité. Mon retrait n'est pas un désengagement complet des activités de la SHHNH qui pourra encore compter sur ma participation à diverses missions... ne serait-ce que dans les commissions permanentes qui seront nommées par le CA renouvelé le 9 avril et presque au complet !? Cette évocation me fournit l'opportunité de féliciter pour leur engagement les administrateurs réélus et les deux nouveaux élus, Gérard Leplat et Jean-Claude Davidian. La relève du bureau sortant sera assurée au sein du CA renouvelé, avec très probablement une nouvelle organisation assurant un réel partage des tâches. Mais

ce nécessaire renouvellement du CA, que j'appelle de mes vœux depuis trois ans, n'est pas encore totalement accompli : ainsi, il reste, dans cette instance, un siège à pourvoir !

En jetant un regard sur ces années de responsabilités au sein de la SHHNNH, on ne peut que se féliciter de la capacité qu'a démontrée l'association à (i) organiser des manifestations exceptionnelles parmi lesquelles le 150^e anniversaire de la SHHNNH en 2010 (à la MDE de Restinclières, puis à Montpellier SupAgro et au PNR du Haut-Languedoc), les XXVI^{es} Journées de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes en 2012 (au Vigan), la conférence et les échanges autour du jardinage raisonné « Jardiner autrement » et la conférence-débat « Papillons et Biodiversité », respectivement en 2012 et 2013 (à Montpellier), la manifestation « Volcans » du 29 au 31 janvier 2016 (en partenariat, à Castelnaud-le-Lez), sans compter le traditionnel Salon annuel « Champignons et plantes d'automne » d'octobre, à la Faculté de Pharmacie, (ii) participer depuis 2011 à la Fête de la Biodiversité et / ou au Festival S.E.V.E. à Montpellier et au Marché des Garrigues à Montaud, et (iii) renforcer sa participation traditionnelle à « Primavera » (Jardin des Plantes de Montpellier), à la « Journée des Jardins » (château de Lavérune) et à l'« Antigone des associations » (à Montpellier). Outre les activités organisées à l'initiative des responsables des quatre sections de la SHHNNH, celle-ci participe de plus en plus activement depuis 2013 au programme « Entre Nature et Sens » organisé par le Département de l'Hérault et coordonné par COOPERE 34, réseau départemental d'éducation à l'environnement : nous souhaitons une participation importante des adhérents de la SHHNNH au programme ENS 2016, au Salagou (22 mai et 18 septembre) et aux Rives de l'Arn (1^{er} et 29 octobre). La SHHNNH propose dorénavant un programme d'animation naturaliste de parcs et jardins collectifs qui vient de recevoir le soutien de la Ville de Montpellier. La transformation des *Annales de la SHHNNH* en une publication annuelle d'une centaine de pages à caractère scientifique et technique, complétée par un *Bulletin de liaison* principalement dédié à la vie de l'association, est exemplaire de l'expertise bénévole des nombreux acteurs de ces publications (auteurs d'articles et membres de la commission Annales-site Web, présidée par Gérard Martin). Toutes ces actions ont notamment été permises par une gestion financière très satisfaisante, léguée par mon prédécesseur Claude Lafille, et organisée par les trésoriers qui se sont succédé depuis 9 ans, Pierre Signoret et Louis Marchais (au nom de la SHHNNH, qu'il me soit permis ici de remercier Mme J. Richard dont l'expertise comptable bénévole a permis depuis de nombreuses années de valider les comptes qu'ils ont présentés !). La communication des activités de la SHHNNH doit beaucoup à la gestion perfectionnée de son site Web par les webmasters, Gérard Martin et Michel Crousilles. Chacun a pu aussi connaître et apprécier les compétences, le savoir-faire et l'activité de notre secrétaire générale, Monique Brunet. Au-delà des responsables des sections et des membres du CA, de nombreux bénévoles, passionnés et dévoués, assurent le succès de nos manifestations : je leur adresse mes hommages cordiaux et reconnaissants.

Les insectes comme outils paléoécologiques et archéologiques : une autre façon de reconstruire le passé

Philippe Ponel ^a & Jean-Hervé Yvinec ^b

^a IMBE, Aix Marseille Université, Avignon Université, CNRS, IRD, Technopôle Arbois-Méditerranée, Bât. Villemin - BP 80, F-13545 Aix-en-Provence Cedex 04
(philippe.ponel@imbe.fr)

^b INRAP, UMR 7209, Laboratoire d'Archéozoologie, Centre de Recherches Archéologiques de la Vallée de l'Oise, 17 rue James de Rothschild, F-60200 Compiègne (jhyvinec@free.fr)

Résumé

La présence d'insectes subfossiles dans les sédiments quaternaires est un fait bien connu. Toutefois, le développement de leur utilisation à des fins paléoécologiques, paléoclimatiques et archéologiques est relativement récent. L'essor de l'entomologie du Quaternaire est lié à un certain nombre de caractéristiques propres aux insectes (et tout particulièrement aux Coléoptères) : 1/ ces organismes peuvent se conserver presque indéfiniment dans les sédiments quaternaires en conditions anoxiques, en raison de la solidité de leurs téguments ; 2/ l'identification au niveau spécifique de ces fragments d'insectes subfossiles est souvent possible ; 3/ beaucoup d'espèces présentent des exigences très précises en ce qui concerne de nombreux paramètres environnementaux. Les informations écologiques et climatiques concernant les insectes actuels peuvent être mises à profit pour reconstruire les anciens environnements au sein desquels les insectes retrouvés à l'état fossile ont vécu. La pertinence de cette démarche est évidemment fonction de la précision de l'identification des fossiles.

Mots-clés : Insectes, Coléoptères, Quaternaire, Paléoécologie, Archéoentomologie.

Abstract

The presence of subfossil insects in Quaternary sediments is well known. However, their use as a palaeoecological, palaeoclimatical and archaeological tool is relatively recent. The rapid development of Quaternary entomology is related to several features of insects (especially beetles or Coleoptera): 1/ these organisms may be preserved in anoxic conditions over very long periods because their exoskeletal sclerites are very robust; 2/ The identification to species level of subfossil insect fragments is often possible; 3/ Many species show very narrow environmental requirements. Ecological and climatical data drawn from modern insect distribution and biology can be used to reconstruct the ancient environments in which the fossil insect lived. The pertinence of such approach is clearly dependent on the precision of the fossil identification.

Keywords : Insects, Coleoptera, Quaternary, Palaeoecology, Archaeoentomology.

Introduction

La présence d'insectes dans certains sédiments quaternaires est un fait bien connu, particulièrement dans les régions du nord de l'Europe où l'extraction de tourbe pour le chauffage domestique est une pratique courante. Il est en effet très facile d'apercevoir à la surface du sédiment de nombreux fragments de Coléoptères aux couleurs vives, simplement en découpant la tourbe à la bêche (il s'agit le plus souvent dans ce cas de fragments à aspect métallique, composés de restes de Coléoptères Chrysomelidae des genres *Donacia* ou *Plateumaris*, qui abondent dans les marais et les tourbières). Cependant, comme l'écrivaient avec pertinence Buckland & Coope (1991), l'étude des insectes quaternaires se

situait jusqu'à une période très récente à mi-chemin entre la géologie et la biologie, dans une sorte de « no man's land » où bien peu de chercheurs paraissent s'être aventurés. Cette répugnance résulte sans aucun doute d'une croyance largement répandue, selon laquelle les insectes contenus dans les sédiments quaternaires (déposés au cours du dernier million d'années, très approximativement) ne peuvent être identifiés à des espèces encore vivantes, mais correspondent en fait aux ancêtres des insectes actuels. De nombreuses publications datant du siècle dernier témoignent de cette méprise, puisqu'il s'agit presque toujours de simples descriptions d'espèces, considérées comme éteintes aujourd'hui. Si cette conception est acceptable pour des périodes géologiques plus anciennes, on sait maintenant qu'il n'en est rien pour le Quaternaire, et que la quasi-totalité des espèces d'insectes étudiées jusqu'à présent sont morphologiquement et écologiquement identiques aux espèces actuelles (Coope, 1991). Cette constatation a ouvert la voie à l'essor de l'entomologie du Quaternaire comme une discipline paléoécologique reconnue (Lowe & Walker, 1997 ; Elias, 1994) : les insectes fossiles sont des outils paléoécologiques à part entière, c'est-à-dire de précieux marqueurs des conditions environnementales du passé.

Les principes

L'intérêt de l'étude des insectes subfossiles quaternaires et de l'interprétation de leurs assemblages est lié à un certain nombre de caractéristiques qui font de ces organismes un matériau de choix pour la paléoécologie.

- Il s'agit en effet de restes d'organismes pouvant subsister presque indéfiniment dans la plupart des sédiments quaternaires en raison de la nature chitineuse de leurs téguments, à condition que des conditions anoxiques aient été permanentes. Dans de bonnes conditions taphonomiques, ces fossiles d'insectes peuvent parfois abonder dans certains sédiments.

- L'identification au niveau de l'espèce de ces restes d'insectes est possible dans de nombreux cas. Ce point est important car beaucoup d'espèces présentent des exigences écologiques très précises pour de nombreux paramètres environnementaux ; ainsi, cette sténopie peut permettre d'affiner les reconstructions paléoécologiques.

- Les insectes sont bien connus et constituent donc d'excellents marqueurs paléoenvironnementaux grâce à l'information tirée de la littérature entomologique concernant les insectes actuels, et donc l'entomocénose participe à dresser un tableau fidèle de l'environnement au sein duquel les insectes retrouvés à l'état fossile ont vécu.

Le matériel, les aspects techniques sur le terrain et en laboratoire

Les Coléoptères sont évidemment très largement dominants dans les assemblages fossiles, en raison de leur prédominance dans le monde vivant et de la résistance de leurs téguments (Fig. 1). Ils sont toutefois bien loin d'être le seul ordre d'insectes présent dans les sédiments quaternaires. Les fragments d'autres insectes souvent bien représentés et en bon état de conservation appartiennent aux Hétéroptères, Hyménoptères (surtout Formicidae), Mégaloptères (en particulier les pièces céphaliques des larves de *Sialis*), Diptères (essentiellement des capsules céphaliques de larves de Chironomidae), Trichoptères (diverses pièces bien chitinisées de larves). Les sédiments archéologiques recèlent aussi et souvent en abondance des restes de Siphonaptères et de Dermaptères. Les Coléoptères, par la robustesse de leur exosquelette, sont presque toujours, et de loin, l'élément dominant. Seule l'étude des Diptères Chironomidae et des Trichoptères fossiles a acquis une véritable autonomie en raison de la diversité taxonomique élevée et de l'abondance de ces insectes dans les lacs et les cours d'eau, et par conséquent dans beaucoup de séquences sédimentaires quaternaires (Hofmann, 1986 ; Williams, 1988).

Comme pour toute autre étude paléoécologique, la première étape consiste à prélever le sédiment dans un site favorable : tourbière, étang, rivage lacustre, exposition naturelle liée par exemple à l'action d'un cours d'eau... Ce prélèvement peut se faire par carottage (Fig. 2) lorsque la nature du terrain ou la

profondeur des couches sédimentaires que l'on se propose d'échantillonner ne permet pas le creusement d'une tranchée. Même l'emploi d'un carottier de gros diamètre (de 8 à 10 cm) se révèle souvent insuffisant pour obtenir une quantité de sédiment exploitable ; il est alors nécessaire d'extraire plusieurs carottes parallèles et de corrélérer les couches sédimentaires isochrones à l'aide de caractères lithologiques (Fig. 3). La séquence sédimentaire obtenue peut être assimilée à des « archives » paléoécologiques qui contiennent, sous diverses formes (pollen, macrorestes végétaux, insectes...), la mémoire des anciens environnements et par là même des anciens climats qui se sont succédé et qu'il suffit donc de savoir faire « parler ».

Au laboratoire, la première étape est la séparation et la concentration des restes d'insectes contenus dans les différents échantillons par une technique simple qui consiste à déliter et à désagréger le sédiment sous l'eau, puis à éliminer les particules fines par criblage sur un tamis calibré de maille 300 µm (Coope, 1986). Le refus du tamis, qui contient un mélange de débris végétaux et d'insectes, est placé dans un autre récipient et incorporé à du pétrole. L'excès de pétrole est récupéré, puis l'ajout d'eau en quantité suffisante dans le récipient et la décantation permettent la séparation par flottation des différentes fractions. Après quelques minutes, les débris d'insectes enduits sélectivement d'un film de pétrole flottent à la surface tandis que la majorité des débris végétaux coulent au fond du récipient. Il ne reste plus qu'à verser délicatement la fraction supérieure dans le même tamis de 300 µm et à éliminer les résidus de pétrole au moyen d'un détergent. Le dernier tri est manuel, à la pince fine et sous loupe binoculaire, pour prélever les restes d'insectes fossiles. Ces fragments d'insectes, stockés dans des tubes de verre en alcool à 90° additionné d'un peu de glycérine, peuvent être conservés sur de très longues périodes.

L'identification des fragments d'insectes

Il s'agit d'une étape particulièrement coûteuse en temps, mais souvent moins difficile qu'il n'y paraît, car il est très fréquent de constater l'état de conservation tout à fait remarquable des fossiles quaternaires. Régulièrement, on peut observer des restes de charançons (*Phyllobius*, *Sitona*, *Hypera*...) munis de toutes leurs soies et squamules. Les processus qui interviennent lors du passage de la communauté d'insectes vivants à la taphocénose d'insectes morts n'entraînent donc pas de changements considérables de l'aspect des fragments de l'exosquelette ; en ce sens, l'étude des fossiles quaternaires diffère considérablement de l'étude des fossiles lithifiés antéquatéraux (de là l'emploi fréquent du terme « subfossile » pour désigner ces fossiles « récents »).

L'assemblage fossile est trié en alcool sous la loupe binoculaire, et les fragments regroupés par catégories taxonomiques dans une seconde boîte de Petri, cette fois sur un disque de papier-filtre humecté d'eau. Cette précaution est indispensable car les fragments d'insectes observés à sec peuvent subir des altérations morphologiques considérables s'ils ne sont pas réhumidifiés, particulièrement les pièces minces (comme les élytres) qui s'enroulent et se ratatinent jusqu'à devenir parfois complètement méconnaissables.

L'identification des insectes fossiles quaternaires n'est pas fondamentalement différente de celle des insectes actuels. Le principal obstacle pratique réside dans l'impossibilité d'utiliser les clés de détermination proposées par les ouvrages usuels de systématique, qui sont établies pour l'identification d'insectes complets. En effet, les fragments fossiles se présentent toujours sous forme de pièces désarticulées et isolées, puisque les muscles et les ligaments ont disparu, décomposés lors du processus de fossilisation. Des travaux bien illustrés peuvent servir à une première approche, en particulier les révisions de genres accompagnées de photos au microscope à balayage ; toutefois, pour une identification plus précise, il est indispensable d'avoir accès à une collection de référence la plus complète possible et de pouvoir comparer soigneusement les fossiles avec des spécimens de référence actuels.

La méthode la plus simple consiste à déposer à l'aide d'un pinceau humide le fragment étudié (le plus souvent une tête, un prothorax, ou une partie de prothorax, un élytre ou un fragment d'élytre) directe-

ment sur la partie correspondante du spécimen moderne appartenant à l'espèce qui paraît se rapprocher le plus du fossile. La comparaison est ainsi effectuée aisément, puisque la pièce fossile et l'insecte actuel de référence sont accolés et observables simultanément dans le champ de vision. L'observation doit être prompte car la dessiccation intervient rapidement et déforme la pièce fossile si l'on ne prend pas soin de la réhumecter à intervalles réguliers à l'aide d'un pinceau. On s'attache alors à comparer les caractères visibles sur les pièces étudiées : forme générale, forme de l'angle huméral ou de l'apex de l'élytre, profondeur de la striation élytrale, insertion des soies sensorielles, pubescence, ponctuation, couleur, microsculpture... Un petit « truc » très simple mais efficace consiste à observer les fossiles sous un éclairage intense par fibres optiques à l'intérieur d'un cylindre de papier calque, ou d'un tube de diapos en plastique opalescent dont le fond a été découpé. Cet éclairage diffus améliore considérablement l'observation des pièces brillantes et métalliques en éliminant les reflets et procure une perception bien meilleure des caractères de ponctuation et de microréticulation.

Dans certains cas, les genitalia mâles sont parfaitement conservés, soit isolés, soit encore contenus dans l'abdomen de l'insecte fossile lorsque les conditions de conservation ont été optimales. Il est alors facile de les extraire comme pour un spécimen actuel, avec l'aide de pinces fines et d'aiguilles montées, puis de les monter sur une paillette de bristol dans une goutte de DMHF (2,5-diméthyl-4-hydroxy-3 (2H)-furanone) (Bameul, 1990). Une identification très précise est alors possible, puisque pour beaucoup de groupes d'insectes les genitalia mâles demeurent le meilleur critère d'identification.

Dans la plupart des assemblages analysés, le taux d'identification des fragments au niveau de l'espèce ou du groupe d'espèce est généralement voisin de 50 %. Ce taux dépend évidemment de nombreux paramètres, en premier lieu de la qualité de conservation des restes, mais aussi du niveau de connaissance de la faune d'insectes dans la région étudiée. Le long et minutieux travail d'identification ne peut être accompli en totalité par le paléontomologiste seul, qui ne peut prétendre à une compétence dans tous les groupes taxonomiques, et il est souvent dans l'obligation de recourir au concours d'un spécialiste pour les identifications délicates.

Le comptage des fragments identifiés dans l'assemblage considéré permet d'estimer le nombre minimum d'individus de chaque taxon, à partir du décompte des pièces diagnostiques présentes. Les résultats de l'analyse d'une séquence sédimentaire sont consignés sous forme d'un tableau à double entrée qui donne, pour chaque échantillon, les effectifs de tous les taxons identifiés. Une représentation graphique sous forme d'histogramme analogue aux diagrammes des analyses polliniques facilite beaucoup l'interprétation de la séquence, elle peut montrer les fluctuations au cours du temps de taxons remarquables ou les fluctuations de catégories écologiques particulières (taxons aquatiques, hygrophiles, associés aux ligneux, à la strate herbacée, liés à un climat particulier, etc.).

L'analyse et l'interprétation des assemblages

La diversité des insectes contenus dans les assemblages quaternaires est évidemment, pour une bonne part, la conséquence de l'exceptionnelle richesse en espèces de cet ordre et de leur présence dans tous les milieux du globe, mais aussi de la complexité des processus taphonomiques qui conduisent à la formation de ces assemblages fossiles. En effet, bien que les taxons aquatiques ou ripicoles forment souvent une partie importante de l'assemblage (les sites favorables à la conservation des insectes sont généralement des tourbières, des lacs, des étangs, des bras morts de rivières), ces catégories écologiques sont loin de représenter les seuls groupes figurant dans l'enregistrement sédimentaire. Ainsi, à une faune purement locale vient se superposer un élément extra local, composé d'insectes apportés vivants ou morts sur le site de dépôt par les vents, le ruissellement des eaux de pluie, les cours d'eau, la chute volontaire ou accidentelle de spécimens volants. L'ensemble des taxons qui composent cette taphocénose contribue à broser un tableau parfois très détaillé et précis du paléoenvironnement qui prévalait autour du site de dépôt, parfois bien au-delà du site lui-même. Les Coléoptères, par exemple, peuvent fournir des indications très diverses sur de nombreux paramètres environnementaux

biotiques et abiotiques. Comme on peut aisément le concevoir, la précision et la pertinence de ces indications sont en grande partie conditionnées par le niveau taxonomique atteint lors de l'identification des fragments.

Les insectes « terricoles » peuvent renseigner sur le type de sol. Beaucoup d'espèces ripicoles (comme par exemple la plupart des Carabidae) ont des exigences particulières en matière de granulométrie, certaines recherchant les substrats sableux, d'autres les substrats limoneux, d'autres encore les berges couvertes de galets ou encore les bords d'étangs riches en accumulations de débris végétaux. Le degré d'humidité du sol est aussi un facteur important pour beaucoup d'espèces terricoles, puisque beaucoup d'espèces de Carabidae (« bembidions ») recherchent les lieux humides, alors que d'autres sont plutôt associées aux terrains secs et chauds (*Ditomus*, *Licinus*, *Cymindis*). La densité du couvert végétal, aussi bien ligneux qu'herbacé, peut être indiquée par les espèces « terricoles » non phytophages, puisque certaines espèces recherchent l'ombre et la fraîcheur des milieux forestiers, d'autres encore les milieux ouverts (prairies alpines, milieux steppiques...), ou les berges ombragées des cours d'eau. La salinité du substrat est suggérée par la présence de carabiques halophiles ; cette indication est parfois précieuse pour reconstruire les anciennes transgressions marines ou les pénétrations d'eau de mer en milieu côtier (Ponel *et al.*, 2007). Outre les Carabidae, bien d'autres familles de Coléoptères vivant au sol sont susceptibles d'apporter des informations sur les conditions édaphiques.

Les espèces phytophages présentent un intérêt considérable en paléocologie car elles permettent de caractériser très efficacement la nature des paléovégétations en fournissant des informations originales par rapport à l'analyse pollinique ou aux autres disciplines paléobotaniques. Beaucoup d'espèces parmi les Coléoptères Chrysomelidae, Scolytidae et Curculionidae, sont étroitement liées à une espèce, un genre ou une famille de plantes, ce sont donc de précieux indicateurs de la présence passée de leurs plantes hôtes à proximité du site de dépôt. Mais les Coléoptères sont susceptibles d'apporter bien d'autres informations qui concourent à préciser la nature du milieu végétal : la présence d'insectes saproxylophages permet non seulement d'en déduire la présence d'arbres, mais aussi que le couvert forestier comportait des arbres âgés, dépérissants ou morts (avec des écorces déhiscentes : cas de la présence de certains Colydiidae ou Cucujidae dans les assemblages subfossiles), ou même attaqués par des polypores ou d'autres champignons saproxylophages particuliers (présence de certaines espèces de Tenebrionidae, d'Anobiidae...).

Parmi les aquatiques, les Diptères Chironomidae, les Trichoptères et les Coléoptères sont très sensibles à de nombreux paramètres hydriques. Certains Coléoptères Dytiscidae (*Orectochilus villosus*, *Platambus maculatus*...) et la plupart des Coléoptères Elmidae sont des indicateurs d'eaux courantes bien oxygénées, alors que la plupart des Hydrophilidae sont plutôt associés aux eaux stagnantes ou faiblement courantes, souvent riches en plantes aquatiques. Ces insectes peuvent donc renseigner sur la vitesse du courant des anciens cours d'eau. La nature du fond (sédiments fins ou grossiers), le degré de turbidité des eaux, leur taux de salinité, peuvent être également suggérés par certaines espèces. De même, la présence d'une végétation aquatique abondante et variée peut être indiquée par certains Halipplidae, mais aussi par les représentants à mœurs subaquatiques des familles Chrysomelidae et Curculionidae (*Donacia*, *Plateumaris*, *Haemonia*, *Bagous*...). Ces insectes apportent donc des renseignements précieux sur la composition de la flore aquatique et héliophytique qui peuplait le site étudié. Il existe également des insectes aquatiques inféodés aux eaux à forte salinité. C'est également parmi les espèces aquatiques que se rencontrent d'excellents indicateurs de conditions thermiques (comme par exemple *Agabus arcticus*) qui sont utilisés dans l'élaboration des reconstructions climatiques et particulièrement dans l'estimation des paléotempératures.

En matière de paléoclimatologie, les Coléoptères subfossiles s'avèrent donc être des marqueurs particulièrement précieux, car la répartition actuelle de beaucoup d'espèces est étroitement corrélée aux conditions climatiques. Un exemple bien connu est *Helophorus glacialis*. Cette espèce ne peut accomplir son cycle vital qu'en présence de névés, puisque sa larve se développe exclusivement sur les sols boueux imbibés d'eau glacée à la périphérie des neiges fondantes. *Helophorus glacialis* est aujourd'hui

cantoné en France aux hautes altitudes, au moins 2 000 m dans les Alpes et les Pyrénées, alors qu'il atteint le niveau de la mer dans le nord de la Scandinavie. Dans un assemblage de Coléoptères subfossiles, la présence de cette espèce, assez facile à identifier, suggère que des névés persistaient tard en été et que les températures moyennes de juillet ne s'élevaient pas au-dessus de 10°C. Des espèces aussi caractéristiques sur le plan climatique apparaissent à très basse altitude dans les séquences sédimentaires correspondant aux périodes les plus froides de la dernière glaciation et permettent de reconstruire les paléoclimats avec précision.

Une méthode originale de reconstruction climatique basée sur les Coléoptères, le « Mutual Climatic Range Method » a été mise au point par Atkinson *et al.* (1986). En accord avec le principe d'actualisme, cette méthode est fondée sur la répartition géographique actuelle des espèces identifiées dans un assemblage subfossile, et sur les conditions climatiques actuelles correspondant à cette répartition. Dans un premier temps, il est nécessaire de dresser une « enveloppe climatique spécifique » pour chacune des espèces de l'assemblage. Cette enveloppe désigne le nuage des points qui correspondent aux stations météorologiques à proximité desquelles une espèce donnée est présente actuellement, les stations météo étant positionnées sur le diagramme en fonction de deux critères : l'amplitude thermique annuelle et les températures moyennes du mois le plus chaud. Lorsque ce travail a été effectué pour chacune des espèces (ou le maximum d'espèces) appartenant à l'assemblage subfossile, il suffit de superposer toutes les enveloppes climatiques. L'intersection qui apparaît sous forme d'un petit polygone correspond au « Mutual Climatic Range », que l'on peut traduire par « Aire Climatique Mutuelle », correspond aux conditions climatiques sous lesquelles les espèces de l'assemblage subfossile ont vécu ensemble. Il suffit de reporter les coordonnées de ce petit polygone sur les deux axes du diagramme, pour obtenir une estimation chiffrée de l'amplitude thermique annuelle et des températures moyennes du mois le plus chaud (Atkinson *et al.*, 1987 ; Ponel, 1995, 2005).

L'utilisation de ces techniques en archéologie

L'utilisation des insectes en archéologie est limitée par les conditions de conservation propres à chaque site ou structure. Trois cas de figure peuvent se présenter :

- (i) Des minéralisations ponctuelles (au contact d'un objet métallique par exemple) ou plus larges (latrines, tombes) peuvent se produire et permettre la conservation des insectes comme dans le cas du cercueil en plomb gallo-romain d'Evreux (Yvinec *in* Pluton-Kliesch *et al.*, 2013).
- (ii) La carbonisation, quand elle se produit de manière lente et à faible température, peut favoriser la conservation des restes d'insectes. C'est souvent le cas en association avec des stocks de grains, ce qui livre de fructueuses informations sur les modes et conditions de conservation des céréales et légumineuses aux différentes époques. C'est, par exemple, le cas pour le grenier gallo-romain incendié d'Amiens (Matterne, Yvinec & Gemehl, 1998). Ces deux conditions de conservation sont relativement anecdotiques en comparaison avec le nombre de sites qui livrent des échantillons de milieu humide.
- (iii) Il arrive que le niveau de la nappe phréatique, ou sa remontée, favorise la conservation des insectes dans la quasi-totalité des structures un peu creuses, mais la plupart du temps, ce mode de conservation n'est obtenu que dans les plus profondes et souvent uniquement dans le fond des puits. Ceci étant, le potentiel informatif est très élevé à chaque fois et permet d'aborder de nombreuses problématiques archéologiques car, par le passé, la présence des insectes était nettement plus importante dans l'habitat humain que de nos jours.

Schématiquement, les recherches archéoentomologiques telles qu'elles sont pratiquées actuellement relèvent de deux approches, complémentaires et parfois combinées : l'influence de l'activité humaine sur le milieu et d'autre part la connaissance des conditions de vie de nos ancêtres.

La première approche a pour but principal d'analyser le paléoenvironnement des sites et l'impact des activités humaines sur celui-ci, grâce à l'analyse d'assemblages d'insectes subfossiles extraits de sédiments de sites naturels, tels que mares, lacs, tourbières, bras morts de rivières, situés à proximité

des zones d'anciens habitats. Par ses méthodes de prélèvement sur le terrain et d'interprétation des données, cette démarche est très proche de celle suivie lors de recherches paléoclimatiques et paléocologiques « classiques » en milieu non anthropisé. Un exemple très significatif de cette approche est fourni par l'analyse du site de Thorne Moors en Angleterre (Buckland, 1979). Les transformations du milieu naturel ont été si profondes et si étendues, que de nombreuses espèces de Coléoptères forestiers disparaissent de ce site au moment où des traces irréfutables d'activités humaines apparaissent. La destruction de la forêt primaire a été pratiquée à si large échelle dès l'Âge du Bronze que toute une série d'espèces a été éradiquée définitivement des Îles Britanniques !

La seconde approche se propose plutôt d'obtenir des informations originales sur les divers aspects du mode de vie de nos ancêtres à partir de la composition des assemblages d'insectes, essentiellement synanthropes, contenus dans les sédiments anthropogéniques échantillonnés au cours de fouilles archéologiques. Ce second axe de recherche concerne donc plus directement les activités humaines. Le mode de remplissage des fosses, la nature des rejets dans les dépotoirs, la détermination des activités pratiquées à proximité du site ou encore le mode d'utilisation d'un bâtiment peuvent être précisés par l'étude des insectes, comme le montre l'illustration présentant la diversité des insectes dans un habitat ancien (Fig. 4). Par exemple, les vrillettes s'attaquent aux charpentes et aux meubles en bois. Le charançon du grain *Sitophilus* et tout un cortège d'autres espèces se délectent des réserves de nourriture. Les *Blaps*, probablement cavernicoles ou associés aux terriers d'animaux sauvages à l'origine, trouvent dans les caves de nouveaux milieux à investir, qui plus est, bien approvisionnés. Les mouches étaient bien plus abondantes dans les maisons et, avec elles, les prédateurs d'asticots comme le staphylin. D'autres insectes vont jusqu'à parasiter l'homme lui-même (puces et poux) et sont des agents de transmission de maladies.

Les insectes témoignent parfois d'activités artisanales comme la teinture à York, en Grande-Bretagne, au début du Moyen-Âge (où ont été découverts des charançons inféodés à une plante tinctoriale non présente actuellement dans la région). Les remplissages de certaines structures peuvent être interprétés à partir des cortèges d'insectes observés, comme dans le cas de latrines ou de puits isolés pour l'alimentation du bétail. L'obtention de listes d'espèces et les regroupements de celles-là par affinités écologiques sont de précieuses sources d'information qui permettent d'éclairer une grande variété de cas de figure. L'étude d'une habitation de l'Âge du Fer, en Hollande, a montré des apports de plantes ou de matériaux en provenance de zones écologiques éloignées de l'habitat, pour divers usages. Du sable de bord de mer, contenant des insectes qui s'y enfouissent, a été apporté pour assainir le sol de la maison. L'utilisation de roseaux et de joncs pour la litière ou pour la toiture est attestée par les insectes qui vivent sur ces plantes ou hibernent dans leurs tiges. Certains insectes témoignent du stockage de fourrage pour le bétail ou alors ont été ingérés et excrétés par les animaux, sur le sol. Ils donnent une idée des zones utilisées pour le pacage. D'autres indiquent clairement qu'une partie de l'habitation est utilisée comme étable.

Dans le domaine de l'archéologie funéraire, les études archéoentomologiques continuent à se développer et apportent de nombreuses informations grâce aux traits de vie des insectes (Huchet, 2010).

Avec les techniques d'extraction génétique actuelles, il est déjà possible d'utiliser ce matériel archéoentomologique souvent très bien conservé pour des analyses génétiques poussées. Ainsi, l'analyse d'échantillons de fragments d'insectes, provenant de sites anglais gallo-romains et médiévaux a montré que l'on pouvait non seulement extraire de l'ADN ancien mais aussi en tirer de substantielles informations (King *et al.*, 2009). Ainsi le charançon du grain (*Sitophilus* spp.) (Fig. 5) a-t-il déjà fait l'objet d'une recherche génétique sur les variations intraspécifiques qui pourraient apporter des informations sur la provenance et la dispersion des populations de cette espèce dans le passé. Celle-ci est de nos jours devenue cosmopolite grâce à sa dispersion involontaire par l'Homme, au point que l'on ignore encore de quelle niche écologique et de quel secteur géographique elle est originaire. Les études archéoentomologiques indiquent que l'association avec l'Homme commence au Proche-Orient, avec, peut-être, une origine encore plus à l'est (King *et al.*, 2014). La compréhension des associations entre l'Homme et

les insectes est un des enjeux importants. Elles permettent de mieux appréhender le rôle de nombreux insectes synanthropes qui s'attaquent aux denrées alimentaires ou sont vecteurs de maladies qui touchent l'Homme ou les animaux domestiques (voir, par exemple, Huchet *et al.*, 2013).

Depuis la première présentation française des potentialités de l'archéontomologie (Ponel & Yvinec, 1997), les choses ont largement évolué ainsi que le montrent les dernières avancées en génétique, ou bien les 600 pages de synthèse de Kenward (2009) sur les invertébrés en archéologie dans le nord de l'Angleterre ! Mais beaucoup reste à faire. Les insectes sont donc finalement de très bons indicateurs des climats et d'environnements passés et des témoins archéologiques très utiles. Paléontomologie et archéontomologie présentent de forts potentiels, particulièrement lorsque les résultats sont croisés avec ceux fournis par d'autres disciplines archéologiques et environnementales, avec parmi ces dernières la palynologie, la pédoanthracologie, la malacologie, l'analyse des macrorestes végétaux, ou même celle d'arthropodes encore peu utilisés en archéontomologie comme les acariens Oribates (De la Riva-Caballero, 2011).

Références bibliographiques

- Atkinson T.C., Briffa K.R. & Coope G.R., 1987. Seasonal temperatures in Britain during the past 22,000 years, reconstructed using beetle remains. *Nature* **325** : 587-592.
- Atkinson T.C., Briffa K.R., Coope G.R., Joachim M.J. & Perry D.W., 1986. Climatic calibration of coleopteran data : 851-858. In : Berglund B.E. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.
- Bameul F., 1990. Le DMHF : un excellent milieu de montage en entomologie. *L'Entomologiste* **46** : 233-239.
- Buckland P.C., 1979. Thorne Moors : a palaeoecological study of a bronze age site. A contribution to the history of the British insect fauna. Working Paper. University of Birmingham, Birmingham.
- Buckland P.C. & Coope G.R., 1991. *A Bibliography and Literature Review of Quaternary Entomology*. J.R. Collis Publications, Department of Archaeology & Prehistory, University of Sheffield, 85 p. Sheffield.
- Coope G.R., 1986. Coleoptera analysis : 703-713. In : Berglund B.E. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley & Sons. Chichester.
- De la Riva-Caballero, A. 2011. *Oribatid Mites in a Changing World*. PhD thesis, Bergen Museum and Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Bergen, Norway, 38 p.
- Elias S.A., 1994. *Quaternary Insects and their Environment*. Smithsonian Institution Press, 284 p. Washington.
- Huchet J.-B., 2010. Des insectes, des momies : l'apport de l'entomologie à l'étude des pratiques funéraires des sociétés anciennes : 33-55. In : Cartron I., Castex D., Georges P., Vivas M. & Charageat M. *De Corps en Corps, traitement et devenir du cadavre*. Publication des actes du colloque MSHA du 28 mars 2008, « Identité (s) et Mémoire(s) des Populations du Passé ».
- Huchet J.-B., Callou C., Lichtentberg R. & Dunand F., 2013. The dog mummy, the ticks and the louse fly : Archaeological report of a severe ectoparasitosis in Ancient Egypt. *International Journal of Paleopathology* **3**(3) : 165-175.
- Hofmann W., 1986. Chironomid analysis : 715-727. In : Berglund B.E. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley & Sons. Chichester.
- Kenward, H., 2009. Invertebrates in archaeology in the north of England. *English Heritage Research Department Report Series* 12/2009, 785 p. <http://research.english-heritage.org.uk/report/?14728>
- King G.A., Gilbert M.T.P., Willerslev E., Collins M. & Kenward H.K., 2009. Recovery of DNA from archaeological insect remains: First results, problems, and potential. *Journal of Archaeological Science* **36** : 1179-1183.
- King G.A., Kenward H., Schmidt E. & Smith D., 2014. Six-legged hitchhikers: an archaeobiogeographical account of the early dispersal of grain beetles. *Journal of the North Atlantic* **23** : 1-18.
- Lowe J.J. & Walker M.J.C., 1997. *Reconstructing Quaternary Environments*. Pearson, 446 p. London.
- Matterne V., Yvinec J.-H. & Gemehl D., 1998. Stockage de plantes alimentaires et infestation par les insectes dans un grenier incendié de la fin du II^{ème} siècle après J.C. à Amiens (Somme). *Revue Archéologique de Picardie* **3**(1) : 93-122.
- Pluton-Kliesch S., Devière T., Kliesch F., Leconte L., Christophe Moulherat C., Pilon F. & Yvinec J.-H., 2013. Un cercueil antique en plomb découvert à Evreux (Eure) - Etude pluridisciplinaire. *Gallia* **70**(2) : 323-340.

- Ponel P., 1995. Rissian, Eemian and Würmian Coleoptera assemblages from la Grande Pile. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **114** : 1-41.
- Ponel P., Coope G.R., Antoine P., Limondin-Lozouet N., Leroyer C., Munaut A.-V., Pastre J.-F. & Guiter F., 2005. Late-Glacial Palaeoenvironments and Palaeoclimates from Conty and Houdancourt, Northern France, reconstructed from Beetle remains. *Quaternary Science Reviews* **24** : 2449-2465.
- Ponel P., Gandouin E., Coope G.R., Andrieu-Ponel V., Guiter F., Van Vliet-Lanoë B., Franquet E., Brocandel M. & Brulhet J., 2007. Insect evidence for environmental and climate changes from Younger Dryas to Sub-Boreal in a river floodplain at St Momelin (St Omer basin, northern France), Coleoptera and Trichoptera. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **245** : 483-504.
- Ponel P. & Yvinec J.-H., 1997. L'archéontomologie en France. *Les nouvelles de l'archéologie* **68** : 31-37.
- Ponel P. & Pérez C., 2008. Quelques bonnes captures entre Crau et Camargue : *Paromalus luderti* (Marseul, 1862), *Cyclodinus larvipennis* (Marseul, 1879) et *Platytomus tibialis* (F., 1798) dans les bergeries du Vigueirat (Bouches-du-Rhône) (Coleoptera Histeridae, Anthicidae, Aphodiidae). *L'Entomologiste* **64** : 295-297.
- Williams N.E., 1988. The use of caddisflies (Trichoptera) in paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **62** : 493-500.

Une étude héraultaise : les assemblages de Coléoptères subfossiles découverts sur le site subaquatique Bronze final de la Motte (Agde)

Philippe Ponel ^a & Laurent Bouby ^b

^a IMBE, Aix Marseille Université, Avignon Université, CNRS, IRD, Technopôle Arbois-Méditerranée, Bât. Villemin - BP 80, F-13545 Aix-en-Provence Cedex 04 (philippe.ponel@imbe.fr)

^b ISEM, UMR 55554 CNRS, Université Montpellier - EPHE - IRD, Institut de Botanique, 163 rue Auguste Broussonet, F-34090 Montpellier (laurent.bouby@univ-montp2.fr)

Le site de la Motte se localise à 5 m de profondeur dans le lit mineur de l'Hérault, à l'entrée de la ville d'Agde. Une première opération archéologique subaquatique, conduite en 2004, a permis non seulement la découverte spectaculaire d'une parure féminine en bronze de la fin de l'âge du Bronze ou du début du Premier âge du Fer, mais aussi d'un grand nombre de pieux en bois et de niveaux d'occupation (Fig. 6). Cette opération avait également montré la conservation de restes carpologiques et entomologiques carbonisés et gorgés d'eau. De par l'excellente conservation des vestiges organiques, sa localisation à l'embouchure de l'Hérault et sa situation privilégiée dans l'émergence des contacts commerciaux avec les peuples méditerranéens au début de l'âge du Fer aboutissant à l'implantation précoce des Grecs à Agde, ce site prenait dès lors un intérêt majeur.

Des campagnes plus conséquentes de fouilles et de relevés systématiques ont donc été relancées en 2011 sous la direction de J. Gascó, C. Tourrette et les plongeurs de l'association IBIS. Associées à un programme de carottages dans la basse vallée de l'Hérault, un premier objectif des fouilles était de comprendre le contexte paléoenvironnemental du site, son implantation par rapport au cours du fleuve à cette époque et aux étangs littoraux. Il s'agissait ensuite, bien sûr, de mieux comprendre les activités humaines pratiquées sur le site : est-on confronté à un habitat ? À un site spécialisé en relation avec le fleuve ou le littoral ? L'abondance et la diversité du matériel archéologique conservé permettaient enfin de contribuer à une caractérisation plus précise des modes de vie des populations locales (groupe de Mailhac ; Bronze final 3b – 9^e et 8^e siècles av. notre ère), sur les plans chrono-culturel et socio-économique.

Les fouilles ont permis de remonter à la surface des sédiments prélevés dans des couches riches en matières organiques, souvent associées à des clayonnages en bois. Leur tamisage à maille fine a livré de nombreux éléments végétaux (bois, graines et fruits), témoins des ressources exploitées par les habitants et de l'environnement, ainsi que des restes d'insectes assez abondants puisqu'il a été possible d'identifier 52 taxons dans 3 des 4 échantillons analysés. De façon générale, les informations livrées par les Coléoptères et les restes végétaux sont très cohérentes et complémentaires.

Le charançon *Sitophilus granarius* est bien représenté. Ce Coléoptère (Fig. 5) se développe dans les stockages de céréales et autres graines alimentaires. La culture et la consommation des céréales sont par ailleurs illustrées par l'abondance des grains et éléments d'épis associés aux insectes. L'exploitation de légumineuses est suggérée par des restes de bruches (*Bruchus* sp.), genre de Coléoptères dont les larves se nourrissent pour la plupart de graines de cette catégorie de plantes. Bien d'autres taxons apportent une information précise sur divers aspects paléoenvironnementaux. La présence de troupeaux est probable comme en témoignent les nombreux Coléoptères coprophages, notamment *Onthophagus taurus*. La stabulation de bétail sur le site est directement mise en évidence par la présence de Coléoptères aujourd'hui exclusifs des étables contenant des accumulations de vieux fumier, comme *Aglennus brunneus* (espèce synanthrope aptère, actuellement cosmopolite) et *Platytomus tibialis* (ce dernier pullule aujourd'hui dans certaines bergeries de la plaine de la Crau, comme l'ont signalé Ponel & Pérez (2008). De nombreux restes de feuilles d'arbres (chêne, buis) trouvés dans les couches témoignent vraisemblablement de fourrage ou litière amassés pour les animaux domestiques.

Divers Coléoptères sont associés au bois, sec ou décomposé : ce sont des xylophages ou des saproxylophages (notamment *Scobicia pustulata*) dont le développement a pu être favorisé sur le site par l'ampleur des aménagements en bois ou par l'apport de branchages. Ces espèces sont probablement en partie issues de bois ouverts (habitations ?) mais aussi de milieux forestiers, par exemple *Dorcus parallelepipedus*, associé aux souches pourries, ici peut-être dans l'ancienne ripisylve.

Les autres taxons comprennent une proportion notable d'espèces synanthropes ou associées aux végétaux en décomposition (*Omonadus formicarius*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Stegobium paniceum*, *Typhaea stercorea*).

Diverses espèces témoignent de la végétation locale, riveraine et littorale, comme par exemple *Donacia clavipes* qui vit sur les *Phragmites* donc dans les lieux humides.

La présence d'eau courante est attestée par 4 espèces d'Elmidae, espèces aquatiques des eaux bien oxygénées. C'est le cas de *Limnius* cf. *intermedius*. On peut en déduire que le fleuve a ainsi probablement contribué par ses apports à former les assemblages subfossiles de Coléoptères du site de la Motte.



Fig. 1 : Un assemblage de Coléoptères fossiles daté de 11 000 ans BP (Pla de la Borde, 1 660 m, haute vallée de la Têt, massif du Carlit, Pyrénées-Orientales) (cliché P. Ponel).



Fig. 2 : Une activité parfois salissante, le sondage manuel au carottier "russe" (Lac Hirom, près de Lār, province de Fārs, Iran) (cliché V. Andrieu).



Fig. 3 : Complexité de la lithologie sur une carotte sédimentaire extraite du lac Hirom (Lār, province de Fārs, Iran) (cliché V. Andrieu).



Fig. 4 : Les anciennes habitations humaines, un biotope de prédilection pour de nombreuses espèces d'insectes (dessin Clara Nondedeu-Lejars).



Fig. 5 : Le charançon des céréales *Sitophilus granarius* (L., 1758), spécimen moderne de collection (cliché P. Ponel).



Fig. 6 : Les fouilles subaquatiques de la Motte (cliché J. Gascó).

Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). II. Les Orthoptéroïdes, saisons 2014 et 2015

Didier Morin

2 rue du Dr Richard, F- 30160 Bessèges (didier.morin190@gmail.com)

Résumé

Participant à l'inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault), l'auteur a pu y observer, au cours des saisons 2014 et 2015, 51 espèces d'Orthoptéroïdes dont la liste est présentée dans le texte.

Mots-clés : inventaire entomologique, Pignan, Hérault, Orthoptera.

Abstract

Taking part to the entomological inventory of the « domaine des Blaquières » (Pignan, Hérault), the author listed 51 species of Orthoptera and allied insects in 2014 and 2015 seasons, here.

Keywords : entomological inventory, Pignan, Hérault, France, Orthoptera.

Pour les généralités concernant le site des Blaquières, le lecteur est invité à se référer à Taïb *et al.* (2014). Au cours des deux saisons d'observations, 2014 et 2015, j'ai pu lister 51 espèces d'Orthoptéroïdes (au sens de Chopard, 1952), c'est-à-dire un ensemble un peu hétéroclite et obsolète d'insectes hémimétaboles ou à métamorphoses incomplètes, à pièces buccales broyeuses, à large champ anal aux ailes postérieures et dont les juvéniles mènent le même genre de vie que les adultes (ce qui exclut les Odonates et les Plécoptères), soit : les Dictyoptera Blattodea (blattes) (3 espèces observées), les Dictyoptera Mantodea (mantes) (4 espèces), les Isoptera (termites) (non observés, mais non recherchés), les Dermaptera (perce-oreilles) (2 espèces), les Phasmatoptera (phasmes) (2 espèces), les Embioptera (1 espèce), les Notoptera (grylloblattes) (non représentés en France), et les deux sous-ordres d'Orthoptera vrais : Ensifera (sauterelles, grillons) (19 espèces) et Caelifera (criquets) (20 espèces). L'ensemble de ces ordres était présenté dans la *Faune de France* de Chopard (1952), ouvrage de référence lors de mes débuts, ce qui m'avait amené à tous les étudier. Aujourd'hui, ces groupes sont bien séparés, avec des spécialistes et publications bien différenciés. De plus, l'observation des blattes, des perce-oreilles, des Embioptera (Fig. 1) (et aussi, dans une certaine mesure, des grillons) est bien différente, dans la litière, sous les pierres ou en battant la végétation, alors que sauterelles, criquets, phasmes et mantes se recherchent à vue. Seuls ces derniers sont recherchés pour les études d'impact, et leurs inventaires rapides.

Les relations entre ces groupes ne sont pas clairement définies. Les pattes postérieures permettant le saut des sauterelles et des criquets, par exemple, ne seraient qu'une convergence morphologique ; les sauterelles et les phasmes pondent leurs œufs isolément, alors que blattes, mantes et criquets rassemblent les leurs dans des oothèques... Nous attendons une étude globale, plus fine, en morphologie, embryologie, phylogénie moléculaire... à venir.

Les ouvrages de détermination pour la faune française ne manquent plus : Bellmann & Luquet (1995), Defaut (1999), Defaut & Morichon (2015), Sardet, Roesti & Braud (2015), Sardet, Roesti & Braud (à paraître dans la collection Parthénope).

La faune des Blaquières représente la faune classique des garrigues méditerranéennes, avec une espèce protégée au niveau européen, et une espèce endémique.

Elle présente tous les types de cycle annuel. Dans le cycle classique, seuls les œufs sont présents en

hiver, avec éclosion au printemps, les juvéniles atteignant le stade adulte en été, au cours duquel ils se reproduisent avant de mourir à l'automne en fin de cycle et à cause des conditions météorologiques défavorables. Nous avons dans le domaine méditerranéen et présents aux Blaquières, l'*Empusa pennata* dont les juvéniles (diablotins) sont présents en hiver, l'adulte au printemps, alors qu'il n'y a plus que les oothèques en été ; l'*Anacridium aegyptium* (Caelifera) passe l'hiver à l'état adulte (plus quelques juvéniles) et la ponte s'effectue avant l'été. Les mâles se font remarquer au printemps en produisant des crépitements en vol. De même, les acridiens *Aiolopus strepens*, *Acrotylus fischeri* passent l'hiver sous forme d'imago et se reproduisent aussi au printemps. *Locusta cinaerescens* adulte est observable par les belles journées de mars et de nouveau à l'automne : l'espèce est bivoltine ainsi qu' *Omocestus rufipes*. *Isophya pyrenaica* est une espèce précoce, adulte en avril-mai et *Arcyptera brevipennis vicheti* adulte en mai, mais qui disparaît ensuite. Enfin, rappelons que le cycle des *Gryllotalpa* s'effectue en près de 2 ans, ce qui permet de pouvoir observer quelques spécimens d'Orthoptères tout au long de l'année.

Cette liste d'observations comprend des espèces eurythermes largement répandues en France voire en Europe (*Tettigonia viridissima*, *Ephippiger diurnus*, *Gryllus campestris*, *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Platycleis albopunctata*, *Calliptamus barbarus*, *Pezotettix giornae*, *Oedipoda coerulescens*, *Gomphocerippus biguttulus*, *G. brunneus*, *G. vagans*, *Omocestus rufipes*, *Euchorthippus elegantulus*, *Mantis religiosa*, *Forficula auricularia*, *Ectobius lucidus*...) ou à répartition méditerranéenne ou atlantico-méditerranéenne tout en étant commune (*Tylopsis lilifolia*, *Phaneroptera nana*, *Decticus albifrons*, *Tessellana tessellata*, *Pholidoptera femorata*, *Gryllomorpha dalmatina*, *Arachnocephalus vestitus*, *Anacridium aegyptium*, *Euboriella moesta*, *Loboptera decipiens*, *Empusa pennata*, *Ameles decolor*...). Quelques espèces méritent un commentaire particulier concernant leur fréquence, leur phénologie, leur répartition ou leur statut.

Platycleis sabulosa : strictement littorale méditerranéenne, elle n'a été observée qu'une fois dans le vallon nord.

Platycleis falx laticauda : observée uniquement dans la friche sous la ligne électrique à haute tension.

Thyreonotus corsicus : observée à plusieurs reprises dans le haut du vallon nord, dans la végétation ligneuse, uniquement à l'état juvénile en juin (Fig. 2).

Saga pedo : malgré son statut de protection juridique (Convention de Berne), elle n'est plus incluse à la liste d'espèces régionales déterminantes pour les protections de biotopes en raison de sa fréquence et du fait qu'elle n'est pas caractéristique d'un milieu particulier. Observée dans les chemins et prairies exposés au sud de la partie nord du domaine.

Gryllomorpha uclensis : une seule observation de cette petite espèce qui a été capturée sous une pierre sur le sentier menant à la mare. Sa petite taille, son aptérisme peuvent la faire confondre avec des juvéniles de *G. dalmatina* plus fréquent. *G. uclensis* ne vit pas dans les ruines ou parties humides des maisons comme le fait *G. dalmatina*.

Calliptamus wattenylianus : ce taxon peu fréquent et précoce est inscrit sur la liste des espèces déterminantes en Languedoc-Roussillon.

Oedipoda germanica : espèce qui a fortement régressé en France sauf dans les montagnes (Alpes, Pyrénées) et les garrigues basses du Languedoc.

Locusta cinerascens : nous avons rétabli le statut d'espèce de ce taxon : Defaut *et al.* (2013, 2014) avec des critères morphologiques, écologiques et phénologiques. Il n'a jamais pullulé et vit dans les garrigues ou les dunes littorales sèches à la différence du *Locusta migratoria* cantonné aux parties humides du lido.

Arcyptera brevipennis vicheti : espèce endémique du Languedoc-Roussillon et du nord de l'Espagne. Inscrite sur les listes d'espèces déterminantes régionales. D'apparition précoce, il reste caché dans la végétation ou sous les ligneux bas ; observé dans le haut du vallon nord du domaine (Fig. 3).

Lobolampra subaptera : encore une petite espèce précoce et subaptere qui doit la faire confondre avec un juvénile d'autres espèces.

Bacillus rossius : un exemplaire capturé à l'état de juvénile en septembre et maintenu en élevage. Il périt malheureusement au cours de sa mue imaginale au tout début janvier. Les adultes s'observent dans la nature, de juin à décembre.

Iris oratoria : espèce un peu méconnue et pourtant commune en 2014 autour de la mare. Se distingue de *Mantis religiosa* par sa taille plus petite, le brachyptérisme des femelles, l'absence de tache noire sur la face intérieure des pattes antérieures et la belle coloration des ailes (Fig. 4).

Deux espèces n'ont pas été formellement capturées : *Gryllus campestris* a été identifiée par sa stridulation. *Gryllotalpa gryllotalpa* a été repérée par ses galeries à la surface du sable autour de la mare, puis un individu juvénile capturé dans un piège à bière par Jacques Taïb, à proximité immédiate de la mare. Seul un individu adulte permettrait la confirmation de l'identification.

D'autres espèces semblent manquantes : *Barbitistes fischeri* et *Decticus verrucivorus monspeliensis*, présents sur le Causse d'Aumelas. *Oecanthus pellucens*, commun par ailleurs, sans doute non découvert par manque de chasse de nuit (stridulation) ou de fauchage au filet, *Pyrgomorpha conica*, pourtant recherché au printemps. *Labia minor*, ce petit perce-oreilles se prenant au piège lumineux, souvent autour des tas de fumiers ; taille et allure d'un petit staphylin, à rechercher.

La confusion des spécimens aptères ou microptères avec des juvéniles d'autres espèces est fréquente ; les ébauches alaires apparaissent d'abord comme de petites excroissances sur les méso et métathorax qui ne sont pas recouverts par le pronotum. Au fur et à mesure de la croissance par mues successives, le pronotum cache la base de ces ébauches alaires et surtout celles-ci se retournent, ce qui fait que l'on voit la face inférieure de l'ébauche de l'aile postérieure, les (ébauches des) élytres se retrouvant entre les ailes (Fig. 5 ; Fig. 6) à la différence des insectes adultes où les élytres cachent les ailes postérieures. Les organes alaires retrouvent leur position définitive « normale » lors de la mue imaginale. Avec un peu d'habitude, on distinguera facilement les longues nervures axiales des ailes postérieures visibles chez les juvéniles, des nervures plus épaisses et à conformation variée des élytres des adultes (Fig. 7). Avec plus d'expérience, on saura différencier les ébauches (Fig. 8) des pièces externes de l'appareil reproducteur de celles, complètes, des individus adultes.

Liste des espèces observées aux Blaquières

La nomenclature suit la Liste des Orthoptères de France (excepté les sous-ordres, les tribus et sous-tribus) publiée par l'ASCETE, et régulièrement mise à jour (<<http://ascete.org/>>téléchargements).

ORTHOPTERA ENSIFERA

TETTIGONIIDAE

PHANEROPTERINAE

Tylopsis lilifolia (Fabricius, 1793)

Phaneroptera nana Fieber, 1853

Isophya pyrenaica (Audinet-Serville, 1838)

TETTIGONIINAE

Tettigonia viridissima (Linné, 1758)

Decticus albifrons (Fabricius, 1775)

Tessellata tessellana (Charpentier, 1825)

Platycleis albopunctata albopunctata (Goeze, 1778)

Platycleis sabulosa Azam, 1901

Platycleis falx laticauda (Brunner von Wattenwyl, 1882)

Pholidoptera femorata (Fieber, 1853)

Thyreonotus corsicus corsicus (Rambur, 1838)

SAGINAE

Saga pedo (Pallas, 1771)

BRADYPORINAE

Ephippiger diurnus diurnus Dufour, 1841

GRYLLIDAE

GRYLLINAE

Gryllus (cf.?) *campestris* Linné, 1758

Modicogryllus (*Eumodicogryllus*) *bordigalensis bordigalensis* (Latreille, 1804)

PHALANGOPSIDAE

GRYLLOMORPHINAE

Gryllomorpha (*Gryllomorpha*) *dalmatina* (Ocskay, 1832)

Gryllomorpha (*Gryllomorphella*) *uclensis uclensis* Pantel, 1890

MOGOPLISTIDAE

MOGOPLISTINAE

Arachnocephalus vestitus (Costa, 1855)

GRYLLOTALPIDAE

Gryllotalpa (cf.?) *gryllotalpa* (Linné, 1758)

ORTHOPTERA CAELIFERA

TETRIGIDAE

Paratettix meridionalis (Rambur, 1838)

ACRIDIDAE

CYRTACANTHACRIDINAE

Anacridium aegyptium aegyptium (Linné, 1764)

CALLIPTAMINAE

Calliptamus wattennylianus (Rambur, 1848)

Calliptamus barbarus barbarus (Costa, 1836)

PEZOTETTIGINAE

Pezotettix giornae (Rossi, 1794)

LOCUSTINAE

Aiolopus strepens (Latreille, 1804)

Aiolopus puissant Defaut, 2005

Acrotylus fischeri Azam, 1901

Oedipoda germanica germanica (Latreille, 1804)

Oedipoda coerulescens coerulescens (Linné, 1758)

Locusta cinerascens cinerascens (Fabricius, 1781)

GOMPHOCERINAE

Arcyptera (*Pararcyptera*) *brevipennis vicheti* Harz, 1975

Dociostaurus jagoi occidentalis Soltani, 1978

Gomphocerippus biguttulus biguttulus (Linné, 1758)

Gomphocerippus brunneus brunneus (Thunberg, 1815)
Gomphocerippus vagans vagans (Eversmann, 1848)
Omocestus (Dirshius) raymondi (Yersin, 1863)
Omocestus (Dirshius) haemorrhoidalis haemorrhoidalis (Charpentier, 1825)
Omocestus (Omocestus) rufipes (Zetterstedt, 1821)
Euchorthippus elegantulus Zeuner, 1940

MANTODEA

MANTIDAE

AMELINAE

Ameles decolor (Charpentier, 1825)

MANTINAE

Mantis religiosa Linné, 1758

TARACHODINAE

Iris oratoria (Linné, 1758)

EMPUSIDAE

EMPUSINAE

Empusa pennata (Thunberg, 1815)

BLATTODEA

ECTOBIIDAE

Ectobius lucidus Hagenbach, 1822

Lobolampra subaptera (Rambur, 1838)

BLATTIDAE

Loboptera decipiens (Germar, 1817)

PHASMATOPTERA

BACILLIDAE

BACILLINAE

Bacillus rossius (Fabricius, 1793)

DIAPHEROMERIDAE

PACHYMORPHINAE

Pijnackeria hispanica (Bolivar, 1878)

EMBIOPTERA

Haploembia solieri (Rambur, 1842)

DERMAPTERA

CARCINOPHORIDAE

CARCINOPHORINAE

Enboriella moesta (Gené in Audinet-Serville, 1938)

FORFICULIDAE

FORFICULINAE

Forficula auricularia Linné, 1758

Références bibliographiques

- Albouy V. & Caussanel C., 1990. *Faune de France, 75. Dermaptères ou Perce-Oreilles*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, 245 p. (74 pl. de fig., 8 pl. couleur, 20 cartes) Paris.
- Bellmann H. & Luquet G.C., 1995. *Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe occidentale*. Delachaux et Niestlé, 383 p. Lausanne.
- Chopard L., 1952. *Faune de France, 56. Orthoptéroïdes*. Lechevalier, 359 p. (531 fig.) Paris.
- Defaut B., 1999. *La détermination des Orthoptères de France*. Edition à compte d'auteur, 85 p. Bédeilhac.
- Defaut B. & Morichon D., 2015. *Faune de France, 97. Criquets de France (Orthoptera, Caelifera)* volume 1, fascicules a & b. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, 695 p. (21 pl. couleur) Paris.
- Defaut B., Morichon D., Morin D. & Puissant S., 2012. *Locusta cinerascens* (Fabricius), espèce distincte de *Locusta migratoria* L. (Caelifera, Acrididae, Locustinae). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques* **17** : 5-7.
- Defaut B., Morichon D., Morin D. & Puissant S., 2013. L'étude de phylogénie moléculaire réalisée par Ma *et al.* (2012) sur le Criquet migrateur : nouvelles conclusions taxonomiques (Caelifera, Acrididae, Locustinae). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques* **18** : 45-56.
- Sardet E., Roesti C. & Braud Y., 2015. *Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Editions Biotope, 304 p. Mèze (France).
- Sardet E., Roesti C. & Braud Y. *Guide des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Editions Biotope, Mèze (France) (à paraître).
- Taïb J., Duvallat G. & Leplat G., 2014. Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan Hérault). I. Les Coléoptères, saison 2013. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **154** : 35 - 45.

Remerciements

Je suis reconnaissant à M. Laurent Cazal pour son accueil et la permission de récoltes sur le Domaine des Blaquières, et aux entomologistes de la SHHNH, en particulier Gérard Leplat et Jacques Taïb, pour les moments partagés sur le terrain.



Fig. 1 : *Embiodromus* sp. dans sa galerie de soie sous une pierre.

Fig. 2 : *Thyreonotus corsicus*, juvénile mâle.



Fig. 3 : *Arycya brevipennis vicheti*, femelle adulte.



Fig. 4 : *Iris oratoria*, femelle à gauche, oothèque, mâle.





Fig. 5 : *Anacridium aegyptium*, juvénile mâle.

Fig. 6 : *Euchorthippus elegantulus*, en cours de mue imaginale ; les ailes ne sont pas encore revenues dans la position définitive de l'adulte.



Fig. 7 : *Ameles decolor*, femelle adulte, normalement microptère.



Fig. 8 : *Ephippiger diurnus*, juvénile femelle (ébauche de l'oviscapte visible).



La mouche de l'olive, ses symbiotes, les pesticides et le cuivre

Raymond Gimilio

Oléiculteur à Claret (Hérault)

47 rue Lafeuillade – Le Courreau - Apt. 145, F-34070 Montpellier (raymond.gimilio@sfr.fr)

Résumé

Bactrocera oleae est un ravageur des olives, connu depuis la plus haute antiquité. Sa résistance aux pesticides inquiète les oléiculteurs. Un cas de résistance dû à des bactéries symbiotes chez la punaise du soja (*Riptortus pedestris*) souligne le fait qu'une partie de son cycle est hypogée. Il en va de même chez *B. oleae*.

Cela nous amène à examiner le rôle que pourraient avoir les bactéries symbiotes chez *B. oleae*. La mouche possède des dispositifs anatomiques qui assurent une chaîne de transmission continue des bactéries symbiotes, de l'insecte parfait (imago) à la larve. Ces symbiotes auraient réalisé une co-évolution avec l'insecte. Ils lui assurent la digestion des aliments d'origine végétale au moins au stade larvaire. Ils pourraient, comme chez *R. pedestris*, l'aider à résister aux pesticides. Les essais italiens menés avec les composés du cuivre, en oléiculture (sous forme de bouillie bordelaise ou autre composé), montrent des résultats significatifs dans la mortalité larvaire de *B. oleae*. L'ion cuivre, absorbé par l'insecte, tue les symbiotes chez l'adulte et chez la larve. Le cuivre aiderait donc à diminuer, voire neutraliser, la résistance aux pesticides due aux symbiotes.

Mots-clés : *Bactrocera oleae*, *Riptortus pedestris*, bactéries symbiotes, pesticides, bactéricides, cuivre.

Abstract

Bactrocera oleae is a pest of olives. It is known from ancient times. Its pesticides resistance worries the olive growers. One resistance case to insecticides induced by bacterial symbiont is known with the bean bug (*Riptortus pedestris*). It has been underlined that a part of the insect development cycle is hypogean. It is the same for *B. oleae*.

This brings us to consider what paper can play symbionts in *B. oleae* case. The insect owns anatomic devices insuring a continuous channel for bacterial symbionts, from the perfect insect (imago) to the larvae. These symbionts are supposed having realised co-evolution with the insect. They insure proper digestion of vegetal food, at least for larvae. They also could have, as for *R. pedestris*, helped the fly to resist to insecticides. The Italian field tests in olive orchards, conducted with copper compounds (Bordeaux mixture or other), showed significant results in *B. oleae* larvae mortality. The copper ion is absorbed by insect and it kills the symbionts, in adult as in larvae. Copper will help to decrease, if not neutralise the insecticide resistance induced by bacterial symbionts.

Keywords : *Bactrocera oleae*, *Riptortus pedestris*, bacterial symbionts, pesticides, bactericides, copper.

Introduction

Ce travail, comme ceux qui l'ont précédé (Gimilio, 2013, 2014 & 2015), est le fruit de recherches bibliographiques personnelles et des observations de terrain dans mes trois oliveraies de Claret. C'est une synthèse de résultats déjà acquis.

La mouche de l'olive, *Bactrocera oleae* (Rossi), appartient à la famille des *Tephritidae* (Téphritidés), groupe de mouches (ou moucherons) généralement poly-phytophages. Ce groupe rassemble quelques uns des ravageurs des fruits parmi les plus nuisibles. Il comprend, selon l'état de l'art en décembre 2003, 4 448 espèces classées dans 484 genres (voir site internet sur les Téphritidés). Les photos (Fig. 1 ; Fig. 2) illustrent parfaitement la physionomie de cet insecte long de 1,5 mm et de 4 mm d'envergure, avec la différence des abdomens chez le mâle (extrémité arrondie) et chez la femelle (ovipositeur saillant). Ce ravageur est supposé exclusif de l'olive, son seul hôte actuellement connu. Selon des documents

communiqués en 2006, des olives parasitées ont été trouvées sur le site de Boscoreale - Pompéi en Campanie (Italie) (voir Fig. 3 ; Huchet, com. courriel, 2006). Ce parasite est un des principaux responsables de l'attaque sans précédent de nos vergers d'oliviers à la fin de l'été 2014 (Margier *et al.*, 2014), combinant les facteurs climatiques et les mycoses et provoquant des destructions de récoltes allant de 80% à 100% (Gimilio, 2015). Les résultats des traitements aux pesticides autorisés (AFIDOL, 2015) sont très divers. Ils devraient faire l'objet d'une étude fine pour en tirer des conclusions valables. A notre connaissance, cela n'a pas été fait. Bien des articles ont été consacrés à la biologie de cet insecte. Lecomte (2015) présente un ouvrage magnifiquement illustré et documenté sur la biologie de cet insecte et de ses parasitoïdes ainsi qu'un plaidoyer contre la lutte chimique dirigée vers cet insecte (emploi de désherbants et pesticides « durs »). Spagnol (2014) préconise de « mieux connaître l'ennemi pour mieux lutter contre lui ».

Rappel du cycle biologique de la mouche de l'olive

Selon le cycle (Fig. 4), l'insecte femelle adulte pond dans l'olive un œuf (voir Fig. 5). La larve qui sort dans l'olive, au bout de cinq jours, se nourrit de la chair du fruit (mésocarpe) et les olives deviennent impropres à toute utilisation alimentaire (olives de table et/ou olives à huile). La mouche de l'olive adulte vit un à deux mois mais il serait possible qu'elle puisse survivre plus longtemps, à l'abri, en se mettant en vie ralentie (A. Bervillé, com. verbale). Une mouche de l'olive (selon l'AFIDOL) pourrait vivre 180 jours, soit 6 mois. *B. oleae* (selon Drew & Romig, 2000, *op. cit. in* Spagnol, 2014) est « la seule capable de s'empurger dans les fruits (en l'occurrence les olives) comme dans le sol ».

La résistance aux pesticides (homologués, autorisés ou non) a fait l'objet d'une mise au point (Gimilio, 2015) qui met en évidence l'influence du terrain sur les insectes par rapport aux essais de laboratoire in vitro, hors-sol. Les cas de résistance sur le terrain sont modérés (Vontas *et al.*, 2011) par rapport aux cas des phénotypes obtenus en laboratoire et pointent la résistance au diméthoate malgré les fortes concentrations employées dans les vergers. De même, la résistance au spinosad et aux pyréthrinoides est pointée (Kakani *et al.*, 2010). Nous avons été amené à nous interroger sur le rôle que joue le terrain (sol) dans la résistance ou non de l'insecte parasite ?

Le cycle de vie de *B. oleae* comporte (Fig. 4) une partie hypogée qui commence à l'automne lorsque les olives parasitées tombent au sol. La larve s'enfouit et s'empurge jusqu'au printemps. De là sortiront les imago. Nous devons dire quelques mots sur la punaise du soja (*Riptortus pedestris*). Quel lien avec la mouche de l'olive ? La réponse tient dans le cycle vital des deux insectes lequel comporte une partie hypogée et un manque d'efficacité constaté des pesticides organophosphorés chez les deux insectes.

Résultats acquis sur la punaise du soja

En préambule, nous citerons une étude de l'université de Lyon (Heddi, 2009) qui pointe que le dogme scientifique sur l'immunité « comme système de défense éliminant les bactéries et les corps étrangers doit être reconsidéré ». Il affirme dans son introduction « que beaucoup d'espèces d'insectes accueillent des bactéries depuis des millions d'années et leur offrent gîte et couvert ». Il ajoute « Les bactéries symbiotiques intracellulaires (ou endosymbiotes) ne sont ni passagères ni pathogènes, elles sont intégrées dans le programme embryonnaire de l'insecte et sont transmises d'une génération à une autre de façon permanente par hérédité maternelle, à l'image des mitochondries.[...]. Elles fournissent à l'insecte hôte plusieurs composés métaboliques comme les acides aminés et les vitamines. En retour, l'insecte garantit aux bactéries un gîte protecteur, la transmission (donc la reproduction) [...] et une source permanente de sucres qui leur servent à fabriquer les produits essentiels à leur survie. » Le charançon des céréales, du genre *Sitophilus*, bénéficie de cette coopération, véritable « pacte de solidarité entre l'hôte et son symbiote ». C'est une co-spéciation. Quel serait le mécanisme de résistance aux toxiques lié à la présence de symbiotes ?



Fig. 1 : *Bactrocera oleae* femelle.



Fig. 2 : *Bactrocera oleae* mâle, ailes écartées.



Fig. 3 : Olives parasitées, trouvées à Boscoreale - Pompéi an 79 ap. J.C. (communiqué par Huchet J.B., 2006 ; Campanie, Italie).

Les faits établis pour *Riptortus pedestris* (Fabricius)

Les travaux de chercheurs japonais (Kikuchi *et al.*, 2012) ont mis en évidence un développement de la résistance aux pesticides organophosphorés dû à l'action des bactéries *Pseudomonas* sp. (Fig. 6), *Flavobacterium* sp. et *Burkholderia* sp. sur les pesticides organophosphorés, chez la punaise du soja *Riptortus pedestris* (Fabricius) (*bean bug* en anglais). Cette étude a été brièvement résumée par Sanson (*s.d.*) pour expliquer l'acquisition de l'immunité par des insectes grâce à leurs symbiotes. Tout ce qui suit est extrait et traduit de ces auteurs.

Les bactéries citées sont dotées d'un pouvoir de dégradation des substances toxiques : elles détoxifient en hydrolysant le pesticide organophosphoré (OP). Kikuchi *et al.* (2012) ont étudié le cas du fénitrothion [*O,O*-diméthyl *O*-(4-nitro-*m*-tolyl) phosphorothioate, UNEP-OECD-SIDS, 1991]. Ils ont démontré qu'une souche de *Burkholderia* sp. est capable de dégrader l'insecticide par hydrolyse en 3-méthyl-4-nitrophénol (un composé à faible activité insecticide). Les auteurs précisent que les bactéries précitées « sont capables [...] de métaboliser le produit de dégradation et de l'utiliser comme source de carbone pour leur propre croissance ».

Citons : « La punaise du soja, *R. pedestris*, possède des bactéries symbiotes intestinales du genre *Burkholderia*, localisées dans la région postérieure de l'intestin moyen. L'infestation par la bactérie augmente la croissance et la taille de l'hôte, soulignant la nature bénéfique de la symbiose. »

R. pedestris acquiert ses symbiotes dans son environnement, dans le sol, au second stade larvaire qui est hypogé. Des études extensives récentes sur des espèces voisines ont montré des associations du même type que chez *R. pedestris*. L'insecte est protégé par ses symbiotes qu'il digère, au fur et à mesure de la croissance de la population de bactéries. L'association symbiotique « peut conférer la résistance au fénitrothion aux insectes hôtes ». Dans un article de vulgarisation paru dans *Sciences et Avenir* (Dumas, 2012) l'auteur précise que « Ces mécanismes de résistance pourraient être à l'œuvre dans d'autres cas de résistances aux insecticides ». Les auteurs mettent aussi en évidence l'existence chez un parasite du riz ou de la canne à sucre de bactéries symbiotes du genre *Burkholderia*. La résistance aux pesticides induite par les bactéries symbiotes est établie pour les insectes, les mêmes mécanismes s'appliquent aussi aux guêpes parasitoïdes comme aux insecticides biologiques (Kakani *et al.*, 2010) comme les protéines produites par *Bacillus thuringiensis* (spinosad).

Le mode d'action bactéries-pesticide

Lors de l'application du pesticide sur la plante, application le plus souvent réalisée par une pulvérisation généreuse sur le végétal à protéger (cyclones, turbines, etc.), l'excès coule sur le sol où les bactéries sont attaquées dans leur niche écologique. La majorité des populations (jusqu'à 80%) est détruite. Haleem *et al.* (2013) ont étudié l'action de trois organophosphorés (OPs : malathion, diazinon et diméthoate). Ils raisonnent en termes d'« écologie microbienne » en place dans l'écosystème du sol faisant appel aux relations entre bactéries, champignons, virus et protozoaires, un complexe vivant hétérogène. Les trois OPs sont à large spectre et ont un effet toxique sur certains microorganismes mais stimulent la croissance de certains autres. Les survivants sont forcément résistants aux OPs. L'étude de Haleem *et al.* (2013) souligne que les bactéries qui hydrolysent les OPs comme source d'azote et de carbone « sont affectées négativement par les insecticides tandis que leurs spores restent vivantes ». Les souches bactériennes résistantes recolonisent l'espace laissé vide par les victimes de l'insecticide. L'étude montre également l'action d'autres composés comme la cyperméthrine et souligne l'impact négatif des pesticides sur les souches de bactéries du genre *Azotobacter* (précieuses pour le métabolisme de l'azote du sol). L'étude détaillée du mécanisme, présentée par Singh (2009), remonte à une première étude dans une rizière des Philippines en 1973. Elle donne un arbre phylogénétique complet des bactéries dégradant les organophosphorés (*organophosphorous degrading bacteria* ou OPDB) et conclut à des possibilités d'avenir des OPDB en biotechnologies.

Lors de la phase hypogée de son cycle, *R. pedestris* est infecté par les bactéries qui lui confèrent leur

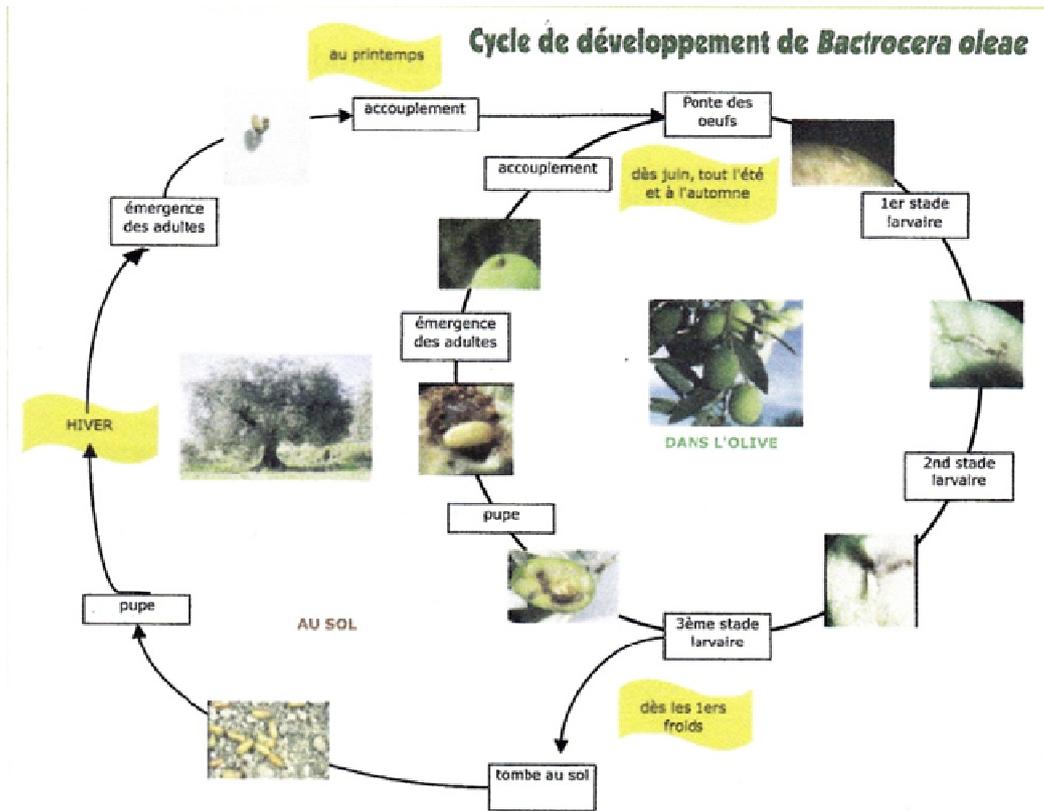


Figure 4 : Cycle de la mouche de l'olive (extrait d'AFIDOL, 2010).



Fig. 5 : Oeuf de *Bactrocera oleae* (0,8 mm).

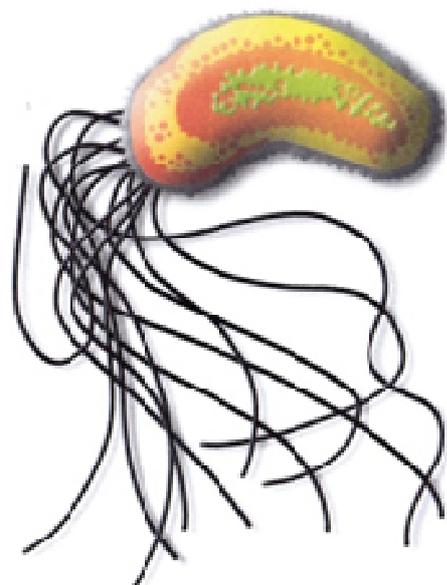


Fig. 6 : *Pseudomonas* sp. (extrait de CIRAD, 2007).

résistance aux OPs. L'insecte (Sanson, *s.d.*) « absorbe ces bactéries au stade larvaire et elles colonisent son tube digestif ». L'auteur affirme que « *R. pedestris* devient résistant (3 x) au fénitrothion ».

Comparaison des cycles de développement

Il a été constaté que d'autres insectes semblent indifférents aux insecticides organophosphorés. Parmi ceux-ci, il en est dont le cycle a une phase hypogée. C'est le cas de *B. oleae*, d'où la comparaison que nous faisons entre *B. oleae* et *R. pedestris* et l'analogie des comportements vis-à-vis des insecticides OPs.

Acquisition des symbiotes par *Bactrocera oleae*

Considérons le cycle de *B. oleae*. Au sortir de l'olive à l'automne, la larve, parvenue au 3^e stade larvaire, sort de l'olive tombée au sol. Elle commence à s'enterrer, sous l'olivier (AFIDOL, 2010). Dans ce court passage, avant de se transformer en puppe, elle entre en contact avec les bactéries du sol et y renouvelle son stock. Elle les emmagasine dans son tube digestif, jusqu'à sa métamorphose complète en imago.

Historique de la question

La recherche sur la mouche de l'olive a été et est menée de manière intense en Italie (Universités de Padoue, Florence, etc.). La découverte du phénomène de la symbiose bactérienne (Zchori-Fein & Bourtzis, 2011 ; Calecca *et al.*, 2012) remonte au siècle passé avec les recherches du biologiste italien Lionello Petri (1909) cité par Calecca *et al.* (2012). Celui-ci décrit pour la première fois une adaptation morphologique, dans la tête, dans le premier tractus du système digestif (Fig. 7). Cette adaptation est apte à contenir et à y faire se reproduire une bactérie en particulier : c'est le *Pseudomonas savastanoi*, l'agent du chancre de l'olivier (*in* Petri, 1909). Capuzzo *et al.* (2005) ont étudié plus particulièrement et décrit également « *Candidatus Erwinia dacicola* », une bactérie symbiotique co-évoluée avec *B. oleae*.

Dispositifs anatomiques chez *Bactrocera*

Capuzzo *et al.* (2005) décrivent un réceptacle céphalique, organe du bulbe œsophagien connecté au pharynx (Fig. 7), où les micro-organismes symbiotes prolifèrent rapidement formant des masses qui atteignent l'intestin moyen. Une équipe de chercheurs italiens (Belcari *et al.* 2014, citant les travaux de Petri, 1909, et un schéma de Girolami, 1973) décrit aussi une structure spécialisée dans la partie antérieure du canal alimentaire (bulbe ou diverticule œsophagien : une « extroflexion vésiculiforme dorsale ») dans la tête de *B. oleae*. Ce diverticule se situe au-dessus du pharynx. La coupe de la tête (Fig. 7) montre bien ce réservoir à bactéries connecté au tractus du canal alimentaire. Belcari *et al.* (2014 ; Fig. 8) détaillent le trajet schématisé en coupe de l'appareil digestif. Spagnol (2014) apporte une série d'illustrations sur l'anatomie externe de *B. oleae*. Ce document présente diverses macro-vues, notamment sur les pièces buccales de la mouche qui sont en corrélation avec ce qui suit, notamment les vues de la trompe (voir Fig. 9) et de l'ovipositeur sorti, prêt à injecter un œuf dans l'olive (voir Fig. 10).

Symbiotes bactériens

Selon Calecca (2012), plusieurs espèces de bactéries peuvent être présentes, dans le diverticule œsophagien. Une présentation résumée (Belcari *et al.*, 2014) liste une vingtaine de bactéries isolées chez *B. oleae* (dans le passé) et 17 bactéries (isolées récemment dans le bulbe œsophagien), soulignant *Pseudomonas pulida* et mentionnant *P. savastanoi* (agent de la bactériose de l'olivier, voir ci-après), parmi les bactéries ainsi comptées. Le texte italien précise (nous traduisons) « Espèces de bactéries isolées dans le bulbe œsophagien d'individus sauvages et élevés en laboratoire de *Bactrocera oleae* [...] (Belcari *et al.*,

2003) ». Toujours selon Calecca (2012), il y a là « *Candidatus Erwinia dacicola* », espèce principale, « symbiote de la mouche » (citant Capuzzo *et al.*, 2005). On peut estimer que ce sont les bactéries symbiotes dont l'autre partie est logée dans l'ensemble du tube digestif, notamment dans l'ampoule rectale de la femelle (voir Fig. 8).

Capuzzo *et al.* (2005) précisent que « la mère [femelle de *B. oleae*] est dotée de glandes périanales contractiles qui se remplissent de bactéries, les symbiotes sont transmis aux œufs lors de l'oviposition. Une masse de bactéries en forme de calotte est typiquement observée autour du micropyle de l'œuf. Les bactéries se multiplient dans le cæcum intestinal des stades larvaires, mais leur localisation dans la puppe n'est pas connue. Les adultes hébergent de grandes quantités de bactéries dans l'organe œsophagien avant d'émerger de leur puparium. » Selon Petri (1909, cité par Capuzzo *et al.*, 2005), la bactérie symbiote est « *Bacterium (Pseudomonas) savastanoi* ». L'hypothèse émise par Petri est que « les bactéries hébergées par la mouche de l'olive auraient existé avant la mise en culture du végétal ». Il y aurait co-évolution.

Nutrition et reproduction de la mouche

L'importance des bactéries symbiotes est soulignée par Capuzzo *et al.* (2005) dans leur introduction : « Les microorganismes peuvent fournir une source d'acides aminés essentiels qui manquent dans le régime [alimentaire] de leurs hôtes. »

Rôle des symbiotes

L'insecte parfait sortant de sa puppe dispose des réserves accumulées par la larve à partir de la chair de l'olive. Il est clair que les bactéries présentes dans les larves ont joué un rôle important dans le régime alimentaire à base de pulpe d'olive. Dans le cæcum de la larve, les bactéries digèrent la cellulose ingérée en rongant l'olive. Les bactéries sont à leur tour digérées par l'intestin de la larve. Cette dernière prospère. Au fur et à mesure que les olives avancent en maturité, la qualité du nutriment des larves évolue vers un enrichissement en matières grasses (huile). La puppe (au stade suivant) renferme donc dans ses réserves des matières nutritives riches en acides aminés provenant des symbiotes digérés par la larve. Cela ne va pas sans rappeler, toutes proportions gardées, ce qui se passe chez mammifères herbivores ruminants (panse) et équidés (estomac) avec les bactéries symbiotes de ces herbivores.

Continuité de la chaîne bactérienne

L'imago qui sort de la puppe a conservé le stock de symbiotes hérité de la larve via la puppe. Les adultes doivent se nourrir en attendant de pouvoir s'accoupler puis, pour la femelle, pondre dans une olive qui doit atteindre 5 à 7 mm de diamètre. Chez chaque sexe, la maturation du sperme et des œufs demande un apport important d'hydrates de carbone (fournisseurs de calories) et de protéines afin de compléter ceux d'origine larvaire. Pour cela, les mouches adultes recherchent, avant et après l'accouplement, des substances sucrées (miellats, nectars...) ou azotées qui leur apportent des calories. Elles sont aussi à la recherche de protéines qu'elles trouveront dans les matières en décomposition comme les fumiers frais, les déjections d'oiseaux, etc. (d'où l'attraction de l'ammoniac dans les pièges alimentaires). Zchori-Fein & Bourtzis (2011, pages 98 et 100) traitent des bactéries associées aux insectes. Ils exposent que, chez la mouche de l'olive, « les bactéries sont contenues dans des glandes anales (intestin terminal) ». Celles-ci contaminent les œufs lors de la ponte et pénètrent avec l'ovipositeur dans le fruit parasité. Elles sont utiles au développement de la future larve dans l'olive, contaminée à son tour par les bactéries qui ont accompagné l'œuf lors de l'oviposition. De plus, Zchori-Fein & Bourtzis (2011) font remarquer que « Ces bactéries sont visibles sur les œufs fraîchement pondus. » Selon Stammer, en 1929, il est digne d'intérêt de remarquer que chez la nouvelle larve formée « l'extrémité céphalique est tournée vers le côté du micropyle, [et que] juste avant de sortir, la larve se retourne dans l'œuf et fait



Fig. 7 : Tête de *B. oleae* en coupe (extrait de Belcari *et al.*, 2014).

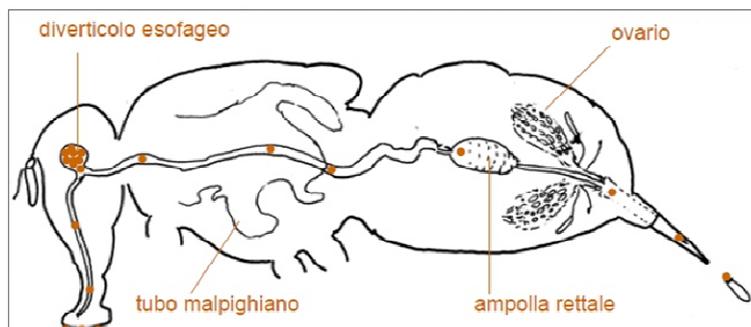


Fig. 8 : Schéma de l'appareil digestif de *B. oleae* en coupe (*in* Belcari *et al.*, 2014).

diverticolo esofageo : diverticule oesophagien ;
tubo malpighiano : tubes de Malpighi ;
ampolla rettale : ampoule rectale ;
ovario : ovaire.

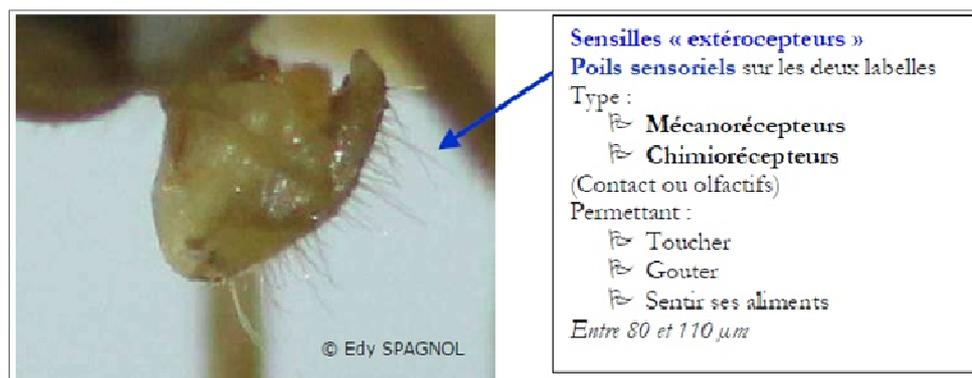


Fig. 9 : Extrémité commentée de la trompe lécheuse-suceuse (Spagnol, 2014).



Fig. 10 : Ovipositeur prêt à pondre (J. Lecomte *in* Spagnol, 2014 ; commentaires de E. Spagnol).

irruption au pôle opposé, se trouvant ainsi en contact avec les bactéries ». Il y a là un déterminisme qui n'est pas une simple coïncidence. Ceci fait l'objet de recherches utilisant la fluorescence.

La chaîne de transmission bactérienne, qui va de l'organe céphalique aux glandes anales de la femelle en passant par l'œuf, séjournant dans la larve à ses différents stades, la puppe et le nouvel adulte (imago), est donc continue. En pondant dans l'olive, la mouche injecte un œuf coiffé de bactéries en provenance des glandes anales et barbouille l'orifice de ponte de salive contenant ses bactéries (en provenance du bulbe œsophagien), deux précautions pour assurer la transmission des symbiotes. La larve « herbivore » pourra digérer la pulpe de l'olive grâce à ces symbiotes. Les galeries creusées dans l'olive contiennent les déjections de la larve et peut-être des bactéries symbiotes. Ce dernier point reste à analyser pour voir quelle influence ces bactéries auraient sur la qualité de la future huile d'olive. Des bactéries *Pseudomonas* et autres *Burkholderia* seraient-elles présentes dans l'huile ?

Bactéries de la surface des olives

Par ailleurs, il faut revenir sur les bactéries qui vivent naturellement à la surface de l'olive. Elles attirent les mouches qui y trouvent une source de protéines, renouvelant ou complétant leur stock de symbiotes.

Nous avons dit que les mouches dégorgent de la salive sur l'épiderme de l'olive, sur le fruit blessé avec leur ovipositeur, à l'endroit de la piqûre. Il est logique de penser que cette salive contient des bactéries provenant de l'organe céphalique réservoir de bactéries (voir ci-avant). Les mouches marquent ainsi le fruit pour ne pas y revenir mais y dégorgent leurs bactéries. Elles ingurgitent ensuite le mélange salive-sève sur le fruit blessé ainsi que les bactéries de la surface du fruit, à l'aide de leur trompe lécheuse-suceuse (Fig. 9). S'il y a du cuivre pulvérisé sur le fruit, il est ingurgité et agit sur les réservoirs à bactéries symbiotes, détruisant ces dernières !

Rôle du cuivre et des composés à base de cuivre

Comment agit ce métal sur la mouche de l'olive (adulte, larve et puppe) ?

Généralités

Selon le CICLA (2010), le cuivre et ses alliages (laiton, etc.) sont des antibactériens reconnus. C'est l'ion cuivre qui agit. Les composés du cuivre présentent quatre états d'oxydation :

- le cuivre (I), souvent nommé cuivreux,
- le cuivre (II), souvent nommé cuivrique,
- le cuivre (III),
- le cuivre (IV).

Les deux premiers sont les plus fréquents. Si le cuivre constitue un oligo-élément indispensable aux êtres humains, à plus haute dose il en va autrement, du moins pour les cellules des bactéries. Le mécanisme de sa toxicité pour les microorganismes est encore inconnu. Quelques théories sont toutefois développées et étudiées (CICLA, 2010) comme :

- la fuite du potassium et du glutamate à travers la membrane cellulaire,
- la perturbation de la balance osmotique,
- la chélation à des protéines qui n'ont pas besoin de cuivre,
- le stress oxydant par génération de peroxyde d'hydrogène.

La résistance au cuivre est jugée improbable, un des arguments étant que les microorganismes sont tués avant d'avoir pu se reproduire et de transmettre un matériel génétique susceptible de porter un gène de résistance. De plus, le CICLA souligne que le cuivre agit de multiples façons et n'est pas spécifique d'un récepteur particulier.

En oléiculture

Dans le monde oléicole et celui de la recherche, Belcari *et al.* (1999 ; 2014) et ses élèves (Rosi *et al.*, 2007), appuyés sur plus d'une vingtaine de références de travaux, mettent en évidence les propriétés du cuivre (*il rame* en italien) dans la conduite des oliveraies, en culture biologique. La Fig. 11, extraite de Belcari *et al.* (1999), se passe de commentaires s'agissant de la mortalité larvaire :

- la parcelle témoin non traitée (en 1997) montre une progression en flèche de l'infestation par *B. oleae*,
- la parcelle traitée montre une courbe d'infestation plate.

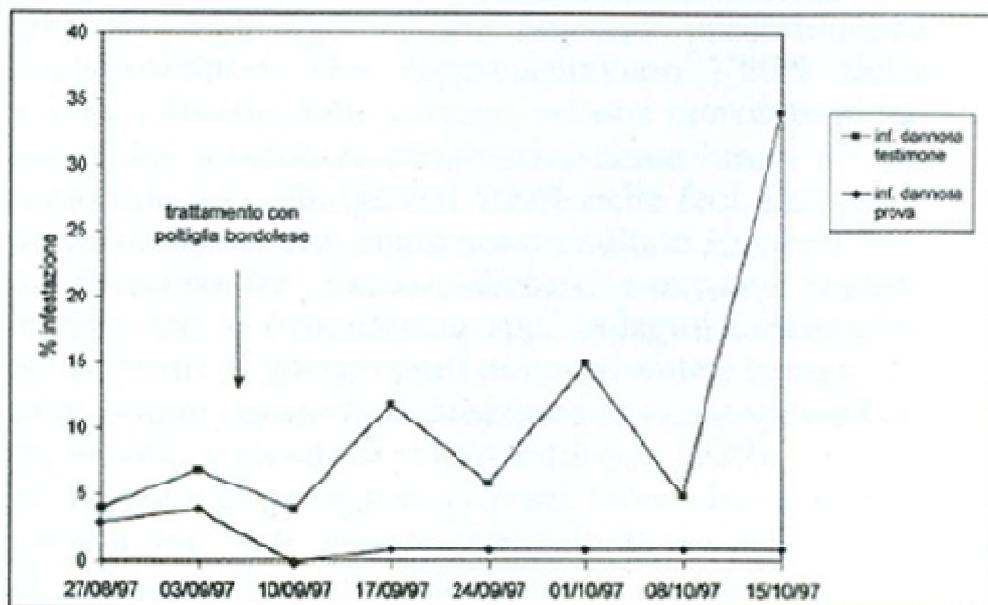


Fig. 11 : Courbes comparées de mortalité larvaire 1997 (Fig. 1 *in* Belcari & Bobbio, 1999).

L'examen des résultats de 1998 (Fig. 12) montre des résultats identiques avec cependant une légère reprise d'infestation après le 23/09/98 (on retrouve toujours le pic d'infestation de septembre-octobre observé par les oléiculteurs dans leurs vergers, depuis de nombreuses années).

Belcari *et al.* (1999) et Rosi *et al.* (2007) affirment « l'étroite dépendance de la mouche de l'olive et de ses bactéries symbiotes » allant jusqu'à proposer des essais en laboratoire d'antibiotiques comme la streptomycine (essais strictement interdits en France à cause du caractère nosocomial de certains *Pseudomonas*). Belcari *et al.* mettent en lumière (2014, page 4) « l'inhibition de la symbiose bactérienne [par le cuivre] comme moyen de contrôle de la mouche de l'olive ». Rosi *et al.* (2007) insistent sur l'interruption de la « chaîne symbiotes » qui provoque « une haute mortalité des larves qui ne peuvent pas vivre sans la présence des bactéries symbiotes ». On peut donc conclure au caractère larvicide indirect du cuivre lequel (voir plus loin) ne provoque aucune résistance.

Comment se fait cette inhibition ? Sur des olives traitées par un composé du cuivre (bouillie bordelaise p.e., composé autorisé en agriculture biologique) les bactéries de la surface du fruit sont éradiquées. Habituellement, ces bactéries se trouvent sur les poils étoilés ou trichomes peltés présents sur les feuilles et les tiges [voir Gimilio (2013, page 76 et Fig. 2, page 84 – *op. cit.* A. Boura, 2013)] ou sur le revêtement cireux des fruits, la pruine. Celle-ci, présente à la surface des fruits, joue aussi son rôle : « Cette fine pellicule est en fait une cire que l'on retrouve sur un très grand nombre de végétaux », rappelle-t-on à INTERFEL (Interprofession des fruits et légumes frais, site Le Figaro, 2012). Elle retient des

micro-organismes, dont les bactéries nécessaires à la mouche. Or, il y a de la pruine sur les olives. Nous allons donc voir comment le cuivre (ainsi que ses composés, puissants bactéricides) va agir sur les bactéries de la surface du fruit.

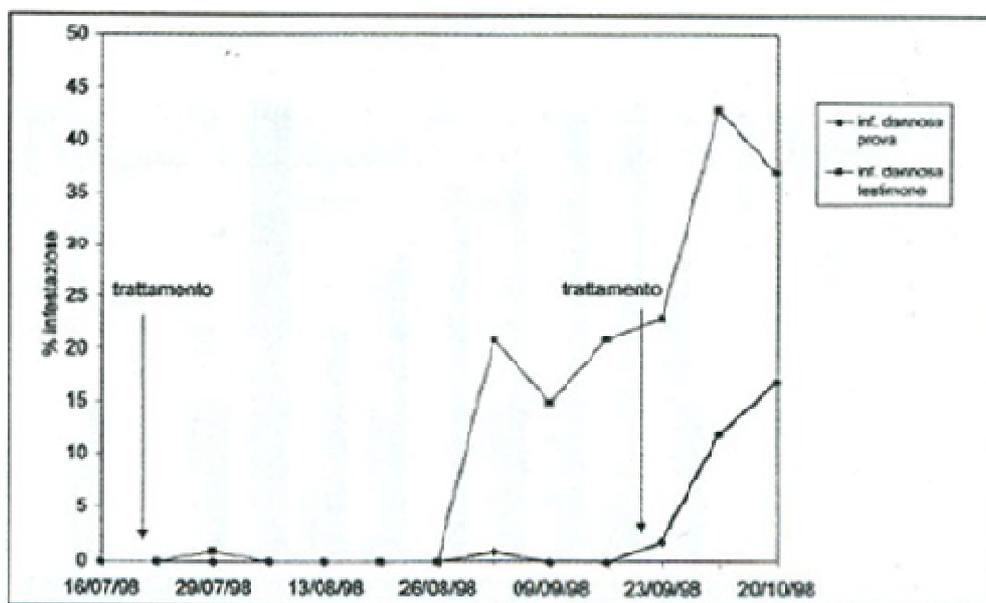


Fig. 12 : Courbes comparées de mortalité larvaire 1998 (Fig. 2 in Belcari & Bobbio, 1999).

Mécanisme de l'intoxication par le cuivre lors de la ponte

Quand la mouche femelle se pose sur une olive traitée, pour pondre, l'ovipositeur (Fig. 10) traverse la fine couche de composé de cuivre déposée lequel a libéré des ions Cu toxiques. Les bactéries dont l'œuf est enduit sont exposées à l'action létale du cuivre. Lorsque la mouche lèche le jus qui s'écoule de la piqûre de son ovipositeur sur la surface de l'olive, elle n'ingère plus de bactéries mais du cuivre lequel va agir tout au long de son tube digestif et attaquer la population bactérienne qui s'y trouve. Elle est privée de la totalité sinon d'une part importante de ses symbiotes nourriciers. L'œuf injecté sous la peau de l'olive est ainsi privé des symbiotes, d'où une importante mortalité des larves qui ne peuvent plus digérer correctement la pulpe de l'olive parasitée : le cycle des symbiotes qui accompagnent les différents stades du développement de la mouche est rompu.

La mort des bactéries pourrait-elle entraîner celle de la mouche de l'olive ? Tout au moins entraînerait-elle une certaine stérilité de la femelle par mortalité de sa descendance. Les recherches menées en Italie sont passées presque inaperçues en France. Pourtant, les travaux de Petri en 1909 démontre l'association entre *P. savastanoi* et la mouche de l'olive, avec la découverte du diverticule pharyngé du diptère. Cette particularité morphologique est mise en évidence chez plus de 50 espèces de Téphritidés (Girolami, 1973 ; Drew & Lloyd, 1989 ; *op. cit. in* Belcari *et al.*, 2009). Des recherches récentes effectuées en Australie sur la bactériosymbiose de quatre Téphritidés du genre *Bactrocera* montre une « prédominance dans le canal alimentaire d'enterobactéries représentant 80% de la microflore au niveau du pharynx. ». Belcari *et al.* citent « *Erwinia herbicola*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca* » plus des *Protens* spp. et *Providencia* spp. Les auteurs soulignent que « Parmi les Téphritidés carpocapses, les jeunes larves qui se nourrissent de la pulpe du fruit nécessitent, surtout dans la première phase de leur développement [stade 1], des protéines que, dans la majorité des cas, ils ne risquent pas de « digérer » sans la présence, dans l'intestin moyen, des bactéries capables d'hydrolyser ces composés. D'autre part, les femelles ont besoin, dans la phase de maturation ovarienne, d'un apport élevé en substances

azotées et en vitamines. L'analyse du contenu gastrique, dans lequel les protéines bactériennes représentent la totalité de l'azote retrouvé, montre l'existence de l'adaptation morphologique et physiologique qui facilite la survie et la reproduction des symbiotes ainsi que leur transmission héréditaire. » La cause est entendue : les bactéries symbiotes étant tuées par le cuivre, la survie de la mouche (larves comme adultes) est gravement compromise.

Composés du cuivre employés dans les essais (Belcari et al., 2014)

Les composés du cuivre les plus employés dans les essais en Italie sont :

- la bouillie bordelaise à 20% de cuivre métallique du sulfate de cuivre,
- le peptidate de cuivre à 5% de cuivre métallique du sulfate de cuivre,
- l'hydroxyde de cuivre à 40% de cuivre métal de l'hydroxyde de cuivre.

Selon « *Agricultures et Territoires* » (29 août 2012, page 3), les sulfates de cuivre libèrent l'ion Cu en 10 jours (leur couverture est plus longue) et les hydroxydes libèrent l'ion Cu en 24 heures (protection plus rapide mais plus courte). S'il n'existe pas de résistance au cuivre, son accumulation dans les sols a été et demeure un problème pour les viticulteurs et dans certains domaines oléicoles. C'est une arme à double tranchant, il faut donc éviter des pulvérisations massives de cuivre qui entraînent des ruissellements sur les sols, évitant par là leur saturation et leur stérilisation, la vie du sol étant essentielle pour une bonne agriculture. Il faut y aller d'une main légère.

Nos essais de terrain (juin 2015)

Nous avons traité nos oliviers à Claret lorsque les olives ont atteint 5 mm de diamètre, le 30 juin 2015, avec une pulvérisation en fines gouttelettes d'une solution de bouillie bordelaise dosée à 6,8 g/l. La pulvérisation a été dirigée manuellement, à la lance, sur les olives de la frondaison, en évitant tout ruissellement au sol. Par précaution, depuis le 15 février, des pièges à attractif chromatique jaune et alimentaire à base de phosphate di-ammonique (DAP) ont été posés dans un arbre sur deux. Les pulvérisations de bouillie bordelaise n'ont pas été renouvelées en septembre, selon le taux de piqûres observés et le nombre de captures de mouches dans les pièges alimentaires. Une parcelle témoin distante de 500 m (25 arbres) n'a reçu aucun traitement au cuivre, seulement des pièges.

Le cuivre et les symbiotes résistants aux organophosphorés

Nous avons émis l'hypothèse, au début de cet article, que les bactéries symbiotes de la mouche de l'olive, par analogie avec ce qui se passe chez *R. pedestris*, devaient pouvoir tirer parti de la résistance acquise par leurs symbiotes vis-à-vis de nombreux insecticides. Ceci reste à démontrer formellement par des essais de laboratoire. Cependant, il existe un pesticide organophosphoré (OP), le diméthoate, encore utilisé dans différentes préparations commerciales homologuées. Dans le passé, cet OP a été généreusement dispersé dans les oliveraies où il a coulé sur le sol, créant certainement des souches bactériennes résistantes dont nous supposons qu'elles sont actuellement parmi les symbiotes qui « cuirasseraient » nos *Bactrocera*. Il en irait de même pour tous les insecticides passés en revue (Gimilio, 2015).

Pour ceux des oléiculteurs qui le souhaitent et qui sont autorisés par leur statut professionnel (titulaires du « certiphyto ») à acheter et user des produits « durs » (OPs et autres), il est possible d'imaginer que, sous l'action du cuivre bien appliqué, la mouche affaiblie, privée de ses symbiotes, succomberait plus facilement à l'OP. Pourrait-elle « exploser » en septembre comme elle le fait habituellement si elle est privée de ses symbiotes résistants au diméthoate ? Est-il bien nécessaire de recourir à ces insecticides « durs » ? L'observation de notre récolte de septembre montre de très rares olives où une larve s'est développée. La parcelle sans cuivre en montre davantage. Les comptages seront faits lors de la récolte en octobre. La canicule qui a régné de fin juin à mi-août a provoqué l'avortement des pontes.

Discussion et conclusion

Lors d'une journée technique organisée par l'interprofession oléicole (AFIDOL) en 2009, l'intervenant évoqua brièvement le rôle bénéfique possible du cuivre et de ses composés à usage oléicole dans la lutte contre la mouche de l'olive. Il n'y eut aucune suite à cette intervention. Pourquoi ce « *black-out* » ? Est-ce l'abus en viticulture de la bouillie bordelaise qui a, de plus, amené à recommander de supprimer en oléiculture au moins un traitement, celui de fin juin. Récemment, nous avons découvert et présenté les résultats récents acquis par les chercheurs italiens, publiés en italien (ou en anglais) et qui semblent avoir été « oubliés » par nos techniciens-conseils de l'oléiculture. Le cuivre est un remède à double tranchant mais, en plus de son action sur la mouche, il y a son action sur les mycoses phytopathogènes, celles qui ont achevé de détruire en octobre 2014 les olives qui avaient survécu à la mouche (Margier *et al.*, 2014).

Nous sommes devant un insecte qui, au moins depuis l'an 79 ap. J.-C. (villa de Boscoréale – Campanie, près du Vésuve : Huchet, com. courriel, 2006), a co-évolué avec son hôte. Il parasite l'olivier depuis au moins deux siècles. Depuis 2000, nous observons régulièrement nos oliviers. Des récoltes exceptionnelles ont été suivies d'une année sombre (2014) où 100% de notre récolte est tombée au sol, inutilisable. En moyenne, 80% de la récolte de la région méditerranéenne a été inutilisable, causant des pertes économiques graves. Il est maintenant établi, après un examen de la résistance aux pesticides de l'insecte, de ses relations avec ses bactéries symbiotiques et de l'influence du cuivre sur ces symbiotes, que l'utilisation des composés du cuivre a pour conséquence une importante mortalité larvaire chez la mouche de l'olive. C'est là un résultat acquis, il faut s'en servir mais personne n'est forcé de le faire. Les partisans du diméthoate sont acharnés à en réclamer la poursuite de l'emploi !

La connaissance approfondie de la relation entre l'insecte ravageur *Bactrocera oleae*, son mécanisme de résistance aux pesticides, ses symbiotes et l'influence du cuivre ouvrent des perspectives de traitement et de lutte qui semblent peu connues dans les milieux oléicoles français. Quoi ? Comment ? La bouillie bordelaise contre la mouche, m'a-t-on objecté en ricanant en septembre 2014 ! ? « Vous voulez-rire » ? Pourtant, les résultats de terrain (Belcari & Bobbio, 1999 ; Belcari *et al.*, 2014 ; Rosi *et al.*, 2007) prouvent que ce produit, longtemps sous-estimé, fait actuellement ses preuves dans les vergers d'oliviers italiens, en Toscane. L'analyse de la récolte d'octobre 2015 permettra de comparer les résultats de la parcelle sans cuivre et de celle traitée au cuivre.

Le présent travail veut avant tout « ouvrir des portes », réhabiliter l'emploi d'un produit qui semble décrié et sous-estimé, bien qu'étant agréé en oléiculture biologique. Il faut ouvrir des pistes de recherches et donner un espoir à ceux qui dépensent beaucoup en pesticides dangereux pour leur santé, qu'ils ont souvent du mal à manipuler de manière rigoureuse, eu égard aux risques et difficultés d'emploi.

Hommage

Cet article est dédié à mon maître en botanique, géobotanique et écologie végétale, le Professeur Charles Sauvage (1910-1980).

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Daniel Mousain, président de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle (SHHNH) pour ses encouragements, à la suite de la publication d'un premier essai sur la mouche de l'olive (2015) ; il a insisté pour que j'approfondisse la bibliographie disponible et soumette mon article au comité de lecture des *Annales de la SHHNH*. J'ai aussi bénéficié de discussions fructueuses avec des collègues de la SHHNH, en particulier André Bervillé et Gérard Duvallet. Mes remerciements vont enfin aux auteurs qui ont bien voulu m'accorder un droit de publier les illustrations de cet article : MM. Antonio Belcari, Edy Spagnol et Jean Lecomte.

Références bibliographiques citées

- AFIDOL, 2010. La mouche de l'olive *Bactrocera (Dacus) oleae*. In : Protection raisonnée et biologique en oléiculture. *Les Guides de l'AFIDOL* : 11-15.
- AFIDOL, 2015. *Guide de l'oléiculteur : une interprofession à votre écoute*. AFIDOL, 8 p. Aix-en-Provence.
- Agriculture et Territoires, 2012. Oeil de paon – *Spilotea oleaginea*. *Bulletin d'informations techniques Oléiculture* (Chambre d'agriculture de Haute-Corse, Bastia, 29 août 2012) **5** : 2-3.
- Belcari A. & Bobbio E., 1999. L'impiego del rame nel controllo della mosca delle olive, *Bactrocera oleae*. *Ricerca e segnalazioni, Informatore Fitopatologico* **12** : 52-55.
- Belcari A., Sachetti P., Landini S., Camera A., Rosi M.C. & Libranid R., 2014. Controllo di *Bactrocera oleae* mediante l'impiego di prodotti a base di rame e presentazione di altri possibili metodi innovativi di lotta. *Entomologia generale e applicata*, Dipartimento de Biotecnologie agrarie, sez, Universidad di Firenze, 24 août 2014 : 1-15. [présentation PDF]
- Calecca V., Belcari A & Sacchetti P., 2012. Lotta alla mosca delle olive in olivicoltura integrata et biologica. *Researchgate*, 03/2012 : 27-35. [PDF Researchgate]
- Capuzzo C., Firrao G., Mazzon L., Squartini A. & Girolami V., 2005. « Candidatus *Erwinia dacicola* », a coevolved symbiotic bacterium of the olive fly *Bactrocera oleae* (Gmelin). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **55** : 1641-1647.
- CICLA, 2010. Propriétés antibactériennes du cuivre : questions/réponses. *Centre d'Information sur le Cuivre, Laitons et Alliages (Antimicrobial Copper Cu+)* : 1-6. (PDF, site copperalliance.fr/)
- Dumas C., 2012. Insecticides : les ravageurs résistent grâce aux bactéries. *Sciences et Avenir* (site sciences-et-avenir.fr), 24 avril 2012.
- Gimilio R., 2013. Nouvelle systématique et biogéographie du genre *Olea* L. (Oleaceae). *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **153** : 75-86. (ISSN : 0373-8701)
- Gimilio R., 2014. La pourriture et la nécrose de nos olives. *La Goutte d'Huile : bulletin de liaison de la Confrérie des Chevaliers de l'Olivier du Languedoc-Roussillon*, **1** (spécial), 1 p.
- Gimilio R., 2015. La mouche de l'olive face aux insecticides organophosphorés et au cuivre. *Bulletin de liaison de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* n° 3 : 24-29.
- Haleem A.M., Kasim S.A. & Al-Timiny J.A., 2013. Effect of some organophosphorous insecticides on soil microorganisms populations under laboratory and field conditions. *World Environment* **3** (5) : 170-173.
- Heddi A., 2009. L'immunité dit "OUP" aux bactéries symbiotiques, mais les garde sous contrôle ! *Biofutur* **299** : 36-39. (<http://prodinra.inra.fr/record/249524>)
- Kakani E., Zygouridis N.E., Tsoumani K.T., Seraphides N., Zalomec F.G. & Mathiopoulos K.D., 2010. Spinosad resistance development in wild olive fruit fly (*Bactrocera oleae*; Diptera : Tephritidae) populations. *Pest Management Science* **66** (4) : 447-453.
- Kikuchi Y., Hayatsu M., Hosokawa T., Nagayama A., Tago K. & Fukatsu T., 2012. Symbiont-mediated insecticide resistance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* **109** (22) : 8618-8622.
- Lecomte J., 2015. *Lutter naturellement contre la Mouche de l'Olive*. Edisud, St-Rémy-de-Provence. (ISBN : 978-2-7449-1004-3)
- Margier R., Artaud J. & Pinatel C., 2014. Cécidomyie de l'olive et ses dégâts : la Dalmaticose. *Le Nouvel Olivier (Aix-en-Provence)* **97** : 26-31.
- Rosi M.C., Sacchetti P., Librandi M. & Belcari A., 2007. Effectiveness of different copper products against the olive fly in organic olive groves. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC Bulletin* **30** (09) : 277-281.
- Sanson P. [sans date]. *Adaptation chez les arthropodes : l'exemple de la résistance aux insecticides*. Génomique de l'adaptation, Institut des Sciences de l'Évolution, Montpellier. (PPT)
- Spagnol E., 2014. Traits morphologique de la mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*). *Conservatoire des Oliviers de Durban Corbières* : 1-15. (PDF, ind. A)
- Singh B.K., 2009. Organophosphorous-degrading bacteria : ecology and industrial applications. *Reviews* (Macmillan Publishers Limited) **7** : 156-164.
- UNEP, OECD & SIDS, 1991. 3-METHYL-4-NITROPHENOL UNEP PUBLICATIONS FOREWORD INTRODUCTION 3-Methyl-4-nitrophenol CAS N°: 2581-34-2, Paris, 4-6 juillet 1991, 38 p.
- Vontas J., Hernandez-Crespo P., Margaritopoulos J.T., Ortego F., Feng H.T., Mathiopoulos K.D. & Hsu J.C., 2011. Insecticide resistance in Tephritid flies. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **100** : 199-205.
- Zchori-Fein E. & Bourtzis K., 2011. *Manipulative Tenants : Bacteria associated with Arthropods*. CRC Press, 306 pages, 6 juil. 2011.

Autres références (ouvrages consultés)

- CIRAD, 2004. *La mouche tsé-tsé pédagogique*. Collection les Savoirs partagés. Délégation aux productions pédagogiques innovantes, 55 p. Montpellier. (ISBN 2-87614-585-5. ISSN 1620-0705)
- CIRAD, 2007. *La planète des bactéries*. Collection les Savoirs partagés. CIRAD, 78 p. (ISBN : 978-2-87614-651-8, ISSN : 1620-0705)

Sites internet

Sur le rôle du cuivre :

http://www.copperalliance.fr/docs/librariesprovider18/hygiene-et-sante/proprietes-antibacteriennes-du-cuivre-question-reponses/questions_reponses.pdf?sfvrsn=4 PDF : *Cuivre, questions-réponses*.

<http://sante.lefigaro.fr/actualite/2012/09/04/18985-prunes-raisins-pellicule-blanche-tres-naturelle> Le Figaro : *Prunes, raisins, etc.*

Sur les Tephritidae :

<http://www.sel.barc.usda.gov/diptera/tephriti//tephriti.htm>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Tephritidae>

Deuxième contribution à la flore de l'Hérault

Frédéric Andrieu ^a, Jean-Marie Coste ^b & Patrice Delaumone ^c

^a 57 route de Valergues, F-34400 Lunel-Viel (famandrieu@hotmail.fr)

^b 2 avenue Georges Clemenceau, F-34000 Montpellier (jean-marie.coste0234@orange.fr)

^c 17 avenue Marcel Raynal, F-34390 Colombières/Orb (delaumone.patrice@aliceadsl.fr)

Cet article s'inscrit dans la continuité du précédent article paru en 2014 dans le volume 154 des *Annales de la SHHNH*. Il détaille les observations réalisées depuis l'an dernier, ou moins récentes, exhumées des carnets de terrain.

Achnatherum calamagrostis (L.) P. Beauv. : à l'ouest de la crête de Taillade, sur la commune de Claret, à la limite du département du Gard (DM, 1999).

Agrostemma githago L. : prairie artificielle sur le versant nord boisé de la vallée de l'Agout, au nord-ouest du Roc de l'Escayou à Cambon-et-Salvergues (DP, VD & AF, 2012), seule station à ce jour des massifs du Somail et de l'Espinouse ; quelques individus trouvés dans une culture à gibier près du Mas de Roux à Montaud (LR, 2014).) ; culture de seigle aux Figaiettes à Saint-Jean-de-Fos (FG, 2014, 2015).

Airopsis tenella (Cav.) Asch. & Graebn. : petite graminée très rare, présente notamment dans le Grand Bois sur les communes de Béziers et Montblanc. Sur cette dernière commune, une nouvelle localité a été trouvée plus à l'est dans les garrigues de la Valasse (AF, 2015).

Alkanna matthioli Tausch : dans le massif dolomitique au nord d'Arboras, dans le ravin de Rouvignous (CJM, 2006) et à la Font du Griffon (UJ, 2015).

Alopecurus bulbosus Gouan : anciennement indiqué dans les marais du Maupas et du Gramenet (Loret, 1888 ; De Jong, 1965) et retrouvé dans les prairies humides de ce secteur, non loin de la Lironde (FH, 2014) ; bord de l'étang de Pérols, au domaine de l'Estelle à Lattes (LR, 2014) ; prairies maritimes en plusieurs secteurs des rives nord-est de l'étang d'Or au Petit Marais à Candillargues (AF, 2004), à Camp Sentinier à Lansargues (AF, 2005), au Grès à Saint-Nazaire-de-Pézan (AF, 2015).

Anchusa undulata subsp. *hybrida* (Ten.) Cout. : rond-point du centre commercial entre Nissan et Narbonne, à Colombiers (UJ, 2006).

Asperugo procumbens L. : entre la voie ferrée et le canal du Midi, près de la gare de triage de Béziers (DP & GS, 2007) ; les Cosses de Lembac près du port de Sérignan (LR, 2013).

Avellinia michelii (Savi) Parl. (Planche 1) : petite graminée annuelle des sables plutôt siliceux que l'on rencontre principalement sur la frange littorale du département (Saint-Aunès près de Montpellier, Marseillan et Vendres). Retrouvée à l'intérieur des terres à Mourèze, au niveau du massif dolomitique du Cirque de Mourèze, où elle avait signalée par J. Braun-Blanquet en 1961 (AF, 2015).

Bunias orientalis L. : bords de la D152 entre le croisement de la D25 et le village de la Vacquerie-et-Saint-Martin-de-Castries (AF, 2015). Semble en forte extension le long des routes et des friches des environs du Caylar.

Briza minor L. : friche humide au sud de la source du Lamalou (AM, AF, FH et CJM, 2014) et Causse de Millau (FH, 2014) sur la commune du Rouet ; berges exondées d'une mare temporaire dans les garrigues de la Valasse à Montblanc (AF, 2015).

Bufoia tuberculata Loscos : sur la commune de Poussan dans les garrigues à kermès aux alentours de la montagne de la Moure, près de la bergerie de Malabouche (FH, 2013) et dans les garrigues de Cabrau (AF, 2014).

Cnicus benedictus L. : rond-point du centre commercial entre Nissan et Narbonne, à Colombiers (UJ, 2006) ; rond-point de l'Aube-Rouge à Castelnaud-le-Lez, localité détruite par l'aménagement du

rond point (UJ, 2008) ; Puech Blanc à Nissan-lez-Ensérune (AF, CJM & DP, 2011) ; non loin du canal du midi au lieu-dit Saint-Pierre à Capestang (FH, 2013) ; moyenne vallée de l'Hérault au niveau de friche au lieu-dit Figairettes à Saint-Jean-de-Fos (FG, 2014, 2015), secteur où la plante n'avait pas encore été observée.

- Convolvulus betonicifolius* Mill. : espèce naturalisée en France, originaire de la partie nord orientale du bassin méditerranéen et d'Asie occidentale. Indiquée sans indication de lieu-dit à Villeveyrac (UJ, 2010), puis par la suite au niveau d'une parcelle labourée au lieu-dit les Truques (LR, 2012) ; en contrebas de la D1 au mas d'Euzet à Saint-Mathieu-de-Trévières (AF, 2012)
- Cota tinctoria* subsp. *australis* (R. Fern.) Oberpr. & Greuter : dispersé et rare dans le département. Belle population dans une friche au nord de la voie romaine au droit du Mas de Latude à Montagnac (AF, 2009).
- Cynosurus effusus* Link (Planche 1) : nouveau pour le département, la Lombardie, dans les gorges du Briant à Minerve (DP & AF, 2015). Cette localité se situe dans la continuité de celles situées plus à l'ouest dans le Minervois et le Cabardès au niveau du département de l'Aude.
- Damasonium alisma* subsp. *polyspermum* (Coss.) Maire : une station étendue, comptant plusieurs centaines de pieds a été trouvée au lieu-dit Chemin de Salles à Sauvian (LR, 2015). Cette parcelle cultivée s'inonde irrégulièrement à la faveur de saisons froides pluvieuses. Pour cette zone, suivie depuis 2011, 2015 aura été, et de loin, l'année la plus favorable au développement des espèces amphibies des mares temporaires méditerranéennes méso-eutrophes avec la présence encore de *Lythrum tribracteatum* Salzm. ex Spreng. et *Crypsis schoenoides* (L.) Lam. qui formaient de concert un véritable gazon sur plusieurs milliers de mètres carrés, *Veronica anagallis-aquatica* subsp. *anagalloides* (Guss.) Batt. et, en point d'orgue, le très rare *Rumex palustris* Sm. En 2013, sur le même site, il y avait une culture de pois chiches et seules quelques centaines de pieds de *Lythrum* et *Crypsis* se développaient à la faveur de quelques ornières créées par les engins agricoles.
- Euphorbia duvalii* Lecoq & Lamotte : anciennement signalé sur la Montagne de Liausson par A. Aubouy et aussi par P. Chalon en 1878. Toujours présent dans les bois en ubac vers la grotte de Liausson, commune de Liausson (AF, 2015).
- Galatella linosyris* (L.) Rehb. f. (= *Aster linosyris* (L.) Bernh.) (Planche 1) : Lac de la Rouvière à Montarnaud (GP, 2010) ; Bel Air, de part et d'autre de la D102 sur les communes de Grabels et de Montarnaud (AF, 2014) ; mare de Laquissol à la Boissière (AF, 2014).
- Galium glaucum* L. : taxon rare, actuellement confirmé dans deux secteurs du département, l'un sur la Montagne de l'Hortus, l'autre sur les contreforts du Larzac. Au niveau de ces derniers, la plante a été indiquée initialement en 1998 par C. Bernard sur le Plateau de Courcol à Saint-Pierre-de-la-Fage. Une deuxième localité a été récemment trouvée sur ce même plateau, mais sur la commune voisine de Saint-Privat, au niveau de la station de *Dictamnus albus*, au sud de la bergerie (AF & CJM, 2015).
- Gratiola officinalis* L. : cours de la Bénovie au sud du Bois de Paris sur les communes de Saint-Bauzille-de-Montmel et Galargues (AF, 2014 ; FH, 2014) et aux Suques au nord du village de Saussines (AF, 2011).
- Hedysarum boveanum* subsp. *europaicum* Guitt. & Kerguélen : présent entre Pézenas et Mèze, à Castelnaud-de-Guers à la chapelle Saint-Nicolas (SJ, 2002) et à Mèze au sud de la voie romaine au droit du Mas de Latude (AM, 2015).
- Hypocoum procumbens* L. : les localités d'observation récente de cette espèce dans l'Hérault sont situées sur le littoral et sont comprises entre Agde et Valras. Outre la localité classique de la Tamarissière à Agde, sont à signaler encore la Guiraudette près du Grau d'Agde (DP, 2011) ; Farinette Plage (FG, 2009), la plage de Sainte-Geneviève (DP, 2011) et la Grande Cosse (DP, 2011) sur la commune de Vias ; Sérignan Plage (DP, 2014) ; les Orpellières à Valras (DP, 2004).
- Hypericum tomentosum* L. : colline des Quatre Seigneurs à Montpellier (FH, 2013) ; cours de la Bénovie à l'aval du pont de la D21 à Saint-Bauzille-de-Montmel (AF, 2014) ; cours de la Bénovie au sud du

Bois de Paris à Buzignargues et à Galargues (FH, 2014) ; en plusieurs points du ruisseau de la Cadoule en amont de Castries (FH, 2015).

Inula helenioides DC. : près du hameau de la Papeterie Vieille à Bédarieux (LR, 2014). Espèce anciennement notée dans ce secteur de collines entre Bédarieux et Clermont-l'Hérault : Cabrières à la Roussignole (Biche, 1866, *in* MPU) et Vailhan à la Manteresse (Albaille, 1915, *in* MPU).

Isoetes duriei Bory : en Montagne Noire, *Isoetes duriei* était jusqu'à présent recensé en deux secteurs, l'un dans la vallée de l'Orb autour de Lamalou-les-Bains dans l'Hérault, l'autre au niveau des piémonts des environs de Saissac et Montolieu dans l'Aude. Un troisième secteur, dans la région du Minervois, vient désormais s'ajouter aux précédents : lignes de drainage en tête de bassin du ruisseau de Coupiat au sud du Gardigouges à Vélioux (DP, 2010) et à la Caunette (DP & AF, 2015). A rechercher dans les têtes de bassins des ruisseaux des environs car il serait surprenant de ne pas trouver d'autres localités.

Limonium echioides (L.) Mill. : disséminé sur le littoral ainsi qu'à l'intérieur des terres à la faveur de sables dolomitiques. Sud de la Montagne de la Moure, aux Sablières sur la commune de Poussan (GJR & AF, 2014) ; anciennement signalé à Sussargues par H. Loret à la fin du XIX^{ème} et retrouvé sur cette commune dans le Bois de la Plaine (FH, 2015).

Lythrum thymifolium L. : les principales stations de cette espèce dans le département sont situées sur la zone littorale. Une localité inédite et excentrée a été trouvée à l'intérieur des terres au sommet d'une colline près du lieu-dit Galimont à Pardailhan (LR, 2014). Cette station se présente sous la forme d'un réseau ténu de flaques de quelques mètres carrés tout au plus, et comporte un assez riche cortège d'espèces des mares temporaires oligotrophes acidophiles parmi lesquelles d'autres plantes rares ou peu communes sont relevées comme *Exaculum pusillum* (Lam.) Caruel, *Lysimachia minima* (L.) U. Manns & Anderb., *Rorippa aspera* (L.) Maire subsp. *aspera*. Dans la plaine littorale, *Lythrum thymifolium* a par ailleurs été trouvé dans deux nouvelles stations : sur les terrasses alluviales de l'Orb aux lieux-dits Bellegarde-le-Haut et près du ruisseau des Trois Sorbiès à Sérignan (LR, 2013) ; à Saint-Peyre sur la commune de Saint-Thibéry (LR, 2009), localité qui a été revue en 2014, avec plusieurs milliers de pieds, mais qui a été en partie détruite par l'extension de la carrière des Roches Bleues.

Medicago doliata Carmign. : espèce discrète et disséminée sur le territoire. La Litière à Boisseron (AF, 2006) ; bord de champ et de route à la Devèze, à Vêrargues (AF, 2008) ; rive droite de la Viredonne au Chemin des Pierrières à Valergues (AF, 2012) ; bord de champ au Gros Pin, sud-est de Cécèlès, sur la commune de Saint-Mathieu-de-Trévières (AF, 2013) ; lisière de ripisylve de la Bénovie au sud du bois de Paris à Galargues (FH, 2014).

Medicago scutellata (L.) Mill. : la Devèze à Vêrargues (AF, 2008), dans une friche qui a été depuis mise en culture (melon puis céréales) ; Yvenre à Murviel-lès-Béziers (DP, 2012) ; nouvelle ZAC de l'Aéroport à Pérois près du domaine de Pailletrice (LR, 2013) ; Larzat à Villeneuve-lès-Maguelone (CC, 2014) ; Dardaillon Méjean à Saint-Just (AF, 2015).

Mentha cervina L. : cours de la Bénovie au sud du Bois de Paris sur les communes de Saint-Bauzille-de-Montmel (AF, 2014) et de Galargues (FH, 2014) ; cours du Coulazou à Cournonterral, au nord des dernières vignes situées en fond de vallée (FH, 2014) ; vallon entre le Causse de Millau et la Devès de Chaumel sur les commune du Rouet et du Mas-de-Londres (FH, 2014) ; avec *Hypericum tomentosum* (cf. supra) le long du ruisseau de la Cadoule en amont de Castries (FH, 2015).

Myosotis balbisiana Jord. : les populations recensées de ce petit myosotis aux fleurs toutes jaunes étaient jusque là centrées dans la vallée de la Mare et sur le massif de l'Espinouse. De nouvelles localités ont été trouvées plus à l'ouest en Montagne Noire et vers le sud dans les avants-monts : Rabanièges à Pardailhan (AF & AO, 2007) ; la Garrigue à la Caunette (DP, 2011) ; le Brugas à Prémian (VD & AF, 2014).

Myosotis congesta Shuttlew. ex A. Albert & Reyn. (Planche 1) : cette espèce n'était connue jusque-là que du massif des Maures et de l'Estérel en Provence, ainsi qu'en Corse. Elle vient d'être découverte

sur les rives nord de l'étang de Pérols, près du Domaine de l'Estelle à Lattes, au sein d'une pelouse siliceuse sur cailloutis qui borde un beau peuplement d'*Isoetes duriei* Bory. Ce site est connu depuis plus de 20 ans (MH, 1994), mais est peu, voire pas, visité. Il abrite sur moins d'un demi-hectare une flore exceptionnelle pour la région montpelliéraine, comptant de nombreuses espèces rares des pelouses hygrophiles acides oligotrophes. Parmi ces espèces déjà répertoriées par le passé et encore présentes sur le site en 2014, sont à signaler *Isoetes duriei* Bory, *Romulea columnae* Sebast. & Mauri, *Lupinus micranthus* Guss., *Serapis lingua* L., *Moenchia erecta* (L.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Spergula pentandra* L. (LR, 2014).

Myosurus minimus L. : déjà connue sur Lattes, dans les marais du Maupas, cette plante a été retrouvée un peu plus à l'est sur la presqu'île de l'Estelle, secteur où Braun-Blanquet l'indiquait en 1964 (LR, 2014) ; Bellegarde-le-Haut à Sérignan (LR, 2013).

Nigella papillosa subsp. *atlantica* (Murb.) G. López : noté dans une parcelle labourée mais non cultivée aux Truques à Villeveyrac (LR, 2012). C'est la seconde localité récente pour ce taxon qui a été anciennement signalé à Saint-Félix-de-Lodez, Béziers, Pézenas, Aniane, et Montpellier.

Odontites viscosus (L.) Clairv. (Planche 1) : plusieurs observations récentes, tant dans l'Hérault que dans le Gard, incitent à penser que la floraison automnale de cette espèce pourrait expliquer son manque d'observation par les botanistes. Elle se distingue pourtant bien à l'état végétatif d'*Odontites luteus* (L.) Clairv., en compagnie de laquelle elle peut se rencontrer (Tab. 1). La Soucarède à Grabels (GP, 2010) ; La Boissière, au Mas d'Agres (DP, 2012) et dans le Bois de Bringou, le long d'une piste forestière en limite de commune (AF, 2014) ; La Croix des Carrières à Beaulieu (AF, 2014) ; aire de pique nique vers les carrières à Saint-Geniès-des-Mourgues (AF, 2014) ; Mas de Ramon à Aniane (AF, 2014). Retrouvée également à Capion sur la commune d'Aniane (AF, 2014) où la plante avait été indiquée dans le passé par H. Loret et H. Coste (Bolliger, 1996).

Tab. 1 : Caractères végétatifs distinguant *Odontites viscosus* de *O. luteus*.

<i>O. viscosus</i>	<i>O. luteus</i>
plante glanduleuse	plante non glanduleuse
feuilles odorantes par froissement	feuilles non odorantes
feuilles étroites à marges convergentes et généralement plus larges à leur base	feuilles étroites à marges ordinairement parallèles et de largeur obscurément constante

Ononis ornithopodioides L. : une deuxième localité de cette rare espèce a été trouvée dans les garrigues de la Madeleine, prolongement oriental du massif de la Gardiole sur la commune de Villeneuve-lès-Maguelone (FH, 2015).

Ononis pubescens L. : coteau exposé sud du Pioch à Puilacher (AF, CJM & DP, 2013) ; garrigues au pied de la montagne de la Moure, au sud-ouest de la bergerie de Malabouche à Montbazin (FH, 2013) ; coteau au sud du Pioch de Coulobres à Coulobres (FH, 2015).

Oreopteris limbosperma (Bellardi ex All.) Holub (Planche 1) : cette fougère est rare dans le sud du Massif Central, et tout particulièrement en Montagne Noire. Dans le département de l'Hérault, elle a été signalée anciennement et uniquement sur les flancs nord du Caroux par J. Soulié en 1910 et G. Kuhnolt-Lordat en 1923, secteur où elle est toujours à rechercher. Une localité nouvelle vient d'être trouvée sur le plateau du Somail, sur les revers nord du col de la Bane à Fraisse-sur-Agout (AF, 2015). Elle est peu éloignée de la seule station récente de Montagne Noire connue jusque là et située sur la commune de Margnes dans le Tarn.

Polygonum romanum subsp. *gallicum* (Raffaelli) Raffaelli & L. Villar : plante rare inféodée aux mares temporaires et endémique du Languedoc, nouvellement observée à Sérignan en deux secteurs de cette commune, à Bellegarde-le-Haut et le long du Ruisseau des Trois Sorbiès (LR, 2013).

Potamogeton coloratus Hornem. : commune du Rouet, le long de la rivière du Lamalou vers sa source

- (AF, 2008) et au niveau du vallon au sud du Causse de Millau (FH, 2014) ; mare artificielle bétonnée dans les garrigues de Cabrau à Poussan (AF, FH, CJM & DP, 2014).
- Potamogeton lucens* L. : lac d'une ancienne mine de bauxite dans le bois de la Grande Taillade à La Boissière (DP, 2013) ; cours du Vidourle à hauteur du Moulin de la Roque à Saint-Sériès (FH, 2014), ainsi que sur la rive gardoise à Junas (AF, 2013) ; mare des Roussières à Viols-en-Laval (AF, 2014).
- Ranunculus ophioglossifolius* Vill. : cours de la Bénovie en amont du pont de la D21 à Saint-Bauzille-de-Montmel (FH, 2014) ; mare artificielle sur bâche plastique aux sources du Salaison à Guzargues (LR, 2014).
- Romulea ramiflora* Ten. : partie orientale de l'étang de l'Or, dans les prairies maritimes de la Palus à Marsillargues (MJ & AF, 2007) et du Grès à Saint-Nazaire-de-Pézan (MJ & AF, 2015) ; la Grande Garrigue à Florensac (DP, 2011) ; château des Evêques à Laverune (CC, 2014).
- Rumex palustris* Sm. : près de Périès à Nissan-lez-Ensérune (DP, 2012) ; bord de l'étang du Bagnas vers Saint-Michel à Agde (AF, 2012) ; Chemin de Salles à Sauvian (LR, 2015 ; cf. *Damasonium alisma* ci-avant).
- Sclerobloa dura* (L.) P. Beauv. : cette graminée liée aux substrats piétinés des zones agricoles et des bords de chemin a été indiquée par le passé par divers botanistes dans les environs de Montpellier : Montpellier, Mireval, Vic-la-Gardiole, Castelnaud-le-Lez, Lattes, Mauguio, Palavas-les-Flots (Loret, 1886), Saint-Paul-et-Valmalle (Aubouy, 1884), Lunel (Braun-Blanquet, 1961). Parmi ces anciennes localités, seule la commune de Lattes était actualisée à la fin des années 90, au lieu-dit les Moulières (MH, 1996). Ce n'est que tout récemment que les recherches entreprises ont confirmé la plante dans une de ces anciennes communes, à Lunel, et permis la découverte de nombreuses localités inédites, toutes situées dans le bassin de l'étang de l'Or : Saint-Just à Bouscaillon (AF, 2009) ; Saint-Nazaire-de-Pézan aux Barlandes (AF, 2015), aux Trentières et à Peyreguil (MJ, 2015) ; Saint-Just aux Clausets et au Pouzet (AF, 2015) ; Lunel le long du canal de Lunel près de Pérille (AF, 2015) ; Marsillargues au Mas de Bony (AF, 2015) ; Lansargues au Camp des Arronges, à la Sorbière et à la Condamine (AF, 2015) ; Candillargues au Mas Neuf (AF, 2015). Il est évident que les recherches doivent se poursuivre pour retrouver la plante sur les communes où elle a été anciennement signalée : à Mauguio pour ce qui concerne le bassin de l'étang de l'Or et sur les communes plus à l'ouest situées autour des étangs palavasiens.
- Sorbaria tomentosa* (Lindl.) Rehder : taxon originaire d'Asie centrale, utilisé comme plante ornementale et naturalisée occasionnellement. Noté à Lunas, au départ de la route D35E7 à l'est du village (UJ, 2007).
- Thesium pyrenaicum* Pourr. : nouveau pour le département, découvert en bordure de chemin au sud des Grandsagnes au Soulié, sur le plateau du Somail (FD, 2015). Cette localité prolonge vers l'est les rares localités de la Montagne Noire déjà connues dans l'Aude et le Tarn.
- Trifolium hirtum* All. : entre Agde et Béziers, ce trèfle des pelouses sèches et siliceuses a été anciennement signalé à Roquehaute (Biche, 1880 ; Flahault, 1893) et à Agde (Aubouy, 1874). Il a été retrouvé récemment dans la partie nord de ce secteur, le long de la D28 au lieu-dit l'Estacarède sur la commune de Bessan (AF, 2015) et plus à l'ouest au sein de friches à l'Estagnol, au sud de Sauvian (LR, 2013). La plante a également été signalée autrefois à Aniane par Loret H. en 1886 et a été trouvé près de là, à Saint-Jean-de-Fos, sur des friches sableuses surplombant l'Hérault (alluvions anciennes de terrasse alluviale), au lieu-dit les Pommiers, en compagnie de *Lupinus angustifolius* subsp. *reticulatus* (Desv.) Arcang. et d'*Ornithopus compressus* L. (FG, 2015).
- Trifolium leucanthum* M. Bieb. (Planche 1) : ce trèfle très rare était jusqu'à présent connu du seul plateau basaltique situé entre Bédarieux et Mourèze. Une nouvelle localité vient d'être trouvée sur la commune de Celles, au nord du lac du Salagou. Elle se trouve en bordure sud du plateau basaltique de l'Auverne, au-dessus des Vailhés (FH, 2013).
- Trifolium spumosum* L. : nouvelle localité à Fabrègues, en rive gauche du ruisseau de la Garette, au sud

de la Chicane (FH, 2013) ; friches au sud de Sérignan au lieu-dit Bellegarde-le-Haut (LR, 2013) ; friches à l'Estagnol, commune de Sauvian (LR, 2013) ; bord de la D28 au lieu-dit l'Estacarde à Bessan (AF, 2015).

Tripodion tetraphyllum (L.) Fourr. : Coumiac à Cessenon-sur-Orb (DP, 2010) ; la Ginestière à Corneilhan (DP, 2013) ; rebord de plateau au sud des Bistes à Tressan et à Puilacher (AF, CJM & DP, 2013) ; Murviel-lès-Béziers à la Serre de Mas Cayol (DP, 2011) et à Yvernès (DP, 2012) ;

Valerianella microcarpa Loisel. : domaine de l'Estelle à Lattes (LR, 2014, cf. *Myosotis congesta* ci-avant).

Vicia sativa subsp. *sallei* (Timb.-Lagr.) Kerguelen : contreforts du Larzac sur le plateau de Courcol au lieu-dit le Jouquet, commune de Saint-Privat (FH & AF, 2015).

Contributeurs

AF : Andrieu Frédéric.	FD : Fournier Daniel.	MH : Michaud Henri.
AM : Aubrun Michèle.	FG : Fried Guillaume.	MJ : Molina James.
AO : Argagnon Olivier.	FH : Fontès Hugo.	SJ : Salabert Jacques.
CC : Casiez Christine.	GJR : Garcia Jean-René.	UJ : Ubaud Josiane.
CJM : Coste Jean-Marie.	GP : Gros Pierre.	VD : Vereck Didier.
DM : Debussche Max.	GS † : Gastesoleil Jean.	
DP : Delaumone Patrice.	LR : Lejeune Romain.	

Références bibliographiques et ouvrages consultés

- Andrieu F., Coste J.M. & Delaumone P., 2014. Contributions à la flore de l'Hérault. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **154** : 57-60.
- Aubouy A., 1874. Excursion aux Ongloux et aux mares de Rigaud, près d'Agde (7 mai 1874). *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **6** : 73-81.
- Aubouy A., 1884. Procès-verbaux séance du 8 juin 1884. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **16** : 65-69.
- Aubouy A., 1903. *La végétation spontanée de la région de Cabrières (Hérault)*. Imprimerie centrale du Midi (Hamelin frères), 32 p. Montpellier.
- Biche B., 1880. Flore des environs de Roquehaute, communes de Vias et de Portiragnes. *Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Béziers* **5** : 119-144.
- Bolliger M., 1996. Monographie der Gattung *Odontites* (Scrophulariaceae) sowie der verwandten Gattungen *Macrosyringion*, *Odontitella*, *Bornmuellerantha* und *Bartsiella*. *Willdenowia* **26** : 37-168.
- Boudrie M., Michaud H., Molina J. & Salabert J., 1998. Les Ptéridophytes du département de l'Hérault. *Le Monde des Plantes* **462** : 11-19.
- Braun-Blanquet J., 1961. Contribution à la flore de Montpellier. I. *Comm. S.I.G.M.A.* **155** : 9-16.
- Braun-Blanquet J., 1964. Contribution à la flore de Montpellier. II. *Comm. S.I.G.M.A.* **167** : 11-20.
- Chalon P., 1878. Excursion du 10 juin au Mont Liausson. *Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Béziers* **3** : 51-61.
- De Jong W., 1965. Les types d'enracinement des espèces du *Juncion maritimi* méditerranéen. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse akademie van wetenschappen* **68** (3) : 175-208.
- Flahault C., 1893. *Listes des plantes phanérogames qui pourront être récoltées par la Société Botanique de France réunie en session extraordinaire à Montpellier (mai 1893)*. Imprimerie Serre et Ricome, 28 p. Montpellier.
- Loret H., 1866. Promenades botaniques dans l'arrondissement de St-Pons-de-Thomièr, en 1866, suivies des découvertes faites par nos amis dans l'Hérault. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **6** : 199-215.
- Loret H. & Barrandon A., 1888. *Flore de Montpellier ou analyse des plantes vasculaires de l'Hérault*. Seconde édition revue et corrigée par Henri LORET. Joseph Calas - G. Masson, 664 p. Montpellier-Paris.



Avellinia michelii (photo AF)



Cynosurus effusus (photo AF)



Galatella linoxyris (photo AF)



Myosotis congesta (photo LR)



Odontites viscosus (photo AF)



Oreopteris limbosperma (photo AF)



Trifolium leucanthum (photo FH)

Planche 1 : Photos de quelques éléments de la flore de l'Hérault.

Dynamique de la végétation en région méditerranéenne. Connaissances et processus

Gilles Bonin

Professeur émérite à l'Université d'Aix-Marseille, directeur de la publication
Forêt Méditerranéenne (bonin.gilles@wanadoo.fr)

Résumé

Les successions dynamiques de la végétation constituent un des mécanismes naturels majeurs de l'évolution de la couverture végétale. Elles sont intuitivement intégrées dans l'esprit des utilisateurs du milieu naturel sans en connaître leur organisation et leurs mécanismes. L'objet principal de cet article est d'illustrer à partir de quatre exemples du territoire provençal, comment ces successions sont appréhendées et quels sont leurs principaux stades dynamiques. Ces exemples illustrent des méthodes d'étude différentes mais toutes basées sur le concept de séries de végétation. Ils sont focalisés sur les séries de végétation du chêne pubescent des étages supraméditerranéen et méditerranéen, sur la série du chêne-liège dans les Maures et sur le complexe dynamique chênaie pubescente-hêtraie du massif de la Ste Baume. Les processus fonctionnels liés à cette dynamique sont évoqués.

Mots-clés : Provence, successions, végétation, processus fonctionnels.

Abstract

The dynamic of the vegetation succession is a major natural mechanisms of the evolution of the plant cover. They are intuitively integrated into the mind of the users of the natural environment without knowing their organization and their mechanisms. The main purpose of this article is to illustrate from four examples of the Provence region, how these successions are perceived and which are their main dynamic stages. These examples illustrate different methods of study but all based on the concept of series of vegetation. They are focused on the series of supramediterranean and mediterranean vegetation level (*Quercus pubescens* series), on the *Quercus suber* formations in the Maures region and on complex dynamic *Quercus pubescens* - *Fagus* in the Ste Baume mountain. The functional processes related to the dynamics are discussed.

Keywords : Provence, successions, vegetation, functional processes.

Avant-propos

Le présent article reprend une présentation faite par l'auteur le 26 juin 2015 dans le cadre des Journées « *Concilier nature et systèmes productifs en forêt méditerranéenne : des concepts aux pratiques* » (Fontvieille, 25 et 26 juin 2015), organisées par l'association Forêt Méditerranéenne. Cet exposé a été publié dans la revue « *Forêt Méditerranéenne* » (tome XXXVI, numéro 4, décembre 2015, pages 421 à 430).

La couverture végétale est en permanente transformation. Elle évolue quels que soient son environnement, la latitude et l'altitude, mais dans le cadre déterminé par ces paramètres. Nombre de personnes ont conscience de cette situation générale sans connaître pour autant les fils conducteurs de cette dynamique. Dans le langage commun, la dynamique de la végétation concerne avant tout la dynamique des paysages et non la succession des groupements herbacés en formations arbustives puis forestières. Mais ce sont ces successions qui sont à l'origine de la dynamique des paysages. On ne peut donc pas évoquer les questions de « naturalité » sans aborder les différents aspects de cette dynamique de la végétation qui aboutit à des forêts. Dans un contexte bioclimatique changeant, cette dynamique revêt une importance toute particulière en région méditerranéenne, région qui offre une grande diversité bioclimatique donc des schémas dynamiques tout aussi diversifiés. La description initiale du phénomène est due à Clements, en 1916 : ce chercheur américain avait observé les groupements végétaux de régions peu impactées sur le continent nord-américain et avait reconstitué dans le temps l'enchaîne-

ment de groupements observés dans l'espace. La succession dynamique est donc la transformation progressive d'un couvert végétal pour aboutir à un stade stabilisé (en général forestier) d'organisation complexe appelé climax. Paradoxalement, d'ailleurs, ce type de groupement de fin de succession avait déjà été identifié par Cowles en 1899, avant les propositions de Clements.

Introduction

De nombreux auteurs se sont penchés sur ce mécanisme naturel et sur les travaux qui ont été publiés sur le sujet (cf. Lepart & Escarré, 1983). Les articles sur le sujet sont très nombreux et variés (des descriptions aux modélisations...).

Notre objectif n'est pas de reprendre une analyse de ces nombreux travaux mais, simplement, de préciser les caractéristiques de cette dynamique en s'appuyant sur quelques exemples provençaux. L'approche diachronique permet de suivre l'évolution du couvert végétal en un lieu donné. On peut reconstituer l'enchaînement des groupements végétaux dans le temps. C'est la méthode la plus sûre mais difficile à réaliser sur une longue période. On est donc obligé de faire appel à des témoignages du passé (photos, par exemple : voir Fig.1). Autre restriction, cette approche est très localisée. L'autre méthode (spatio-temporelle) consiste à reconstituer dans le temps la dynamique du couvert végétal à partir d'observations faites dans l'espace (approche synchronique). Elle utilise l'échantillonnage systématique réalisé initialement dans un but d'identification et de hiérarchisation des groupements végétaux, i.e. la « phytosociologie » propre aux pays du Sud et de l'Est européen et en grande partie d'Afrique et d'Amérique du Sud. C'est dans les années 1950 que l'approche dynamique est apparue en s'appuyant essentiellement sur les groupements décrits par la phytosociologie pour ce qui concerne la région méditerranéenne continentale. C'est pourquoi nous partirons de cette base pour aborder les quelques exemples présentés ici. Ces exemples ont été choisis parce qu'ils sont parmi les plus caractéristiques du Sud-Est français



Fig.1 : Illustration de la dynamique d'une steppe à alfa (a) devenant une brousse à *Olea*, lentisque et alfa (b). Dans un milieu protégé et clôturé pour des raisons militaires en Tunisie, on observe une évolution de la steppe alfatière vers une formation arbustive et forestière basse dans des conditions climatiques pourtant très difficiles (photos G.B.).

Approches descriptives des successions dynamiques. Séries de végétation

Les séries de végétation définies par Gaussen (1963) sont toutes identifiées par un groupement de fin de succession, stable (climax) qui donne son nom à la série et par des groupements qui conduisent à ce

climax par évolution progressive et par ceux qui en dérivent par dégradations successives. Les séquences de végétation se focalisent davantage sur l'enchaînement des groupements qui se succèdent dans le temps sur une partie de l'enchaînement dynamique et moins sur le stade ultime (ou supposé tel) qui donne son nom à la série. Ceci étant, les deux approches sont très proches. Dans une revue de 1966 (documents pour la carte de la Végétation des Alpes), P. Ozenda présente la description des séries de végétation des Alpes du Sud (Ozenda, 1966). Cette synthèse reprend l'ensemble des travaux de ses collaborateurs et de lui-même au cours des années précédentes, apportant ainsi un panorama des successions dynamiques des Alpes du Sud et de la côte méditerranéenne en prolongement des massifs alpins. Il convient de souligner que l'auteur situe les séries de végétation au sein des étages de végétation liés aux conditions climatiques. Il ne s'appuie que partiellement sur les descriptions de groupements végétaux faites par les phytosociologues. Bien sûr, il retient l'identité des unités phytosociologiques déjà décrites par d'autres chercheurs pour établir les stades de la succession mais ceci dans un esprit dynamique et non pas dans un esprit de classification et de hiérarchisation des groupements.

Quelques exemples du Sud-Est Méditerranéen français

Le tableau 1 (Tab.1) donne une vue générale simplifiée des séries de l'étage méditerranéen inférieur à l'étage subalpin. Etages et séries s'articulent donc harmonieusement et montrent la dynamique en relation avec la bioclimatologie et le type de sol. Ainsi, pour les étages supraméditerranéen et méditerranéen, Ozenda avait identifié plusieurs séries du chêne pubescent. Ces diverses successions portent le même nom, mais concernent deux étages différents parce qu'elles sont influencées par des conditions bioclimatiques différentes. C'est la raison qui nous amène à nous arrêter sur ces successions comme premier exemple. Dans le contexte méditerranéen, nous sommes tous familiarisés avec les chênaies de chênes blancs (*Quercus pubescens*), un peu moins avec les groupements végétaux qui les précèdent dans la dynamique positive.

Tab. 1 : Disposition schématique simplifiée des séries de végétation des Alpes sud-occidentales en fonction de leur écologie (selon Ozenda, 1966).

	Calcicole Xérophile	Mésophile	Silicicole ou Hygrophile
Alpin	Série de l'Alpin calcicole		Série de l'Alpin silicicole
Subalpin	Série préalpine du Pin à crochets	Série préligure du Pin à crochets Série du Mélèze	Série subalpine de l'Epicéa
Montagnard	Série sup. Pin sylvestre	Série mésophile Pin sylvestre Série de la hêtraie	Série de l'Epicéa Série de la hêtraie-sapinière
Supraméditerranéen Collinéen	Série supraméditerranéenne du chêne pubescent	Série du chêne sessile	Série acidophile du chêne pubescent
Méditerranéen supérieur	Série du genévrier de Phoenicie	Série médit. du chêne pubescent	Série de l' <i>Ostrya</i>
Méditerranéen inférieur	Série du Pin d'Alep	Série du Caroubier	Série du chêne-liège

La figure 2 (Fig. 2) montre la **succession (ou série) du chêne pubescent de l'étage supraméditerranéen** telle qu'elle est décrite par Ozenda.

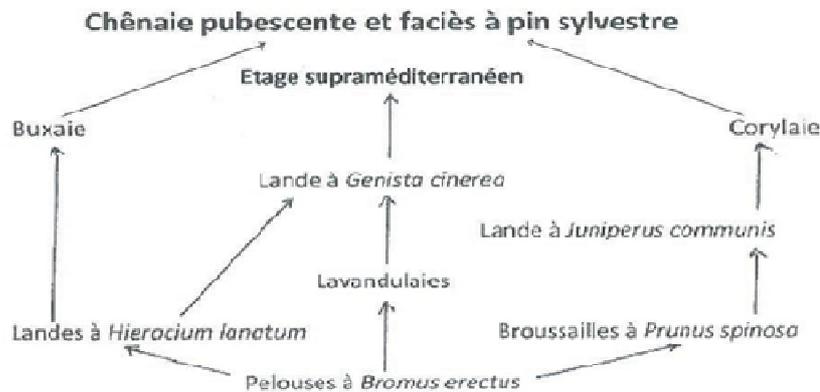


Fig.2 : Succession (ou série) du chêne pubescent de l'étage supraméditerranéen (d'après Ozenda, 1976).

Cette présentation simplifiée montre trois enchaînements parallèles aboutissant à la chèneaie. La série supraméditerranéenne du chêne pubescent est, de loin, la succession la plus importante des Alpes du Sud. Le stade climacique est une chèneaie médiocre souvent infiltrée de pin sylvestre. La répartition des deux essences est variable mais on peut estimer que le pin s'épanouit davantage quand le milieu est moins thermophile. Les stades de fruticées ou arbustifs sont dominés par le buis, le genêt cendré et la lavande qui identifient une étape bien marquée de la succession. Les pelouses précédant les formations arbustives sont caractérisées par *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Festuca glauca* et *Festuca vallesiana*.

La série de la chèneaie pubescente méditerranéenne est présentée ici en s'appuyant sur le travail de Loisel (1976) dans une interprétation purement phytosociologique. Dans la Fig. 3 (d'après Loisel, 1976), on constate que tous les groupements végétaux de la succession portent des noms de la nomenclature phytosociologique.

Lathyro-Quercetum pubescentis

Etage méditerranéen

Avec *Q. pubescens*, *Lathyrus latifolius* et *Campanula medium* infiltré de *Q. ilex* et de *Pinus halepensis*.

Groupements arbustifs

Sur Silice

Erico-Genistetum pilosae suffruticosi
Avec *Cistus monspeliensis* et
Cistus salviaefolius et Pin mésogéen

Sur Calcaire

Staehelino-Dorycnietum
Aphyllantio-Genistetum hispanicae

Sur tous substrats

Juniperaies à *Juniperus oxycedrus*
Rubio-Coriarietum myrtifoliae
Spartio-Clematidetum vitalbae

Groupements herbacés

Potentillo-Geranietum lanuginose
Diantho-Brachypodietum pinnate
Brachypodietum phoenicoidis

Fig.3 : Série de la chèneaie pubescente méditerranéenne (Loisel, 1976).

Le groupement forestier du *Lathyro-Quercetum pubescentis* est constitué de chênes pubescents souvent mélangés à des chênes verts et souvent enrésinés de pins d'Alep. Les groupements arbustifs sont différents sur calcaire (avec *Genista hispanica*, *Lavandula latifolia*...), sur dolomie et sur silice (avec *Cistus monspeliensis* et *C.salviaefolius*). La série méditerranéenne du chêne pubescent est donc très différente de celle de l'étage supraméditerranéen.

La **série du Chêne-liège** est mise en évidence ici en utilisant une méthode de statistique multidimensionnelle, l'analyse factorielle des correspondances. Les relevés floristiques sur le terrain ont été réalisés selon la procédure classique de la phytosociologie mais toute l'interprétation est basée sur des calculs statistiques. Le plan principal de cette analyse factorielle des correspondances (représenté ici) montre de manière indiscutable les différentes étapes de la succession aboutissant à la chênaie-liège (Fig.4).

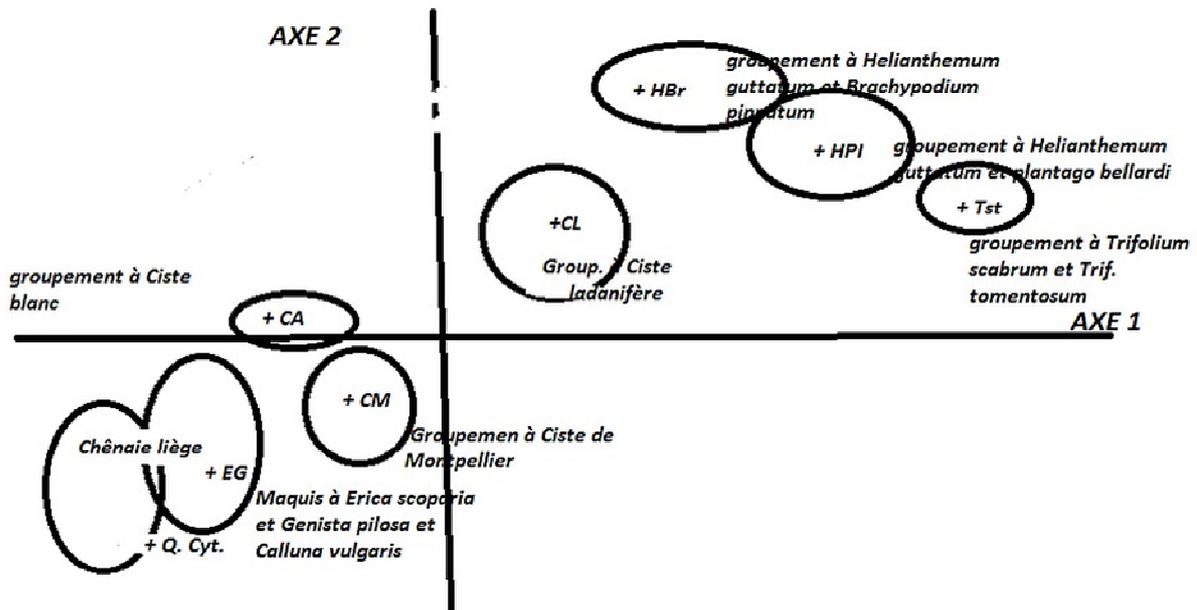


Fig. 4 : Représentation schématique de la dynamique successionale de la chênaie-liège dans les Maures.

L'analyse factorielle discrimine sans ambiguïté les groupements végétaux qui se succèdent dans une dynamique progressive. Les groupements arbustifs sont bien distincts : cistaies à ciste ladanifère (CL), à ciste blanc (CA), à ciste de Montpellier (CM) puis maquis à bruyère et à *Genista pilosa* (EG) qui se distingue de la chênaie liège (Q.Cyt) apparaissant comme une entité particulière constituant un aboutissement secondaire de la succession ou un stade « bloqué ». Cette succession met aussi en évidence les stratégies des différents cistes. Par exemple, le ciste blanc possède un pouvoir de compétition efficace sur le ciste ladanifère (émission de métabolites secondaires) mais aussi un pouvoir d'auto-régulation de ses propres populations.

Le versant nord du massif de la Sainte Baume est bien connu pour sa hêtraie (cf. Molinier, 1934 ; Molinier *et al.*, 1952) à propos de laquelle ont été développées de nombreuses hypothèses quant à son origine et à son maintien. L'objectif de la démarche présentée ici est d'étudier plus en détail le rôle et la dynamique des principales essences forestières en réalisant un échantillonnage spécifique fait essentiellement au sein des groupements arbustifs, présylvatiques et sylvatiques. La prise en compte des principales essences forestières présentes sous forme de jeunes plants (g), de jeunes arbres (a) et d'arbres adultes (A) permet de suivre la dynamique à partir du positionnement des trois états de chaque essence. Ceci permet de repérer les groupements où s'installent les jeunes plants et de prévoir le devenir de ceux-ci et leur développement. Nous ne reprendrons pas les détails des enchaînements des stades de

la succession aboutissant aux formations arborescentes. Celles-ci relèvent de la dynamique du chêne pubescent (dynamique méditerranéenne et dynamique supraméditerranéenne) (Fig.5).

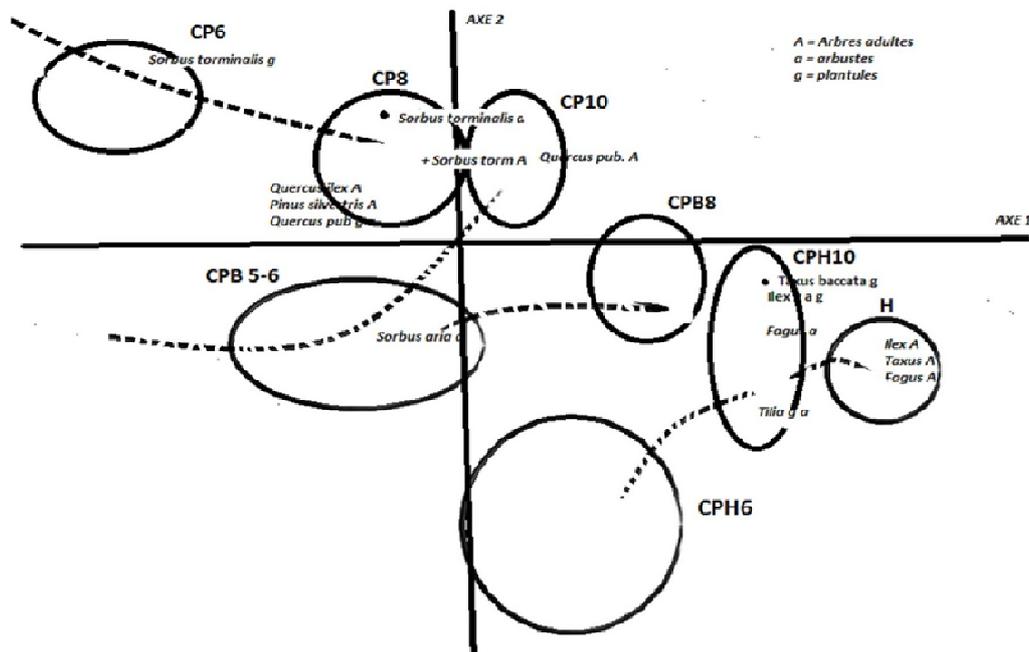


Fig.5 : Représentation schématique des deux successions du versant nord de la Ste Baume.

Trois niveaux peuvent être distingués dans cette analyse : CP5, CP6, CP8 et CP10 représentent les stades présylvatiques et sylvatiques de la dynamique de la chênaie pubescente. **CP6** correspond à une forêt très ouverte infiltrée de semis de pin sylvestre et de *Sorbus torminalis*. **CP8** est un stade sylvatique plus fermé avec de nombreux jeunes plants ou arbustes de chênes pubescents ce qui annonce une évolution vers une chênaie plus mature de l'étage méditerranéen comme CP10 qui constitue une chênaie à buis évoluée.

Les successions CPB et CPH représentent des chênaies de transition entre les étages méditerranéen et supraméditerranéen, (entre les groupements forestiers les plus mésophiles et les chênaies méditerranéennes où subsistent encore le chêne vert). CPB 8 est un groupement forestier mixte plus ou moins ouvert avec *Pinus sylvestris* et *Sorbus aria*. CPH8 est une forêt mixte avec *Acer opalus* (sous les trois formes) *Tilia platyphyllos* sous les trois formes, *Fagus* uniquement sous la forme arbustive ce qui indique une évolution probable vers la hêtraie. CPH10 est une chênaie-hêtraie. Enfin H correspond à la hêtraie avec *Fagus*, *Taxus* et *Ilex aquifolium* sous forme arborescente. H serait peut-être l'aboutissement de l'évolution de CPH10 qui abrite les germinations de *Taxus*, les germinations et arbustes d'*Ilex*, des arbustes et germinations de *Tilia* et des arbustes de *Fagus*. Donc, la présence de germinations et d'arbustes d'espèces de la hêtraie dans les groupements extérieurs (CPB et CPH) à la hêtraie, est indicatrice d'une évolution de ces chênaies mixtes mésophiles vers une hêtraie « supraméditerranéenne » qui ne paraît pas en danger d'extinction.

Terme de la succession progressive et réflexion sur la notion de climax

Le climax est le terme ultime de la succession progressive. Il représente un stade forestier fermé, stable. C'est donc un état d'équilibre entre le groupement forestier issu de la succession et le milieu qui l'entoure. Dans beaucoup de cas, on a considéré comme climax un groupement forestier qui n'était pas la forêt « définitive ». Sans perturbations, la forêt issue de la succession n'est pas la « vieille » forêt

que l'on pourrait imaginer avec sa dynamique interne et sa lente maturation. Les séries supraméditerranéenne et méditerranéenne du chêne pubescent peuvent servir d'exemple. Ces forêts sont bien différenciées par leur cortège floristique comme le sont les stades dynamiques aboutissant à ces séries. Une longue maturation de ces forêts n'atténuerait-elle pas ces différences ? Les débats ne sont pas clos sur ce sujet (voir travaux de Whittaker, 1974, et autres plus récents...).

Le cas des pinèdes de Pin d'Alep illustre bien cette situation. Au Nord de la Méditerranée, ces formations expansionnistes (Barbero & Quézel, 1989) ne constituent qu'un stade forestier de colonisation dans la plupart des cas. Exceptionnellement, sur les zones littorales, elles peuvent être considérées comme un climax comme elles le sont en bien des endroits au Maghreb.

L'analyse pollinique, dans une démarche de paléocologie, peut confirmer les stades de stabilisation. C'est le cas en Basilicate (Italie du Sud) où un sondage pollinique, réalisé en 1975 (Fig.6), a montré que la hêtraie du Monte Sirino et de toute la région, était présente depuis 3 000 ans sans modifications significatives. On peut en déduire qu'il y a eu une grande stabilité bioclimatique sur ce territoire mais aussi que ce type de forêt a maintenu un équilibre stable et sans perturbation significative durant cette longue période. On peut donc considérer qu'il s'agit là d'un climax.



Fig.6 : Sondage à la main dans la tourbière du Lago Sirino en Basilicate en 1975 (photo G.B.).

Les dynamiques régressives et la résilience

Elles sont essentiellement déclenchées par l'Homme ou très occasionnellement par des catastrophes naturelles (vastes incendies). Les figures 7 et 8 (Fig. 7 et Fig. 8) illustrent bien l'enchaînement de la succession régressive.

Cette dégradation par paliers successifs suggère plusieurs interrogations : quel est le niveau le plus bas que peut atteindre cette dégradation compte tenu des facteurs du milieu ? Quelles sont les conditions de reprise d'une dynamique progressive ?

La résilience est l'état de plus forte dégradation subi par un écosystème lui permettant cependant de se redynamiser. En dessous de ce seuil, l'écosystème n'a plus la capacité de relancer une dynamique progressive. Il faut bien reconnaître que les potentialités naturelles des écosystèmes leur permettent des réactions positives souvent à un niveau de dégradation très important. Encore faut-il que la répétition des perturbations ne constitue pas un blocage définitif avec une perte considérable de biodiversité.

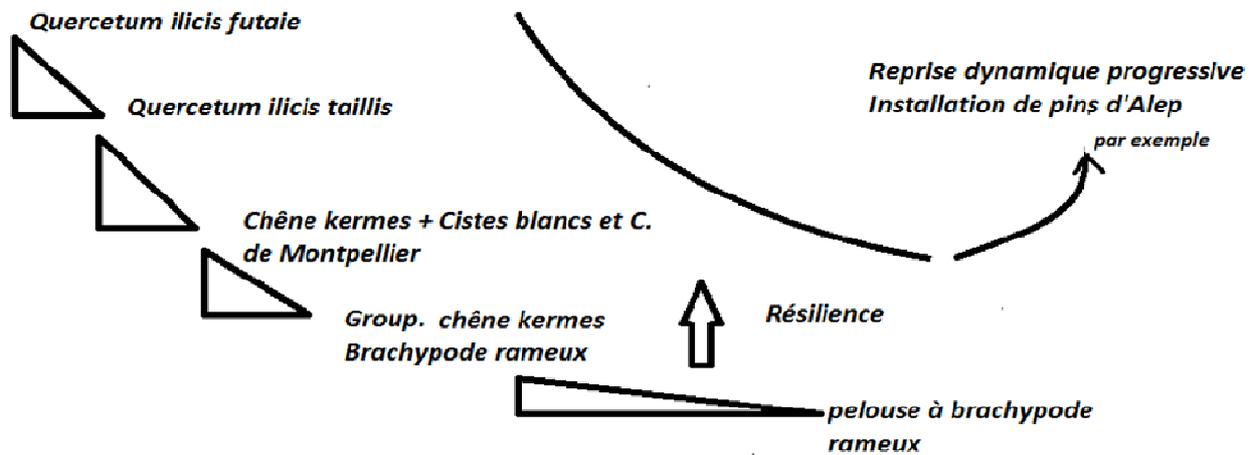


Fig.7 : Représentation schématique de la dynamique régressive de la chênaie verte en Languedoc et en Provence.



Fig.8 : Zénaie de Kroumirie dégradée par les actions anthropiques en particulier la coupe du feuillage pour nourrir les animaux (a). Situation extrême de la dynamique régressive de la forêt de chênes zeen avec érosion importante mais avec encore des potentialités de reprise. La couverture arbustive doit permettre une restauration forestière si la pression humaine cesse (b) (photos G.B.).

Processus

Les successions conduisent l'écosystème à une complexité de plus en plus grande. Dans les exemples présentés dans ce texte, le processus successional a été étudié sur la base des modifications de la composition floristique (Barbero *et al.*, 1987 ; Bonin *et al.*, 1983). En région méditerranéenne, peu d'études ont permis d'appréhender les processus fonctionnels accompagnant le passage des stades pionniers aux stades les plus évolués de la succession. C'est pourquoi il convient de s'appuyer aussi sur des travaux réalisés sous d'autres bioclimats. Le passage des stades pionniers aux stades les plus évolués entraîne des modifications des conditions stationnelles. Le remplacement des espèces végétales est étroitement lié à une évolution des flux, des bilans de nutriments et des bilans de métabolites secondaires (Loreau, 1996). Des travaux menés dans des formations à Ericacées montrent que toute augmentation du niveau de ressources minérales conduit à l'installation d'espèces nouvelles (Aerts et Berendse, 1988) qui à leur tour modifient les teneurs en éléments minéraux du sol (Bonin *et al.*, 1984 ; Mitchell *et al.*, 1997, 1999). Il existe une grande variabilité entre les différents stades de la succession (Tilman, 1988). Selon Lotka *in* Loreau (1998), la nature maximise les flux d'énergie et de matière dans les écosystèmes, ce qui va conduire la succession vers un système de plus en plus fermé, complexe et stable.

La **capacité d'auto-transformation de chaque étape de la succession** est étroitement inféodée à la composition spécifique de chacun des stades. La diversité spécifique va jouer un rôle important dans cette transformation favorisant le développement de certaines espèces végétales au détriment d'autres. La situation est identique pour la faune. Par exemple, les microarthropodes du sol vont modifier la nature de la litière au cours de la succession (Orgeas *et al.*, 1998). Mais ce mécanisme évolue au cours de la dynamique et la composition des populations se modifie. Il en est de même pour les lombrics souvent absents des premiers stades de la dynamique. Ceci va influencer le devenir de certaines espèces végétales et inversement il y aura un contrôle de la végétation sur la dynamique de la matière organique du sol (Quideau, 2001), donc sur certaines populations animales. Autre exemple, les communautés d'insectes coprophages se structurent en fonction de la physionomie de la station donc avec la dynamique du couvert végétal. On constate alors une succession de communautés d'insectes (Lumaret *in* Romane, 1981). Chaque stade n'est pas un ensemble figé mais une machine aux rouages complexes dont certains ont fait l'objet de recherches très approfondies, soit sur des placettes dans des successions *in natura*, soit en reconstituant en laboratoire des placettes expérimentales.

Les processus de compétition et de facilitation sont liés à la nature même des espèces en présence :

- capacité de diffusion plus ou moins grande ;
- compétition dans l'occupation de l'espace (cas des bruyères) ;
- compétition ou facilitation dans la mobilisation des nutriments en particulier, mobilisation des ressources en azote par certaines espèces ;
- compétition chimique par le biais de production de métabolites secondaires ou régulation des populations d'une même espèce.

C'est le cas des cistaies étudiées dans la dynamique arbustive dans la série du chêne-liège dans les Maures (Robles *et al.*, 1999) où le ciste blanc contribue par sa production de métabolites secondaires à éliminer d'autres arbustes mais aussi à réguler son propre développement. C'est aussi le cas de la progression des pinèdes de pin d'Alep en Provence avec ses potentialités de diffusion des graines du pin mais aussi grâce à sa production de métabolites secondaires très agressifs vis-à-vis d'autres essences (Bonin *et al.*, 2007). Quand le pin perd en vieillissant cette qualité, la pinède est progressivement envahie par les chênes. On peut ajouter aussi l'influence des composés phénoliques (métabolites secondaires) sur les microorganismes du sol, donc sur la fertilité du sol.

Enfin, **l'influence des facteurs climatiques** peut nuancer localement (particulièrement en région méditerranéenne) ou globalement, la trajectoire d'une succession. C'est le cas au Maghreb où certains stades (les steppes à alfa, par exemple) se dégradent sous la pression anthropique mais aussi sous

l'influence climatique qui accentue cette situation jusqu'à dépasser le seuil de résilience donc sans possibilité de retour d'une dynamique progressive.

L'histoire d'un territoire contribue fortement à déterminer les premières étapes de la dynamique progressive d'une succession. Les travaux réalisés par Taton *et al.* (1994) sur les terrasses de cultures abandonnées ont montré la forte influence de la nature des antécédents agricoles (pratiques agricoles et plantes cultivées) dans la dynamique des successions secondaires en ce qui concerne les stades présylvatiques (voir aussi Fig.9). Les différences dans les réponses s'estompent progressivement lorsque la succession atteint les stades arborescents avancés.



Fig.9 : Terrasses de culture abandonnées partiellement colonisées par le chêne pubescent et en partie par le pin d'Alep, résultat d'une mosaïque de situations agricoles antérieures (photo G.B.).

Conclusion

La bibliographie concernant la dynamique de la végétation est très volumineuse, abordant des aspects théoriques et des descriptions concrètes à partir d'observations de terrain. Il n'était pas envisageable ici de reprendre tous les aspects de cette thématique mais simplement de focaliser notre attention sur quelques exemples provençaux dans des paysages qui nous sont familiers. Ces exemples ont permis de montrer à partir de successions concernant le chêne pubescent, que les premiers stades peuvent s'enchaîner dans des trajectoires parallèles aboutissant à un tronc commun forestier. Ces premières étapes de la succession sont beaucoup plus sensibles aux conditions environnementales que ne le sont les stades forestiers terminaux.

Une approche plus fine comme celle concernant la forêt de la Ste Baume montre l'importance de la prise en compte des différents états de chaque essence forestière pour mieux apprécier les potentialités du couvert forestier. On peut ainsi constater que cette hêtraie est susceptible d'accroître son territoire. Il serait intéressant, trente ans après, de reprendre cette démarche et de comparer les résultats.

Les processus fonctionnels constituant le moteur de la dynamique successioneuse sont des processus naturels qui existent sous toutes les latitudes et à toutes les altitudes. C'est pourquoi, il est justifié d'aborder les problèmes de dynamique dans le cadre d'une thématique « Nature et systèmes productifs en région méditerranéenne ». Face au pouvoir dynamique des systèmes naturels, les perturbations (essentiellement humaines) sont les seuls éléments de dysfonctionnement. Perturbations, équilibres, variabilité environnementale ne constituent pas l'unique cadre des systèmes naturels comme le souligne Sprugel (1991). La dynamique est un phénomène aux potentialités adaptatives qui se

développe toujours dans la même direction. C'est donc un phénomène naturel remarquable.

Hommage de l'auteur

Cet article est dédié à Jacques Gamisans et François Romane, naturalistes passionnés.

Références bibliographiques

- Aerts R. & Berendse F., 1988. The effect of increased nutrient availability on vegetation dynamics in wetheathlands. *Vegetatio* **76** : 63-69.
- Barbero M. & Quézel P., 1989. Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. *Bulletin d'Ecologie* **2** : 7-14.
- Bonin G., Gamisans J. & Gruber M., 1983. Etude des successions dynamiques de la végétation du massif de la Ste Baume (Provence). *Ecologia mediterranea*, **IX** (3-4) : 129-171.
- Bonin G., Aubert G., Barbero M., Gamisans J., Grubert M., Loisel R., Quézel P., Sandoz H., Thinon M. & Vedrenne G., 1983. Mise en évidence de la dynamique de quelques écosystèmes forestiers et préforestiers provençaux aux étages méditerranéens s.l. à l'aide de taxons indicateurs. *Vegetatio* **54** : 79-96.
- Bonin G., Sandoz H., Thinon M. & Vedrenne G., 1984. Relations entre la dynamique de la végétation (Chênaie-Hêtraie) et les caractéristiques édaphiques dans le massif de la Ste Baume. *Ecologia Mediterranea* **IX** (3-4).
- Bonin G. *et al.*, 2007. Expansion du Pin d'Alep. Rôle des processus allélopathiques dans la dynamique successionnelle. *Forêt Méditerranéenne* **28** (3) : 211-218.
- Lepart J. & Escarré J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bulletin d'Ecologie* **14** : 133-178.
- Loisel R., 1976. *La végétation de l'étage méditerranéen dans le Sud-Est continental français*. Thèse Doct. Etat, Université d'Aix-Marseille.
- Loreau M., 1996. Coexistence of multiple food chains in a heterogeneous environment : interactions among community structure, ecosystem functioning and nutrient dynamics. *Mathematical Biosciences* **134** : 163-188.
- Loreau M., 1998. Ecosystem development explained by competition within and between material cycles. *Proceedings of the Royal Society of London B* **265** : 33-38.
- Mitchell R., Marrs R.H., Le Duc M. & Auld M.H.D., 1997. A study of succession on lowland heaths in Dorset, southern England : changes in vegetation and soil chemical properties. *Journal of applied Ecology* **34** : 1426-1444.
- Molinier René, 1934. Etudes phytosociologiques et écologiques en Provence occidentale. *Annales du Museum d' Histoire Naturelle de Marseille* **27** : 1- 274.
- Molinier Roger & Pialot H., 1952. Carte des groupements végétaux de la forêt de la Ste Baume au 1/20.000. CNRS.
- Orgeas J., Ballini C. & Poinso-Balaguer N., 1998. Dynamics of holm oak (*Quercus ilex* L.) litter decomposition in isolated habitats, in grape-growing ecosystems. *Ecology* **29** (3) : 459-466.
- Ozenda P., 1966. Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du Sud. *Documents pour la Carte de Végétation des Alpes*, IV : 1-198.
- Quideau S.A. *et al.*, 2001. Vegetation control on soil organic matter dynamics. *Organic Geochemistry* **12** : 247-252.
- Robles C., Bonin G. & Garzino S., 1999. Potentialités autotoxiques et allélopathiques de *Cistus albidus* L. C.R. *Académie des Sciences Paris, Sciences de la Vie* **322** : 677- 685.
- Romane F., 1981. Comparaison de plusieurs successions végétales et animales dans quelques séquences de végétation du Languedoc. *Compte rendu de fin de contrat. Ministère de l'Environnement et du cadre de vie / CNRS*.
- Sprugel D., 1991. Disturbance, Equilibrium and Environmental Variability : What is « Natural » vegetation in a changing environment ? *Biological Conservation* **58** (1991) : 1- 18.
- Tatoni T., Magnin F., Bonin G. & Vaudour J., 1994. Secondary successions on abandoned cultivation terraces in calcareous Provence. I-Vegetation and soil. *Acta Oecologica* **15**(4) : 431-447.
- Tillman D., 1988. *Plant strategies and dynamics of structure of plant communities*. Princeton University Press.
- Whittaker R.H., 1974. Climax concepts and recognition : 138-154. In : Knapp R. *Vegetation dynamics* W. Junk. The Hague.

L'auto-incompatibilité, un mécanisme très répandu chez les Angiospermes

Catherine Breton ^a & André Bervillé ^b

^a Institut des Sciences de l'évolution de Montpellier (ISE-M), UMR CNRS 5554, place E. Bataillon, cc63, bât. 24, 1er étage, F-34095 Montpellier Cedex 5 (catherine.breton02@univ-montp2.fr)

^b INRA, ex-UMR-DIAPC, Campus SupAgro, bât. 22, F-34060 Montpellier Cedex 1 (andre.berville@orange.fr)

Résumé

L'auto-incompatibilité (SI) est un mécanisme très diversifié et mis en place il y a des millions d'années. Les différentes modalités dues à l'architecture florale (les différents types : hétérostylie ou distylie) ou à la fonction - l'auto-incompatibilité gamétophytique (GSI) et sporophytique (SSI) - sont données. Des exemples de fonctionnement sont donnés pour les Rosacées (cerisiers) et les Oléacées (olivier). Les spécificités de chaque type sont données avec les conséquences au niveau des vergers ou des cultures, notamment pour la répartition des polliniseurs. L'impact évolutif de l'auto-incompatibilité est envisagé. Les mécanismes moléculaires sous-jacents à la distylie, GSI et SSI, sont explicités.

Mots-clés : GSI, incompatibilité gamétophytique, incompatibilité sporophytique, SSI, systèmes de reproduction, Oléacées .

Abstract

Self-incompatibility is a mechanism largely diversified and set up millions years ago. The features due to architecture or to function as the different classes distyly (hétérostyly), and the gametophytic self-incompatibility or sporophytic self-incompatibility are displayed. Functional examples are given in the Rosaceae (Cherry) and Oleaceae (Olive). Specificity for each type are exposed with their consequences in orchards or fields, namely for the spread of pollinizers. The impact in evolution of self-incompatibility is exposed. The molecular mechanisms behind distyly, gametophytic and sporophytic self-incompatibility are schematized.

Keywords : GSI, gametophytic incompatibility, sporophytic incompatibility, SSI, reproduction systems, Oleaceae.

Introduction

La dépression de consanguinité est telle pour la plupart des espèces que la sélection naturelle a retenu une grande diversité de mécanismes qui favorise l'allo- par rapport à l'autofécondation. Les espèces dont les individus portent soit des fleurs mâles soit des fleurs femelles séparées - système dioïque – évitent aussi l'autofécondation, mais on ne les fait pas rentrer dans le mécanisme de l'auto-incompatibilité. L'herkogamie (disjonction des sexes dans l'espace) et la dichogamie (disjonction des sexes dans le temps, protandrie, gynandrie) empêchent aussi l'autofécondation, mais souvent chez les espèces auto-incompatibles, ces mécanismes se superposent à l'auto-incompatibilité.

Pour près de la moitié des espèces d'Angiospermes, le système d'auto-incompatibilité est codé par des gènes qui déterminent, soit (i) l'architecture empêchant l'autofécondation – l'hétérostylie (distyly en

anglais) chez la primevère – on parle de fleurs hétéromorphes et d'auto-incompatibilité due à l'architecture, soit (ii) l'auto-incompatibilité fonctionnelle, chez les fleurs homomorphes, quand les gènes codent dans le pollen et le stigmate + style des protéines (dites S-déterminants) qui interagissent entre elles dans la réaction d'auto-incompatibilité. L'auto-incompatibilité architecturale, bien qu'efficace, peut laisser la place à des autofécondations accidentelles. L'auto-incompatibilité fonctionnelle est stricte, puisque le mécanisme de reconnaissance fonctionne entre chaque grain de pollen tombé sur le stigmate d'une fleur d'un même taxon.

Pourquoi est-il nécessaire de (ré-)expliquer le mécanisme d'auto-incompatibilité ? Sur les sites tels « fr.wikipedia.org/wiki/Pollinisation#Autogamie_et_allogamie », dans les ouvrages de sciences du vivant, les explications données sont loin de permettre de comprendre ce qui se passe, probablement dans un souci de simplification d'un mécanisme excessivement complexe ; par exemple, Duhoux et Nicole (2004) n'exposent pas la notion de dominance entre allèles-S (*S-allele* en anglais).

Dans une même famille, il peut exister plusieurs mécanismes d'auto-incompatibilité, ce qui laisse penser que les mécanismes ont évolué et se sont diversifiés. Chez les Oléacées, par exemple, les jasmins présentent le mécanisme d'hétérostylie chez *Jasminum fruticans* L. Il y a deux formes distinctes d'individus : les longistyles et les brévistyles, auto-incompatibles et incompatibles à l'intérieur d'une forme (Pirotta, 1885 ; Dommée *et al.*, 1992 ; Guitian *et al.*, 1997). Les *Phillyrea* présentent un système dit androdioécie : plantes mâles et hermaphrodites dans la même population. Les frênes (*Fraxinus excelsior* et *oxyphylla*) sont auto-incompatibles et polygames, car les individus des forêts sont soit entièrement mâles soit entièrement femelles avec tous les intermédiaires possibles entre les deux sexes. Chez l'olivier (*Olea europaea*), un système d'auto-incompatibilité sporophytique est présent, mais l'olivier est aussi andromonoïque, car les variétés portent à la fois des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles (le pistil a avorté) dans une inflorescence. Si l'évolution a conduit à ces quatre mécanismes dans la même famille c'est qu'ils sont reliés, ou que la famille est polyphylétique. Flahault défend cette thèse dans la préface de l'ouvrage sur l'olivier par Degrully & Viala (1887) ; il explique, en se basant sur des critères de morphologie fine de la fleur, que les jasmins n'auraient pas dû être inclus dans les Oléacées, mais les études moléculaires récentes ne les excluent pas (Wallander & Albert, 2000 ; Besnard *et al.*, 2002). Ces quatre mécanismes ont probablement la même base. L'auto-incompatibilité des fleurs hétéromorphes serait une forme primitive qui aurait permis la différenciation de l'auto-incompatibilité fonctionnelle des fleurs homomorphes avec de l'androdioécie, de la polygamie et de l'andromonoécie.

Système avec hétérostylie

Chez la primevère, avec la morphologie des fleurs brévistyles et longistyles et concomitamment des étamines à filets longs et courts, on comprend que le pollen des fleurs brévistyles ne puisse atterrir sur les styles longs et vice versa. Récemment, Labonne *et al.* (2009) ont montré chez *Turnera* que des gènes (3 à 7), qui encodent cette morphologie, sont situés au voisinage du locus-S (*S-locus* en anglais) reconnu par les séquences spécifiques qui le délimitent. L'hétérostylie est présente chez 28 familles et elle a suivi des voies évolutives différentes, mais il y a une convergence flagrante des formes entre les familles.

Pour découvrir les gènes sous-jacents au mécanisme de l'hétérostylie, trois approches classiques ont été utilisées : (i) l'étude des profils protéiques ; (ii) l'expression différentielle des gènes ; (iii) le clonage positionnel au voisinage du locus-S.

(i) Études des profils protéiques des organes reproductifs

Cette stratégie a permis de spécifier des profils chez *Averrhoa*, *Turnera* et *Fagopyrum*. Par séquençage chez *Turnera*, 2 gènes de polygalacturonase et dioxygénase, tous deux localisés dans les tissus conducteurs du tube pollinique de la forme brévistyle, ont été isolés. Toutefois, ces gènes ne se localisent pas au locus-S, et leurs rôles demeurent encore inconnus.

ii) *L'expression différentielle des gènes entre brévistyles et longistyles*

L'exploration de l'expression différentielle des gènes chez *Primula vulgaris*, par utilisation de l'hybridation soustractive (tous les cDNA¹ communs entre les brévistyles et les longistyles sont éliminés au préalable), révèle 11 classes de cDNAs. Les gènes découverts ne sont pas très liés au locus-*S* suggérant qu'ils sont impliqués dans des fonctions en aval du mécanisme d'hétérostylie. Par utilisation du « fluorescent differential display » – les cDNA sont rendus fluorescents – un gène exprimé dans la fleur (« flower-timing related gene ») étroitement lié au locus-*S* de *P. vulgaris* et un gène d'une probable protéine membranaire ont été révélés. Ces deux gènes sont exprimés dans les tissus floraux des 2 formes, mais le gène de la protéine membranaire co-ségrège avec le locus-*S* dans une descendance de 174 individus.

(iii) *Le clonage positionnel*

Cette troisième approche nécessite une grande population de cartographie (plusieurs milliers d'individus) avec de nombreux marqueurs moléculaires – 20 à 30 – à proximité du locus-*S* afin que la cartographie du locus soit précise. De tels marqueurs sont disponibles chez *P. vulgaris*, *Turnera* et *Fagopyrum*. Une séquence génomique de 8,8 kb contenant de courtes répétitions de séquences en tandem a été caractérisée, mais elle ne porte aucun gène candidat pour l'hétérostylie.

Finalement, chez *Turnera*, Labonne *et al.* (2009) à partir de 2 013 descendance de backcross ont découvert 3 gènes fortement liés au locus-*S* : une N-acetyltransférase (TkNACE) bordant le locus-*S* à 0,35 cM, une sulfotransférase (TkST1) et un non-LTR rétro-élément (TsRETRO) qui sont totalement liés au locus-*S*. TsRETRO est aussi lié au locus-*S* chez *T. subulata*. Le gène de sulfotransférase montre des niveaux relatifs d'expression variables chez les longistylés *versus* les brévistylés. Ceci suggère qu'il pourrait être impliqué dans certains aspects de l'hétérostylie. Par marche sur le chromosome, c'est-à-dire en essayant de cloner des fragments qui se suivent, d'autres gènes sont maintenant recherchés en aval et en amont du locus-*S*.

L'auto-incompatibilité fonctionnelle

Elle manifeste un mécanisme de reconnaissance pollen-stigmate qui s'exprime par différentes variantes (Tab. 1). Il faut bien comprendre que ces mécanismes ont été décortiqués dans les années 1920-60 avant l'arrivée des techniques de biologie moléculaire et donc la corrélation entre un de ces mécanismes et la présence d'un marqueur moléculaire n'est pas une preuve de son implication dans le mécanisme. Nos prédécesseurs généticiens, sans outils autres que ceux de l'analyse de ségrégation de l'auto-incompatibilité dans les croisements d'espèces cultivées, gênés par ces effets qui ralentissent l'obtention de lignées pures, ont défini deux mécanismes qu'ils ont appelé auto-incompatibilité gamétophytique (GSI en anglais) et auto-incompatibilité sporophytique (SSI en anglais) car :

= Le pollen est couvert avec GSI par le déterminant protéique qui est codé par l'allèle qu'il porte – le pollen est haploïde – et si l'individu porte S1 et S2, il émettra des grains de pollen qui portent soit l'allèle S1 soit S2, et chacun porte le déterminant correspondant (Tab. 1). Les grains de pollen S1 sont inhibés une fois qu'ils ont atterri sur tous les stigmates d'une plante qui porte S1 quel que soit l'autre allèle. Le raisonnement est identique pour les grains de pollen S2.

= Le pollen est couvert avec SSI par les deux déterminants protéiques du sporophyte diploïde alors qu'évidemment il ne porte que l'un des deux allèles-*S* du sporophyte (Tab. 1). Or, dans la plupart des documents de vulgarisation relatifs à l'auto-incompatibilité avec SSI, on explique que le pollen exprime les 2 allèles-*S*, ce qui est faux.

¹ cDNA (en anglais) ou ADNc (en français) : ADN reconstitué *in vitro* par la transcriptase reverse d'un virus à partir d'un ARN messenger.

Tab. 1 : Implications des modèles GSI et SSI sur les allèles-*S* et déterminants-*S* portés par le pollen, le stigmate et le style (les allèles-*S* sont en italique, les déterminants protéiques sont droits et soulignés).

	Sporophyte R1R2	GSI		SSI	
Organe femelle	Stigmate style	<i>R1R2</i>	<i>R1R2</i>	<i>R1R2</i>	<i>R1R2</i>
	Déterminant protéique sur le stigmate et dans le pistil	<u>R1R2</u>		<u>R1R2</u>	
Organe mâle	Génotype pollen	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>
	Co-dominance R2 = R1 entraîne déterminants protéiques	<u>R1</u>	<u>R2</u>	<u>R1R2</u>	
	Dominance R2 > R1	jamais	jamais	<u>R2</u>	

La différence entre GSI et SSI est due à l'expression des gènes *S* qui est très précoce avec SSI (le pollen est encore au stade des cellules-mères du pollen : elles sont alors couvertes par les deux déterminants et la protéine membranaire est stable plusieurs jours), alors qu'avec GSI l'expression est tardive : les grains de pollen sont déjà séparés et chaque grain de pollen n'est donc couvert que par le déterminant de l'allèle qu'il porte.

De plus, dans un tissu diploïde, il peut exister des relations de dominance entre les allèles-*S*. C'est le cas entre les allèles-*S* avec SSI, jamais avec GSI. Les relations de dominance sont établies expérimentalement pour les espèces qui expriment SSI lors de la ségrégation des allèles ou lors des croisements qui échouent ou réussissent quand on connaît les allèles-*S* présents (Tab. 2).

Tab.2 : Implications des modèles GSI et SSI pour les croisements variétés et polliniseurs et leurs descendance.

Femelle	Mâle	Descendants			
GSI					
<i>R1R2</i>	<i>R1R3</i> (semi-polliniseur)		<i>R1R3</i>	<i>R2R3</i>	
<i>R1R2</i>	<i>R3R4</i>	<i>R2R4</i>	<i>R1R4</i>	<i>R1R3</i>	<i>R2R3</i>
SSI					
<i>R1R2</i>	Co-dominance <i>R1 = R3</i>	0	0	0	0
<i>R1R3</i>	Dominance <i>R2 > R3</i>	<i>R1R2</i>	<i>R2R3</i>	<i>R1R3</i>	<i>R3R3</i>
<i>R1R3</i>	Dominance <i>R2 > R1</i>	<i>R1R2</i>	<i>R2R3</i>	<i>R1R3</i>	<i>R1R1</i>
<i>R1R4</i>	<i>R2R4</i> Dominance <i>R2 > R4</i>	<i>R1R4</i>	<i>R2R4</i>		<i>R4R4</i>
<i>R2R3</i>	<i>R2R5</i>	0	0	0	0
<i>R1R2</i>	<i>R3R4</i>	<i>R1R3</i>	<i>R1R4</i>	<i>R2R3</i>	<i>R2R4</i>

R1R1: homozygotes pour un allèle-*S*.

La plupart des espèces végétales portent un système GSI, telles pour les principales, les Rosacées, les Solanacées, les Poacées, les Papavéracées, les Onagracées, les Polémoniacées, les Scrofulariacées, les Campanulacées, et les Papilionacées. Les espèces qui expriment un système SSI sont les Brassicacées, les Astéracées, les Caryophyllacées, les Bétulacées, et les Convolvulacées et certaines Oléacées.

Or, l'arbre phylogénétique des espèces montre très clairement que les caractères GSI et SSI ne sont pas monophylétiques et ont donc plusieurs origines (8) indépendantes dans l'évolution (Fig. 1).

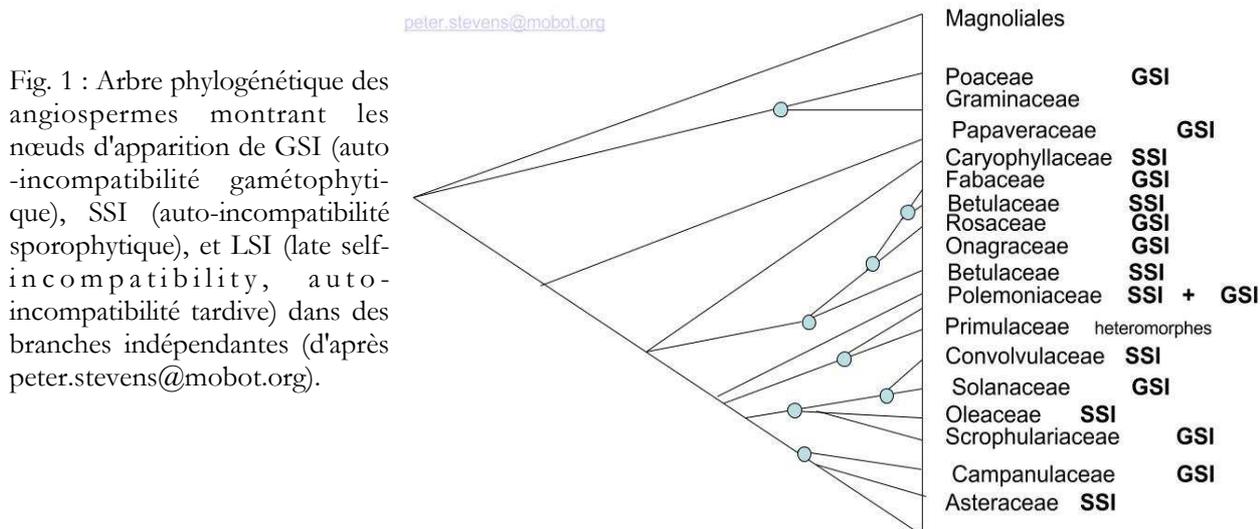


Fig. 1 : Arbre phylogénétique des angiospermes montrant les nœuds d'apparition de GSI (auto-incompatibilité gamétophytique), SSI (auto-incompatibilité sporophytique), et LSI (late self-incompatibility, auto-incompatibilité tardive) dans des branches indépendantes (d'après peter.stevens@mobot.org).

De plus, les espèces d'une famille peuvent avoir perdu GSI ou SSI du fait de divers événements évolutifs qui ont sélectionné l'auto-compatibilité. Chez les Rosacées, les *Prunus* comprennent des sous-genres avec GSI (les cerisiers, amandiers, abricotiers, pommiers et poiriers) et d'autres qui ont perdu GSI tels les pêchers. Chez les Brassicacées, *Arabidopsis thaliana* est auto-compatible alors que *A. lyrata* porte un système SSI très puissant. De même, chez les Oléacées, certains frênes au Japon sont auto-compatibles et pollinisés par des insectes, alors que chez nous *F. excelsior* et *F. oxyphylla* sont auto-incompatibles. De plus, ces frênes portent sur un même arbre des inflorescences contenant plus ou moins de fleurs mâles, mais il y a toujours au moins quelques fleurs hermaphrodites : on les dit polygames. Chez l'olivier, le système est andromonoïque (andromonoécie) et la proportion des fleurs hermaphrodites varie de 5 % chez le Lucal (ex-Lucques) à 95 % pour Sélounenc (ex-Salonenque) et Frantoio. Toutes les autres variétés portent un degré variable de fleurs hermaphrodites, et il apparaît que les conditions environnementales déterminent une partie de la variation. Les variétés sont dénommées selon J. Ubaud (2015), dans le présent volume des *Annales de la SHNH*.

La pollinisation chez les espèces GSI et SSI est donc une étape-clé pour assurer la production de fruits ou de graines. Il ne sert à rien de quantifier la production de pollen – hormis la prédiction des allergies – la diffusion du pollen d'olivier, de plus hautement allergénique, étant très visible à la saison puisque c'est sa qualité, par les déterminants protéiques, qu'il porte qui est déterminante. Pourtant, la prévision de récolte chez l'olivier est basée sur la corrélation entre quantité de pollen et rendement en fruits ; la corrélation traduit simplement que, la plupart du temps, la pollinisation est insuffisante.

La forme cultivée d'une espèce montre moins d'allèles-*S*, alors que la forme sauvage ancestrale en a généralement conservé environ une soixantaine, mais la variation est large de 2 (*Phillyrea*) à 100 (*Brassica*).

Comment fonctionnent les systèmes GSI et SSI

Le système GSI

Nous examinerons rapidement les exemples du pommier et de l'amandier.

Il est bien connu qu'un verger de pommiers et d'amandiers, outre la variété principale, doit comporter un ou deux polliniseurs (*pollinizers* en anglais) de la variété. Le pollinisateur est le vecteur du pollen, en l'occurrence les abeilles chez les pommiers, et celles-ci n'interfèrent en rien avec le mécanisme d'auto-incompatibilité.

Pour qu'une variété qui porte les allèles-*S* S1S2 soit pollinisée, il ne faut pas que le pollinisateur porte aussi S1S2. Toutes les autres combinaisons d'allèles S1Sn, S2Sm et SnSm seront efficaces. Néanmoins, les polliniseurs SnSm seront plus efficaces que S1Sn et S2Sm pour lesquels seuls les grains de pollen Sm et Sn seront efficaces. On dit que ce sont des semi-polliniseurs. Le rôle des abeilles est de porter le pollen, mais leur tâche est effectuée au hasard ; la répartition des polliniseurs au vent dominant pourra favoriser la diffusion du pollen.

Le système d'auto-incompatibilité n'est pas modifié par les conditions environnementales, mais la pluie et le brouillard peuvent dégrader le pollen quel qu'il soit, et de ce fait rendre la pollinisation insuffisante.

Le système SSI

Nous examinerons les cas du tournesol et de l'olivier.

Jusqu'aux années 1970, chaque variété de tournesol (*Helianthus annuus* L.) était une population maintenue en isolement par les sélectionneurs. Chaque individu était auto-stérile et les individus du champ se pollinisaient mutuellement par les abeilles venues chercher le pollen et le nectar. Avec l'avènement des hybrides, des mutations S0 permettant l'auto-compatibilité ont été sélectionnées en posant des poches sur les capitules, et rarement, les individus donnant des graines ont permis d'en dériver des lignées. De ce fait, les hybrides sont devenus auto-compatibles. Néanmoins, pour construire ces hybrides à l'échelle industrielle, la lignée femelle a été rendue mâle stérile après hybridation interspécifique avec *H. petiolaris*. Cette mutation empêcherait donc l'hybride de produire des akènes. Les sélectionneurs ont recherché des allèles – restaurateurs de la fertilité mâle – capables de rétablir la fertilité mâle de l'hybride (allèles *Rf*). Le système fonctionne parfaitement, et les hybrides de tournesol ont envahi le marché. Pour d'autres espèces possédant un fort système d'auto-incompatibilité, les sélectionneurs ont produit des variétés auto-fertiles (colza) par sélection d'allèles-*S0*.

Les variétés d'olivier sont maintenant cultivées en vergers homogènes alors qu'autrefois les vergers étaient hétérogènes en variétés et, pour nombre d'individus, on ne savait identifier la variété ; mais l'oléiculteur les conservait, car on ne tue pas un olivier. Le problème de la pollinisation chez l'olivier est loin d'être résolu, car on ne connaît pas les polliniseurs potentiels de chaque variété et on ne connaît pas la distance de diffusion du pollen qui reste capable de féconder un ovule. Pour déterminer quels allèles-*S* portent une variété nous avons déjà explicité comment procéder (Breton & Bervillé, 2014). C'est un travail onéreux, lourd, que l'on ne peut réaliser que durant 3 semaines, à la floraison en mai-juin (Breton & Bervillé, 2012).

Toutefois, comme c'est l'objet de recherches intenses dans tous les pays où l'olivier est cultivé, les résultats de croisements sont nombreux, et on a pu expliquer les résultats avec un modèle assez simple qui implique 6 allèles-*S*, notés de *R1* à *R6*, et les relations de dominance $R6 > R2 > R1 = R3 = R5 > R4$ avec $>$ pour dominant sur et $=$ pour co-dominant. Six allèles-*S* permettent 15 combinaisons 2 à 2. Les relations de dominance engendrent 8 types de pollen d'après les déterminants qu'ils portent : R6, R2, R1, R3, R5 et R1R3, R1R5 et R3R5. Par convention, comme l'a fait Melhenbacher (1997) chez le noisetier (Bétulacée), on représente en italique les combinaisons des stigmates *R1R2* à *R5R6* et on souligne le déterminant protéique du pollen R6 (Tab. 2). On remarquera donc que, quel que soit l'allèle qui a ségrégué dans le pollen, il ne porte que le – selon la dominance – ou les déterminants protéiques du sporophyte. Il ne faut donc pas expliquer SSI en parlant d'allèles puisque, au niveau du pollen,

ils n'interviennent pas dans le système SSI (cf. Introduction, Tab. 2). Nous avons construit la grille des 120 (8 x 15) types de croisements possibles chez l'olivier et nous avons confronté les résultats prédits par le modèle avec les données en fruits des croisements réalisés. La correspondance est très bonne (Farinelli *et al.*, 2014).

La dominance entraîne des situations surprenantes puisque, par exemple, les *Picholin* (ex-*Picholine*) – R1R3 – du fait de la co-dominance de *R1* et *R3* ne peuvent pas féconder les *Tanche* (ex- *Tanche*) (R2R3), car le déterminant R3 est présent sur le pollen, alors que *Tanche* R2 du fait de la dominance de *R2* sur *R3* peut très bien féconder les *Picholin*. Environ un tiers des croisements d'olivier montrent des nouaisons asymétriques entre croisements réciproques. En France, *R2* est l'allèle-*S* le plus fréquent et de nombreuses variétés sont inter-incompatibles. En Italie, ce sont les allèles-*S* *R5* et *R3* qui sont les plus fréquents. Curieusement, en Espagne, les données ne montrent pas de différences dans des croisements réciproques, ce qui laisse penser qu'elles ont été triées en éliminant celles des croisements asymétriques, comme l'ont fait les Australiens ; en effet, ils ne savaient pas les expliquer. Les nouaisons asymétriques dues à l'auto-incompatibilité dans les croisements réciproques sont une spécificité du système SSI. Si ce fait avait été mieux connu, alors que l'on avait tous les éléments, il n'aurait peut-être pas fallu attendre 2012 pour déclarer l'olivier SSI et donc perdre en production durant toutes ces années depuis les années 60.

Du fait de la dominance, l'olivier est capable de s'autoféconder, malgré le système puissant d'auto-incompatibilité. Chez les autres espèces avec SSI, l'autofécondation n'a pas été étudiée, mais elle est possible. Chez les radis, on a montré que le pollen étranger compatible empêche l'autofécondation, alors qu'en son absence – sous un sac de papier – elle est observée. On appelle ce mécanisme l'interférence. De plus comme les vergers d'olivier ont été conçus et installés avant que l'on ne connaisse le mode de reproduction sporophytique de l'olivier, de nombreux vergers sont insuffisamment pollinisés dans toutes les zones de culture. Il faudrait reconsidérer et implanter les polliniseurs adaptés soit par greffage – c'est une solution rapide – soit en plantant de nouveaux arbres. Leur densité doit être d'environ un septième afin d'assurer une bonne diffusion du pollen. De nombreux vergers sont composés de deux variétés incompatibles dans leurs croisements réciproques : *Tanche* – *Aglandau* ; *Lucal* – *Verdan de l'Hérault* (ex-*Verdale de l'Hérault*). Dans ces vergers, seule l'autofécondation fonctionne ce qui est préjudiciable au rendement et à la régularité de production. De plus, *Lucques* est mâle stérile et un *Lucal* ne peut produire des fruits sans polliniseurs compatibles, généralement *Caillon* (ex-*Cayon*) ou le *Clermontais* (ex-la *Clermontoise*). Les tableaux de variétés compatibles ont été diffusés auprès de quelques pépiniéristes, Francès et Martre. Dans les autres pays, la situation n'est pas meilleure, et nos collègues D. Farinelli en Italie et G. Koubouris en Grèce œuvrent pour l'améliorer (Farinelli *et al.*, 2014 ; Koubouris *et al.*, 2014 ; Bervillé & Breton, 2015).

Curieusement, avec SSI un allèle-*S* récessif pourra se trouver à l'état homozygote comme dans la descendance de *Picholin* x *Tanche*, un quart des descendants seront *S3S3*. Ils seront auto-stériles. On trouve des individus homozygotes chez les noisetiers, le guayule ... Chez l'olivier, ils pourraient être utiles sous les formes *R4R4* comme polliniseurs des variétés de France. Il faudrait les produire car ils sont probablement éliminés des variétés par sélection inconsciente, contre les variétés peu vigoureuses, due à de l'homozygotie (Tab.2).

Les gènes connus qui interviennent dans des systèmes GSI et SSI

Le pétunia avec un système GSI a été la plante modèle pour identifier les produits des gènes du stigmate et du pollen responsables de l'auto-incompatibilité. Dans le stigmate, est présente une RNase² codée par le gène au locus-*S* (*S-RNase*) avec deux motifs différents dus aux deux allèles (Kubo *et al.*, 2010). Pour déclencher l'activité de cette *S-RNase* il faut que le grain de pollen porte au

² S-RNase : protéine qui détruit les ARN messagers présents dans le style et le stigmate.

niveau de la protéine codée par le gène au locus-*S* le même motif que celui de la *S-RNase* du stigmate. Si le motif est différent, le pollen n'est pas reconnu et la réaction est compatible : il pourra germer. Chez les Rosacées, la réaction d'auto-incompatibilité est aussi due à une *S-RNase*. Les allèles-*S* sont répertoriés et les chercheurs disposent de kits de réaction pour révéler la *S-RNase* – amorces PCR spécifiques – ce qui leur permet d'identifier les allèles-*S* sans faire de croisements (Kato *et al.*, 2007). Chez les autres espèces GSI, l'auto-incompatibilité n'est pas due à une *S-RNase*. Chez le *Papaver rhoeas* c'est un choc de calcium qui tue le pollen incompatible (Franklin-Tong, 2008), et dans les plantes cultivées (lin, seigle, betterave ...), on ne connaît pas les produits des gènes *S* exprimés dans le stigmate et le pollen.

Évidemment, au cours du temps, les mutations au locus-*S* ont diversifié les allèles-*S* des formes sauvages et si des allèles compatibles se sont créés par perte du motif de reconnaissance, ils n'ont probablement pas perduré, sauf dans le cas du *Prunus persica* qui a perdu le motif de reconnaissance du gène femelle (les pêcheurs sont auto-compatibles, alors que le pollen l'a conservé) (Herrero, 1992). Dans les formes cultivées les sélectionneurs ont retenu les allèles-*S0* qui donnent la compatibilité et permettent de faire des lignées.

Les *Brassica* ont servi de modèle pour le modèle SSI. Dans l'épiderme du stigmate, le gène au locus-*S* est un « récepteur kinase » SRK qui code une unique « *transmembrane serine-threonine kinase* », qui est un composant intégral de la membrane plasmique. Il est présent sous sa forme glycosylée au domaine N-terminal du gène *S* à l'extérieur des cellules. Dans le pollen, le produit du gène au locus-*S* c'est une « *cysteine-rich protein* » = protéine SCR (aussi appelée SP-11) qui code pour un petit (<8 kDa) peptide hydrophile chargé positivement. Les deux SRK et SCR montrent un degré extraordinairement élevé de variabilité tant au niveau du DNA que de la protéine. De plus, le nombre de variants au locus-*S* (*S*-haplotypes en anglais) et en conséquence les allèles de SRK et SCR sont très nombreux, avec au moins 100 *S*-haplotypes dans une espèce. Les *S*-haplotypes sont estimés présents depuis au moins 20–40 millions d'années. Ces données confortent l'idée que les nouveaux variants SI ont un fort avantage pour la reproduction et persistent de longues périodes dans les populations.

Que ce soit avec GSI ou SSI, le devenir du pollen incompatible est la mort et les produits sont désorganisés suivant la voie de l'apoptose, voie de catabolisme commune à de nombreuses fonctions.

Récemment, est parue une avancée importante sur un mécanisme moléculaire impliqué dans l'auto-incompatibilité qui se manifeste tardivement par un syndrome entraînant l'avortement de l'embryon (LSI pour *late self-incompatibility syndrome*). LSI a souvent été confondu avec GSI et SSI et se manifeste chez *Ceiba speciosa* (Malvaceae : Bombacoideae), *Ipomopsis aggregata* (Polemoniaceae), *Spathodea campanulata* (Bignoniaceae), *Narcissus triandrus* (Amaryllidaceae), *Asclepias exaltata* (Apocynaceae), *Theobroma cacao* (Malvaceae : Sterculioideae), et *Xanthoceras sorbifolium* (Sapindaceae). Une étude comparative du transcriptome d'ovules après autofécondation et croisements 5 jours après la pollinisation, a identifié 274 gènes exprimés spécifiquement ou préférentiellement après autofécondation de l'ovule. Certains des gènes encodent des voies de biosynthèse de métabolites secondaires. D'autres encodent des composants de transduction de signaux, tels que des protéines kinases et des protéines phosphatases qui sont surexprimées dans l'ovule après autofécondation. Enfin, plusieurs gènes encodent des facteurs de transcription qui pourraient être impliqués dans ce nouveau mécanisme de LSI.

Conclusion

Les systèmes d'auto-incompatibilité sont simples sur le mode d'hérédité, mais très complexes et diversifiés pour leurs modalités et leurs mécanismes physiologiques. Pour l'olivier, si le mode d'hérédité est SSI, le modèle s'applique maintenant à plus de 80 variétés sans incohérence, on ne connaît pas encore le mécanisme physiologique qui est spécifié. Certaines variétés d'olivier présentent un niveau d'autofécondation élevé qui reste à expliquer, mais il faut noter qu'il n'y a pas perte du système d'incompatibilité chez les variétés concernées. L'auto-incompatibilité est corrélée à la différence des niveaux de dominance des allèles-*S*, et elle pourrait être due à des mutations dans les allèles-*S* (article soumis).

L'amélioration de la pollinisation par une meilleure répartition et densité de pollinisateurs dans les vergers d'olivier serait possible. Aux oléiculteurs d'en décider et d'agir en conséquence.

Il est surprenant que les mécanismes d'auto-incompatibilité qui fonctionnent dans la plupart des espèces d'Angiospermes d'intérêt agronomique ne soient pas plus d'actualité dans l'enseignement des lycées et des universités. Quand ils le sont, ils sont tronqués, simplifiés avec confusion entre les allèles-*S* et les déterminants protéiques qu'ils spécifient, alors que ce sont des mécanismes fondamentaux qui permettent la production de graines et de fruits. Nous avons essayé de rendre compte de ces mécanismes sans simplification, mais avec un vocabulaire simple. Ceux qui sont intéressés par les détails et les subtilités de ces mécanismes pourront les trouver à partir des références données.

Remerciements

Merci à Raymond Gimilio et Bertrand Dommée qui, par leurs remarques, ont permis d'améliorer la formulation des mécanismes exposés.

Références bibliographiques

- Bervillé A. J. & Breton C. M., 2015. Les allèles d'auto-incompatibilité attribués à quelques variétés de France sur la base des données du groupe pollinisation. *Le nouvel olivier* **99** : 26-31.
- Besnard G., Green P.S. & Bervillé A., 2002. The genus *Olea* : molecular approaches of its structure and relationships to other Oleaceae. *Acta Botanica Gallica* **149** : 49-66.
- Breton C.M. & Bervillé A., 2014. Chez l'olivier la production de fruits dépend du système d'auto-incompatibilité avec dominance entre les allèles-*S* : faut-il réorganiser les vergers ? *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **153** : 87-95.
- Breton C.M. & Bervillé A., 2012. New hypothesis elucidates self-incompatibility in the olive tree regarding *S*-alleles dominance relationships as in the sporophytic model. *Comptes Rendus Biologies* **335** : 563-572.
- Chookajorn T., Kachroo A., Ripol D.R., Clark A.G. & Nasrallah J.B., 2004. Specificity determinants and diversification of the *Brassica* self-incompatibility pollen ligand. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **101** : 911-917.
- Degrully L. & Viala P., 1887. L'Olivier, avec une étude botanique de l'olivier et des Oléacées par Charles Flahault.
- Dommée B., Thompson J.D. & Cristini F., 1992. Distylie chez *Jasminum fruticans* L. : hypothèse de la pollinisation optimale basée sur les variations de l'écologie intraflorale. *Bulletin de la Société Botanique de France, Lettres Botaniques* **139**(3) : 223-234.
- Duhoux E. & Nicole M., 2004. *Biologie végétale - Associations et interactions chez les plantes*. Sciences sup, Série Atlas, IRD Editions, 166 p. Dunod, Paris.
- Farinelli D., Breton C.M., Famiani F. & Bervillé A., 2015. Specific features in the olive self-incompatibility system : A method to decipher *S*-allele pairs based on fruit settings. *Scientia Horticulturae* **181** : 62-75.
- Franklin-Tong V. E., 2008. Self-Incompatibility in *Papaver Rhoeas* : Progress in Understanding Mechanisms Involved in Regulating Self-Incompatibility in *Papaver* : 237-258. *In : Self-incompatibility in flowering plants : evolution, diversity and mechanisms*. Springer, Berlin.
- Guitian J., Guitian P. & Medrano M., 1997. Floral biology of the distylous mediterranean shrub *Jasminum fruticans* (Oleaceae). *Nordic Journal of Botany* **18** : 195-200.
- Herrero M., 1992. Mechanisms in the pistil that regulate gametophyte population in peach (*Prunus persica*) : 377-381. *In : Ottaviano E., Mulcahy D. L., Sari Gorla M. & Mulcahy G.B., Angiosperm Pollen and Ovule*. Springer, New York.
- Kato S., Iwata H., Tsumura Y. & Mukai Y., 2007. Distribution of *S*-alleles in island populations of flowering cherry, *Prunus lannesiana* var. *speciosa*. *Genes and Genetic Systems Journal* **82** : 65-75.
- Koubouris G.C., Breton C.M., Metzidakis I.T. & Vasilakakis M.D., 2014. Self-incompatibility and pollination relationships for four Greek olive cultivars. *Scientia Horticulturae* **176** : 91-96.
- Kubo K., Entani T., Takara A., Wang N., Fields A.M. et al. 2010. Collaborative Non-Self Recognition System in *S*-RNase-Based Self-Incompatibility. *Science* **330** (6005) : 796-799.
- Labonne J. D., Goultiaeva A. & Shore J.S., 2009. High-resolution mapping of the *S*-locus in *Turnera* leads to

- the discovery of three genes tightly associated with the *S*-alleles. *Molecular Genetics and Genomics* **281** : 673-685.
- Mehlenbacher S.A., 1997. Revised dominance hierarchy for *S*-alleles in *Corylus avellana* L. *Theoretical and Applied Genetics* **94** : 360-366.
- Pirotta R., 1885. *Jasminum revolutum* fleurs brévistyles et longistyles. *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo, ser. II*, XVIII.
- Ubaud J., 2015. Bien écrire les noms des variétés d'olives et d'oliviers : essai de nomenclature raisonnée. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **155** : 68-116.
- Wallander E. & Albert V.A., 2000. Phylogeny and classification of Oleaceae based on rps16 and trnL-F sequence data. *American Journal of Botany* **87** : 1827-1841.

Bien écrire les noms des variétés d'olives et d'oliviers : essai de nomenclature raisonnée

Josiane Ubaud

Lexicographe et ethnobotaniste en domaine occitan,
5 impasse du Romarin, F-34920 Le Crès (jb.ubaud@wanadoo.fr)

Résumé

L'anarchie grammaticale et lexicale constatée dans tous les écrits employant les noms des variétés d'olives et d'oliviers nécessite une mise au point urgente sur cet aspect linguistique, totalement évacué. Tous ces noms sont issus de l'occitan ou langue d'oc (occitan provençal, occitan languedocien), langue qui a, comme toutes les langues, une grammaire à respecter... Transposé en français, un adjectif masculin ne saurait donc qualifier une olive ; un adjectif féminin ne saurait s'accorder à un olivier ; une forme féminine ne doit pas être mentionnée comme synonyme d'une forme masculine, pas plus que *poire* n'est qualifiée de synonyme de *poirier*. De même, le sens de ces noms ne peut être inventé de toute pièce, suite à une perte de compétences dans la langue d'origine. Et ce n'est pas leur traduction en français qui doit être présentée comme leur nom de variété, mais seulement l'adaptation en français du nom dans la langue source. Nous avons recensé dans le tableau final les 270 noms occitans trouvés à ce jour (en graphie classique et mistralienne), les noms correctement adaptés en français, et précisé le sens des noms souvent ignoré ou mal interprété. On pourra donc dorénavant utiliser comme nom de la variété celui écrit en occitan (en graphie classique ou mistralienne) ou son adaptation correcte en français, et mettre fin à l'anarchie grammaticale et lexicale régulièrement constatée depuis des siècles.

Mots-clés : olivier, olive, occitan, nomenclature variétale.

Resumit

L'anarquia gramaticala constatada dins totes los escriches emplegant los noms de las varietats d'olivas e d'oliviers necessita una mesa al ponch urgenta sus l'aspècte linguistic, d'a fons laissat de caire. Totes los noms son eissits de l'occitan o lenga d'òc (occitan provençal, occitan lengadocien), lenga provesida, coma tota lenga, d'una gramatica de respectar... Transpausat en francés, un adjectiu masculin non saupriá qualificar una oliva ; un adjectiu feminin non saupriá s'acordar a un olivièr ; una forma feminina pòt pas èstre mencionada coma sinonima d'una forma masculina, pas mai que *pera* es sinonima de *peirièr*. Parièrament lo sens d'aquestes noms non pòt èsser inventat de tota peça, per causa de pèrda de competéncias dins la lenga d'origina. E non es pas sa traduccion en francés que deu èsser presentada coma son nom de varietat mas solament l'adaptacion en francés del nom dins la lenga sorsa. Avèm entierat dins lo tablèu final los 270 noms occitans trobats fins ara (en grafia classica e en grafia mistralenca), los noms corrèctament adaptats en francés, e precisat lo sens dels noms sovent ignorat o mal interpretat. D'ora en davant, se podrà donc utilizar coma nom de la varietat lo escrich en occitan (en grafia classica o mistralenca) o son adaptacion corrècta en francés, e metre fin a l'anarquia gramaticala e lexicala regularament constatada despuèi de sègles.

Mots claus : olivier, oliva, occitan, nomenclatura varietala.

Introduction

En 2014, nous avons lancé un cri d'alerte quant à la façon désastreuse dont étaient restitués les noms des olives et des oliviers dans tous les écrits (monographies diverses, textes de chercheurs, publicités des coopératives oléicoles ou des moulins à huile privés). Nous avons ainsi envoyé une lettre ouverte à quelques cent vingt acteurs de l'oléiculture, afin de les alerter sur les mauvais

traitements grammaticaux qu'ils faisaient tous subir à notre arbre emblématique. Bien antérieurement, nous avons pourtant déjà publié une mise en garde sur le sujet dans un article paru dans un numéro spécial des *Études héraultaises*, entièrement consacré à l'olivier (Ubaud, 2009)¹. *La langue occitane à l'origine de ces noms*², y est ignorée mais surtout manipulée sans science ni conscience, sans la curiosité scientifique élémentaire de se poser des questions sur sa restitution/adaptation en français, comme si ces noms n'avaient pas besoin d'être écrits correctement, comme s'ils n'avaient pas une grammaire originelle, comme si on pouvait rajouter/enlever un *e* en finale d'un mot, sans la moindre conséquence, bref - appelons un chat un chat -, comme s'ils n'étaient que du patois sans la moindre importance puisque « un patois, ça n'a ni grammaire ni syntaxe ni orthographe, c'est bien connu »...

Entorses grammaticales récurrentes et adaptations malvenues

Rappelons donc ce qui devrait être une évidence : ces noms sont issus de l'occitan, langue latine pourvue d'une grammaire et d'une syntaxe, de masculins et de féminins (pléonasme qu'il est curieux de devoir rappeler), que l'on ne peut attribuer au hasard ou indifféremment à une olive ou un olivier. Transposées en langue française, les erreurs que nous trouvons dans les textes reviendraient à affirmer que *poire* est synonyme de *poirier* ; qu'une feuille est également *flétri* ou *flétrie*. Nous faisons remarquer dans cette lettre ouverte en donnant d'autres exemples qu'*un olivier salonenque*, *une olive aglandau* sont tout simplement des « monstres grammaticaux », comme le sont en français *un olivier vieille*, *une poire juteux*. Ils sont pourtant le lot commun de tous les textes parlant de l'olivier. En voici quelques exemples³ où nous précisons la grammaire par (fém) et (masc) dans chaque citation : « *La Redonale* (fém) [*ou Redonnaou* (masc)] est particulièrement cultivée dans le canton de Castries. (...) *Le* (masc) *Corniale* (fém), arbre aux rameaux pendants... » ; « *La Grossane* (fém) *ou Groussan* (masc)... » (Planche 1) ; « *La Salonenque* (fém) *ou Plant de Salon* (masc), *Salounen* (masc), *Salonen* (masc), *Saurine* (fém) » ; « *Le Cayon* (masc), *petite olive* (fém) *douce noire* (comparable à la niçoise) » ; « *La* (fém) *Bouteillan* (masc), variété rustique, est surtout cultivée dans le Var » ; « *Verdale* (fém) des Bouches-du-Rhône. Synonyme : *Plant d'Eyguières* (masc) » ; « *Colombale* (fém). Synonyme : *Couloumbau* (masc) ». Les distorsions grammaticales sont donc récurrentes et on se contentera d'en expliciter une seule : *Corniale* étant féminin, et désignant donc l'olive, ne saurait être introduit par l'adjectif « *le* » et ne peut être « *un arbre aux rameaux pendants* ». Et nulle part il n'est question des langues manipulées qui sont elles aussi mélangées... Si *Couloumbaou* est le nom de l'arbre en occitan (en graphie phonétique), *Colombale* est le nom de l'olive mais dans une de ses transcriptions possibles en français. Le couple occitan *Colombau* (olivier)/*Colombala* (olive) en graphie classique, ou *Couloumbau* (olivier)/*Couloumbalo* (olive) en graphie mistralienne, donne en adaptations françaises soit le couple *Couloumbau* /*Couloumbale*, soit le couple *Colombau* /*Colombale*. Car chaque fois que les noms comportent le son [ou] quelle que soit la façon dont il est orthographié dans la langue source (*o* ou *ou*), on peut avoir ce double choix pour l'adaptation : olivier *Groussan* ou *Grossan*, olive *Groussane* ou *Grossane*, olivier *Redounau* ou *Redonau*, olive *Courniale* ou *Corniale*⁴. La différence d'orthographe n'est donc point ici le résultat d'une maltraitance de la langue d'origine mais de l'existence de plusieurs façons d'adapter les noms occitans en français (comme pour les noms d'autres langues d'ailleurs), sans préjudice pour aucune des deux

¹ Suite à notre lettre ouverte, Raymond Gimilio nous a contactée pour corriger un texte avant publication, preuve d'une prise de conscience du problème. Mais avons-nous été entendue par d'autres acteurs ?

² Évidence s'il en est, ce n'est pas en langue d'oïl que sont nommées historiquement les variétés, puisque ce n'est pas sur ce territoire que se pratique l'oléiculture depuis 2 000 ans. Les noms occitans sont la source, les noms français de simples adaptations, ce qui n'autorise point la fantaisie la plus débridée.

³ Dont il est inutile de donner les références, outre qu'il faudrait citer tous les textes sur l'olivier depuis le 18^e siècle, tous les sites des moulins oléicoles accessibles sur Internet, tous les articles éparpillés dans toutes les revues, qui tous foisonnent de ces entorses à la grammaire. Attention ! Toutes les citations d'auteurs anciens que nous donnons sont à considérer uniquement sur un plan lexical : il se peut fort bien qu'ils affirment des synonymies variétales totalement erronées.

⁴ Cf. l'exemple identique pour la salade : on use aussi bien en français de *Rouquette* (plus près de la phonologie de l'occitan d'origine *Roqueta* /*Rouqueto*) que de *Roquette* (totalement adapté).

langues. On notera aussi que ces qualificatifs fonctionnent pour beaucoup en nom et en adjectif dans les deux langues. On peut dire aussi bien *l'olivier Groussan* ou *le Groussan*, *l'olive Groussane* ou *la Groussane*, *l'olivier Aglandau* ou *l'Aglandau*, *l'olive Aglandale* ou *l'Aglandale*. Là non plus, il ne s'agit pas de faute, ni en occitan ni en français qui en découle⁵.

Un autre point d'importance relève de ce que nous n'hésiterons pas à appeler *le travestissement des sources*, qui consiste à donner le sens de ces noms en français comme noms des variétés, en place de l'adaptation en français des noms d'origine. Si *Negreta* en occitan signifie effectivement « petite noire », ce sens ne saurait être mis en avant comme nom de l'olive, qui est et reste la *Négrette* (il y a plusieurs *Négrettes*...), forme adaptée de l'occitan en français, laquelle est portée par l'olivier *Négret* (et non le *Petit noir*) (Planche 2). De plus, l'anarchie lexicale règne en maître puisque parfois ce sont les noms occitans d'origine qui ont été conservés et correctement adaptés en français (*Grossane*, *Saurine*), parfois c'est leur sens en français qui est présenté à tort (de quel droit ?) comme le nom de la variété (*Dorée*, *Petite noire*, *Pointue*). Hélas, beaucoup de noms restitués dans les manuels, les articles et les sites ont été ainsi déformés, empêchant totalement l'accès et la référence à la bonne forme originelle dans la langue occitane. *Mutatis mutandis*, c'est comme si on appelait d'autorité une personne « Porte-Christ » au lieu de Christophe, « Goutte de mer » au lieu de Marie, sous le prétexte que c'est le sens de ces prénoms primitivement issus du grec et de l'hébreu. Ou si on débaptisait la choucroute en « herbe aigre » (sens d'origine en allemand), la paella en « poêle » (sens en espagnol), le tiramisu en « remonte-moi » (sens en italien), ou pour rester dans le même territoire, la Blanquette de Limoux en « Blanchette, Petite blanche ». Ce que personne ne songe à faire subir au grec, à l'hébreu, à l'allemand, à l'espagnol, et à aucune langue au monde, pourquoi se le permet-on pour l'occitan, à propos des oliviers ? Nous reviendrons longuement sur ces points dans le tableau, car c'est une source fort préjudiciable de blocages dans la recherche⁶. Et l'on retrouve toutes ces approximations et travestissements dans le très officiel document « Dossier PAC – Notice Cultures et précisions – Liste des cultures à utiliser pour renseigner le descriptif des parcelles »⁷, dont le texte du chapitre « 2.19 – Variétés d'oliviers » est totalement surréaliste car il alterne, malgré son titre, olives et oliviers (*Belgentéroise*, *Blanquetier*, *Colombale*, *Curnier*, etc.), en plus de noms bien transcrits (*Ribier*, *Curnet*), mal transcrits (*Grapié*, *Bécu*, en place de *Grapiet*, *Bécut*) et abusivement traduits (*Tripue*, *Petite noire*, en place de *Triparde*, *Négrette*).

Sens des noms et incertitudes

Quant aux sens de ces noms, si beaucoup d'entre eux sont très clairs (couleur, forme de l'olive, origine géographique de la variété), *d'autres restent encore mystérieux, faute de suffisamment de renseignements dans les ouvrages antérieurs*. Si le dictionnaire de Mistral (1879-1886) renvoie à une racine supposée, souvent reprise au dictionnaire d'Honorat (1846), il n'est pas forcément juste pour chaque nom et laisse le lecteur dans l'incertitude. Le choix de sa graphie phonétique (souvent incohérente elle-même, c'est-à-dire non régulière pour traiter un même phonème) rajoute un niveau de difficulté puisqu'il empêche de rattacher un nom à sa racine, avec pour conséquence première l'impossibilité de transcrire correctement en graphie classique et seconde de transposer en français. On trouve ainsi la variété « Cayon » transcrite égale-

⁵ On a pareillement en français *la Poire Louise-Bonne* ou *la Louise-Bonne*, *la cerise Burlat* ou *la Burlat*, *la pomme Reinette* ou *la Reinette*.

⁶ Dans le même ordre d'idées, on notera le travestissement préjudiciable du « *vairason* » occitan (moment où les olives changent de couleur), en « véraison », qualifié de « dialectal » (?) par *Le Petit Robert*, dont l'ignorance des étymologies occitanes est abyssale car maintes fois constatée. L'étymologie est le latin *variare* (changer) : verbe latin *variare* > verbe occitan *vairar* > déverbal occitan *vairason* > adaptation française sérieuse *vairaison*. Il n'y a donc pas de *é*, ni dans l'étymon latin ni en occitan pour ce lexique spécifique de l'olivier, forcément de langue d'oc et non de langue d'oïl.

⁷ Accessible sur Internet http://www.nord.gouv.fr/content/download/24447/160100/file/Dossier-PAC-2015_notice_cultures-precisions.pdf. La PAC s'étant calée sur cette nomenclature bancaire pour indemniser les cultivateurs, on n'est pas près de voir corriger les noms dans le bon sens, compte tenu de l'immobilisme légendaire des administrations.

ment en « Caillon » selon les textes : la première forme suppose l'orthographe occitane *Caion*, la deuxième *Calbon* (donnée *Caïoun* par Mistral), donc deux étymologies différentes. Mistral regroupe de plus *Caian* et *Caïoun* comme variantes, et les renvoie à *cai* (matière coagulée). Il nous est bien difficile d'en déduire quoi que ce soit : a-t-il raison (mais alors qu'est-ce qui coagule ?), ou a-t-il tort ? André Bervillé⁸ nous a fait part du sens possible de « courbé » : l'olivier peut être courbé mais ce n'est pas forcément cette caractéristique qui a présidé à son nom. Mais si cela est exact, il faudrait plutôt dire « qui tombe », donc le rattacher alors au verbe occitan *caire*, choir, et l'écrire alors *Cayon* en français⁹. Si... Si... *Il faudrait de plus connaître les caractéristiques dialectales du parler qui a donné ce nom*¹⁰. Nous indiquons dans le tableau ci-dessous toutes ces incertitudes dont il faudra poursuivre l'analyse, dans la mesure où ce n'est pas déjà trop tard, « les bibliothèques ayant brûlé depuis longtemps », selon la formule classique. Leurs héritiers ont dramatiquement perdu et la langue¹¹ et le sens primitif (ils détournent voire inventent une explication pour s'accrocher à un sens malgré tout) mais qui aboutit à un contre-sens et une absurdité totale¹²...

Il est intéressant d'indiquer quelques grandes catégories qui président à la dénomination des variétés. Cela peut être (nom occitan en graphie classique/nom transcrit en français) :

- **la couleur de l'olive** (à un de ses stades de maturation) : *Verdala / Verdale* (qui reste longtemps verte), *Rogeta / Rongette* (teintée de rouge), *Calbeta / Caillette* (olive tiquetée), *Pigala / Pigale* (olive tiquetée), *Saurina / Saurine* (dorée), *Lusenta / Lusente* (olive très luisante), *Blancana / Blancane* (olive blanche),
- **la forme de l'olive** : *Aglandala / Aglandale* (en forme de gland), *Corniala / Corniale*, *Curneta / Curnette* (en forme de cornouille), *Ametlenca / Amellenque* (en forme d'amande), *Becuda / Bécude* (présentant un petit bec), *Ponchuda / Pouchude* (présentant une pointe),
- **la disposition des olives en grappe ou en bouquet** : *Botelhan / Bouteillan*, *Boquetier / Bouquetier*, *Rapugnier / Rapugnier*, *Singlau / Singlau*,
- **la forme de l'arbre** : *Pendolier / Pendoulier* (qui a les rameaux fructifères qui pendent), *Calbet filaire / Caillet filaire* (dont les branches montent/filent droit),
- **la propension à développer des tumeurs sur le bois** : *Plant de Gavarris / Plant aux Gavarris*,

⁸ Ancien de l'INRA de Montpellier, comme nous membre de la SHNH, il a bien voulu relire notre texte, ce qui nous a permis de rectifier quelques petits détails ou d'apporter quelques précisions utiles.

⁹ Mais nous ne voyons pas comment on passe du verbe *caire* au substantif *caion* ou *caian*. Pour des exemples de ce genre, nous nous contenterons de mettre des ??? dans le tableau.

¹⁰ Mutations consonantiques (remplacement d'une consonne par une autre), métathèses (permutation dans un mot de la place de deux consonnes), chute du *s* ou *d* intervocaliques, rhotacismes (substitution d'une consonne par un *r*), phonologie particulière à un parler (lettres escamotées à l'oral par exemple), etc., toutes caractéristiques qui empêchent d'accéder au sens du mot en première lecture ou audition. Si nous maîtrisons les grandes caractéristiques de chaque dialecte, il est bien évident que nous n'avons pas enquêté partout. Donnons un exemple tiré de l'écrit. Honnorat donne dans son dictionnaire « *olivier amellau, nom que porte l'olivier amandier à Narbonne et Montpellier* », et aussi « *olivier amenlau, nom que porte l'olivier amandier à Uzès et Pont-Saint-Esprit* ». Il s'agit de deux variantes phonétiques languedociennes de la même orthographe classique *amellau* : la première (*amellau*) transcrit le doublement à l'oral de la deuxième consonne dans certains parlers (lorsque deux consonnes se rencontrent, ici *tl > ll*), la deuxième (*amenlau*) traduit le phénomène de nasalisation (remplacement de la première consonne par un *n*, pour que ce soit prononçable). En provençal, on dira simplement [amelaou] (ni redoublement de consonne, ni nasalisation). Quoique très arides pour des non linguistes, nous ne croyons pas inutile d'évoquer superficiellement ces faits linguistiques, car ils expliquent cette multiplicité apparente des noms variétaux dont certains sont réductibles à une seule orthographe classique englobante, que chaque locuteur prononcera en fonction des caractéristiques de son parler (car non, il n'y a, dans aucune langue, identité entre graphie et phonie, donc autant de graphies que de façons de prononcer...).

¹¹ Ils attribuent eux-mêmes des adjectifs masculins à des olives, sauf si on les pousse un peu dans leurs retranchements, auquel cas la bonne forme grammaticale leur revient à l'esprit, et ils concluent : « Ah ! Oui, c'est ça la bonne forme ».

¹² Et parfois avec une conviction acharnée... Comme ceux qui nous certifient « *qu'il faut écrire mazet avec un z* ». Le latin *mansus* ne saurait donner *mazet* mais seulement *maset*, diminutif de *mas*. Comme un *raset* aux courses camarguaises, du latin *rasus* qui ne saurait aboutir à *razet*... Pas plus que l'olivier *Sausenc* ne saurait s'écrire *Sauzen* !

Bocerlós / Boucerlous, Ronhier / Rougnier,

- **la couleur de l'arbre** : *Argantau / Argental, Argentin* (particulièrement couleur d'argent), *Brun* (écorce particulièrement sombre), *Aubenc* (écorce blanche), *Blau* (feuillage bleuté),

- **l'origine de la variété** : *Marselbés / Marseillais* (de Marseille), *Provençalet / Provençalet* (de Provence), *Coliàs / Colliàs* (de Collias, Gard), *Entrecastelenc / Entrecastelenc* (d'Entrecasteaux, Var), *Plant de Bargemon* (de Bargemon, Var). Toutes les variétés « *Plant de...* » ont pour autres appellations le substantif ou adjectif lié à la ville (qui désigne aussi ses habitants en occitan) : *Plant de Brinhòla ~ Brinbolenc* (de Brignolles, Var), *Plant de Calàs ~ Calassenc* (de Callas, Var), *Plant de Carpentras ~ Carpentrasenc* (de Carpentras, Vaucluse), *Plant de Grassa ~ Grassenc* (Grasse, Alpes-Maritimes). C'est bien évidemment de la deuxième appellation que l'on déduit le nom féminin de l'olive (occitan/français adapté) : *la Bargemonenca / la Bargemounenque, la Brinbolenca / la Brignoulenque, la Calassenca / la Callassenque, la Carpentrasenca / Carpentrasenque, la Grassenca / la Grassenque*¹³. Pour l'adaptation française, on a le choix de rester au plus près de la langue qui a toujours nommé les olives (*Bargemo(u)nenque, Grassenque*) ou de passer à la forme française correspondant aux noms des habitants actuels (*Bargemonnaise, Grassoise*). *Scientifiquement, et par respect élémentaire de la langue et de son histoire, et pour faciliter la liaison avec les textes en occitan témoignant de ces noms et avec les locuteurs qui la pratiquent encore (soit occitan direct soit francitan), nous préconisons de rester au plus près de la langue source pour les adaptations françaises des noms occitans, donc largement privilégier Bargemo(u)nenque, Lusente, Pounchude, et non pas Bargemonnaise, Luisante, Pointue, puisqu'elles n'ont jamais été nommées ainsi*¹⁴. Et pour tous les noms terminés en *-en* à l'oral mais étymologiquement terminé en *-enc*, nous recommandons de garder bien évidemment le *c* final dans la forme française (il est non prononcé en provençal mais prononcé en languedocien), pour passer logiquement à la forme féminine en *-enque* (*l'olivier Bargemounenc, l'olive Bargemounenque, l'olivier Sausenc, l'olive Sausenque*). Écrire *Bargemounen, Sausen* en français supposerait un féminin *Bargemounenne, Sausenne* totalement erroné. C'est le cas du catalogue des pépinières Rey qui porte la forme *Bonsonene* en place de *Bonsonenque*¹⁵.

À travers ces catégories, *on voit que ce qui préside au départ de l'appellation est soit l'olive soit l'olivier, et que le va-et-vient masculin (arbre)/féminin (olive) s'en déduit par retrait de la désinence féminine de l'olive pour désigner ensuite l'arbre, ou ajout de la désinence féminine à l'arbre pour désigner ensuite l'olive*. Un olivier *Verdau* « ne reste pas longtemps vert » comme son olive (il est toujours vert !) mais se déduit grammaticalement de la forme féminine *Verdala*. Un olivier *Roget* n'est pas rouge comme son olive, un olivier *Aglandau* n'a pas une forme de gland, bien évidemment, mais c'est du nom de leurs olives que l'on déduit logiquement la forme masculine. Et réciproquement dans le sens arbre/olive. Pour quelques noms, nous sommes incapables de dire qui est l'œuf, qui est la poule, faute de savoir les caractéristiques exactes de l'arbre et

¹³ Bien prononcer ces noms [-én]/[-énque] comme dans la langue d'origine où tous les *e* sont fermés (sauf s'ils portent un accent grave). Mettre un accent aigu en français alourdirait trop l'écriture à notre avis.

¹⁴ C'est d'ailleurs une tendance générale de la lexicographie actuelle pour l'orthographe des toponymes étrangers : rester au plus près de la langue source, en restituant les accents propres à chaque langue, même s'ils ne font pas partie de l'alphabet français. Pour nos olives, sur le terrain, on ne relève pas en français chez les natifs « *Bargemonnaise, Grassoise, Salonnaise* », mais seulement « *Bargemounenque, Grassenque, Salonenque/Sélounenque* » (Planche 1) : c'est la langue source qui parle en priorité, fût-elle prononcée à la française. Seuls les auteurs exclusivement francophones se permettent d'utiliser « *Bargemonnaise, Pointue* », bien à tort...

¹⁵ C'est la faiblesse de la graphie mistralienne qui supprime « les lettres inutiles car non prononcées », supprimant ainsi l'accès immédiat à la formation logique des dérivés (féminins, augmentatifs, verbes,...) ou à l'étymologie. Cela reviendrait à écrire en français « *méchan, ver, gran, lon* » dont on ne saurait conclure que leurs féminins sont « *méchante, verte, grande, longue* ». Mais elle est utilisée dans les sources anciennes et encore en Provence, et il faut donc la mentionner (ce que nous faisons dans notre tableau) pour assurer le lien avec les écrits antérieurs et les différents usagers contemporains. Précisons que nous savons aussi pratiquer la graphie mistralienne... Nous devons avertir les chercheurs que pour tout écrit antérieur au dictionnaire de F. Mistral, ils seront susceptibles d'être confrontés à d'autres graphies plus ou moins personnelles, ne suivant ni les codes de la graphie mistralienne, ni ceux de la graphie classique, ajoutant encore un niveau de difficulté. Nous ne reportons pas ces graphies dans notre tableau.

de l'olive, qui peuvent être perçues différemment selon les lieux¹⁶. Quelqu'un du métier nous a dit ne pas connaître le nom de *Provençalet* (olive *Provençalette*). Nous sommes bien sûr dans l'incapacité de lui dire de quel olivier il s'agit ni où il était attesté autrefois, mais nous avons ce nom dans nos tiroirs linguistiques. Il semblerait intéressant de l'identifier (c'est peut-être déjà fait pour d'autres auteurs ?), ainsi que bien d'autres noms que nous ne voyons pas cités dans des traités spécialisés contemporains. Or comprendre le sens de ces noms est la première condition élémentaire.

Remédier aux défaillances des écrits contemporains à la lumière des sources anciennes fiables et du fonctionnement interne de la langue occitane

Évidemment, nous ne traiterons donc pas ici de la synonymie¹⁷ entre ces variétés ni systématiquement de leur localisation, ces deux aspects étant amplement traités partout. Ce problème épineux était déjà soulevé dans des ouvrages du 18^e siècle et il faisait le désespoir de leurs auteurs. Voici par exemple l'avis de Pierre Joseph Amoreux qui écrivait dans son *Traité de l'Olivier* (1784) : « ...espèces d'olives dont je vais entreprendre la longue et pénible énumération. Je dis pénible, parce que cette nomenclature triviale n'a été faite encore par personne, et par la difficulté qu'il y a à rassembler, à accorder entre'eux les noms vulgaires et variables imposés à une même espèce, lesquels changent souvent d'un canton à l'autre... Enfin, ce qui paroîtra surprenant, c'est que les espèces les plus estimées dans un lieu, sont regardées comme inférieures dans un autre ; la raison se déduit de la différence du terrain, de la position du pays, et de la variété dans la température. Vu le grand nombre et la différence des noms vulgaires, j'ai cru devoir borner la nomenclature insipide, qui ne pourroit être d'ailleurs d'une si grande utilité qu'on a paru se l'imaginer ». Inutile de dire que nous ne partageons pas du tout son avis sur l'insipidité et l'inutilité¹⁸. D'autres auteurs évoquèrent bien sûr ce foisonnement et proposèrent une solution pour le résoudre. L'abbé Rozier (1786) suggérait : « Il y aurait un moyen sûr de parvenir à une bonne classification de ces espèces jardinières. Il faudrait qu'un particulier assez riche pour faire le sacrifice d'un champ et assez jeune pour être en état de suivre son entreprise. Alors, il ferait venir des principaux cantons de Provence, du comtat d'Avignon, du Bas-Dauphiné et du Languedoc, les différentes espèces d'oliviers qu'on y cultive. Il les planterait par ordre dans ce champ, et lorsque les arbres commenceraient à fleurir et à fructifier, il comparerait les espèces et établirait une synonymie sûre. Il est étonnant que les États de Provence et du Languedoc n'aient pas encore tenté cette opération... Un second avantage résulterait de cette opération ; elle apprendrait à connaître l'espèce qui réussirait le mieux dans la canton. Soit par rapport à la quantité de fruit dont l'arbre se charge habituellement, soit pour la quantité d'huile de chaque espèce, soit enfin pour l'espèce d'olivier qui résiste le plus aux rigueurs des hivers ». Cette idée sera reprise par Duhamel du Monceau (1812) : « Personne n'a cherché à réunir sur un même terrain les diverses variétés qui existent éparses dans divers territoires (...) Un jardin dans lequel ces diverses variétés auraient été rassemblées était une chose indispensable, pour bien étudier leur nature et leur caractère ». Plus tard, Ruby (1918) notait dans sa thèse consa-

¹⁶ Comme mentionnée ci-dessus, pour l'olive et ses couleurs, il ne s'agit pas que de la couleur finale mais à tous les stades de sa maturation, et selon qu'elle est uniforme ou tachetée/piquetée, qui renvoie alors à la caille (*Calbeta* / *Caillette*, d'où l'on déduira le masculin pour l'olivier *Calbet* / *Caillet*).

¹⁷ On ne confond pas synonymes variétaux et synonymes sémantiques (si l'on ose l'expression). *Plant d'Entrecasteaux* et *Entrecastelenc* sont des synonymes sémantiques : ils signifient tous deux que cette variété vient d'Entrecasteaux. Et aussi des synonymes variétaux puisqu'il s'agit d'un seul et même olivier. Toutes les *Verdales* sont des synonymes sémantiques, car tous ces noms font référence au fait que ces olives restent longtemps vertes avant de tourner. Mais ce ne sont pas des synonymes variétaux car il y a la *Verdale de l'Hérault*, la *Verdale du Vaucluse*, etc. qui sont des variétés différentes. La *Verdale du Vaucluse* a pour synonyme variétal l'*Aglandale*, lesquels noms ne sont pas du tout des synonymes sémantiques : le premier vocable renvoie à la localisation (Vaucluse), le deuxième à la ressemblance de l'olive avec un gland (*agland*). En terme de lexicographie pure, nous ne faisons donc qu'une entrée *Verdale*.

¹⁸ Dire que le sujet est complexe est, par contre, une évidence. Nous ne donnerons qu'un exemple de synonymie détaillée par C. de Villeneuve (1829), énumérant les diverses variétés d'oliviers pour les Bouches-du-Rhône et donnant à propos de l'une d'elles : « *Plant de Salon* à Marseille, *Salounen* à Salon, *Barralenq* à Aix, *Saurin* à Lambesc, *Courniau* dans plusieurs autres communes ». Et il en manque peut-être ! Amédée Coutance (1877) baissait les bras devant ce foisonnement et on le comprend : « *Chez nous, les noms de Caillet, Caion, Caillonne, Caianne, Cayanne, Caione, sont tantôt synonymes, tantôt distincts, et créent une synonymie tellement enchevêtrée, que nous ne tenterons pas de l'éclairer* ».

crée aux oliviers : « *Si le nombre élevé de variétés d'oliviers rend leur distinction difficile, les dénominations vulgaires ne simplifient en rien le problème, car elles sont fort nombreuses et confuses. Quelque désir de simplification que l'on professe, il n'est pas plus indiqué de dissimuler la multitude des types que de faire le silence sur les noms employés dans nos campagnes* ». Remarque fort louable, mais hélas pour la langue occitane, Ruby mélange lui aussi noms d'olives et d'oliviers et retranscrit de façon folklorique les noms qu'il a relevés, sans les comprendre visiblement... Pour notre part, nous ne parlerons ici que du respect élémentaire de la grammaire, afin de ne plus avoir à lire des textes fantaisistes, inculquant par leur répétition des formes erronées qui finissent par paraître comme la nomenclature exacte, y compris sous la plume de chercheurs dont les ouvrages ont donc vocation à faire autorité¹⁹. Notre travail de lexicographie bilingue (*descriptive et normative*) consiste à tenter de remettre les deux langues sur le droit chemin de l'orthographe, de la grammaire et de la logique, les trois étant également maltraitées par tous les acteurs, par inconscience des mots manipulés et /ou perte de compétence (ce qui ne peut constituer une norme de référence). Peu importe donc que l'olive *Aglandale* ait ou pas pour synonyme la *Verdale* de... sur certains territoires. Ce qui importe ici, c'est d'arriver à voir les phrases erronées citées plus haut dûment écrites : « *L'Ametllau est principalement cultivÉ à Pézenas ; [...] La Redonale (ou RedOUNALE) est particulièrement cultivée dans le canton de Castries. [...] Le CorniaU, arbre aux rameaux pendants ... ; LA CayonNE, petite olive douce noire (comparable à la niçoise)* » ; « *La BouteillanE, variété rustique, est surtout cultivée dans le Var* » s'il s'agit d'olives ou alors « *le Bouteillan est surtout cultivÉ dans le Var* » s'il s'agit d'oliviers²⁰. Ce que l'on souhaite, c'est de ne plus voir un catalogue des variétés alterner selon les pages, un titre faisant référence tantôt à un nom d'olive (donc féminin) tantôt à un nom d'olivier (donc masculin) avec en fin de chapitre pour chaque variété les synonymes supposés, indifféremment masculins ou féminins. Vœu pieu ou relevant encore du possible ?

Présenter des textes en adéquation avec la grammaire devrait aider amplement tout le monde à y voir bien plus clair. Pour le moment, au-delà de la profonde peine que nous procure le constat de la déculturation de nombreux acteurs de l'oléiculture (y compris chez les natifs et s'en réclamant), lire les ouvrages anciens et des articles récents sur ce sujet est une véritable épreuve, suite à une accumulation d'entorses diverses, déformant considérablement les sources. Outre les masculins alternant avec des féminins et les adjectifs mal accordés évoqués ci-dessus, on trouve aussi des formes orthographiées de façon fantaisiste [*Sauzen* en place de *Sausenc*, *Bé dé Cézé* pour *Bec de Cese*, *Répuignan* (sic !) pour *Rapugan*], des formes maltraitées totalement (*Jambe-longue*, *Galiningue*), des lettres finales escamotées (*Moufla* pour *Mouflal*, *Pignola* pour *Pignolat*, *Grapié* pour *Grapier*, *Amellen* pour *Amellenc*), des orthographes changeantes selon les sites, y compris les sites officiels (*Caion/Cayon*, *Cayet/Caillet*, *Ribier/Ribiers*), des féminins totalement inventés (**Bonsonene* pour *Bonsonenque*), des fautes d'orthographe ou *coquilles (*Filaïre/*Filayre*, *Reymet/*Reyne*, *Amellen/*Amellin*, *Corniaou/*Cormaou*, *Rapugnier/*Rapugnier*), des pluriels indus à côté de singuliers, des réfections de noms bien inutiles car coupant le lien avec l'histoire (*Verdalier*, *Arabancier*). Depuis des siècles, on copie de la copie de copies, ce qui nous vaut en dernières livraisons, des catalogues intégrant comme synonymes toutes les formes imprimées, jusqu'aux plus improbables. Ce même traitement linguistique doit affecter aussi les variétés corses, italiennes ou espagnoles (*Arbequina*, *Germana*, *Frantoio*, *Cornicabra*, etc.). Absentes des textes anciens occitans, nous ne les évoquerons donc pas ici (bien qu'elles aient depuis voyagé et entrent désormais dans la composition des oliveraies françaises loin de leur pays d'origine) car il nous faudrait d'abord mener des enquêtes linguistiques dans ces langues sources, pour y apporter les corrections nécessaires.

Cependant, même pour l'occitan, nous avons quelques manques dans les couples *nom de l'arbre / nom de l'olive* pour les variétés anciennes attestées : pas de renseignements dans les dictionnaires (ce qui ne

¹⁹ Dont celui de Ruby (1918), bible des agronomes, nous a dit Edy Spagnol (Afidol), responsable d'un conservatoire dans les Pyrénées-Orientales, qui a reçu par un tiers notre lettre ouverte et nous a donc contactée. Nous le remercions d'avoir porté à notre connaissance une liste d'ouvrages anciens sur le sujet. Si ce sont des bibles agronomiques, ce ne sont point des bibles linguistiques, loin s'en faut. Le mal n'est point récent puisqu'il vient donc de fort loin (depuis 1600 avec Olivier de Serres), raison de plus pour essayer de l'enrayer.

²⁰ Il nous semble que l'on peut dire aussi bien que l'on cultive l'olivier ou l'olive (par métonymie).

veut point dire que le nom n'existait pas, plus simplement il n'a pas été consigné), ou nom trouvé chez un auteur soit pour l'olive soit pour l'olivier mais absent des dictionnaires. Est-ce un témoignage linguistique précieux comme forme voisine d'une forme déjà consignée, donc une simple variante ? Ou une erreur de l'auteur ou de l'imprimeur donc une faute possible, étant donné les noms très proches ne différant que par une voyelle ? Le sujet est donc encore fort complexe. Mais on a le droit d'écrire sur ces variétés, tant en français qu'en occitan, de rédiger un texte malgré le vocabulaire qui manque. La plume d'un auteur ne peut rester en suspens faute de renseignement trouvé, lorsqu'il veut parler de cette variété orpheline en grammaire d'un des deux genres : la normalisation viendra donc combler les vides. *En suivant la logique interne de l'occitan dont nous connaissons bien les rouages en tant que lexicographe, occitanophone (en provençal et languedocien) et ethnobotaniste de terrain, nous proposerons donc parfois la forme logique déduite du masculin pour désigner l'olive, ou réciproquement du féminin pour désigner l'olivier (formes suivies d'un *)*²¹.

*Car l'occitan est une langue très libre au niveau du lexique : elle n'attend pas l'autorisation d'une académie pour forger un mot déductible aisément d'une racine, dans la mesure où la création respecte totalement les fonctionnements de la langue*²². Tous les « *Plant de...* » (signifiant variété de...) peuvent être nommés aussi bien par les noms déduits du nom de la ville, même s'ils ne sont pas répertoriés dans les dictionnaires d'occitan ou les traités d'oléiculture : tout locuteur le fait spontanément, et cette liberté doit être transposée aux adaptations françaises qui en découlent. On a ainsi en occitan *Plant de Calàs ~ Calassenc*, *Plant de Salerna ~ Salernenc*. Le mécanisme peut/doit s'appliquer à tous les « *Plant de...* » passés et à venir. En sens inverse, si l'on ne dispose dans les sources que de *Clarmontés*, *Marselbés*, on peut parler aussi bien de *Plant de Clarmont*, *Plant de Marselba* : ils obéissent à la stricte logique interne qui préside aux appellations des oliviers depuis des siècles. Sans oublier que *Calassenc*, *Clarmontés* fonctionnent, comme tous les noms du tableau (sauf très rares exceptions mentionnées en notes) aussi bien en adjectif qu'en substantif : *l'olivier Brinbolenc / lo Brinbolenc* (en français *l'olivier Brignolenc*, *le Brignolenc*), *l'olivier Clarmontés / lo Clarmontés* (en français *l'olivier Clermontais*, *le Clermontais*). Si tous les « *Plant de...* » ne sont bien sûr que des substantifs et pas des adjectifs, quelques noms sont invariables en genre comme *Amellau*, *Cuolblanc* : on peut donc écrire *un olivier Amellau / un Amellau*, *une olive Amellau / une Amellau*²³.

En l'absence de noms répertoriés pour l'une des deux parties du couple olivier / olive, il faut donc cependant combler les vides. Ainsi le vocable *Picho(u)lin* parfois utilisé pour nommer l'olivier porteur de *Picho(u)lines* est curieusement absent des dictionnaires d'Honorat et de Mistral et de bien d'autres ouvrages encore antérieurs (qui pourtant portent bien un nom d'olive, sous la forme *Picholine* ou *Pichouline*) (Planche 2). Il est parfaitement conforme lui aussi à l'esprit de la langue d'oc (retrait de la désinence féminine pour nommer l'arbre) : il faut bien entendu le mettre en circulation²⁴. Pour la variété d'olives *Lucques* (*Luca* en occitan), des oléiculteurs héraultais occitanophones ont naturellement forgé le vocable « *Lucal* » pour désigner l'olivier (Planche 3), en conformité totale avec la langue (vocalbe absent lui aussi des dictionnaires). Cependant, malgré ce témoignage de terrain, certains essaient de leur imposer *Lucquier* à tout prix. Même constat pour les noms français *Verdalier*, *Blanche-*

²¹ Il nous est arrivé plus d'une fois d'indiquer le nom déductible logiquement... puis de le trouver des semaines après en dépouillant un ouvrage ou par enquêtes sur le terrain.

²² Par préfixation, suffixation, formation d'adjectifs et substantifs, augmentatifs et diminutifs, mots valises (du type *Cochassau*, nom d'une des variétés), etc. immédiatement compris par les autres locuteurs, même si ces mots ne sont pas consignés dans les dictionnaires. Le français est beaucoup plus rigide, ou moins inventif, comme on voudra.

²³ Si Mistral est très clair sur l'invariabilité, il ne donne que *adj de t. g.* (adjectif de tout genre), et omet d'indiquer qu'ils peuvent aussi fonctionner en substantifs : la bonne grammaire est donc *adj* et *s.*

²⁴ À son sujet, si le dictionnaire d'Honorat (1846) et celui de l'abbé Boissier de Sauvages (dans la version enrichie par son neveu de 1820) indiquent comme étymologie la petitesse de l'olive (donc à rattacher à l'adjectif *pichon*, encore que la dérivation soit incompréhensible au premier abord, car on s'attendrait à *pichoneta*, *pichonina*), tous les autres auteurs donnent une autre explication : son nom vient de deux Italiens nommés Picciolini, installés à Saint-Chamas (13) et qui auraient été les premiers à avoir préparé ces olives dans une lessive de soude. Voir dans le tableau ci-après (Tab. 1) l'information complète et les citations des différents auteurs, sur un point lexical qui continue à faire couler de l'encre.

tier, qui ne sont que des réfections inutiles alors qu'il existe *Verdal*, *Blanquet* comme noms bien attestés de ces oliviers²⁵. Il y a déjà suffisamment de difficultés à établir les synonymies variétales et à classer une si grande quantité de noms, sans avoir à gérer en plus des ajouts de lexique totalement indus, qui ne font qu'introduire des confusions supplémentaires et plus encore, une fâcheuse coupure avec les sources authentiques et les détenteurs de ces savoirs. Il reste encore un gros travail de collectage (sérieux) à mener sur le terrain et dans les écrits pour récolter tous les couples nom de l'olive/nom de l'olivier (lorsque la langue est encore bien maîtrisée), notamment pour les variétés rares, pour mettre en avant les vrais noms d'origine sans avoir recours aux réfections inutiles, et un non moins gros travail de normalisation pour que ces noms soient correctement écrits et en occitan (dans les deux graphies) et dans leur transcription en français. Doit-on préciser que ces travaux linguistiques ne s'improvisent pas et ne sauraient se réduire à une aimable collecte de « noms patois écrits comme on veut » ?

Les écrits aussi sont une source possible de noms absents des dictionnaires. Mais dans la citation de A. Berthier donnée ci-dessous, apparaît un nom d'olive, *la Saurano* (graphie phonétique)/*Saurana* (graphie classique) que nous ne trouvons ni chez Honorat ni chez Mistral ni ailleurs. S'agit-il d'un nom qui a échappé aux enquêtes, donc d'une variété autonome (linguistiquement parlant) ? D'une variante possible de *Saurina*, bien renseignée dans le dictionnaire²⁶ ? Ou d'une faute d'imprimerie, l'ouvrage étant ancien ? La logique veut que nous l'intégrions, que nous proposons *Sauran* pour l'arbre, comme la *Botelhana* est portée par le *Botelhan*. On aura donc en français le couple *Sauran* / *Saurane* : il restera à déterminer scientifiquement si c'est plausible sur le plan variétal, et linguistiquement (par enquêtes sur le terrain ou la lecture de tous les auteurs pour dénicher un autre témoignage) si la forme *Saurana* existe bien. Vaste problème, on en conviendra !

Nos auteurs anciens écrivant en occitan ne se trompaient nullement dans les citations des noms des variétés et ne mélangeaient point masculins et féminins. Seuls les traités sur l'olivier écrits par des francophones extérieurs, ou par des natifs ayant visiblement perdu les compétences linguistiques, montrent ces confusions regrettables qui, hélas, ont été prises comme paroles d'évangile et reproduites *ad libitum*. Au contraire, pour les espèces cultivées à Gallargues (30), Hugues (1835) distingue clairement olives et oliviers par l'article *le* ou *la* : *le moureau*, *le bombeau*, *l'amenlaou*, *la pichoulina*, *la salierne*, *la vermeillette*, *le munudaou* (sic, pour *menudaou* ?), *le traouco-sa*, *le catherinau*²⁷. Mais même le dictionnaire

²⁵ Non que *Verdalier*, *Lucquier*, *Blanquetier*, soient mal formés ou impossibles en occitan : il existe déjà quelques variétés en -ier comme *Pendolier*, *Rapugnier*, *Perdignier*, *Petolier*. Mais c'est *Verdal*, *Lucal*, *Blanquet*, qui sont attestés sur le terrain et depuis des siècles chez les occitanophones : pourquoi donc éradiquer les noms de la langue des oliviers qui les a toujours nommés ainsi, en les remplaçant autoritairement par d'autres vocables reconstruits ? Il y a une certaine inconscience dans cette démarche antiscientifique démarrée depuis fort longtemps hélas (nous n'osons croire à de l'arrogance au nom de « ta langue / patois n'est pas la bonne, seule la mienne a valeur descriptive et normative », quoique...). À quand la suite de l'éradication avec les *Argentier*, *Arabier*, *Barralenquier*, *Beudier*, *Boutignier*, *Grossier*, *Negrier*, *Pigalier*, et tous les autres noms du tableau passés à la même moulinette de suffixation, alors qu'ils ne se sont jamais appelés ainsi ? C'est hélas ce que l'on voit poindre dans certains textes, s'affranchissant totalement (de quel droit ?) de cette histoire des noms authentiques. On a même droit à la *Lucquoise* portée par le *Lucquier*. Si c'est *Lucquoise*, l'olivier doit être le *Lucquois*, et si c'est *Lucquier*, l'olive est alors la *Lucques* : un minimum de cohérence s'impose. À propos des noms en -ier, une remarque, pour complexifier encore le sujet : le dialecte languedocien achève ces noms en -ièr, le dialecte provençal en -ier. Et donc par voie de conséquence, les olives sont soit en -ièra, soit en -iera. Mais fort heureusement, la transcription française n'en est pas affectée : -ier pour l'olivier, -ière pour l'olive. Avons-nous fait le tour de tous les pièges ? Pas tout à fait... Il reste à évoquer les doublons de suffixes -au/-al : -au pour le dialecte provençal (on parle de forme vocalisée), -al pour le dialecte languedocien (on parle de forme pallatalisée). Si la variété d'olivier *Pigau* existe dans les deux domaines, ce sera le *Pigau* en Provence mais le *Pigal* en Languedoc. D'où les deux transcriptions possibles en français : *Pigau* ou *Pigal*, qui eux, sont bien plus que synonymes, puisqu'ils sont frères jumeaux dialectaux. Nous indiquons dans le tableau les deux formes possibles utilisables.

²⁶ « *Sauren*, *saurin*, *enco*, *ino* : qui tire sur le blond, doré ; *oulivo saurenco* ou *saurino*, variété d'olives. *ouliviè sauren* ou *saurin*, olivier qui porte l'olive *saurenco* » (dictionnaire de F. Mistral).

²⁷ Mais il est irrégulier dans la restitution des noms quant aux langues : tantôt français adapté (*moureau*, *bombeau*, *catherinau*), tantôt occitan phonétique (*amenlaou*, *pichoulina*, *traouco-sa*).

d'Honorat (1846)²⁸ montre ces mélanges grammaticaux préjudiciables, ce qui est plus que surprenant étant donné son auteur (médecin et botaniste de Digne, provençalophone) : il donne, par exemple, « *olivier blanqueta ; oliva pigala* ou *pigau ; oliva verdala* ou *verdau* ». C'est bien évidemment *olivier blanquet, oliva pigala, oliva verdala* qu'il faut rétablir. Mais il donne de bonnes descriptions des olives et beaucoup de synonymes variétaux (sont-ils tous justes pour autant ? Ce n'est pas notre sujet). Mistral est beaucoup plus rigoureux sur le plan grammatical : à l'entrée *ólivié*, ne suivent que des noms masculins, à l'entrée *ólivo* ne suivent que des noms féminins. Et à chaque entrée, outre l'exemple de *Saurenco / Saurino* parfaitement explicité, on trouve partout dans son dictionnaire ces témoignages linguistiques sans la moindre ambiguïté.

En voici d'autres, puisés dans son dictionnaire, qui donnent aussi le sens des noms :

- « *Pigau*, *adj* et *s*. Pie, noir et blanc, (...), olivier qui porte l'olive *pigalo*. » (Planche 3),
 « *Pigalo*, *s* et *adj f*. Variété d'olive, de moyenne grosseur, oblongue, rougeâtre, devenant d'un noir violet, tiquetée de points blancs et bariolée. » (description entièrement reprise à Honorat),
 « *Verdau*, *alo*, *adj* et *s*. Verdâtre, glauque. [...] *Ólivié verdau*, variété d'olivier ; *ólivo verdalo*, variété d'olive qui reste longtemps verte, grosse, presque ronde. » (et non olivier *Verdalié* !),
 « *Aglandau*, *alo adj* et *s*. Dont le fruit est en forme de gland. *Ólivié aglandau*, variété d'olivier. » (et non variété d'olive qui est l'*aglandalo*, en toute logique grammaticale. Et pourtant tous les textes contemporains et les oléiculteurs nomment l'olive *Aglandau*).

Tous les auteurs dépouillés montrent la même conformité linguistique :

- | | |
|--|---|
| « <i>Bèlli Boutignano</i>
D'Arle o de Seloun,
O fresco Saurano
D'a-ç-Ais, de Bourbon.
E vous, Vermeialo,
Flour dóu Paradou !
Couliasso reialo
Que sias de pertout ! » | « Belles Boutignanes
D'Arles ou de Salon.
Ou fraîches Sauranes
D'Aix, de Boulbon.
Et vous, Vermeillales,
Fleurs du Paradou !
Colliasses royales
Qui êtes partout ! » |
|--|---|

(Antonin Berthier, début 20^e).

« *Espinchas coume lis ólivié se móuson ! Ah ! li bèlli vergello d'ólivo verdalo ! oh ! li bèu bouquet di couliasso ! E li boutibenco, li fachouiro, li reialo, li redounalo e li vermeialo, agachas-li, amiras coume n'en plòu...* » (Baptiste Bonnet, 19^e et 20^e).

« Regardez comme les oliviers sont dépouillés²⁹ de leurs fruits ! Ah ! les belles branches d'olives verdales ! Oh ! les beaux bouquets de couliasses ! Et les bouteillenques, les fachouires³⁰, les royales, les redounales et les vermeillales, regardez-les, admirez comme il en pleut... ».

- | | | |
|---|--|--|
| « <i>Amelenco, argentalo,
Groussano e vermeialo
Plovon de si pecou.</i> » | « Amygdalines, argentales,
Grossanes et vermeilles
Pleuvent de leur pédoncule. » | « Amellenques, argentales,
Grossanes et vermeillales
... » |
|---|--|--|

(Anselme Mathieu, fin 19^e).

(traduction de P. Jullian).

(traduction plus fidèle).

²⁸ Pour ceux qui veulent s'intéresser d'un peu plus près à la linguistique, Honorat est le premier lexicographe à avoir rétabli (de façon incomplète certes) la graphie classique de la langue d'oc (ou occitan). Lorsque nous le citons, nous respectons la graphie utilisée dans son dictionnaire : *oliva, olivier* (rétablissement du *a* latin final, du *o* représentant le son [ou]). Mais Mistral, qui pourtant admirait Honorat y compris pour cette graphie, a reculé devant les injonctions du poète Joseph Roumanille et a écrit son dictionnaire en graphie phonétique inféodée au français, qui porte donc l'orthographe *ólivo, ólivié*.

²⁹ Le verbe occitan utilisé est *móuser* qui signifie au sens premier « traire ». C'est en effet le même geste que pour la traite des animaux : on tire de haut en bas sur les branchettes. Il s'emploie aussi pour la récolte des feuilles de mûrier pour les vers à soie (*magnans*), où l'on « traite » les branches de l'arbre pour détacher d'un seul geste les feuilles d'un rameau.

³⁰ Curieuse forme lexicale qui semble être une variété d'olives sous la plume de l'auteur. Or le dictionnaire d'Honorat (1846) mentionne sous le vocable « *fachouila* » (traduisant le *r* très roulé à l'oral par un *l*) que c'est le « *nom qu'on donne dans les environs de Toulon aux olives tombées depuis quelques temps à terre et qui ont déjà subi un commencement de fermentation* ». Le dictionnaire de Mistral reprend cette définition raccourcie (olives tombées à terre) et y ajoute le sens de « *olive confite au sel et à l'huile* ». Est-ce que c'était les olives tombées à terre qui servaient de préférence pour la confiserie familiale au sel et à l'huile ? À creuser...

Conclusion

Dans le tableau 1 (**Tab.1 : Nomenclature des variétés d'oliviers et d'olives en occitan et en français**), nous donnons donc les couples en occitan et leurs adaptations possibles en français, avec le sens de ces noms ou bien les doutes (?) ou les lacunes (???) : une attitude d'absolue humilité devant la langue s'impose et nous fuirons donc les affirmations péremptoires en étymologie, que n'hésitent pas à utiliser pourtant, bien des personnes totalement ignorantes en langue d'oc. D'autre part, nous n'avons sans doute pas restitué ici tous les noms possibles, car il nous reste encore un très long travail de dépouillement et d'enquêtes. *Il va de soi que ce tableau ne prétend donc pas avoir analysé parfaitement et réglé définitivement tous les problèmes lexicaux.* Il reste encore bien des points à éclaircir. Les digressions linguistiques que nous avons commises volontairement (et que nous détaillerons encore dans le tableau) sont destinées à montrer justement la complexité du sujet parfois labyrinthique, il faut bien le reconnaître, mais *qui s'est complexifié par négligence coupable de n'avoir pas voulu s'intéresser à la langue source, donc de se poser les questions élémentaires à son sujet.* Au moins devraient-elles permettre d'éviter les interprétations fantaisistes que nous avons pu lire ou entendre, car la plus grande prudence s'impose en matière d'étymologie... Et le plus grand respect à l'occitan également, car *cela a conduit à une opacification du sujet par perte de sens et un empêchement notoire aux recherches sérieuses, à cause de la mauvaise restitution des noms d'origine ou de leur réfection artificielle.* Et si créer des néologismes peut être parfois nécessaire à la profession, il est indispensable que ces créations soient conçues dans l'esprit des noms anciens (phonologie, morphologie, images) afin qu'il n'y ait point rupture artificielle avec l'héritage lexical et culturel.

Puisse cette première ébauche de nomenclature faire prendre conscience aux acteurs de bonne volonté du problème linguistique qui est inséparable du sujet en question, pour ne pas dire son fondement même, puisqu'il s'agit de toute l'histoire de l'ethnobotanique autour de l'olivier en terres occitanes.

Bibliographie / Sitographie

Cette bibliographie ne comprend bien évidemment que des ouvrages ayant fourni un lexique conséquent des variétés (en diachronie et en synchronie) et non des ouvrages spécialisés en génétique ou dans la culture de l'olivier (qui reprennent forcément les mêmes noms). Certains sont consultables sur Internet.

- Amoureux P. J., 1784. *Traité de l'Olivier*. Veuve Gontier, Montpellier ; réédition Lacour, Nîmes, 1991. (Anonyme, mais identifié comme étant d'Amoureux).
- Bernard P.-J., 1783. *Mémoire pour servir à l'histoire naturelle de l'olivier*. Jean-Balthazard Mouret, Aix.
- Berthier A., 1914. *La Nature*. J. Roumanille, Avignon.
- Boissier de Sauvages P. A. (abbé de -), 1820. *Dictionnaire languedocien-français*. J. Martin, Alais.
- Bompard J. P., 1842. *Abrégé sur la culture de l'olivier*. H. Bernard, Draguignan.
- Bonnet B., 1968. *Vido d'enfant*. Réédition Éditions de la Tourmagne, Nîmes.
- Bonnet P., 1958. *La reconstitution des oliviers françaises*. Ministère de l'Agriculture, Marseille.
- Breton C., 2006. *Reconstruction de l'histoire de l'olivier (Olea europaea subsp. europaea) et de son processus de domestication en région méditerranéenne, étudiés sur des bases moléculaires*. Thèse Doctorat Biologie des populations et Écologie, 210 p. Université Paul-Cézanne Aix-Marseille III, France.
- Chomel P. J. B., 1715. *Abrégé de l'histoire des plantes usuelles*. Nouvelle édition, tome second, Charles Osmont, Paris.
- Collectif, 2009. *Le retour de l'olivier, retour sur l'olivier*. In : *Études héraultaises*, numéro hors-série, Montpellier.
- Coutance A., 1877. *L'Olivier*. J. Rothschild, Paris.
- Couture (abbé), 1783. *Mémoire complet sur la culture de l'olivier*. Jean-Balthazard Mouret, Aix.
- Creuzé de Lesser H., 1824. *Statistique du département de l'Hérault* ; Montpellier.
- Cuvier Frédéric George, 1825. *Dictionnaire des sciences naturelles*, vol 36. F. G. Levrault, Paris.
- Degrully L. & Viala P., 1887. *L'Olivier*. Camille Coulet, Montpellier.
- Duhamel du Monceau H. L., 1812. *Traité des arbres et des arbustes que l'on cultive en pleine terre en France*. Étienne Michel & Arthus-Bertrand, Paris.

- Garidel P. J., 1715. *Histoire des plantes qui poussent aux environs d'Aix*. Joseph David, Aix.
- Honorat S. J., 1991. *Dictionnaire provençal-français* (1846). Réédition Marcel Petit – C.P.M., Raphèle-lès-Arles.
- Hugues J. P., 1835. *Une excursion au Grand-Gallargues en 1835*. Ballivet et Fabre, Nismes.
- Mathieu A., 1981. *Oeuvres complètes*. C. P. M., Arles.
- Michels (des -), 1829. *Observation sur la culture et la propagation des oliviers* in *Jardins de France. Annales de la Société d'Horticulture de Paris* 4-5 : 217-237. Huzard, Paris.
- Mistral F., 1879-1886. *Lou Tresor dóu Felibrige*. Réédition Edisud, Aix-en-Provence, 1979.
- Moutier N., Pinatel C., Martre A., Roger J.-P. et al., 2011a. *Identification et caractérisation des variétés d'olivier cultivées en France*, Tome I. Naturalia publications, Turriers.
- Moutier N., Pinatel C., Martre A., Roger J.-P. et al., 2011b. *Identification et caractérisation des variétés d'olivier cultivées en France*, Tome II. Naturalia publications, Turriers.
- Pépinières Jean Rey (Jonquières 84). *Catalogue des variétés d'oliviers* [aimablement communiqué par Youssef Kheliliche, du Moulin oléicole L'Onlibo à Bize-Minervois (11)].
- Reynaud J., 1863. *Guide pratique de la culture de l'olivier*. Eugène Lacroix, Paris. Réédition Lacour, Nîmes, 1998.
- Reynaud J., 1851. *De l'olivier et de ses produits*. Triquet, Nîmes. Réédition Lacour, Nîmes, 1998.
- Roux P., 1986. *A propos de l'olivier dans le département du Var*. Actes du 7^e colloque des langues dialectales, Académie des langues dialectales, Monaco.
- Rozier F. (abbé), 1786. *Cours complet d'agriculture*, Tome VII. Hôtel Serpente, Paris.
- Ruby Joseph, 1918. *Recherches morphologiques et biologiques sur l'olivier et sur ses variétés cultivées en France*. Masson, Paris.
- Serres O. (de-), 1600. *Théâtre d'Agriculture*. Réédition Actes Sud, Arles, 1996.
- Tournefort J. (Pitton de -), 1700. *Institutiones rei herbariae*, volume 1. Paris : p.599.
- Villeneuve Christophe (Comte de -), 1829. *Statistique du département des Bouches-du-Rhône*, Tome IV. Peissat aîné, Marseille.
- Vincens J. C., 1802. *Topographie de la ville de Nismes*. Veuve Belle, Nismes.
- Site de l'Afidol pour les bassins de production : http://www.afidoltek.org/index.php/Vari%C3%A9t%C3%A9s_par_bassin_de_production
- Site de l'exploitation agricole Donadey, Lucéram (06), *Parcours découverte de quelques variétés d'oliviers*, <http://www.olivettes.fr/fr/biodiversite/olives.pdf>
- Site du Ministère de l'Agriculture pour les listes de variétés menacées de disparition : http://feader.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Dispositif_214_G_cle414137.pdf



Olive Sélounenque - Olivier Sélounenc (photo J.U.).



Olive Groussane - Olivier Groussan (photo J.U.).

Planche 1



Olive Négrette - Olivier Négret (photo J.U.).



Olive Pichouline - Olivier Pichoulin (photo J.U.).



Olive Lucques - Olivier Lucal (photo J.U.).



Olive Pigale - Olivier Pigal.
Lithographie, source : gallica.bnf.fr

Informateurs

Ils sont innombrables, souvent rencontrés par hasard dans une olivette, car nous n'hésitons jamais à nous arrêter lorsque nous voyons les propriétaires dans leurs champs. Beaucoup d'anonymes, de Lauroux (34), Saussines (34), vallée de la Vaunage (30), Meyrannes (30), Lurs (04), Gonfaron (83), Mons (83), Lorgues (83), Tourtour (83)... Nous mentionnerons en particulier Yvon Creissac (Montpeyroux, 34), Christine et Jean-Luc Dedieu (Saint-Privat, 34), Annie et Pierre Tourenc (La Fare -les-Oliviers, 13), Sylvette et Rémy Tallent (St-Paul-en-Forêt, 83), Gaby Chabaud (Tourrettes, 83), le cercle de provençal de Montauroux (83), Félix Castelly (Mons, 83), Maximilienne Charles (Claviers, 83), M. Valparaiso (Claviers, 83), Gérard Roquemaure (Claviers, 83), Charles Bacuzzi (Tourtour, 83), Yves Mévouillon (Manosque) et Florent Dillies (directeur du Moulin coopératif L'Olivette, Manosque). Avec certains, nous n'avons parlé qu'en occitan (dialecte languedocien, ou dialecte provençal). Nous ne restituons ici que les noms des oliviers, mais ces précieux informateurs nous ont aussi transmis du lexique occitan concernant la culture de l'olivier, la qualité des olives, les mérites comparés des unes et des autres, sujets que nous n'abordons pas ici, mais qui montrent tout un univers mental et une culture très riche autour de l'olivier, arbre sacré pour tous ces acteurs.

Notes et conventions de signes à propos du tableau

- En toute logique, le tableau démarre par les noms en occitan, langue source, suivis de leur adaptation en français (et dans le même ordre olivier /olive, pour que ces couples indissociables soient bien visibles séparément dans chaque langue). Le signe > ou < indique dans quel sens s'est faite la formation des noms, de l'olive vers l'olivier, ou le contraire. Ainsi pour la première variété, c'est le nom de l'olive en forme de cornouille qui, masculinisé, a donné son nom à l'olivier : nous indiquons donc Acurnenc (olivier) < Acurnenca (olive). Ce sera la majorité des cas. Pour certains noms obscurs, nous n'indiquons rien. Pour les noms formés sur l'origine géographique, nous n'indiquons pas ce signe, car c'est aussi bien l'olive que l'olivier qui a pu être à l'origine du nom, nous semble-t-il. Les noms suivis d'un * sont des noms non trouvés dans nos dépouillements ou par enquêtes mais déductibles logiquement selon les règles de la langue d'oc.
- Quelques cases des colonnes en français contiennent plusieurs formes adaptées possibles. C'est, entre autres, le cas du son [ou] occitan qui peut donner l'orthographe *ou* ou *o* en français (double usage constaté régulièrement, comme *Groussan* ~ *Grossan*). *La demande d'une forme unique formulée par les chercheurs pour régulariser au mieux les écrits, nous fait privilégier, comme dit plus haut, la forme la plus près de la langue source, qui est donc indiquée en gras (Bargemonenc, plutôt que Bargemonnais) ; ou la forme déduite de la forme centrale occitane plutôt que de sa variante (Bouteillane, plutôt que Boutillane).* Les auteurs désirant rédiger des textes normés, s'en tiendront donc aux vocables proposés en gras. Mais la lexicographie relevant par essence même de la description, nous ne pouvons pas pour autant effacer les autres formes sous le prétexte de « simplification » : tous les publics se doivent d'être conscients de cette diversité et tous doivent retrouver aussi leurs appellations locales. Nous avons essayé de trouver le compromis le plus satisfaisant possible entre ces deux voies parfois contraires, mais ce ne fut pas toujours aisé... Pour chaque exemple, l'explication du choix du mot mis en relief nous prendrait bien trop de temps à exposer, car elle diffère d'une ligne à l'autre.
- Les explications des dictionnaires anciens données sous la forme « variété cultivée à ... » ont été changées ici en « variété originaire de... ». En effet, à l'époque de la rédaction de ces ouvrages, elles étaient pertinentes car ces variétés étaient plus localisées. Si nous laissons la formulation ancienne « cultivée à... », on pourrait croire que c'est le cas actuellement et qu'elle n'est cultivée qu'à... Par exemple, l'olivier *Araban* est donné par Bompard ou Mistral comme cultivé à Vence (06). Un informateur de Saint-Paul-en-Forêt nous a dit qu'il est très cultivé à Seillans (83).

- Certaines cases restent vides : nous ne savons pas les renseigner pour le moment par déduction logique, et ne le saurons peut-être jamais, compte-tenu de la disparition des locuteurs compétents et de l'impossibilité de mener des enquêtes partout sur le terrain. Le lecteur tiendra compte de ces manques, et sera peut-être amené à récolter un jour une variante phonétique nouvelle, ou des noms de variétés anciennes ayant encore échappé au recensement. Mais attention aux déformations dues à l'oralité et la perte de compétence des locuteurs, qu'il faut parfois pousser dans leurs retranchements pour que la forme correcte émerge. Attention encore plus à l'incompétence en occitan de certains enquêteurs, dont l'oreille ne saurait apprécier une langue qu'ils ignorent totalement et qu'ils transcrivent donc hasardeusement, sans le moindre souci de vérification : tout n'est pas bon à enregistrer pas plus que tout n'est pas bon à retranscrire tel quel à partir des ouvrages anciens, nous l'avons amplement montré... *Nous ne pouvons pas indiquer toutes les variantes dialectales et phonétiques* selon les divers parlers à l'intérieur d'un même dialecte (provençal maritime, provençal rhodanien) ou entre dialectes (niçard, provençal, vivaro-alpin, languedocien) : par exemple, *Cuou-blanc, Quiéu-blanc; Pigau, Pigal; Curnièr, Curnier, Cuernier, Cornièr; Espanhòu, Espanhòl*. Nous n'en donnons que quelques-unes mentionnées par « var. ». Elles peuvent, par contre, réapparaître dans la colonne des adaptations en français (*Pigau ~ Pigal, Verdau ~ Verdal*). Nous n'indiquons pas non plus toutes les sous-variétés (au sens lexical, nom de base + qualificatif) qui, en termes de lexicographie, rentrent dans la même case (*Sanguin* et *Gros Sanguin*, par exemple).

- Phonétiquement, ne jamais perdre de vue qu'en occitan tout groupe de deux ou trois voyelles n'a pas la même valeur qu'en français : *au* occitan = [aw] [aou] (et non pas [o] français) ; *eu* occitan = [èw] [èou] (et non pas [ø] français) ; *ou* occitan = [òw] [oou] (et non pas [u] français). Cela explique les restitutions maladroites de la langue source chez certains auteurs (du type *Prèaurou*), pas au courant des codes graphiques de l'occitan.

Ne jamais oublier non plus que tout *e* occitan (quel que soit le code graphique employé) a valeur de [é] (*Ampolenc* = [ampoulén], *Ametlenc* = [améllén]) qui passe donc dans l'adaptation française (*Aubenque* = [Aubénque], *Ampoulenque* = [ampoulénque]). Cette caractéristique phonologique a parfois valu à ces noms une transcription française en *-inque* (*Amelinque, Galininque*). Ces particularités ne peuvent pas être systématiquement rendues par une surcharge d'accents en français : il faut les apprendre... comme pour tout vocable de toute autre langue étrangère.

Pour vous procurer le tableau final de 32 pages, comprenant 270 noms occitans, veuillez contacter directement l'auteur : jb.ubaud@wanadoo.fr

Sommaire

Le mot du président	3
Les insectes comme outils paléoécologiques : une autre façon de reconstruire le passé - P.Ponel & J.-H. Yvinec	5
Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). II. Les Orthoptéroïdes, saisons 2014 et 2015 - D. Morin	17
La mouche de l'olive, ses symbiotes, les pesticides et le cuivre - R. Gimilio	25
Deuxième contribution à la flore de l'Hérault - F. Andrieu, J-M. Coste & P. Delaumone	40
Dynamique de la végétation méditerranéenne. Connaissances et processus - G. Bonin	47
L'auto-incompatibilité, un mécanisme très répandu chez les Angiospermes - C. Breton & A. Bervillé	58
Bien écrire les noms des variétés d'olives et d'oliviers : essai de nomenclature raisonnée - J. Ubaud	68

En première page de couverture, olivette à Jonquières (Hérault) (crédit photographique : Josiane Ubaud)

