

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

Volume 156

Année 2017



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

Reconnue d'utilité publique par décret du 14 avril 1933

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

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

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

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

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

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

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

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

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 M^{mes} 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 avec diffusion informatique et sur le site internet.

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

Rédaction des Annales : la revue accueille tous les travaux concernant l'horticulture et les sciences naturelles écrits en français. Un comité de lecture examine les articles et s'en réserve le choix dans l'intérêt de la revue, de son unité et de sa qualité scientifique. Si nécessaire, il peut apporter un complément souhaitable avec l'accord de l'auteur.

Les articles en format PDF seront adressés aux auteurs, en document attaché, par courrier électronique.

Les opinions défendues par les auteurs n'engagent pas la responsabilité de l'association, ni celle des membres du bureau.

Responsable : G. Martin (en collaboration avec M. Crousilles). Les articles sont à envoyer à G. Martin (gerard.martin.dorel@gmail.com) avec copie à Michel Crousilles (michel.crousilles@gmail.com).

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

Montant de la cotisation 2017 (déductible des impôts sur le revenu dans la limite légale) : elle est de 28 € par personne, 38 € pour un couple ou une personne morale et 7 € pour les étudiants de 30 ans au plus et les demandeurs d'emploi (sur justificatifs).

Le mot du président

Gérard Duvallet

C'est un honneur pour moi d'introduire ce volume 156 des Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault (SHHNNH). Il vous parvient certes avec un certain retard, mais cela tient au fait que tout le travail d'édition, de correction et de mise en pages est réalisé seulement par deux de nos collègues, Gérard Martin-Dorel et Michel Crousilles, que je remercie bien vivement pour leur travail remarquable.

Ce volume est le premier que j'introduis comme nouveau président de la SHHNNH, élu en 2016. C'est l'occasion pour moi de remercier mes prédécesseurs qui ont fait évoluer ces Annales vers un document de belle tenue scientifique, proposant des articles touchant à tous les aspects de la recherche naturaliste régionale. La SHHNNH, créée en 1860 et reconnue d'utilité publique depuis 1930, regroupe dans ses différentes sections amateurs éclairés, chercheurs professionnels provenant des différentes institutions scientifiques de la région et grand public intéressé par les sciences naturalistes. Les Annales, reflet de cette diversité, ont un rôle important à jouer pour informer et sensibiliser le public le plus large sur les grands enjeux des sciences écologiques, sur l'impact des changements globaux et sur le fonctionnement de nos écosystèmes.

Ce volume présente des articles de botanique avec une nouvelle contribution à la Flore de l'Hérault (F. Andrieu et coll.), l'indication de la présence d'une nouvelle espèce (*Centaurea diluta* Aiton) dans notre département (P. Coulot et P. Rabaute), et un article plus général sur l'autofécondation et l'incompatibilité des croisements chez les plantes, en prenant l'exemple de l'olivier dont on connaît l'importance pour notre région (C. Breton et A. Bervillé).

L'inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan, entamé depuis plusieurs années, se poursuit avec les lépidoptères de la superfamille des Pyraloidea (G. Labonne). La méthode de tamisage est décrite avec précision et son importance démontrée pour l'inventaire des coléoptères (M. Debussche). A l'occasion de deux séjours à l'arboretum de l'Hort de Dieu (Mont Aigoual) remontant à 2002, J-M. Maldès fait l'inventaire détaillé de ses captures de Diptères Asilidae avec une belle planche de photos. Un court article indique la présence d'une espèce de coléoptères d'Asie centrale observée chez un horticulteur de Mauguio (M. Debussche) ; cela devrait nous alerter sur les dangers d'introduction chez nous d'espèces exotiques et de leur cortège d'espèces associées. Enfin M. Bertrand décrit quelques acariens fossiles, ce qui permet d'évoquer l'acarologie, rarement présentée dans nos Annales.

Et ce volume se termine sur les données climatiques 2016 du département rassemblées par M. Crousilles.

En remerciant amicalement tous les auteurs de ce volume, nous invitons tous nos collègues à envoyer également des contributions pour publication dans les Annales. Rappelons qu'il n'est pas nécessaire d'être adhérent de la SHHNNH pour y publier un article ; ainsi vous pouvez inciter des collègues à publier des articles à condition soit qu'ils intéressent particulièrement notre département ou notre région, soit qu'ils aient un intérêt général.

Troisième 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 (fred_andrieu@outlook.fr) / Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (f.andrieu@cbnmed.fr)

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

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

Ce document, le troisième de la série, est une compilation des observations d'espèces de plantes vasculaires nouvelles observées pour l'essentiel au cours de l'année passée dans l'Hérault ou des nouvelles stations d'espèces réputées rares ou peu fréquentes. Il inclut aussi bien les espèces spontanées que les espèces non indigènes dont le nombre de stations est, pour l'heure, réduit ou mal connu. La nomenclature utilisée ici est celle de la version 7 du référentiel taxonomique du Muséum National d'Histoire Naturelle. Comme pour les contributions précédentes, les espèces sont présentées dans l'ordre alphabétique.

Airopsis tenella (Cav.) Asch. & Graebn. (Planche 1) : la distribution héraultaise de cette graminée se limitait jusqu'à présent à deux secteurs de garrigues de la plaine littorale, aux environs de Béziers entre Montblanc et Portiragnes, et près de Montpellier sur la commune de Mauguio. Une localité nouvelle excentrée a été trouvée en Montagne noire, sur les flancs méridionaux du Caroux (AF, 2016). La station est située sur la commune de Colombières-sur-Orb, le long du sentier qui mène au col de la Buffe dans les gorges de Colombières, vers 580 m d'altitude.

Ambrosia artemisiifolia L. : espèce au pollen allergène originaire d'Amérique du Nord et naturalisée dans une grande partie de la France. Elle est bien établie sur les berges des rivières du Gard voisin (Gardon, Cèze) mais reste rare dans l'Hérault. Une nouvelle observation est à signaler dans le département, notamment sur le littoral, à Marseillan-Plage, avec un individu au milieu de colonies d'*Ambrosia tenuifolia* (FG, 2015). Est susceptible d'apparaître occasionnellement dans les jardins, au cœur des zones habitées, à la faveur des boules de graines et de graisses destinées à nourrir les oiseaux en hiver ou bien dans des pots de fleurs provenant du commerce : Graissessac (AF, 2011), Riols (SJ, 2012) et Le Crès (UJ, 2016).

Anredera cordifolia (Ten.) Steenis : originaire d'Amérique du Sud et rarement observée en dehors des cultures. Une nouvelle localité a été découverte à Pioch Rioux sur la commune de Montferrier-sur-Lez (CC, 2012).

Atriplex tornabenei Tineo : plante présente dans les formations nitrophiles colonisant les bourrelets coquilliers en bordure d'étangs. Observée sur l'Étang de l'Or, à Mauguio sur la pointe du Salaison (AF, 2014), à l'ouest de l'Étang du Méjean sur la commune de Palavas-les-Flots aux Premières Cabanes (MJ, 2015) et à l'ouest de l'Étang de Vic, à Vic-la-Gardirole vers les Airolles (FH, 2015).

Bufoia perennis Pourr. : dispersée dans l'Hérault dans les garrigues autour de Montpellier et devenant plus fréquente plus au sud, dans l'est du département de l'Aude. Une localité légèrement excentrée a été notée dans la vallée du Jaur à Riols, sur le rocher de la Roque, en compagnie d'*Hormathophylla macrocarpa* (AF, 2015). La plante ayant été observée au début de l'automne, sans ses graines, il n'a pas été possible de déterminer la sous-espèce [subsp. *perennis* ou subsp. *tuberculata* (Loscos) auct.].

- Cardamine rapbanifolia* Pourr. (Planche 1) : nouveau pour le département. Orophyte de la chaîne pyrénéo-cantabrique et du sud du Massif central, connue dans cette dernière entité de la Montagne noire et des Monts de Lacaune, dans les départements de l'Aude, du Tarn et de l'Aveyron. Récemment trouvée dans la partie héraultaise de la Montagne noire, sur le plateau du Somail, au niveau de la commune de La Salvetat-sur-Agoût, à la confluence du Vèbre et de l'Agoût (DP, 2016), non loin de stations aveyronnaises.
- Centaurea benedicta* (L.) L. : Murviels-lès-Béziers, en rive droite du cours d'eau Rieutord, au droit de la Masette (BMA, 2016).
- Centaurea pullata* L. (Planche 1) : espèce originaire du sud-ouest du bassin méditerranéen, naturellement présente dans la péninsule ibérique et au Maghreb. Naturalisée en France essentiellement dans la région de Montpellier où de nouvelles observations ont été réalisées : Clapiers, près de la médiathèque (UJ, 2010) ; Mauguio, au Pont des Peupliers (CC, 2015 ; CD, 2016).
- Convolvulus sabatius* Viv. : liseron vivace, à souche ligneuse et à belles fleurs bleues, présent au Maghreb et dans le sud de l'Italie. Naturalisé en France sur le littoral varois et dans l'Aude. Trouvé à Montpellier, rue de la Roqueturière, très probablement échappé de jardin (CC, 2014).
- Cruciata pedemontana* (Bellardi) Ehrend. : dans le Massif central, cette espèce n'était jusqu'à présent connue que dans la partie orientale, depuis le massif de l'Aigoual au sud jusqu'au Vivarais au nord. Elle a été découverte dans l'Hérault dans la haute vallée de la Mare à Graissessac, vers les crêtes de la Caumette (DP, 2016).
- Delairea odorata* Lem. : sénéçon grimpant aussi appelé lierre d'Allemagne, originaire d'Afrique du Sud. En France, il a commencé par coloniser la Côte d'Azur et le littoral varois. S'observe ponctuellement dans l'Hérault à « La Grande Motte », le long de la promenade des dunes à la Motte du Couchant où il recouvre les arbustes (CC, 2014).
- Euphorbia davidii* R. Subils (Planche 1) : taxon originaire d'Amérique du Nord et nouveau pour le département. Une population naturalisée a été observée à Frontignan, plus précisément aux Pielles, entre la ville et les anciens salins (GJR, 2015). L'espèce pousse dans une friche colonisant un vignoble abandonné.
- Euphorbia pepilis* L. : cette espèce caractéristique des hauts de plage a été trouvée dans une situation tout à fait originale à Vic-la-Gardiole (FH, 2015). Elle se trouve en bordure nord de l'Étang de Vic, à l'opposé de la plage, près du lieu-dit des Aïrolles. Une petite population, forte de quelques unités, prospère au niveau d'un cordon sableux en compagnie de quelques autres espèces caractéristiques des dunes comme *Euphorbia paralias* L. et *Anthemis maritima* L. et au contact de fourrés nitrophiles dominés par des chénopodiacées (*Suaeda* sp., *Atriplex* sp., *Salsola* sp.).
- Hormathophylla macrocarpa* (DC.) P. Küpfer : endémique des falaises calcaires du sud de la France, connue dans l'Hérault de manière récente uniquement dans le Minervois, aux confins du département de l'Aude, à Cassagnoles sur les crêtes de Tarigoules et à Félines-Minervois dans le vallon du Cros (Salabert & Arnaud, 1995). Une nouvelle localité a été découverte à Riols, plus à l'est, sur le rocher calcaire de la Roque qui domine la vallée du Jaur (AF, 2015). Ce site est situé non loin de la localité historique du Pont de Poussarou à Ferrières-Poussarou (Loret & Barranton, 1888) qu'il conviendrait d'actualiser.
- Ipomoea indica* (Burm.) Merr. : espèce échappée de jardin et naturalisée dans les zones les plus thermophiles du littoral méditerranéen (côte Vermeille, environs de Toulon, Riviera). Une station a été découverte à Aniane au Mas des Carottes sur un talus thermophile rudéralisé surplombant l'Hérault (FG, 2016). C'est la première mention de cette espèce pour le département.

Jarava caudata (Trin.) Peñail [= *Amelichoa caudata* (Trin. Arriaga & Barkworth)] : espèce originaire d'Amérique du Sud, nouvelle pour le bassin méditerranéen français et connue jusque là en France seulement des environs de Toulouse selon *Flora Gallica* (Tison & Foucault, 2014). Découverte au pied du Mont Saint-Loup à Agde (BMA, 2015).

Juncus pygmaeus Rich. ex Thuill. : voir *Spergula segetalis*.

Lathyrus angulatus L. : taxon acidiphile dispersé dans l'Hérault, surtout sur les terrains siliceux de l'ouest du département. Trouvé récemment en plusieurs localités : Aniane, au Devès Bas (DP, 2006) ; Tourbes, à la Boutine (DP, 2006) ; Octon, dans les ruffes vers Les Canals (AM, 2008) ; Fos, sur le plateau basaltique du Causse (DP, 2012) ; Saint-Jean-de-Fos, aux Pommières (FG, 2016), au niveau d'une friche sableuse en compagnie de *Trifolium hirtum* All. et *Lupinus angustifolius* L. (Andrieu, Coste & Delaumone, 2015).

Lupinus angustifolius L. : dispersé dans les zones siliceuses du département, ce lupin a été trouvé dans deux nouvelles localités des avants-monts de la Montagne noire : commune de Riols, sous la crête du Pioch en flanc sud (AF, 2015) ; Fos au lieu-dit le Causse (DP, 2016).

Lycopsis orientalis L. : taxon naturalisé, originaire du sud-est de l'Europe et de l'ouest de l'Asie. Il est proche de *L. arvensis* dont il est parfois considéré comme une sous-espèce. Connu jusqu'à présent du sud des Alpes et d'Auvergne, il semble en progression. Nouvellement trouvé dans l'Aude et dans l'Hérault à Mauguio près du pont des Aiguerelles (2015, CC) et à Montferrier-sur-Lez près de l'avenue Vincent Auriol (SC & LT, 2016).

Ononis mitissima L. : une nouvelle station sur la commune de Mèze où l'espèce est déjà bien recensée. Elle se situe au lieu-dit l'Homme Mort, au sud-ouest de Montmèze (BMA, 2016).

Ononis pubescens L. : plante rare mais peut-être moins dans l'Hérault que dans les départements voisins. Une nouvelle station a été trouvée au nord de Saint-Jean-de-Fos, dans les pentes dénudées d'une garrigue menant à la vierge du Roc Pointu. La station la plus proche à Aniane, près du cours de l'Hérault vers le Chemin des Carottes, est toujours présente (MJ, 1998 ; FG, 2009, 2016).

Ononis pusilla L. (Planche 1) : plante assez commune dans l'arrière-pays (Causse du Larzac principalement) et devenant moins fréquente en descendant dans la plaine méditerranéenne, avec des populations se concentrant principalement dans le massif de Saint-Guilhem-le-Désert et dans les environs du bassin de Saint-Martin-de-Londres. Elle est très rare dans les parties basses où quelques observations récentes ont permis d'actualiser des citations historiques. Ainsi, dans les environs de Montpellier elle est confirmée sur les communes de Saint-Jean-de-Védas, au Puech Redon (CC, 2012), et de Grabels, à la Soucarède (GP, 2010). Sur cette dernière commune, la localité de Valmaillargues (Flahault, 1893) reste à actualiser. La plante est aussi à rechercher sur Pignan (Loret H., 1886) et Montpellier à Lavalette (Loret, 1886). Plus à l'est, en limite orientale du département, *Ononis pusilla* a été observé dans le bois de l'Ilette à Boisseron (MJ, 1991), non loin d'une localité historique située tout près de là dans le Gard à Aujargues (Cabanès, 1902). Dans le sud-ouest du département, elle est aussi présente à Nissan-lez-Enserune, au lieu-dit Salabert (DP, 2011), et reste à actualiser à Pézenas (Loret, 1886), en particulier au Puech Oriol (Chalon, 1878).

Onopordum tauricum Willd. : grand « chardon » atteignant 1,5 à 3 m de haut, originaire du nord-est du bassin méditerranéen, introduite accidentellement au Port-Juvénal et dont les premières récoltes par les botanistes datent des années 1812 (Thellung, 1912). Elle fait partie des 5-6 espèces (sur les 458 espèces initialement dénombrées dans la *Flora Juvenalis*) qui ont réussi à se naturaliser. Alors que *O. tauricum* semblait jusqu'à présent largement cantonnée dans les friches urbaines de Montpellier, plusieurs nouvelles stations ont été récemment signalées tout autour de l'agglomération : Juvignac, à Courpouiran (FG, 2016) ; Grabels, à la Massane et Soucarède (AF & GP, 2012) et au Piquet (FG, 2016) ; Montferrier-sur-Lez, à Sainte-Julie (FG, 2016) ; Saint-Clément-de-Rivière,

vers la Vague Morte (FG, 2016) ; Les Matelles, en amont des sources du Lez (FG, 2016) ; Assas, au Puech Montaud (AF, 2015) ; Saint-Aunès, aux Chênes (AF, 2010) et à Doscarès (MJ, 2013) ; Teyran, à la Fontanarède et Plan Daillas (AF, 2013) ; Vailhauquès, au niveau de la Plaine des Fraysses (MH, 2015) ; Vendargues, à Lou Camp des Arts et aux Routous (AF, 2015). Elle semble se propager le long des axes routiers et atteint désormais Gignac, à la Barque (FG, 2015) à l'ouest ; Valergues, aux Ginestières (AF, 2009), Lunel-Vieil au cœur du village (AF, 2016) et La Grande-Motte à la Loua (AF, 2016) à l'est. Extension à suivre.

Onopordum x setense Arènes : hybride entre *Onopordum illyricum* L. et *Onopordum tauricum* Willd., observé à Teyran, au Plan Daillas (AF, 2013). Il s'agit pour le moment de la seule localité recensée dans le département.

Phelipanche rosmarina (Beck) Banfi, Galasso & Soldano (Planche 2) : espèce commune en Provence mais semblant beaucoup plus rare en Languedoc. Connue de manière récente de cinq localités : Montpellier, au zoo du Lunaret (MJ, 2003) ; Saint-Jean-de-Védas, à Cayenne (MJ, 2003) ; Villeveyrac, au Saut de l'Aygues (BMA, 2009) ; Mèze, aux Creyssels (AF, 2015) ; Saint-Clément-de-Rivière, dans une garrigue située à proximité des sources du Lez (FG, 2016).

Polygala exilis DC. (Planche 2) : annuel et discret, ce polygale passe d'autant plus inaperçu qu'il fleurit dans les garrigues ouvertes entre la fin du printemps et le cœur de l'été, à une période où les botanistes méditerranéens sont généralement moins présents. Il y a encore peu, il n'était connu que des secteurs situés à l'ouest de Montarnaud (BC, 1990 ; MJ, 1993). Il a été trouvé depuis dans le bassin de Saint-Martin-de-Londres, tout d'abord sur les coteaux calcaro-marneux du Causse de Millau sur les communes de Mas-de-Londres et du Rouet (BN, 2008) et plus récemment sur les coteaux de la Jasse des Montels près de Pous, commune de Notre-Dame-de-Londres (AF, 2016).

Ranunculus nodiflorus L. : voir *Spergula segetalis*.

Scolymus grandiflorus Desf. : l'aire de distribution de ce taxon atteint sa limite orientale dans le département de l'Hérault. Une nouvelle localité en marge de cette aire a été trouvée à Mèze, au Mas Mahut, en bordure de champ (CC, 2015).

Solanum elaeagnifolium Cav. : espèce originaire d'Amérique du sud et considérée comme envahissante. Une nouvelle localité a été trouvée dans le bassin versant de l'Étang de l'Or sur la commune de Valergues, au lieu-dit Tasque, le long du Berbian (BMA, 2014).

Spergula segetalis (L.) Vill. (Planche 2) : dans les avants monts de la Montagne noire, sur la commune de Pardailhan, les crêtes qui s'étendent au sud de la butte de Galimont sont constituées par des affleurements schisteux du Cambrien moyen. Suite à une herborisation de Romain Lejeune en 2015 (Andrieu, Coste & Delaumone, 2015), elles ont révélé la présence d'un réseau de petites mares temporaires abritant quelques plantes rares inféodées à ces milieux avec *Lytbrum thymifolium* L., *Exaculum pusillum* (Lam.) Caruel et *Lysimachia minima* (L.) U. Manns & Anderb. A l'occasion d'une sortie de la SHHNH en 2016, ce secteur a été de nouveau parcouru. De nouvelles découvertes de grand intérêt y ont été réalisées avec l'observation de *Juncus pygmaeus* Rich. ex Thuill., localité inédite pour le secteur des avants monts, et surtout de deux espèces nouvelles pour le département, *Spergula segetalis* (L.) Vill. et *Ranunculus nodiflorus* L. Ce milieu exceptionnel vient enrichir le patrimoine floristique de la commune de Pardailhan, déjà passablement fourni.

Symphotrichum pilosum (Willd.) G.L. Nesom : taxon originaire d'Amérique du Nord, nouveau pour le département. En voie de naturalisation dans les gorges de l'Hérault sur la commune de Brissac, au niveau du domaine départemental du Moulin Neuf et à l'aval (CJM, 2015).

Trifolium leucanthum M. Bieb. : découvert dans un nouveau secteur du département, au niveau de la commune de Pardailhan dans les Avants-Monts de la Montagne noire, dans les prairies situées à

Pouest et à l'est du hameau de Pardailho (FH, MJ, AF, DP & CJM, 2016).

Tripodion tetraphyllum (L.) Fourr. : plusieurs nouvelles localités dans l'ouest du département viennent s'ajouter à celles déjà connues : Agde, au Mont St-Loup (BMA, 2015) ; Cazouls-lès-Béziers, à Thézanel (BMA, 2016) ; Florensac, à Saint-Apolis (BMA, 2016). Au nord du département, elle a été trouvée à proximité de la Grotte des Demoiselles à Saint-Bauzille-de-Putois (FG, 2015) où elle était anciennement signalée (Loret, 1886).

Urtica pilulifera L. (Planche 2) : la distribution de cette ortie semble surtout restreinte au sud-ouest du département. une nouvelle station excentrée par rapport aux mentions connues a été trouvée à Lacoste dans le centre Hérault (FG, 2016). La petite population située dans le village occupe le pied d'une tour, situation nitrophile comparable à celle occupée à Montady.

Vaccaria hispanica (Mill.) Rauschert : cette belle messicole a été observée dans deux petits champs de céréales au lieu-dit La Font Del Cadaire à Saint-André-de-Sangonis (FG, 2016). Dans l'une des parcelles, *V. hispanica* et l'ensemble de la végétation adventice étaient abondantes mais seule une autre messicole intéressante (*Galium tricornutum* Dandy) était présente.

Verbena brasiliensis Vell. : cette grande verveine qui peut atteindre 2,5 m semble en voie de naturalisation dans la région. Originnaire d'Amérique du Sud, elle a été découverte en 1994 par D. Barreau dans l'Aude et observée par la suite en de nombreux points le long du cours de l'Orbiel. Elle a été signalée tout récemment en 2016 dans les Bouches-du-Rhône par M. Charrier. Dans l'Hérault, elle a été observée pour la première fois au Mas des Astres à Montpellier (PR, 2015 ; FG, 2015, 2016) où elle est relativement abondante le long d'un talus de bord de route sur une centaine de mètres.

Typha laxmannii Lepech. : espèce rare et susceptible de passer inaperçue. Mentionnée pour la première fois dans le département dans les faubourgs de Montpellier à Vendargues, près du Bois de Saint-Antoine (MJ, 1991) et observée tout récemment dans le même secteur à Jacou, aux Bordes, dans un bassin de décantation (AM, 2016).

Veronica peregrina L. (Planche 2) : espèce originaire d'Amérique du Nord, naturalisée çà et là dans les mares temporaires à tendance eutrophe. Plusieurs observations récentes dans le nord-ouest du département laissent supposer une extension de ses populations : Cazeville, aux Seuilles (MJ, 2013) ; Saint-Maurice-Navacelles, au Castelet (GJ, 2014) ; Mas-de-Londres, vers les Courrèges (BJC, 2004) et à Sauzet (GJ, 2014) ; Notre-Dame-de-Londres, à la Boissière (MJ, 2014) et à Pous (AF, 2016).

Veronica triphyllos L. : nouveau pour le département. Observé en haute vallée de la Mare à Graissessac, sur les crêtes entre la Caumette et l'Escoutch (DP, 2016).

Contributeurs

AF : Andrieu Frédéric.	CD : Calmels Dominique.	GP : Gros Pierre.
AM : Aubrun Michèle.	CJM : Coste Jean-Marie.	LT : Lancrenon Tanguy.
BC : Bernard Christian.	DP : Delaumone Patrice.	MJ : Molina James.
BJC : Bouzat Jean-Claude.	FG : Fried Guillaume.	PR : Peltrault Régis.
BMA : Bouchet Michel-Ange.	FH : Fontès Hugo.	SC : Serres Céline.
BN : Bianchin Nicolas.	GJ : Givors Julien.	UJ : Ubaud Josiane.
CC : Casiez Christine.	GJR : Garcia Jean-René.	

Références bibliographiques et ouvrages consultés

- Andrieu F., Coste J.M. & Delaumone P., 2015. Deuxième contribution à la flore de l'Hérault. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault* **155** : 40-46.
- Cabanès G., 1902. Herborisations dans le Gard en 1902. *Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Nîmes* **30** : 57-77.
- Chalon P., 1878. Excursion du 10 juin au Mont Liausson. *Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Béziers* **3** : 51-61.
- 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.
- Salabert J. & Arnaud P., 1995. Contribution à l'inventaire de la flore de l'Hérault. *Le Monde des Plantes*, **452** : 6-7.
- Tison J.M. & Foucault (de) B., 2014. *Flora Gallica. Flore de France*. Biotope, 1196 p. Mèze.



Airopsis tenella (photo AF)



Cardamine raphanifolia (photo DP)



Centaurea pullata (photo FG)



Euphorbia davidii (photo AF)



Ononis pusilla (photo CC)

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



Phelipanche rosmarina (photo AF)



Polygala exilis (photo AF)



Spergula segetalis (photo DP)



Veronica peregrina (photo AF)



Urtica pilulifera (photo AF)

Planche 2 : Photos de quelques éléments de la flore de l'Hérault.

***Centaurea diluta* Aiton, espèce nouvelle pour le département de l'Hérault, et situation de cette espèce en France**

Pierre Coulot ^a & Philippe Rabaute ^b

^a 9, avenue des Cévennes, F-34400 Vérargues (p.coulot@orange.fr)

^b 60, rue du Salet, F-34570 Vailhauquès (prabaute@orange.fr)

Résumé

Centaurea diluta Aiton, espèce nord-africaine rarement naturalisée en France, a été découverte en 2016 dans l'est du département de l'Hérault, abondante dans un champ de pois-chiche. Un historique rapide des observations de cette espèce est réalisé pour la France.

Mots-clés : *Centaurea diluta*, *Cicer arietinum*, *Hymenocentron*, naturalisée, Hérault, Lunellois.

Abstract

Centaurea diluta Aiton, an African species seldom naturalized in France, was discovered in 2016 in the East of the department of Herault, abundant in a chickpea field. A quick review of observations of this species is given for France.

Keywords : *Centaurea diluta*, *Cicer arietinum*, *Hymenocentron*, naturalized, Hérault, Lunellois.

La culture du pois-chiche, parfaitement anecdotique dans notre région, connaît depuis quelques années un essor considérable, en particulier dans l'est du département de l'Hérault et l'ouest du Gard. Dans le nord du Lunellois, les parcelles semées de *Cicer arietinum* L. se multiplient depuis le début des années 2010, à tel point qu'elles sont devenues très communes. Souvent non récoltées, elles ont pour principal objectif l'enrichissement des sols, en lieu et place d'autres légumineuses jusqu'alors fréquemment plantées, comme *Vicia sativa* ss. str. ou *Medicago sativa*.

Les souches de pois-chiche ont des origines très diverses, mais se répartissent en deux variétés, *Desi*, issue de souches indo-pakistanaïses, et *Kabuli*, regroupant des souches de diverses origines dont le Maghreb. C'est manifestement dans une parcelle plantée pour la première année en pois-chiche *Kabuli*, située entre Vérargues et Lunel-Viel, au bord de la route D110, que nous avons découvert à la fin du mois de juin 2016 une plante sud-ouest méditerranéenne, *Centaurea diluta* Aiton.

Nous connaissons parfaitement cette parcelle depuis des années, pour d'une part sa situation très proche du domicile de l'un d'entre nous (PC) et d'autre part sa richesse en *Leguminosae* assez peu communes, dont notamment *Vicia johannis* Tamamsch. et *Medicago doliata* Carmign. Nous pouvons donc être certains que l'apparition de *Centaurea diluta* est concomitante de la culture de *Cicer arietinum*. La centaurée y est abondante, répartie dans toute la parcelle ; nous y avons dénombré plusieurs centaines d'individus, particulièrement robustes, dépassant pour beaucoup un mètre de hauteur (Fig. 1).

Centaurea diluta Ait. est une espèce naturellement présente au Maroc (Jahandiez & al., 1934 ; Fennane et al., 1998 ; Valdés et al., 2002), en Algérie (Battandier et al., 1888-1890), Tunisie (le Floc'h et al., 2010), dans le sud de la péninsule ibérique (Blanca et al., 2009 ; Valdes et al., 1987), et en Macaronésie où son indigénat est douteux (Mendes et al., 1977). Annuelle, elle a été trouvée occasionnelle dans de nombreux pays, où généralement elle ne se maintient pas, comme en Grande-Bretagne (Hanson et al., 1985).

Toutefois, elle est considérée comme une peste végétale à fort potentiel d'expansion dans les pays où elle trouve des conditions climatiques favorables. C'est le cas de l'Espagne, où elle est envahissante dans certaines régions du centre et du nord du pays (Elorza *et al.*, 2001), dans le sud de l'Italie, spécialement en Calabre (Conti *et al.*, 1997 ; Giardina *et al.*, 2001 ; Russell *et al.*, 2010), mais aussi dans plusieurs états des Etats-Unis d'Amérique, notamment en Californie (Muth & *al.*, 2006), connu sous le nom de *North African knapweed*.

Décrite en 1789 par l'Écossais William Aiton dans le troisième tome de la première édition d'*Hortus kewensis*, la centauree pâle, ainsi appelée en raison de ses bractées d'un brun très pâle, a été introduite dans les jardins de Kew en 1781 par le botaniste français André Thouin. Le type est donc issu de plantes londoniennes elles-mêmes issues de graines de plantes de jardins botaniques parisiens, et donc très probablement cultivées à partir de graines de plantes maghrébines.

D'autres combinaisons ont postérieurement été utilisées pour désigner cette plante :

- *Centaurea algeriensis* Cosson & Durieu (1851, *Notes Pl. Crit.* : 136)
- *Centaurea elongata* Schousboe (1800, *Iagttag. Vextrig. Marokko* : 199)
- *Centaurea micracantha* Dufour (1831, *Ann. Sci. Nat. (Paris)*, **33** : 164)
- *Centaurea raphanifolia* Salzmänn ex de Candolle (1838, *Prodr.*, **6** : 591), nom. inval., pro syn.

C. diluta est très caractéristique par plusieurs critères. Il s'agit d'une grande plante annuelle, atteignant 2,50 m de hauteur pour ses exemplaires les plus robustes, très ramifiée (Fig. 2). Ses feuilles inférieures sont lyrées, les caulinaires auriculées et longuement décurrentes (Fig. 3). Les capitules sont solitaires, ovoïdes, à bractées médianes ovales, à appendices dentés-fimbriés à épine apicale courte (2 mm) d'un brun pâle, et les fleurs sont roses (Fig. 4).

Les plantes de Vérargues sont typiques de l'espèce.

C. diluta, de par ses caractéristiques très particulières, est constitutive de la section monospécifique *Hymenocentron* (Cass.) DC. (1837, *Prodr.*, **6** : 591) [= *Hymenocentron* Cass. in F. Cuvier (1826, *Dict. Sci. Nat.*, **44** : 37) = *Triplocentron* subgen. *Hymenocentron* (Cass.) Cass. in F. Cuvier (1829, *Dict. Sci. Nat.*, **55** : 351) = *Centaurea* subgen. *Hymenocentron* (Cass.) Dostál (1969, *Acta Univ. Palackiana Olomucensis Fac. Rerum Naturalium*, **31** : 33)] (Devesa Alcaraz *et al.*, 2013).

Toutefois, de récentes analyses de phylogénie moléculaire, et en particulier la remarquable étude internationale publiée en 2006 sur le « Groupe *Jacea* » (García-Jacas *et al.*, 2006), remettent en cause cette classification.

C. diluta appartient en réalité à un groupe assez large, monophylétique, appelé par les auteurs « *western Mediterranean clade* », et qui regroupe les sections classiques *Melanoloma* et *Seridia* (*C. aspera* L., *C. involu-crata* Desf., *C. polyacantha* Willd. et *C. pullata* L.), le groupe de sections *Hymenocentron* - *Mesocentron* (*C. diluta* Aiton, *C. melitensis* L., *C. solstitialis* L. et *C. sulphurea* Willd.), ainsi que *C. pungens* Pomel, espèce habituellement comprise dans la section *Calcitrapa* et dont il convient de l'exclure.

En France, les observations de cette espèce sont très rares. Elle n'est d'ailleurs pas citée, même comme occasionnelle, dans aucune des flores classiques de France (Rouy, Coste, Fournier, CNRS, etc.), à l'exception de *Flora Gallica*, très récemment. Au XIX^e siècle, *C. diluta* a pourtant été observée dans les Bouches-du-Rhône et l'Hérault, de façon très sporadique. Beaucoup plus récemment, elle a par ailleurs été observée dans le département du Gard.

Dans les Bouches-du-Rhône, la première mention de la plante semble avoir été faite par Charles Grenier en 1857, dans *Florula massiliensis advena*. Il cite la plante au Port de la Joliette, à Marseille, sans plus de précision. Cette citation est validée par l'observation de parts d'herbier in P, récoltées par Blaize et Roux en juillet 1856 au « Port de la Joliette » (N° P-03770937) et le 28 juin 1859 à « Marseille, décombres » (N° P-03770939).

Entre 1859 et 1996, la plante n'a plus été observée dans ce département. Dans leur liste des plantes des Bouches-du-Rhône, Vela *et al.* (1999) émettent de sérieux doutes sur sa présence dans le département, malgré sa citation dans l'*Index synonymique de la Flore de France* de Kerguelen en 1997. La seule mention complémentaire a été faite par René Molinier en 1975 dans son catalogue, qui cite la naturali-

sation de la plante au jardin botanique du Parc Borély, à Marseille, sans que cette observation de François Joseph Coste ne soit datée.

En 1996, la plante a été découverte dans ce département par James Molina sur la commune d'Arles, à côté du rond-point des Saintes-Maries (donnée CBNMED). Nous l'y avons personnellement observée en grande quantité en 1998, mais n'avons pas pu la retrouver ni en 2000 ni en 2003. Sans aucune mention depuis cette date, il est fort probable que l'espèce y ait disparu, notamment en raison de constructions immobilières.

La seule observation de *C. diluta* au XXI^e siècle en France était donc, jusqu'à notre pointage, celle faite par James Molina, Henri Michaud et Philippe Jauzein le 13 octobre 2002 à Saint-Gilles, dans le Gard, au marais de la fosse, au sud de Grand Canavière (donnée CBNMED). Apparemment, elle n'y a pas été observée depuis, sans que nous puissions savoir si elle y a disparu.

Dans l'Hérault, la plante a été citée pour la première fois à la fin du XIX^e siècle par Hyppolite Coste et frère Sennen, comme naturalisée en 1893 sur les sables de l'Orb à Hérépian, près de Bédarieux, dans le nord-ouest du département. A notre connaissance, la plante n'y a plus jamais été observée.

Quelques années plus tard, Albert Thellung (1911-1912) signale les observations anciennes de *C. diluta* au Port Juvénal, dans les prés à laine, en 1835 par Delile puis en 1852 par Touchy.

La plante n'avait donc pas été observée dans l'Hérault depuis environ cent-vingt ans quand nous l'avons redécouverte à Vérargues le 30 juin 2016.

En préparant le présent article, nous avons trouvé les références sur le site de l'Observatoire du patrimoine naturel du Gard (Baldi, 2016) une donnée presque concomitante à la nôtre, réalisée très près de là sur la commune de Marsillargues, en mai 2016, par Philippe Baldi. Après contact de l'observateur, il nous a confirmé avoir vu *Centaurea diluta* dans le marais de La Palus nord, en bordure d'un grand fossé de drainage entre des parcelles cultivées, près de la D61.

La centaurée pâle est donc une espèce très rare en France, dont les seules observations récentes semblent se situer dans le Lunellois, sur un petit périmètre situé à la limite du département de l'Hérault, près de la frontière avec le Gard. Il reste à savoir si elle s'y maintiendra, voire s'y étendra, comme le font de plus en plus souvent certaines annuelles. L'exemple le plus caractéristique dans ce secteur est *Tordylium apulum* L., devenue omniprésente dans le Lunellois et se répandant à grande vitesse à partir de son épiceutre de naturalisation. De façon générale, le maintien de ces espèces sud-méditerranéennes dans le midi de la France est sans doute un bon marqueur du réchauffement climatique.

Remerciements

Frédéric Andrieu, Philippe Baldi, James Molina et Jean-Laurent Hentz.

Bibliographie

- Arnelas I. & Devesa Alcaraz J., 2011. Revisión taxonómica de *Centaurea* sect. *Jacea* (Mill.) Pers. (Asteraceae) en la Península Ibérica. *Acta Bot. Malacitana* **36** : 33-88.
- Baldi P., 2016. *Centaurea diluta*. In : Observatoire du patrimoine naturel du Gard. <http://www.naturedugard.org/index.php?recherche=Centaurea+diluta>
- Battandier J. & Trabut L., 1888-1890. *Centaurea diluta*. In : *Flore de l'Algérie* : 502. Adolphe Jourdan, Paris.
- Blanca G., Cabezudo B., Cueto M., Fernández López C. & Morales Torres C., 2009. *Centaurea diluta*. In : *Flora Vasculaire de Andalucía Oriental* **4** : 266. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Conti F. & Manzi A., 1997. *Centaurea diluta* Aiton, new to the Italian flora. *Fl. Medit.* **7** : 51-53.
- Coste H. & Sennen Fr., 1894. Plantes adventices observées dans la vallée de l'Orb à Bédarieux et à Hérépian. *Bull. Soc. Bot. France* **41** (2) : 98-113.
- Devesa Alcaraz J. & Lopez Nieto E., 2013. Estudio taxonomico de *Centaurea* Sect. *Mesocentron* (Cass.) DC. y Sect. *Hymenocentron* (Cass.) DC. (Asteraceae) en la península ibérica y Baleares. *Flora Montiberica* **55** : 3-25.
- Elorza M., Dana E. & Sobrino E., 2001. Aproximación al listado de plantas alóctonas invasoras reales y poten-

- ciales en España. *Lazaroa* **22** : 121-131.
- Fennane M. & Ibn Tattou, 1998. Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées ou endémiques du Maroc. *Boccone* **8** : 5-243.
- García-Jacas N., Uysal T., Romashchenko K., Suarez-Santiago N., Ertugrul K. & Susanna A., 2006. *Centaurea* revisited : a molecular survey of the *Jacea* group. *Annals Bot* **98** : 741-753.
- Giardina G. & Lucchese F., 2001. The native-alien status of *Centaurea diluta* Aiton in Italy. Additional points and clarification. *Arch. Geobot.* **6** (2) : 183-188.
- Grenier C., 1857. *Florula massiliensis advena*. Florule exotique des environs de Marseille. *Mémoires de la société d'émulation du département du Doubs*. Dodivers, Besançon.
- Hanson C. & Mason C., 1985. Bird seed aliens in Britain. *Watsonia* **15** : 237-252.
- Jahandiez E. & Maire R., 1934. *Centaurea diluta*. In : *Catalogue des plantes du Maroc*, **3** : 813. Minerva, Alger.
- Le Floch E., Boulos L. & Vela E., 2010. *Centaurea diluta*. In : *Catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie* : 98. Ministère de l'environnement et du développement durable. Banque nationale de gènes. Tunis.
- Mendes B. & Wildpret W., 1977. *Centaurea diluta* Ait. nueva cita para la flora canaria. *Vieraea* **7** (2) : 133-136.
- Molinier R., 1975. *Centaurea diluta*. In : *Catalogue des plantes vasculaires des Bouches-du-Rhône* : 342. Marseille, imprimerie municipale.
- Muth N. & Pigliucci M., 2006. Traits of invasive reconsidered : phenotypic comparisons of introduced invasive and introduced noninvasive plant species within two closely related clades. *Am. J. Bot.* **93** (2) : 188-196.
- Russell P. & Domina G., 2010. Sul rinvenimento di *Centaurea diluta* (Compositae) esotica spontaneizzata in Calabria. *Inform. Bot. Ital.* **42** (2) : 419-421.
- Thellung A., 1911-1912. *Centaurea diluta*. In : *La flore adventice de Montpellier*. Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg **38** : 543-544.
- Valdés B., Rejdali M., Acchal el Kadmiri A., Jury J. & Montserrat J., 2002. *Centaurea diluta*. In : *Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, incluant des clés d'identification*, **2** : 714. Consejo superior de investigaciones científicas, Madrid.
- Valdés B., Talavera S. & Fernandez-Galiano E., 1987. *Centaurea diluta*. In : *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* **3** : 156. Ketres Editoria, Barcelona.
- Véla E., Hill B. & Della-Casa S., 1999. Liste des plantes vasculaires du département des Bouches-du-Rhône (France). *Bull. Soc. Linn. Provence* **50** : 115-201.



Fig. 1 : *Centaurea diluta*. Vue d'ensemble d'une partie de la population. Vérargues (34), le 2 juillet 2016 (cliché Pierre Coulot).



Fig. 2 : *Centaurea diluta*. Tiges ramifiées. Vérargues (34), le 2 juillet 2016 (cliché Pierre Coulot).



Fig. 3 : *Centaurea diluta*. Feuille caulinaire. Vérargues (34), le 2 juillet 2016 (cliché Pierre Coulot).

Fig. 4 : *Centaurea diluta*. Capitule. Vérargues (34), le 2 juillet 2016 (cliché Pierre Coulot).



L'autofécondation et l'incompatibilité des croisements chez les plantes, les manifestations chez l'olivier

Catherine Marie Breton ^a & André Jean Bervillé ^b

^a ISEM – (UM-CNRS, UMR5554, IRD UMR226) (catherine.breton1@umontpellier.fr)

^b INRA UMR 1097 DIAPC, (andre.jp.berville@orange.fr)

Résumé

Environ la moitié des espèces végétales est dotée d'un système d'auto-incompatibilité, car la consanguinité a des effets néfastes. Plusieurs mécanismes sont à la base, mais les gènes impliqués sont groupés en un seul locus (S-locus). Le système fonctionnel sporophytique est le plus évolué. Il fonctionne chez l'olivier. L'attribution des S-allèles aux variétés exige des croisements sous sacs d'isolement et de nombreux contrôles afin d'éliminer les effets du pollen circulant. Les tests de paternité appliqués à l'olivier identifient des polliniseurs, qui doivent être confirmés par des contrôles sous sacs. L'utilisation d'individus de vergers commerciaux pour rechercher des polliniseurs, nécessitent des contrôles moléculaires supplémentaires. Nous suggérons d'améliorer l'efficacité des tests sous sacs par des contrôles moléculaires afin de déterminer la paire de S-allèles portée par chaque variété et ainsi maîtriser la prédiction de la nouaison après croisement ou auto-fécondation.

Mots-clés : gamétophytique, GSI, *Olea europea*, polliniseurs, sporophytique, SSI, auto-incompatibilité.

Abstract

About half of plant species harbor a self-incompatibility system preventing harmful inbreeding effects. Several mechanisms are underlying, but all the involved genes are clustered in the S-locus. The sporophytic self-incompatibility system is the more recent. It functions in the olive tree. To decipher S-alleles in varieties controlled crosses are performed under isolation bags to erase the effects of airborne pollen. Paternity tests applied to the olive tree have to be confirmed after controlled crosses. When applied on trees from commercial orchards to look for pollinisers, they require more molecular controls. We suggest to improve the efficacy of controlled crosses to decipher S-allele pair for each variety by molecular controls, and thus to master prediction of fruit set after cross or self-pollination.

Keywords : gametophytic, GSI, *Olea europea*, pollinizers, sporophytic, SSI, self-incompatibility.

Abréviations : CODC : Conservatoire des oliviers de Durban-Corbières ; SSR : single sequence repeat ; STR : short tandem repeat ; GSI : gametophytic self-incompatibility ; SSI : sporophytic self-incompatibility ; LSI : late self incompatibility.

Les bases génétiques de l'incompatibilité

Le support héréditaire des mécanismes qui permettent aux plantes de s'entrecroiser ou de se rejeter est simple. Une seule région du génome - on l'appelle le S-locus - porte quelques gènes associés en tandem. Chacun des gènes du tandem a une fonction soit dans le style et stigmate (part femelle), soit dans le pollen (part mâle). Deux des gènes, un de chaque part, encodent chacun une protéine (appelée déterminant), celui de la part femelle et celui de la part mâle. Ils ont une partie variable, plus ou moins longue et des séquences en bases plus ou moins différentes. C'est cette partie variable qui porte l'information pour enclencher ou pas la réaction d'auto-incompatibilité. 1) Si les deux séquences des deux parts diffèrent totalement par la partie variable – il n'y a donc rien en commun -, alors les deux déter-

minants ne déclencheront pas la réaction d'incompatibilité, l'individu sera auto-compatible, et le croisement sera compatible ; 2) si les deux parts ont une séquence identique dans la partie variable, alors la réaction d'auto-incompatibilité se déclenche et le croisement sera incompatible – avec un mécanisme biochimique particulier pour chaque espèce -. Elle conduira à la mort, puis à la digestion des tubes polliniques qui auront germé, et des grains de pollen qui seront tombés sur le stigmate : le mécanisme de la digestion est commun à toutes les espèces, c'est l'apoptose, mécanisme qui détruit les cellules condamnées à mourir par divers mécanismes (vieillesse, hypersensibilité, ...).

Les manifestations de l'incompatibilité

Tout se passe comme si l'incompatibilité était due à un seul locus. La diversité entre allèles¹ se crée uniquement par des mutations. Les mutations qui affectent les S-allèles sont très rares, mais pour des espèces qui évoluent depuis des millions d'années, on observe une diversité des S-allèles dans les populations sauvages. La diversité se manifeste lors des croisements. Les individus couverts par un sac ne produiront pas de graines (autostériles) et très rarement certains pourront en produire (autofertiles). Lors des croisements des individus deux à deux, une paire est soit compatible soit incompatible. C'est en étudiant de nouvelles paires choisies parmi les individus incompatibles que l'on incrémente le nombre de S-allèles de l'espèce. Aucun modèle ne permet d'en prédire le nombre, on constate simplement qu'il peut atteindre plus d'une centaine d'allèles différents au S-locus chez certaines espèces des Rosacées et des Brassicacées. Chez beaucoup d'espèces le nombre de S-allèles n'a pas été déterminé. Chez l'olivier seulement six ont été identifiés sur cent trente variétés étudiées.

En revanche, les mécanismes physiologiques qui permettent la reconnaissance entre le stigmate et le style d'une part, et le grain de pollen d'autre part, sont généralement inconnus. Ils ne sont connus que partiellement chez quelques espèces modèles comme les *Prunus* (*Rosaceae*) et les *Solanaceae*, et les *Papaveraceae* (Coquelicot) pour GSI, et, les *Brassicaceae* (Choux, radis, arabidopsis, ...) pour SSI (Breton et Bervillé, 2015).

Les différents types d'auto-incompatibilité GSI, LSI, et SSI

Les différents types de l'incompatibilité due à l'architecture de la fleur (chez Primevère et Jasmin), dite incompatibilité architecturale, impliquent des gènes et des mécanismes encore inconnus.

Chez toutes les autres espèces pour lesquelles l'incompatibilité est dite fonctionnelle, on a seulement classé le type d'incompatibilité du fait que la part mâle, soit, 1) est due à un allèle, 2) soit elle est due aux deux allèles de l'individu, ou 3) la réaction d'incompatibilité est très tardive, presque à la maturité du fruit. La classification des types d'incompatibilité fonctionnelle est en trois types.

1- Quand chacun des grains de pollen d'un individu porte le déterminant protéique de l'allèle de son génome, il est haploïde, alors on dit que le type est gamétophytique (GSI pour gametophytic self-incompatibility). C'est le type le plus fréquent, présent chez la plupart des espèces des *Rosaceae* et *Solanaceae*. GSI existe aussi chez des *Poaceae* (seigle), *Chenopodiaceae* (betterave maritime, betterave fourragère et à sucre), *Linaceae* (lin sauvage), et bien d'autres familles végétales.

2- Quand chacun des grains de pollen portent les deux déterminants protéiques des deux allèles de l'individu qui l'a produit, alors on dit que le type est sporophytique (SSI pour sporophytic self-incompatibility). SSI existe chez quelques espèces, d'une petite dizaine de familles, dont les *Betulaceae* (Bouleau, noisetier), les *Brassicaceae*, les *Asteraceae* (Chicorée, Senecio, Tournesol), et les *Oleaceae* (*Olea europaea*).

3- Quand la réaction d'incompatibilité ne se déclenche que très longtemps après la pollinisation, la fécondation se réalise et conduit à un fruit, qui tombera très tardivement, presque à maturité, au grand dam du cultivateur, qui ne peut relier la chute tardive des fruits à l'incompatibilité du pollen, alors on

¹ Chaque individu reçoit à la fécondation, pour chaque gène, un des deux allèles de chacun de ses parents

l'appelle l'incompatibilité qui agit tardivement (LSI, pour late acting self-incompatibility). LSI existe chez une trentaine de familles, dont celle des cacaoyers (*Malvaceae* ou *Sterculiaceae*).

SSI se manifeste chez l'olivier et pose des problèmes qui pour être résolus, doivent être bien décortiqués. Il faut maintenant comprendre le système de reproduction de cette espèce afin d'améliorer la production des vergers.

Expliquer la différence entre les deux systèmes SSI et GSI

Prenons deux urnes : l'une gamétophytique et l'autre sporophytique. Toutes les deux sont alimentées par deux tuyaux, l'un avec de la peinture noire, et l'autre avec de la peinture blanche.

1) Dans l'urne gamétophytique il y a toujours autant de boules blanches que de boules noires. c'est donc que chaque boule se forme et est peinte à la sortie de chaque tuyau, alimenté avec de la peinture pour l'un blanche, pour l'autre noire.

Avec le système GSI chaque grain de pollen de l'individu est soit blanc soit noir, il a donc été peint après la méiose qui sépare une cellule mère en quatre grains de pollen (deux blancs et deux noirs). Un individu produit toujours deux types de grains de pollen, chaque grain de pollen est couvert par le déterminant qui correspond au S-allèle qu'il porte (Fig. 1A).

En termes génétiques, chaque individu d'une espèce gamétophytique produit toujours deux types de grains de pollen, chaque grain de pollen porte le déterminant encodé dans son propre génome. Il n'y a donc qu'un seul type d'urne gamétophytique avec toujours deux catégories de grains de pollen.

2) Chez le type sporophytique on peut trouver trois urnes différentes avec

- a) que des boules roses ;
- b) que des boules bleues;
- c) que des boules chacune à moitié rose et à moitié bleue.

Ici toutes les boules d'une urne sporophytique sont de la même couleur. L'explication est que dans

- a) le tuyau avec la peinture blanche ne peint pas de boule ;
- b) le tuyau avec la peinture noire ne peint pas de boule ;
- c) la boule se fait entre les tuyaux blanc et noir qui colorent, chacun, la moitié de la boule.

Traduisons cela en termes génétiques pour le système SSI :

pour a) noir est dominant sur blanc ($N > B$);

pour b) blanc est dominant sur noir ($B > N$);

pour c) noir et blanc sont codominants ($B = N$). Il se produit exactement cela pour les grains de pollen. Avec le système sporophytique la cellule mère des grains de pollen a été peinte selon la relation de dominance entre les allèles-S de la plante (sporophyte) qui les produit. Les grains de pollen produits par un individu portent tous les mêmes déterminants, quel que soit le S-allèle qu'il porte (Fig. 1B).

Comme nous avons pour la plupart d'entre nous, une carte de donneur de sang, l'olivier a une carte de donneur de pollen.

Sur chaque carte de donneur de sang figure si vous êtes donneur A, B, AB ou O. Vous pouvez vérifier sur votre carte.

= vous êtes un donneur A, alors vous portez dans votre génome deux allèles soit AA soit AO,

= vous êtes un donneur B, alors vous portez dans votre génome soit BB ou BO,

= vous êtes un donneur AB alors vous portez dans votre génome A et B,

= et si vous êtes un donneur O, vous portez OO.

Ceci provient de la dominance de A et B sur O, et de la codominance de A et B ($A = B > O$, il n'y a que deux niveaux de dominance).

Pour l'olivier c'est la même chose au niveau du pollen.

Un olivier génère du pollen homogène avec l'un des 3 phénotypes de déterminant possibles - par rapport aux 2 S-allèles $R_x R_y$ qu'il porte dans son génome :

si R_x est codominant avec R_y , alors le pollen sera couvert des deux déterminants R_xR_y ;
 si R_x est dominant sur R_y , alors le pollen sera couvert du déterminant R_x uniquement ;
 si R_y est dominant sur R_x alors le pollen sera couvert du déterminant R_y uniquement.

Un bref rappel sur les S-allèles présents chez l'olivier

Ils sont au nombre de 6 (R_1, \dots à R_6) – soit quinze combinaisons possibles deux à deux, sans tenir compte des combinaisons homozygotes qui n'ont pas (encore) été trouvées (Breton and Bervillé, 2012 ; Breton *et al.*, 2014 ; Farinelli *et al.*, 2015)).

Chaque paire possible est $R_1R_2, R_1R_3, R_1R_4, R_1R_5, R_1R_6, R_2R_3, R_2R_4, R_2R_5, R_2R_6, R_3R_4, R_3R_5, R_3R_6, R_4R_5, R_4R_6$ ou R_5R_6 .

Les S-allèles ont des relations de dominance entre eux qui sont définies ainsi $R_6 > R_2 > R_1 = R_3 = R_5 > R_4$ ($>$ signifie dominant sur et $=$ signifie codominant). Il y a quatre niveaux de dominance.

La dominance s'exprime dans chaque cellule mère des grains de pollen, qui délivre ainsi un seul type de grain de pollen. Ici le coloriage se fait avant la méiose, l'olivier est :

soit donneur de pollen R1, quand l'individu porte R_1R_4 ,

soit donneur de pollen R2, quand l'individu porte soit R_1R_2, R_2R_3, R_2R_4 , soit R_2R_5 ,

soit donneur de pollen R3, quand l'individu porte R_3R_4 ,

soit donneur de pollen R5, quand l'individu porte R_4R_5 ,

soit donneur de pollen R6, quand l'individu porte soit $R_1R_6, R_2R_6, R_3R_6, R_4R_6$, soit R_5R_6 ,

soit donneur de pollen R1R3, quand l'individu porte R_1 et R_3 ,

soit donneur de pollen R1R5, quand l'individu porte R_1 et R_5 ,

soit donneur de pollen R3R5, quand l'individu porte R_3 et R_5 .

R4 n'a pas été trouvé. Le donneur de pollen R4 serait l'individu homozygote R_4R_4 .

Par exemple : une variété R_1R_6 (le pollen est R6) ne peut féconder aucune autre variété qui porte R_6 quel que soit l'autre allèle. Néanmoins R_6 est rare (six variétés sur cent trente). Considérons alors les paires R_1R_2, R_2R_3, R_2R_4 , et R_2R_5 , [le pollen est R2 il ne peut fertiliser aucune variété portant R_2 sauf si R_6 est présent chez le mâle, puisque R_6 masque R_2 ($R_6 > R_2$)].

L'intérêt du modèle est qu'une fois qu'une paire de S-allèles et le type de pollen sont déterminés, alors :

1) ce seront toujours cette paire et toujours ce type de pollen dans n'importe quel croisement. Il n'y a plus à y revenir.

2) on prédit le comportement de cette variété en croisement avec n'importe quelle autre variété dont on connaît aussi la paire de S-allèles.

La ou les méthodes utilisées pour déterminer les S-allèles des variétés de l'olivier par différentes équipes doivent conduire à des conclusions identiques. Si ce n'est pas le cas, c'est donc que la méthode utilisée n'est pas neutre, et il faut savoir en quoi.

Évidemment, rien ne permet de distinguer le déterminant que porte le grain de pollen (noir, blanc ou bicolore n'est donc pas visible), c'est nous qui sommes aveugles, car la plante sait reconnaître le déterminant que nous ne connaissons ni ne voyons pas.

Alors comment savoir si le système est gamétophytique ou sporophytique ?

Pour ce faire il faut réaliser des croisements contrôlés entre individus (si possible sauvages) de l'espèce, et repérer les paires inter-incompatibles.

Dès lors, les individus inter-incompatibles avec l'individu X devront être croisés entre eux :

1) si toutes ces nouvelles paires sont inter-incompatibles entre elles, alors le système est gamétophytique;

2) si parmi les paires, quelques paires sont inter-compatibles alors le système est sporophytique.

Conclusion : il n'y a pas de tests stricts pour déclarer le système gamétophytique ou sporophytique.

On comprend dès lors, que si par malchance, il n'y a pas de paires inter-compatibles entre les individus incompatibles avec X, alors on pourra considérer abusivement le système comme gamétophytique, alors qu'il est sporophytique. Ce fût le cas chez l'olivier.

Pourtant l'on savait depuis les travaux de Musho (1977), réalisés chez Pierre Villemur, que si Picholine et Tanche sont inter-incompatibles, que si Tanche et Bouteillan sont inter-incompatibles, Picholine est un pollinisateur de Bouteillan et vice versa. Or, cette conclusion évidente du fonctionnement d'un système sporophytique n'a jamais été énoncée, elle est la seule (bien d'autres paires le permettent aussi) qui permet de déclarer le système sporophytique, jusqu'à ce que nous l'ayons fait en 2012.

On comprend dès lors, que les chercheurs qui n'ont étudié que quelques croisements entre variétés d'olivier, aient conclu prématurément que le système était gamétophytique :

trois variétés chez Bradley et Griggs (1963),

cinq variétés chez Wu et al. (2002),

cinq variétés chez Mookerjee et al. (2005),

deux variétés chez Diaz et al. (2006),

alors que Musho (1977) a étudié quinze variétés, que Ouksili (1983) en a étudié une vingtaine, Villemur *et al.* (1984) une vingtaine, que Moutier *et al.* (2006) en ont étudié vingt trois, et que Farinelli *et al.* (2006) en ont étudié vingt cinq.

Toutes les études montrent alors, de façon indubitable, que effectivement certaines des variétés inter-incompatibles avec Lucques, et d'autres, sont parfaitement compatibles entre elles Picholine x Aglandau, Picholine x Bouteillan, Picholine x Verdale de l'Hérault ...

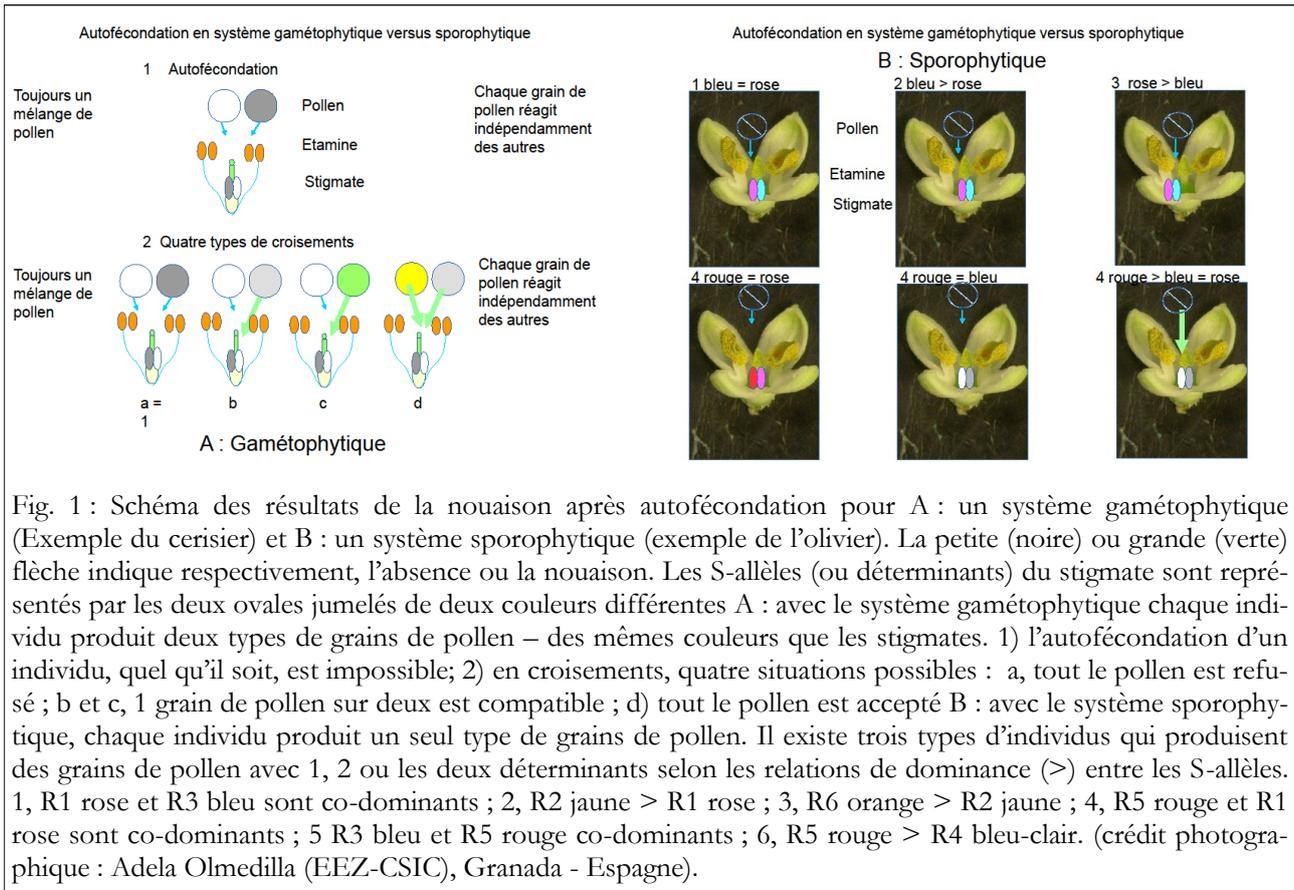
Ceci pose le problème des conclusions tirées prématurément à partir des croisements chez l'olivier, quand on n'a pas effectué suffisamment de croisements, et de plus, pour une paire de variétés il faut étudier les deux directions de croisements possibles de chaque paire !

Quand le système est gamétophytique toutes les variétés qui sont inter-incompatibles avec varX portent la même paire de S-allèles que varX (Fig. 1A). Toutes les autres combinaisons de paires sont inter-compatibles, car les deux variétés diffèrent entre elles par au moins un des deux S-allèles, et si la réaction d'incompatibilité est déclenchée pour l'allèle en commun, l'autre grain de pollen est compatible. Un grain de pollen sur deux est détruit, l'autre fonctionne. on dit que la pollinisation est partielle (Breton et Bervillé, 2014 ; Breton et Bervillé, 2015).

Quand le système est sporophytique, chaque variété portant deux S-allèles, l'incompatibilité de l'auto-fécondation ou du croisement est due, respectivement, à un déterminant, si dominance, ou deux, si codominance. Donc, toutes les paires de variétés qui portent le même S-allèle dominant seront inter-incompatibles, alors que si l'une porte un allèle dominant et, l'autre un autre allèle dominant, sans autre S-allèle commun, alors elles seront inter-compatibles dans les deux directions (Fig. 1B). De plus, les paires de variétés qui portent deux S-allèles dominants différents et partagent un même S-allèle récessif donnent des croisements réciproques opposés, l'un incompatible et l'autre compatible. Pour exemples, Musho a démontré en 1977 d'une part, que Olivière (R2R4) x Picholine (R1R3) est compatible, mais que Picholine (R1R3) x Olivière (0 pollen) ne fait pas de fruit, parce que Olivière ne fait pas de pollen (Besnard *et al.*, 2000). D'autre part, Picholine (R1R3) x Tanche (R2) est compatible alors que Tanche (R2R3) x Picholine (R1R3) est incompatible.

C'est publié depuis quarante et un ans. Et pourtant, il a fallu attendre 2012 pour le remettre à l'ordre du jour.

Les lecteurs des articles des publications scientifiques accessibles par internet peuvent donc être abusés par les conclusions prématurées tirées des croisements. Les chercheurs espagnols, australiens, américains ont probablement soigneusement choisi les paires de variétés pour qu'il n'y ait pas de différences dans les croisements réciproques. Donc toutes les conclusions qu'ils ont portées sur le système d'auto-incompatibilité de l'olivier sont plus ou moins erronées, car ils ont raisonné sur des croisements biaisés par l'échantillonnage. Le mérite de Nathalie Moutier et de Daniela Farinelli est d'avoir publié des résultats non biaisés qui ont permis d'avancer en utilisant le modèle sporophytique.



L'autofécondation chez l'olivier : mythe ou réalité?

Chez toutes les espèces qui expriment l'incompatibilité, quelle soit du type GSI ou SSI, l'auto-incompatibilité d'un individu est stricte. Or chez l'olivier les variétés sont notoirement plus ou moins auto-fertiles. Ceci mérite une explication, car c'est bien une réalité.

Qu'une espèce soit GSI ou SSI la part variable femelle ou mâle d'un S-allèle peut avoir mutée, et même si l'événement est très rare, comme l'individu devient autofertile, il sera repéré lors d'une expérience d'ensachage, réalisée par les améliorateurs des plantes. Ils posent des dizaines de milliers de sacs chaque année pour contrôler les croisements effectués pour améliorer une espèce. Avant que les améliorateurs ne posent des sacs de telles mutations ne pouvaient être repérées, et donc chez l'olivier, on ne savait pas avant les années 1975, si une variété était auto-fertile ou non. Les S-allèles qui ont perdu la faculté d'agir sur l'incompatibilité sont désignés *S0*. Il en existe chez toutes les espèces : cerisier, amandier, abricotier, pétunia, tabac, choux, colza, tournesol... Les améliorateurs les ont soigneusement repérés et les utilisent pour fabriquer des lignées pures chez les espèces auto-incompatibles, puis fabriquent les hybrides F1 chez la tomate, l'aubergine, le tournesol ... et bien d'autres espèces cultivées de nos jours.

Dès que dans l'équipe dirigée par Pierre Villemur, les chercheurs ont ensaché des inflorescences chez l'olivier, ils ont découvert que :

- 1) certaines variétés ne produisent pas de pollen (ex. Lucques et Olivière),
- 2) pour les variétés qui en produisaient, la nouaison était souvent nulle, voire très faible (Corniale, Picholine), mais que pour certaines autres variétés, il y avait plus de fruits (Cailletier, Salonenque).

Le modèle des S-allèles a l'avantage de permettre la comparaison de l'auto-fertilité des variétés à la paire d'allèles. Sur plus de cent variétés élucidées pour leur paire d'allèles, il est apparu que la paire d'allèles est corrélée au niveau d'auto-fertilité.

On pouvait donc construire un modèle sur l'auto-fertilité et le tester.

Le modèle est basé sur :

1) plus les niveaux de dominance sont éloignés entre les deux S-allèles de la paire, plus la variété est auto-fertile; donc :

R4R6 est prédit le plus auto-fertile - trois niveaux de dominance de différence
R1R6, *R3R6*, et *R5R6* sont prédits de même niveau d'auto-fertilité - deux niveaux de dominance de différence,

R2R4 est prédit d'un bon niveau d'auto-fertilité - deux niveaux de dominance de différence,

R2R6 est prédit peu auto-fertile - un niveau de dominance de différence,

R1R2, *R2R3*, et *R2R5* sont prédits de même niveau d'auto-fertilité - un niveau de dominance de différence,

R1R4, *R3R4*, et *R5R4* sont prédits de même niveau d'auto-fertilité - un niveau de dominance de différence,

R1R3, *R1R5*, et *R3R5* sont prédits au niveau d'auto-fertilité le plus faible - zéro niveau de dominance de différence.

Ceci est vérifié expérimentalement pour les paires avec *R2*, *R3*, *R4*, et *R6*. Mais pas pour les paires avec *R1* et *R5*, il a donc fallu ajuster le modèle.

2) pour les paires qui portent *R1* le taux de l'auto-fertilité est diminué de 0,15,

3) pour les paires qui portent *R5* le taux de l'auto-fertilité est augmenté de 0,2,

4) une variété qui porte *R1* et *R5* est auto-fertile à 0,15 (fruits/100 fleurs hermaphrodites).

Ceci est très utile expérimentalement. Si un croisement implique en femelle une paire qui introduit de l'auto-fertilité (*R4R6*, *R2R4*, ... et même *R1R5*) il faudra soigneusement vérifier que les fruits sont bien dus au croisement par des tests moléculaires de paternité. Pour les croisements avec les paires *R1R2*, *R1R4*, *R1R3* s'il y a nouaison, à priori c'est dû au croisement, il faudra néanmoins vérifier l'absence de fécondation illicite par des tests moléculaires de paternité.

Quant à l'autofécondation des variétés mâle-stériles détectées avec les marqueurs moléculaires comme chez Lucques et Olivière, il faut distinguer le résultat de l'interprétation - l'embryon prélevé chez Lucques, puis analysé peut très bien ne montrer aucun marqueur des variétés que l'on considère comme des polliniseurs possibles. Ce point est traité avec les tests de paternité.

Les tests de paternité

Quand ils sont utilisés avec toutes les garanties spécifiées dans leur mode d'emploi – globalement :

1) il faut que les individus étudiés soient diploïdes (c'est le cas de l'olivier),

2) il ne faut pas, dans le périmètre de collecte des embryons, qu'il y ait de sources de pollen autres que celles identifiées par les individus dont on a étudié les profils moléculaires (ce n'est pas le cas chez l'olivier),

3) il faut que les marqueurs soient parfaitement discriminants (ce n'est pas le cas chez l'olivier), alors ils conduisent à des analyses dont les conclusions sont fiables pour identifier non pas le père de l'embryon, mais l'espèce qui a donné le pollen.

Ils sont alors utiles pour aider au diagnostic de compatibilité, ils permettent d'éliminer des erreurs dues à la confusion du croisement avec l'autofécondation sous un sac d'isolement imperméable au pollen, recouvrant des inflorescences de la femelle.

Pourtant, chez l'olivier, ils sont utilisés pour identifier la variété père d'un embryon obtenu sur une variété femelle de la base de données. La variété hôte, bien identifiée et contrôlée comme telle, par comparaison du profil moléculaire de l'embryon, permet d'identifier les allèles STR qu'ont apporté un grain de pollen. Un programme informatique analyse les données moléculaires des variétés pour identifier celle qui a donné le profil moléculaire du grain de pollen. Plusieurs interrogations subsistent.

Examinons les éléments qui peuvent contrecarrer les interprétations

La SocX qui réalise le test a construit une base de données des profils moléculaires de près de deux cents variétés cultivées en France avec quelques variétés à diffusion mondiale. C'est un outil puissant, très utile, qui fait la renommée incontestable de SocX pour identifier les variétés d'olivier, et d'autres espèces.

Quand un arbre hôte de la variété d'olivier Roussane donc connu pour son profil moléculaire est dans la base de données de SocX, quand elle est utilisée en femelle pour récolter des fruits, puis obtenir des noyaux et enfin des embryons, la comparaison du profil moléculaire de l'embryon et de la mère conduit à identifier les marqueurs qui sont chez l'embryon et absents chez la maman. Forcément pour chaque embryon ces marqueurs viennent d'un seul père, mais pour les différents embryons sur un même arbre, il y aura des pères différents.

Roussane est bien caractérisée par ses dix paires d'allèles, avec deux tailles d'allèles pour chaque marqueur. Il est alors facile de déduire du profil de l'embryon, les marqueurs qui ont été donnés par la mère et ceux donnés par le père recherché. Il est donc possible de reconstruire, locus par locus, le profil moléculaire du grain de pollen qui vient du père.

Mais alors, le profil moléculaire reconstruit du grain de pollen est-il dans la base de données ?

Il suffit de regarder s'il y est.

Or le profil moléculaire du grain de pollen n'y est pas, puisque les variétés sont diploïdes et le pollen haploïde. Maintenant, il faut alors rechercher dans la base de données quelle variété a donné le grain de pollen qui correspond au profil reconstruit. Chaque grain de pollen de l'olivier porte un seul allèle à chaque locus SSR. Il est donc caractérisé par une série de dix allèles SSR. Or, plusieurs variétés sont généralement susceptibles d'avoir donné cette série de dix allèles.

Un programme informatique fait cette recherche et donne les variétés de la base de données qui auraient pu donner le profil moléculaire reconstruit. Pour chaque variété le programme donne une vraisemblance (« lodscore ») calculée d'après les fréquences alléliques des marqueurs, et SocX ne retient comme donneur de pollen que les variétés qui ont 99 % de chance d'avoir donné le grain de pollen.

Tout est donc parfait.

Et donc SocX communique que le père du grain de pollen X est Verdon. Il suffit alors de rechercher Verdon auprès de l'arbre de Roussane qui a donné l'embryon, et s'il y est – on affirme que la méthode est bonne et que Verdon est un pollinisateur de Roussane.

Oui, ... mais non, apparemment seulement.

La vraisemblance a été calculée d'après la base de données or l'arbre de Roussane est entouré dans un rayon de 1,5 km d'arbres de variétés dont certaines sont dans la base de données et d'autres n'y sont pas. Le calcul de la vraisemblance en est forcément modifié, et de plus on n'a pas les moyens techniques de recenser tous les arbres sur près de 70 ha autour de l'individu de Roussane.

Et donc la vraisemblance de l'identification du père n'est pas connue.

Pour chaque lieu où a été prélevé un embryon, il faudrait faire le recensement des donneurs de pollen possibles. Le coût du recensement est exorbitant, et de plus, l'on est jamais sûr de ne pas avoir oublié un donneur de pollen parmi les arbres férastrés ou abandonnés du secteur.

Si dix marqueurs sont utilisés pour identifier les variétés, les pères possibles, les arbres férastrés et les embryons, le programme informatique utilisé pour identifier le père, alors sur la zone où l'on recherche le père, on a une puissance d'identification insuffisante des pères possibles, car il n'y aura pas suffisamment de marqueurs discriminants de chaque variété dans le périmètre, on aura alors des doutes sur les conclusions.

De plus, le programme identifie le père le plus probable, et donc, il n'y a aucun moyen de savoir s'il est le vrai père. Plus les variétés sont génétiquement proches plus l'incertitude sur le vrai père augmentera. Voyons maintenant combien dix locus de marqueurs moléculaires peuvent identifier le pollen de l'olivier.

Un arbre adulte d'une trentaine d'années porte (cinq cents mille) 5×10^5 fleurs.

Chaque fleur contient deux étamines,

chaque étamine contient environ 10^5 (cent mille) grains de pollen ;

chaque arbre d'olivier peut avoir reçu du pollen d'un autre individu dans un cercle de 1,5 km dont il est le centre ; soit une surface de presque 7 km² ; avec 240 arbres par ha environ (700 x 240 arbres) soit 168 000 arbres (au maximum en verger conventionnel).

En analysant un embryon on analyse un grain de pollen. Le nombre de grains de pollen du nuage au-dessus du cercle est de :

$(5 \times 10^5 \times 2 \times 10^5 \times 168\ 000)$ soit $1,68 \times 10^{16}$, soit 16,8 millions de milliards, or avec dix marqueurs moléculaires microsatellites qui chacun aurait dix allèles, il est possible de différencier au maximum dix milliards grains de pollen. De fait, si on dispose de microsatellites avec respectivement, 4, 6, 8, 5, 6, 7, 9, 5, 6 et 8 allèles, alors on peut différencier

$4 \times 6 \times 8 \times 5 \times 6 \times 7 \times 9 \times 5 \times 6 \times 8 = 87\ 091\ 200$,

soit environ 90 millions de types de grains de pollen.

De fait les marqueurs identifient sûrement un grain de pollen sur cinquante milliards ($16,8 \times 10^{16} / 87\ 091\ 200$). Comme les variétés portent parfois le même allèle, on ne pourra établir la paternité que sur des allèles qui sont discriminants. De ce fait, les statistiques s'effondrent.

Quand les tests de paternité sont utilisés chez les autres espèces, ils ont, au préalable, été criblés pour être discriminants chez les pères. Ce n'est pas le cas chez l'olivier.

Les arbres férastrés sont des descendants des variétés et donc ils portent aussi certains des marqueurs discriminants, ce qui va entraîner des confusions de père, si ils ne sont pas tous répertoriés.

Donc, si l'on ne connaît pas la fréquence des marqueurs moléculaires dans la région où a été prélevé l'embryon, l'erreur de calcul de la vraisemblance ne permet pas des conclusions sur la paternité ou s'il y a eu autofécondation.

Chez Lucques et Olivière, et donc chez toute variété utilisée comme femelle on conclura illégitimement à une autofécondation quand il n'y a aucun marqueur discriminant d'un mâle, alors que l'absence d'un marqueur dans un test de paternité ne peut être interprétée ainsi. Il faut donc corriger cette interprétation du résultat, s'il n'y a pas de marqueur discriminant d'un mâle, alors on ne peut rien dire de l'origine de l'embryon, surtout pas que c'est une autofécondation quand la variété est mâle-stérile !

En effet, un grain de pollen circulant anonyme qui arrive, germe et féconde l'ovule d'une femelle peut ne porter aucun marqueur discriminant des mâles que l'on a analysés et qui sont répertoriés dans la base de données. La probabilité qu'un tel grain de pollen soit formé se calcule par les fréquences des marqueurs moléculaires utilisés dans la base de données (Fig. 2).

L'efficacité des tests de paternité se mesurera sur les conséquences pratiques qu'ils entraîneront dans les vergers. Notons aussi, que pour chaque lieu il faut recommencer toutes les analyses. Alors qu'une paire d'allèles est fixée une fois pour toute. Quand on change de lieu, chaque variété conserve sa paire de S-allèles, alors que les fréquences alléliques des marqueurs changent totalement.

Musho (1977), Ouksili (1983), Moutier *et al.* (2006, 2009) et Farinelli *et al.* (2006, 2014) ont montré que le pollen de Picholine (R1R3) est incompatible avec les stigmates de Lucques (R2R3), Tanche (R2R3), et Santa-Caterina (R2R3). Or les tests de paternité donnent avec une forte fréquence, dans le rapport Pollinoliv, Picholine comme le père des embryons récoltés sur Lucques. Soit tous ces auteurs, avec des croisements contrôlés, ont délivré une conclusion erronée, soit les tests de paternité conduisent à une conclusion erronée. Le modèle des S-allèles a été bâti en partie sur le fait que Picholine et R2R3 sont incompatibles. Or, les tests de paternité conduisent dans Pollinoliv et dans les conclusions diffusées par le CODC a des concordances : Picholine compatible avec Olivière, etc, et les oppositions soulignées .

Le test de paternité est un outil qui aide à la décision en éliminant des erreurs possibles. Pour évaluer leur efficacité il faudrait que les profils moléculaires obtenus des embryons analysés, tels qu'ils sortent

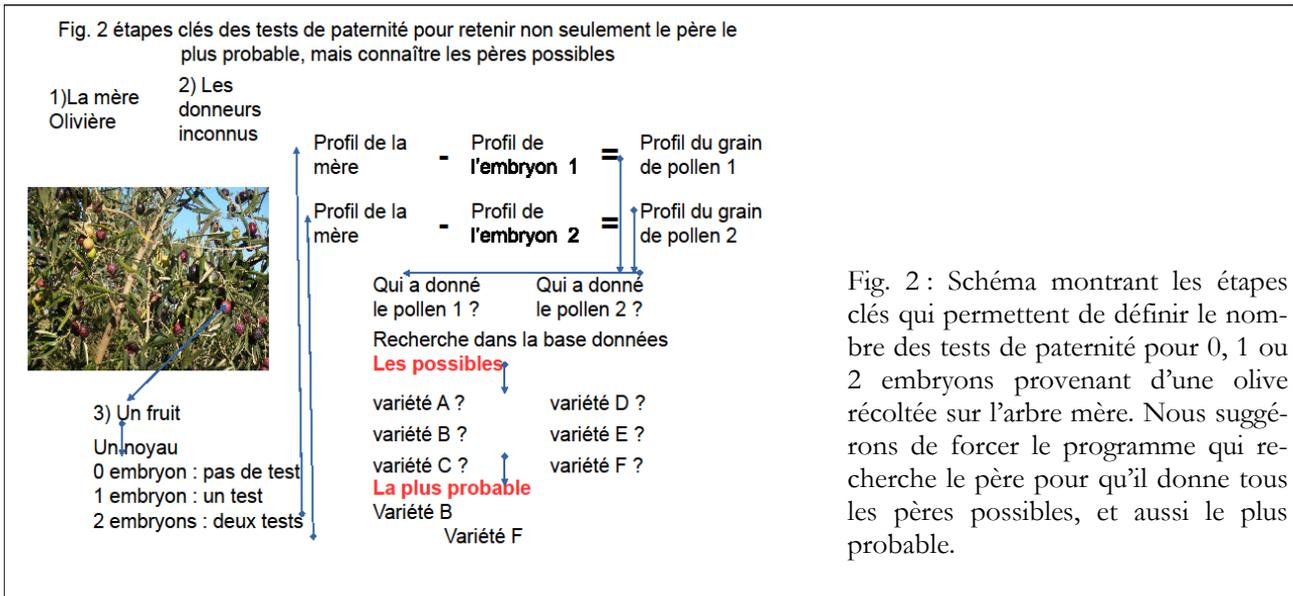


Fig. 2 : Schéma montrant les étapes clés qui permettent de définir le nombre des tests de paternité pour 0, 1 ou 2 embryons provenant d'une olive récoltée sur l'arbre mère. Nous suggérons de forcer le programme qui recherche le père pour qu'il donne tous les pères possibles, et aussi le plus probable.

des séquenceurs, soient réexaminés, car leur interprétation conduit à une conclusion contradictoire avec celle des tests sous sacs.

Un seul protocole pour être efficace

Nous recommandons depuis plus de trois ans de combiner les outils pour analyser les embryons obtenus sous un sac, avec des tests de paternité sur une mère (forcément) connue et soit pour l'autofécondation (pas de pollen apporté), soit utilisé en croisement par apport du pollen d'un père parfaitement identifié, alors nombre d'incertitudes s'élimineraient.

Néanmoins la ségrégation des allèles rend les grains de pollen sans les bons allèles (ceux discriminants), opaques à toute interprétation. Environ la moitié des embryons restera sans père attribué (voir Mookerjee, Wu, Diaz, de la Rosa, Seifi et Marchese). On le sait, et donc le coût des analyses efficaces s'en trouve doublé. Quand l'information apportée par les marqueurs sous sac est certaine, on doit l'accepter.

1) Si quelques STR de chaque embryon analysé sont absents chez la mère, mais sont présents chez le donneur de pollen connu, alors le père présumé est considéré comme le vrai père avec une très forte probabilité. Comme aucun fragment ne prouve une contamination, il n'y a pas de raison d'en suspecter une. Néanmoins, on ne peut écarter qu'une variété avec quelques marqueurs discriminants communs avec ceux du père présumé ait donné quelques uns des embryons analysés. Ce sont les analyses de marqueurs ultérieures réalisées en cartographie génétique qui parfois, révèlent qu'un individu issu de l'embryon récolté sous un sac, est en fait issu d'une fécondation illicite, ceci est illustré par de nombreux exemples.

2) Si les embryons récoltés sous le sac présentent des marqueurs absents chez le père présumé et absent chez la mère, le père est alors rejeté avec certitude. Le test de paternité fonctionne ici sans probabilité.

3) Une contamination par du pollen circulant se détectera chez les embryons qui portent des marqueurs qui ne sont présents ni chez le père ni chez la mère. Si dans la base de données aucune variété n'a pu donner ces marqueurs, c'est qu'il existe un individu non répertorié dans le périmètre de récolte de l'embryon.

4) Mais attention, tous les embryons n'auront pas de père identifié du fait de la ségrégation des marqueurs hétérozygotes chez chaque variété. Les embryons qui ne porteront pas des fragments discriminants du père par rapport à la mère, restent non informatifs. Il ne faudra alors pas considérer les em-

bryons sans aucun fragment du père, comme provenant d'autofécondation ou de fécondation par du pollen circulant.

On pourrait donc, dès lors, par analyse des embryons obtenus sous le sac de protection, estimer par comptage des fruits, le taux de l'autofécondation en absence et en présence du pollen apporté depuis chaque pollinisateur étudié. On pourra aussi déterminer le père de la moitié des embryons.

Néanmoins, pour l'autre moitié des embryons on ne saura rien, mais s'il n'y a aucune raison de suspecter des anomalies, on pourra considérer qu'ils proviennent de grains de pollen du bon père, ou qu'il s'agit bien d'une autofécondation.

La méthode des tests de paternité ne permet alors pas de déterminer les taux relatifs d'autofécondation et de croisements, voire de contaminants, car les coûts des analyses moléculaires supplémentaires requises deviendraient rapidement prohibitifs, il faut alors compter les fruits (voir l'efficacité des tests moléculaires chez Marchese *et al.*, 2015).

Des conclusions s'imposent

Le but de tous les contributeurs à une meilleure connaissance de la fructification chez l'olivier est d'améliorer les profits de la filière oléicole. Les travaux de recherche conduisent à des améliorations possibles :

1) qu'il faut maintenant vérifier en vraie grandeur dans les vergers de production

Vérifier veut dire que l'apport de nouveaux pollinisateurs doit

- * Augmenter la production (après greffage) ou plantation (12 % de pollinisateurs différents).
- * Augmenter la qualité des fruits (calibre, moins de coulure, ...).

2) qu'il faut maintenant labelliser chez les pépiniéristes

* Exiger la fiche de conformité au standard des plants achetés pour chaque variété. Le standard moléculaire serait à généraliser.

* Exiger pour chaque variété de production achetée, la fiche des pollinisateurs connus.

* Exiger la fiche de donneur de pollen pour chaque pollinisateur acheté. Vérifier la compatibilité variété de production et pollinisateur vendu.

* Ne se fier à aucun marketing qui vante l'auto-fertilité des variétés. Même si une variété est auto-fertile, elle produira toujours plus de fruits avec des pollinisateurs.

* Ne se fier à aucun marketing qui vante la compatibilité de deux variétés, sauf si la source se réfère aux travaux cités ici.

3) Si vous ignorez la paire de S-allèles de votre variété commerciale déjà en place

* Planter ou greffer systématiquement des pollinisateurs R1, R2, R3, R5, et R6 dans votre verger

* Contribuer à déterminer la paire de S-allèles de votre variété. Contactez nous, nous vous dirons comment faire et nous vous y aiderons.

4) Chacun tirera d'autres conclusions comme il l'entend.

Néanmoins, il y a de nombreux pièges avec les marqueurs moléculaires :

* la présence des marqueurs d'une variété n'est pas suffisante pour lui attribuer la paternité.

* surtout l'absence d'un marqueur dans un embryon ne peut pas s'interpréter simplement et ne peut conduire à une seule interprétation et conclusion.

* Il faudra donc distinguer les résultats, que sont les profils moléculaires obtenus des embryons, des interprétations et conclusions.

** Les allèles devront être donnés dans un tableau formaté avec les tailles sur une colonne pour chaque allèle ;

** Les conclusions seront toujours discutables et à discuter pour en tirer le meilleur.

Remerciements

Un grand merci à tous ceux qui en suivant les conférences sur l'olivier ont permis de produire ce texte, par leurs remarques et suggestions. Enfin, merci à Pierre Villemur et Émile Duhoux, qui ont amélioré cette version.

Références bibliographiques

- Besnard G, Khadari B, Villemur P, & Bervillé A., 2000. A Cytoplasmic Male Sterility in olive cultivars *Olea europaea* L.: phenotypic, genetic and molecular approaches. *Theor Appl Genet* **100** : 1018-1024.
- Bradley M.V. & Griggs W.H.L. 1963. Morphological evidence of incompatibility in *Olea europaea*. *Phytomorphology* **13** : 141-156.
- 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. *C-R Biologies* **335** : 563-572.
- Breton C. M., Farinelli D., Shafiq S., Heslop-Harrison J. S., Sedgley M. & Bervillé A.J. 2014. The self-incompatibility mating system of the olive (*Olea europaea* L.) functions with dominance between S-alleles. *Tree Genetics & Genomes* DOI 10.1007/s11295-014-0742-0.
- Breton C. M., Farinelli D., Koubouris G. & Bervillé A. J. 2016. Pseudo self-fertility of varieties in the olive tree is due to mutation in S-alleles. *Euphytica*. DOI 10.1007/s10681-016-1708-0.
- Collani S., Galla G., Baldoni L., & Barcaccia G. 2009. Self-incompatibility in olive (*Olea europaea* L.) Proceedings of the 53rd Italian society of agricultural genetics, annual congress Torino, Italy – 16/19 September.
- Collani S., Galla G., Ramina A., Alagna F., Càceres E.M., Barcaccia G., Baldoni L., Muleo R. , & Perrota G. 2012. Self-Incompatibility in Olive: a New Hypothesis on the S-Locus Genes Controlling Pollen-Pistil Interaction. *Acta Hort* **967** : 133-140.
- Cuevas J. & Polito V. S. 1997. Compatibility relationships in 'Manzanillo' olive. *HortScience* **32**: 1056-58.
- Díaz A., Martín A., Rallo P., Barranco D. & De la Rosa R. 2006. Self-incompatibility of 'Arbequina' and 'Picual' Olive Assessed by SSR Markers. *J Amer Soc Hort Sci* **131** : 250-255
- Farinelli D., Breton C. M., Famiani F. & Bervillé A. 2015. Specific features in the model of olive self-incompatibility system: method to decipher S-allele pairs for varieties based on fruit setting. *Scientia Horticulturae* **181** : 62-75.
- Farinelli D., Boco M., & Tombesi A. 2006. Results of four years of observations on self-sterility behavior of several olive cultivars and significance of cross-pollination. Proceedings of the second international seminar on Biotechnology and quality of olive products around the Mediterranean Basin – OliveBioteq 2006, 5-10 Nov 2006, Marsala – Mazara del Vallo Italy **1** : 275-282.
- Gibbs P. E. 2014. Late-acting self-incompatibility—the pariah breeding system in flowering plants. *New Phytol* **203** (3): 717–734. doi: 10.1111/nph.12874.
- Koubouris G. C., Breton C. M., Metzidakis I. T., Vasilakakis M. D. 2014. Genetic and environmental components of self-incompatibility for four Greek olive cultivars. *Scientia Horticulturae* **176** : 1–96
- Marchese A., Marra F. P., Costa F., Quartararo A., Fretto S. & Caruso T. 2015. An investigation of the self- and inter-incompatibility of the olive cultivars 'Arbequina' and 'Koroneiki' in the Mediterranean climate of Sicily *AJCS* **10**(1) : 88-93.
- Mookerjee S., Guerin J., Collins G., Ford C. M. 2005. Paternity analysis using microsatellite markers to identify pollen donors in an olive grove. *Theor Appl Genet* **111** : 1174-1182
- Moutier N., Terrien E., Pécout R., Hostalnou E., & Margier J. F. 2006. Un groupe d'étude des compatibilités polliniques entre variétés d'olivier. *Le Nouvel Olivier* **51** : 8-11.
- Musho U.-B. 1977. Contribution à l'étude de la biologie florale de l'olivier *Olea europaea* L.: mise en évidence de cas de stérilité mâle et recherche de pollinisateurs. USTL-Montpellier, France.
- Ouksili A. 1983. Contribution à l'étude de la biologie florale de l'olivier *Olea europaea* L. de la formation des fleurs à la pollinisation effective. USTL, Univ-Montpellier 2, 143p.
- Seifi E., Guerin J., Kaiser B., & Sedgley M. 2011. Sexual compatibility and floral biology of some olive varieties. *New Zealand J Crop Hort Sci* **39** : 141-151.
- Seifi E., Guerin J., Kaiser B., Sedgley M. 2012. Sexual compatibility of the olive cultivar 'Kalamata' assessed by

- paternity analysis. *Spanish J Agricultural Res.* **10** : 731-740.
- Villemur P., Musho U.-S., Delmas J.-M., Maamar M., Ouksili A. 1984. Contribution à l'étude de la biologie florale de l'olivier (*Olea europaea* L): stérilité mâle, flux pollinique et période effective de pollinisation. *Fruit* **39** : 467-473.
- Wu S. B., Collins G., & Sedgley M. 2002. Sexual compatibility within and between olive cultivars. *J Hort Sci Biotech* **77** : 665-673.

Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). III. Lepidoptera Pyraloidea : saisons 2014 et 2015.

Gérard Labonne

91 rue Jacques Tati F-34700 Montpellier (gerard.labonne34@gmail.com)

Résumé

L'inventaire, réalisé essentiellement par pièges lumineux, a permis de recenser quatre vingt huit espèces de Pyraloidea (41 Crambidae, 47 Pyralidae) sur la commune de Pignan (Hérault) au cours de la période allant du 15/04/2014 au 30/09/2015. Cinq espèces non référencées pour le département de l'Hérault dans les récentes synthèses de Leraut (2012; 2014) ont été trouvées (*Stemmatophora vulpecalis*, *Stemmatophora rungsi*, *Hypsotropa roseo-trigella*, *Asalebria florella*, *Psorosa dabliella*).

Mots clés : Inventaire entomologique, Hérault, Pyralidae, Crambidae.

Abstract

An entomological inventory of Pyraloidea was done mainly by light trapping during the period from 15th April 2014 to 30th September 2015 in the district of Pignan (Hérault). 88 species were recorded (41 Crambidae, 47 Pyralidae). Five of them were still not recorded for the Département of Hérault in the recent Leraut's synthesis .

Key words : Entomological inventory, Hérault, Pyralidae, Crambidae.

Pourquoi des inventaires ?

Nos sociétés humaines actuelles se sont très largement éloignées des phénomènes de la nature et se sont souvent fortement affranchies de ces phénomènes pour leur approvisionnement alimentaire et leur fonctionnement ordinaire. La dramatique chute des populations d'insectes observée par les entomologistes amateurs ou professionnels (dont les abeilles ne constituent que la partie médiatisée) aurait donc pu passer pour un événement secondaire aux yeux de l'opinion générale. Mais d'autres données sont « heureusement » venues nous rappeler à l'ordre en touchant directement à la survie de nos sociétés : les préoccupations de santé humaine avec le relargage dans la nature de produits actifs dont on ne connaît pas trop les effets à long terme ni les synergies possibles (pesticides, mais aussi médicaments ou particules micro ou nanométriques), l'arrivée de vecteurs d'agents pathogènes en santé humaine (moustique tigre), animale ou végétale, la reconnaissance du réchauffement climatique avec des effets encore imprévisibles. Tous ces sujets ont franchi le cercle des chercheurs initiés pour arriver dans la société civile et le monde politique et économique. Dans ce contexte, les inventaires d'organismes vivants peuvent être facilement reliés à ces préoccupations environnementales actuelles avec deux objectifs quelque peu différents. L'un concerne la notion de protection de sites ou de zones d'intérêt biologique particulier dont les premières réalisations remontent à de nombreuses années (parcs nationaux, réserves biologiques) et continue à s'amplifier : quitte à protéger un territoire, autant savoir ce que l'on protège réellement ! L'autre concerne la mesure des conséquences de changements d'ordre naturel ou anthropique à des échelles de temps diverses : l'inventaire devient un outil de mesure pour évaluer les changements à différentes échelles de temps et d'espace. Dans ce cas, l'inventaire doit être fait de façon à pouvoir être répété ultérieurement ou dans un autre lieu. Avec l'apparition des bases de données partagées, le citoyen intéressé par les questions d'environnement et de biodiversité peut de plus y participer à conditions de disposer des référentiels nécessaires et d'avoir un minimum

de rigueur scientifique, ce qui élargit largement le cercle des possibilités.

L'inventaire des Pyrales, comme les autres inventaires faits sur le site des Blaquières, se rattache très directement à ce second objectif, en tentant d'établir un point de référence de la biodiversité sur un site défini, comme le signalaient Taïb *et al.* (2014) dans leur conclusion.

Les Pyrales : quel intérêt particulier ?

Les Pyrales sont de petits papillons qui appartiennent à deux familles taxonomiques voisines, les Pyralidae et les Crambidae, réunies dans la superfamille des Pyraloidea. En Europe, 960 espèces ont été recensées dont environ 500 peuvent se trouver en France (Leraut, 2014). Beaucoup d'espèces sont phytophages, comme chez la majorité des familles de Lépidoptères. Les plantes hôtes des chenilles couvrent toute la gamme végétale, allant des lichens et mousses aux arbres en passant par les graminées et plantes basses cultivées ou sauvages. En outre une bonne partie des espèces au stade chenille est détritiphage, vivant sur des feuilles fanées ou sèches, des denrées alimentaires ou des matières organiques diverses. Quelques espèces sont parasites des insectes sociaux et quelques autres sont aquatiques (seul cas me semble-t-il de chenilles aquatiques). Il s'agit donc d'un groupe d'insectes nombreux et diversifié que l'on rencontrera dans tous les milieux. Les préférences géographiques des espèces sont également diversifiées puisque cela va d'espèces strictement alpines à des espèces d'affinité méditerranéenne (nombreuses chez les Phycitinae notamment). Sur la péninsule ibérique, au sud de la Méditerranée et au Moyen Orient existent par ailleurs un bon nombre d'espèces qui ne sont pas encore répertoriées chez nous, mais pour lesquelles les tendances climatiques actuelles constituent une opportunité d'acclimatation dans l'avenir.

L'ensemble de ces caractéristiques conduisent à penser que ce groupe de Lépidoptères est l'un des mieux adaptés à rendre compte d'une modification quelconque de l'environnement quelle qu'en soit l'origine : le nombre d'espèces est suffisant pour caractériser différents milieux, différencier des sites et suivre leur évolution temporelle par addition ou disparition d'espèces.

Caractéristiques des pyrales

Les Pyraloidea comportent deux familles : Crambidae et Pyralidae. La nervation alaire (Fig. 1) avec les nervures Sc+R1 et Rs fusionnées ou rapprochées à l'aile postérieure et la présence d'organes tympaniques sur le segment abdominal 2 les caractérisent par rapport aux autres familles de lépidoptères. Ces deux caractères ne sont pas immédiatement détectables et l'apparence extérieure de l'habitus peut donc conduire à des confusions avec d'autres familles (Noctuidae ou Geometridae par exemple). Les deux familles se distinguent entre elles par la structure des organes tympaniques et la conformation de la nervure R5 de l'aile antérieure (Fig. 1 et 2).

La liste des Lépidoptères de France de Leraut (1997) comportait 268 Crambidae et 205 Pyralidae. Les changements de statut taxonomique, la description de nouvelles espèces, le retrait ou le signalement d'espèces extérieures à la France ont modifié cette liste. Le nombre actuel d'espèces recensées en France est voisin de 500 espèces pour les deux familles, pour environ 960 espèces européennes (Leraut, 2014), ce nombre restant bien sûr fluctuant en fonction de l'état des connaissances.

Réalisation des collectes

La recherche des Pyrales sur le Domaine des Blaquières a été faite essentiellement par piégeage lumineux, la très grande majorité des espèces venant à la lumière. Les pièges utilisés sont du type piège de Tavoillot (Tavoillot, 1998) avec deux tubes fluorescents de 8 W en lumière noire (pic d'émission à 350 nm) émettant toute la nuit (Fig. 3). Les collectes ainsi faites ont été complétées par des piégeages « au drap » utilisant un tube fluorescent de 18 W en lumière noire (pic d'émission à 370 nm) et un tube

fluorescent classique (18 W / 2700 °K) face à un drap blanc et fonctionnant sur une plage horaire du crépuscule à 1 h du matin. Quelques chasses de jour au filet et au battage ont été réalisées pour ne pas laisser échapper des espèces strictement diurnes, mais elles n'ont fourni que des espèces également attirées par la lumière.

La période de collecte couverte par cet inventaire s'étend du 24/05 au 18/10 en 2014 puis du 03/03 au 30/09 en 2015. Un piégeage toutes les deux semaines en moyenne a été réalisé durant ces périodes. La localisation des points de piégeage a varié au cours des périodes de façon à couvrir une large portion du domaine, avec des habitats quelque peu différents, mais en laissant deux sites fixes (zone Nord Ouest et zone Sud Ouest) en référence tout au long de la période de capture : on se référera à la présentation du domaine des Blaquières faite précédemment (Taïb *et al.*, 2014) pour la définition des zones.

Identification des espèces

La difficulté majeure de l'inventaire concerne l'identification des espèces. Les Pyrales d'Europe ont pourtant bénéficié de plusieurs synthèses partielles souvent récentes (Bleszynski, 1965; Goater *et al.*, 2005; Roesler, 1973 ; 1993; Slamka, 2006 ; 2008 ; 2013) et d'une synthèse complète initiée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (Leraut, 2012 ; 2014). Elles bénéficient également d'un réseau dédié à l'échelle mondiale (<http://www.pyraloidea.org/>). Malgré cela, l'identification spécifique reste très délicate pour de nombreuses espèces. En effet, si les synthèses de Goater *et al.* (2005) et de Slamka (2006 ; 2008 ; 2013) font la part belle aux illustrations des habitus et des genitalia, les synthèses de Leraut (remarquables par d'autres aspects) sont notoirement déficientes au niveau des illustrations que ce soit pour les habitus, avec souvent des exemplaires anciens aux couleurs délavées, ou pour les genitalia dont beaucoup ne sont pas représentées ou d'autres sont trop schématiques. Or Leraut (2014) est le seul à couvrir l'intégralité de la famille des Pyralidae. Des sites internet proposent des données complémentaires accessibles à tous : lepiforum.de, lepinet.fr, pathpiva.fr. Ils constituent une aide importante. Lors de cet inventaire, nous avons choisi d'alimenter le site pathpiva.fr qui est dédié spécifiquement aux lépidoptères de France méridionale et de Corse et qui est probablement le plus complet au niveau de l'illustration des microlépidoptères de ce territoire.

Dans notre inventaire, les espèces ont été identifiées soit sur la base de leur habitus lorsque aucune confusion n'était possible, soit sur la morphologie de l'habitus et des genitalia dès que des confusions paraissaient possibles, ou que l'insecte était abîmé. Même pour les espèces caractéristiques, au moins un couple (lorsque mâle et femelle étaient disponibles) a fait l'objet d'un examen des genitalia de façon à disposer d'une référence. Pour les premiers exemplaires de chaque espèce, ou lorsqu'un doute restait sur un individu, une vérification de l'identité a été demandée à un lépidoptériste confirmé (T. Varenne). Pour les genres comportant des espèces difficiles à distinguer (*Agriphila*, *Metasia*, *Homeosoma*, *Phycitodes*, *Acrobasis*, ...) une série d'exemplaires a été disséquée (voire tous les exemplaires collectés) pour s'assurer de la gamme d'espèces présentes.

Synthèse des données de 2014 et 2015

Les données sont présentées dans l'ordre systématique en suivant le même ordre que celui de Leraut (2012; 2014). Les espèces collectées en plus de deux exemplaires sont accompagnées d'un calendrier des captures divisé en section de 1/3 de mois, pratique pour visualiser rapidement les périodes de vol. Le substrat des chenilles est mentionné en prenant comme base les synthèses de Leraut (2012; 2014) et un commentaire accompagne éventuellement l'espèce concernée, incluant si besoin des observations faites en 2016. Dans la liste suivante, les captures des différentes zones ont été cumulées.

Liste systématique des espèces observées aux Blaquières

Les codes suivants sont utilisés dans la liste et les tableaux :

- XXX : Familles
- YYY : Sous-Familles
- A = donnée de 2014
- B = donnée de 2015

Crambidae

Acentropinae

Parapoynx stratiotata (Linnaeus, 1758)

Plantes hôtes : plantes aquatiques diverses

Un seul exemplaire collecté le 30/06/2014

Odontinae

Cynaeda dentalis (Denis & Schiffermüller, 1775) (Fig. 4)

Plantes hôtes : Boraginacées

Bien que non notée en 2015, l'espèce y a été revue régulièrement (de même qu'en 2016).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
									A	A	A																2014			
																											2015			

Scopariinae

Eudonia angustea (Curtis, 1827)

Plantes hôtes : mousses.

La capture en début et en fin de saison s'accorde avec la biologie de l'espèce connue pour passer tout l'hiver sous forme adulte.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																						A					2014			
	B																										2015			

Eudonia mercurella (Linnaeus, 1758)

Plantes hôtes : mousses

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
									A																		2014			
								B		B		B															2015			

Eudonia delunella (Stainton, 1849)

Plantes hôtes : mousses et lichens des arbres

Abondante sur une très courte période en mai et disparaissant après ; non collectée en 2014 car la période n'était pas couverte, mais revue à la même période en 2016.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
								B																			2015			

Evergestinae

Evergestis frumentalis (Linnaeus, 1758)

Plantes hôtes : Brassicacées

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A	A																		2014			
								B																			2015			

Evergestis forficalis (Linnaeus, 1758)

Plantes hôtes : Brassicacées

Un seul exemplaire le 17/05/2015

Evergestis dumerlei (Leraut, 2003)

Cette espèce se différencie de *E. politalis* (Denis & Schiffermüller, 1775) par des caractères dont la stabilité paraît douteuse. Les exemplaires collectés sur Les Blaquières se rapportent pour la plupart à ce qui est décrit comme étant *E. dumerlei*. Il n'est cependant pas exclu que 2 d'entre eux soient *E. politalis*.

Plantes hôtes : des Brassicaceae

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
								B					B	B				B									2015			

Pyraustinae

Pyrausta aurata (Scopoli, 1763)

Plantes hôtes : Lamiaceae

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
													A				A										2014			
								B				B	B														2015			

Pyrausta castalis (Treitschke, 1829)

Plantes hôtes : sarriette (*Satureja acinos*)

Un seul exemplaire le 09/09/2015.

Pyrausta despicata (Scopoli, 1763) (Fig. 5)

Plantes hôtes : *Plantago*, *Salvia*, *Antennaria*

Peu présente dans les piègeages lumineux nocturnes, l'espèce est par contre fréquemment notée volant de jour dans les zones herbeuses.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A	A				A														2014			
								B																			2015			

Pyrausta sanguinalis (Linnaeus, 1767)

Plantes hôtes : Lamiaceae

Le thym serpolet donné comme plante hôte par Leraut (2010) étant absent du domaine, d'autres Lamiaceae, comme l'indique Slamka (2014), doivent servir de nourriture aux chenilles; l'espèce a été obtenue de *Calaminta nepeta* (Varenne, comm. pers.).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
													A					A							2014		
							B						B												2015		

Uresiphita gilvata (Fabricius, 1794)

Plantes hôtes : cytises, genêts, ajoncs

Non présente en 2014 alors qu'elle était fréquente en 2015 (et revue en 2016).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																									2014		
	B				B								B												2015		

Sitochroa verticalis (Linnaeus, 1758)

Plantes hôtes : plantes basses diverses; Fenouil chez nous (Varenne, comm. pers.)

Deux exemplaires le 25/05/2014.

Achyra nudalis (Hübner, 1796)

Plantes hôtes : *Camphorosma*, *Echium*; plus souvent sur Chénopodiacées (Slamka, 2013; Varenne, comm. pers.)

Nombreux exemplaires sur une longue période.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
													A	A	A		A								2014		
							B						B		B		B								2015		

Paracorsia repandalis (Denis & Schiffermüller, 1775)

Plantes hôtes : *Verbascum*

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
													A			A	A								2014		
							B				B		B												2015		

Udea ferrugalis (Hübner, 1796)

Plantes hôtes : plantes basses diverses

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
							A																		2014		
											B														2015		

Udea institalis (Hübner, 1819)

Plantes hôtes : *Eryngium campestre*

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
									A																		2014			
										B																	2015			

Udea numeralis (Hübner, 1796).

Plantes hôtes : composées.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A							A	A											2014			
								B																			2015			

Spilomelinae

Mecyna asinalis (Hübner, 1819).

Plantes hôtes : *Rubia perigrina*, *Crucianella maritima*.

Un des Crambidae les plus fréquents sur une longue période. N'a plus été noté en 2015, en dehors de la première occurrence, car présent dans quasiment tous les échantillons.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
									A			A	A			A					A						2014			
					B																						2015			

Nomophila noctuella (Denis & Schiffermüller, 1775).

Plantes hôtes : trèfles, graminées, *Polygonum aviculare*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																				A	A						2014			
					B								B			B											2015			

Dolicharthria punctalis (Denis & Schiffermüller, 1775).

Plantes hôtes : trèfles, lotier, armoises, graminées, plantains (feuilles fanées).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A																			2014			
									B																		2015			

Metasia supbandalis (Hübner, 1823)

Plantes hôtes : inconnues.

Un seul exemplaire le 30/06/2014.

Metasia corsicalis (Duponchel, 1833).

Plantes hôtes : détritiphage au collet des graminées.

Les trois *Metasia* : *corsicalis*, *ibericalis* et *cuencalis* sont très difficiles à distinguer par leur habitus et d'autres

espèces pourraient se mêler à eux dans cette région; les genitalia ont donc été préparées sur un échantillon de 57 exemplaires collectés en 2014 et 2015; *M. cuencalis* (30) et *M. corsicalis* (20) sont les plus fréquents (7 *M. ibericalis*); aucune autre espèce n'a été détectée.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A			A														2014			
									B		B	B	B														2015			

Metasia ibericalis (Ragonot, 1894)

Plantes hôtes : probablement détritiphage

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A			A														2014			
										B	B	B															2015			

Metasia cuencalis (Ragonot, 1894)

Plantes hôtes : probablement détritiphage

Le plus fréquent des trois *Metasia* similaires et très abondant en toutes zones du domaine.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A	A						A										2014			
										B	B	B		B	B			B									2015			

Pleuroptya balteata (Fabricius, 1798)

Plantes hôtes : *Rhus cotinus*, *Pistacia*

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
									B			B					B										2015			

Palpita vitrealis (Rossi, 1794) (Fig. 6)

Plantes hôtes : jasmin, olivier, frêne, troène, arbousier, *Forsythia*

Une espèce à tendance migratrice que l'on peut voir voler un peu n'importe quand dans l'année.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A												A					2014			
																											2015			

Glaphyriinae

Hellula undalis (Fabricius, 1781)

Plantes hôtes : Brassicacées

Espèce d'Afrique du nord, signalée comme migrateur occasionnel notamment dans le sud de la France (Leraut, 2012); en fait commune chez nous avec probablement des populations indigènes (Varenne, comm. pers.)

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
																												2015		

Crambinae

Euchromius anapiellus (Zeller, 1847)

Plantes hôtes : inconnues

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
																												2015		

Euchromius bella (Hübner, 1796)

Plantes hôtes : composées (feuilles flétries)

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
																												2015		

Euchromius gozmanyi (Bleszynski, 1961)

Plantes hôtes : salicornes

La présence de l'espèce (deux femelles à deux semaines d'intervalle dans deux zones différentes) est tout à fait étonnante sur le domaine. Les genitalia ont donc été contrôlées et confirmées. Cela implique soit des déplacements à assez longue distance puisque les salicornes du littoral sont au plus près à plus de 12 km, avec la chaîne de la Gardiole à franchir, soit la possibilité pour l'espèce de se reproduire occasionnellement sur d'autres plantes que les salicornes.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
																												2015		

Agriphila inquinatella (Ragonot, 1887)

Plantes hôtes : base des graminées

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
																												2015		

Agriphila brioniellus (Zerny, 1914)

Plantes hôtes : probablement graminées

A. inquinatella et *A. brioniellus* sont séparables uniquement par les genitalia; ils apparaissent à la même époque sur le domaine. L'échantillon collecté et examiné en 2014 et 2015 est trop faible pour savoir si les deux espèces étaient en mélange ou non les deux années.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																									2014		
																	B	B								2015	

Agriphila geniculea (Haworth, 1811)

Plantes hôtes : base des graminées.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																		A	A						2014		
																B									2015		

Catoptria falsella (Denis & Schiffermüller, 1775)

Plantes hôtes : mousses pariétales.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A							A								2014		
																	B								2015		

Metacrambus caretellus (Zeller, 1847)

Plantes hôtes : graminées

Un seul exemplaire le 17/07/2014 en zone SE.

Xanthocrambus delicatellus (Zeller, 1863)

Plantes hôtes : inconnues.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A	A			A	A										2014		
													B	B											2015		

Xanthocrambus caducellus (Müller-Rutz, 1909)

Plantes hôtes : inconnues

X. delicatellus et *X. caducellus* sont souvent en mélange, mais *X. caducellus* apparaît un peu avant *X. delicatellus* (vérifié aussi en 2016).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A		A			A												2014		
								B	B			B													2015		

Pediasia contaminella (Hübner, 1796)

Plantes hôtes : graminées

Un seul exemplaire le 28/08/2015.

Ancylolomia disparalis (Hübner, 1825)

Plantes hôtes : graminées

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																A	A	A	A									2014		
																			B									2015		

Pyralidae

Pyralinae

Endotricha flammealis (Denis & Schiffermüller, 1775)

Plantes hôtes : plantes basses puis litière

Très abondante en 2014, l'espèce n'a curieusement pas été capturée en 2015 (en 2016, elle a de nouveau été trouvée).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A		A															2014			
																											2015			

Hypsopygia costalis (Fabricius, 1775)

Plantes hôtes : débris végétaux, nids, paille

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A									A								2014			
										B																	2015			

Hypsopygia incarnatalis (Zeller, 1847)

Plantes hôtes : inconnues.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
													A			A											2014			
													B														2015			

Bostra obsoletalis (Mann, 1864)

Plantes hôtes : débris végétaux, cadavres d'insectes.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A	A		A														2014			
													B														2015			

Stemmatophora vulpecalis (Ragonot, 1891) (Fig. 7)

Plantes hôtes : inconnues

L'espèce a été décrite en France pour la première fois en 2003 des Pyrénées-Orientales (Mazel, 2003) à partir d'exemplaires collectés en 1992 et du Gard (Mazel, 2006) à partir d'exemplaires collectés en 2005; elle ne semble pas avoir fait l'objet d'autres signalements depuis, pourtant elle est très présente dans nos piègeages, non seulement aux Blaquières mais dans les garrigues alentours. Varenne l'a également capturée à Vic-la-Gardiole début juillet 2008 (comm. pers.). Il pourrait donc s'agir d'une espèce discrète soit passée inaperçue car confondue avec d'autres, soit envahissante dans notre région méditerranéenne.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																													2014	
																													2015	

Stemmatophora brunnealis (Treitschke, 1829)

Plantes hôtes : feuilles fanées d'hélianthes et autres.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																													2014	
																													2015	

Stemmatophora rungsi (Leraut, 2000)

Plantes hôtes : inconnues

Décrite par Leraut en 2000, l'espèce a été trouvée en France dans les Pyrénées-Orientales (Mazel *et al.*, 2003) sur du matériel collecté de 1989 à 1995; Varenne l'a également prise dans l'Hérault à Nissan-lez-Enserune, Félines-Minervois et Frontignan entre 2005 et 2011 (comm. pers.); peu abondante aux Blaquières, l'espèce est cependant trouvée en quelques exemplaires chaque année à la même époque.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																													2014	
																													2015	

Stemmatophora borgialis (Duponchel, 1832)

Plantes hôtes : débris végétaux.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																													2014	
																													2015	

Loryma egregialis (Herrich-Schäffer, 1838)

Substrat : détritiques organiques

Un seul exemplaire le 12/06/2014 (un autre vu en 2016 le 20/07).

Aglossa brabantii (Ragonot, 1884)

Plantes hôtes : débris végétaux.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
											A		A												2014		
													B		B										2015		

Galleriinae

Galleria melonella (Linnaeus, 1758)

Substrat : cire des ruchers

Un seul exemplaire le 07/09/2014; l'espèce est connue pour être peu attirée par la lumière.

Lamoria anella (Denis & Schiffermüller, 1775)

Hôtes : nids de guêpes et polistes, et au pied des asters et inules

Un seul exemplaire le 23/06/2014.

Phycitinae

Hypsotropa roseostrigella (Ragonot, 1901)

[*H. roseostrigella* a été élevée récemment au rang d'espèce par Gaston *et al.* (2016) à la suite d'une révision du genre *Hypsotropa* dans la péninsule ibérique et remplace le taxon *H. vulneratella* en France].

Plantes hôtes : inconnues

Un seul exemplaire le 17/07/2014. L'espèce n'est connue que du Var, des Alpes de Haute Provence (Leraut, 2014), des Pyrénées-Orientales (Peslier, 2006), des Bouches-du-Rhône et des Alpes Maritimes (Varenne, comm. pers.). Sa présence aux Blaquières donne un site de plus et fait penser qu'il est présent sur tout le littoral méditerranéen.

Ematheudes punctella (Treitschke, 1833)

Plantes hôtes : inconnues.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A		A	A	A	A												2014		
								B																	2015		

Valdovecaria hispanicella (Herrich-Schäffer, 1855)

Plantes hôtes : inconnues

Un seul exemplaire le 10/07/2015.

Isauria dilucidella (Duponchel, 1836)

Plantes hôtes : Fabacées

Un seul exemplaire le 04/08/2014.

Oncocera semirubella (Scopoli, 1763)

Plantes hôtes : Fabacées

Non revu en 2015, mais présent à nouveau en 2016.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
									A				A												2014		
																									2015		

Alophia combustella (Herrich-Schäffer, 1855)

Plantes hôtes : galles des pucerons des pistachiers

Non revu en 2015, mais présent à nouveau en 2016.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
											A			A													2014			
																			B								2015			

Denticera divisella (Duponchel, 1842)

Plantes hôtes : euphorbes.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																A											2014			
													B								B						2015			

Pempelia genistella (Duponchel, 1836)

Plantes hôtes : *Genista scorpio* et *corsica*, *Ulex europaeus*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
											A	A															2014			
											B	B	B														2015			

Asalebria florella (Mann, 1862)

Plantes hôtes : genêts

Signalé par Leraut (2014) d'Ardèche, d'Aude, des Pyrénées-Orientales et de Corse, mais non de l'Hérault. Varenne l'a cependant déjà collecté dans de nombreuses localités de l'Hérault (Argelliers, Notre-Dame de Londres, Félines-Minervois, Nissan-lez-Ensérune, Pégairolles de Buèges, Aumelas) où elle est commune (comm. pers.).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A			A	A							A								2014			
								B			B																2015			

Phycita roborella (Denis & Schiffermüller, 1775)

Plantes hôtes : chênes.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
													B														2015			

Etiella zinckenella (Treitschke, 1832)

Plantes hôtes : Fabacées.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
				A				A			A			A																2014
														B		B														2015

Epischmia illotella (Zeller, 1839)

Plantes hôtes : *Inula montana*, *Crithmoides*, *Astericus spinosus*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A						A									A							2014
								B																						2015

Khorassania compositella (Treitschke, 1835)

Plantes hôtes : *Artemisia campestris*, *Helianthemum vulgare*

Un seul exemplaire le 09/09/2015.

Moitrelia italogallicella (Millière, 1882)

Plantes hôtes : *Thymus vulgaris* (Varenne, comm. pers.)

L'indication « régions méridionales montagneuses » par Léraut (2014) est probablement à modifier, les Blaquières n'étant nullement en zone montagneuse.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																	A		A				A							2014
																	B		B											2015

Pempeliella ardosiiella (Ragonot, 1887)

Plantes hôtes : *Lavandula stoechias*

La présence de l'espèce sur le domaine indique qu'une autre plante hôte existe; l'espèce a été souvent obtenue de *Thymus vulgaris* qui semble constituer la plante hôte principale de cette espèce (Varenne, comm. pers.).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
											A																			2014
								B		B			B																	2015

Oxybia transversella (Duponchel, 1836)

Plantes hôtes : *Psoralea bituminosa*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
														A						A		A			A	A				2014
					B						B		B			B														2015

Psorosa dabliella (Treitschke, 1832)

Plantes hôtes : inconnues

Signalé par Leraut (2014) du Var, d'Ardèche, des Alpes-Maritimes et de Corse mais non de l'Hérault; Varenne l'a déjà aussi collecté de l'Hérault (Villeneuve-lès-Maguelone, Nissan-lez-Ensérune) (comm. pers.).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																	A										2014			
												B															2015			

Psorosa mediterranea (Amsel, 1953)

Plantes hôtes : inconnues.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																	A	A									2014			
						B			B				B			B	B										2015			

Nephoterix angustella (Hübner, 1796)

Plantes hôtes : fusain

Un seul exemplaire le 09/09/2015.

Acrobasis bythinella (Zeller, 1848)

Plantes hôtes : cistes.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																	A	A	A	A	A	A					2014			
																		B			B						2015			

Acrobasis obliqua (Zeller, 1847)

Plantes hôtes : cistes

Non collecté en 2014 car les piégeages avaient débuté trop tardivement, cette espèce a été retrouvée en 2016 et est très abondante en début de saison; elle est très semblable morphologiquement et par les genitalia à *A. bythinella*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
						B	B	B																			2015			

Acrobasis glauca (Staudinger, 1859)

Plantes hôtes : chênes (notamment *Quercus coccifera*, Varenne, comm. pers.)

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A			A				A	A									2014			
												B	B					B									2015			

Acrobasis legatea (Haworth, 1811) (Fig. 8)

Plantes hôtes : *Rhamnus*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
												A		A		A											2014			
												B				B											2015			

Acrobasis marmorea (Haworth, 1811)

Plantes hôtes : prunellier, sorbiers, aubépines

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
							B			B																	2015			

Myelois circumvoluta (Fourcroy, 1785)

Plantes hôtes : cirses et chardons

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A																			2014			
																											2015			

Assara conicolella (Constant, 1884)

Plantes hôtes : *Pinus halepensis*.

Un seul exemplaire le 24/06/2015.

Ancylosis cinnamomella (Duponchel, 1836)

Plantes hôtes : *Artemisia campestris*, *Globularia*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
												A	A	A													2014			
						B	B	B				B	B	B													2015			

Homeosoma sinuella (Fabricius, 1794)

Plantes hôtes : *Plantago lanceolata*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A				A	A		A		A										2014			
							B						B														2015			

Homeosoma nimbella (Duponchel, 1837)

Plantes hôtes : composées.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
													A														2014			
											B																2015			

Phycitodes binaevella (Hübner, 1813)

Plantes hôtes : cirses et chardons

Deux exemplaires le 06/06/2015.

Phycitodes albatella (Ragonot, 1887)

Plantes hôtes : *Solidago*, *Crepis*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																											2014			
										B		B	B														2015			

Phycitodes inquinatella (Ragonot, 1887)

Plantes hôtes : inconnues

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
												A	A	A			A	A		A			A				2014			
												B			B				B								2015			

Ephestia welseriella (Zeller, 1848)

Plantes hôtes : bulbes d'*Allium*.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
										A			A				A										2014			
											B				B				B								2015			

Ephestia unicolorella (Staudinger, 1881)

Plantes hôtes : fruits secs, cicatrice florale des grenades (Varenne, comm. pers.).

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
								A	A		A		A														2014			
								B		B		B	B	B					B								2015			

Cadra figulilella (Gregson, 1871)

Substrat : denrées entreposées

Un seul exemplaire le 09/09/2015; dans notre région, l'espèce n'a pas besoin de denrées entreposées pour se reproduire : elle est très fréquente dans la nature sur le littoral.

Cadra furcatella (Herrich-Schäffer, 1849)

Substrat : détritrus organiques.

Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
													A				A											2014
						B	B	B				B	B		B			B			B		B					2015

Bilan des deux saisons d'échantillonnage

Au total ce sont 88 espèces de Pyraloidea qui ont été capturées (41 Crambidae, 47 Pyralidae), ce qui représente près de 18 % de la faune française.

Cinq espèces non signalées dans notre département dans les synthèses de Leraut (2012; 2014) ont été trouvées au cours de cet inventaire. Deux nous paraissent particulièrement intéressantes : *Hypsotropa roseostrigella* car cela indique une aire d'extension plus vaste que celle actuellement connue et *Stemmatophora vulpecalis* qui paraît en expansion dans la zone méditerranéenne depuis sa découverte initiale dans les Pyrénées-Orientales.

En 2015, neuf espèces de Crambidae et dix espèces de Pyralidae nouvelles ont été trouvées, mais huit Crambidae et huit Pyralidae de 2014 n'ont pas été retrouvées. La plupart de ces espèces sont représentées par un ou deux exemplaires capturés et traduisent une relative rareté de l'espèce sur le domaine. Par contre, d'autres espèces ont été trouvées de façon abondante une seule des deux années. L'absence une année donnée est manifestement due à l'absence d'échantillonnage en début de saison en 2014 pour les espèces *Eudonia delunella* et *Acrobasis obliqua*. Par contre d'autres espèces n'ont pas été trouvées alors que leur période d'activité était couverte : *Hellula undalis*, *Evergestis dumerlei*, *Uresiphita gilvata*, *Endotricha flammealis*, *Oncocera semirubella*, *Acrobasis marmorea*, *Pempeliella ardosella*. Cela souligne l'importance d'avoir au moins deux saisons de piégeage pour évaluer la biodiversité des espèces courantes d'un site donné. Par contre, la cause de cette absence d'une espèce une année donnée n'est pas évidente, les plantes hôtes étant toujours en place et ces espèces ayant été revues en 2016.

L'estimation d'un nombre probable d'espèces présentes sur le site ne pourra bien sûr pas être réalisée avant d'avoir une 3^{ème} saison d'échantillonnage de façon à pouvoir ajuster une courbe aux trois points obtenus.

Les zones nord-ouest et sud-ouest qui ont été prises comme sites de référence ont été comparées sur les deux années. La diversité des espèces paraît équivalente et pour les espèces courantes peu ont été notées dans un site et non dans l'autre : *Eudonia angustea*, *Eudonia delunella*, *Stemmatophora borgialis* ont été systématiquement trouvées sur le site nord-ouest et *Bostra obsoletalis* sur le site sud-ouest. Des espèces plus rares semblent par contre plutôt inféodées à un site. Il est probable que même pour un site limité comme les Blaquières et pour des espèces ayant une capacité de vol assez étendue, on ne puisse pas se passer de réaliser plusieurs points d'échantillonnage pour couvrir la biodiversité du lieu.

Remerciements

Mes remerciements vont à M. Laurent Cazal qui nous a accueillis sur son domaine et qui a montré un intérêt constant pour nos inventaires.

Un très grand merci à P. Pioz et T. Varenne qui m'ont permis de débiter sur l'identification des pyrales et à T. Varenne pour les nombreuses identifications vérifiées ou corrigées et les fructueuses discussions autour de cet inventaire.

Références bibliographiques

- Bleszynski C., 1965. Crambinae. In Amsel H.G., Gregor F. & Reisser H. (eds), *Microlepidoptera Palearctica* 1. Georg Fromme and Co.
- Gastón F. J., Macià R., Ylla J. & Huertas-Dionisio M., 2016. El genero *Hypsotropa* Zeller, 1848 en la Peninsula Iberica, con la description de una especie nueva (Lepidoptera: Pyralidae, Phycitinae, peoriini). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* **58** : 75–88.
- Goater B., Nuss M. & Speidel W., 2005. Pyraloidea - I. In Huemer P. & Karsholt O. (eds), *Microlepidoptera of Europe* Vol. 4. Apollo Books.
- Leraut P., 1997. Liste systématique et synonymique des Lépidoptères de France, Belgique et Corse. 2ème édition. Alexanor, supplément.
- Leraut P., 2012. Papillons de nuit d'Europe Vol. 3 Zygènes, Pyrales 1. N.A.P. Editions.
- Leraut P., 2014. Papillons de nuit d'Europe Vol. 4 Pyrales 2. N.A.P. Editions.
- Mazel R., 2003. *Stemmatophora vulpecalis* Ragonot, 1891, espèce nouvelle pour la faune de France (Lepidoptera, Pyralidae). *R.A.R.E.* **12** (3) : 87.
- Mazel R., Brusseau G. & Tavoillot C., 2003. Trois pyrales nouvelles pour la faune des Pyrénées-Orientales dont deux nouvelles en France et une en Europe (Lepidoptera, Pyralidae). *R.A.R.E.*, **12** (2) : 65-70.
- Mazel R., 2006. Données nouvelles sur la répartition de quelques Pyrales dans le Sud de la France. *R.A.R.E.* **15** (2) : 83-86.
- Roesler R.U., 1973. Phycitinae : Trifine Acrobasiina. In *Microlepidoptera Palearctica* 4. G. Braun.
- Roesler R.U., 1993. Phycitinae : Quadrifine Acrobasiina. In *Microlepidoptera Palearctica* 8. G. Braun.
- Slamka F., 2006. *Pyraloidea of Europe* Vol. 1. Pyralinae, Galleriinae, Epipaschiinae, Cathariinae & Odontiinae.
- Slamka F., 2008. *Pyraloidea of Europe* Vol. 2. Crambinae & Schoenobiinae.
- Slamka F., 2013. *Pyraloidea of Europe* Vol. 3. Pyraustinae & Spilomeninae.
- Taïb G., Duvallat G. & Leplat G., 2014. Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). I. Les Coléoptères, saison 2013. *Annales SHHNH* **154** : 35-45.
- Tavoillot C., 1998. Fabrication d'un piège lumineux automatique. *R.A.R.E.* **7** (1) : 20-28.

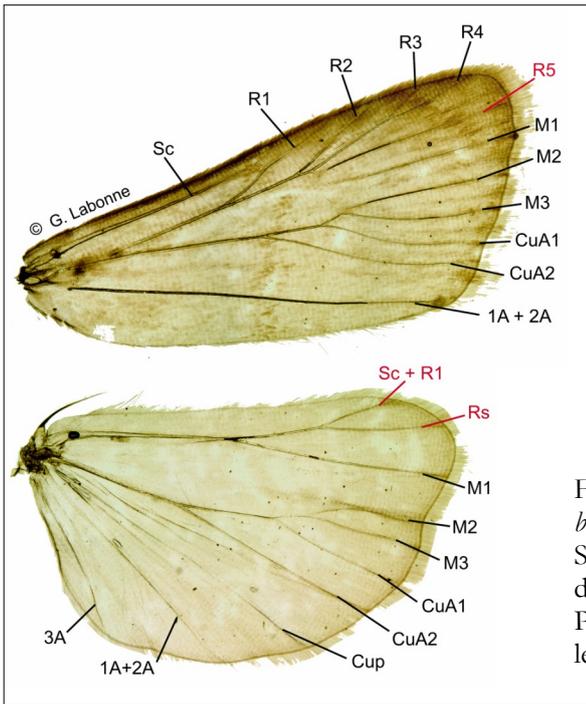


Figure 1 : Nervation alaire d'un Crambidae (*Euchromius cambridgei*).
 Sur l'aile postérieure, la disposition fusionnée ou rapprochée des nervure Rs et Sc + R1 est une des caractéristiques des Pyraloidea. Sur l'aile antérieure, la nervure R5 libre différencie les Crambidae des Pyralidae.

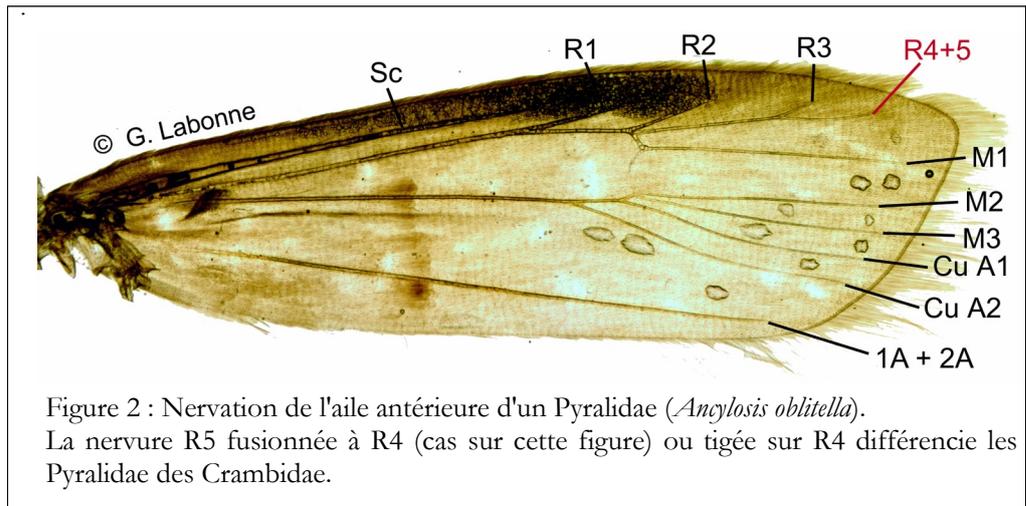


Figure 2 : Nervation de l'aile antérieure d'un Pyralidae (*Ancylosis oblitella*).
 La nervure R5 fusionnée à R4 (cas sur cette figure) ou tigée sur R4 différencie les Pyralidae des Crambidae.



Figure 3 : Piège de type Tavoillot utilisé sur le domaine des Blaquières.
 Ces pièges complètement autonomes comportent deux tubes de 8 W en lumière noire mis en service par une cellule photoélectrique et alimentés par une batterie.



Figure 4 : *Cynaeda dentalis*.
Une élégante espèce de Crambidae commune sur le domaine.



Figure 5 : *Pyrausta despicata*.
Un Crambidae très commun dès le début de saison. Plutôt diurne, il vient aussi modérément à la lumière.



Figure 6 : *Palpita vitrealis*.
Un Crambidae d'origine tropicale qui s'est bien adapté aux régions sud de l'Europe.



Figure 7 : *Stenmatophora vulpecalis*.
Un Pyralidae connu d'Afrique du Nord et d'Espagne, dont le premier signalement en France date de 2006 et maintenant commun dans les garrigues de l'Hérault.



Figure 8 : *Acrobasis legatea*
Une espèce robuste qui présente le profil caractéristique et les jeux de couleurs de très nombreux Pyralidae Phycitinae.

Le tamisage : une méthode indispensable pour inventorier les Coléoptères

Max Debussche

650 rue des Érables, F-34980 Saint-Gély-du-Fesc (mdebussche@orange.fr)

Résumé

Le tamisage est trop souvent méconnu et peu utilisé alors que cette méthode, dans ses différentes variantes, est indispensable pour réaliser un inventaire de qualité des Coléoptères. Il permet de recenser de nombreuses espèces inaccessibles par d'autres méthodes. Une procédure de tamisage standardisée et un protocole de récupération des insectes dans le matériel tamisé sont proposés, chacun faisant appel à un dispositif simple. Les résultats obtenus sur un seul échantillon collecté dans et autour d'une étable illustre l'efficacité de la procédure et du protocole et le rôle indispensable de la méthode dans un inventaire.

Mots-clés : tamisage, échantillonnage, boîtes gigognes, inventaire, Coleoptera.

Abstract

Sieving remains largely unknown and underused whereas this method, with its different variants, has proved to be indispensable to successfully inventory Coleoptera. This method is crucial to list many species inaccessible by other methods. A standardised sieving procedure and a protocol to collect insects going out of the sieved material, both using a simple device, are described. A single sample collected within and close to a barn shows how effective can be these procedure and protocol and supports the crucial role of sieving when inventorying beetles.

Key-words : sieving, sampling, nested boxes, inventory, Coleoptera.

Introduction

Le tamisage de la litière, du bois mort, des mousses, et de toute matière organique friable, permet de collecter de très nombreuses espèces d'insectes, souvent très petites et inaccessibles avec d'autres méthodes. Le tamisage concerne plus particulièrement les habitats où il y a accumulation de matière organique (forêt, lande, mégaphorbiaie, étable, grange, scierie, etc.). Il peut se faire avec différents outils, selon différentes procédures, et être suivi de différents protocoles permettant de récupérer les insectes ; outils, procédures et protocoles sont choisis en fonction des objectifs, des contraintes du terrain, et du temps et de l'espace disponibles ; la mise en œuvre complète d'un protocole demande quelques jours à quelques semaines (Colas, 1956 ; White, 1983 ; Stüben *et al.*, 2000 ; Yvinec & Bonneau, 2008 ; Lemagnen, 2009 ; Ponel *et al.*, 2012, Germann, 2014).

L'objectif de cet article est de décrire une procédure de tamisage et un protocole de récupération des insectes à partir du matériel tamisé que j'ai mis au point et utilisé ; un exemple concret illustre l'efficacité du tamisage pour inventorier les Coléoptères.

Méthode

Les prélèvements les plus efficaces ont lieu hors des périodes de sécheresse et de gel marqués, quand les insectes exploitent le micro-habitat échantillonné, ou s'y réfugient. Dans les Garrigues, le tamisage sera le plus fructueux depuis les premières pluies d'automne jusqu'au printemps. A l'étage montagnard du mont Aigoual, il faudra privilégier l'automne et le printemps. Cette méthode est en partie inspirée

des méthodes décrites par Nicolas Komez (in Yvinec & Bonneau, 2008) et par Rémy Lemagnen (2009).

Tamissage

Le prélèvement est fait à la main, avec des gants de jardinier. Le tamisage est réalisé avec un tamis de maçon de maille 1 cm disposé au-dessus d'un grand récipient en plastique souple avec deux poignées (Fig.1). Ce que retient le tamis (feuilles, branchettes, etc.) est remis sur place, ce qui passe au travers du tamis est récupéré dans le récipient.

Sur chaque station échantillonnée, le matériel à tamiser est collecté en proportion de l'abondance au sol de trois composants : la litière et l'humus sous-jacent (sur 5-10 cm de profondeur), le petit bois mort (en le morcelant et en l'effritant) et les mousses (en les dilacérant délicatement). La collecte est faite sur six sous-échantillons de 40x40 cm distribués sur la station. Représentatifs de celle-ci, ils sont en nombre proportionnel à l'abondance au sol des composants (par ex. : trois « litières » + deux « bois morts » + une « mousses »). Les six sous-échantillons regroupés représentent un échantillon d'une surface de 1 m². Cette standardisation de la collecte facilite la comparaison des stations entre elles. Toutefois, selon les espèces de Coléoptères ciblées, on peut tout aussi bien décider de ne choisir qu'un composant sur la station en y consacrant tous les sous-échantillons. Dans le cas du tamisage d'un tronc pourri au sol ou du terreau de la cavité d'un arbre, cette standardisation n'est pas pertinente.



Fig. 1 : tamis et récipient ; Fig. 2 : tamis, gants, sacs en plastique, ficelles ; Fig. 3 : les deux boîtes avant que la boîte de stockage ne soit remplie ; Fig. 4 : l'ensemble du dispositif pour un échantillon.

Lorsque de la litière et du petit bois mort sont prélevés, et *a fortiori* des mousses, le matériel obtenu après tamisage ne dépasse pas un volume de vingt litres par station, volume un peu inférieur à celui de la boîte de stockage (cf. ci-dessous). Dans le cas de prélèvement de gros bois mort et de terreau de cavité il faut veiller à ne pas dépasser le volume de cette boîte.

Une fois l'échantillonnage de la station réalisé, le matériel obtenu est versé du récipient en plastique souple dans un sac en plastique transparent, identifié par une étiquette et fermé avec de la ficelle (Fig. 2). Tant que toutes les stations n'ont pas été échantillonnées, ainsi que durant les transports, les sacs en plastique transparent contenant le matériel tamisé doivent être gardés à l'ombre et au frais, sous peine de retrouver morts une partie ou la totalité des insectes récoltés. S'il n'est pas possible d'assurer ombre et fraîcheur au matériel tamisé, il est indispensable de remplacer les sacs en plastique par des sacs en toile qui limiteront beaucoup mieux l'impact négatif de la chaleur et de l'ensoleillement sur les insectes collectés. Il faut impérativement verser le contenu des sacs dans les boîtes de stockage dans la journée même du prélèvement.

Conservation du matériel tamisé

Le matériel tamisé est versé du sac dans la boîte de stockage quand elle est en place dans la boîte externe (Fig. 3). La boîte de stockage (34 cm x 29 cm x 24 cm), très ajourée, est sans couvercle et habillée sur ses côtés et son fond avec un maillage plastique de maille 2 mm. Il faut veiller à ce qu'un interstice de 3-5 mm de large (pas plus sinon le matériel tamisé « fuit » trop) soit ménagé dans le maillage plastique assez régulièrement le long des quatre arêtes verticales pour faciliter la sortie des insectes vers la boîte externe. La boîte de stockage est posée sur quatre cales en bois (hauteur 1-2 cm) pour faciliter l'évaporation de l'humidité de son contenu.

La boîte externe (55 cm x 38 cm x 29 cm) est en plastique transparent (boîte de rangement) avec une grande ouverture ménagée dans son couvercle (Fig. 4) ; cette ouverture est fermée par un voilage (maille un peu < 1 mm) afin de permettre l'évaporation de l'humidité et la dessiccation progressive de l'échantillon tout en empêchant la fuite vers l'extérieur des très petits coléoptères. Ce voilage est fixé tendu du côté interne du couvercle avec du scotch transparent (prévoir une large bande de sécurité scotchée en marge de l'ouverture). On peut augmenter la surface d'évaporation en procédant à des ouvertures supplémentaires sur un ou deux côtés, mais dans ce cas la manipulation de la boîte devient moins pratique et les risques d'accroc et de fuite d'insectes augmentent. La fermeture du couvercle doit être hermétique, grâce à un clip de blocage sur chaque petit côté du couvercle et de la boîte et grâce à la pose d'un joint d'étanchéité autocollant sur tout le rebord supérieur de la boîte. Le joint d'étanchéité doit être changé au moins tous les 2 ans ; l'intégrité du voilage et sa fixation au couvercle doivent être vérifiés régulièrement.

Les boîtes sont gardées hors d'un soleil direct, dans un endroit bien aéré et sec ; une température de 18 à 25° C est adéquate.

Récupération des Coléoptères

Pour récupérer les Coléoptères il est nécessaire de se procurer une boîte supplémentaire, identique à la boîte externe mais munie d'un couvercle intact ; un joint d'étanchéité n'est pas nécessaire.

Il est préférable de récupérer les insectes quotidiennement ; le début de matinée est le moment le plus propice car de nombreux insectes ont profité de la nuit pour sortir de la boîte de stockage et dans la journée certains peuvent la réintégrer. Beaucoup d'insectes étant très petits, il est indispensable de se placer dans un local avec un très bon éclairage et une surface de teinte blanche ou très claire sur laquelle poser les boîtes. On procédera de la manière suivante :

1) mettre la boîte de stockage dans la boîte supplémentaire ; remuer à la main le matériel qui est dans la boîte de stockage afin de faire passer ce qui était en dessous au-dessus et ce qui était à gauche à

- droite, en allant aussi dans les coins ; refermer la boîte supplémentaire;
- 2) lors de l'ouverture de la boîte externe veiller à récupérer les insectes posés sous son couvercle ; après avoir enlevé la boîte de stockage récupérer les insectes posés sur les parois et sur le fond de la boîte externe ; enlever les cales et les examiner, des insectes s'installant souvent dessous;
 - 3) bon nombre d'insectes restent en catalepsie ce qui les rend difficilement visibles ; en général, après deux à trois minutes la plupart d'entre eux se mettent en mouvement et deviennent alors visibles;
 - 4) lorsqu'il ne semble plus y avoir d'insectes dans la boîte externe, faire glisser lentement, à plusieurs reprises, les débris qui tapissent le fond de la boîte de gauche à droite et d'avant en arrière, en inclinant la boîte ou en soufflant légèrement sur les débris ; certains insectes se décident alors à bouger;
 - 5) la collecte terminée dans la boîte externe, bien nettoyer l'intérieur de cette boîte et enlever toute trace d'humidité avec du papier absorbant ; remettre les cales, la boîte de stockage, fermer le couvercle;
 - 6) examiner la boîte supplémentaire en procédant de la même manière qu'avec la boîte externe ; les insectes sont cette fois-ci beaucoup moins nombreux.

L'examen quotidien d'un échantillon selon la procédure décrite ci-dessus demande dix à vingt minutes, selon le nombre d'insectes présents. La récupération des plus petites espèces est parfois laborieuse ; l'utilisation d'un cure-dent en bois, mouillé avec de l'eau, semble la méthode la plus satisfaisante dans ce cas. Il faut compter de une à quatre semaines pour récupérer environ 90 % des espèces de Coléoptères présentes dans l'échantillon. La durée de cette période dépend de l'humidité, de la structure et du volume du matériel récolté, de la température et de l'hygrométrie de l'air à l'endroit où les boîtes sont gardées et de la tolérance à la dessiccation des espèces collectées.

Mécanismes mis en jeu

Deux mécanismes entrent en jeu pour faire passer les insectes de la boîte de stockage dans la boîte extérieure où ils sont récupérés : la dessiccation du matériel tamisé d'une part et son instabilité et son imprévisibilité d'autre part. Le dispositif reprend le principe de l'appareil de Berlese en favorisant la dessiccation du matériel tamisé, grâce à l'ouverture ménagée dans le couvercle de la boîte externe, au maillage entourant la boîte de stockage dépourvue de couvercle, aux cales laissant un espace entre celle-ci et le fond de la boîte externe, enfin grâce à l'aération manuelle quotidienne de ce matériel. Le chamboulement quotidien du matériel tamisé incite aussi les insectes à fuir cet habitat trop instable et trop imprévisible pour eux.

Résultats

Exemple

Dans le cadre de l'inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault) (cf. Taïb *et al.*, 2014), un échantillon a été collecté le 13 novembre 2015 à l'intérieur d'une petite étable ouverte sur l'extérieur, ainsi qu'en plein air contre ses murs et à proximité immédiate. L'échantillon était composé de cinq sous-échantillons, trois d'entre eux prélevés dans l'étable (foin et paille anciens, crottes sèches) et les deux autres prélevés à l'extérieur (paille et foin humides et moisis). La surface échantillonnée était donc de 0,8 m². Le volume du matériel après tamisage était de dix litres. Le dispositif a été gardé dans une maison à 18-20°C.

Chronologie de la récupération des Coléoptères

La récupération des Coléoptères a été faite quotidiennement et a été poursuivie sur une période de quarante jours. A la fin de cette période, cent-soixante-seize individus avaient été récupérés, représentant quarante-trois espèces et dix-sept familles. Lorsque dans un échantillon il y a beaucoup d'individus et d'espèces présents comme ici, on distingue clairement (Fig. 5 et Fig. 6) que l'on arrive plus rapi-

dement à la même proportion de récupération pour les espèces que pour les individus. Concrètement, 50 % des espèces recensées au bout de quarante jours ont été récupérées dès le deuxième jour, alors qu'il a fallu attendre dix jours pour que 50 % des individus comptés au bout de quarante jours soient récupérés ; de même, 90 % des espèces recensées au bout de quarante jours ont été récupérées après dix-huit jours, alors qu'il a fallu attendre vingt-neuf jours pour que 90 % des individus comptés au bout de quarante jours soient récupérés.

Ceci suggère qu'avec cette méthode on sait rapidement si l'échantillon sera ou non riche en espèces ; ceci suggère aussi que les individus retardataires ont peu de chances d'appartenir à des espèces non encore recensées. C'est le plus souvent par expérience que la durée de la période de récupération est choisie, selon les caractéristiques du micro-habitat échantillonné, le protocole utilisé et les groupes de Coléoptères ciblés. Toutefois, lorsque les micro-habitats échantillonnés sont très divers et que ce sont toutes les espèces de Coléoptères, ou un grand nombre, qui sont ciblées, le suivi chronologique du nombre cumulé d'individus et d'espèces s'avère très utile pour guider la prise de décision.

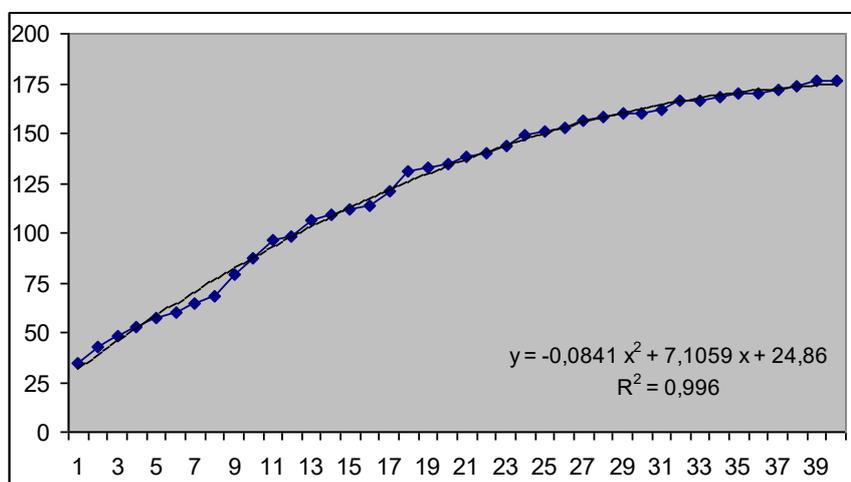


Fig. 5 : Nombre cumulé d'individus récupérés sur une période de quarante jours.

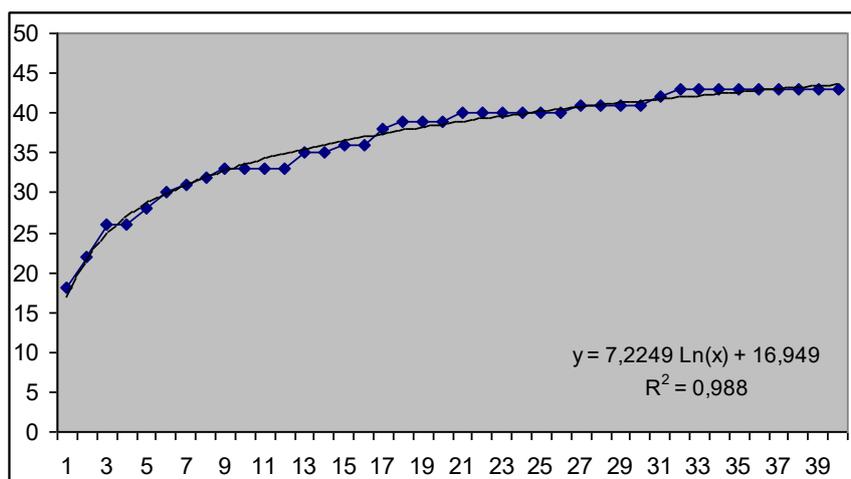


Fig. 6 : Nombre cumulé d'espèces recensées sur une période de quarante jours. Dans les deux cas, ajustement aux meilleurs modèles de distribution.

Liste des espèces

Trente-six des quarante-trois espèces recensées ont été déterminées à ce jour ; elles sont listées ci-dessous. Les trois quarts de ces espèces s'observent dans toute la France, ou presque, certaines sont cosmopolites ; le quart restant de ces espèces se rencontre surtout dans le sud de la France, avec six d'entre elles qui n'existent qu'en région méditerranéenne (cf. Tronquet, 2014). Une mention particulière pour *Myrmecixenus picinus* qui n'avait pas été signalée dans l'Hérault depuis au moins un demi-siècle (Soldati, 2007 et com. verb., 2015).

Anthicidae	<i>Hirticollis hispidus</i> Rossi, 1792
<i>Hirticollis quadriguttatus</i> Rossi, 1792	<i>Leptaleus rodriguessi</i> Latreille, 1804
<i>Omonadus bifasciatus</i> Rossi, 1792	<i>Omonadus floralis</i> Linnaeus, 1758
Aphodiidae	<i>Aphodius foetidus</i> Herbst, 1783
<i>Calamosternus granarius</i> Linnaeus, 1767	
Carabidae	<i>Calathus cinctus</i> Motschulsky, 1850
Coccinellidae	<i>Rhyzobius litura</i> Fabricius, 1787
Corylophidae	<i>Arthrolips picea</i> Comolli, 1837
Cryptophagidae	<i>Cryptophagus uncinatus</i> Stephens, 1830
<i>Ephistemus globulus</i> Paykull, 1798	
Curculionidae	<i>Strophosoma faber</i> Herbst, 1784
<i>Styphlus penicillus</i> Schoenherr, 1826	
Endomychiidae	<i>Holopamecus niger</i> Aubé, 1843
Erotylidae	<i>Cryptophilus integer</i> Heer, 1841
Histeridae	<i>Acritus nigricornis</i> Hoffmann, 1803
<i>Kissister minimus</i> Laporte de Castelnau, 1840	<i>Onthophilus globulosus</i> Olivier, 1789
Latridiidae	<i>Latridius minutus</i> Linnaeus, 1767
Monotomidae	<i>Monotoma picipes</i> Herbst, 1793
<i>Monotoma spinicollis</i> Aubé, 1837	
Mycetophagidae	<i>Litargus balteatus</i> LeConte, 1856
<i>Typhaea stercorea</i> Linnaeus, 1758	
Silvanidae	<i>Abasverus advena</i> Waltl, 1834
Staphylinidae	<i>Astenus uniformis</i> Jacquelin du Val, 1852
<i>Falagrioma thoracica</i> Stephens, 1832	<i>Hypomedon debilicornis</i> Wollaston, 1857
<i>Leptacinus sulcifrons</i> Stephens, 1833	<i>Lithocharis nigriceps</i> Kraatz, 1859
<i>Megalinus glabratus</i> Gravenhorst, 1802	<i>Omalium caesum</i> Gravenhorst, 1806
<i>Phacophallus parumpunctatus</i> Gyllenhal, 1827	<i>Quedius scintillans</i> Gravenhorst, 1806
Tenebrionidae	<i>Dichillus minutus</i> Solier, 1838
<i>Myrmecixenus picinus</i> Aubé, 1850	

Discussion et conclusion

Le tamisage et la récupération des insectes demandent de la disponibilité en temps et des manipulations précises, sans être complexes. La méthode exposée demande aussi un espace adéquat, mais qui demeure de dimension modeste car les boîtes utilisées sont compactes et destinées au rangement ; elle permet de traiter un échantillon de vingt litres de matériel tamisé par boîte. Elle ne nécessite ni un récipient récepteur avec un liquide, ni l'installation permanente d'une lampe de chauffage pour chaque échantillon. De plus, la transparence de la boîte externe et de la boîte supplémentaire permet de surveiller à tout moment, et sans manipulation, le passage des insectes hors de la boîte de stockage.

Il faut noter que certains insectes ne sortent pas de la boîte de stockage parce qu'ils ont été tués ou trop mutilés lors du tamisage, parce que la stimulation à fuir la boîte de stockage n'a pas été suffisante, enfin parce qu'ils ont été les victimes de prédateurs collectés avec eux dans l'échantillon. Pour limiter ces dernières pertes il faut, dès le début et tout au long du processus, récupérer et évacuer au dehors les prédateurs potentiels des Coléoptères (araignées, fourmis, chilopodes,...) qui sont souvent nombreux.

L'exemple donné pour illustrer cette méthode concerne un échantillon, collecté sur moins d'un mètre carré dans et autour d'une étable, qui a permis de recenser quarante-trois espèces de Coléoptères, dont trente-six espèces déterminées à ce jour ; les étables et les bergeries de la région méditerranéenne constituent des habitats souvent riches en espèces de Coléoptères, parfois rares (cf. par ex. Ponel & Perez, 2008). Avant ce tamisage, l'inventaire des Coléoptères du domaine des Blaquières comptait environ 300 espèces, recensées en 2013, 2014 et 2015, grâce à quatre méthodes principales - recherche à vue, battage, fauchage, piégeage attractif au sol et aérien - et deux méthodes accessoires - piégeage d'interception, piégeage à lampe UV - (G. Leplat, *in litt.*, 2016). Sur les trente-six espèces déterminées récupérées dans l'échantillon, trente et une n'avaient pas encore été recensées par les méthodes mises en œuvre dans l'inventaire du domaine des Blaquières, soit environ 10 % du total des espèces recensées.

Le tamisage permet sans aucun doute de collecter de nombreuses espèces de Coléoptères auxquelles on ne peut accéder par d'autres méthodes ; il est sans conteste indispensable pour établir un inventaire de qualité des espèces de Coléoptères présentes sur un territoire. Pourtant, déjà en 1956, Colas constatait avec surprise « combien l'usage du tamis est peu répandu en France ». Ce constat était toujours valable en 2009 quand Lemagnen regrettait que le tamisage soit « trop peu utilisé par les entomologistes actuels ». Il faut espérer que cet article aidera à mobiliser ceux qui ne sont pas encore convaincus de l'efficacité du tamisage.

Remerciements

Un grand merci à Gérard Leplat et Jacques Taïb pour leur aide sur le terrain et pour les renseignements transmis sur l'inventaire du domaine des Blaquières, à Philippe Ponel pour ses conseils, à Christof Germann (Naturhistorisches Museum der Burgergemeinde Bern), Nicolas Komeza, Christian Perez et Eric Rouault pour leur aide bibliographique.

Références citées

- Colas G., 1956. *Guide de l'entomologiste*. Boubée, Paris, 309 p.
- Germann C., 2014. Beitrag zur Praxis in der Entomologie: ein einfache und effiziente Gesiebe-Auslesemethode für Käfer (Coleoptera). *Entomo helvetica* **7** : 141-144.
- Lemagnen R., 2009. Techniques : tamisages, lavages et autres berlèses. *Invertébrés Armoricaïns* **3** : 19-22.
- Ponel P., Allemand R., Rouault E. & Perez C., 2012. Week-end entomologique d'automne dans le massif de l'Aigoual. *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **152** (1) : 10-22.
- Ponel P. & Perez C., 2008. Quelques bonnes captures entre Crau et Camargue : *Paromalus luderti* (Marseul, 1862), *Cyclodinus larvipennis* (Marseul, 1879) et *Platytomus tibialis* (Fabricius, 1798) dans les bergeries du

- Vigueirat (Bouches-du-Rhône) (Coleoptera Histeridae, Anthicidae, Aphodiidae). *L'Entomologiste* **64** : 295-297.
- Soldati F., 2007. Fauna of France and Corsica. Coleoptera Tenebrionidae (Alleculinae excluded). Systematic catalogue and Atlas. *Mémoires de la Société linnéenne de Bordeaux* **6** : 186 p.
- Stüben P.E., Bahr F. & Bayer C., 2000. Cryptorhynchinae-Exkursion in die Ost- und Zentralpyrenäen (Coleoptera: Cryptorhynchinae). *Weevil News* : 10 p.
- Taïb J., Duvallet 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.
- Tronquet M. (Ed.), 2014. Catalogue des Coléoptères de France. *R.A.R.E. suppl.* **XXIII**, 1052 p.
- Yvinec J.-H. & Bonneau P., 2008. *Le Berlèse*. <http://www.insecte.org/forum/index.php>
- White R.E., 1983. *A field guide to the beetles of North America*. Peterson field guides, New York, 368 p.

**Compte rendu de mon séjour à l'Arboretum de l'Hort de Dieu
Mont Aigoual (commune de Valleraugue, Gard)
du 14 au 17 août 2002 et du 31 août au 1 septembre 2002
Altitude : 1250 – 1350 m.**

Jean-Michel Maldès

Entomologiste - 34, rue du jeu de Mail, F-34270, Claret (maldes.jean-michel@orange.fr)

Résumé

Pour échantillonner les Diptera Asilidae et noter des observations biologiques. Deux séjours à l'arboretum de l'Hort-de-Dieu (Mont Aigoual, Gard), mi-août et début septembre 2002, permettaient la capture de dix espèces dans les limites de cette belle réserve. Plusieurs sont nouvelles pour la région Languedoc-Roussillon et le département du Gard.

Abstract

To sample individual Diptera Asilidae and record the biological findings. Two stays at the Hort-de-Dieu (Mont Aigoual, Gard), from mid-August to the beginning of September 2002, made possible the trapping of ten species within the boundaries of this beautiful reserve. Several of them are new for the Languedoc-Roussillon region and Gard department.

Un rêve, vieux de plusieurs années, s'est enfin réalisé. Pouvoir en effet passer quelques jours au refuge-laboratoire, créé par l'illustre botaniste Charles Flahault, à partir de 1908, pour faciliter des séjours d'étude, dans ce qui est aujourd'hui le magnifique Arboretum de l'Hort de Dieu, relevait effectivement d'un de mes souhaits les plus chers. Les travaux d'aménagement terminés depuis une dizaine d'années et en particulier l'alimentation en électricité par des panneaux solaires pour l'éclairage, permet aussi l'utilisation d'un frigidaire-congélateur et la mise à disposition d'une réserve d'eau chaude, qui désormais, avec un confort appréciable, offrent des conditions de travail parfaites en un lieu aussi retiré. Deux chambres à l'étage avec cabinet de toilette font office de dortoir et au rez-de-chaussée, une salle à manger avec une vaste cheminée et tout le nécessaire pour faire la cuisine, jouxte une vaste pièce bien éclairée par une série de larges fenêtres qui est le laboratoire. Un poêle à bois autorise même les séjours pendant les périodes froides en hiver, car la bâtisse, bien que jouissant d'une bonne exposition au sud, est située à l'altitude de 1 319 m. Fort heureusement à l'abri des redoutables conditions météorologiques que subit juste au-dessus la station sommitale à 1 565 m.

Résultats de mes recherches entomologiques concernant en particulier les insectes appartenant à l'ordre des Diptera (mouches au sens large) et à la famille des Asilidae (mouches brigands !)

Les insectes diptères composant cette famille sont des prédateurs tant à l'état adulte qu'à l'état larvaire. Les adultes se tiennent à l'affût sur les troncs vivants ou morts, les souches et les branches basses sèches des arbres chauffés par le soleil. Certains se trouvent toujours à l'extrémité de branches mortes des arbres à une hauteur dépassant rarement 2,50 m. à 3,50 m. D'autres fréquentent le feuillage des arbres ou celui par exemple des ronces toujours bien ensoleillées. D'autres enfin se tiennent sur le sol

ou sur les pierres des sentiers et des pistes. Ce sont les milieux « ouverts » qu'affectionnent particulièrement les **Asilidae** et les lisières des forêts. La nature physique du sol, pour les espèces en particulier qui y pondent directement, joue un très grand rôle et certaines ne se trouvent que dans les zones sablonneuses. Les larves se développent au dépend des larves d'autres insectes qui sont dans le sol ou qui vivent dans le bois en décomposition. Cette famille compte à l'échelle mondiale environ 5 000 espèces, surtout abondantes dans les régions tropicales et subtropicales, la faune de France qui réserve encore bien des surprises atteint les 180 espèces ! La prédation des abeilles par quelques rares espèces pourrait les faire considérer comme nuisibles, mais ils jouent cependant un rôle important dans la régulation des populations des autres arthropodes.

Les conditions microclimatiques engendrées par la présence des « vieux » arbres » de l'Arboretum et les nombreux « gîtes » qu'offrent aux xylophages et saproxylophages la présence de nombreux troncs et souches en décomposition de ces différentes essences sont indiscutablement favorables au développement d'un très grand nombre d'espèces d'insectes. C'est le cas aussi pour les coupes d'éclaircissement pratiquées récemment, créant ainsi de belles clairières.

Parmi les diptères **Asilidae**, ce sont trois genres appartenant à la sous-famille des **Laphriinae** qui sont dans une première approche les mieux représentés dans les limites de l'Arboretum : **Andrenosoma** avec une espèce, **Laphria** avec deux espèces et **Choerades** avec trois espèces.

LAPHRIINAE

Andrenosoma : la biologie des espèces de ce genre, dans notre faune, est comparable à celle des *Laphria*. Les adultes se tiennent sur les troncs morts ensoleillés chassant et s'accouplant à la date de mes observations. Quatre ou cinq espèces en France, surtout dans le sud de notre pays.

Andrenosoma albibarbe (Meigen, 1820)

Trois ♂ le 14.07.2003, dans le courant de la matinée, sur branches mortes à terre près des troncs d'épicéa dénudés.

Deux ♂ et une ♀, l'après-midi sur ces mêmes troncs d'Épicéa, dont un mâle et une femelle in copula. Cette espèce semble se prêter facilement à une approche lorsqu'elle se trouve sur ces troncs bien ensoleillés, pouvant ainsi faire l'objet d'observations sur ses comportements.

Laphria : les espèces de ce genre sont considérées comme les plus beaux diptères de notre faune, leur livrée rappelle celle des bourdons et leur taille varie de 13,5 mm à 29 mm. Les adultes se tiennent sur les souches et les troncs des arbres morts ou vivants bien ensoleillés, chassant activement les autres insectes pour s'en nourrir. La ponte s'effectue dans les fissures des troncs morts, les larves étant prédatrices d'autres larves d'insectes xylophages. Ce genre est représenté dans les grandes régions biogéographiques suivantes : afrotropicale, néarctique, paléarctique, orientale, néotropicale et australienne. Six espèces en France.

Laphria flava (Linnaeus, 1761) Photo 1

C'est l'espèce la plus commune du genre en ce qui concerne notre faune. Elle est largement répandue en Europe dans les zones montagneuses et s'observe jusque vers 2 200 m (non signalée du département de l'Hérault dans Tomasovic et Maldès 1997, voir la référence en fin de rapport) A l'Hort de Dieu les adultes sont assez faciles à observer et j'ai pu suivre la ponte d'une femelle, dans une souche d'épicéa *Picea abies* (L.) Karsten., dans la clairière près des *Sequoiadendron giganteum* Buchholtz., le 17.08.2002, insérant ses œufs dans les fissures du bois en cherchant avec l'extrémité de son abdomen ces fissures. Ce comportement est identique à celui d'une femelle de *Choerades marginata* (Linnaeus, 1758) observée également le même jour sur une bille d'épicéa, près du laboratoire.

Deux ♂ le 14.08.2002 – quatre ♂ et trois ♀ le 01.09.2002, sur souches d'Épicéa, dans la clairière située au-dessus du laboratoire (capteurs solaires) un des exemplaires avait comme proie le Coléoptère

Coccinellidae *Coccinella septempunctata* L., un autre un Hétéroptère Miridae.

Deux ♀ et deux ♂ le 16.08.2002 dans la clairière près des Séquoia, sur les souches d'Épicéa (une ♀ avec comme proie un ailé d'Hyménoptère Formicidae). Un ♂ le 17.08.2002 au même endroit. Un ♂ le 01.09.2002 dans la clairière près de la stèle C. Flahault.

Laphria ephippium (Fabricius, 1781)

Petite clairière au-dessus du laboratoire sur tronc de *Pinus laricio* ou *P. uncinata* Ramon. C'est un peu une « surprise » que la capture de cette espèce qui est surtout l'hôte des fraîches ripisylves dans les parties basses de la région méditerranéenne. Cependant elle est aussi signalée de la France septentrionale (Oise), du Massif Central (Puy de Dôme) et des Hautes-Pyrénées. Une seule signalisation pour le Gard m'était connue : Massif de l'Aigoual, Col du Minier, 1 264 m, Commune de Bréau et Salagosse, 14.07.1995, un ♂, Dr. Bataille réc. (aucune signalisation pour le Languedoc-Roussillon dans la publication de 1997).

Un ♂ le 14.08.2002.

Choerades : ressemblent à des *Laphria* et furent pendant longtemps placées dans ce genre, leurs comportements et leur biologie sont identiques. Genre représenté dans les régions suivantes : afrotropicale, paléarctique et orientale. Une dizaine d'espèces en France.

Choerades gilva (Linnaeus, 1758) Photo 2

Clairière près des Séquoia sur tronc d'un jeune *Fraxinus excelsior* L. C'est une belle espèce peu commune et qui se prend souvent par exemplaire isolé. Elle remonte haut en altitude jusqu'à 2 400 m. et se trouve dans une grande partie de l'Europe, Russie, Asie (Mongolie), Japon, également présente dans la région néarctique (Canada, USA). Aucune signalisation pour le Languedoc-Roussillon dans la publication de 1997. J'ai capturé une ♀ le 31.08.2002 dans les bois de *Pinus sylvestris* L. situés sur la commune de Veyreau, près de Saint-Jean de Balmes, dans le département de l'Aveyron (Causse Noir) tout proche. C'est donc la première signalisation pour le département du Gard et la région Languedoc-Roussillon.

Une ♀ le 16.08.2002.

Choerades marginata (Linnaeus, 1758) Photo 3

C'est de loin à l'Hort de Dieu l'espèce la plus commune à cette époque de l'année. Répandue dans « toute la France » (Séguy 1927), bien représentée en Europe et dans quelques régions de Russie.

Deux ♂ et une ♀ le 14.08.2002 : sur tronc de *Pseudotsuga menziesii* Franco, le long de la piste montant du laboratoire au parking.

Deux ♀ le 16.08.2002 : sur souche d'Épicéa dans la clairière près des Séquoia.

Trois ♂ le 17.08.2002 : dans la partie de hêtraie en mélange avec des pins laricio au-dessus de la bergerie en ruine, semble donc aussi se trouver dans des zones peu éclairées.

Dix ♂ et une ♀ le 31.08.2002 : sur les troncs des *Fraxinus*, dans la clairière se trouvant à l'intersection du ravin Michaux et du ravin Thunberg.

Trois ♀ le 01.09.2002 : sur les souches d'Épicéa de la clairière au-dessus du laboratoire (près des capteurs solaires).

Un ♂ et une ♀ le 01.09.2002 : sur les troncs d'Épicéa coupés dans la clairière située en-dessous des *Abies cephalonica* Loud et *A. numidica* de Lannoy.

Trois ♂ le 01.09.2002 : dans la clairière entre la stèle de C. Flahault et le ruisseau donnant dans le Valat de Trapeloup.

Dix ♂ et une ♀ le 31.08.2002.

Choerades fimbriata (Meigen, 1820)

Petit sentier entre les spirées, en-dessous des sapins nobles *Abies procera* Rehder. C'est la première

signalisation pour le département du Gard ! Espèce bien représentée dans la partie ouest de l'Europe et certaines régions de la Russie.

Une ♀ le 31.08.2002 qui s'est posée imprudemment sur moi !

STENOPOGONINAE

Lithoeciscus : genre monospécifique à distribution paléarctique. L'espèce se tient sur les troncs morts ou vivants ensoleillés, dans les clairières. Elle ressemble aux espèces du genre *Holopogon*. Espèce non signalée dans la littérature comme se trouvant en France. Actuellement connue de Savoie, Vaucluse, Gard, Lozère et Pyrénées-Orientales.

Lithoeciscus heydenii (Loew, 1871) Photo 4 (♂)

Cette espèce se tenait surtout sur les billes d'Épicéa abattus et sur l'écorce des troncs vivants d'*Abies* bien ensoleillés. Compte tenu de sa taille (6 mm), de sa couleur sombre, et de sa vélocité, sa capture reste difficile...

Un ♂ le 14.08.2002 sur tronc d'*Abies* vivant dans la clairière en-dessous des *Abies numidica* et *A. cephalonica*.

Un ♂ le 16.08.2002 (station non repérée).

Deux ♂ le 31.08.2002 et deux ♂ le 01.09.2002 dans la clairière située en-dessous des *Abies numidica* et *A. cephalonica*, sur les troncs coupés d'Épicéa.

ASILINAE

Tolmerus : les espèces sont de taille moyenne et se trouvent sur le sol mais plus communément sur les pierres ensoleillées. Genre présent dans la zone paléarctique et néarctique. Une dizaine d'espèces en France.

Tolmerus atricapillus (Fallén, 1814) Photos 5 (♀) et 6 (♂)

Assez peu d'exemplaires de cette espèce. Présente dans une grande partie de la France et de l'Europe jusqu'à 2300 m. d'altitude. Nouvelle pour le Gard !

Deux ♂ et trois ♀ le 01.09.2002 dans la clairière située tout près du laboratoire, à l'ouest, sur des pierres de taille toujours moyenne.

Un ♂ le 01.09.2002 dans la clairière située en-dessous des *Abies numidica* et *A. cephalonica*.

Tolmerus poecilogaster (Loew, 1849)

Un seul exemplaire dans la zone intérieure de l'Arboretum, plus abondant sur la piste de la Fageolle (cinq ♂ et deux ♀ le 15.08.2002). Espèce d'Europe centrale. Première signalisation pour le Gard et nouvelle pour la région Languedoc-Roussillon.

Un ♂ le 1.09.2002 dans la clairière située tout près du laboratoire avec *Tolmerus atricapillus* (Fallén, 1814).

Neoitamus : les espèces de ce genre se tiennent communément à l'extrémité des branches sèches d'arbres divers. Quatre ou cinq espèces signalées de France.

Neoitamus socius (Loew, 1871)

Un ♂ et une ♀ : 14.07.2003, sous-bois Allée Magnol, hêtraie, sur grosses branches coupées au sol, alt 1340 m.

Trois ♀ : 14.07.2003, clairière en-dessous des *Abies cephalonica* et *A. numidica*, sur branches sèches un peu hautes des *Abies*. Espèce nouvelle pour la région Languedoc-Roussillon.

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier Monsieur Guy Monzo, chef de district O.N.F., qui m'a autorisé à effectuer ces séjours au refuge laboratoire de l'Arboretum de l'Hort de Dieu. Merci à Messieurs Adrien Chauveau et Vincent Baills, dynamiques jeunes stagiaires pour leur agréable compagnie, sans oublier Monsieur Mario Kleszczewski qui met beaucoup d'énergie et de talent à maintenir dans ce remarquable site des espaces attractifs et instructifs pour les visiteurs.

Références bibliographiques

Séguy E., 1927. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Office Central de Faunistique. *Faune de France : DIPTÈRES (BRACHYCÈRES) (ASILIDAE)* 17, 190 p., Paul Lechevalier, PARIS.

Tomasovic G. et Maldès J.-M., 1997. Première liste de Diptères Asilidae de la circonscription administrative du Languedoc-Roussillon. *Bulletin et Annales de la Société Royale belge d'Entomologie* 133 : 309-314.



Planche photos

Photo 1 : *Laphria flava* ♂

Photo 2 : *Choerades gilva* ♀

Photo 3 : *Choerades marginata* ♀

Photo 4 : *Lithoeciscus heydenii* ♂

Photo 5 : *Tolmerus atricapillus* ♀

Photo 6 : *Tolmerus atricapillus* ♂

***Aulonosoma tenebrioides* Motschulsky, 1858 (Coleoptera, Passandridae) espèce d'Asie tropicale observée à Mauguio (Hérault)**

Max Debussche

650 rue des Érables, F-34980 Saint-Gély-du-Fesc (mdebussche@orange.fr)

Résumé

L'horticulture est de loin le premier vecteur d'introduction d'insectes exotiques en France métropolitaine et en Europe ; l'Asie est la région d'origine la plus fréquente de ceux-ci. Dans ce contexte, *Aulonosoma tenebrioides*, espèce d'Asie tropicale, a été observée dans une jardinerie près de Montpellier (Hérault) sur des cannes de bambou provenant des Philippines. Avant cette observation, l'espèce n'avait pas été signalée en France.

Mots-clés : *Aulonosoma tenebrioides*, espèce exotique, horticulture, Coleoptera, France méditerranéenne.

Abstract

Horticulture is by far the main vector of introduction for exotic insects in metropolitan France and in Europe. Most of these exotic insects originate from Asia. In this context, *Aulonosoma tenebrioides* was observed in a garden center near Montpellier (Mediterranean France) on bamboo canes imported from Philippines. Up to this observation, this species had not been signaled in France.

Key-words : *Aulonosoma tenebrioides*, exotic species, horticulture, Coleoptera, Mediterranean France.

Introduction

Les échanges commerciaux actuels permettent la diffusion à l'échelle globale de très nombreuses espèces hors de leur aire de distribution naturelle. Ce sont des nombres énormes d'insectes qui transitent passivement sur de longues distances grâce aux moyens de transport les plus divers (cf. par ex. Stanaway *et al.*, 2001, pour les cargos chargés de conteneurs). L'horticulture est le premier vecteur d'introduction des insectes exotiques en France métropolitaine, et de loin (54 % des espèces quand le vecteur est identifié) (Denux, 2013), comme en Europe (Rabitsch, 2010). L'Asie est le plus important pourvoyeur d'insectes exotiques introduits non volontairement en France (Denux, *ibid.*).

En 1996, Williamson propose une règle à objectif pédagogique, en prenant le risque d'être caricatural : pour mille espèces introduites hors de leur aire de distribution naturelle, cent se maintiennent de manière fugace, dix se naturalisent et une devient envahissante. Les mécanismes stochastiques, démographiques, écologiques et génétiques pouvant expliquer les succès et insuccès d'installation des espèces exotiques ont été largement explorés et discutés. De plus, le choix d'une terminologie précise pour qualifier les états dynamiques cités par Williamson a donné lieu à de très nombreuses articles (cf. par exemple Richardson *et al.*, 2000, dans le cas des plantes exotiques).

Observations

Deux *Aulonosoma tenebrioides* Motschulsky, 1858 (Coleoptera, Passandridae) (Fig. 1) sont observés le 22 avril 2015 dans une jardinerie de Mauguio (Hérault), avec une dizaine de *Dinoderus minutus* Fabricius, 1775 (Bostrichidae) et un *Cryptolestes* sp. (Laemophloeidae). Tous ces coléoptères sont morts, certains récemment. Ils se trouvent au sommet de cannes de bambou, stockées verticalement, dans les petites cuvettes au-dessus des nœuds supérieurs ainsi que dans les toiles d'araignées fermant les cavités. Certaines cannes sont minées de galeries dans l'épaisseur de leurs parois avec un peu partout de la fine

sciure fraîche issue du travail des insectes. Le bambou est importé des Philippines. A l'évidence le traitement insecticide mentionné par le vendeur n'a pas été suffisant.



Fig. 1 : *Aulonosoma tenebrioides* (l = 3,5 mm), Manguio (Hérault), 22 avril 2015. (Photo MD)

Discussion et conclusion

Aulonosoma tenebrioides est une espèce d'Asie tropicale et subtropicale (Sri Lanka, Sulawesi, Timor, Papouasie-Nouvelle Guinée, Vietnam, Philippines), introduite en Afrique orientale et signalée aussi une fois en Allemagne (Burckhardt & Slipinsky, 1991). Cette espèce est prédatrice des larves de Lyctinae et de Bostrichinae dans le bambou naturel et dans le mobilier en bambou et en rotin (Burckhardt & Slipinsky, *ibid.*). Dans le cas présent, elle doit s'attaquer à *Dinoderus minutus*, espèce inféodée au bambou et observée de temps à autre en France dans le bambou ouvré (Brustel *in* Tronquet, 2014). L'observation dans une jardinerie de cette espèce asiatique est cohérente avec les modalités d'introduction des insectes exotiques en France métropolitaine. Il est probable qu'une grande partie du voyage de l'espèce depuis les Philippines a eu lieu dans un conteneur chargé sur un cargo.

Aulonosoma tenebrioides n'a pas encore été signalé à ce jour dans notre pays (cf. Aberlenc & Brustel, 2014). Cette espèce n'est pas citée dans la liste des espèces de Coléoptères exotiques naturalisées en Europe alors que l'une de ses proies, *Dinoderus minutus*, présente à Manguio, y figure (Denux & Zagatti, 2010). Compte tenu du type de climat existant dans son aire d'origine, il semble impossible que

cette espèce exotique puisse se maintenir actuellement en France, même fugacement, en dehors des bâtiments chauffés. Il est très probable qu'une pression d'observation accrue dans les jardinerie permettrait d'y revoir *Aulonosoma tenebrioides*... avec bien d'autres espèces exotiques.

Remerciements

Un grand merci à Daniel Burckhardt (Museum d'Histoire Naturelle de Bâle) pour son aide bibliographique.

Références bibliographiques

- Aberlenc H.-P. & Brustel H., 2014. Espèces interceptées, introduites et invasives : 60-77. *In* : Tronquet M. (Ed.), Catalogue des Coléoptères de France. *R.A.R.E. suppl. XXIII*.
- Brustel H., 2014. Bostrichidae : 451-453. *In* : Tronquet M. (Ed.), Catalogue des Coléoptères de France. *R.A.R.E. suppl. XXIII*.
- Burckhardt D. & Slipinsky S.A., 1991. A review of the Passandridae of the world (Coleoptera, Cucujoidea). III. Genera *Anisocerus*, *Aulonosoma*, *Passandrella*, *Passandrina*, *Scalidiopsis* and *Taphrosclidia*. *Revue suisse de Zoologie* **98** (3) : 453-497.
- Denux O., 2013. *Les caractéristiques des insectes exotiques établis en France différent-elles de celles observées dans le reste de l'Europe ? Analyse des processus d'expansion spatiale en Europe*. Master 2 Sciences Biologiques, Université d'Orléans, 29 p.

- Denux O. & Zagatti P., 2010. Coleoptera families other than Cerambycidae, Curculionidae *s.l.*, Chrysomelidae *s.l.* and Coccinellidae. Chapter 8.5. *In* : Roques A. *et al.* (Eds), Alien terrestrial arthropods of Europe. *Biorisk* **4** (1) : 315-406.
- Rabitsch W., 2010. Pathways and vectors of alien arthropods in Europe. Chapter 3. *In* : Roques A. *et al.* (Eds), Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk* **4** (1) : 27-43.
- Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta D. & West C.J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions. *Diversity and Distributions* **6** : 93-107.
- Stanaway M.A., Zalucki M.P., Gillespie P.S., Rodriguez C.M. & Maynard G.V., 2001. Pest risk assessment of insects in sea cargo containers. *Australian Journal of Entomology* **40** : 180-192.
- Williamson M., 1996. *Biological invasions*. Chapman & Hall, London, 256 p.

Quelques acariens fossiles, ou « l'avenir de l'acarologie est-il dans le passé » ?

Michel Bertrand

michel.bertrand@univ-montp3.fr

To understand why it is found in some continents and not in others involves knowledge of the evolutionary history of the group itself and of the geological histories of land-masses, as the processes of continental drift transported them across the globe, splitting them asunder or welding them in new patterns.

(Cox C.B., Healey I. N., Moore P.D.

Biogeography : an ecological and evolutionary approach,
Blackwell Sci. 1976, Part 1: 194p.)

Résumé

Les acariens sont anciens, leur origine sur les continents remonte à l'ère primaire et, en se basant sur les publications d'exemplaires connus fossiles, cet article tente de montrer la diversité des problématiques soulevées par leur étude, notamment par l'apparition précoce de formes très semblables aux formes actuelles. À partir de quelques exemples, quelles sont les grandes conclusions que l'on peut tirer de leur examen ? Leur apparition et spécialisation précoce. L'analyse de leur répartition ne peut se faire sans tenir compte des grands changements de position relative des grands continents et des grandes étapes subies au cours des temps. L'ambre est la source principale de fossiles, et l'exploitation récente de spécimens commence à éclairer d'un jour nouveau notre connaissance de ce groupe diversifié et complexe qui a colonisé les différents milieux disponibles sur notre planète.

Mots clés : acariens, évolution, paléontologie, biogéographie.

Abstract

The origin of the mites (Acari) is rooted in the Primary Era, and this article, based on recent fossil data, initiates to the diversity of the problems that the study of the fossil mites can illustrate. Though the ancient origin of the mites (late Palaeozoic), the fossils show first the early specialization and too that the Mesozoic fauna has inherited of a mite diversity which was very similar to the extant fauna. The precocious birth of the mites and the early specialization of the different phyla need to pay a large attention to the major changes in the position of the continents, as the data on the different steps endured all along the past, notably in the analyze of the mite distribution. Amber is the main source of fossils and the recent discoveries of diverse fossils gave new precision on this group, that succeeded in the colonization of each of the potential habitats on the planet.

Keywords : mites, evolution, paleontology, biogeography.

Introduction

À l'origine des acariens

On suppose que les organismes actuels descendent de leurs ancêtres du Cambrien (voire de l'Ediacarien) période où tous les embranchements biologiques actuels (et aussi ceux qui sont éteints !) trouveraient leurs racines. Cette origine remonterait donc à plus de 530 millions d'années : c'est la vision admise et popularisée par Stephan Jay Gould (1991). Parmi les animaux les plus anciens et

toujours présents, les Arthropodes sont en bonne place pour récolter une des palmes de l'ancienneté : ils étaient présents au Cambrien. En effet l'acquisition de leurs caractéristiques morphologiques fut précoce : les Euarthropodes¹ ont acquis successivement (1) le processus de mue, (2) ont subi l'arthrodisation², (3) ont développé des articles biramés, (4) la différenciation entre appendices locomoteurs et buccaux, (5) la différenciation du corps en trois tagmes et la céphalisation. Si les crustacés sont restés liés au milieu aquatique, d'autres ont pu investir (et se diversifier) le milieu terrestre. Les « précurseurs » Onychophores et les Tardigrades³ en sont restés aux stades 1 et 2 (soit les Pararthropodes), ce qui ne les a pas empêché de coloniser les terres et, comme les Pentastomides (qui eux sont devenus ensuite parasites), étaient déjà présents au Cambrien. Tout ceci induit à faire remonter les racines des Panarthropodes (Euarthropodes et Pararthropodes) aux périodes géologiques antécambriennes (Maas & Waloszek, 2001).

A la conquête des continents

On peut penser que l'extrême diversité des arthropodes, et sa précocité, sont certainement liées à (i) leur plasticité, à (ii) leur aptitude à adapter leur mode de vie à de nouvelles conditions, (iii) à la sortie précoce des habitats aquatiques dès que les conditions, favorablement confortées par le développement de la végétation terrestre, ont permis leur installation et (iv) à la radiation dans ces nouvelles conditions ; sans oublier (v) leur remarquable résistance qui a permis d'assurer leur survie. La végétation terrestre a rapidement (à l'échelle géologique !) été suffisamment dense pour que l'on puisse relever il y a 420 Ma des traces fossiles d'incendies de flore terrestre, donc attestant de l'avènement de plantes vasculaires sur des terrains secs (Scott & Glaspool, 2006). Cet environnement était donc, très tôt, favorable aux Arachnides terrestres tels que nous les connaissons actuellement.

S'il est difficile d'en déterminer les étapes, l'origine des groupes d'Arachnides terrestres est généralement estimée sur une période s'étendant entre le Cambrien et l'Ordovicien. Il est vraisemblable que leur diversification (on suppose une radiation basale favorisée par les conditions favorables d'habitats et de ressources) s'est effectuée au Silurien comme c'est le cas pour les Opilions (Garwood *et al.*, 2014).

Donc, dès le Silurien, les Arthropodes terrestres (y compris des Arachnides) ont certainement commencé à jouer un rôle identique à celui qu'ils tiennent actuellement : dans la structuration des sols, et dans le recyclage de la matière organique. Comme les champignons (et donc les mycorhizes) le développement de leurs populations a dû accompagner la structuration des paysages de cette époque sachant que les plus anciens restes de végétaux terrestres sont identifiés dès la fin du Silurien et que des boulettes fécales fossilisées (coprolithes) de collemboles et d'acariens ont été découvertes dans les dépôts du Carbonifère (Kenrick *et al.*, 2012). Enfin, dès le Silurien ont été identifiées des traces de terriers terrestres attribuées à des Myriapodes terrestres, il y a donc entre 485 et 444 Ma (Retallack, 1987) ; l'habitat préférentiel des acariens, le sol, peut accueillir des acariens édaphiques dès cette époque (Fig. 1).

Rappel sur la systématique des acariens

D'où viennent les acariens et que représente ce groupe ? Outre qu'il s'agit d'Arachnides, on considère qu'ils correspondent à une forme biologique et on en a fait une sous-classe (Tab. 1), bien que certainement ce soit un ensemble polyphylétique. On suppose que deux grandes lignées qui ont pu partager

¹ C'est à dire actuellement les Chéliceriformes (Chélicérates, les Pycnogonides), et les Mandibulates (les Pancrustacés dont les Crustacés et Hexapodes ou Insectes, et les Myriapodes).

² Arthrodisation : organisation segmentaire du corps avec des articulations intersegmentaires assurées par une zone plus souple entre des surfaces plus rigides.

³ On a trouvé des fossiles de Tardigrades du Cambrien, (530 Ma en Sibérie) avec une caractéristique originale : seulement trois paires de pattes alors que toutes les autres espèces connues ont quatre paires d'appendices locomoteurs.

Super-Ordre	Ordre	Sous-Ordre	Habitat	Super-Famille (SF) ou Cohorte (C)			
Parasitiformes (=Anactinotrichida)	Opilioacarida		Terrestres, des régions chaudes	SF Opilioacaridea			
	Holothyrida			SF Holothyroidea			
	Ixodida		Parasites	SF Ixodoidea= Tiques			
	Mesostigmata	Sejida	Acariens édaphiques essentiellement	Sejida = 1 superfamille			
Trigynaspida		Trigynaspida = 2 cohortes et 7 superfamilles					
Monogynaspida		Monogynaspida = 5 cohortes, dont Gamasina et Uropodina.					
Super-Ordre	Ordre	Sous-Ordre	Habitat	Super-Cohorte (SC) ou Cohorte (C)			
Acariformes (=Actinotrichida)	Trombidiformes	Sphaerolichida*	Acariens édaphique, sauf Halacariens (marins et d'eaux douces)	2 super familles		PROSTIGMATATA	
		Prostigmata		SC Labidostomides			
				SC Eupodides			
		Prostigmata	Terrestres, aquatiques, à stade(s) parasite(s), ou parasites	SC Anystides			
				SC Eleutherengonides			
	Sarcoptiformes	Endeostigmata	Edaphiques, terrestres...	4 Cohortes		16 superfamilles	
		Oribatida	Edaphiques	SC Paleosomatides			
			Edaphiques	SC Enarthronotides			
			Edaphiques	SC Parahyposomatides			
				SC Mixonomatides			
Edaphiques, ou parasites (i.e. Sarcoptes)	Edaphiques, ou parasites (i.e. Sarcoptes)	SC Desmonomatides**		C Nothrina C. Brachypilina C. Astigmatina			

Tableau 1 : La sous-classe des Acariens, et subdivisions (d'après Lindquist, Krantz et Walter, 2009) et les principales correspondances.

* Sphaerolichida : deux superfamilles,

** Nothrina, une superfamille, Brachypilina vingt-quatre superfamilles, Astigmatina: dix superfamilles.

Note : les Astigmatas ont été rattachés aux Oribates de même que certains Endéostigmatas qui ont perdu les Sphaerolichidae, mais auxquels on a rattaché l'ancienne famille des Nématolycidés, acariens au corps allongés vivant dans des substrats sableux (i. e. *Gordialycus tuzetiae* des sables de dunes du littoral languedocien).

une origine commune, par une évolution buissonnante, ont donné naissance aux deux grands groupes diversifiés d'acariens, mais aussi à d'autres lignées dont certaines ont disparu (par exemple les

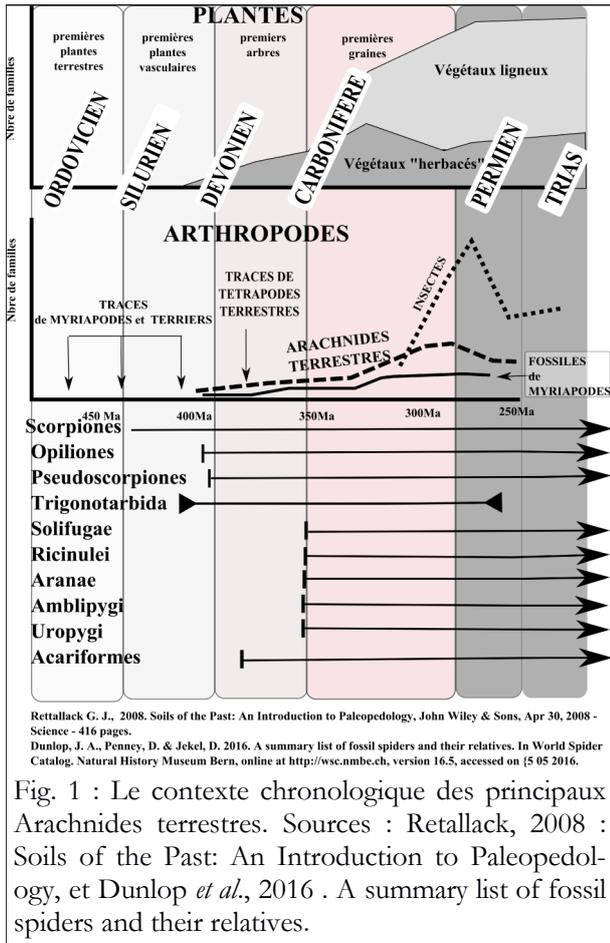


Fig. 1 : Le contexte chronologique des principaux Arachnides terrestres. Sources : Retallack, 2008 : Soils of the Past: An Introduction to Paleopedology, et Dunlop *et al.*, 2016 . A summary list of fossil spiders and their relatives.

La forme biologique « acarien », qui recouvre donc plusieurs lignées, aurait conquis l'écosystème terrestre au moins durant le Silurien. La découverte d'une espèce phorétique d'Oribate atteste que des liens interspécifiques avec d'autres Arthropodes ont déjà pu s'y développer en même temps qu'émergeaient les insectes. Citons aussi pour mémoire l'hypothèse (hasardeuse) que des acariens phorétiques existaient il y a 430 Ma comme alternative à d'autres interprétations de fossiles (Piper, 2016). Si cette dernière hypothèse était confirmée, cela voudrait dire que des acariens avec un comportement identique à celui de nos Uropodes phorétiques d'insectes à la deutonymphé, étaient déjà

Trigonotarbides⁴), ou d'autres qui perdurent actuellement (Opilioacarides⁵) et qui ont conservé un certain nombre de caractères ancestraux partagés avec l'un ou l'autre des deux grands types d'acariens. Résumons brièvement quelques acquis récents et d'autres plus anciens : les « acariens » sont divisés en deux grands groupes : les Actinotrichida et les Anactinotrichida de Grandjean (1969), et en conséquence on considère que les Parasitifomes⁶ (connus généralement comme les « Gamases ») et les Tiques sont plus proches entre eux qu'avec les Acariformes comme cela a été repris par Van der Hammen 1989 (Fig. 2, Fig. 3). La diversification « primaire » des ancêtres communs aux deux grandes lignées a précédé le Carbonifère, période où l'arachnofaune terrestre est déjà bien structurée, et avec des Arachnides déjà très semblables aux nôtres : les fossiles en attestent i.e. l'« araignée » *Idmonarachne brasieri* du Stéphanien, (305–299 Ma) de Montceau-les-Mines, France (Garwood *et al.*, 2016), la présence d'un Oribate phorétique sur un insecte (Orthoptère) présent dans les forêts du continent chinois d'il y a 250 Ma (Fig. 4) (Robin *et al.*, 2016).

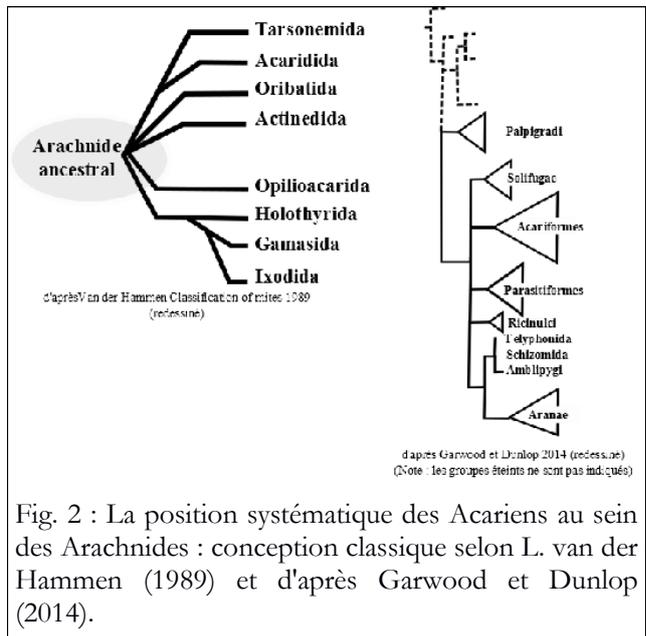
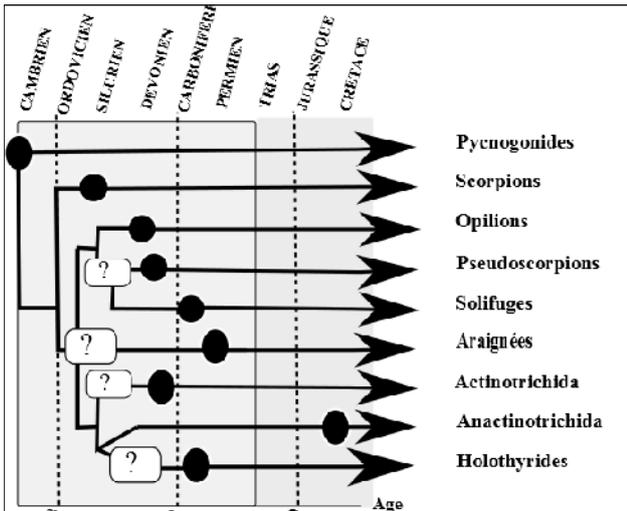


Fig. 2 : La position systématique des Acariens au sein des Arachnides : conception classique selon L. van der Hammen (1989) et d'après Garwood et Dunlop (2014).

⁴ Les *Trigonotarbides* apparaissent en même temps que les Araignées. On les considère proches des Acariens mais aussi des Palpigrades. L'ordre des *Trigonotarbides* est donc un ordre éteint d'arachnides terrestres parfois d'assez grande taille (>1cm) récoltés sur tous les continents dès le Silurien et n'ayant pas survécu après le Permien. Ils ne présentent pas une constriction entre céphalothorax et abdomen et seraient proches des acariens.
⁵ Les *Opilioacarides* sont des arachnides des contrées chaudes, qui ont été rangés dans ou à côté des Acariens, proches ou voisins probable des tiques et des mésostigmatés, mais plusieurs possibilités sont en discussion ... (voir Dunlop & Alberti, 2007).
⁶ Terme mal choisi puisque les parasitifomes sont surtout des formes libres, souvent prédatrices !



Ancienneté des fossiles d'arachnides et évaluation de leur âge. (Inspiré de Dunlop et Selden, 2009)

Fig. 3 : Ancienneté des fossiles d'Arachnides et évaluation de leur âge d'après Dunlop et Selden, 2009 (modifié).

pattes I et II d'une part et de PIII et PIV d'autre part (Fig. 5). D'autres acariens furent découverts (Dublin, 1962) : *Protacarus crani*, *Protospeleorchestes pseudoprotacarus* Dublin, 1962), *Pseudoprotacarus scoticus* Dublin, 1962, *Palaeotydeus devonicus* Dublin, 1962, *Paraprotacarus hirsti* Dublin, 1962, tous des Actinotrichida, et avec une morphologie moderne.

Cette richesse atteste de la diversité de cette faune dans les sols et sur les végétaux : on sait que les collemboles et les acariens actuels jouent un rôle dans la

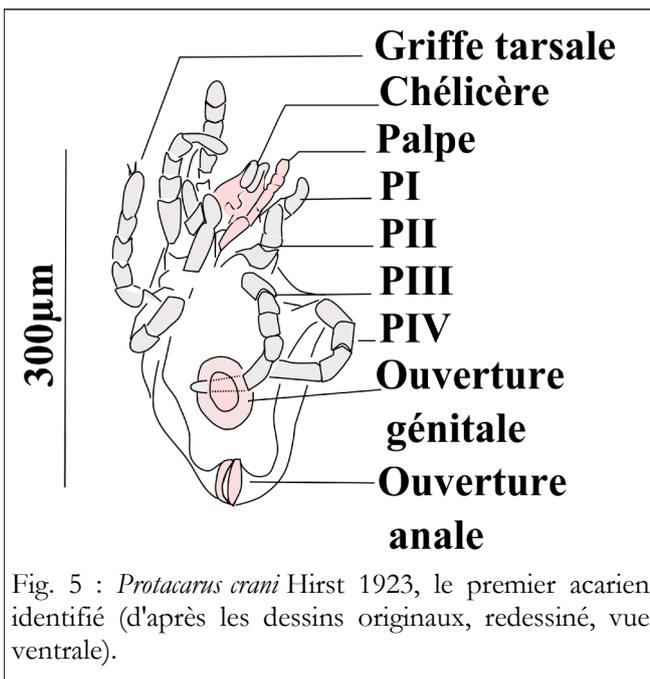


Fig. 5 : *Protacarus crani* Hirst 1923, le premier acarien identifié (d'après les dessins originaux, redessiné, vue ventrale).

présents et donc que leur différenciation aurait été là aussi antérieure.

Résultats

La découverte historique des acariens fossiles : Dévonien et Carbonifère

Les gisements fossilifères de Rhynie (Dévonien récent : 400-412 Ma, Écosse) se sont formés dans une zone affectée par des sources chaudes et des geysers que l'on peut comparer à un environnement moderne tel que le parc de Yellowstone. C'est l'activité hydrothermale qui a permis la conservation des fossiles, des végétaux et des traces de vie de l'écosystème (Kevan *et al.*, 1975). Parmi les fossiles *Protacarus crani* Hirst 1923 présente les caractéristiques des actuels Pachygnathidae (Acariens Prostigmates) avec notamment la séparation bien marquée des

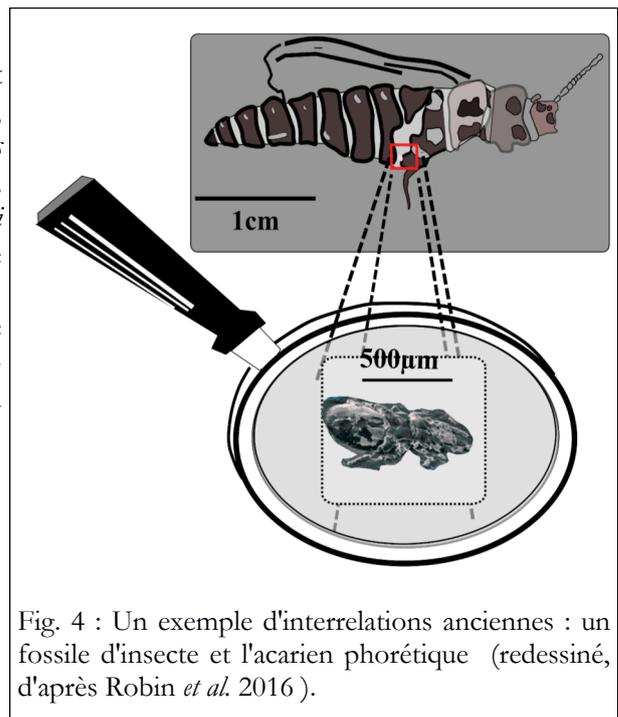


Fig. 4 : Un exemple d'interrelations anciennes : un fossile d'insecte et l'acarien phorétique (redessiné, d'après Robin *et al.* 2016).

dissémination des spores et ensemencent leurs fèces avec les bactéries du tube digestif, fragmentent les débris végétaux, mais aussi participent activement à la destruction des litières en y faisant pénétrer bactéries et champignons qui adhèrent à leur surface, revêtue d'une couche de cérotégument sécrété par les glandes cuticulaires. Sur les gisements de Rhynie, on a pu isoler et identifier des fragments d'arachnides, attribuées à des acariens ou des Trigonotarbides (Kevan *et al.*, 1975)

ainsi que des collemboles : avec les « macrophages » que sont les myriapodes et insectes, les acariens ont participé au recyclage et à la structuration des sols.

Du Mésozoïque au Cénozoïque

À l'ère secondaire il y a peu de découvertes : on a trouvé des fossiles essentiellement dans l'ambre du Brésil, du Liban ou de Birmanie, au Crétacé. On y a décelé une tique : c'est un Argasidae parasite habituel des oiseaux (Klompen & Grimaldi, 2001). Dans le même gisement, les seuls autres hématophages sont des diptères. Poinar & Brown (2003) décrivent un genre de tique dure (les spécialistes distinguent les tiques molles, les « soft ticks » et les tiques dures) dans l'ambre birman. Les auteurs la pensent parasite de reptile.

Dès le Secondaire et surtout au Tertiaire, l'ambre est le matériau le mieux adapté pour la conservation des acariens fossiles : les gisements d'ambre (Crétacé) correspondent à une époque où les « fabricants » d'ambre sont présents, que ce soient des résineux ou des plantes de type Araucaria comme il a été supposé pour les gisements de France ainsi que dans d'autres gisements. Certains de ces gisements, qui ont été jusqu'ici peu exploités, vont révéler de nouvelles merveilles. En 2015 les ambres crétacés de Charente ont permis la découverte d'une superfamille inédite : les Nasutiacaroida (Sidorchuk *et al.*, 2015), qui montrent des caractères à la fois apomorphes et plésiomorphes. C'est un Prostigmaté, à rapprocher des actuels Cheyletidae et des Raphignathidae, qui montrerait la possibilité de convergences morphologiques.

Du même auteur, mais révélé par des gisements du Trias, on a trouvé dans les Dolomites, sur des inclusions dans l'ambre, un ensemble d'acariens qui ont été rangés aussi dans une nouvelle superfamille, les Triasacaroida. Dès cette époque, ils font preuve d'une adaptation remarquable du corps,

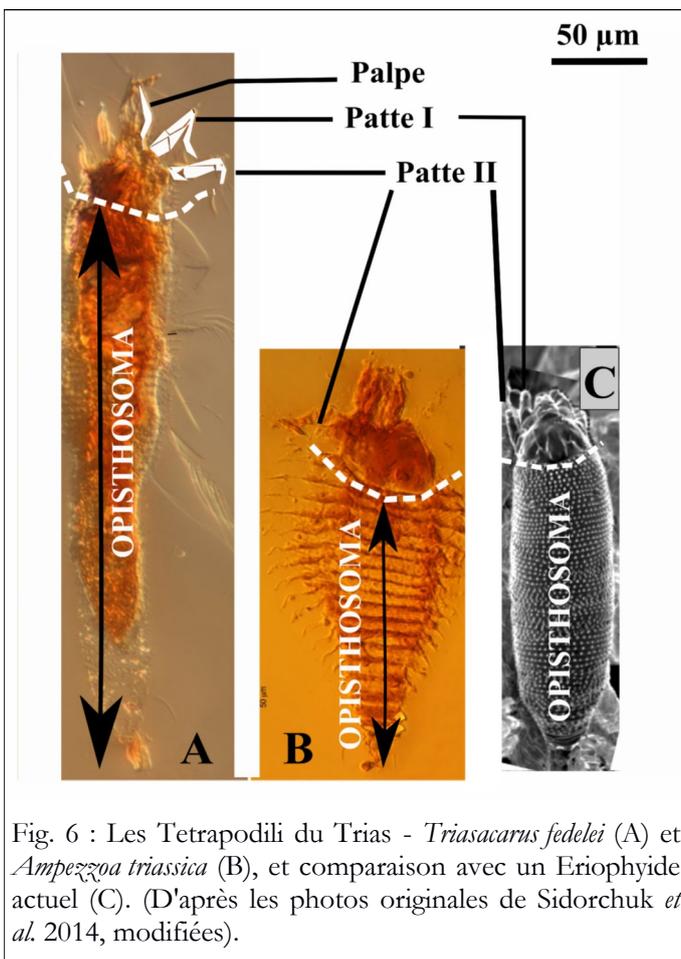


Fig. 6 : Les Tetrápodili du Trias - *Triasacarus fedelei* (A) et *Ampezzoia triassica* (B), et comparaison avec un Eriophyide actuel (C). (D'après les photos originales de Sidorchuk *et al.* 2014, modifiées).

analogue à celle d'acariens actuels considérés comme évolués (Sidorchuk *et al.* 2014) : ils sont très semblables, au premier aspect, aux Eriophyiidae actuels (Prostigmatés : Tetrápodili). Les Eriophyides sont un groupe d'acarien spécialisé dans l'exploitation des végétaux, connus pour être spécifique et parasite de végétaux, induisant pour les espèces mineuses la production de galles. Ils présentent un plus ou moins grand allongement du corps, la régression des pattes, la perte des pattes postérieures et un corps annelé favorisant la reptation. Les acariens fossiles du Trias présentent une remarquable proximité morphologique avec les Eriophyiidae actuels (Fig. 6), et ils auraient exploité les Cheirolepidiaceae, gymnospermes disparues, dont une particularité serait une pollinisation assurée par des Mécoptères (= les Panorpes ou mouches-scorpions actuels). Les auteurs émettent l'hypothèse que ces acariens remarquables, grâce à leur corps vermiforme et la réduction des pattes, auraient pu accéder aux cellules du mésophylle, dans les épaisseurs des tissus foliaires, avec un accès par les stomates. Étant donné son haut degré d'adaptation, ce groupe pourrait avoir ses racines d'origine au Carbonifère, et par coévolution aurait pu déve-

opper les adaptations nécessaires à une vie à l'intérieur des tissus végétaux, et se serait diversifié au sein des forêts marécageuses de la fin du Primaire. Les espèces actuelles, dont on a pu penser que la diversité était récente, sont peut-être le résultat d'une évolution beaucoup plus ancienne. Ce groupe serait l'équivalent, au Secondaire, de certains Eriophyides actuels spécialisés sur les Gymnospermes et qui appartiennent à un même groupe, les Coniferopsida. Boczek & Shevchenko (1996) identifient cinq grands facteurs pour expliquer cette spécificité dans le groupe, à savoir : (i) la faible vitesse d'évolution de la plante hôte, (ii) la constance de ses caractères morphologiques sur de longues périodes, (iii) la longévité de l'hôte, (iv) la stabilité des conditions de leur habitat et (v) l'homogénéité et la densité des peuplements. Ces acariens du Trias ont pu, comme leur support végétal, traverser la grande période d'extinction d'espèces de la fin de l'ère primaire hébergés par les Chénopodiacees, famille qui a occupé une place dominante au cours du Secondaire, et ce dans une variété importante de milieux alors que les exigences de cette spécialisation étaient remplies.

Rappelons-nous que plusieurs événements adviennent dont le plus important est le passage de la Pangée à des plaques continentales qui commencent à se séparer ce qui fragmente les populations et notamment celles qui, comme les acariens, ne sont pas très mobiles. Si bien qu'on a pu admettre qu'après ces changements une bonne partie de la répartition des espèces pouvait être expliquée par les centres de différenciations sur des continents isolés et des faunes bien structurées selon un arrangement qui correspond à une vision classique de la biogéographie, héritée aussi de visions passéistes (voir Furon, 1958 et le « mythe de la Gondwanie ») ou Lemée (1967) pour qui « la théorie de la dérive des continents n'a aucun avenir ». Il n'empêche que l'origine ancienne des acariens permet de comprendre la répartition pancontinentale de nombre de familles, qu'ils soient liés à un type d'hôte ou inféodés aux horizons du sol. On a pu supposer que l'isolement depuis le Secondaire a permis l'émergence d'un certain néo-endémisme. Ceci est apparemment vrai pour des espèces et des genres qui sont les plus « plastiques » notamment chez les Hydracariens (Goldsmith, 2013).

Le cas particulier des acariens aquatiques : deux grands groupes, deux grands cas

Certains acariens vivent au moins une partie de leur vie dans le milieu aquatique. Ils sont souvent, au stade larvaire, parasites d'un invertébré - souvent un insecte à développement aquatique - ce qui leur permet d'être facilement disséminés. Ce sont les « vrais » Hydracariens qui constituent un groupe hétérogène, avec de nombreuses familles pour la plupart assez proches de nos trombidions (Parasitengona) : leurs fossiles sont rares et ont été récoltés du Miocène (famille des Arrenuroidea, détermination incertaine) (Palmer, 1957). Ces Hydracariens, selon l'interprétation la plus répandue, seraient devenus secondairement des organismes aquatiques (Walter & Proctor, 1999). Ceci est arrivé chez les Prostigmates mais aussi dans d'autres groupes normalement inféodés aux horizons du sol : les Oribates notamment. C'est donc en quelque sorte une stratégie de type « cétaqué » ! Ils se sont diversifiés pour la plupart à partir d'ancêtres, et la multiplicité des formes et des biologies atteste de la plasticité de ce groupe prostigmatés : huit superfamilles, cinquante familles, trois cents genres (Di Sabatino *et al.*, 2000).

Il y a peu de fossiles de ces Hydracariens et pour l'autre groupe de prostigmatés aquatiques, les Halacariens, il n'y en a pas eu de découvert, ce qui est compréhensible : peu visibles, petits, blancs et aplatis, ils vivent immergés dans les sédiments marins, les milieux stygobies, et ont colonisé les milieux aquatiques continentaux à partir des milieux littoraux. Leur habitat aquatique ne leur a certainement pas permis d'être capturés par les résines qui forment l'ambre. D'autre part le nombre de personnes capable de les identifier est très réduit, les spécialistes actuels se comptant sur les doigts d'une main. La probabilité de récolte d'exemplaires fossiles en bon état est donc très faible !

En revanche, les Hydracariens d'eau douce ont subi de plein fouet les glaciations de l'ère quaternaire et on peut expliquer ainsi l'endémisme le long des différents bassins fluviaux par la reconquête vers le nord à partir de refuges (Bohonak, 1999).

Les Halacariens (Fig. 7) sont des Prostigmates primitifs (alors qu'on peut qualifier les Hydracariens d'évolués) proches des groupes qui ont gardé une morphologie « basique ». Ces Halacariens se trouvent dans les océans, du littoral jusque dans les profondeurs, puisqu'on en a trouvé à plus de 5 000 m de profondeur. Ilse Bartsch (2004) considère qu'ils pourraient avoir des racines à l'ère primaire. Sans organe respiratoire, ils ont la particularité d'une distribution géographique qui peut être corrélée à la répartition des continents avant l'éclatement de la Pangée (Fig. 8). On retrouve ce phénomène pour les Crustacés des littoraux et des eaux douces en particulier interstitiels (stygobiontes) ; ceux-ci ne seraient jamais sortis de l'eau et cette hypothèse est confortée par les études génétiques (Bauzà-Ribot *et al.*, 2012).

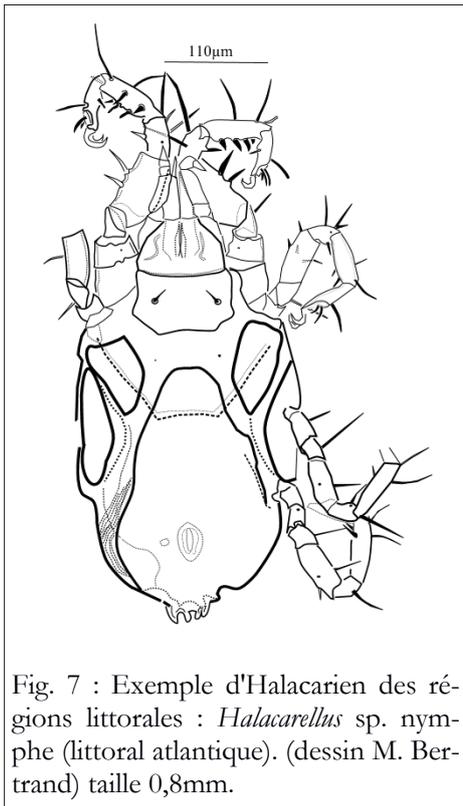


Fig. 7 : Exemple d'Halacarien des régions littorales : *Halacarellus* sp. nymphe (littoral atlantique). (dessin M. Bertrand) taille 0,8mm.

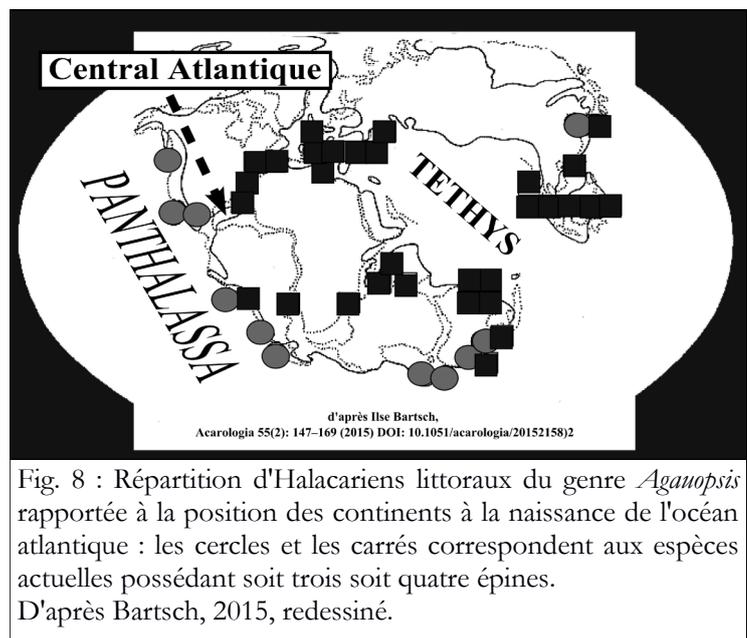


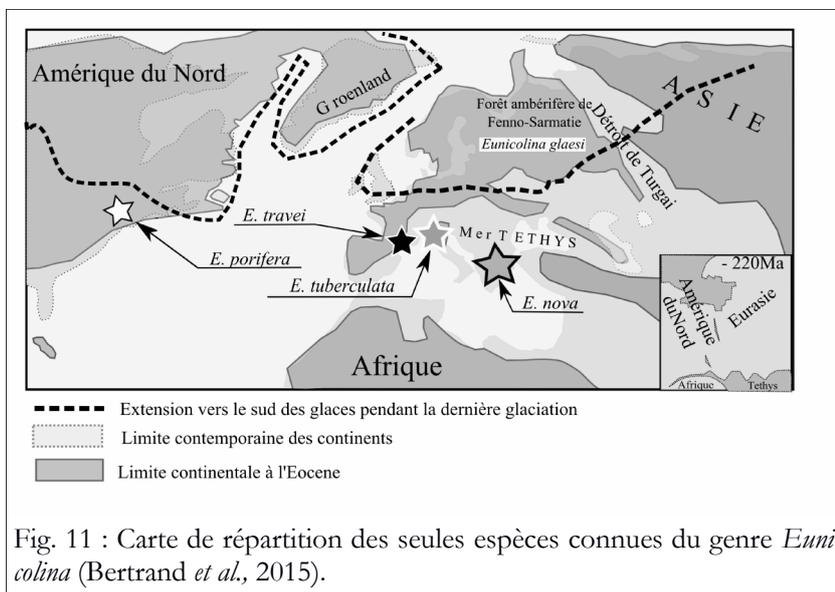
Fig. 8 : Répartition d'Halacariens littoraux du genre *Agauopsis* rapportée à la position des continents à la naissance de l'océan atlantique : les cercles et les carrés correspondent aux espèces actuelles possédant soit trois soit quatre épines. D'après Bartsch, 2015, redessiné.

Les gisements d'ambre et les Labidostomatidae

Les gisements classiques d'ambre sont dans l'hémisphère nord et les plus connus sont ceux de la Baltique, d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie. En Charente, au Canada, nous avons des fossiles du Crétacé. Dans les continents du Sud, la Birmanie et, plus récemment découverts (2005), les gisements éthiopiens, l'ambre date du Crétacé, (95 Ma). Sinon l'ambre eurasien est surtout d'âge tertiaire et va donc permettre la comparaison avec nos faunes modernes ; après les extinctions de la transition Secondaire-Tertiaire, et sur des continents dont les contours se rapprochent de l'état actuel. À cette époque l'Europe ressemble à un archipel et les forêts, de la Norvège à la mer Caspienne actuelle, produisent l'ambre [*Pinus succinifera* (Goppert) Cornwenz et peut être « *Agathis like araucarian* » sp. selon Poinar, 1992] qui piège nombre d'invertébrés. L'ambre de la Baltique, le plus connu, provient des forêts du début du Tertiaire. Ces dépôts sont difficiles à dater mais le consensus établit l'Éocène comme la période la plus probable (Lutécien) soit 40-49 Ma sous un climat chaud. Cet ambre est très fossilifère et a permis d'y retrouver des acariens proches des espèces actuelles, et que l'on peut classer dans les mêmes genres : ce seraient les précurseurs de nos faunes actuelles, à la différence près que le climat du Miocène est de type « chaud » avant une dégradation générale. À cette période, les positions relatives des continents s'approchent des positions actuelles, avec fermeture progressive de la Téthys

lement identifiable par la multiplication des pustules sur le dos et les bords latéraux du bouclier dorsal. Il n'a été récolté actuellement qu'autour du bassin méditerranéen avec trois espèces réparties d'ouest en est : *E. travei* Coineau 1964 (France), *E. tuberculata* Berlese 1911 (Italie), et *E. nova* (Sellnick, 1931) jusqu'à la mer Noire. À noter qu'une autre espèce a été décrite en Amérique du Nord (Virginie, USA) (Greenberg, 1952) mais ne fut jamais signalée à nouveau depuis, bien que ces acariens grands et sclérotisés soient aisément reconnaissables.

Dans le cas d'*E. glaesi*, la présence dans l'ambre du nord de l'Europe est de nature à confirmer l'hypothèse précédemment émise pour la répartition autour du bassin méditerranéen (Bertrand, 1990). D'une répartition plus large, l'aire a été restreinte et l'espèce, acculée en Europe lors des glaciations près de la Méditerranée, a isolé les trois espèces méditerranéennes à savoir à l'ouest des Alpes (*E. travei*) au Sud des Alpes (*E. tuberculata*) et dans les Balkans (*E. nova*), dans des régions submergées quand l'espèce fossile vivait dans les forêts ambérifères du nord de l'Eurasie. Reste le problème de l'espèce américaine : on peut au moins estimer que l'aire géographique du genre s'étendait sur la Laurasie (bloc des continents Amérique du Nord, Europe et Asie), équivalent septentrional du Gondwana où, jusqu'à



présent, le genre n'a jamais été récolté (Fig. 11)!

Pour terminer sur cette famille, un cas qui montre soit les résolutions d'énigmes que permettent les fossiles, soit que ces fossiles posent de nouvelles questions : j'ai eu l'occasion en Corse de décrire une espèce caractérisée par un poil surnuméraire au palpe, caractère qui peut paraître anodin mais qui est exceptionnel dans le genre (Bertrand, 1982). Récemment (Sidorchuk & Bertrand, 2013) nous avons décrit une espèce de l'ambre avec aussi des poils surnuméraires, encore que lors de la

fossilisation, ou de la chauffe du spécimen, des poils sont détachés du point d'insertion et qu'il convient donc d'être prudent surtout si la cupule d'insertion n'est pas clairement visible. Le problème est le palpe : quand on dénombre le nombre d'articles de cet appendice, il en manque un et on peut penser, en se basant sur la chétotaxie, qu'il y a coalescence du fémur et du gèneal ou du gèneal et du fémur... Les deux hypothèses sont crédibles. À partir de *L. electri* Sidorchuk & Bertrand, 2013, en se basant sur ces spécimens et en comparant avec d'autres espèces contemporaines, et des spécimens de collection américains, Lindquist & Sidorchuk (2015) soulignent la possibilité que ce soit le trochanter l'article manquant, qui aurait fusionné avec les coxae qui sont coalescentes, pour former une partie de l'infracapitulum en dessous de la bouche. Le premier article représentant le basifémur, le second le téléfémur, le troisième le gèneuo-tibia et le dernier le tarse. Cela peut se concevoir mais fait alors des Labidostommatidae (Fig.12) un cas unique au sein des acariens prostigmates. C'est l'observation du fossile comparé à un spécimen de collection, le fait que l'espèce corse ait été identifiée qui a suscité cette hypothèse qui renvoie à ce qui se passe chez un autre Prostigmatite primitif : un genre d'Halacarien ! - *This interpretation would involve three simultaneous or consequential conditions: subsumption of the palptrochanter, retention of a bipartite femur, and genuotibial coalescence. If the first two conditions have been met, then coalescence of the genu and tibia follows (logically, if not consequentially), to account for the constitution of the third article. Each of these three conditions is singular among modifications of the primitively linear, five-segmented palpus of acariform mites* -. (Lindquist et Sidorchuk, 2015).

Conclusions

Mais où sont passés les Mésostigmates fossiles ?

Entre les deux grands groupes d'acariens, la récolte de fossiles est déséquilibrée. Les plus diversifiés sont les Prostigmata, ce sont aussi les plus anciens qui aient été retrouvés à l'ère primaire. Par opposition, les Mésostigmates ne sont récoltés qu'à partir de l'ère tertiaire, et dans l'ambre soit à l'Éocène.

Dunlop *et al.*, 2013 posent la question : si on compare nombre de fossiles d'acariformes (prostigmates), avec 300 espèces entre le Tertiaire et plus de 400 Ma en arrière, dans l'autre phylum, les Mésostigmates sont peu représentés avec seulement une quinzaine d'espèces fossiles décrites. Parmi ces descriptions quatre tiques et ce sont ces tiques qui ont fourni les plus anciens fossiles d'Anactinotrichida (ambre de Myanmar, Crétacé - 100 Ma). Les Mésostigmates actuels (ou Parasitiformes) comprennent à peu près 900 genres décrits et environ 11 000 espèces valides (Beaulieu *et al.*, 2011). Ce sont surtout des prédateurs mais certains sont hématophages. Ils sont donc nettement moins diversifiés actuellement que les Acariformes actuels (à ce jour 30 000 espèces décrites réparties dans plus de 300 familles environ) qui bénéficient d'une meilleure diversité dans de nombreux habitats, et qui comprennent certes nombre de prédateurs mais aussi des mycétophages ou détritivores, parasites..., avec une grande variété de mode de vie. Pour Dunlop *et al.* (2013) « *specimens do exist but have not been recognised or assigned correctly* » ... Comme pour les Prostigmates, les fossiles de l'Éocène et du Miocène peuvent être affectés soit à des genres actuels, soit à des genres proches : la biodiversité des acariens apparaît en quelque sorte fixée dès la fin de l'ère secondaire, et on peut émettre l'hypothèse que la majorité des phénomènes adaptatifs et évolutifs majeurs soient hérités des périodes précédentes (voir ci dessus les premières traces de phorésie). Les fossiles peuvent nous renseigner sur une ancienneté minimale du caractère observé, mais pas sur l'apparition du phénomène. Ainsi, Poinar et Grimaldi (1990) découvrent (comme c'est le cas actuellement), des Macrochelidae (Mesostigmata) phorétiques de diptères dans l'ambre de la Dominique : donc le comportement existait à l'Éocène et la famille d'acarien était déjà telle que nous la connaissons actuellement. Mais il s'agit aussi d'une famille avec plusieurs genres coprophiles, dont nombre de représentants actuels sont souvent, de nos jours, phorétiques sur bousiers et diptères coprophiles. Si les liens actuels (olfactif) avec (i) l'hôte diptère ou bousiers (avec parfois une exclusivité), mais aussi (ii) avec les excréments de mammifères où les acariens se reproduisent, existaient-ils il y a 40 à 50 Ma, qu'en était-il au Crétacé ? Et sachant d'autre part que les fournisseurs d'excréments ont changé, qu'en est-il du peuplement par les macrochélides de l'Amérique du Sud ? Ont ils suivi les bousiers qui suivaient les mammifères colonisateurs à partir de l'Amérique du Nord après la réunion des deux continents (Krantz, 2007) ? Ou y a-t-il eu des captures d'hôte à l'occasion de ces changements de faune ? Deux théories (entre autres) pour expliquer l'endémisme de la famille sur l'Amérique du Sud !

Pour les groupes voisins des Mésostigmates, à ce jour, aucun Holothyride fossile n'a été décrit, les Opilioacarides ne sont connus que par deux fossiles de l'Éocène. C'est étonnant pour ce groupe qui vit dans les climats chauds, alors qu'ils sont considérés comme un groupe primitif qui a servi de modèle aux acarologues pour l'étude de l'anatomie et de la morphologie comparée des acariens (Grandjean, 1936 ; Van der Hammen, 1989). Mais l'histoire n'est pas finie : alors que j'écris cet article on vient de publier la découverte en Italie du plus ancien Uropyge au Carbonifère (Selden *et al.*, 2016) : les nouveaux gisements n'ont pas fini de procurer des surprises y compris dans l'ancien monde qui n'a pas encore été totalement exploité....

Remarque : les acariens évoluent lentement, mais sûrement

Réussite ne signifie pas forcément évolution rapide : chez les Acariens (au moins les non-parasites) la constance des groupes taxonomiques (genres notamment, mais aussi familles) montre que ces unités taxonomiques ont résisté à l'érosion par le temps. Il est encore difficile de dater l'apparition des unités

taxonomiques (Dunlop & Selden, 2009) mais combien de groupes disparus reste-t-il à découvrir ? L'impression générale est que des directions évolutives apparues très tôt ont dû disparaître, et que la vitesse d'évolution a été souvent « lente ». La progressivité peut expliquer la colonisation de l'ensemble des milieux terrestres et aquatiques avec un pouvoir d'adaptation qui les a conduit des horizons du sol à l'ectoparasitisme puis à l'endoparasitisme. Alex Fain (1912-2009) me faisait un jour remarquer que les adaptations au parasitisme se faisaient de l'extérieur vers l'intérieur et que si l'homme possède des acariens parasites « périphériques » (*Demodex*, *Sarcoptes*), il n'y a pas de parasite interne parce que nous sommes trop récents : les acariens n'ont pas encore découvert l'intérieur de notre corps, contrairement à ce qui s'est passé chez d'autres mammifères, les singes étant en voie de colonisation, Alex Fain y ayant découvert le genre *Pneumonyssus* (Fain, 1952).

Un autre aspect : les acariens subfossiles comme indicateurs de l'environnement

Pour finir, un mot sur les subfossiles d'acariens : les acariens sclérifiés se retrouvent assez bien dans les sédiments et peuvent, comme les coquilles de mollusques, donner des indications sur les conditions écologiques de l'époque à laquelle ils vivaient. Dans une publication, les cycles d'abondance d'Oribates dans les Andes au XVI^e siècle correspondent aux données archéologiques et en particulier aux cycles de la teneur en azote des sédiments, et permettent de conforter l'hypothèse des cycles d'activités pastorales et des fluctuations pastorales avant et après l'arrivée des Européens jusqu'au XIX^e siècle (Chepstow-Lusty *et al.*, 2007). Peut-être pourrons nous utiliser les acariens comme marqueurs des conditions passées, comme les diatomées, les pollens, les coquilles de mollusques.... Mais il est certain qu'en France, en particulier, le nombre d'acarologues ne semble pas destiné à croître dans les prochaines années et notamment en acarologie fondamentale nécessaire à une bonne couverture de quelques familles. Pourtant la connaissance des familles actuelles est nécessaire pour replacer dans un contexte enrichissant pour la science les découvertes à venir....

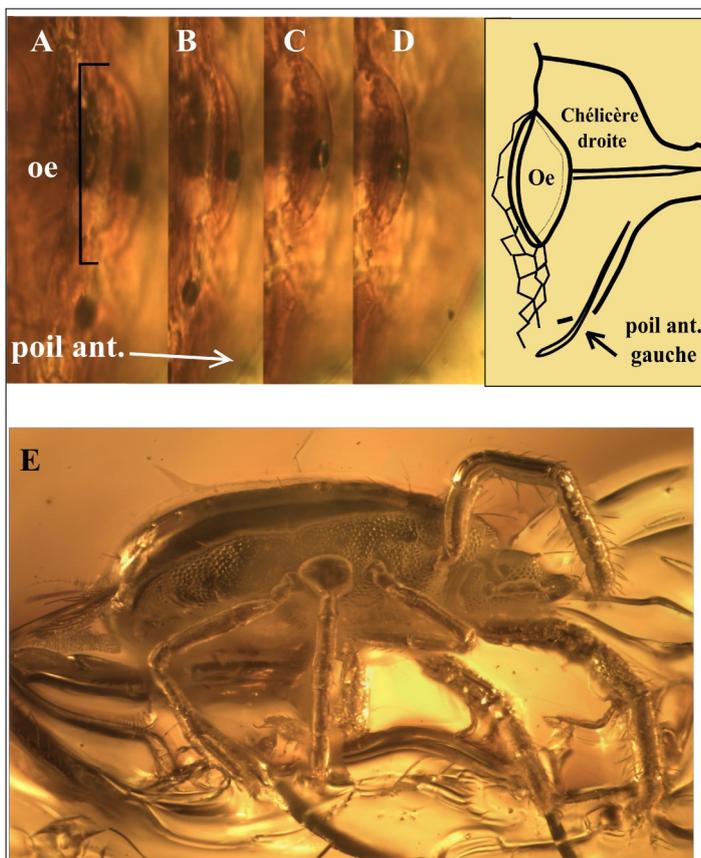


Fig. 12 : Echantillons de Labidostommatidae dans l'ambre.

A, B, C, D : exemple d'associations de vues en faisant varier la mise au point de plus en plus bas. Lentille oculaire frontale (Oe) de *L. paleoluteum* (ambre de Rovno), et interprétation.

E : *L. electri*, ambre de la Baltique, en position latérale. On remarquera la bonne conservation des détails notamment de la chélicère (à droite), la pustule latérale en arrière de l'oeil latéral. Le palpe droit a été arraché, ainsi que la quatrième patte gauche (en bas).

Codicille ou un dernier mot sur les techniques d'étude

L'examen de fossiles à l'aide de microscope a longtemps relevé du bricolage pour s'adapter à une pièce non translucide difficilement manipulable et surtout unique, et trop petite pour permettre un examen des détails à la loupe binoculaire. La grande avancée des dernières années a été la généralisation des prises de vue numériques en microscopie qui ont progressé et permettent aussi l'assemblage de prises de vue à différents niveaux (Helicon Focus logiciel, peu cher) (Fig. 12). D'autre part, un dessin peut être rapidement effectué à partir de ces photographies avec un logiciel très performant de dessin (et gratuit) comme Inkscape (<https://inkscape.org/fr/>).

Pour de bons examens, les techniques de l'imagerie médicale et la microtomographie donnent aussi une bonne représentation graphique, en évitant de détruire l'échantillon et en permettant de s'abstraire des contraintes de la microscopie ! (voir en particulier Dunlop *et al.*, 2016, et pour le dessin Sidorchuk & Vorontsov, 2014).

Remerciements

Je remercie Katya Sidorchuk pour son aimable autorisation d'introduire dans cet article des illustrations originales qui sont des clichés de travail lors de nos diverses correspondances.

Références bibliographiques

- Bartsch I., 2015. The *Agauopsis brevipalpus* group (Acari: Halacaridae), descriptions of tropical Indo-West Pacific species, a key to all species, their geographical distribution and reflections on dispersal routes. *Acarologia* **55** : 147-169. DOI: 10.1051/acarologia/20152158
- Bauzá-Ribot M.M. , Juana C., Nardib F., Oromíc P. , Pons J., & Jaume D., 2012. Mitogenomic phylogenetic analysis supports continental-scale vicariance in subterranean thalassoid crustaceans. *Current Biology* **22** : 2069–2074 (entocoures.tamu.edu/ento606/Suggested%20Readings/Bauza-Ribot_et_al_2012.pdf).
- Beaulieu F, Dowling APG, Klompen H, de Moraes GJ, Walter DE (2011) Superorder Parasitiformes Reuter, 1909. In: Zhang Z-Q (ed) Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* **3148** :123–128.
- Bertrand M., 1982. Nouvelles espèces de Labidostommidae de Corse. Intérêt biogéographique — *Acarologia* **23**: 27-38.
- Bertrand M., 1990. La durée de développement un facteur limitant de l'extension de l'aire de répartition. In: *L'ontogenèse et le Concept de Stase chez les Arthropodes / Ontogeny and Concept of Stase in Arthropods*. André H.M. et Lions J.C. éditeurs. AGAR Publishers, Wavre, Belgium : 123-128.
- Bertrand M., 1990. Nouvelles espèces de Labidostomidae d'Amérique Australe—*Acarologia*, **31** : 177-185.
- Bertrand M., 1997. *Sellnickiella (S.) binnguiculata* n.sp., a noteworthy species of Labidostomidae from Australia (Acari: Actinedida: Labidostomina) — *Rec. West. Australian Museum*, Perth **18** : 323-328.
- Bertrand M. & Theron P.D., 1992. Nouveaux Labidostomidae d'Afrique australe: le genre *Sellnickiella* Feider et Vasiliu, 1969. *Acarologia* **33** : 42-52.
- Bertrand M.; Sidorchuk, E. & Hoffeins, C., 2015. Before the summer turns to winter: the third labidostomatid genus from Baltic amber has subtropical kin. *Acarologia* **55** : 321-336.
- Boczek J., V.G. Shevchenko V.G., 1996. Eriophyoid mites, their biology, natural enemies and control. *World Crop Pests*, **6** : 217–225.
- Bohonak A.J., 1999. Effect of insect-mediated dispersal on the genetic structure of postglacial water mite populations. *Heredity* **82**: 451–461.
- Chepstow-Lust A.J., Frogley M.R., Bauer S.B., Leng J.M. Cundy A.B. Boessenkool K.P. Gioda A. 2007. Evaluating socio-economic change in the Andes using oribatid mite abundances as indicators of domestic animal densities. *Journal of Archaeological Science* **34** : 1178-1186.
- Di Sabatino A., Gerecke R. & Martin, P., 2000. The biology and ecology of lotic water mites (Hydrachnidia). *Freshwater Biology*, **44**: 47–62. doi:10.1046/j.1365-2427.2000.00591.x
- Dubinin V. B., 1962. Class Acaromorpha: mites or gnathosomic chelicerate arthropods. In: Rodendorf, B. B. (ed.), *Fundamentals of Palaeontology*. Acad. Sci USSR, Moscow : 447-473.

- Dunlop J. & Bertrand M., 2011. Fossil labidostomatid mites (Prostigmata : Labidostomatidae from Baltic amber. *Acarologia*, **51** : 191–198. (2011) DOI: 10.1051/acarologia/20112006
- Dunlop J.A. & Alberti G., 2007. The affinities of mites and ticks: a review. *Zool Syst Evol Res.*, **46**(1), 1–18.
- Dunlop J.A. & Selden P.A., 2009 . Calibrating the chelicerate clock: a paleontological reply to Jeyaprakash and Hoy. *Exp Appl Acarol* **48** :183–197. DOI 10.1007/s10493-009-9247-1
- Dunlop J.A., Kontschán J. & Zwanzig M., 2013. Fossil mesostigmatid mites (Mesostigmata: Gamasina, Microgyniina, Uropodina), associated with longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) in Baltic amber. *Naturwissenschaften* **100** : 337-344. Publié en ligne avril 2013. Doi 10.1007/s00114-013-1031-8
- Dunlop J.A., Selden P.A., & Giribet G., 2016. Penis morphology in a Burmese amber harvestman, Short Communication, *The Science of Nature*. **103** : 11. DOI 10.1007/s00114-016-1337-4
- Dunlop J. A., Penney, D. & Jekel, D., 2016. A summary list of fossil spiders and their relatives. *In* World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, version 16.5, accessed on (5 05 2016.)
- Eichmann F., 2002. Paläosymbiosen im Bernstein. *Arbeitskreis Paläontologie*, Hannover **30** : 1–28.(http://www.ap-h.de/download/2002_1.pdf)
- Fain A., 1952. Sur les acariens parasites du genre *Pneumonyssus* au Congo belge. Description de deux espèces nouvelles chez le Daman et le Colobe. *Rev. Zool. Bot. Afr.* **45** : 358-382.
- Furon R., 1958. Causes de la répartition des êtres vivants. *Masson éd. Paris*: 158 p + cartes.
- Garwood R.J. & Dunlop J.A., 2014. Three-dimensional reconstruction and the phylogeny of extinct chelicerate orders. *PeerJ* 2:e641; DOI 10.7717/peerj.641.
- Garwood R.J., Sharma P.P, Dunlop J.A., Giribet G., 2014. A Paleozoic stem group to mite harvestmen revealed through integration of phylogenetics and development. *Current Biology* **24** : 1017–1023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2014.03.039>
- Goldsmith T., 2013. The diversity of tropical water mites. In: *Acarid Phylogeny and Evolution: Adaptation in Mites and Ticks: Proceedings of the IV Symposium of the European Association of Acarologists*, Fabio Bernini, Roberto Nannelli, Giorgio Nuzzaci, Enrico De Lillo, Springer Science & Business Media : 91-99.
- Grandjean F., 1969. Stastes. Actinopiline. Rappel de ma classification des Acariens en 3 groupes majeurs. Terminologie en soma. *Acarologia* **11** : 796-827.
- Grandjean F. 1936. Un acarien synthétique: *Opilioacarus segmentatus* With. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* **27** : 413-444.
- Greenberg B., 1952. New Labidostomidae with keys to the New World species (Acarina). *Journal of the New York Entomological Society* **60** : p201.
- Hammen Van der L., 1989. An introduction to comparative arachnology. The Hague: SPB Academic Publishing. 576p.
- Hirst S., 1923. On some arachnid remains from the Old Red Sandstone (Rhynie chert Bed, Aberdeenshire). *Annals and Magazine of Natural History (Series 9)* **12** : 455-474.
- Jay Gould S., 1991. La vie est belle, Éditions du Seuil : 265p.
- Kenrick P., Wellman C.H, Schneider H. & Edgecombe G.D., 2012. Timeline for terrestrialization: consequences for the carbon cycle in the Palaeozoic. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, B Biological Sciences **367** : 519-536.
- Kevan P.G., Chaloner W.G. & Savile D.B.O., 1975. interrelationships of early terrestrial arthropods and plants. *Paleontology* **18** : 391-417.
- Klompen H. & Grimaldi D., 2001. First Mesozoic Record of a Parasitiform Mite: a Larval Argasid Tick in Cretaceous Amber (Acari: Ixodida: Argasidae). *Annals of the Entomological Society of America* **94**(1) : 10-15.
- Krantz G.W., 2007. The *dimidiatus* species group of the genus *Macrocheles* Latreille, 1829 (Acari: Macrochelidae): introduction, origins, infragroup relationships, and redescription of *Macrocheles dimidiatus* Berlese. *International Journal of Acarology* **33** (4): 297-306.
- Lemée G., 1967. Précis de biogéographie. *Masson éd Paris* : 358p.
- Lindquist E.E. & Sidorchuk E.A., 2015. The labidostomatid palpus: a morphological enigma (Acariformes : Prostigmata). *Acarologia* **55**: 337–350. DOI: 10.1051/acarologia/20152172
- Lindquist E.E., Krantz, G.W., and Walter, D.E., 2009. Classification of the higher categories of the subclass Acari. *In*: G.W. Krantz and D.E. Walter (eds.), *A Manual of Acarology*, Third Edition. Texas Tech University Press, Lubbock Chapter 8, pp. 97-103.

- Maas A., Waloszek D., 2001. Cambrian Derivatives of the Early Arthropod Stem Lineage, Pentastomids, Tardigrades and Lobopodians – An ‘Orsten’ Perspective. *Zool Anz.* **240** : 451-459.
- Palmer A.R. 1957. Miocene arthropods from the Mojave Desert California. *Geol Surv Prof*, 294-G : 237–280.
- Piper R., 2016. Offspring or phoronts? An alternative interpretation of the “kite-runner” fossil. *Proceeding National Academy of Sciences Washington*, 113 (24) E3319; (published ahead of print May 26, 2016).
- Poinar G.O. & Brown A., 2003. A New Genus of Hard Ticks in Cretaceous Burmese Amber (Acari: Ixodida: Ixodidae). *Systematic Parasitology* **54**(3):199-205.
- Poinar G.O. & Grimaldi D.A., 1990. Fossil and extant macrochelid mites (Acari : macrochelidae) phoretic on drosophilid flies (Diptera : Drosophilidae). *J. New York Entomol. Soc.* 98 (1) : 88-92.
- Poinar G.O. 1992. Life in Amber. Stanford University Press : p.20-30.
- Ren D., Labandeira C.C., Santiago-Blay J.A., Rasnitsyn A., Shih C.K., Bashkuev A., Logan M.A., Hotton C.L. Dilcher D., 2009. Probable Pollination Mode Before Angiosperms: Eurasian, Long-Proboscis Scorpion-flies. *Science* **326** (5954) : 840-847.
- Retallack G.J., 2008. Soils of the Past: An Introduction to Paleopedology. John Wiley & Sons, Apr 30, 2008 - Science : 416 p.
- Robin N., Béthoux O., Sidorchuk E., Cui Y., Li Y., Germain D., King A., Berenguer F., & Ren D., 2016. A Carboniferous mite on an insect reveals the antiquity of an inconspicuous interaction. *Current Biology, Supplemental Information*, 26.
- Scott A.C. & Glaspool I.J., 2006. The diversification of Paleozoic fire systems and fluctuations in atmospheric oxygen concentration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 29 : 10861-10865.
- Scott A.C. & Taylor T.N., 1983. Plant/animal interactions during the upper carboniferous. *The Botanical Review* **49**(3): 259-307.
- Selden P.A., Dunlop J.A. & Simonetto L., 2016. A fossil whip-scorpion (Arachnida: Thelyphonida) from the Upper Carboniferous of the Carnic Alps (Friuli, NE Italy). *Riv. It. Paleont. Strat.* **122**(1): 7-12.
- Sidorchuk E. & Bertrand M., 2013. New fossil labidostomatids (Acari: Labidostomatidae) from Eocene amber and presence of an apustulate species in Europe. *Acarologia* **53** : 25-39.
- Sidorchuk E. A., Schmidt A. R., Ragazzi E., Roghi G. & Lindquist E. E. 2014. Plant-feeding mite diversity in Triassic amber (Acari: Tetrápodili). *Journal of Systematic Palaeontology* **13** : 129-151.
- Sidorchuk E.A. & Vorontsov D.D., 2014. Computer aided drawing system - Substitute for Camera lucida. *Acarologia*, 54: 229–239. DOI: 10.1051/acarologia/20142130
- Sidorchuk E.A., Perrichot V., Lindquist E.E., 2015. A new fossil mite from French Cretaceous amber (Acari: Heterostigmata: Nasutiacaroida superfam. nov.), testing evolutionary concepts within the Eleutherengona (Acariformes). *Journal of Systematic Palaeontology* : 1-21. <http://dx.doi.org/10.1080/14772019.2015.1046512>
- Walter D. & Proctor H., 1999 Acari underwater : or why did mites take the plunge. *In: Mites Ecology, Evolution and Behaviour* CABI Int : 132-168.

Données climatiques de 2016

Michel Crousilles
(michel.crousilles@gmail.com)

Dans le monde

D'après l'Organisation Météorologique Mondiale, 2016 est l'année la plus chaude jamais enregistrée avec des températures qui dépassent celles, déjà exceptionnellement élevées, de 2015 (Fig. 1).

La température globale moyenne a été, l'an passé, 1,1°C plus élevée qu'à la période préindustrielle. Par rapport à la normale 1961-1990 (14°C), 2016 présente une anomalie de +0,83°C.

La température n'est pas le seul paramètre notable cette année pour le climat mondial : les concentrations en dioxyde de carbone (CO₂) et en méthane (CH₄) ont également atteint des niveaux exceptionnels.

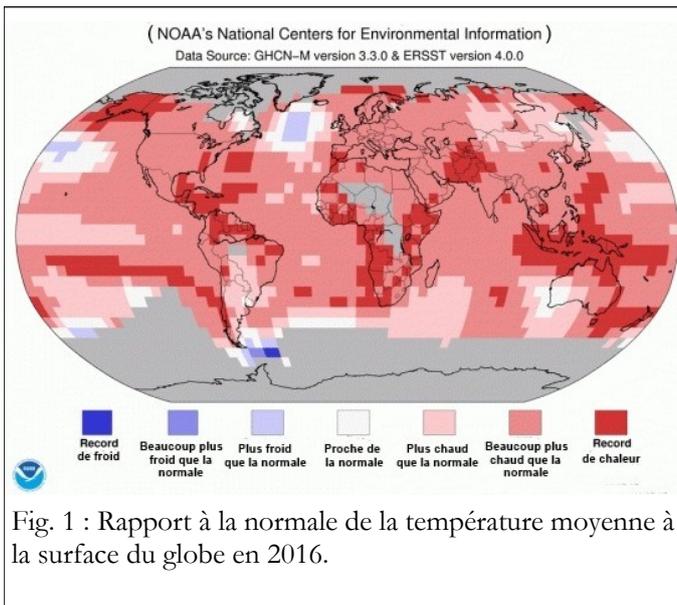


Fig. 1 : Rapport à la normale de la température moyenne à la surface du globe en 2016.

En France

En 2016, la température en France (Fig. 2) a été généralement supérieure à la normale (moyenne de référence 1981-2010) excepté au printemps et en octobre. Comme la plupart des années depuis 2000, 2016 est à nouveau une année chaude avec une température moyenne qui a dépassé la normale de 0.5 °C.

Toutefois, cette année ne présente pas de caractère exceptionnel, se classant au 10^{ème} rang, loin derrière 2014 (+1.2 °C), 2011 (+1.1 °C) et 2015 (+1.0 °C).

La pluviométrie, contrastée au fil des mois, a été très excédentaire au premier semestre, puis très déficitaire à partir de juillet hormis en novembre. Sur la France, le cumul moyen de précipitations (Fig. 3) a été proche de la normale.

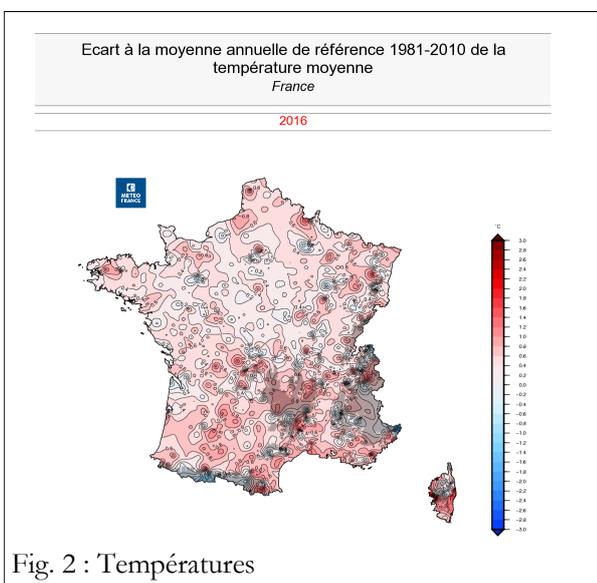


Fig. 2 : Températures

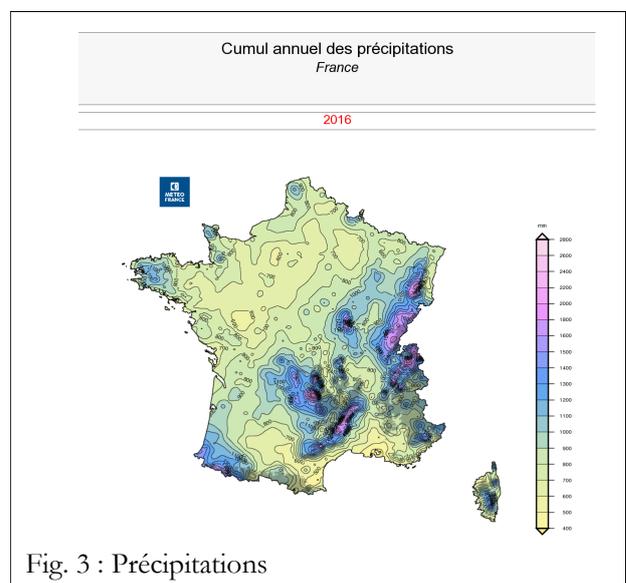


Fig. 3 : Précipitations

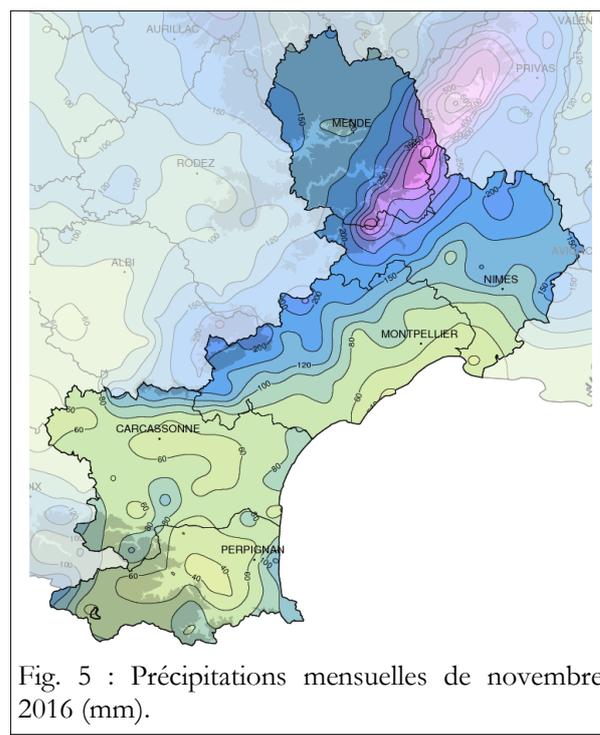
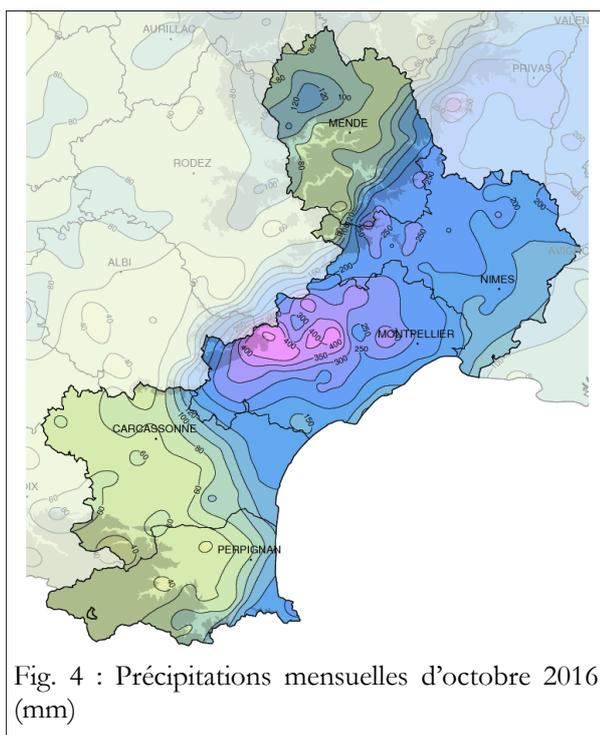
Dans la région

Les conditions climatiques observées en France se retrouvent dans notre région qui est, néanmoins, caractérisée par de nombreux phénomènes extrêmes. Nous pensons ici aux violentes rafales de vent au Mont Aigoual ou au Cap Béar ainsi qu'aux épisodes cévenols.

Pour ce qui est du vent nous citerons quelques relevés tout au long de l'année :

- au mois de février, 149 km/h de secteur S le 6 et 172 km/h de secteur NW le 29, au Mont Aigoual ;
- au mois de mars, le 1er, 159 km/h de secteur N au Mont Aigoual et 147 km/h de secteur NW au Cap Béar ;
- au mois d'avril, le 2, 144 km/h de secteur S au Mont Aigoual et 136 km/h de secteur NW au Cap Béar ;
- au mois de mai, au Mont Aigoual, 176 km/h de secteur NW le 1er et 139 km/h de secteur S le 9 ;
- au mois de juillet, 140 km/h de secteur NW le 14 au Cap Béar ;
- au mois de novembre, le 20, 161 km/h de secteur S au Mont Aigoual (épisode cévenol).

Pour ce qui est des épisodes cévenols (et donc orageux) nous en retiendrons deux durant l'année, l'un du 12 au 14 octobre (Fig. 4) et l'autre du 20 au 26 novembre (Fig. 5), avec, comme toujours, de très fortes précipitations (voir Tab. 2).



Dans l'Hérault

En 2011, l'ADEME a publié, en collaboration avec Météo-France, un état des lieux des indices du changement climatique observé en Languedoc-Roussillon depuis plus de 100 ans. Du point de vue des températures, le constat était sans appel avec une augmentation généralisée des maximales, moyennes et minimales, pour presque toutes les saisons et sur l'ensemble de la région.

Pour les précipitations, les conclusions étaient en revanche plus nuancées avec des cumuls de pluie,

saisonniers ou annuels, relativement stables.

Afin de tenter de lever ces difficultés et à l'occasion de la COP 21, l'ADEME Languedoc-Roussillon a souhaité faire un zoom sur un territoire particulier, le département de l'Hérault, en prolongeant de cinq années, soit jusqu'à 2014, les chroniques déjà étudiées et en affinant l'analyse de l'évolution des précipitations.

Dans l'Hérault le constat d'une élévation des températures par rapport aux années 80 est incontestable, comme le montrent les relevés de la station de Montpellier-Fréjorgues (Fig. 6).

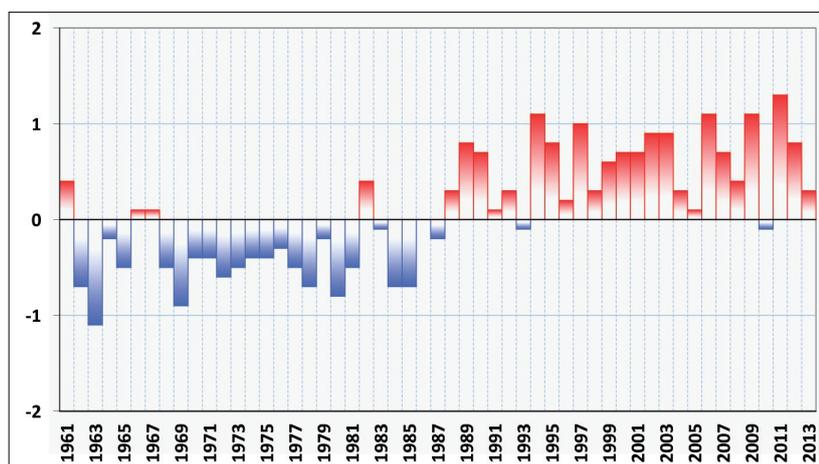


Fig. 6 : Anomalie de la température moyenne annuelle à Mauguio; écart à la normale 1971-2000 (14,7°C) (données Météo-France).

Pour ce qui est des précipitations on sait qu'elles sont très contrastées d'une année sur l'autre en climat méditerranéen mais l'analyse plus poussée tendrait à montrer que l'évolution du nombre de jours de précipitations efficaces, c'est-à-dire avec des cumuls compris entre 10 et 40 mm, est en baisse sensible sur toutes les stations, à l'exception de Béziers et des Aires.

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

Vous avez dit réchauffement climatique; il paraît de plus en plus évident et peut être que les inventaires floristiques, entomologiques, ... de la SHHNH montreront, eux aussi, une évolution liée à ce réchauffement!

Toutes les données utilisées pour cette synthèse climatique 2016 sont issues de :

www.meteofrance.com,

www.ach34.fr,

www.languedoc-roussillon.ademe.fr

Mois	Lieu	Températures en °C					
		Mini moyen	Mini normal	Mini absolu	Maxi moyen	Maxi normal	Maxi absolu
Décembre 2016	Montpellier	3,7	3,7	-1,6	13,9	12,2	17,4
	Mont Aigoual	1,3	-2,6	-3,3	6,2	2,1	14,4
Novembre 2016	Montpellier	8,3	6,8	2,0	16,0	15,3	21,7
	Mont Aigoual	0,6	-0,4	-5,7	4,9	4,2	11,3
Octobre 2016	Montpellier	10,9	11,9	5,2	20,8	20,5	25,9
	Mont Aigoual	4,4	4,1	-2,1	9,6	8,7	18,2
Septembre 2016	Montpellier	16,8	15,0	10,9	27,4	25,0	35,2
	Mont Aigoual	9,4	7,2	3,3	15,0	13,0	21,7
Août 2016	Montpellier	18,7	18,5	15,1	29,7	28,9	33,6
	Mont Aigoual	11,0	10,4	3,8	18,5	17,0	22,4
Juillet 2016	Montpellier	19,5	18,9	15,3	30,0	29,3	34,9
	Mont Aigoual	11,2	10,4	2,9	18,0	17,3	22,9
Juin 2016	Montpellier	17,0	16,0	13,5	27,0	26,4	32,7
	Mont Aigoual	7,7	7,7	3,5	13,9	13,9	22,2
Mai 2016	Montpellier	12,1	12,5	7,3	21,6	22,0	26,7
	Mont Aigoual	2,8	4,1	-4,8	8,7	9,7	15,1
Avril 2016	Montpellier	10,1	8,7	5,5	18,4	18,2	23,3
	Mont Aigoual	0,0	0,0	-5,4	5,5	5,3	13,3
Mars 2016	Montpellier	5,7	5,9	0,5	15,5	15,9	19,8
	Mont Aigoual	-3,1	-2,0	-8,8	1,6	3,0	10,0
Février 2016	Montpellier	5,8	3,3	-0,9	14,6	12,8	20,0
	Mont Aigoual	-3,3	-3,8	-7,6	1,8	0,7	12,6
Janvier 2016	Montpellier	5,8	2,8	-0,9	12,6	11,6	17,5
	Mont Aigoual	-1,6	-3,5	-9,7	2,5	1,0	12,4

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

Mois	Lieu	Pluviométrie en mm			Ensoleillement en heures	
		Total	Norme	J/norme	Total	Norme
Décembre 2016	Montpellier	47,3	66,7	5,0/5,6	161,0	136,5
	Mont Aigoual	146,4	198,9	8,0/12,3	n.m	n.m
Novembre 2016	Montpellier	47,6	66,8	9,0/6,1	149,0	148,8
	Mont Aigoual	450,7	282	18,0/13,1	n.m	n.m
Octobre 2016	Montpellier	211,6	96,8	8,0/6,8	191,2	168,6
	Mont Aigoual	323,0	298,4	11,0/14,2	n.m	n.m
Septembre 2016	Montpellier	52,3	80,3	2,0/4,6	285,5	241,5
	Mont Aigoual	146,5	175,4	7,0/8,7	n.m	n.m
Août 2016	Montpellier	10,9	34,4	1,0/3,6	344,5	298,0
	Mont Aigoual	24,3	67,7	5,0/7,3	n.m	n.m
Juillet 2016	Montpellier	47,1	16,4	4,0/2,4	339,4	339,7
	Mont Aigoual	75,1	48,3	8,0/5,9	n.m	n.m
Juin 2016	Montpellier	25,2	27,8	3,0/3,6	309,9	312,4
	Mont Aigoual	43,1	92,9	11,0/8,2	n.m	n.m
Mai 2015	Montpellier	64,0	42,7	8,0/4,9	257,3	263,9
	Mont Aigoual	284,2	159,7	11,0/11,4	n.m	n.m
Avril 2016	Montpellier	49,7	55,5	6,0/5,7	204,1	227,0
	Mont Aigoual	254,2	177,5	15,0/11,8	n.m	n.m
Mars 2016	Montpellier	21,2	34,3	4,0/4,7	202,7	220,9
	Mont Aigoual	81,3	109,3	10,0/10,5	n.m	n.m
Février 2016	Montpellier	84,9	51,8	8,0/4,4	172,7	168,1
	Mont Aigoual	256,7	146,2	14,0/10,8	n.m	n.m
Janvier 2016	Montpellier	14,4	55,6	3,0/5,5	101,1	142,9
	Mont Aigoual	141,2	175,4	18,0/12,2	n.m	n.m

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

Sommaire

Le mot du président	3
Troisième contribution à la flore de l'Hérault - F. Andrieu, J-M. Coste & P. Delaumone	4
<i>Centaurea diluta</i> Aiton, espèce nouvelle pour le département de l'Hérault et situation de cette espèce en France - P. Coulot & P. Rabaute	12
L'autofécondation et l'incompatibilité des croisements chez les plantes, les manifestations chez l'olivier - C. M. Breton & A.J. Bervillé	17
Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). III. Lepidoptera Pyraloidea, saisons 2014 et 2015 - G. Labonne	30
Le tamisage : une méthode indispensable pour inventorier les coléoptères - M. Debussche	52
Compte-rendu de mon séjour à l'arboretum de l'Hort de Dieu Mont Aigoual (commune de Valleraugue, Gard) du 14 au 17 août 2002 et du 31 août au 1 septembre 2002 Altitude : 1250 - 1350m - J.M. Maldès	60
<i>Aulonosoma tenebrioides</i> Motschulsky. 1858 (Coleoptera, Passandridae), espèce d'Asie tropicale observée à Mauguio (Hérault) - M. Debussche	65
Quelques acariens fossiles, ou « l'avenir de l'acarologie est-il dans le passé » ? - M. Bertrand	68
Données climatiques 2016 - M. Crousilles	83

En première page de couverture : *Cynaeda dentalis* (crédit photographique : Gérard Labonne)

