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

Volume 154 Année 2014

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

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

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

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

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

Site internet : http://www.shhnh.com et **adresse électronique** : parcballon@shhnh.com.

Téléphone du local : 04 67 99 05 36 (message délivré).

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

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

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

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

Mycologie : réunions et sorties. Identifications le lundi après-midi au local de la Société. Contacts Mme Marie-Josèphe Mauruc, 04 67 55 38 78/mariejo.mauruc@gmail.com et/ou Mme Francine Monier, monier.francine@wanadoo.fr.
Détermination en haute saison le lundi matin par Mmes le Professeur Sylvie Rapior (04 11 75 96 55), Laurence Mondolot (04 11 75 96 58) et Françoise Fons (maître de conférences, (04 11 75 96 60) au Laboratoire de Botanique, Phytochimie et Mycologie, Faculté de Pharmacie, entrée par la Voie Domitienne, tél : 04 11 75 96 56.

Avantages réservés aux membres :

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

Annales et **Bulletins de liaison** régulièrement publiés.

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

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

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

Montant de la cotisation 2014 : elle est de 28 € par personne, 38 € pour un couple et 5 € pour les étudiants, déductibles des impôts dans la limite légale.

Le mot du président

Daniel Mousain

Il y a un an, je formais le voeu que le renouveau de notre publication à contenu scientifique et technique, *les Annales de la SHHNH* désormais à périodicité annuelle, ne soit pas éphémère. La construction de ce volume 154, pour laborieuse qu'elle fut, manifeste notre attachement à la diffusion des connaissances et des savoir-faire dont les contributeurs à ce volume nous ont gratifiés. Elle ponctue une période d'activité intense des auteurs, de l'équipe éditoriale, des relecteurs, de la commission « Annales-site » et d'adhérents ou de spécialistes extérieurs à notre association. Qu'ils en soient tous félicités et remerciés ! Nous nous efforcerons à l'avenir, par des dispositions concrètes, d'améliorer encore les conditions de préparation de cette publication.

Ce volume 154 contient plusieurs inventaires faunistiques et floristiques, sources de précieuses informations sur l'évolution des populations concernées. Ainsi, l'inventaire de l'avifaune périurbaine, réalisée sur deux sites au nord de Montpellier, a permis de dégager des espèces d'oiseaux caractéristiques et de grande diversité phénologique (Max & Geneviève Debussche). Les mêmes auteurs ont établi une deuxième liste de 1 120 espèces ou sous-espèces de Coléoptères remarquables dans l'inventaire à long terme qu'ils ont fait dans le Mont Aigoual lozérien. Un autre inventaire de 170 espèces de Coléoptères a été réalisé en 2013 dans la propriété des Blaquières (Pignan), dans le cadre des activités de la section "Entomologie" de la SHHNH (Jacques Taïb, Gérard Duvallet & Gérard Leplat). Par ailleurs, Frédéric Andrieu, Jean-Marie Coste et Patrice Delaumone rapportent ici leurs observations de plantes rares ou nouvelles pour le département de l'Hérault, et F. Andrieu fournit une liste d'espèces associées à des habitats caractérisés dans son compte-rendu d'herborisation du 16 juin 2013 à l'Aigoual. Sur un plan méthodologique, Gérard Lévêque propose de remplacer la méthode visuelle d'estimation de la couleur de la sporée des russules par une méthode numérique, à partir de photos. L'observation des paysages a conduit Josiane Ubaud à déterminer les fondements culturels et symboliques du choix des espèces d'arbres plantées à côté des architectures dans la région méditerranéenne : cette théorie des marqueurs végétaux devrait aider à éviter des contre-sens dans la création contemporaine. Enfin, deux évènements, l'un historique, l'autre actuel, complètent ce volume où tous les domaines de compétence de la SHHNH sont couverts : la dégradation sanitaire catastrophique et brutale d'un élevage de chevaux à Vissec (Gard), après l'invasion massive par des chenilles processionnaires d'une plantation de pins, est relatée par Jacques Grelu et Gérard Keck ; quant à Michel Séranne, il procède à une analyse critique du potentiel en hydrocarbures du sous-sol languedocien.

En vous invitant à découvrir ce volume des *Annales de la SHHNH*, je vous adresse mes voeux les plus chaleureux pour la satisfaction de vos aspirations individuelles et collectives et pour votre santé et celle de vos proches dans la perspective de 2015. Que l'année nouvelle renforce la vitalité des différentes sections de notre association, affirmée en 2014 !

L'avifaune périurbaine des Garrigues du Montpelliérais : espèces caractéristiques et phénologie

Max Debussche & Geneviève Debussche

650 rue des Érables, F-34980 Saint-Gély-du-Fesc (max.debussche@cefe.cnrs.fr)

Résumé

L'avifaune a été répertoriée tout au long de l'année sur deux sites, chacun à la périphérie d'une petite ville au nord de Montpellier (Hérault), l'un de 1980 à 1996, l'autre de 1998 à 2013. Les deux sites et la mosaïque paysagère qui les entoure ont une végétation contrastée avec des habitats ouverts pour le premier et boisés pour le second. Un total de 90 espèces y a été recensé. Les 39 espèces communes aux deux sites les plus régulièrement observées chaque année (espèces caractéristiques) sont pour la plupart des espèces communes, abondantes en France, mais qui constituent un assemblage d'oiseaux à la grande diversité phénologique, à l'image de l'avifaune de l'Europe méridionale. Un peu moins d'un tiers des espèces caractéristiques est plus ou moins lié aux habitats urbanisés.

Mots-clés : avifaune, périurbain, région méditerranéenne, phénologie, suivi à long terme.

Abstract

A year-round bird-species survey was monitored in two low density residential sites, each one on the outskirts of a small town north of Montpellier (Mediterranean southern France), one from 1980 to 1996, the other from 1998 to 2013. The two sites, as well as their surrounding landscape mosaics, have a contrasted vegetation with open habitats for the former and wooded habitats for the latter. A total of 90 bird-species were listed. Most of the 39 species most regularly observed every year on both sites, i.e. characteristic species, are widespread and abundant across France. However, these species constitute a bird assemblage of high phenological diversity, as it is usual for the South European avifauna. Only ca. a third of the characteristic species is more or less associated to urbanized habitats.

Key-words : avifauna, rural-urban fringe, Mediterranean region, phenology, long-term survey.

Introduction

La composition spécifique de l'avifaune est étroitement dépendante de la physionomie de la végétation et de l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère dans lesquelles elle vit. De très nombreuses études ont été consacrées à cette thématique, et cela fait plus d'un siècle (Adams, 1908) que sont analysées les modalités de remplacement des espèces d'oiseaux au fur et à mesure du déroulement des successions végétales et des changements de paysage modelés par les activités humaines. Dans un contexte urbain, la composition de l'avifaune dépend fortement de la physionomie du bâti, de sa structuration spatiale et de son ancienneté, ainsi que de la mosaïque végétale interstitielle ou lacunaire, plus ou moins artificialisée. Ce n'est que dans le dernier tiers du siècle dernier, avec l'expansion mondiale des villes, que les études consacrées à l'impact de l'urbanisation sur la composition de l'avifaune se sont multipliées (Chace & Walsh, 2006). L'analyse des modalités de remplacement des espèces d'oiseaux et des particularités de leur démographie le long d'un gradient d'urbanisation, des habitats ruraux non bâtis aux couronnes périurbaines et jusqu'au cœur même des villes, est particulièrement riche d'enseignements (par ex. Blair, 1996 ; Chamberlain *et al.*, 2009). L'écotone périurbain a la double particularité d'être riche en espèces et d'avoir une avifaune composite où se mêlent des espèces des habitats semi-naturels et naturels locaux et des espèces qui sont adaptées à une vie urbaine. Il faut souligner que la plupart des études ne prennent en compte que les espèces nicheuses.

Dans ce contexte, afin de caractériser l'avifaune périurbaine de la région des Garrigues du Montpelliérais, nous avons répertorié tout au long de l'année les espèces d'oiseaux présentes dans deux sites à la périphérie de deux petites villes ; ce suivi s'est étendu sur une période de 17 années pour l'un et de 16 années pour l'autre. Plus précisément, les objectifs de cet article sont de : a) définir l'assemblage des espèces caractéristiques du périurbain dans le contexte régional et b) classer ces espèces caractéristiques selon leur période de présence sur les sites.

Méthodes

Les observations

L'avifaune a été observée tout au long de l'année, pendant 17 ans (1980-1996) sur le site de Saint-Martin-de-Londres (SML ci-après) et pendant 16 ans (1998-2013) sur le site de Saint-Gély-du-Fesc (SGF ci-après). Elle a été répertoriée sous la forme de l'observation mensuelle et de l'observation annuelle des espèces. Pour chaque espèce et sur chaque site, la fréquence mensuelle d'observation varie de 0 à 100 pour chacun des 12 mois, 0 lorsque l'espèce n'a jamais été observée lors d'un mois donné au cours de la période d'observation, 100 lorsque l'espèce a été observée chaque année lors d'un mois donné. Pour chaque espèce et sur chaque site, la fréquence annuelle d'observation varie de 0 à 100, 0 lorsque l'espèce n'a jamais été observée au cours de la période d'observation, 100 lorsque l'espèce a été observée chaque année. L'abondance de l'espèce n'a pas été prise en compte. Les observations, contacts visuels et auditifs, ont souvent été faites quotidiennement mais pendant des durées variables, en journée ainsi qu'en début de nuit. La présence d'une espèce a été validée lorsque l'oiseau était d'une part strictement situé dans le périmètre du site, et d'autre part lorsqu'en vol il était situé à une hauteur inférieure ou égale à la hauteur de la cime du plus grand arbre du site. Ce dernier préalable, qui vise à rendre plus étroite la relation site-espèce répertoriée, a conduit d'une part à ne pas prendre en compte quelques espèces observées volant au-dessus de la canopée (beaucoup de Rapaces diurnes par exemple), et d'autre part à minimiser les fréquences d'observation de quelques espèces recensées. L'absence des auteurs réalisant les observations pendant une durée supérieure à 15 jours dans un mois a conduit à éliminer ce mois des données (3 mois non pris en compte à SML).

Les deux sites

Chaque site, constitué par le terrain de notre domicile, se trouve en zone résidentielle peu dense à la périphérie d'une petite ville qui s'est agrandie depuis les années 1960 autour de l'ancien village, à l'instar de nombreuses autres petites villes des Garrigues du Montpelliérais. À Saint-Martin-de-Londres, 25 km au nord de Montpellier (Hautes Garrigues), le site, d'une surface de 0,14 ha, est exposé au sud-est à l'altitude de 200 m ; il est situé à 150 m du village ancien. Le climat y est méditerranéen subhumide à hiver froid. Une pelouse sèche naturelle et un jardin occupent les deux tiers de sa surface en 1980 et moins de sa moitié en 1996, diminution essentiellement due à la croissance des arbres (chênes pubescents, cèdres) et des arbustes (haies d'espèces spontanées et exotiques) (Tab. 1). La mosaïque paysagère environnante est constituée d'un ancien parcours à moutons, parsemé de chênes pubescents et verts, avec un bâti peu dense ; elle a connu la même fermeture de ses habitats et la même croissance de ses arbres que le site pendant la période d'observation. À Saint-Gély-du-Fesc, 10 km au nord de Montpellier (Basses Garrigues), le site, d'une surface de 0,18 ha, est exposé au nord à l'altitude de 140 m ; il est situé à 750 m du village ancien. Le climat y est méditerranéen subhumide à hiver frais. Une pelouse sèche naturelle et un jardin occupent un tiers de sa surface en 1998 et seulement un gros quart en 2013, diminution due à la croissance des arbres (chênes verts et pubescents, pins d'Alep) et des arbustes (haies et massifs d'espèces spontanées et exotiques) (Tab. 1). La mosaïque paysagère environnante est constituée d'un bois contigu de très vieux chênes verts, non bâti, et d'un taillis clair de chênes verts et pubescents, de garrigues et de rares pelouses sèches, avec un bâti peu dense ; elle a connu

la même fermeture de ses habitats et la même croissance de ses arbres que le site pendant la période d'observation. En définitive, la végétation à SML en 1980 puis en 1996, et la végétation à SGF en 1998 puis en 2013, constituent quatre stades physionomiques du développement d'une succession végétale où les arbres prennent, naturellement, de plus en plus d'importance.

Végétation du site	SML		SGF	
	1980	1996	1998	2013
Couvert des arbres et arbustes >1 m	17 %	40 %	40 %	45 %
Hauteur maximum des arbres	7 m	12 m	14 m	18 m
Hauteur maximum des arbustes	1,5 m	3 m	2 m	3 m
Pelouse hors couvert et jardin	66 %	40 %	32 %	27 %
Bâti sans végétation	17 %	20 %	28 %	28 %

Tab. 1 : Structure de la végétation au début et à la fin des périodes d'observation dans chaque site.

Les fréquences d'observation de certaines espèces ont été influencées par trois pratiques, assez répandues dans le périurbain pour maintenir une partie de l'avifaune près des habitations : l'installation de nichoirs artificiels, le maintien de points d'eau accessibles aux oiseaux en toute saison (Fig.1), et le nourrissage, modulé selon les conditions climatiques, de novembre à mars (Dejonghe, 1983). À SML, les nichoirs artificiels étaient à destination de la Mésange charbonnière, de la Mésange bleue, du Rougequeue à front blanc et de l'Hirondelle de fenêtre ; les trois premières espèces y ont niché régulièrement, mais l'Hirondelle de fenêtre ne les a pas occupés et a été une fois remplacée par un Grimpereau des jardins. À SGF, les nichoirs artificiels étaient à destination de la Mésange charbonnière et de la Mésange bleue, la première y a régulièrement niché, la seconde épisodiquement.

Fig. 1 : À SGF, bain de février d'une grive musicienne dans une eau à peine dégelée ; trois mésanges charbonnières attendent leur tour (photo GD).

Les espèces caractéristiques : espèces constantes, complémentaires et accessoires

Nous définissons les espèces caractéristiques comme des espèces communes aux deux sites ayant été observées au moins 1 année sur 4 sur chacun de ces deux sites. Ces espèces caractéristiques comprennent des espèces constantes, des espèces complémentaires et des espèces accessoires. Nous appelons espèces constantes les espèces observées chaque année, ou au plus absentes 2 ans, dans les deux sites. Nous appelons espèces complémentaires les espèces moins fréquentes observées au moins un an sur deux dans les deux sites. Enfin, nous appelons espèces accessoires les espèces encore moins fréquentes observées au moins un an sur quatre dans les deux sites. Les espèces caractéristiques ont été réparties en 6 catégories phénologiques (identifiées de A à F) selon leurs fréquences mensuelles d'observation dans les deux sites : A) espèces observées toute l'année fréquemment, B) espèces observées toute l'année avec des variations saisonnières de fréquence, C) espèces observées toute l'année dans un site et saisonnièrement absentes dans l'autre, D) espèces observées en hiver et absentes en période de nidification, E) espèces absentes en hiver et observées en période de nidification, F) espèces absentes en hiver et en période de nidification.

Sources bibliographiques générales

Une partie des informations données sur les espèces observées peut être trouvée dans des ouvrages généraux tels que "Les Passereaux d'Europe" (Géroudet, 2010 a et b), le « Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France » (Yeatman-Berthelot & Jarry, 1994), l' « Atlas des oiseaux de France en hiver » (Yeatman-Berthelot & Jarry, 1991) et les « Oiseaux nicheurs du Gard » (C.O.GARD, 1993). Nous ne citerons pas ci-dessous ces ouvrages, sauf sur des points précis.

Résultats

Au total, ce sont 90 espèces d'oiseaux qui ont été répertoriées, 71 à SML et 73 à SGF ; 54 espèces ont été observées à la fois à SML et à SGF. Parmi ces 90 espèces, 53 espèces ont été observées en période de nidification, 20 espèces ont niché au moins une fois sur l'un et/ou l'autre site, 15 espèces ont niché au moins une fois à SML et 11 espèces ont niché au moins une fois à SGF. En moyenne, c'est en mai à SML et en mai et juin à SGF qu'est observé le plus grand nombre d'espèces, respectivement 17,9 et 20,4, et c'est en septembre à SML et en octobre à SGF qu'est observé le plus petit nombre d'espèces, respectivement 14,4 et 14,9.

Espèces constantes

Les 19 espèces constantes (Tab. 2) sont des espèces très communes et largement répandues en France au moment de leur nidification, à l'exception de la Fauvette mélanocéphale qui est méditerranéenne, du Grosbec casse-noyaux, assez peu répandu, et du Gobemouche noir, nicheur localisé dans notre pays. A l'exception du Grosbec casse-noyaux et du Gobemouche noir, ces 19 espèces sont toutes nicheuses (localisées pour le Pouillot véloce et le Troglodyte mignon) dans des habitats adéquats des Garrigues du Montpelliérais où elles sont présentes toute l'année, sauf l'Hirondelle rustique qui est absente en dehors des périodes de nidification et de migration. À l'échelle locale, les deux tiers de ces espèces sont observées toute l'année au moins sur un site.

Espèces complémentaires

Les 15 espèces complémentaires (Tab. 3) sont des espèces assez communes à très communes et largement répandues en France au moment de leur nidification, excepté le Pouillot de Bonelli et la Huppe fasciée qui ont une distribution un peu plus méridionale dans notre pays. À l'exception de l'Accenteur mouchet et du Roitelet huppé, ces espèces sont toutes nicheuses (localisée pour la Grive musicienne)

Espèce	**SML** (1980-1996)		**SGF** (1998-2013)		
	Fréquence % (n=17)	Nicheuse sur site	Fréquence % (n=16)	Nicheuse sur site	Catégorie phéno.
Chardonneret élégant	100	X	100		B
Fauvette à tête noire	100	X	100		A
Mésange à longue queue	100		100		A
Mésange bleue	100	X	100	X	A
Mésange charbonnière	100	X	100	X	A
Moineau domestique	100		100		A
Pinson des arbres	100	X	100		C
Pouillot véloce	100		100		D
Roitelet à triple bandeau	100		100	X	C
Rougegorge familier	100		100	X	C
Rougequeue noir	100	X	100	X	B
Verdier d'Europe	100	X	100	X	B
Fauvette mélanocéphale	100		94		D
Hirondelle rustique	100		94		E
Serin cini	100	X	94	X	B
Troglodyte mignon	100		94		D
Gobemouche noir	88		100		F
Grimpereau des jardins	88	X	100		A
Grosbec casse-noyaux	94		88		D

Tab. 2 : Les 19 espèces constantes, leurs fréquences annuelles, celles ayant niché au moins une fois sur un site, et leur catégorie phénologique.

Espèce	**SML** (1980-1996)		**SGF** (1998-2013)		
	Fréquence % (n=17)	Nicheuse sur site	Fréquence % (n=16)	Nicheuse sur site	Catégorie phéno.
Pie bavarde	82	X	100		A
Hirondelle de fenêtre	100		81		E
Grive musicienne	77		100		D
Merle noir	77		100	X	C
Rougequeue à front blanc	77		100		E
Tourterelle turque	71		100		A
Martinet noir	100		69		E
Épervier d'Europe	59		100		A
Huppe fasciée	94		63		E
Roitelet huppé	88		69		D
Accenteur mouchet	100		50		D
Rossignol philomèle	94		56		E
Étourneau sansonnet	53		75		B
Bergeronnette grise	71		50		B
Pouillot de Bonelli	53		50		E

Tab. 3 : Les 15 espèces complémentaires, leurs fréquences annuelles, celles ayant niché au moins une fois sur un site, et leur catégorie phénologique.

dans des habitats adéquats des Garrigues du Montpelliérais, mais seulement la moitié d'entre elles y sont présentes toute l'année. À l'échelle locale, ce n'est qu'un gros tiers de ces espèces qui est observé toute l'année au moins sur un site.

Espèces accessoires

Les 5 espèces accessoires (Tab.4) sont des espèces assez peu communes en France au moment de leur nidification, avec une distribution assez nettement méridionale pour le Petit-duc scops, moins marquée pour le Bruant zizi, et au contraire un évitement de la région méditerranéenne pour le Pouillot fitis. À l'exception du Pouillot fitis, toutes nichent dans des habitats adéquats des Garrigues du Montpelliérais, mais seulement la Bergeronnette des ruisseaux et le Bruant zizi y sont présents toute l'année. Seule cette dernière espèce est observée toute l'année, sur les deux sites.

Espèce	**SML** (1980-1996)		**SGF** (1998-2013)		Catégorie phéno.
	Fréquence % (n=17)	Nicheuse sur site	Fréquence % (n=16)	Nicheuse sur site	
Hypolaïs polyglotte	100	X	25		E
Pouillot fitis	82		38		F
Bergeronnette des ruisseaux	41		69		D
Bruant zizi	77	X	31		B
Petit-duc scops	41		63		E

Tab. 4 : Les 5 espèces accessoires, leurs fréquences annuelles, celles ayant niché au moins une fois sur un site, et leur catégorie phénologique.

Espèces observées toute l'année fréquemment (A)

La Mésange charbonnière, la Mésange bleue et la Fauvette à tête noire sont présentes toute l'année sur les deux sites avec des fréquences mensuelles d'observation très élevées, peu différentes d'un site à l'autre : 100 % pour les 12 mois de l'année dans chaque site pour les deux Mésanges, 100 % pour 6 mois dans chaque site pour la Fauvette à tête noire. Les deux mésanges, principalement insectivores, mais se nourrissant également de graines et de la pulpe des fruits, sont des espèces nicheuses très fréquentes et sédentaires à l'échelle régionale. Nichant naturellement dans les cavités des arbres, des murs et des rochers, elles occupent facilement les nichoirs artificiels posés à leur attention et sont rapidement attirées sur les sites de nourrissage hivernaux (Isenmann, 1996).

La Fauvette à tête noire est l'espèce nicheuse la plus répandue en France (Yeatman-Berthelot & Jarry, 1994). Les fauvettes à tête noire observées dans la région sont des oiseaux nicheurs, des oiseaux hivernants ayant niché sur place ou plus au nord, et des oiseaux qui transitent en nombre lors de leurs migrations entre l'Europe du nord et le Bassin méditerranéen, voire l'Afrique tropicale (Isenmann, 1991). Presque exclusivement frugivore en automne et en hiver, cette espèce fait preuve de nomadisme pour trouver les fruits charnus dont elle se nourrit, ainsi est-elle souvent observée pendant cette période à la périphérie des villes et des villages, voire en habitat urbain, où sont fréquemment plantés des arbustes et lianes exotiques à fruits charnus (Debussche & Isenmann, 1984, 1990).

Le Moineau domestique, espèce sédentaire granivore-omnivore à l'anthropophilie notoire, est omniprésent tout au long de l'année à SML alors que ses fréquences mensuelles d'observation sont nettement moins élevées à SGF (Fig. 2), sans variation saisonnière significative. Cette différence entre sites est très probablement due au plus fort recouvrement de la pelouse et du jardin à SML.

La Mésange à longue queue et le Grimpereau des jardins se nourrissent exclusivement d'arthropodes et sont largement sédentaires en France. Leurs fréquences mensuelles d'observation, sans pics ni creux saisonniers significatifs, sont nettement plus élevées à SGF qu'à SML, pour la plupart des mois pour la première espèce, pour tous les mois pour la seconde, ce qui illustre une meilleure adéquation de l'habitat de SGF à l'écologie de ces deux espèces, bien que la seconde ait niché une fois à SML.

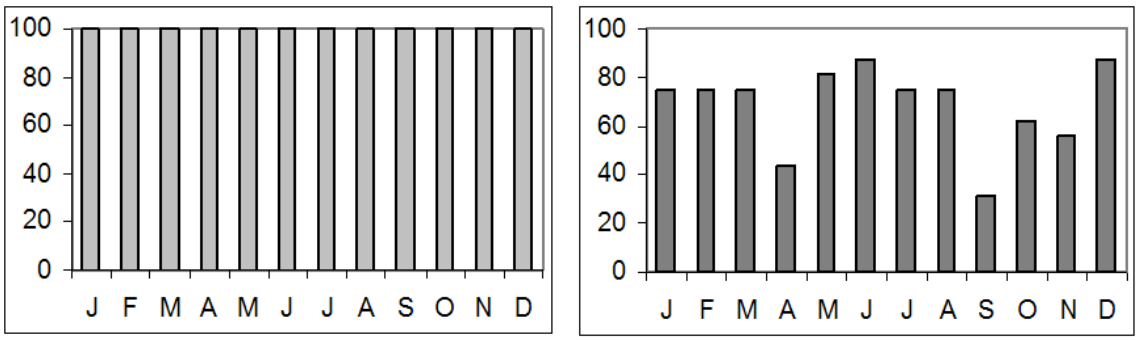


Fig. 2 : Fréquences mensuelles d'observation du Moineau domestique à SML (gauche) et SGF (droite).

Espèces complémentaires, la Pie bavarde et la Tourterelle turque, nicheuses à SML, ainsi que l'Épervier d'Europe se rattachent à cette catégorie. L'Épervier est observé beaucoup moins fréquemment à SML qu'à SGF, plus boisé. Comme le Moineau domestique, la Pie et la Tourterelle turque sont des espèces anthropophiles, la première étant beaucoup moins citadine que la seconde (par ex., Caula *et al.*, 2010).

Espèces observées toute l'année avec des variations saisonnières de fréquence (B)

Le Verdier d'Europe, le Chardonneret élégant, le Serin cini et le Rougequeue noir sont observés toute l'année dans les deux sites, mais avec des fréquences mensuelles d'observation nettement plus faibles à certaines périodes de l'année. Les trois premières espèces, essentiellement granivores, forment chacune, après la reproduction, des bandes erratiques d'oiseaux à la recherche de graines dans les habitats ouverts, comme les friches et certaines cultures ; ce comportement explique probablement le creux de fin d'été et d'automne des fréquences mensuelles d'observation (Fig. 3). Chez ces trois espèces, en hiver, des oiseaux du nord de l'Europe se mêlent aux oiseaux nicheurs et sédentaires à l'échelle régionale.

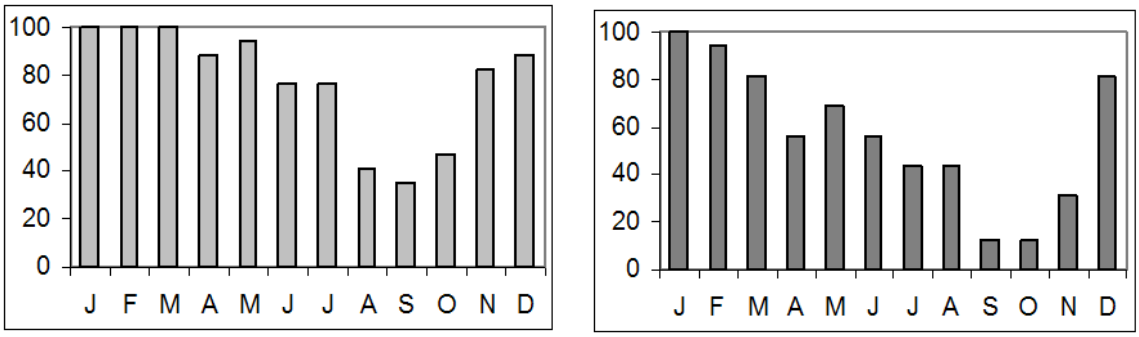


Fig. 3 : Fréquences mensuelles d'observation du Verdier d'Europe à SML (gauche) et SGF (droite).

En cette saison, les fréquences mensuelles redeviennent alors élevées chez le Verdier et le Chardonneret, deux espèces facilement attirées par les sites de nourrissage. En revanche, les fréquences mensuelles restent basses en hiver chez le Serin cini, peut-être parce que cette espèce s'intéresse à des graines de plus petite taille que celles du tournesol, largement utilisé sur les sites de nourrissage.
Le Rougequeue noir est insectivore mais, comme de nombreuses autres espèces d'oiseaux, il consomme aussi des fruits charnus de la fin de l'été à la fin de l'hiver (Debussche & Isenmann, 1989). Oiseau rupestre, le Rougequeue noir a adopté les constructions pour nicher, y compris en pleine ville. Les fréquences mensuelles d'observation de cette espèce (Fig. 4) sont élevées (SML) ou assez élevées (SGF)

pendant la période de nidification, et pendant les migrations de printemps et d'automne (avec des pics visibles en mars-avril et septembre-octobre à SGF) où de très nombreux oiseaux transitent entre l'Europe du nord et la péninsule ibérique et le Maghreb (Erard, 1994) ; les fréquences mensuelles sont les plus faibles en hiver avec peu d'oiseaux restant sédentaires à l'échelle régionale.

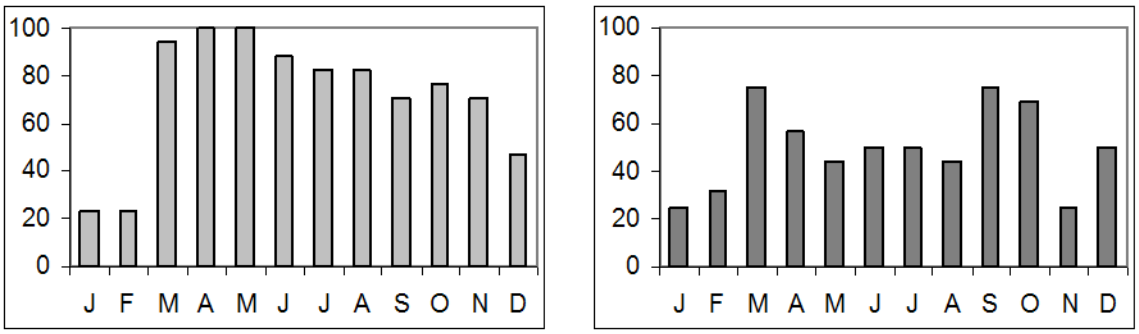


Fig. 4 : Fréquences mensuelles d'observation du Rougequeue noir à SML (gauche) et SGF (droite).

Espèces complémentaires, la Bergeronnette grise et l'Étourneau sansonnet se rattachent à cette catégorie. La Bergeronnette grise est surtout observée en hiver et lors de ses transits migratoires, plus rarement en période de nidification. L'Étourneau sansonnet, qui niche souvent sous les toits et dans les anciens bâtiments, est moins observé de la fin d'été à l'automne lorsque les oiseaux se regroupent en bandes erratiques ; en hiver, aux oiseaux nicheurs et sédentaires se mêlent de nombreux hivernants originaires de l'est et du nord de l'Europe (Clergeau, 1991). Enfin, espèce accessoire, le Bruant zizi (nicheur à SML) est surtout observé en période de nidification, moins souvent le reste de l'année lorsque l'espèce est erratique à l'échelle régionale.

Espèces observées toute l'année dans un site, saisonnièrement absentes dans l'autre (C)

Le Rougegorge familier, le Roitelet à triple bandeau et le Pinson des arbres ont la particularité d'être observés tout au long de l'année dans un site (SGF) et de ne pas être observés dans l'autre (SML) pendant une durée de 1 à 4 mois, soit en période de nidification pour les deux premières espèces, soit juste après cette période pour la dernière espèce. Le Rougegorge est représenté par des oiseaux nicheurs et sédentaires à l'échelle régionale, des oiseaux migrateurs en transit et de très nombreux oiseaux hivernants. Son absence d'observation de mai à août à SML (Fig. 5) illustre l'absence d'habitat propice à sa nidification sur ce site et aux alentours puisqu'il ne s'y trouve pas le début d'une ambiance forestière avec la litière restant un peu humide qui lui conviendrait (Isenmann, 2003), comme c'est le cas à SGF. Hors de la période de nidification, les fréquences mensuelles d'observation très élevées, pendant 6 à 8 mois, montrent l'attractivité des périphéries des villes, et des villages, pour le Rougegorge. Il consomme les miettes laissées par les granivores et picore des matières grasses sur les sites de nourrissage et, frugivore, il est attiré par les nombreux buissons et arbustes à fruits charnus, exotiques ou spontanés, fréquemment observés en zone périurbaine (Debussche & Isenmann, 1985).

Le Roitelet à triple bandeau est exclusivement insectivore, ses proies étant souvent de très petite taille ; il est majoritairement sédentaire dans notre pays. Comme le Rougegorge, et pour les mêmes raisons, le Roitelet à triple bandeau est nicheur sur le site de SGF et à proximité, alors qu'il ne l'est pas sur le site de SML et doit rarement l'être à proximité. En dehors de la période de nidification il est assez fréquemment observé dans les deux sites.

Le Pinson des arbres, sédentaire dans notre pays, a un comportement et un régime alimentaire saisonnier : en période de reproduction, il est territorial, surtout forestier, et essentiellement insectivore, mais

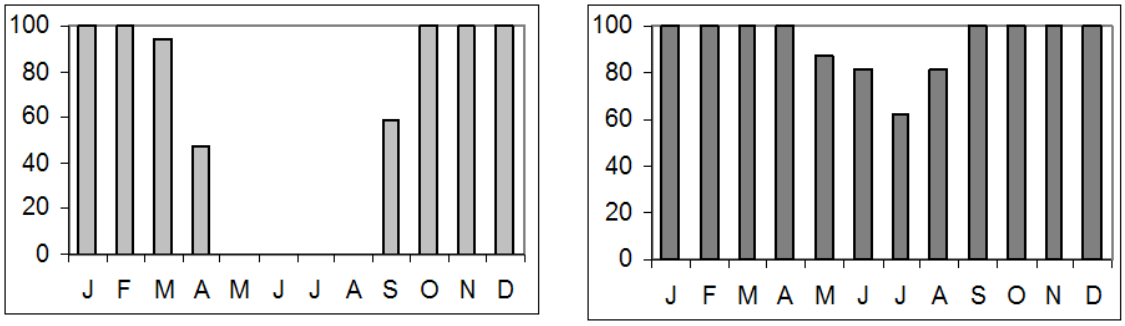


Fig. 5 : Fréquences mensuelles d'observation du Rougegorge familier à SML (gauche) et SGF (droite).

dès le milieu de l'été et jusqu'à la reproduction suivante il devient grégaire et explore des habitats plus ouverts à la recherche de graines au sol (Joachim, 1994). Ce comportement grégaire postnuptial est identique à celui mentionné précédemment pour les granivores que sont le Chardonneret, le Verdier et le Serin cini. Comme les deux premières espèces, il vient régulièrement, parfois en nombre, sur les sites de nourrissage hivernaux, se mélangeant avec elles ; leurs distributions de fréquences mensuelles se ressemblent beaucoup (Fig. 6 et 3). En dehors de la période hivernale, les fréquences mensuelles d'observation montrent que l'habitat de SGF est plus favorable au Pinson des arbres que l'habitat de SML. Même si une nidification a été observée à SML et aucune à SGF, la présence chaque année de mâles chanteurs à SGF, et à proximité immédiate, se traduit par des fréquences plus élevées en période de nidification dans ce dernier site. Comme pour le Rougegorge et le Roitelet à triple bandeau c'est l'ambiance préforestière de SGF qui fait la différence.

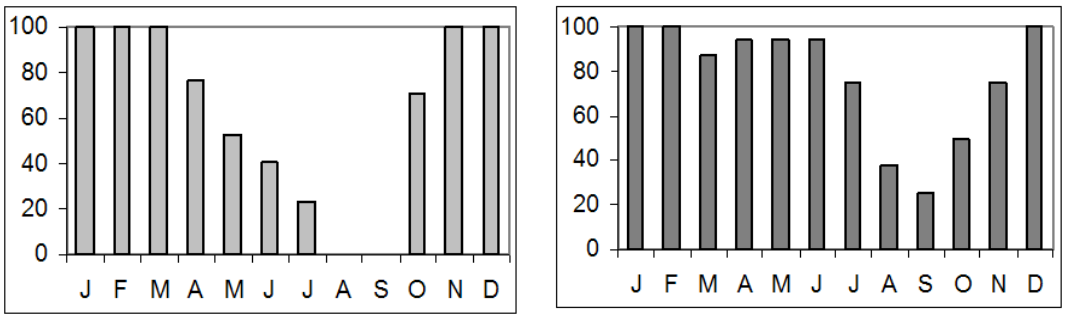


Fig. 6 : Fréquences mensuelles d'observation du Pinson des arbres à SML (gauche) et SGF (droite).

Espèce complémentaire, le Merle noir se rattache à cette catégorie puisqu'il est observé toute l'année, fréquemment à SGF où il a niché, alors qu'il n'est observé à SML que d'octobre à mars, hors de la période de nidification. Cette différence entre sites, aussi marquée que chez le Rougegorge, a les mêmes causes écologiques que pour les autres espèces déjà mentionnées. Nicheur sédentaire, hivernant ou migrateur, le Merle noir se nourrit de vers, de larves, d'escargots et de fruits charnus en abondance dès qu'ils sont disponibles. Il niche fréquemment dans les villes et villages et à leur périphérie, pourvu qu'il trouve à proximité des pelouses, jardins ou sous-bois suffisamment humides (Isenmann, 2000), et comme le Rougegorge et l'Étourneau, il n'hésite pas en hiver à visiter les gamelles pour les chiens et les chats.

Espèces observées en hiver et absentes en période de nidification (D)

La Fauvette mélanocéphale, le Troglodyte mignon, le Pouillot véloce et le Grosbec casse-noyaux sont observés pendant 6 à 10 mois, selon les espèces et le site, essentiellement en dehors de leur période de

nidification. Les trois premières espèces, nicheuses dans les Garrigues du Montpelliérais, se nourrissent d'arthropodes. Toutefois, la Fauvette mélanocéphale est également frugivore en automne et en hiver. Quant au Grosbec, probablement non nicheur dans les Garrigues du Montpelliérais, il consomme surtout des graines, souvent de bonne taille (par exemple celles du Micocoulier) comme le suggère son nom. La Fauvette mélanocéphale est commune et niche typiquement dans les garrigues en mosaïque de buissons denses et de plages herbacées avec quelques arbres épars, alors que le Troglodyte et le Pouillot véloce nichent localement dans les sites les plus frais et boisés, comme les ripisylves, surtout dans le nord de la région. L'absence de la Fauvette mélanocéphale d'avril à juillet à SGF et en mai et juin à SML souligne que les deux sites sont défavorables à sa nidification ; cependant, les quelques observations d'avril et de juillet à SML suggèrent fortement que des oiseaux peuvent nicher dans le voisinage (Fig. 7). L'absence d'observation du Troglodyte d'avril à septembre et du Pouillot véloce de mai à juillet montre que les deux sites et leurs voisinages ne sont pas appropriés pour leur nidification. Ces deux espèces sont nettement plus fréquemment observées à SML, peut-être à cause d'une plus grande proximité avec leurs territoires de reproduction.

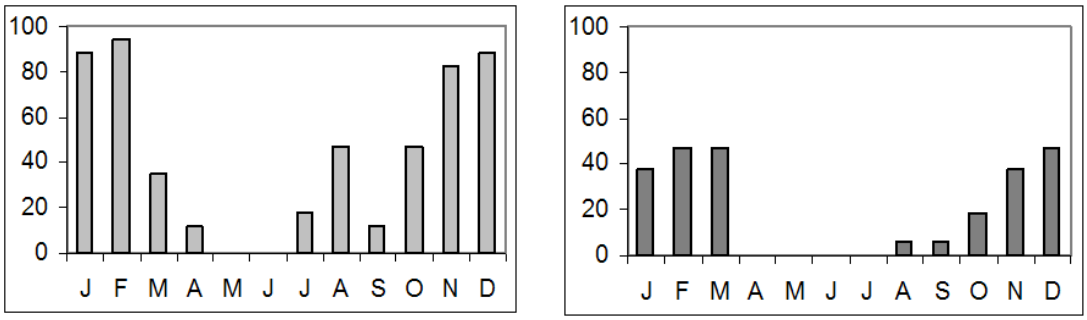


Fig.7 : Fréquences mensuelles d'observation de la Fauvette mélanocéphale à SML (gauche) et SGF (droite).

Les fauvettes mélanocéphales et les troglodytes observés sont, pour l'essentiel, des oiseaux erratiques à l'échelle régionale, la plupart des troglodytes nichant très probablement dans les Cévennes. Les pouillots véloces observés sont d'une part des oiseaux migrateurs dont la zone d'hivernage s'étend du Bassin méditerranéen au nord du Sahel, et d'autre part des oiseaux hivernants (Olioso & Salomon, 1994). Enfin, il est probable que les grosbecs, toujours observés en bandes, d'octobre à mai à SML et de novembre à avril à SGF, sont comme dans le cas de l'espèce précédente des oiseaux migrateurs en transit et des oiseaux hivernants.

Espèces complémentaires, la Grive musicienne (plus fréquente à SGF), le Roitelet huppé (plus fréquent à SML), et l'Accenteur mouchet (plus fréquent à SML) se rattachent à cette catégorie car ils sont observés de l'automne au début du printemps. Parmi ces espèces, la Grive musicienne, au régime alimentaire proche de celui du Merle noir, semble être la seule qui niche régulièrement dans les Garrigues du Montpelliérais, mais seulement dans les sites les plus boisés et humides du nord de la région. La plupart des grives musiciennes et des accenteurs mouchets observés sont très probablement des oiseaux erratiques nichant dans les Cévennes, ou plus largement dans le Massif central, alors que seulement une partie des roitelets huppés observés a la même origine, l'autre étant constituée de migrateurs et d'hivernants nichant dans le nord de l'Europe. Enfin, on peut mentionner comme espèce accessoire la Bergeronnette des ruisseaux, qui est très probablement essentiellement représentée par des oiseaux nicheurs des Cévennes, voire plus largement du Massif central.

Espèces absentes en hiver et observées en période de nidification (E)

L'Hirondelle rustique est une espèce bien connue pour ses migrations et son hivernage en Afrique tro-

picale. Insectivore stricte, ses effectifs ont diminué depuis les années 1970 dans toute l'Europe, mais avec des variations régionales, à cause à la fois de la déprise rurale et de l'intensification des pratiques culturales et d'élevage. Elle niche dans les bâtiments, surtout dans les villages mais également, sporadiquement, en ville. Elle est observée d'avril à novembre à SML et d'avril à octobre à SGF (Fig. 8). Les plus fortes fréquences d'observation à SML peuvent très probablement être attribuées à la plus faible distance de ce site au bâti dense et ancien du cœur de ville où niche cette espèce, et aussi à son habitat plus ouvert.

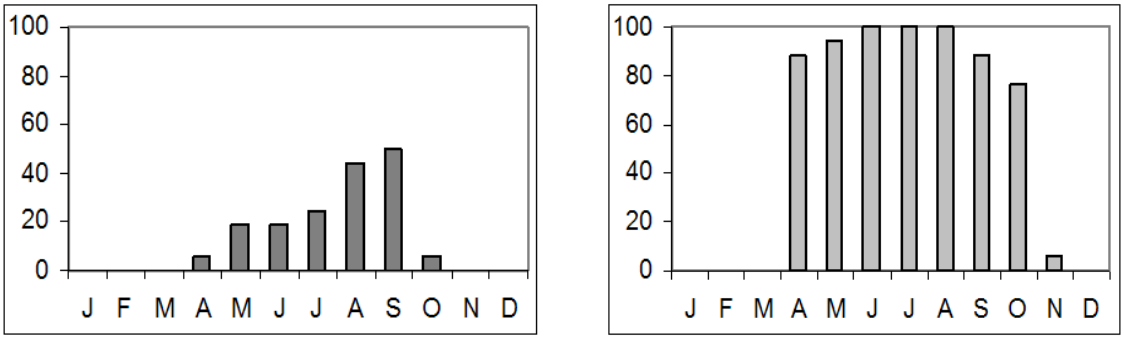


Fig. 8 : Fréquences mensuelles d'observation de l'Hirondelle rustique à SML (gauche) et SGF (droite).

L'Hirondelle de fenêtre, espèce nicheuse assez abondante dans l'Hérault, a exactement la même phénologie que l'Hirondelle rustique à SML et à SGF ; elle est aussi fréquemment observée que celle-ci à SML, mais moins fréquemment à SGF. Cinq autres espèces migratrices complémentaires se rattachent à cette catégorie : le Rougequeue à front blanc (nicheur dans les deux sites), le Martinet noir, la Huppe fasciée, le Rossignol philomèle (nicheur à SML) et le Pouillot de Bonelli. Toutes ces espèces consomment uniquement ou principalement des arthropodes et plus généralement des invertébrés. Toutefois, le Rougequeue à front blanc et le Rossignol philomèle consomment également des fruits charnus dès qu'ils sont disponibles et la Huppe fasciée de petits vertébrés, comme des lézards. Enfin, on peut mentionner comme espèces accessoires l'Hypolaïs polyglotte (plus fréquent et nicheur à SML) et le Petit-duc scops (plus fréquent à SGF), tous deux essentiellement insectivores.

Espèces absentes en hiver et en période de nidification (F)

Le Gobemouche noir, insectivore consommant également des fruits charnus en été et en automne, est un oiseau forestier nichant dans les cavités des arbres et peu répandu en France. Il ne niche pas dans les Garrigues du Montpelliérais, mais niche dans les vieilles châtaigneraies cévenoles proches. Migrateur transsaharien, il est surtout observé dans notre région, parfois en nombre, lors de son passage postnuptial. À SML, c'est ce seul passage postnuptial qui a été observé, alors qu'à SGF se sont les deux passages migratoires qui ont été observés (Fig. 9).

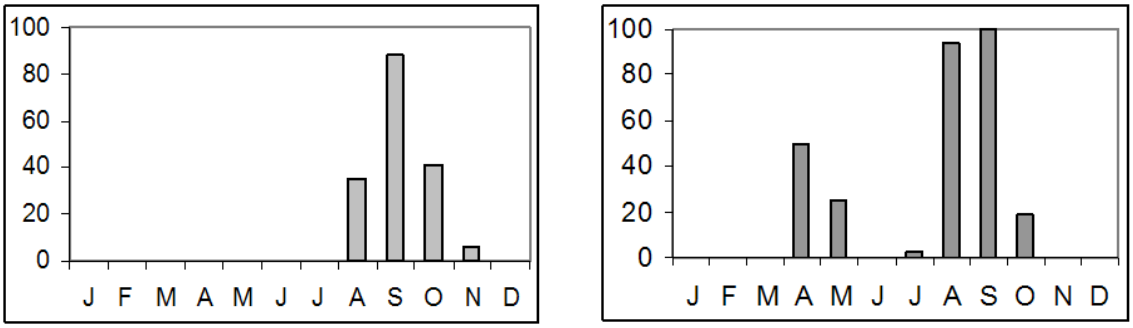


Fig. 9 : Fréquences mensuelles d'observation du Gobemouche noir à SML (gauche) et SGF (droite).

Le Pouillot fitis, espèce accessoire, a une phénologie très proche de celle du Gobemouche noir. Insectivore comme celui-ci, il est observé dans les deux sites lors de sa migration prénuptiale en avril et mai et lors de sa migration postnuptiale d'août à octobre. Il hiverne en Afrique équatoriale et tropicale et niche en Europe en dehors de la région méditerranéenne (Raevel, 1994).

Discussion et conclusions

Une avifaune périurbaine aux espèces caractéristiques communes et largement distribuées

Parmi les 90 espèces recensées nous en avons sélectionné 39 que nous estimons être des espèces caractéristiques de l'avifaune périurbaine des Garrigues du Montpelliérais. Dix-neuf espèces constantes constituent le cœur de ce groupe d'espèces caractéristiques, car elles ont été observées chaque année ou presque dans les deux sites avec des fréquences mensuelles élevées. À ces espèces constantes s'ajoutent 20 espèces moins fréquentes : 15 espèces complémentaires et 5 espèces accessoires. La plupart des espèces caractéristiques sont assez communes à très communes et largement à très largement distribuées en France, la seule note nettement méditerranéenne étant donnée par la Fauvette mélanocéphale. Ces espèces caractéristiques constituent un assemblage très diversifié d'oiseaux nicheurs et non nicheurs, sédentaires, migrateurs et hivernants, diversité phénologique à l'image de l'avifaune de l'Europe méridionale (Blondel, 1969).

Une avifaune périurbaine où dominent les « oiseaux des campagnes »

À quelques kilomètres de SML et de SGF, l'avifaune nicheuse a été inventoriée en 1978, 1992 et 2003 sur un territoire de 2800 ha, autour du Pic Saint-Loup, qui fait fonction d'observatoire à long terme (Preiss *et al.*, 1997 ; Sirami *et al.*, 2007, 2009). La mosaïque paysagère de cet observatoire, sans ville et avec seulement deux petits villages, est représentative, dans sa composition et ses changements, des collines et petites montagnes non ou faiblement urbanisées de la région méditerranéenne française (Debussche *et al.*, 1987 ; Debussche & Lepart, 1999).

La comparaison de l'avifaune nicheuse de l'observatoire à long terme et de l'avifaune nicheuse de Montpellier et de sa périphérie met en évidence une liste d'espèces significativement plus fréquentes dans l'espace urbanisé que dans l'observatoire (Caula *et al.*, 2010). Six des espèces caractéristiques présentes en période de nidification (catégories A, B, C et E) font partie de cette liste : la Mésange charbonnière, le Moineau domestique, la Pie bavarde, le Rougequeue à front blanc, la Tourterelle turque et le Verdier d'Europe. Nos observations et une abondante bibliographie conduisent à rajouter 6 autres espèces caractéristiques présentes en période de nidification aux 6 espèces précédentes : d'une part l'Hirondelle de fenêtre, l'Hirondelle rustique, le Martinet noir et le Petit-duc scops qui n'ont pas été pris en compte par Caula *et al.* (*ibid.*) pour des raisons méthodologiques, et d'autre part l'Étourneau sansonnet et le Rougequeue noir qui nous semblent avoir été sous-évalués dans l'espace urbanisé montpelliérain.

Ceci permet de proposer un ensemble de 12 espèces caractéristiques présentes en période de nidification qui sont adaptées à l'espace urbanisé, cet ensemble pouvant être divisé en trois groupes sur un gradient croissant d'urbanisation : a) Hirondelle rustique, Mésange charbonnière, Petit-duc scops, Pie bavarde, Rougequeue à front blanc, Verdier d'Europe ; b) Étourneau sansonnet, Hirondelle de fenêtre, Rougequeue noir ; c) Martinet noir, Moineau domestique, Tourterelle turque. Les 17 autres espèces caractéristiques présentes en période de nidification, auxquelles se rajoutent toutes les 10 espèces caractéristiques absentes en période de nidification, représentent la composante de l'avifaune locale préférentiellement liée aux habitats non urbanisés, les « oiseaux des campagnes » en quelque sorte. Il n'est pas surprenant que cette dernière composante représente un peu plus des deux tiers des espèces caractéristiques puisque les deux sites que nous avons suivis sont situés dans un périurbain peu dense

à la périphérie de deux villes qui sont de taille modeste.

Nous avons analysé ici un assemblage de 39 espèces communes aux deux sites d'observation. À côté de ces espèces, il en est également de nombreuses qui n'ont été observées que dans un seul site. Cette spécificité peut être expliquée en grande partie par la végétation contrastée des deux sites, et l'analyse de cette spécificité peut être conduite dans le contexte des changements d'avifaune accompagnant le déroulement des successions végétales et les changements de paysage, spectaculaires dans cette région.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement Paul Isenmann pour ses commentaires et ses suggestions à la lecture d'une précédente version de cet article.

Références bibliographiques

Adams C.C., 1908. The ecological succession of birds. *Auk* **25** : 109-153.

Blair R.B., 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological applications* **6** : 506-519.

Blondel J., 1969. *Synécologie des Passereaux résidents et migrateurs dans le Midi méditerranéen français.* C.R.P.D., 239 p. Marseille.

Caula S.A., Sirami C., Marty P. & Martin J.-L., 2010. Value of an urban habitat for the native Mediterranean avifauna. *Urban Ecosystems* **13** : 73-89.

Chace J.F. & Walsh J.J., 2006. Urban effects on native avifauna : a review. *Landscape and Urban Planning* **74** : 46-69.

Chamberlain D.E., Cannon A.R., Toms M.P., Leech D.I., Hatchwell B.J. & Gaston K.J., 2009. Avian productivity in urban landscapes : a review and meta-analysis. *Ibis* **151** : 1-18.

Clergeau P., 1991. Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris* : 506-507. *In* : Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., *Atlas des oiseaux de France en hiver*. Société Ornithologique de France. Jouve, Paris.

C.O.GARD, 1993. *Oiseaux nicheurs du Gard. Atlas biogéographique 1985-1993*. 288 p. Nîmes.

Debussche M. & Isenmann P., 1984. Origine et nomadisme des fauvettes à tête noire (*Sylvia atricapilla*) hivernant en zone méditerranéenne française. *L'oiseau et Revue Française d'Ornithologie* **54** : 101-107.

Debussche M. & Isenmann P., 1985. Frugivory of transient and wintering European robins *Erithacus rubecula* in a Mediterranean region and its relationship with ornithochory. *Holarctic Ecology* **8** : 157-163.

Debussche M. & Isenmann P., 1989. Fleshy fruit characters and the choices of bird and mammal seed dispersers in a Mediterranean region. *Oikos* **56** : 327-338.

Debussche M. & Isenmann P., 1990. Introduced and cultivated fleshy-fruited plants: consequences for a mutualistic Mediterranean plant-bird system : 399-416. *In* : di Castri F., Hansen A.J. & Debussche M., *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

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

Debussche M., Rambal S. & Lepart J., 1987. Les changements de l'occupation des terres en région méditerranéenne humide : évaluation des conséquences hydrologiques. *Acta Oecologica, Oecologia Applicata* **8** : 317-332.

Dejonghe J.-F., 1983. *Les oiseaux des villes et des villages*. Le Point Vétérinaire, 296 p. Maisons-Alfort.

Erard C., 1994. Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros* : 506-507. *In* : Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., *Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Société Ornithologique de France. Jouve, Paris.

Géroudet P., 2010 a. *Les Passereaux d'Europe, des coucous aux merles.* Delachaux & Niestlé, 480 p. Paris.

Géroudet P., 2010 b. *Les Passereaux d'Europe, de la bouscarle aux bruants.* Delachaux & Niestlé, 584 p. Paris.

Isenmann P., 1991. Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla* : 414-415. *In* : Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., *Atlas des oiseaux de France en hiver*. Société Ornithologique de France. Jouve, Paris.

Isenmann P., 1996. *La Mésange bleue*. Eveil Nature, 72 p. Saint Yrieix.

Isenmann P., 2000. *Le Merle noir*. Eveil Nature, 72 p. Saint Yrieix.

Isenmann P., 2003. *Le Rougegorge*. Belin Eveil Nature, 72 p. Paris.

Joachim J., 1994. Pinson des arbres *Fringilla coelebs* : 688-689. *In* : Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., *Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Société Ornithologique de France. Jouve, Paris.

Olioso G. & Salomon M., 1994. Pouillot véloce médio-européen. *Phylloscopus collybita collybita* : 584-585. *In* : Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., *Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Société Ornithologique de France. Jouve, Paris.

Preiss E., Martin J.-L. & Debussche M., 1997. Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region: consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecology* **12** : 51-61.

Raevel P., 1994. Pouillot fitis *Phylloscopus trochilus* : 588-589. *In* : Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., *Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Société Ornithologique de France. Jouve, Paris.

Sirami C., Brotons L. & Martin J.-L., 2007. Vegetation and songbird response to land abandonment : from landscape to census plot. *Diversity and Distributions* **13** : 42-52.

Sirami C., Brotons L. & Martin J.-L., 2009. Do bird spatial distribution patterns reflect population trends in changing landscapes ? *Landscape Ecology* **24** : 893-906.

Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., 1991. *Atlas des oiseaux de France en hiver*. Société Ornithologique de France. Jouve, 575 p. Paris.

Yeatman-Berthelot D. & Jarry G., 1994. *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989*. Société Ornithologique de France. Jouve, 776 p. Paris.

Familier jusqu'à se rapprocher au plus près des maisons en hiver et populaire par son plastron rouge, le Rougegorge est l'une des espèces les plus fréquemment observées en habitat périurbain dans les Garrigues du Montpelliérais (photo GD).

Les chevaux de Vissec

Jacques Grelu [a] & Gérard Keck [b]

[a] 589 route de Nages, F-30980 Langlade (jacques.grelu@wanadoo.fr)
[b] (gerard.keck@vetagro-sup.fr)

Résumé

Au nord de Montpellier, une plantation de pins âgée de 22 ans subissait en 1984 une invasion massive de chenilles (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.). Cette plantation avait été louée à un éleveur qui faisait pâturer ses chevaux sous les résineux. Surpris par la virulence du phénomène, l'éleveur a tenté de protéger son cheptel avec des moyens manuels, refusant tout traitement aérien au diflubenzuron (produit commercial : Dimilin), utilisable à proximité des lieux habités. Mais les chenilles ne suivirent pas leur développement normal et moururent massivement. Cette disparition fut suivie par une dégradation sanitaire catastrophique du troupeau avec notamment des avortements brutaux et une forte mortalité du cheptel. Les éleveurs accusèrent l'administration forestière d'avoir effectué un traitement chimique frauduleux qui ne sera pas confirmé par l'enquête. L'hypothèse retenue est celle d'une maladie complexe et inédite passée des chenilles aux chevaux, sans ingestion des poils urticants.
Mots-clés : Vissec, pinède, chevaux, chenilles, Dimilin, expertise.

Abstract

North of Montpellier, a plantation of pines was massively attacked by the caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. This plantation had been rented to a horse breeder and the horses grazed under the resinous trees. Surprised by the virulence of the phenomenon, the reared tried to protect his livestock in manual ways turning down the diflubenzuron (commercial product : Dimilin) usable even near habited places. Even so, the caterpillars did not undergo their usual growth and died massively. In the following months, the sanitary state of flock dramatically degraded, with early abortions and a high rate of mortality. The breeder accused the forest administration of fraudulous chemical treatment. That was not confirmed at the inquest. The only remaining hypothesis might be a complex and unknown illness transmitted from caterpillars to horses without ingestion of urticarian bristles.
Keywords : Vissec, pinewood, horses, caterpillars, Dimilin, expert's report.

L'histoire des chevaux de Vissec a été gérée et reconstituée par le premier auteur (J.G., ingénieur général honoraire du génie rural et des eaux et forêts) en référence aux travaux scientifiques et expertises du deuxième auteur (G.K., expert judiciaire et professeur à l'École nationale vétérinaire de Lyon - VetAgro Sup).

Chronique de l'événement

Nouvellement installé à la direction de l'Office National des Forêts (ONF) du Gard, je me dirige vers les confins du Larzac gardois, où m'attend une affaire ténébreuse. Un éleveur de chevaux accuse l'administration d'avoir empoisonné 27 chevaux, morts dans des souffrances dont le récit nous glace. Cet éleveur basé à Vissec avait obtenu une autorisation de pâturage pour ses chevaux sous les boisements de la forêt communale dite du Régagnas. Les pinèdes y sont ravagées par les chenilles processionnaires dont les cycles de dégâts accompagnent les périodes chaudes. Recouvertes de poils urticants, elles sont dangereuses pour les mammifères, par simple contact, ingestion ou respiration. En période d'invasion, l'administration peut pratiquer des traitements aériens par aspersion d'un produit voisin des extraits du bacille de Thuringe. Cette sécrétion, sous forme de cristaux, est constituée de protoxines qui, dans l'intestin des insectes à pH alcalin, sont transformées en toxines actives qui en-

traînent des lésions in situ. Ces cristaux sont non toxiques pour les mammifères.

Les élus et la population connaissent bien les désagréments des chenilles urticantes dont la surpopulation chronique pose de sérieux problèmes dans les pinèdes urbaines. Il arrive que des traitements aériens soient nécessaires pour atténuer les pics de risques. Selon nos sources, mon prédécesseur à la direction de l'ONF du Gard avait signalé cette possibilité de traitement des pinèdes très atteintes. Les riverains faisaient généralement assez bon accueil à ce service mais, à Régagnas, les éleveurs rejettent toute idée d'intervention chimique. Le prédécesseur classe alors l'affaire et le personnel forestier affirmera toujours qu'aucun traitement n'a été pratiqué sur le Causse.

Quelques mois après les premières concentrations de chenilles, commence la mortalité des chevaux de Vissec. La reconstitution chronologique du début des événements n'est pas facile à établir, les faits ayant débuté par une grosse invasion classique de chenilles processionnaires dont l'évolution dramatique n'était pas encore pressentie. Celle-ci est assez bien relatée dans le numéro du journal *Libération* daté du jeudi 13 septembre 1984, dont le journaliste a visiblement enquêté directement auprès des éleveurs :
- *Les éleveurs ramassent les "pré-nids" de chenilles au début de septembre 1983.*
- *Fin novembre, l'invasion de chenilles est massive mais celles-ci "disparaissent".*
- *Trente juments et poulains sont amenés dans un enclos de pins de 55 ha quinze jours plus tard* (donc, au milieu du mois de décembre 1983).
- *Vingt jours passent, puis le troupeau est pris de troubles intestinaux, vingt juments avortent, onze d'entre elles meurent et une dizaine d'autres seront dans un état critique* (donc, en janvier 1984).

Les animaux survivants sont déplacés vers d'autres gagnages et les propriétaires déposent une plainte contre l'ONF pour empoisonnement. D'aucuns prétendent avoir entendu le passage nocturne d'un hélicoptère. Ils ont la certitude que l'administration forestière a ignoré le refus de traitement décidé par la population locale. Peu de temps après ce survol mystérieux, des cadavres de chenilles ont été ramassés par milliers sous les pins de la forêt communale. Le survol, même nocturne, d'un hélicoptère a peut-être été réel au-dessus d'une commune située à une vingtaine de kilomètres du camp militaire de La Cavalerie.

À la suite de la plainte, le Professeur Gérard Keck (Laboratoire de toxicologie de l'École vétérinaire de Lyon) est chargé de l'expertise par le tribunal administratif de Montpellier. Nous l'accompagnons sur le terrain pour sa première visite. C'est aussi ma première tournée forestière dans ce département où je viens d'être affecté. Les éleveurs ont préparé un repas froid. J'ai conservé le souvenir de cette collation : le couple d'éleveurs, l'expert et les quatre forestiers sanglés dans les uniformes de service, assis sans toucher à la nourriture.

Un pays mythique, unique en Europe

Le drame se joue sur le territoire de la commune de Vissec, sur le Causse gardois de Blandas, aux confins des départements du Gard, de l'Aveyron et de l'Hérault. Ce territoire, difficilement accessible, a conservé de nombreux vestiges préhistoriques (menhirs, allées couvertes et cromlechs depuis lesquels les devins de l'âge de pierre déchiffraient le ciel). Au faîte de l'imposant balcon du cirque de Navacelles, ce Causse de Blandas est séparé de son voisin de Campestre par les gorges de la rivière Vis. Au-delà de Campestre se dessinent les premiers reliefs du Larzac entre La Couvertoirade et la ville de Nant. Le petit centre historique de Vissec contrôle un verrou abrupt vers lequel convergent quatre thalwegs : la Vis en amont et en aval de Vissec, dont le cours est souterrain jusqu'à la puissante résurgence de la Foux, la Virenque et le Valat de l'Esperelle. Les dénivelées verticales entre crêtes et piedmonts de versants sont supérieures à 200 m, atteignant même 300 m au droit de la résurgence. Le versant gardois de la Vis – partagée avec le département de l'Hérault – constitue une série domaniale forestière inscrite en Restauration des Terrains de Montagne (RTM) dont le reboisement n'a jamais été

envisagé en versant.

Le Causse de Blandas

L'affaire se place précisément dans le hameau isolé de Régagnas (altitude : 715 m), à l'extrémité de la RD 270b, au lieu-dit géographique de Serre de la Combette (Fig. 1). L'accès à ce hameau nécessite un long détour par les communes de Campestre-et-Luc, Alzon avec un retour à Vissec par les gorges de la Vis. Les conditions de vie sont encadrées par une topographie vigoureuse, un accès difficile à l'eau, l'isolement des lieux habités et la rareté des terres cultivables. Le quadrilatère délimité par les communes de La Cavalerie, Le Vigan, Saint-Martin-de-Londres et Lodève est contourné par les voies historiques traditionnelles : drailles, voies antiques et chemins ferrés passent au large.
La forêt communale de Vissec couvre 320 ha. Elle a été aménagée récemment par l'ONF en 2003 sur 306 ha susceptibles de gestion. Les peuplements forestiers se répartissent entre 176 ha productifs et 130 ha d'espaces naturels. Les espèces forestières présentes se répartissent à parts égales entre 48% de chênes pubescents et 48% de pins noirs accompagnés de quelques alisiers, érables et sapins de Nordmann (source : ONF du Gard).

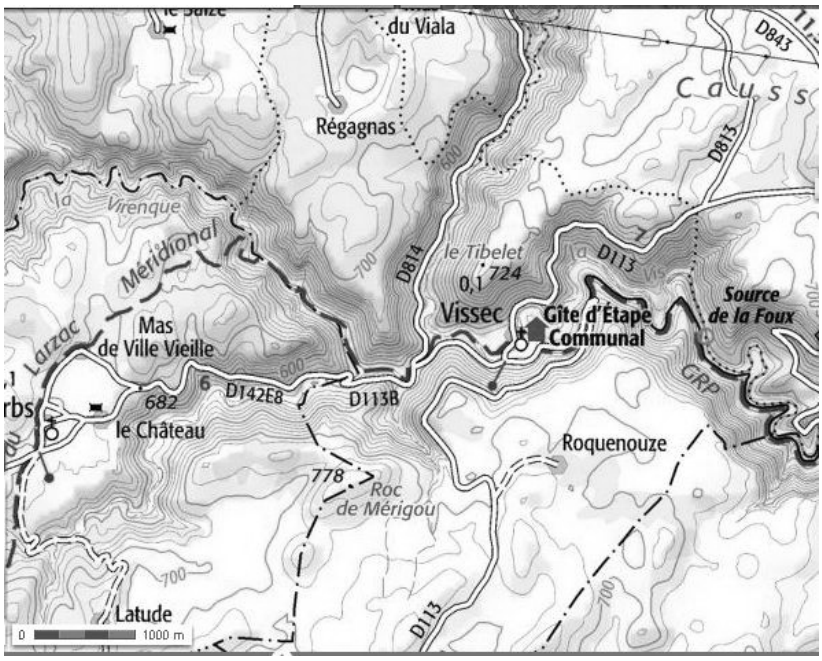


Fig.1 : Localisation des lieux cités (extrait de la carte IGN au 1 / 25 000 e).

« Plaie de chenille est mortelle »

C'est le titre de l'édition du 13 septembre 1984 du quotidien *Libération*. Il y est écrit que le Fonds Forestier National (FFN) a réalisé en 1962 une plantation de 196 ha de pins à Régagnas sur des parcelles communales en friche. Un couple d'éleveurs de chevaux camarguais s'est installé en 1973 à Régagnas à proximité des plantations du FFN. Une convention de pâturage a ensuite autorisé les éleveurs à faire pâturer les chevaux sur la totalité du contrat FFN. À cette époque, les bergers, les éleveurs et les forestiers vivent dans des sphères professionnelles où ils n'ont pas encore réalisé le partenariat et la solidarité qui prévaudront après les grands incendies de forêts survenus en 1985, 1989, 1990…
Les chenilles processionnaires font leur retour dans les années chaudes de la décennie 80. Rejetant la version chimique, les éleveurs préfèrent contenir le mal avec des moyens manuels (ramassage des

nids). Il semble que les contacts aient été interrompus entre éleveurs et services forestiers à l'occasion de ce choix. À l'automne 1983, le pâturage a repris sous les résineux, les chenilles ayant temporairement disparu. La maladie des chevaux survient assez brutalement en décembre 1983 après l'introduction d'une trentaine d'animaux sains dans une parcelle de pins conservée pour l'hiver. Les premiers symptômes graves se manifestent dès janvier 1984 avec l'avortement inexplicable d'une jument, l'amaigrissement de jeunes sujets, la manifestation d'occlusions intestinales… qui s'améliorent parfois au retour en écurie. Lors de ses visites, l'expert constate une aggravation de l'état sanitaire des animaux puis des mortalités (six en janvier, cinq autres en février), et des avortements avec issues fatales malgré des soins attentifs et des analyses. Suivent encore neuf nouveaux décès de chevaux qui avaient été remis au pâturage sous les pins…

À l'été 1984, le bilan est le suivant :
- Les éleveurs ont constaté que les accidents sont liés au séjour des chevaux sous les pins : aucun animal resté sous les chênes n'étant malade, ceci fondait les plaignants à suspecter un traitement insecticide de la pinède.
- Les services forestiers ont officiellement nié tout traitement par leurs services (les attestations écrites des directeurs des services des DDAF et de l'ONF du Gard et de l'Aveyron sont toujours conservées par l'administration).
- Les symptômes récurrents qui précèdent la mortalité comportent des avortements, un amaigrissement important malgré la consommation de nourriture, des occlusions intestinales et quelques troubles de locomotion.

Les causes possibles de la maladie

Nous résumons ci-dessous les étapes de l'expertise pratiquée par le Dr G. Keck. Le chercheur écrit que les causes possibles de cette mystérieuse maladie pouvaient être d'origine toxique, infectieuse, parasitaire ou immuno-allergique.

Les causes toxiques peuvent être le fait d'un produit chimique, de l'abondance des chenilles processionnaires ou de végétaux dangereux ingérés par les animaux. La crise aigüe suppose de toute façon l'ingestion d'une substance à fortes doses et à effet quasi-immédiat. En cas d'intoxication chronique, la maladie évoluerait au fil de l'accumulation répétée des substances dans l'organisme, la consommation de doses mortelles supposant l'ingestion de quantités importantes.
Le chercheur s'est intéressé au cas du diflubenzuron (dont le nom commercial est Dimilin), un insecticide dérivé de l'urée qui est utilisé pour combattre la prolifération des chenilles. Il s'agit d'un inhibiteur de la synthèse de chitine qui agit notamment sur la mue des chenilles. Son action n'est donc pas comparable aux effets du bacille de Thuringe. Le laboratoire lyonnais de toxicologie a eu accès aux résultats d'essais pratiqués à l'époque sur des moutons d'un poids moyen de 75 kg pendant 13 semaines. Les animaux qui avaient reçu des doses quotidiennes de 10 g par kilogramme d'aliments secs ont néanmoins conservé un bon état général. Les examens pratiqués par la suite « *n'affectaient pas les cholinestérases* » selon l'expert qui notait en conséquence « *que dans l'hypothèse d'un traitement frauduleux des chenilles processionnaires, il n'existait ni accumulation du produit dans les organismes animaux ni dans les sols où sa dégradation est rapide* ».
L'enquête a donc écarté cette version, comme étant invraisemblable.

Il a été relativement facile d'éliminer les conséquences de l'ingestion de résidus de chenilles, qui provoque des troubles bien connus chez l'homme et chez les animaux. L'ingestion accidentelle de poils urticants mêlés à la végétation est certes possible, mais l'expertise a confirmé l'absence d'irritation violente aux lèvres, à la bouche et au tube digestif. L'intoxication par une substance chimique indéterminée est peu probable sur ces plateaux où se pratique un pastoralisme extensif : il faudrait des quantités repérables de produits nocifs pour impliquer un tel massacre. La piste d'une intoxication végétale n'a rien

donné de concret au niveau des quelques plantes dangereuses connues, à l'exception du lierre, retrouvé en quantité importante dans le contenu stomacal d'une pouliche. Si elle est importante, cette consommation ne provoque que des troubles nerveux et aucun autre élément de la flore phanérogamique ne peut être suspecté.

Les causes éventuelles d'origine infectieuse et les avortements pouvaient faire penser à une maladie microbienne, par exemple due à la bactérie *Salmonella arbutus*, mais les analyses effectuées à Maisons-Alfort sont restées négatives.

Les données cliniques pouvaient faire penser à une maladie parasitaire. L'une des pistes suivies par le chercheur a été celle de vers parasites, source de coliques et de difficultés digestives avec amaigrissement des sujets, l'appétit restant conservé. Un agent possible de cette parasitose pouvait être la trichonémose larvaire du tube digestif, entretenue sur les parcours utilisés par les chevaux. Cette suggestion ne croise pas totalement les symptômes de la maladie (absence d'avortements ?) et elle n'explique pas la mortalité massive des chenilles processionnaires.

Nous avons retrouvé le curieux compte-rendu de l'agent forestier assermenté, André Lacroix, qui écrit deux ans après, soit en 1986, lors d'une autre prolifération de chenilles que « *la quasi-totalité des chenilles a crevé. Les larves en stade L5 sont présentes dans les nids, ramollies et inanimées ; nous pensons qu'elles sont victimes d'une épidémie, peut-être d'origine virale* ». Les contacts entretenus par l'ONF avec le CEMAGREF de Saint-Martin-d'Hères (Isère) permettent l'acheminement d'échantillons de chenilles processionnaires au laboratoire de l'INRA de Saint-Christol-lès-Alès en mars 1986. L'examen de ces déchets de larves ne permet pas de déceler les bactéries ou les virus habituellement notés dans les organismes parasités. La mort de ces chenilles remonte à plusieurs semaines et leur état de décomposition peu avancé permet un examen satisfaisant. Il est surprenant de noter la date tardive de ce compte-rendu, retrouvé dans les archives de l'ONF deux ans après la crise principale. Cette rémanence du fléau intrigue André Lacroix qui recherchera encore des larves vivantes pouvant présenter des signes de maladie…
Cette rémanence de la mortalité des chenilles processionnaires, en absence crédible de traitement au diflubenzuron, et son incidence éventuelle sur un épisode parasitaire ne répondent pas à tous les aspects de la maladie décrite, comme le souligne le Dr Keck :
-Les coliques constituent un marqueur de la trichonémose dont la forme soudaine est inhabituelle ; les séries d'avortements en début de maladie ne « collent » pas avec cette parasitose.
-Le foyer de la maladie se situe dans l'enclos des pins (rien sous les chênes). Son développement foudroyant est trop bref pour expliquer un phénomène parasitaire.
-Les éleveurs possédaient une « *compétence vétérinaire professionnelle* » et ils ont effectué de nombreux traitements antiparasitaires qui n'ont pas été supportés par les chevaux malades dont l'état s'est au contraire aggravé avec des cas de mortalité.

Reste donc l'hypothèse immuno-allergique liant la mortalité des chenilles et celle des chevaux, crédible dans la mesure où aucune maladie unique connue, qu'elle soit d'origine toxique ou biologique, ne correspond à la maladie observée. L'expert écrit que « *les divers examens et analyses effectués : autopsies et étude histologique, analyses biochimiques, analyses sérologiques, analyses toxicologiques ne permettent pas non plus d'établir un diagnostic* ».
Nous empruntons les lignes suivantes aux conclusions écrites du rapport d'expertise rédigé par l'un de nous (G.K.), désigné comme expert par le tribunal administratif de Montpellier (extraits) :

« Le facteur pathogène ayant entraîné la mort des chenilles, qu'il soit biologique ou artificiel, aurait pu entraîner la mort des vers parasites des chevaux pâturant dans les pinèdes à certains stades de leur développement. La lyse des parasites a pu libérer des toxines et autres substances biologiques qui peuvent provoquer des réactions d'hypersensibilité d'ordre immuno-allergique, en particulier au niveau local digestif, entraînant des réactions inflammatoires au sein de la muqueuse intestinale et au niveau génital (avortements). On peut concevoir que ces réactions inflammatoires intra-muqueuses puissent

entraîner une paralysie du tube digestif, d'où la stase intestinale et les coliques violentes. Les lésions inflammatoires de la muqueuse intestinale ont été notées lors de toutes les autopsies effectuées. Toutes les autopsies ont également noté des adhérences fibreuses anciennes ainsi que des images traduisant une atteinte inflammatoire ancienne. Ces observations vont bien dans le sens d'une réaction inflammatoire aigüe suivie d'une période d'atteinte subaigüe ; rappelons que la plupart des chevaux ont été maintenus en vie après la crise aigüe grâce aux traitements effectués par les éleveurs et ne sont morts qu'au terme de plusieurs jours, voire plusieurs semaines…
Quelle peut être la nature du facteur pathogène présent dans les enclos des pins qui pourrait être responsable de la mortalité des chenilles et de la lyse des vers parasites des chevaux ?
Nous reprendrons ici les deux types d'origines que nous avons distingués pour la mortalité des chenilles :
- Si un traitement insecticide avait été appliqué sur les chenilles avec un produit, tel que le diflubenzuron, les résidus de produit insecticide pourraient éventuellement lors d'ingestion par les chevaux exercer un effet létal à l'égard des vers parasites. Il a été montré que le diflubenzuron entraînait sur des nématodes libres, présents dans le sol ou parasites des cultures, des effets ovicides (létaux pour les oeufs) par blocage de la formation de la chitine au moment du développement (Veech, 1978). Il peut donc exister, pour un insecticide de ce type, une action néfaste commune sur des chenilles et des nématodes ; or, la plupart des vers parasites digestifs du cheval sont des nématodes, notamment des trichonèmes. Il semble toutefois que les concentrations devant être atteintes dans le tube digestif pour exercer une action létale sur les vers parasites soient relativement élevées, beaucoup plus que celles présentes dans la pâture, près de deux mois après un éventuel traitement par un insecticide de ce type. En effet, d'après les données disponibles, le diflubenzuron est presque totalement dégradé un mois après le traitement. En outre, d'après les données publiées, l'effet létal ne s'exerce que sur les oeufs des nématodes et non sur les larves.
- Si la mortalité des chenilles est due à des causes naturelles, donc à un agent pathogène biologique (virus ou bactérie), peut-on penser que celui-ci peut également exercer un effet létal sur les vers parasites du tube digestif des chevaux ? D'après les spécialistes que j'ai consultés et les recherches bibliographiques que j'ai effectuées, il n'existe pas de données scientifiques permettant de répondre avec certitude à cette question. On sait néanmoins que certains virus ou certaines bactéries présentent un pouvoir pathogène pour diverses classes zoologiques d'invertébrés. Mais dans le cas du *Bacillus thuringiensis*, seule sa protoxine est active pour la lutte contre la chenille processionnaire du pin, et aussi contre d'autres invertébrés parasites des cultures.
L'agent pathogène, viral ou bactérien, éventuellement responsable de la mortalité massive des chenilles aurait ainsi pu persister dans les chenilles mortes ou survivantes et contaminer, par contact, les chevaux, provoquant de manière plus ou moins rapide la lyse des nématodes parasites du tube digestif, d'où les réactions d'hypersensibilité allergique décrites plus haut.
Le fait que le délai d'apparition des troubles se réduise de plus en plus, de janvier 1984 à juin 1984, pourrait peut-être traduire une augmentation du pouvoir pathogène de cet agent pathogène du fait de la multiplication au fur et à mesure des contacts avec les chevaux… ».

Commentaires et retour d'expérience

Les événements survenus à Vissec révèlent un clivage entre les forestiers d'un côté – peu nombreux mais détenteurs d'un pouvoir – et les éleveurs de l'autre côté, qui peinent sur d'âpres plateaux rocheux. Le journal *Libération* du 13 septembre 1984, qui avait relaté le rejet d'une demande d'extension de pâturage en forêt communale, écrit encore : « *un ingénieur et un garde ONF s'y opposent… le garde, profitant même de l'âge avancé du maire, en rédigera lui-même la délibération… mais la nouvelle orientation de la gestion du pays en 1981 permettra aux éleveurs le renouvellement du bail de 1973* ».

Petite guerre entre le « gentil » éleveur et le « méchant » forestier ?

Le Causse de Blandas et les Causses voisins sont peu boisés. L'inventaire des forêts de France, lancé en 1911 par le directeur général des Eaux et forêts, Lucien Daubrée, n'accordait effectivement au canton d'Alzon que 443 ha de taillis feuillus, 84 ha de forêts improductives et 809 ha de projets de reboisements « Restauration des terrains en montagne – RTM » dans les gorges de la Vis. Soixante-dix ans plus tard, à l'époque des faits relatés ici, l'Inventaire forestier national (IFN) nous apprend que les peuplements forestiers des Causses du Gard « *sont des boisements lâches, des taillis souvent situés à proximité des fermes et quelques futaies de conifères d'origine généralement artificielle* ». Le chêne pubescent occupe une surface globale de 3900 ha, les conifères en couvrent 1392 ha. Le contrat forestier de reboisement financé par l'État à Régagnas faisait partie des opérations de reboisement destinées à soutenir les missions de protection, de production et d'accueil assignées aux forêts d'altitude. Aussi longtemps que les jeunes reboisements et les rejets feuillus issus des coupes de bois de feu restent fragiles, l'introduction d'animaux sous bois est arbitrée par les services forestiers. La fonction de sylvopastoralisme se gère par procédures administratives.

Le sylvopastoralisme s'affirme dans le courant de la décennie quatre-vingt, pendant une période chaude marquée par de grands incendies qui ont contraint le gouvernement à refondre totalement la prévention des incendies de forêts (1987). Les priorités ont porté sur l'aménagement et sur la surveillance tactique des forêts sensibles, la desserte des espaces naturels et forestiers exposés aux catastrophes naturelles et sanitaires, la stratégie d'attaque des feux naissants, le débroussaillement légal en milieu habité, la réduction de la biomasse végétale issue de la déprise agricole, sous un éclairage scientifique quasi-permanent.

Ces pratiques nouvelles imposent une solidarité interprofessionnelle entre les élus, les agriculteurs, les éleveurs, les forestiers, les sapeurs-pompiers et les chercheurs. Regardés sous cet éclairage, les problèmes endurés à Vissec n'auraient sans doute pas évolué de la même façon. L'aménagement rural concerté entre ces professions intéressées est maintenant animé par des réseaux scientifiques qui valorisent les régions exposées à des risques naturels et sanitaires impromptus et violents. C'est dans ce cadre que se discutent, par exemple, les itinéraires de transhumance, les problèmes sanitaires, les programmes de pâturages, l'entretien des coupures agricoles par le bétail, les feux contrôlés, le sylvopastoralisme, le traitement de la biomasse et son utilisation éventuelle en bois énergie avec les groupements d'éleveurs (Provence et Languedoc-Roussillon)… Cette réactivité contre la déprise agricole soutient une sylviculture préventive des incendies et du changement de climat, bien différente des traditionnels boisements de conquête (Fig. 2).

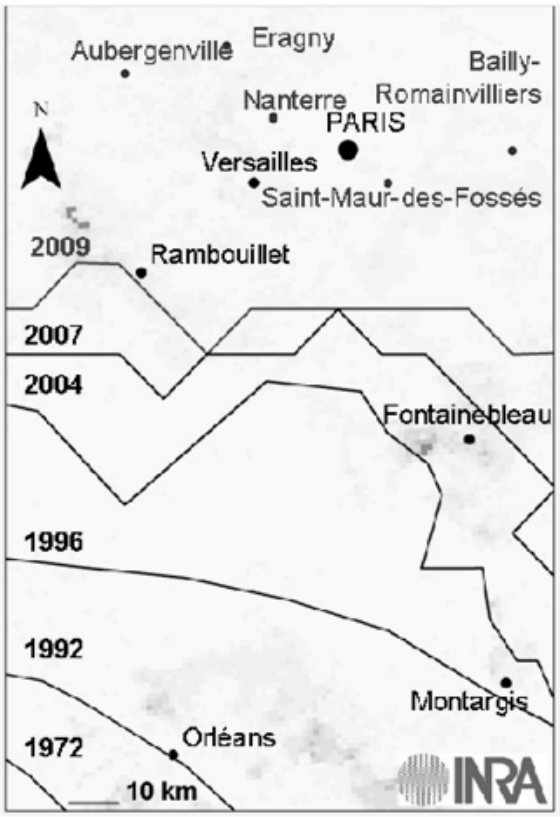


Fig. 2 : La remontée septentrionale des ravages de la chenille processionnaire (d'après un document de l'INRA) constitue un marqueur scientifique du changement de climat. Les évènements vécus dans les Causses en illustrent les seuils cruciaux pour l'adaptation du sylvopastoralisme aux zones chaudes. Le dossier vétérinaire qui a été constitué depuis 30 ans autour de cette affaire servira de référence à la compréhension et au traitement futur de ces crises sanitaires majeures.

Résumé des dossiers techniques annexés à l'enquête

Réponses de l'expert aux questions posées par les éleveurs

Quatre forêts gardoises ont été traitées au Dimilin (diflubenzuron) en secteur des garrigues (Rochefort-du-Gard, Saint-Victor-la-Coste, Valliguières et Saint-Victor-de-Malcap). Les moutons ont été remis en pâturage aussitôt après le traitement, sans inconvénient. Une remarque identique est formulée par la Direction des Services Vétérinaires du département des Landes dans des pâturages sous pinèdes préalablement traitées : aucun problème de santé n'a été constaté.
Des expérimentations scientifiques sont organisées, généralement sous le timbre INRA/CEMAGREF avec protocoles et visas éventuels des maires en forêts communales. Il n'a été pratiqué aucun traitement expérimental dans les Causses.
Le directeur de l'ONF du Gard (J. Grelu), certifie qu'aucune confusion n'est possible entre parcelles contigües au contact des trois départements riverains (n° 12, 30 et 34). Son service n'a pratiqué aucun traitement sur Régagnas. Des études toxicologiques ont précédé l'homologation du diflubenzuron, ce qui n'était pas toujours le cas auparavant. L'ONF n'était pas hostile au pâturage sous forêt et les extensions successives de surfaces sous bail ont été instruites favorablement par le service, bien que l'ONF n'ait pas toujours été averti de ces extensions. Des régularisations juridiques ont toujours suivi les décisions de la commune.

Rapport d'expertise « A » (résultats scientifiques)

La trichonémose larvaire massive a été confirmée par le service de parasitologie de l'Ecole vétérinaire de Lyon. La symptomatologie s'appuie sur les indices suivants : conjonction d'avortements brutaux sans signes prémonitoires, troubles digestifs avec coliques, stase, amaigrissement et arrêt de croissance (conséquence de l'état de stase).
On observe parfois des mortalités importantes de chenilles du fait de la surdensité des populations imputées à des virus, bactéries ou parasites.

Le Dimilin (diflubenzuron) a été homologué par la société « Quinoléine » et la discrétion qui entoure ce dossier ne relève pas d'une volonté cachottière, mais de confidentialité entre concurrents. Du reste, le produit a été étudié par une commission des toxiques.
Ce produit ne possède pas les propriétés « anti-cholinestérase » des organophosphorés, qui sont moins sélectifs et plus brutaux. Une intoxication par les produits organophosphorés est différente de celle observée à Régagnas.

L'autopsie du cheval PAN à Lyon évoque sans erreur possible la présence massive de larves de trichonèmes. Il est possible qu'une interférence entre un facteur inconnu dans l'enclos des pins et les vers parasites des chevaux ait pu avoir lieu : la présence de ce facteur aurait pu entraîner la lyse des parasites qui aurait elle-même déclenché les avortements et les coliques. Une autre variante suggère que la mortalité des chenilles pourrait être liée à un agent non chimique, mais biologique, bactérie ou virus. Cet agent, absorbé par les chevaux, pourrait être responsable soit d'effets directs (peu probable sur les chevaux), soit d'une mortalité massive des vers parasites avec effets secondaires.
Les analyses biochimiques pratiquées sur le sérum de 6 chevaux ne révèlent pas de variation significative des paramètres biochimiques (créatinine, protéines totales, GLDH, urée, bilirubine, lipase) entre les valeurs normales des animaux presque sains et celles observées sur des animaux très malades.

Points forts de la main courante tenue par le docteur André de Lunel

C'est un suivi très détaillé de la vie du troupeau, au jour le jour. Ce suivi a été préfacé par le Dr André sur la base des renseignements produits par l'éleveur qui a orienté vers une intervention suspecte avec un produit destiné à détruire les chenilles processionnaires et qui aurait été répandu sur les zones de

pacages. Le suivi vétérinaire est très détaillé. Les maladies, avortements, décès, traitements prodigués par les éleveurs sont soigneusement répertoriés avec les dates ainsi que les transferts d'animaux d'un parc à un autre.
Le 17 janvier, le docteur note que 10 mâles (6 entiers, 3 montés et 1 étalon) sont introduits hors zone de pins (à une centaine de mètres de ces derniers). Ces sujets en bonne santé sont en contact fréquents avec des juments et des élèves malades pendant plusieurs jours. Les dix mâles ne sont pas contaminés. Le 16 mars, 10 juments sont introduites en très bon état sous les pins, elles restent saines pendant une semaine mais tombent malades le 23 mars. C'est à ce moment que l'éleveur comprend que le foyer de la maladie se situe dans les pins. Les éleveurs parquent un groupe de juments dans le 6e enclos au sud du lieu-dit « le Bosc ». Cet enclos n'était plus pâturé depuis un an, il était riche en herbes, il n'y avait eu que peu de chenilles en hiver 83-84 : après 3 journées de séjour dans cet enclos les animaux présentent des troubles graves…

Série de résultats d'analyses des prélèvements

Les analyses biochimiques pratiquées sur le sérum de 6 chevaux ne révèlent pas de variation significative des paramètres biochimiques (créatinine, protéines totales, GLDH, urée, bilirubine, lipase) entre valeurs normales des animaux presque sains et celles des animaux très malades.
Le Dr Michel Michaux note ensuite : « *J'ai retenu l'apparition très tardive de symptômes chez certains chevaux. Apparition après utilisation de vermifuges, ceci m'a fait penser à un phénomène d'hypersensibilité retardée* [1] *aux substances libérées par la lyse des parasites digestifs, la première sensibilisation s'étant produite au printemps 1984 à la suite d'une lyse particulièrement importante des parasites : l'hypersensibilité retardée semble entraîner des lésions digestives qui entraînent progressivement la mort des chevaux. Cette idée est restée à l'état d'hypothèse. Je ne l'ai pas vérifiée* ».

Référence bibliographique

Veech J., 1978. The effect of diflubenzuron on the reproduction of free living nematodes.*Nematologica* (Canada) **24** : 312-320.

Ouvrages consultés

Anonyme, 1993. Les grandes coupures. *INFO-DFCI n° 29*. IRSTEA, Aix-en-Provence.
Anonyme, 2008. Le brûlage dirigé, une révolution politique. *INFO-DFCI n° 60* . IRSTEA , Aix-en-Provence.
Issautier M.-N., 2001. Troubles épileptiformes chez les moutons. Institut Boiron, Rabat.
Keck G., 1985. *Mortalité des chevaux de l'élevage Coissieux* . Rapport d'expertise, 35 p. + annexes, Laboratoire de toxicologie, Ecole nationale vétérinaire de Lyon.
Rigolot E., 2002. *Du plan départemental à la coupure de combustible. Guide méthodologique et pratique.* La Cardère, INRA-URFM Avignon.
Rivière J., 2011. *Les chenilles processionnaires, évaluation des enjeux de santé animale*. Thèse de doctorat vétérinaire, 196 p. Créteil.

[1] Les hypersensibilités entrent dans le cadre des réactions immuno-allergiques. La médecine les divise en quatre types. L'anaphylaxie, qui nous intéresse le plus, est classée en type I. Les réactions d'hypersensibilité retardée à médiation cellulaire (lymphocytes spécifiques) comportent une phase de sensibilisation, avec la pénétration de l'allergène et sa fixation, ce qui entraîne une activation de lymphocytes spécifiques. Le second contact avec l'antigène déclenche la phase effectrice avec libération d'histamine, médiateur biologique puissant qui pourrait expliquer l'intensité des symptômes et des lésions à dominante inflammatoire (note des auteurs).

Des Coléoptères remarquables du Mont Aigoual lozérien (Parc national des Cévennes). Deuxième liste d'espèces

Max Debussche & Geneviève Debussche

650 rue des Érables, F-34980 Saint-Gély-du-Fesc (max.debussche@cefe.cnrs.fr)

Résumé

Un inventaire à long terme des Coléoptères de la haute vallée de la Jonte (versant lozérien du Mont Aigoual, Parc national des Cévennes), réalisé par les auteurs depuis huit ans, a permis de recenser sur une surface de 930 hectares environ 1120 espèces ou sous-espèces. Parmi celles-ci, se trouvent des espèces ou sous-espèces remarquables pour leur endémisme restreint ou leur rareté dont une première liste de 32 taxons a déjà été publiée. Une deuxième liste de 18 taxons remarquables est sélectionnée ici. Les habitats, l'abondance et la phénologie de chacun de ces taxons dans le territoire inventorié sont indiqués. Enfin, nous précisons l'habitat de l'espèce endémique très restreinte du Mont Aigoual *Dichotrachelus pericarti* Osella 1971 (Curculionidae).

Mots-clés : Coleoptera, rareté, endémisme restreint, Mont Aigoual, Parc national des Cévennes, inventaire à long terme.

Abstract

A eight-year survey of Coleopteras in the upper valley of the Jonte River (Mont Aigoual, southern French Massif central), in the Cévennes National Park, allowed the authors to list ca. 1120 species or subspecies across a 930 hectares wide area. Among them, a first short list of 32 species or subspecies significant for their narrow endemism or their rarity was published. An additional second short list of 18 species or subspecies is selected. For each of these selected taxa, habitats, abundance and phenology in the surveyed area are described. The habitat of the very narrow endemic *Dichotrachelus pericarti* Osella 1971 (Curculionidae), only known from Mont Aigoual, is precised.

Keywords : Coleoptera, rarity, narrow endemism, Mont Aigoual, Cévennes National Park, long-term survey.

Introduction

Dans le contexte de l'évaluation de l'impact des changements globaux sur la biodiversité et sur sa dynamique, nous conduisons depuis 2006 un inventaire des Coléoptères sur le versant lozérien du Mont Aigoual. Le territoire d'inventaire est caractérisé par un fort gradient altitudinal, un climat sur les marges du climat méditerranéen et une mosaïque d'habitats particulièrement diversifiée et changeante. De 2006 à 2013, nous y avons recensé environ 1120 espèces ou sous-espèces. Parmi celles-ci, une première liste de 32 espèces ou sous-espèces remarquables pour leur endémisme restreint ou leur rareté régionale ou départementale a été publiée (Debussche & Debussche, 2012). Nous proposons ici une deuxième liste de 18 espèces ou sous-espèces remarquables.

Territoire d'inventaire et méthodes

Le territoire d'inventaire couvre le haut du bassin-versant de la Jonte depuis 850 m d'altitude jusqu'à son point culminant à 1565 m d'altitude, soit le haut de l'étage collinéen et l'ensemble de l'étage montagnard. Il s'étend sur 930 hectares, dans la commune de Gatuzières (Lozère), et est situé dans le cœur du Parc national des Cévennes. L'inventaire fait appel à une large gamme de méthodes de capture : recherche à vue, battage de la végétation, utilisation de pièges attractifs et d'interception, et, depuis 2012, tamisage de la litière et fauchage. Pour plus de détails sur le territoire d'inventaire et ses 4 sec-

teurs géographiques, les méthodes utilisées et l'échantillonnage, voir Debussche & Debussche (2012).

Caractéristiques des taxons remarquables

Nous définissons ici comme taxons remarquables : a) les taxons endémiques très restreints, uniquement localisés dans le Massif de l'Aigoual et les Cévennes de la Lozère, du Gard et de l'Ardèche, identifiés par ET, b) les taxons endémiques restreints, uniquement localisés dans le Massif central, ainsi que localement sur ses marges, identifiés par ER**,** c) les taxons listés comme « déterminants stricts » et « remarquables », à cause de leur rareté régionale, pour l'inventaire ZNIEFF du Languedoc-Roussillon (Anonyme, 2008), identifiés par ZS et ZR, f) les taxons rarement signalés dans le sud-est du Massif central (Ardèche, Gard, Lozère), ou rarement signalés en France, identifiés par R.

Nous indiquons ensuite pour chaque taxon son abondance, le ou les secteurs géographiques dans lesquels il a été observé, sa gamme d'altitude, sa phénologie, ses habitats et micro-habitats. L'abondance de chaque taxon est évaluée en fonction du nombre d'individus observés pendant la durée de l'inventaire avec : RR, très rare ; R, rare ; AR, assez rare ; AC, assez commun ; C, commun ; CC, très commun. Nous avons distingué quatre secteurs géographiques dans le territoire d'inventaire : « Jontanels » (J), « Cabrillac » (C), « GF Aigoual » (G) et « Signal des Fons » (S), dont les géoréférences des centres sont respectivement : N 44°10'38", E 3°31'06" ; N 44°09'39", E 3°32'35" ; N 44°08'42", E 3°33'23" et N 44°08'11", E 3°34'00". La nomenclature adoptée suit Fauna Europaea.

Liste des espèces

HISTERIDAE

Abraeus (*Postabraeus*) *granulum* Erichson 1839 - ZS, R

AR ; J, C ; 1080-1320 m ; juin, septembre ; hêtraie, pré-bois à pins sylvestres, chênaie-pineraie claire ; dans les gros troncs pourris au sol (hêtres, pins sylvestres, parfois épicéas), rarement dans une chandelle de hêtre.

Cette espèce, à distribution lacunaire en France (Sainte-Claire Deville, 1935), est retenue par Brustel (2004) pour figurer dans la liste des « Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la qualité des forêts en France ». Elle n'est pas signalée par Thérond (1975-76,1980,1986) dans le Gard, et donc sur le versant gardois du Mont Aigoual ; récemment elle a été observée par Barnouin *et al.* (2010) sur son versant lozérien, dans la Réserve biologique du Marquairès. Elle n'est pas signalée en Ardèche par Balazuc (1984) et Aberlenc (1987,1996).

LEIODIDAE

Bathysciola (*Bathysciola*) *opaca* (Reitter 1884) - ET

C ; J, C, G, S ; 860-1500 m ; mai-juillet, septembre-octobre ; hêtraie, ripisylve de frênes et aulnes, chênaie claire, rarement pré-bois de pins sylvestres ; dans la litière des feuillus et les cavités basses des gros hêtres, rarement dans la litière des pins sylvestres.

Cette espèce anophthalme est une endémique très restreinte des Cévennes du Gard et de la Lozère (Jeannel, 1924 ; Sainte-Claire Deville, 1935 ; Avon, 2007). Elle est signalée par Thérond (1975) et Ponel *et al.* (2012) sur le versant gardois du Mont Aigoual.

STAPHYLINIDAE

Geodromicus (*Geodromicus*) *nigrita nigrita* (P.W.J. Müller 1821) - R

RR ; G ; 1275 m ; juin ; torrent dans un pré ; dans la mousse mouillée sur un bloc à peine émergent.

Sainte-Claire Deville (1935) indique que cette espèce («*Geodromicus plagiatus* F. var. *nigrita* Müll.») est présente en France dans tous les massifs montagneux. Toutefois, Tronquet (2012 ; M. Tronquet *in litt.*, 2012) suggère que cette espèce pourrait être absente ou rare dans le Massif central. Thérond (1975-76, 1980, 1986) ne mentionne pas le genre *Geodromicus* dans les montagnes du Gard, pas plus que Balazuc

(1984) et Aberlenc (1987) dans celles de l'Ardèche. Plus récemment, cette espèce a été collectée par Callot dans ce dernier département (H. Callot *in litt.*, 2013), collecte rapportée par Aberlenc (1996).
Lamprinus erythropterus (Panzer 1796) - R
R ; J ; 1090-1220 m ; mai, septembre ; pré-bois à pins sylvestres ; dans la litière sous les pins.
Dans le Massif central, Sainte-Claire Deville (1935) ne mentionne l'espèce, commensale de fourmis, que dans le Bourbonnais. Elle n'est pas signalée par Thérond (1975-76, 1980, 1986) dans le Gard, ni par Balazuc (1984) et Aberlenc (1987, 1996) dans l'Ardèche.
Micropeplus latus Hampe 1861 - R
AR ; J ; 1030-1210 m ; juin, septembre-octobre ; pineraie, pré-bois à pins sylvestres, pineraie-chênaie claire ; dans les gros troncs de pins sylvestres pourris au sol (Fig. 1 et 2).
Déjà connue de Croatie, Slovaquie, Italie et Grèce, cette espèce a été récemment découverte en France dans deux localités, l'une dans les Pyrénées-Orientales (Tronquet, 2007), l'autre dans l'Aude (M. Tronquet *in litt.*, 2012). La haute Jonte est une nouvelle localité pour cette espèce très peu observée dans notre pays.
Phyllodrepa (*Phyllodrepa*) *melanocephala* (Fabricius 1787) - R
AR ; C, G ; 1320-1380 m ; juin-août ; hêtraie ; dans les cavités des gros hêtres et les hêtres morts.
Sainte-Claire Deville (1935) ne mentionne pas cette espèce dans le Massif central. Elle n'est pas signalée par Balazuc (1984) et Aberlenc (1987, 1996) dans l'Ardèche. Thérond (1986) l'indique dans le Gard, sous le sommet du Mont Aigoual.
Stenus glacialis glacialis Heer 1839 - R
RR ; J ; 910 m ; septembre ; éboulis schisteux, près d'un torrent ; dans les mousses.
Sainte-Claire Deville (1935) indique que cette espèce se trouve dans tous les massifs montagneux de France continentale, dont les Cévennes, mais Tronquet (2006) limite sa distribution connue aux seules Alpes. Elle n'est pas signalée par Thérond (1975-76, 1980, 1986) dans le Gard, ni par Balazuc (1984) et Aberlenc (1987, 1996) dans l'Ardèche.

CANTHARIDAE
Malthodes (Malthodes) setifer Baudi 1871 - R
R ; J ; 1205-1210 m ; juin ; pineraie, hêtraie-pineraie ; dans la litière et les mousses.
Sainte-Claire Deville (1935) et Liberti (2011) indiquent que cette espèce ne se trouve en France que dans les Alpes (y compris provençales) et les Pyrénées. A notre connaissance, une espèce non encore signalée dans le Massif central.

ELATERIDAE
Ampedus nigrinus (Herbst, 1784) - ZS, R
RR ; J ; 1210 m ; juin ; pineraie ; dans le tronc d'un pin sylvestre pourri au sol.
Une autre espèce qui figure dans la liste des "Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la qualité des forêts en France" (Brustel, 2004). Sainte-Claire Deville (1935) ne rapporte que deux localités dans le Massif central (Mont Pilat, Mont Dore) dont seule la dernière est reprise par Leseigneur (1972). Elle n'est pas signalée par Thérond (1975-76, 1980, 1986) dans le Gard, au contraire de Balazuc (1984) qui y cite une localité ; ce dernier auteur cite aussi une localité en Ardèche (*ibid.*).

LYCIDAE
Pyropterus nigroruber (De Geer 1774) - ZS, R
RR ; C ; 1235 m ; juillet ; pessière-hêtraie claire ; sur un capitule de *Senecio adonidifolius*.
Observée en montagne, des Vosges à l'est des Pyrénées (Allemand *et al.*, 1999), cette espèce figure dans la liste des "Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la qualité des forêts en France" (Brustel, 2004). Allemand *et al.* (*ibid.*) et Allemand & Brustel (2005) signalent cette espèce en Ardèche, dans trois localités, mais ils ne l'indiquent ni du Gard ni de la Lozère. Elle n'a été signalée que récemment en Lozère, dans la Réserve biologique d'Altier (Barnouin *et al.*, 2011).

DASYTIDAE
Danacea (*Danacea*) *coiffaiti* Constantin 1990 - ER, R
AR ; J ; 890-1000 m ; mai-août ; lande à genêts à balais, à genêts purgatifs, clairière de chênaie-hêtraie ; sur les fleurs et les graminées.
Récemment décrite, cette espèce est une endémique restreinte du Massif central dont Constantin & Liberti (2011) indiquent la présence dans cinq départements, parmi lesquels ne figure pas la Lozère.
Dasytes (*Hypodasytes*) *gonocerus* Mulsant & Rey 1868 - R
C ; C, G, S ; 1250-1520 m ; mai-août ; pelouse, lande herbeuse à genêts purgatifs, rarement clairière de hêtraie ; sur les fleurs de très nombreuses espèces de plantes et sur les graminées.
Une espèce d'altitude observée dans les Pyrénées et les Alpes, et bien plus rarement en Ardèche (Constantin et Liberti, 2011) et dans le Gard où Thérond (1975-1976) l'indique au Mont Aigoual («*Dasytes erratus* Schilsky»).
Dasytes (Dasytes) pauperculus Laporte de Castelnau 1840 - R
AR ; J ; 905-1050 m ; mai-juin ; chênaie ; sur les gros chênes et les graminées du sous-bois.
Cette espèce, rarement observée en France, est probablement dépendante de la présence de vieux chênes et indicatrice d'ancienneté forestière (Constantin & Liberti, 2011). Thérond (1975-1976) ne donne qu'une observation, ancienne, de cette espèce dans le Gard et il n'y a que quelques observations mentionnées pour l'Ardèche (Balazuc, 1984 ; Constantin & Liberti, 2011). Elle n'est pas signalée en Lozère (R. Constantin *in litt*., 2012).

LATRIDIIDAE
Enicmus atriceps Hansen 1962 - R
AR ; J ; 1040-1050 m ; mai-août ; chênaie ; sur les gros chênes.
Bouget & Vincent (2008) indiquent que cette espèce, assez récemment décrite, n'est pas signalée en France. Mais, très récemment, Rose & Vincent (2014) modifient son statut dans notre pays puisqu'ils indiquent que cette espèce est présente dans sept départements, du Nord aux Pyrénées-Orientales, y compris la Lozère, s'appuyant sur nos captures de la haute Jonte.
Latridius brevicollis (Thomson 1868) - R
R ; G ; 1255-1340 m ; juin-août ; hêtraie ; sur les hêtres à cavités et le polypore *Fomes fomentarius*.
Bouget & Vincent (2008) signalent cette espèce en France uniquement dans les Pyrénées-Atlantiques. Rose & Vincent (2014) ajoutent à ce département la Lozère, s'appuyant sur nos captures de la haute Jonte et celles de T. Barnouin dans la Réserve biologique de la Brèze contiguë au territoire d'inventaire.

TENEBRIONIDAE
Pentaphyllus testaceus (Hellwig 1792) - R
R ; J ; 950 m ; septembre ; chênaie ; dans une chandelle de chêne.
Cette espèce saproxylique n'est pas signalée par Thérond dans le Gard (1975-1976, 1980, 1986) ; ni Balazuc (1984) ni Aberlenc (1987, 1996) ne la signalent en Ardèche. Soldati (2007) ne la signale pas dans l'Ardèche, le Gard et la Lozère.

APHODIIDAE
Aphodius coniugatus (Panzer 1795) - R
RR ; J ; 1110 m ; mars ; pré-bois à pins sylvestres ; dans le crottin de cheval.
Lumaret (1978) n'a pas observé cette espèce en Languedoc-Roussillon. Dans cette région, Costessèque (2005) la signale des Pyrénées-Orientales et de l'Aude et indique qu'elle semble en expansion.

CHRYSOMELIDAE
Cyrtonus dufouri Dufour 1847 - R
R ; S ; 1510-1540 m ; septembre ; pelouse et lande à callune sommitales ; sous les pierres.
Balazuc (1984) donne une localité en Ardèche et une localité en Lozère pour cette endémique restrein-

te des Pyrénées et du sud du Massif central (Winkelman & Debreuil, 2008). Thérond (1975-1976) signale l'espèce de deux localités dans le Gard, dont le sommet du Mont Aigoual, localité confirmée récemment par Ponel *et al.* (2012).

Addendum

CURCULIONIDAE
Dichotrachelus pericarti Osella 1971 - ET
AR ; G, S ; 1290-1500 m ; mai-juin, septembre-octobre ; hêtraie - futaie et vieux taillis - riche en mousses et en bois mort ; dans la litière, dans les mousses au sol et à la base des vieux hêtres, ainsi que dans le petit bois pourri ; rarement sous l'écorce d'un saule marsault mort sur pied (Fig. 3 et 4).
Depuis la publication de la première liste d'espèces remarquables, l'utilisation en routine du tamisage de litière, de mousses et de bois mort nous a permis de préciser, sur le territoire inventorié, l'habitat et l'abondance de ce Curculionidé aptère, endémique très restreint qui n'existe qu'au Mont Aigoual (Thérond, 1975-1976 ; Tempère & Péricart, 1989), aussi bien sur son versant gardois (Thérond, 1975-1976 ; Ponel *et al.*, 2012) que sur son versant lozérien (Debussche & Debussche, 2012).

Discussion et conclusion

Cette deuxième liste porte à 50 le nombre de taxons (espèce ou sous-espèce) que nous estimons remarquables parmi les 1120 recensés à ce jour dans la haute Jonte. Parmi ceux-ci se trouvent 7 taxons endémiques restreints et 4 taxons endémiques très restreints qui donnent un intérêt patrimonial certain au territoire d'inventaire. Parmi ceux-ci se trouvent aussi 10 taxons, dont 9 déterminants stricts, sélectionnés dans le cadre de la modernisation de l'inventaire ZNIEFF du Languedoc-Roussillon. Enfin, la moitié de ces 50 taxons est inféodée à des habitats forestiers avec de vieux arbres, sénescents ou morts, ce qui souligne l'intérêt faunistique de ces habitats dans la haute Jonte. Le piégeage par interception et le tamisage se sont révélés indispensables, à part égale, pour détecter la présence de 14 espèces que nous n'avons pas collectées par d'autres méthodes. Leur mise en œuvre ne peut à coup sûr être négligée dans un inventaire.

Au cours de cet inventaire, qui se poursuit, nous avons mis en évidence la présence d'espèces remarquables à des échelles géographiques diverses, du niveau départemental au niveau national. Dès à présent, il nous semble que *Dichotrachelus pericarti* mérite une attention particulière, d'une part parce que les habitats qui lui sont favorables occupent une faible surface dans une aire de distribution déjà réduite, et d'autre part parce que sa présence coïncide, au moins dans la haute Jonte, avec la hêtraie ancienne, localisée dès 1774-1775 sur la carte dite des Cassini, ce qui fait de cette espèce le témoin d'une certaine naturalité. A ce stade de l'inventaire, c'est certainement l'espèce de Coléoptères pour laquelle la responsabilité patrimoniale de conservation, au sens d'Olivier *et al.* (1995) et de Gauthier *et al.* (2010), est la plus forte ; c'est aussi une candidate sérieuse à l'échelle du cœur du Parc national des Cévennes.

Remerciements

Nous remercions vivement Thomas Barnouin, Henry Callot, Robert Constantin, Patrick Dauphin, Philippe Ponel, Olivier Rose, Fabien Soldati et Marc Tronquet qui nous ont aidé et conseillé pour cet article. Un grand merci à Pierre Jay-Robert (UMR 5175 - CEFE) pour le prêt des pièges d'interception à vitres.

Références bibliographiques

Aberlenc H.-P., 1987. Coléoptères de l'Ardèche. Premier supplément à l'inventaire de J. Balazuc (1984). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* **56** (10) : 320-349.

Aberlenc H.-P., 1996. Coléoptères de l'Ardèche. Deuxième supplément à l'inventaire de J. Balazuc (1984). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* **65** (4) : 113-152.

Allemand R., Constantin R. & Brustel H., 1999. Inventaire commenté des Lycidae de la faune de France. Redécouverte de *Benibotarus alternatus* (Fairmaire) dans les Pyrénées (Coleoptera, Cantharoidea). *Bulletin de la Société entomologique de France* **104** (1) : 91-100.

Allemand R. & Brustel H., 2005. Nouvelles données sur le genre *Benibotarus* et compléments sur les Lycidae de la faune de France (Coleoptera). *Le Coléoptériste* **8** (3) : 157-164.

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

Avon C., 2007. Nouvelle *Bathysciola* Jeannel endogée découverte dans le parc départemental de la Valmascle, Alpes maritimes (Coleoptera, Silphidae, Bathysciinae). *L'Entomologiste* **63** (1) : 33-36.

Balazuc J., 1984. *Coléoptères de l'Ardèche. Contribution à l'inventaire d'une faune régionale.* Supplément au Bulletin de la Société linnéenne de Lyon, 329 p. Lyon.

Barnouin T., Noblecourt T. & Soldati F., 2010. *Echantillonnage des coléoptères saproxyliques dans la Réserve Biologique Intégrale du Marquairès - Forêt domaniale de l'Aigoual (48) - Campagne 2007-2009*. Rapport final 2010 : Office National des Forêts, Pôle National d'Entomologie Forestière, 72 p. Quillan.

Barnouin T., Noblecourt T. & Soldati F., 2011. *Echantillonnage des coléoptères saproxyliques dans la Réserve Biologique Intégrale d'Altier - Forêt domaniale du Mont Lozère (48) - Campagne 2008-2010*. Rapport final 2010 : Office National des Forêts, Pôle National d'Entomologie Forestière, 56 p. Quillan.

Bouget C. & Vincent R., 2008. Les Latridiidae de la faune de France continentale et de Corse : mise à jour de la clé des genres et du catalogue des espèces (Coleoptera, Cucujoidea). *Bulletin de la Société entomologique de France* **113** (1) : 101-120.

Brustel H., 2004. *Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises*. Collection dossiers forestiers n° 13, Office National des Forêts, 297 p. Paris.

Constantin R. & Liberti G., 2011. *Coléoptères Dasytidae de France.* Musée des Confluences, 144 p. Lyon.

Costessèque R., 2005. *Les Aphodius de France. Une clef de détermination*. Magellanes, 78 p. Andrésy.

Debussche M. & Debussche G., 2012. Un inventaire à long terme permet de recenser des Coléoptères remarquables dans le Mont Aigoual lozérien (Parc National des Cévennes). *Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault* **152** (3) : 95-107.

Gauthier P., Debussche M. & Thompson J.D., 2010. Regional priority setting for rare species based on a method combining three criteria. *Biological Conservation* **143** : 1501-1509.

Jeannel R., 1924. Monographie des Bathysciinae. *Biospeleogica* **50** : 1-436.

Leseigneur L., 1972. Coléoptères Elateridae de la Faune de France continentale et de Corse. Supplément au *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 381 p. Lyon.

Liberti G., 2011. Le specie di *Malthodes* Kiesenwetter, 1852 delle Alpi marittime e Liguri (Coleoptera, Cantharidae). *Annali del Museo civico di Storia naturale G.Doria* **103** : 147-246.

Lumaret J.-P., 1978. *Biogéographie et écologie des Scarabéides coprophages du sud de la France.* Thèse Doctorat Sciences, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 254 p., 88 cartes. Montpellier.

Olivier L., Galland J.-P., Maurin H. & Roux J.-P., 1995. *Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : Espèces prioritaires.* Muséum national d'Histoire naturelle, Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Ministère de l'Environnement, 486 p. Porquerolles, Paris.

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.

Rose O. & Vincent R., 2014. Latridiidae de la faune de France continentale et de Corse : mise à jour du catalogue des espèces (Coleoptera, Cucujoidea). *Bulletin de la Société entomologique de France* **119** (1) : 67-71.

Sainte-Claire Deville J., 1935-1938. Catalogue raisonné des Coléoptères de France. *L'Abeille* **36** (1,2,3,4) : 1-467.

Soldati F., 2007. *Fauna of France and Corsica. Coleoptera Tenebrionidae (Alleculinae excluded). Systematic catalogue and atlas.* Mémoire n° 6 de la Société linnéenne de Bordeaux, 186 p. Bordeaux.

Tempère G. & Péricart J., 1989. *Coléoptères Curculionidae (Quatrième partie).* Faune de France n° 74, Fédération française des Sociétés de sciences naturelles, 534 p. Paris.

Thérond J., 1975-1976. *Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard*. Mémoire n° 10 de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes, 2 vol., 410 p. & 223 p. Nîmes.

Thérond J., 1980. Supplément au Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard. Addenda et corrigenda II. *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes* **56** : 1-18.

Thérond J., 1986. Supplément au Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard. Addenda et corrigenda III. *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes* **57** : 37-43.

Tronquet M., 2006. Catalogue iconographique des Coléoptères des Pyrénées-Orientales. Volume I : Staphylinidae. *Revue de l'Association Roussillonnaise d'Entomologie*, Supplément **15**, 78 p. Perpignan.

Tronquet M., 2007. Staphylinidae *Micropeplinae* de la faune de France et des contrées voisines des genres *Arrhenopeplus* (Koch, 1937) et *Micropeplus* Latreille, 1809. *Revue de l'Association Roussillonnaise d'Entomologie* **16** : 104 -116.

Tronquet M., 2012. Sur l'identité de *Geodromicus (Geodromicus) arvernus* Sainte-Claire Deville, 1935 (Coleoptera, Staphylinidae, Omaliinae). *Revue de l'Association Roussillonnaise d'Entomologie* **21** : 123-124.

Winkelman J. & Debreuil M., 2008.. Les Chrysomelinae de France (Coleoptera, Chrysomelidae). Supplément à *Rutilans*, 188 p. Villelongue dels Monts.

Fig. 1 : *Micropeplus latus* (L=2,4 mm) ; J, 1080 m, 14 septembre 2012, MD9364 (photo MD).

Fig. 2 : Un gros pin sylvestre pourri au sol dans une pineraie-chênaie claire (J, 1030 m), qui constitue un des habitats de l'espèce (photo MD).

Fig. 3 : *Dichotrachelus pericarti* (L=4,5mm, avec rostre) ; G, 1340 m, 24 mai 2012, MD10288 (photo MD).

Fig. 4 : Un vieux taillis de hêtres, à la limite supérieure de la forêt (G, 1480 m), qui constitue un des habitats de l'espèce (photo MD).

Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). I. Les Coléoptères, saison 2013

Jacques Taïb [a], Gérard Duvallet [b] & Gérard Leplat [c]

[a] 2 rue des Cistes, F-34170 Castelnau-le-Lez (clorobus@voila.fr)
[b] 1 B rue Delmas, F-34000 Montpellier (gduvallet@aol.com)
[c] 757 avenue Villeneuve d'Angoulême, F-34070 Montpellier (aurigena@free.fr)

Résumé

Un inventaire entomologique a été entrepris dans une propriété de 150 ha située près de Montpellier dans l'Hérault. L'année 2013 a été consacrée uniquement aux Coléoptères. Cent soixante-dix espèces ont été identifiées pour cette saison de récolte d'avril à octobre 2013. Dès 2014, l'inventaire se poursuit pour les Coléoptères et sera élargi aux ordres pour lesquels des entomologistes sont disponibles. Cet article présente le site d'étude, la propriété des Blaquières, et donne la liste des espèces de Coléoptères collectés en 2013.
Mots-clés : Inventaire entomologique, Montpellier, Hérault, Coléoptères.

Abstract

An entomological inventory has been initiated in 2013 in a 150 ha estate near Montpellier, Hérault, France. The year 2013 has been devoted only to Coleoptera and 170 species have been identified. From 2014, the study will be pursued for Coleoptera and enlarged to all other insect orders for which entomologists are available. In this paper, characteristics of the estate are presented with the first list for Coleoptera.
Keywords : Entomological inventory, Montpellier, Hérault, Coleoptera.

Introduction

En avril 2013, avec l'accord du propriétaire du domaine des Blaquières, M. Laurent Cazal, nous avons débuté un inventaire entomologique sur cette propriété. Deux d'entre nous (JT et GL) étant coléoptéristes amateurs, c'est naturellement vers cet ordre que nos recherches se sont concentrées pendant toute une saison : futaies, garrigues, prairies, zones de pâturage, bordures de chemins, mares aménagées, tas de bois, compost furent prospectés sans suivi systématique, mais apportèrent rapidement de nombreuses captures. Les résultats dépassèrent largement nos espérances les plus optimistes, mais nous nous heurtâmes très vite à des difficultés de déterminations. D'autre part, nombreuses furent les espèces de Diptères, Hyménoptères, Hémiptères, Orthoptères et autres Lépidoptères que nous avons négligées ou relâchées sans être déterminées au cours de nos journées de prospection. Si nous voulions vraiment répondre à cette demande d'inventaire, il fallait élargir le champ de compétence en sollicitant les membres de la section entomologique de la SHHNH. Une réunion préparatoire eut lieu le 4 mars 2014 au siège de la Société, avec la présentation du domaine et de son aménagement par Laurent Cazal, suivi d'un exposé des captures de l'année 2013.
Dans cet article nous présentons rapidement le site et ses caractéristiques physiques, géologiques, botaniques et agricoles. Nous aborderons ensuite les méthodes de capture puis les résultats obtenus pendant la saison 2013.

Le site

La propriété des Blaquières (Fig. 1, Fig. 2) est située en limite nord-ouest de la commune de Pignan, à proximité de Murviel-lès-Montpellier. D'une superficie de 150 hectares et de forme sensiblement rec-

tangulaire, son axe nord-sud mesure environ 2 km et son axe est-ouest 1,5 km. À l'est, la propriété est limitée par la D102, route joignant Murviel à Cournonterral et au sud par un chemin forestier ; au nord, ce sont plus ou moins des sentiers de randonnée et le ruisseau Révirades, à sec une bonne partie de l'année, qui marquent les limites ; son flanc ouest est proche du Coulazou, petite rivière se jetant dans la Mosson à St-Jean-de-Védas.
Le domaine est parcouru par divers chemins dont les principaux représentent les axes nord-sud et est-ouest ; les chemins secondaires permettent d'accéder plus ou moins facilement aux différentes parties de la propriété.

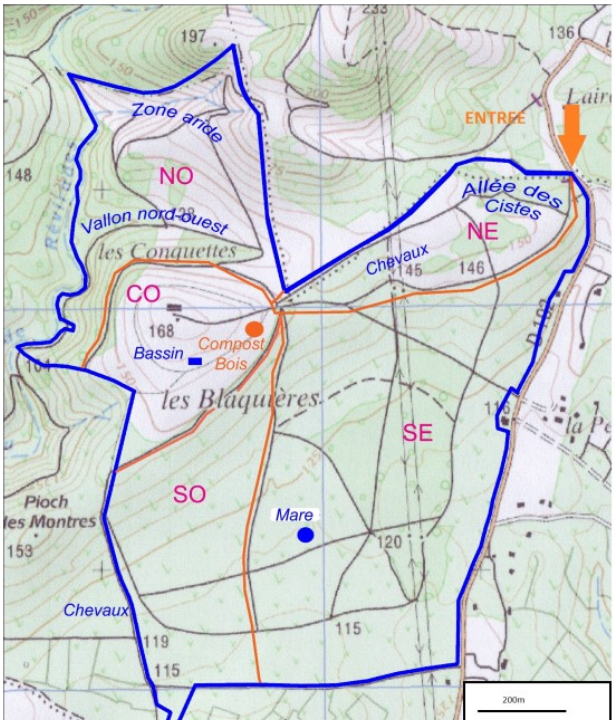


Fig. 1 : Domaine des Blaquières dans l'Hérault. Les limites sont indiquées en bleu. CO, NE, NO, SE, SO : secteurs définis dans le texte. Habitations situées dans le centre ouest (CO) (fond de carte IGN).

Fig. 2 : Entrée de la propriété des Blaquières (photo J. Taïb).

Globalement, le dénivelé n'est pas très important et seul le secteur nord-ouest est réellement accidenté : l'altitude y passe de 105 m au point le plus bas situé dans le ruisseau Révirades à 195 m au sommet nord de la propriété. Le site est découpé par deux petits vallons de direction est-ouest aboutissant dans le ruisseau cité plus haut. Les secteurs centre-ouest et nord-est forment un plateau transversal (140 à 160 m d'altitude) séparant le nord et le sud de la propriété. En contrebas, le secteur sud est une grande plaine de dénivelé très modéré.

Sectorisation du site

Pour la commodité de l'inventaire, le domaine a été découpé en 5 secteurs correspondant globalement aux différentes zones citées précédemment ; les chemins principaux est-ouest (reliant l'entrée du domaine à la maison familiale et se terminant au carrefour en étoile du centre), nord-sud et circulaire passant par ce même croisement en sont les limites approximatives.
Le secteur nord-est (NE) est situé au nord du premier chemin partant de l'entrée.
Le secteur centre-ouest (CO) correspond à la zone d'habitation : il occupe l'espace délimité par le chemin circulaire situé à peu près à la courbe de niveau 150 m.

Ces deux secteurs représentent un espace de transition entre le nord et le sud de la propriété.
Le secteur nord-ouest (NO) décrit plus haut est la zone du domaine restée à l'état le plus sauvage.
Enfin, les secteurs sud-est et sud-ouest sont un vaste espace de plaine très remaniée.
Il ne faut pas nier l'aspect un peu arbitraire et global de ce découpage : certains repères plus précis peuvent être employés pour des espèces très localisées, comme la mare du sud-est, le bassin et le compost du centre-ouest ou les vallons du nord-ouest. En toute rigueur, l'emploi de coordonnées GPS reste le moyen le plus précis.

Caractéristiques physiques et géologiques

Le sol initial est superficiel, la roche-mère affleurant partout sauf dans des placettes alluvionnées au sud. Des apports de terre par des entreprises de terrassement à partir de 2001 et de broyats fournis par l'Agglomération de Montpellier, à partir de 2003, ont permis d'amender le sol et de créer des prairies améliorées, particulièrement autour de la zone habitée, près de l'entrée de la propriété au nord-est, et au sud, autour de la mare temporaire. L'exposition est principalement sud-sud-est (à 75 %). Le terrain est peu accidenté dans l'ensemble avec une pente inférieure à 10 % sur 4/5e de la surface.
Les précipitations moyennes sont de l'ordre de 700 mm, mais sont très irrégulièrement réparties d'une année sur l'autre (526 mm de pluie en 2013, http://www.linternaute.com/voyage/climat/pignan/ville-34202/2013), avec une sécheresse estivale prolongée (environ 3 mois), correspondant à l'étage climatique méditerranéen subhumide (classification d'Emberger, 1955). Les fluctuations influent beaucoup sur les durées d'assèchement de la mare temporaire du SE, d'autant que le domaine est soumis à un vent dominant de secteur SO desséchant et souvent violent.
L'ensemble du domaine présente des terrains argilo-calcaires du Jurassique supérieur avec une succession d'étages d'âge décroissant du nord au sud. Schématiquement : une bande de terrain argilo-calcaire non filtrant (J4/5 : Oxfordien-Argonien) borde les limites nord-ouest et est, le long de la D102, entourant une large bande de terrains calcaires fissurés filtrants (J6 : Rauracien) développée au nord et au centre ouest, ainsi qu'au sud dans la partie est du domaine. C'est dans cette couche que l'on trouve de grands rochers calcaires formant des lapiaz. La partie sud-ouest correspond à un terrain argilo-calcaire filtrant daté du Séquanien (J7) (voir Plan Simple de Gestion 2008-2023 du domaine des Blaquières agréé par le Centre Régional de la Propriété Forestière de Languedoc-Roussillon le 20/01/2009).
Outre la mare temporaire et la mare pédagogique, située près des bâtiments du centre et maintenue en eau, le réseau hydrographique superficiel est représenté par le ruisseau Révirades traversant la bordure nord-ouest du domaine, et à proximité de son extrémité sud-ouest, le Coulazou. Il faut mentionner une rivière souterraine, à écoulement orienté du nord au sud, circulant sous le domaine à l'ouest de la zone habitée et coupant sa limite sud-est pour rejoindre le Puits de l'Aven : celui-ci peut montrer un violent refoulement d'eau lors de fortes pluies sur le plateau d'Aumelas.

Données botaniques

Une étude botanique a été réalisée en 2008 par le Professeur Lamri Zeraia, phytosociologue et spécialiste de la forêt méditerranéenne. Intitulée « Étude écologique des habitats naturels et d'intérêt communautaire de la propriété les Blaquières », elle fournit, pour les principaux habitats, des recommandations de gestion en vue d'éviter de dégrader la biodiversité existante. Compte tenu de l'inclusion du domaine dans le site Natura 2000 FR9101393 « Causse d'Aumelas et montagne de la Moure » (http://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/FR9101393.pdf), le propriétaire a souhaité avoir une représentation objective de la qualité patrimoniale des milieux présents sur son terrain afin de réduire l'impact des mesures de gestion agro-sylvo-pastorale et de prévention des incendies sur les milieux naturels. Cette démarche était aussi en cohérence avec un projet de ferme pédagogique et pouvait faciliter la création d'un itinéraire écologique et botanique susceptible de bénéficier à des groupes scolaires et aux nombreux promeneurs fréquentant les chemins des Blaquières.

La liste des habitats naturels observés au cours de cette étude botanique figure dans le Tab. 1 avec le code « Corine-biotope » correspondant. Nous y avons ajouté, pour chaque milieu, le nombre de relevés réalisés, le nombre total d'espèces botaniques et celui des taxons figurant dans au moins la moitié des relevés.
Sur les 10 habitats ainsi reconnus, 5 sont qualifiés d' « habitats d'intérêt communautaire » et sont indiqués en caractère gras.

Habitats	Code Corine-biotope	Nb total sp.	Nb sp. > 50 % R	Nb de relevés
Garrigue à lentisque et chêne-kermès	32.41	34	8	10
Friche à genêt d'Espagne	32A	15	6	3
Cistaie à ciste cotonneux	32.431	13	6	2
Chênaie verte méditerranéenne	45.312	45	9	19
Matorral à genévrier oxycèdre	32.1311	25	6	2
Pelouse à brachypode rameux	34.511	44	9	19
Végétation des fentes et rochers calcaires	62.115	10	4	2
Mares temporaires	22.34	-	-	-
Prairies sèches améliorées	81.1	-	-	-
Reboisements	83.31/83.32	-	-	-

Tab. 1 : Liste des habitats naturels observés sur le domaine des Blaquières et richesse et nombre d'espèces dominantes (recouvrement >50%).

Des reboisements ont été effectués sur des surfaces à sol suffisamment meuble représentant environ un tiers du domaine. La densité de plantation, variable selon les zones, est plus forte dans les parties sud et est. Les conifères sont actuellement majoritaires. Outre les pins d'Alep et pins parasols, les cyprès verts et les cèdres de l'Atlas, d'autres essences ont été introduites à titre expérimental en coopération avec des organismes de recherche : diverses espèces de sapins méditerranéens et des cèdres du Liban d'origine turque (INRA), ainsi que des cyprès du Tassili, *Cupressus dupreziana* (Association forêt-cellulose, Afocel), espèce inscrite sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). L'impact de ces reboisements sur la biodiversité d'origine est estimé comme faible en raison de l'espacement des plantations et de la persistance du couvert naturel sous-jacent, sous condition d'un entretien et du maintien de l'ouverture des milieux par des coupes d'éclaircissements (Zeraia, 2008).
Concernant la végétation originelle, il n'est pas possible ici d'en indiquer la liste par habitat, mais quelques commentaires seront utiles au sujet des habitats d'intérêt communautaire. La chênaie verte est abondante dans les zones sud sous forme de peuplements récents et morcelés ainsi que dans la partie NE en plusieurs ilots et surtout dans l'extrémité NO : c'est ici qu'elle est la plus intéressante d'un point de vue entomologique par l'âge du boisement et par la proximité du ruisseau temporaire Révirades. On y observe aussi les principaux affleurements de lapiaz. Les pelouses à brachypode sont aussi un habitat très largement représenté et autorisant un projet de gestion pastorale. Les principales zones se situent dans l'extrémité sud, dans le secteur NE et le centre-ouest autour des prairies améliorées, et au NO où elles séparent la chênaie verte en 2 massifs. Ces pelouses bénéficient, comme la chênaie verte, d'une forte diversité végétale. Le matorral à genévrier oxycèdre (cade) est présent à l'extrémité NO, où l'on trouve aussi des friches à genêt d'Espagne, tandis que les garrigues à lentisques et chênes-kermès sont observées plus largement sur les bordures est et sud du domaine avec quelques ilots au NO.
Il s'agit au total d'une mosaïque d'habitats imbriqués dans les diverses parties du domaine. Cependant, le secteur NO apparaît comme le moins modifié par les aménagements successifs.

Lieux et méthodes de récolte

Les récoltes s'échelonnèrent du 16 avril au 10 octobre 2013 : 2 en avril et mai, 6 en juin, 3 en juillet, aucune en août, 1 seule en septembre et en octobre, soit au total 12 dates de récolte.
En 2013, si tous les secteurs ont été prospectés, certaines zones ont été visitées plus régulièrement comme la mare du sud-est, le bassin et le compost du centre-ouest, le vallon du nord-ouest et l'ensemble du secteur nord-est. D'autres zones le furent sporadiquement et d'autres encore, subjectivement moins attrayantes, n'ont pas été explorées, comme une grande partie des secteurs sud-est et sud-ouest. Sur l'ensemble de la saison, mare, bassin, pâturages à chevaux, prairies dites améliorées, chênaies, zones de garrigues à genêts, cistes et chardons furent visités.
Les méthodes utilisées ont combiné la capture à vue, le fauchage, le battage sur nappe montée, l'examen des crottins de chevaux et la pose d'assiettes jaunes. Des pièges aériens attractifs amorcés au vin sucré et des pièges d'interception fabriqués selon le modèle proposé par Reichsdorf (2012) ont également été utilisés (Fig. 3). Le piégeage au sol et dans les frondaisons, le tamisage, l'examen de cavités naturelles (lapiaz, arbres creux, etc.), les pièges lumineux et la chasse de nuit, le stockage de bois en boîtes d'élevage ... seront mis en œuvre en 2014 et les années suivantes.

Résultats

Les techniques classiques de chasse indiquées ci-dessus nous ont donné l'essentiel des récoltes. Par contre, les pièges aériens attractifs et d'interception n'ont donné que peu de captures, peut-être en raison d'emplacements peu favorables, choisis trop fermés dans le but d' échapper au regard des promeneurs. La plupart des espèces capturées ont été conservées dans deux collections (JT et GL) afin de sauvegarder le plus possible d'espèces pour servir de référence. Les identifications ont été réalisées avec les ouvrages classiques utilisés pour la faune de France.
Au total, 184 espèces de Coléoptères furent capturées ou observées, 170 déterminées, réparties dans 33 familles. Le Tab. 2 montre que 4 grandes familles (Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae et Buprestidae) sont concernées par plus de la moitié des captures (Fig.4) ; par contre, d'autres grandes

Familles	Espèces déterminées
ADEPHAGA	
Carabidae	7
Dytiscidae	3
POLYPHAGA	
Bostrichidae	4
Dermestidae	2
Cerambycidae	23
Chrysomelidae	37
Cleridae	2
Dasytidae	3
Coccinellidae	3
Nitidulidae	1
Phalacridae	1
Apionidae	2
Brachyceridae	1
Curculionidae	17
Attelabidae	1
Rhynchitidae	2

Familles	Espèces déterminées
POLYPHAGA (suite)	
Meloidae	3
Mordellidae	1
Oedemeridae	3
Ripiphoridae	1
Tenebrionidae	1
Buprestidae	16
Cantharidae	3
Elateridae	3
Omalisidae	1
Aphodiidae	2
Cetoniidae	6
Dynastidae	2
Geotrupidae	2
Scarabaeidae	6
Histeridae	5
Hydrophilidae	1
Staphylinidae	5
Total	*170*

Tableau 2 : Bilan des captures de Coléoptères pour la saison 2013 : 170 espèces identifiées dans 33 familles.

familles comme les Carabidae, Cleridae (Fig.5), Elateridae, Scarabaeidae et Staphylinidae sont provisoirement peu représentées.

Dans le Tab. 3, figure le détail des captures où sont incluses 4 espèces attrapées antérieurement par l'un d'entre nous (JT) et non retrouvées en 2013 : il s'agit d'*Oberea erythrocephala* (Schrank, 1776) (Cerambycidae) prise sur Euphorbe en 2000, d'*Antaxia manca* (Linnaeus, 1767) (Buprestidae) capturée en 2005, de *Pachylister inaequalis* (Olivier, 1789) (Histeridae) et de *Platydracus flavopunctatus* (Latreille, 1804) (Staphylinidae), ces deux dernières espèces trouvées dans du crottin de cheval en 1999. Nous avons bon espoir de les capturer de nouveau. Afin de fournir une liste cohérente facilement consultable, nous avons suivi la classification donnée par Fauna Europaea (www.faunaeur.org/).

CARABIDAE

HARPALINAE
Dixus capito (Audinet-Serville, 1821)
Harlapus distinguendus (Duftschmid, 1812)

LEBIINAE
Paradromius linearis (Olivier, 1795)

LICININAE
Licinus punctatulus (Fabricius, 1792)

PLATININAE
Calathus cinctus Motschulsky, 1850

PTEROSTICHINAE
Amara eurynota (Panzer, 1796)
Amara montana Dejean, 1828

DYTISCIDAE

AGABINAE
Agabus nebulosus (Forster, 1771)
Ilybius subaeneus Erichson, 1837

COLYMBETINAE
Colymbetes fuscus (Linnaeus, 1758)

BOSTRICHIDAE

BOSTRICHINAE
Bostrichus capucinus (Linnaeus, 1758)
Scobicia chevrieri (Villa & Villa, 1835)
Sinoxylon sexdentatum (Olivier, 1790)
Xylopertha praeusta (Germar, 1817)

DERMESTIDAE
Anthrenus pimpinellae (Fabricius, 1775)
Attagenus trifasciatus (Fabricius, 1787)

CERAMBYCIDAE

CERAMBYCINAE
Certallum ebulinum (Linnaeus, 1767)
Chlorophorus ruficornis (Olivier, 1790)
Chlorophorus sartor (Muller, 1766)
Chlorophorus varius (Muller, 1766)
Clytus rhamni Germar, 1817
Deilus fugax (Olivier, 1790)
Poecilium lividum (Rossi, 1794)
Purpuricenus budensis (Goeze, 1783)
Stenopterus rufus (Linnaeus, 1767)

LAMIINAE
Agapanthia asphodeli (Latreille, 1804)
Agapanthia cf. *cardui* (Linnaeus, 1767)
Agapanthia dahli (Richter, 1821)
Agapanthia kirbyi (Gyllenhal, 1817)
Agapanthia violacea (Fabricius, 1775)
Calamobius filum (Rossi, 1790)
Deroplia genei (Aragona, 1830)
Oberea erythrocephala (Schrank, 1776)
Opsilia coerulescens (Scopoli, 1763)

LEPTURINAE
Alosterna tabacicolor (De Geer, 1775)
Paracorymbia fulva (De Geer, 1775)
Stenurella bifasciata (Muller, 1776)
Stenurella nigra (Linnaeus, 1758)
Stictoleptura cordigera (Fuessly, 1775)
Vadonia unipunctata (Fabricius, 1787)

CHRYSOMELIDAE

ALTICINAE
Hermaeophaga cicatrix (Illiger, 1807)
Podagrica fuscicornis (Linnaeus, 1788)
Podagrica fuscipes (Fabricius, 1775)
Psylliodes cucullata (Illiger, 1807)

BRUCHINAE
Bruchus rufimanus Bohemann, 1833

CASSIDINAE
Cassida deflorata Suffrian, 1844
Cassida cf. *nobilis* Linnaeus, 1758
Cassida viridis Linnaeus, 1758
Hypocassida meridionalis (Suffrian, 1844)

CHRYSOMELINAE
Chrysolina bankii (Fabricius, 1775)
Chrysolina hyperici (Forster, 1771)
Chrysolina peregrina (Herrich-Schäffer, 1839)
Colaspidema barbarum (Fabricius, 1801)
Gonioctena variabilis (Olivier, 1790)
Timarcha tenebricosa (Fabricius, 1775)

CRIOCERINAE
Crioceris asparagi (Linnaeus, 1758)
Crioceris duodecimpunctata (Linnaeus, 1758)
Crioceris paracenthesis (Linnaeus, 1767)

CRYPTOCEPHALINAE
Chilotomina nigritarsis (Lacordaire, 1848)
Clytra atraphaxidis (Pallas, 1773)
Coptocephala scopolina (Linnaeus, 1767)
Cryptocephalus pominorum Burlini, 1956
Cryptocephalus rugicollis G.A. Olivier, 1791
Cryptocephalus schaefferi Schrank, 1789
Cryptocephalus obliteratifer Pic, 1900
Cryptocephalus tetraspilus Suffrian, 1851
Labidostomis lusitanica (Germar, 1824)
Labidostomis taxicornis (Fabricius, 1792)
Lachnaia cylindrica Lacordaire, 1848)

Tab.3 : Liste des espèces de coléoptères observées ou capturées aux Blaquières dans l'Hérault en 2013. Cette liste suit les dénominations et l'ordre des familles de Fauna Europaea.

Lachnaia pubescens (Dufour, 1820)
Lachnaia tristigma (Lacordaire, 1848)
Smaragdina salicina (Scopoli, 1768)
Tituboea biguttata (Olivier, 1791)

GALERUCINAE
Calomicrus circumfusus (Marsham, 1802)
Exosoma lusitanicum (Linnaeus, 1767)

HISPINAE
Dicladispa testacea (Linnaeus, 1767)

CLERIDAE
CLERINAE
Clerus mutillarius Fabricius, 1775
Trichodes leucopsideus (Olivier, 1795)

DASYTIDAE
DASYTINAE
Dasytes tristiculus Mulsant & Rey, 1868
Psilothrix viridicoerulea (Geoffroy, 1785)

RHADALINAE
Aplocnemus impressus (Marsham, 1802)

COCCINELLIDAE
CHILOCORINAE
Exochomus sp.

COCCIDULINAE
Rhyzobius chrysomeloides (Herbst, 1792)

COCCINELLINAE
Coccinella septempunctata Linnaeus, 1758
Oenopia lyncea (Olivier, 1808)

SCYMNINAE
Hyperaspis sp.
Scymnus cf. *apetzi* Mulsant, 1846

NITIDULIDAE
MELIGETHINAE
Acanthogethes fuscus (Olivier, 1790)

PHALACRIDAE
PHALACRINAE
Olibrus bisignatus (Ménétriés, 1849)

APIONIDAE
APIONINAE
Apion sp.1
Apion sp.2
Ceratapion penetrans (Germar, 1871)
Rhopalapion longirostre (Olivier, 1807)

BRACHYCERIDAE
BRACHYCERINAE
Brachycerus muricatus Olivier, 1790

CURCULIONIDAE
CURCULIONINAE
Cionus olivieri Rosenschold, 1838
Curculio elephas (Gyllenhal, 1836)
Curculio glandium Marsham, 1802

BARIDINAE
Baris sp.

ENTIMINAE
Brachyderes incanus (Linnaeus, 1758)
Brachyderes pubescens Bohemann, 1833
Geonemus flabellipes (Olivier, 1807)
Otiorhynchus cribricollis Gyllenhal, 1834
Otiorhynchus meridionalis Gyllenhal, 1834
Peritelus sphaeroides Germar, 1824
Polydrusus impressifrons Gyllenhal, 1834

HYPERINAE
Hypera postica (Gyllenhal, 1813)

LIXINAE
Larinus cynarae (Fabricius, 1787)
Larinus flavescens Germar, 1824
Lixus cardui Olivier, 1807
Lixus filiformis (Fabricius, 1781)
Lixus juncii Boheman, 1835
Lixus cf. *pulverulentus* Scopoli, 1763
Lixus spartii Olivier, 1807

ATTELABIDAE
ATTELABINAE
Attelabus nitens (Scopoli, 1763)

RHYNCHITIDAE
RHYNCHITINAE
Lasiorhynchites ceruleocephalus (Schaller, 1783)
Lasiorhynchites sp.
Tatianaerhynchites aequatus (Linnaeus, 1767)

MELOIDAE
MELOINAE
Mylabris quadripunctata (Linnaeus, 1767)
Mylabris variabilis (Pallas, 1781)

NEMOGNATHINAE
Zonitis immaculata (Olivier, 1789)

MORDELLIDAE
Mordella sp.
Mordella cf. *aculeata* Linnaeus, 1758
Mediimorda bipunctata (Germar, 1827)
Mordellistena cf. *micans* (Germar, 1817)

OEDEMERIDAE
OEDEMERINAE
Ischnomera sanguinicollis (Fabricius, 1787)
Oedemera flavipes (Fabricius, 1792)
Oedemera virescens (Linnaeus, 1767)

RIPIPHORIDAE
PTILOPHORINAE
Ptilophorus dufouri (Latreille, 1817)

TENEBRIONIDAE
ALLECULINAE
Omophlus lepturoides (Fabricius, 1787)

BUPRESTIDAE
ACMAEODERINAE
Acmaeodera cylindrica (Fabricius, 1775)
Acmaeodera pilosellae (Bonelli, 1812)
Acmaeoderella adspersula (Illiger, 1803)

AGRILINAE
Agrilus angustulus (Illiger, 1803)
Agrilus cyanescens Ratzeburg, 1837
Meliboeus fulgidicollis (Lucas, 1846)
Trachys troglodytiformis Obenberger, 1918

BUPRESTINAE
Anthaxia confusa (Gory, 1841)
Anthaxia chevrieri Gory & Laporte, 1839
Anthaxia hungarica (Scopoli, 1772)
Anthaxia manca (Linnaeus, 1767)
Anthaxia millefolii (Fabricius, 1801)
Anthaxia nigritula Ratzeburg, 1837
Anthaxia sepulchralis (Fabricius, 1801)

Tab.3 (suite) : Liste des espèces de Coléoptères observées ou capturées aux Blaquières dans l'Hérault en 2013. Cette liste suit les dénominations et l'ordre des familles de Fauna Europaea.

Anthaxia umbellatarum (Fabricius, 1787)
Latipalpis plana (Olivier, 1790)

CANTHARIDAE
CANTHARINAE
Rhagonycha fulva (Scopoli, 1763)
Rhagonycha nigriventris Motschulsky, 1860
Rhagonycha lignosa (Müller, 1764)

ELATERIDAE
CEBRIONINAE
Athous subtruncatus Mulsant & Guillebeau, 1856
Cardiophorus goezei Sanchez-Ruiz, 1996
Melanotus crassicollis (Erichson, 1841)

OMALISIDAE
Omalisus fontisbellaquaei Geoffroy, 1785

APHODIIDAE
APHODIINAE
Aphodius fimetarius (Linnaeus, 1758)
Aphodius foetidus (Herbst, 1783)

CETONIIDAE
CETONIINAE
Cetonia aurata (Linnaeus, 1761)
Protaetia affinis (Andersch, 1797)
Protaetia morio (Fabricius, 1781)
Oxythyrea funesta (Poda, 1761)
Tropinota hirta (Poda, 1761)

VALGINAE
Valgus hemipterus (Linnaeus, 1758)

DYNASTIDAE
Oryctes nasicornis (Linnaeus, 1758)
Phyllognathus excavatus (Forster, 1771)

GEOTRUPIDAE
GEOTRUPINAE
Sericotrupes niger (Marsham, 1802)
Geotrupes puncticollis Malinowsky, 1811

SCARABAEIDAE
COPRINAE
Bubas bison (Linnaeus, 1767)
Bubas bubalus (Olivier, 1811)

SCARABAEINAE
Euonthophagus amyntas (Olivier, 1789)
Onthophagus furcatus (Fabricius, 1781)
Onthophagus lemur (Fabricius, 1781)
Onthophagus coenobita (Herbst, 1783)

HISTERIDAE
HISTERINAE
Atholus duodecimstriatus (Schrank, 1781)
Hister illigeri Duftschmid, 1805
Hister quadrimaculatus Linnaeus, 1758
Pachylister inaequalis (Olivier, 1789)
Pactolinus major (Linnaeus, 1767)

HYDROPHILIDAE
HYDROPHILINAE
Sphaeridium marginatum Fabricius, 1787

STAPHYLINIDAE
STAPHYLININAE
Megalinus glabratus (Gravenhorst, 1802)
Ocypus olens (Muller, 1764)
Philonthus sp.
Philonthus concinnus (Gravenhorst, 1802)
Platydracus flavopunctatus (Latreille, 1804)
Xantholinus elegans (Olivier, 1795)

Tab.3 (fin) : Liste des espèces de Coléoptères observées ou capturées aux Blaquières dans l'Hérault en 2013. Cette liste suit les dénominations et l'ordre des familles de Fauna Europaea.

Conclusion et perspectives

Ce travail préliminaire réalisé en 2013 sur les Coléoptères sera poursuivi en 2014 et les années suivantes et sera élargi à tous les ordres d'insectes pour lesquels nous aurons des volontaires. Lépidoptères, Odonates, Hémiptères, Orthoptères, Diptères ont commencé à être étudiés dès le printemps 2014.
Un tel inventaire, pour être le plus représentatif de la biodiversité d'une garrigue méditerranéenne, devra être poursuivi sur plusieurs années avec un effort de prospection constant, et utilisant toutes les ressources disponibles en matière de piégeage. Le suivi du nombre d'espèces nouvelles pour l'inventaire capturées chaque année, nous indiquera à quel moment l'on se rapprochera du nombre d'espèces totales présentes dans cette zone. On pourra alors faire des comparaisons avec des inventaires réalisés dans d'autres milieux : milieux ruraux – milieux urbains, région méditerranéenne (Debussche & Debussche, 2013) – autres régions (Prudhomme, 2014 ; Freeman & Grancher, 2014). Cet inventaire pourra constituer une référence permettant de suivre les évolutions futures liées aux changements climatiques et aux actions humaines.

Fig. 3 : Piège d'interception (photo J. Taïb).

Fig.4 : *Purpuricenus budensis* (Goeze, 1783) sur fleurs de *Spartium junceum* (photo G. Labonne).

Fig.5 : *Trichodes leucopsideus* (Olivier, 1795) sur *Helichrysum stoechas* (photo J. Taïb).

Remerciements

Nous remercions chaleureusement M. et Mme Laurent Cazal pour leur accueil sur leur propriété, leur intérêt pour l'étude de la biodiversité et les documents fournis, et MM. Marc Debreuil et Max Debussche pour leur aide précieuse notamment en matière d'identification.

Références bibliographiques

Debussche M. & Debussche G., 2013. Des Coléoptères remarquables inventoriés à la lisière d'un bois de chênes verts près de Montpellier (Hérault). *Annales de la SHHNH* **153** : 47-55.

Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats . *Revue des Travaux du Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences Montpellier* **7** : 3 -43.

Freeman J.C. & Grancher C., 2014. La forêt domaniale de Bastard (Pyrénées-Atlantiques) : un espace riche en coléoptères saproxyliques aux portes de Pau. *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux* **149** (nouv. Série N° 42) : 77-88.

Prudhomme J. C., 2014. Une étude locale de la biodiversité : inventaire des coléoptères du domaine de la Fondation Pierre Vérots à Saint-Jean-de-Thurigneux (Ain, France). 1. Les carabiques et cicindèles. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* **83** (5-6) : 127-148.

Reisdorf P., 2012. Le coléoptérome du marais de Montabé. *Le Coléoptériste* **15** (2) : 98-110.

Zeraia L., 2008. Étude écologique des habitats naturels et d'intérêt communautaire de la propriété les Blaquières (non publié).

Principaux ouvrages de détermination consultés (par ordre chronologique inversé)

Buprestidae

Farrugia S., 2007. *Les Agrilus de France. Une clé de détermination*. Editions Magellanes, Andresy, France.

Forel J. & Leplat J., 2000. *Buprestides de France : tome 2. Complément et Iconographie au volume de L. Schaefer* . Hillside Books, Canterbury.

Schaefer L.,1949. *Buprestides de France. Supplément Miscellanea Entomologica*. Editions E. Lemoult, Paris.

Caraboidaea

Coulon J., Pupier R., Queinnec E., Ollivier E. & Richoux P., 2011. *Coléoptères carabiques : compléments et mise à jour des 2 volumes de R. Jeannel. Faune de France, tomes 94 et 95*. Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles, Paris.

Du Chatenet G., 2005. *Coléoptères d'Europe. Volume 1 : Adephaga*. Editions NAP, Verrières le Buisson.

Jeannel R., 1941 & 1942. *Coléoptères carabiques . Faune de France, tomes 39 et 40*. Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris.

Cerambycidae

Berger P., 2012. Coléoptères Cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse. *Supplément RARE* **XXI**.

Du Chatenet G., 2000. *Coléoptères phytophages d'Europe. Tome 1*. Editions NAP, Verrières le Buisson, France.

Villiers A., 1978. *Encyclopédie Entomologique. Faune des Coléoptères de France. Tome 42 : Cerambycidae.* Editions Lechevalier, Paris.

Chrysomelidae

Debreuil M, 2010. *Les Clytrinae de France (COLEOPTERA CHRYSOMELIDAE). Supplément Rutilans 1.*

Bordy B., 2009. *Faune de France. Coléoptères Chrysomelidae : Hispinae et Cassidinae. Tome 85.* Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles.

Winkelmann J. & Debreuil M., 2008. *Les Chrysomelinae de France (COLEOPTERA CHRYSOMELIDAE). Supplément Rutilans.*

Du Chatenet G., 2002. *Coléoptères phytophages d'Europe. Tome 2 : Chrysomelidae.* Editions NAP, Verrières le Buisson, France.

Costesseque R., 2000. *Les Cryptocephalus de France. Clé de détermination et iconographie. Supplément Rutilans 2.*

Cucurlionoidaea

Du Chatenet G., 2014. *Coléoptères phytophages d'Europe. Tome 3*. Edition NAP, Verrières le Buisson, France.

Tronquet M., 2007. Iconographie des coléoptères de la vallée d'Eyne (8e partie). *RARE* **XVI** (1) : 2-7.

Tempere G. & Pericart J., 1989. *Faune de France. Coléoptères Cucurlionides. 4e partie : tome 74. Complément aux 3 volumes de A. Hoffmann*. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles, Paris.

Hoffmann A., 1958. *Faune de France. Coléoptères Cucurlionides. 3e partie : tome 62*. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. Réédition 1999, Paris.

Hoffmann A., 1954. *Faune de France. Coléoptères Cucurlionides. 2e partie : tome 59*. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. Réimpression 1986, Paris.

Hoffmann A., 1950. *Faune de France. Coléoptères Cucurlionides. 1e partie : tome 52*. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris.

Scarabaeoidaea

Baraud J., 1992. *Faune de France, tome 78. Coléoptères Scarabaeoidaea d'Europe*. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. Editions Lechevalier, Paris.

Paulian R., 1982. *Faune des Coléoptères de France. Lucanoidaea et Scaraboidaea*. Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. Editions Lechevalier, Paris.

Des arbres et des hommes : pour une autre lecture des paysages méditerranéens

Josiane UBAUD

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

Résumé

L'observation des paysages méditerranéens nous a menée à nous interroger sur le choix des espèces d'arbres plantées à côté des architectures, modestes ou prestigieuses, en ce qu'elle montre des couples récurrents végétal/bâti. Nous avons cherché les raisons de ces assemblages qui ne sont pas dues au hasard mais à des fondements culturels et symboliques hérités parfois de l'antiquité. Cette théorie des marqueurs végétaux met en évidence la nécessité de pratiquer une lecture culturelle de nos paysages méditerranéens à forte typicité, si l'on veut comprendre l'essence profonde de ceux hérités des siècles passés et en conséquence ne pas commettre de contre-sens dans la création contemporaine.

Mots clés : symbolique des arbres, paysage méditerranéen, culture occitane, arbre et architecture.

Resumit

L'observacion dels païsatges mediterranèus nos menèt a nos interrogar sus la causida de las espècias plantadas còsta las arquitecturas, modèstas o ufanosas, pr'amor que mòstra de parelhs recurrents vegetal/bastit. Cerquèrem las rasons d'aquestes apariatges que s'aprenon pas a l'azard mas a de fondaments culturals e simbolics de còps eiretats de l'antiquitat. Aquesta teoria dels marcaires vegetals met en evidéncia la necessitat de practicar una lectura culturala de nòstres païsatges mediterranèus de fòrta tipicitat, s'òm vòl comprene l'èime prigond d'aqueles eiretats dels sègles passats e en consequéncia s'esparnhar de faire de contrasens dins la creacion contemporanèa.

Mots claus : simbolica dels arbres, païsatge mediterranèu, cultura occiatana, arbre e arquitectura.

Avant-propos

Nous donnons ici le texte que nous avions publié en 2003 dans la revue des villes d'art et d'histoire *Échanges et Patrimoine*, résumé de notre ouvrage épuisé *Des Arbres et des Hommes – Architecture et marqueurs végétaux en Provence et Languedoc* (Edisud, 1995). Il ne nécessite cependant aucune modification : la théorie des marqueurs végétaux que nous avions élaborée est toujours valide, enseignée depuis la parution de notre ouvrage, dans les écoles de paysage et mise en pratique par des architectes paysagistes ou des particuliers. Nous nous contentons d'y ajouter quelques précisions plus localisées au Languedoc et quelques notes en référence au présent et à l'évolution des paysages. Nous n'illustrons ici qu'avec des photos du Gard et de l'Hérault mais nous avons des dizaines de photos similaires pour tous les départements à végétation méditerranéenne, montrant les mêmes associations arbre/bâti. Nous sommes par ailleurs occupée à la rédaction de la deuxième édition de l'ouvrage, enrichie des remarques entendues, de constats d'évolution, de citations nouvelles d'auteurs occitans [1], et du renouvellement de toutes les photos.

Introduction

Nous voudrions présenter ici un aspect des paysages qui, n'étant pas enseigné, n'est jamais abordé par les forestiers, les architectes-paysagistes, les pépiniéristes, bref par tous ceux dont le métier est de

[1] Nous nous limitons ici à l'écrivain montpelliérain Max Rouquette. Nous citons par contre dans notre ouvrage des dizaines d'auteurs occitans, languedociens et provençaux.

planter ou faire planter des arbres ou de gérer des espaces verts : *l'aspect culturel, symbolique et sociologique de nos paysages méditerranéens* [2]. Il va sans dire que cela s'adresse tout autant aux particuliers, qui par le choix qu'ils font pour orner leurs jardins, modèlent peut-être encore plus les paysages que les professionnels, statistiquement parlant.

En croisant les regards qu'ont pu porter sur les arbres les écrivains occitans depuis le XVIe siècle jusqu'à nos jours, les discours que nous avons recueillis, les dictons et proverbes occitans relatifs à ces arbres d'une part, la symbolique de ces arbres dans les civilisations méditerranéennes (grecque, latine) dont il est trivial de rappeler que nous en sommes les héritiers culturels directs d'autre part, et enfin le regard
d'un sociologue (Baudrillard, 1975) sur les réflexes de la société de consommation [3], nous avons été amenée à montrer (Ubaud, 1995) que l'arbre n'a jamais été planté au hasard. Il a certes toujours eu une fonction d'usage (décoratif, utilitaire ou nourricier) évoluant au gré des modes changeantes, qui ne doit pas cacher pour autant sa fonction de signe et sa charge symbolique ancrée dans une culture : l'arbre est un signe qui produit du sens dans la société. C'est donc une autre lecture des paysages méditerranéens que nous proposons.

Nous nous sommes intéressée plus particulièrement aux arbres plantés à côté des architectures, à ces sujets souvent isolés qui ont été choisis pour « signer » une construction et que *nous avons donc choisi d'appeler « marqueurs », en ce qu'ils sont toujours associés aux mêmes types d'architecture, constituant des couples incontournables* : tombe/cyprès mais aussi cabanon/cyprès, église/micocoulier en Languedoc oriental, château/cèdre, maison bourgeoise de village/palmier, etc. Nous n'analysons donc pas les structures des jardins et des parcs au sens large, mais l'usage limité de ces arbres compagnons de ces constructions et qui ont interpellé notre regard en ce qu'ils sont statistiquement majoritaires. A contrario, il n'y a pas, ou si peu, de Photinia, Ginkgo, Paulownia (pas plus que de chênes verts ou frênes), marqueurs d'architecture, du moins en zone méditerranéenne. Nous avons ainsi mis en évidence cinq familles de marqueurs : sociaux, d'usage, culturels sacrés, de convivialité, et de charme.

Les marqueurs sociaux

Les marqueurs sociaux (cèdres, palmiers) ne sont là que pour attester du rang social du propriétaire et ornent les habitations de prestige. Le **Cèdre** (*Cedrus* sp.) est voué au pouvoir et à la gloire depuis les temps bibliques : sa stature, l'imputrescibilité de son bois, en faisait l'arbre des puissants et des justes, réputés incorruptibles (Aziz D., 1991). Depuis son arrivée en France[4] au XVIIIe, il marque donc tous les châteaux, et dans la plaine languedocienne comme dans le vignoble varois, il impose sa stature dans les grands domaines viticoles. Il marque aussi bon nombre d'hôtels particuliers de Montpellier (bien visibles depuis la promenade du Peyrou), Nîmes, Avignon (devenus depuis des bâtiments publics, mairies, cabinets de notaires, banques, musées), et les grandes abbayes et séminaires. Il s'introduit même dans les villages, devant les maisons les plus bourgeoises, au mépris de la rationalité et de l'étroitesse du jardin. Il semble que plus généralement, tous les résineux soient investis de cette symbolique : sapins méditerranéens, séquoias, sont présents près des habitations de prestige, et côtoient ou remplacent le cèdre (en Cévennes notamment), tandis qu'une allée de pins parasols (en général, l'allée principale; les secondaires sont plantées de feuillus) conduit aux grands domaines viticoles héraultais, gardois ou varois (Fig. 1).

[2] En conséquence, nous ne pouvons donner aucune bibliographie sur cet aspect du sujet, qui n'a jamais été traité auparavant.

[3] L'auteur analyse les réflexes d'achat concernant les objets seulement : nous nous sommes aperçue que cela peut s'appliquer aussi aux arbres.

[4] D'abord le Cèdre du Liban *Cedrus libanii* A. Richard, relayé ensuite par le Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière et le Cèdre de l'Himalaya *Cedrus deodara* (Roxb. Ex D. Don) G. Don, 1830..

Les **palmiers** sont au contraire plus récents et arrivent avec la mode de l'orientalisme, au milieu du XIXe siècle. Toutes les villas de la Côte d'Azur mais aussi celles de la Corniche marseillaise sont marquées de palmiers[5]. Tout comme les hôtels particuliers de Narbonne ou de Béziers, dont le style architectural n'a rien de languedocien, et les grands domaines viticoles qui possèdent souvent une couronne de palmiers. Les maisons les plus bourgeoises dans les villages languedociens (plus que provençaux), celles qui ont encadrements de pierres aux fenêtres, balcon en fer forgé et portails en pierres, s'ornent elles aussi d'une paire de palmiers dépenaillés (il y fait plus froid qu'en Provence, c'est donc l'espèce *Trachycarpus,* plus résistante mais si peu esthétique), car la paire est un modèle d'esthétisme bourgeois qui renvoie à la notion d'ordre et de moralité analyse Jean Baudrillard, et non à la notion d'esthétique[6]. **Cèdres et palmiers**, comme d'autres objets de consommation, « *ne font donc pas fonction d'objet mais fonction de preuve* » (Baudrillard, 1975) : il s'agit d'interpeller le regard et signifier aux autres que l'on n'appartient pas à la même classe sociale, en se démarquant et par l'architecture et par l'ornement végétal. Il n'y a donc pas eu de choix rationnel dans leur usage (fourniture d'ombre seulement l'été, prise en compte de l'espace dont on dispose, esthétique, volume par rapport à l'architecture et à la surface du jardin, etc.) (Fig. 2).

Fig. 1 : Cèdre à Gallargues (30).

Fig. 2 : Palmier (d'une paire primitive) à Guzargues (34).

Depuis peu, le palmier est passé en Languedoc d'un statut de marqueur privé à celui de marqueur collectif de sud de luxe, de sud fantasmé, de sud californien ou de copie de Côte d'Azur[7] : il s'agit à tout prix de « faire sud », un sud exotique mais plus proche que « les îles », afin d'attirer le touriste selon

[5] En majorité *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud, *Jubaea chilensis* (Molina) Baill. Plus récemment, *Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl.

[6] Très souvent, il ne reste plus qu'un des deux palmiers de la paire primitive. Quant aux nouveaux propriétaires fortunés, lassés de ces vieux palmiers visibles un peu partout, voire même des Washingtonia plus récents, ils exigent désormais de leur architecte-paysagiste « *des palmiers de collection* » dont ils ignorent bien sûr le nom (témoignages de plusieurs personnes de la profession). Quand « les palmiers de collection » se seront répandus donc banalisés, quelle sera la nouvelle mode/ exigence en terme de marqueurs sociaux ?

[7] Mais jamais en référence à l'Afrique du Nord, sauf en usage privé par les « pieds noirs », qui reconstituent alors dans leur jardin « le paradis perdu ».

l'équation revendiquée clairement « un palmier = un touriste » (on l'a vu au moment du Mondial !). Le palmier semble donc voué à « faire fonction de preuve » si l'on en juge par la frénésie de plantations qu'il déclenche sur le littoral languedocien[8] . N'oublions pas cependant qu'il a lui aussi un passé chargé de gloire puisque les décorations honorifiques perpétuent la symbolique antique de la palme (palmes académiques, remporter la palme), et un passé mystique puisque la palme était l'emblème des saints et des martyrs, comme on peut le voir dans toutes les peintures anciennes ou sur les vitraux des églises.

Les marqueurs d'usage

Les marqueurs d'usage (**Platane, Marronnier, Orme, Tilleul, divers mûriers, Robinier, Sophora, Mélia, Ailante, Arbre de Judée**)[9] sont destinés à fournir de l'ombre dense ou légère et peuvent donc marquer tout type d'architecture, tout le monde ayant besoin d'ombre. Ils sont pratiquement absents de la littérature car peut-être justement trop communs, et n'ont pas beaucoup excité l'imaginaire des écrivains. Certains ont pu être sacrés autrefois (le Platane chez les Romains, par exemple) et réservés à l'élite car rares au début de leur introduction en Europe[10].

Mais en tombant dans le domaine public, ils ont perdu toute sacralité et se sont banalisés.
La paire de platanes, admirablement taillés en couronne devant les mas semble être une spécialité provençale. Le Marronnier serait peut-être un peu plus bourgeois en zone de plaine méditerranéenne (il marque les grands domaines agricoles, quelques belles demeures montpelliéraines, tous les hôtels particuliers aixois), mais il devient au contraire commun dans l'arrière-pays (Cévennes, Alpes-de-Haute-Provence) à cause d'un climat frais qui lui est plus propice (Fig. 3). L'Orme a disparu pour cause de maladie, et il est rarissime de le trouver encore en marqueur de maisons particulières. Mais il était l'arbre obligé des places de villages (*platea ulmi*, « la place de l'orme », le Plan de l'Oulme/Oume en occitan)[11] où se réunissait toute la population pour entendre relater les évènements importants de la cité. Ceux plantés par Sully au tout début du XVIIe siècle sont toujours vénérés et conservés même morts, comme celui du Caylar (34) sur le plateau du Larzac, où un sculpteur local l'a transformé en totem[12]. On choisit ici le respect de l'ancêtre, témoin de l'histoire, plutôt que le renouvellement de l'ombrage pour la population. Le Tilleul, comme le Marronnier, est évidemment plus présent dans l'arrière-pays

[8] Cette frénésie pour le palmier que nous commencions à décrire en 1995 a pris depuis des proportions telles que l'on peut parler de palmomania débridée. Elle a eu pour conséquence l'importation du papillon (mode du palmier exclusivement grand, donc vieux, acheté directement en Amérique du Sud, importé avec son parasite plus fréquent chez les vieux sujets, mais sans son prédateur) et la destruction en cascade de centaines de palmiers. Sans compter le froid excessif de l'hiver 2011-2012, ce qui nous a offert de jolis paysages urbains et privés avec des centaines de palmiers brûlés ou emmaillotés. Quelques responsables d'espaces verts et amateurs de palmiers ont fini par avouer que l'on avait trop planté de palmiers et qu'il fallait songer à plus de diversification... un peu tard. La diversification se devrait pourtant d'être le maître mot (surtout en zone méditerranéenne), ainsi que l'adaptation climatique et esthétique. Mais d'autres (publics ou privés) poursuivent imperturbablement leur monomanie paysagère. Les palmiers de la côte excessivement battue des vents continuent donc de nous offrir leurs palmes roussies tout au long de l'année et les nouveaux quartiers s'ornent imperturbablement de palmiers hors de prix. Un exotisme proche mais bien au rabais, en dehors d'être incongru culturellement et esthétiquement.

[9] Platane, *Platanus hispanica* Miller ex Muench essentiellement ; Marronnier, *Aesculus hippocastanum* L. ; Orme, *Ulmus minor* Miller ; Tilleul, *Tilia tomentosa* Moench, le plus résistant en plaine sèche ; Mûrier à magnans, *Morus alba* L. majoritairement, *Morus nigra* L. plus rare ; Mûrier de Chine, *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. ; Mûrier-platane, *Morus kagayamae* Koidz. ; Robinier, plus populairement Acacia, *Robinia pseudo-acacia* L. ; Sophora du Japon, *Sophora japonica* L. ; Mélia, Arbre aux chapelets, *Melia azedarach* L. ; Ailante, *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle ; Arbre de Judée, *Cercis siliquastrum* L.

[10] Plusieurs platanes se disputent l'honneur d'être « le plus ancien » en France, notamment celui planté par Buffon au Jardin des Plantes à Paris. Il semblerait que d'autres le supplantent car tous les vieux sujets n'ont pas encore été répertoriés (et pas seulement les platanes).

[11] Parfois mal transcrit en français en « Plan de l'Homme » !

[12] Ils sont tous nommés « le Sully » par la population. On pourra voir quelques rescapés vivants à Poilhes (34), Saint-Maurice-de-Navacelles (34), Saint-Pierre-des-Tripiers (48), ce dernier étant en fort bel état de conservation et très impressionnant.

plus frais que la bordure côtière trop sèche, où il se limite en Languedoc à une paire en accueil au portail ou dans la cour des écoles. Le Mûrier à connotation agricole dit Mûrier à magnans (pour l'élevage des vers à soie) (Fig. 4) ne consent à fournir aussi de l'ombre que dans les villages mais pas dans les villes, où c'est le Mûrier de Chine qui prend le relais. Increvable voire envahissant par ses rejets, insensible à la sécheresse et à la pollution, il façonne, avec l'Ailante, des paysages identiques des cabanons du quartier du Roucas Blanc à Marseille aux baraquettes du mont Saint-Clair à Sète[13]. Robinier, Sophora, Mélia donnent une ombre légère et semblent avoir obéi à l'effet de mode : on trouve ainsi des villages où le Mélia domine, tandis que dans d'autres c'est le Sophora[14]. Quant à l'Arbre de Judée, il est rationnellement employé dans les petits jardins.
Au contraire de la famille précédente, ceux qui ont planté ces arbres ont toujours tenu compte du rationnel dans leur usage : feuilles caduques pour laisser passer le soleil l'hiver[15], qualité de l'ombre recherchée, facilité de croissance, espace dont on dispose près de la maison, etc. Bon nombre d'entre eux étaient ainsi conseillés dans les traités d'agriculture du XIXe siècle, avec leurs mérites comparés de croissance et d'adaptation à la nature des sols et à la sécheresse.

Fig. 3 : Marronniers à Sommières (30).

Fig. 4 : Mûriers à magnans à Notre-Dame-de-Londres (34).

Les marqueurs culturels sacrés

Les marqueurs culturels sacrés emblématiques des paysages méditerranéens (**Cyprès, Micocoulier, Laurier, Olivier**)[16] *sont ceux qui ont le passé culturel le plus chargé*. Tous partagent le fait d'avoir une durée de vie importante, ce qui est à l'origine de leur sacralité : les hommes en effet ne pouvaient qu'être attirés par ces arbres qui soit ne perdent pas leur feuilles, soit rejettent abondamment de souche même s'ils ont été rabattus, soit ont un bois imputrescible, toutes qualités dont les humains sont dépourvus.

---

[13] Il s'introduit aussi dans les villages en plaine de l'arrière-pays. Ces deux mûriers sont remplacés maintenant par le Mûrier-platane, présentant l'immense inconvénient, outre les mûres, de garder ses feuilles fort tard. Une variété non fructifère est désormais commercialisée. Nous lui trouvons un port très artificiel...

[14] On notera que seule la langue française s'obstine à qualifier ces arbres au masculin. Toutes les langues romanes les emploient au féminin (occitan compris, *la Sofòra, la Mèlia*), ce qu'ils sont en latin botanique.

[15] Mais pas le Févier à trois épines, *Gleditsia triacanthos* L., bien trop dangereux en usage rapproché, à cause de ses épines redoutables (récoltées d'ailleurs pour extraire les escargots d'où son nom occitan de *Arbre de las cagaraulas*, Arbre aux escargots).

[16] Cyprès, *Cupressus sempervirens* L. ; Laurier noble, *Laurus nobilis* L.; Micocoulier, *Celtis australis* L. ; Olivier, *Olea europaea* L.

Le **Cyprès** est certes associé à la mort depuis longtemps. Symbole de la mort chez les Perses (en opposition à l'amandier), son essence servait à embaumer les momies égyptiennes, on faisait des cercueils dans son bois, et il était associé au culte de Pluton. Il est donc naturellement chez nous marqueur de cimetières. Mais c'est un contre-sens absolu que de le limiter au seul champ de la mort, ce que l'on retrouve souvent en littérature et dans le discours des gens. Nous l'avons qualifié de *gardien tutélaire des lieux de passage*, car il monte la garde aux croisées des chemins en encadrant une croix (reprenant la sacralité antique des carrefours et des arbres), à l'entrée des domaines, à l'entrée des chemins de vignes (la porte symbolique), à l'entrée des masets nîmois ou des baraquettes sétoises, et il veille au dessus des masets ou cabanons de vignes, les signalant de loin à leur propriétaire (Fig. 5). L'écrivain montpelliérain Max Rouquette a parfaitement compris nos cyprès (Rouquette, 1984) : « *En naut d'un sèrre bombat coma una peitrina, près d'una restanca tota endaurada de vielhum e de solelh un autciprès fosc e linde s'enau-çava coma una flamba sacrada. Èra un glasi negre sus lo cèl d'acièr palle* » ; « *Passèrem l'autciprès que garda sol, l'autre èra mòrt, l'intrada dau camin de lausas* ».[17]

Sa ligne pure[18] l'a fait utiliser en espèce décorative, déjà appréciée des Perses, présente dans tous les jardins à l'italienne, que l'on retrouve dans quelques jardins languedociens ou provençaux [Château d'Ô à Montpellier (34), Chartreuse à Villeneuve-lès-Avignon (30)]. Enfin, le célèbre motif décoratif dit « cachemire », qui nous vient des Perses et que l'on trouve sur leurs tapis et leurs tissus, repris sur les indiennes provençales, n'est autre que la silhouette d'un cyprès dans le vent. Le cyprès n'est donc certes pas limité à la mort, surtout si l'on y ajoute ce discours populaire très répandu associé au nombre de cyprès à côté d'une maison : 1, 2, ou 3 cyprès, en symbole d'accueil croissant, ornement toujours pratiqué par quelques propriétaires de maisons contemporaines, par reproduction d'un geste « qu'ils ont toujours vu faire ».

Le **Micocoulier** *est l'arbre sacré du Languedoc oriental*. C'était l'arbre des Celtes arécomiques (de la zone Montpellier, Lodève, Bagnols-sur-Cèze), ce que dit son nom latin (*Celtis australis*, le celte du sud), mais c'est son nom occitan qui dit encore plus sa symbolique : *fanabreguièr* est formé sur le latin *fanum*, le temple, et le celte *brogilum,* bois sacré. C'était donc l'arbre associé au sacré, sous lequel devaient se dérouler les cérémonies religieuses. Il a marqué par la suite bon nombre d'églises romanes (Fig. 6), beaucoup de jardins de presbytère et les relais sur les chemins de Saint-Jacques. Les Languedociens l'ont planté, seul (vestige de sa sacralité ?), dans bon nombre de cours de villages, mais plus rarement en allées, où ils lui ont préféré le platane. Maintenant, le micocoulier remplace d'ailleurs souvent ce dernier en arbres d'alignements car il est plus résistant à la pollution : il y perd en conséquence toute sacralité.

Le **Laurier noble**, ou **Laurier d'Apollon**, *était l'arbre qui couronnait les vainqueurs* chez les Grecs. Nous retrouvons ce sens dans le mot « lauréat », mais c'est le laurier-femelle, celui qui porte les baies (*bacca lauri*, d'où « baccalauréat ») qui avait cette symbolique. Il marque tous les jardins de presbytère (avec le buis, arbres toujours verts et rejetant abondamment de souche), est une des essences bénites pour les Rameaux (avec l'olivier et le buis), veille sur bon nombre de portails de belles propriétés du XIXe siècle, et protège toujours de la foudre dans les croyances populaires, comme il le faisait déjà du temps des Grecs. Sa dégradation au siècle passé en « laurier-sauce » et son usage contemporain en marqueurs

---

[17] *« Au sommet d'une colline rebondie comme une poitrine, près d'une restanque toute dorée de vieillesse et de soleil, un cyprès sombre et pur s'élevait comme une flamme sacrée. C'était un glaive noir sur le ciel d'acier pâle » ; « Nous passâmes le cyprès qui garde seul, l'autre était mort, l'entrée du chemin de pierres ».*

[18] Du moins la sous-espèce *fastigiata*, car la sous-espèce *horizontalis* n'est pas esthétiquement intéressante (voir la figure 5 qui montre les deux). La nouvelle sous-espèce *stricta*, dite Cyprès de Florence, est celle qui a les honneurs des demeures chics, qui veulent reproduire la Toscane. La manie de les planter sur des pelouses (qu'il faut arroser pour avoir « du vert à tout prix en pays sec ») fait s'ouvrir disgracieusement les branches des cyprès... que l'homme rectifie donc à coup de tronçonneuse. Transformés en sucettes, en code-barres ne ployant pas gracieusement dans le vent, ils n'inspireraient certes plus un Van-Gogh ou un Marquet !

Fig. 5 : Cyprès et maset à Saint-Jean-de-Fos (34).

Fig. 6 : Micocoulier et église romane à Conqueyrac (30).

de boutiques de luxe (en paires, taillés en boules) tournent quelque peu le dos à sa sacralité primitive ! Il est banalement consommé sans souvenir de son passé prestigieux hérité dans le lexique.

L'**Olivier** *est évidemment l'arbre sacré fondamental de la civilisation méditerranéenne*, chez les Grecs puis chez les trois religions monothéistes. Mais il n'était pas utilisé chez nous comme marqueur d'architecture, peut-être parce que trop happé par sa fonction agricole (il est attesté comme arbre d'ornement dans des traités italiens de jardinage, et peut-être il l'a été aussi en Provence et Languedoc en des temps anciens, mais il n'en reste aucun témoignage). Cependant *le discours sur l'olivier est bien différent de celui sur les autres arbres cultivés* : l'homme est toujours plein de respect pour ce nourricier antique, ce vieillard au feuillage argenté, dont la taille est un véritable rituel. On peut voir un reste de sa sacralité dans l'usage contemporain que l'on en fait de marqueur de ruines plus ou moins antiques (qu'il vient en quelque sorte authentifier/rehausser en gloire) et dans l'habitude toujours vivace de le planter comme arbre de paix. Mais son usage récent comme arbre d'ombrage sur les places est quelque peu surprenant (il n'a pas une forme bien adaptée à cette fonction et les olives sous les pieds sont bien salissantes voire dangereuses), sans parler du tic de la société de consommation qui ne le conçoit que très vieux et le plante sur les carrefours, dans des bacs posés n'importe où (galeries commerçantes, halls de gare) et de couleurs criardes (rose, violet, vert acide), lieux les plus désacralisés qui soient. *Monarque déchu* à nos yeux, consommé comme un objet jetable, et de plus signe d'une société bien vieille et égoïste, qui ne plante plus des promesses de vie pour les générations futures mais du « tout beau, tout grand, tout prêt » pour une jouissance immédiate, quitte à le faire mourir rapidement à cause des mauvaises conditions de transplantation. C'est tout un rapport au temps qui s'inverse, le passage fondamental de relais entre les générations qui est totalement évacué, comme le disaient les nombreux dictons sur les arbres : *olivier de ton grand, castanhier de ton paire, amorier tieu*, olivier de ton grand-père, châtaignier de ton père, mûrier de toi[19].

[19] Depuis la parution de ce texte, une véritable folie de l'olivier vieux s'est emparée du milieu politique, du showbiz, des élites fortunées, qui en ont fait un marqueur social lié à son prix astronomique. Cela donne lieu à des concours effrénés à qui aura « son- olivier-le-plus-tordu-le-plus-vieux-le-plus-cher », trafiqué depuis l'Espagne, mis aux enchères suspendu à une grue. Les pépiniéristes ne vendent d'ailleurs plus un sujet vivant mais des années, du diamètre et du poids, affichés triomphalement sur l'étiquette. Mais déjà la lassitude se fait sentir et pour renouveler/réexiter l'envie des acheteurs en mal de démarquage, on taille maintenant les oliviers en « nuages » (nous disons plus volontiers en porte-manteau, en caniche). *Sic transit sacralitas mundi*... Piètre image de notre société de surconsommation qui ne sait plus quoi inventer pour générer l'achat et exhiber son argent.

Les marqueurs culturels de convivialité

Les nourriciers de proximité (**Figuier, Amandier, Jujubier, Treille**)[20] produisent certes des fruits frais et secs pour un apport alimentaire réparti dans l'année mais ce serait une erreur de les limiter à cet aspect utilitaire. Nous les avons appelés également *marqueurs culturels de convivialité* car la littérature est prolixe à leur sujet. Ils abritaient les repas conviviaux, les réunions d'amis ou les palabres des vieux sages, voire les scènes amoureuses, et ils sont vécus comme l'âme de nos régions, ceux que l'on évoquera avec émotion lors d'une séparation forcée (exil, guerre). Avec l'olivier, ils marquent le territoire méditerranéen (quoique tous « étrangers », ne l'oublions pas, mais en provenance de régions au climat identique au nôtre).

Si l'Amandier, messager du printemps, le Figuier, nourricier par excellence mais avec une forte symbolique de fécondité, signent les maisons de villages mais sont aussi les marqueurs privilégiés des cabanons ou masets de vigne (Fig. 7 et 8), le Jujubier ne sort pas des villages et il est devenu le grand inconnu, sorti des mémoires : beaucoup de personnes sont incapables de l'identifier. Il s'échangeait pourtant des tonnes de jujubes à la foire de la Saint-Michel à Nîmes ! Quant à la treille, l'âme de la maison, car *cada bastida a son trelhàs,* chaque bastide a sa treille dit le dicton, elle constitue, comme la famille suivante, des tonnelles, haut lieu de convivialité dans nos climats doux. Elle n'hésite pas en rentrer dans les villages, où elle abrite le banc de pierre pour la conversation de la journée. Et bien sûr elle orne la face sud des masets. Le « maset de vigne par excellence » présente donc le Cyprès tutélaire, le Figuier ou l'Amandier (question d'humidité) et la treille en façade, fournissant leur ombre à la pause des travailleurs aux champs. Les fruits de ces arbres s'échangeaient de plus à l'intérieur d'une communauté, en remerciements d'un service rendu (on n'achetait jamais de figues…) : ils créaient du lien social. Ayant perdu peu à peu « *leur valeur d'usage* » comme dit Baudrillard, ils nous reviennent depuis peu avec « *une valeur de signe* » et jujubes et figues coûtent fort chers sur le marché et sont même associées à une restauration haut de gamme (pigeonneau aux figues par exemple) ! La société contemporaine fait mine de réinventer les bons produits... qu'elle méprisait au besoin la veille, comme trop ruraux.

Les marqueurs de charme

Les marqueurs de charme que sont toutes les plantes volubiles (**Bignone, Glycine, Rosier de Banks, Vigne vierge, Renouée du Turkestan**)[21] sont d'introduction plus récente, *ornent les portails pour un accueil fleuri mais surtout les terrasses*, constituant ainsi des tonnelles, lieu de vie par excellence, surtout aux masets et aux cabanons, ces anciens lieux de travaux aux champs reconvertis en lieux de villégiature dominicale. Les descriptions de réunions exclusivement masculines au départ, puis peu à peu s'étendant à toute la famille, sont fort nombreuses en littérature occitane et vantent toutes les charmes de la tonnelle de la baraquette sétoise, du maset montpelliérain ou nîmois, du cabanon ou bastidon provençal. On y joue aux cartes, on y boit l'apéritif, on y mange les escargots ramassés sur place, les petits oiseaux, les asperges sauvages. Et on y chante et déclame d'abondance. Les plantes qui les constituent sont toutes des plantes robustes, ne demandant aucun soin et résistant à la sécheresse, ce qui explique au siècle passé le succès du Rosier de Banks, sans épine de surcroît : il marque bon nombre de maisons de villages du Biterrois, les masets montpelliérains et nîmois, mais paraît plus rare en Provence.

---

[20] Figuier, *Ficus carica* L. ; Amandier, *Prunus dulcis* (Miller) D. A. Webb. ; Jujubier, *Zizyphus zizyphus* (L.) Meikle ; Vigne, *Vitis vinifera* L.

[21] Bignone, *Campsis radicans* (L.) Seem. ex Bureau ; Glycine mauve, *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet ; Rosier de (Lady) Banks, *Rosa banksiae* Aiton ; Vigne vierge, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. ; Renouée du Turkestan, *Fallopia baldshuanica* (Regel) Holub.

Il revient en force depuis peu[22] (Fig. 9, Fig. 10).

La haie minéralisée contemporaine

Le développement contemporain des zones pavillonnaires fait apparaître une catégorie spécifique dans les usages des végétaux : *la haie minéralisée, affirmation de la propriété*, par laquelle le possédant traduit « s*a compulsion anxieuse de séquestration* » (Baudrillard, 1975)[23]. On tourne donc radicalement le dos au

Fig. 7: Figuier et maset à Montpellier (34).

Fig. 8 : Amandier et maset à Cournonsec (34).

Fig. 9 : Glycine à St-Maurice-de-Cazevieille (30).

Fig. 10 : Rosier de Banks à Aujargues (30).

[22] Il s'est développé de façon considérable depuis la parution de notre ouvrage. De nouvelles espèces prennent le relais de ces grimpantes des siècles passés : nouvelles bignones (genres *Campsis* et *Tecoma*) de couleurs diversifiées et non plus seulement oranges, les plus répandues étant sans conteste le Jasmin étoilé, *Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem, florifère, odorant et résistant, et la Morelle faux jasmin, *Solanum laxum* Spreng. (plus connue sous le nom de *Solanum jasminoides*) aux fleurs bleues ou blanches.

[23] C'est la seule évocation des végétaux que fait Baudrillard dans son étude.

culturel, au symbolique, au sacré. La végétation n'est là que pour faire un mur supplémentaire, menaçant d'uniformisation (si ce n'est déjà accompli !) tous les paysages péri-urbains du sud au nord de la France. Uniformisation aussi bien dans les espèces très limitées (lauriers-amandes, pyracanthes, et Cupressacées diverses) que dans l'esthétique (si l'on ose dire) des végétaux taillés au cordeau. Une saturation (et même un ras-le-bol pour qui aime à flâner et s'attentionne aux jardins) commence à se faire sentir, et pépiniéristes et architectes-paysagistes essaient de préconiser les haies mélangées dites « haies libres »[24].

Conclusion

Planter plutôt un cèdre qu'un figuier, plutôt un cyprès qu'un palmier, plutôt une haie libre qu'une haie rectiligne, n'est donc pas un acte complètement innocent, même si cela est parfois inconscient. C'est en effet soit affirmer délibérément sa filiation culturelle, celle avec le bassin méditerranéen et ses ancêtres plus proches, soit au contraire vouloir se démarquer à tout prix, faire rupture, tourner le dos au culturel (voire le mépriser) car « *les objets sont porteurs de significations sociales, porteurs d'une hiérarchie culturelle et sociale... À travers eux, chaque individu, chaque groupe, cherche sa place dans un ordre* » (Baudrillard, 1975).

Dis-moi ce que tu plantes et je te dirai donc qui tu es, car l'arbre a toujours été le double végétal des hommes, le reflet de son propriétaire. Il s'agit donc bien ici de donner d'autres clefs de lecture des paysages, de dire non tant « ce qu'il faut planter » mais « ce qu'il faudrait savoir avant de planter », afin de ne pas donner à voir n'importe quoi. Afin surtout de ne pas tuer la spécificité des paysages méditerranéens en suivant soit la voie de l'acculturation/déculturation qui, par ignorance de ce sens caché des arbres, se contente de placarder des signes en consommant du vert selon des standards de goût américain ou anglo-saxon (palmier, pelouse systématique, couleurs vives, plantes gourmandes en eau, espèces à feuilles larges car exotiques jurant avec les caractéristiques de la végétation indigène exclusivement à feuilles étroites), soit la voie de la copie à l'identique d'un passé idéalisé, qui est tout autant un contre-sens, la région méditerranéenne ayant été de tous temps, grâce à son climat spécifique, terre d'adaptation de végétaux étrangers en provenance de régions au climat identique au nôtre (presqu'aucun de nos arbres n'est indigène)[25]. *Le respect du culturel et du symbolique n'est donc certes pas contradictoire avec la création renouvelée* (autour du concept du sec par exemple, étrangement absent des espaces verts municipaux, comme si on n'en finissait pas de digérer ce manque obsédant d'eau qui a marqué nos ancêtres, et qui nous vaut cette surabondance de « moquette verte »)[26]. Ce patrimoine vert que nous venons d'évoquer très brièvement est bel et bien un patrimoine culturel riche de symboles, et non pas seulement un patrimoine végétal de simple décoration.

---

[24] Plusieurs municipalités ont depuis distribué des brochures vantant les mérites des haies diversifiées. On ne peut pas dire que cela ait mené notoirement à la disparition des « murs verts ».

[25] C'est pour cette raison que toutes les plantes d'origine sud-africaine, australienne, californienne s'adaptent si bien chez nous, écologiquement (très économes en eau, jamais malades, comme nos plantes indigènes) et esthétiquement (toutes à feuilles étroites, velues ou vernissées, comme nos plantes indigènes). Mais elles ont l'immense tort aux yeux de ceux qui veulent être vus (politiques ou privés), d'être discrètes, très discrètes, donc totalement inintéressantes en terme de démarquage visuel ostensible !

[26] Le terme était on ne peut plus prémonitoire : c'est maintenant de la véritable pelouse artificielle vendue en moquette qui orne si joliment nos ronds-points, avec quelques oliviers au milieu ! De l'authentique... Moquette dont on croise même le sens de pose, pour simuler ainsi le passage d'une véritable tondeuse sur une véritable herbe ! Signe que nos élus ne digèrent toujours pas le climat sec qu'il faut nier avec du vert cru même artificiel... Il faudra bien pourtant se rendre un jour à l'évidence... Au cabanon et au maset, on ne plantait que des plantes résistantes à la sécheresse (tout juste un peu d'eau pour le pied de basilic) et en ville on n'arrosait pas des hectares de pelouse entre les rails du tram. Mais on fait maintenant assaut d'écologie.

Références bibliographiques

Aziz D., 1991. *Le Cèdre du Liban*. Ouest-France.
Baudrillard J., 1975. *Pour une critique de l'économie politique du signe*. Gallimard.
Rouquette M., 1984.*Verd Paradís I*. IEO, colleccion A Tots.
Ubaud J., 1995. *Des Arbres et des Hommes – Architecture et marqueurs végétaux en Provence et Languedoc*. Edisud.

Contributions à la flore de l'Hérault

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

[a] 57 route de Valergues, F-34400 Lunel-Viel (famandrieu@hotmail.fr)
[b] 2 avenue Georges Clemenceau, F-34000 Montpellier (jean-marie.coste0234@orange.fr)
[c] 17 avenue Marcel Raynal, F-34390 Colombières /Orb (delaumone.patrice@aliceadsl.fr)

En consultant les notes jetées sur nos carnets lors des sorties sur le terrain et en les intégrant dans les données chorologiques dont nous pouvons avoir connaissance, certaines observations présentent un intérêt en raison de la rareté des plantes, ou font état de nouveautés pour l'Hérault, un département pourtant parcouru en tout sens et de longue date par les botanistes. Il est aussi intéressant de suivre le comportement de certains taxons, et notamment leur opiniâtreté à se maintenir dans des conditions difficiles.

Nous avons rassemblé ici quelques données récentes pour la flore de l'Hérault. Ce travail n'est bien sûr pas exhaustif et sera certainement suivi à l'avenir par d'autres écrits.

Achnatherum calamagrostis (L.) P.Beauv. (Planche 1) : graminée rare en dehors du domaine alpin. Indiqué par Loret en 1886 à Saint-Martin-de-Londres. Retrouvé dans ce secteur au ravin des Arcs (DP, 2007).

Aegilops ventricosa Tausch : plante considérée comme naturalisée, observée à Montpellier à Port-Juvénal dans la première moitié du XIXe siècle, et notée depuis ça et là dans les garrigues aux environs de Montpellier. Nouvellement observée au Rouet, près de la chapelle de Gabriac (CJM, 2014) et à Peret (DP, 2008).

Ajuga pyramidalis L.(Planche 1) : plante des Alpes, des Pyrénées et des plus hauts sommets d'Auvergne, possédant dans le sud du Massif Central une population isolée entre le massif de l'Espinouse et les Monts de Lacaune. Plusieurs localités sur Cambon-et-Salvergues à la Vieille Morte, Cantournet, Aire du Mourel (SJ et DP, 2001).

Bunias orientalis L. : plante originaire d'Europe centrale et naturalisée sur le Causse du Larzac. Les Sièges sur la commune de Lauroux (DP, 2004), la Mare des Poètes à La Vacquerie-et-St-Martin-et-Castries (DP, 2013), bords de routes dans les environs du Caylar (AF, 2013).

Cheirolophus intybaceus (Lam.) Dostál : les seules mentions départementales de ce taxon remontent au milieu du XIXe siècle sur la commune de Cruzy. Retrouvé sur cette commune dans le Défilé de Saint-Foi (AF, CJM et DP, 2012).

Cistus populifolius L. (Planche 1) : citations anciennes de 1908 sur les piémonts de la Montagne Noire à Saint-Chinian, d'après des parts d'herbier de Coste et Soulié (Herbier MPU). Retrouvé sur cette commune au Touloubrede (FG, 2009).

Egeria densa Planch. : plante aquatique originaire d'Amérique du Sud, naturalisée dans plusieurs cours d'eau du département. Nouvellement découverte dans le Vidourle à Villetelle (AF, 2013).

Gnaphalium falcatum Lam. : plante annuelle, nouvelle pour le département. Originaire d'Amérique, elle est naturalisée dans les anciennes carrières de Castries (AF, 2011).

Hesperis matronalis L. : taxon ne pénétrant pas en zone méditerranéenne et se cantonnant aux reliefs périphériques. Bois frais du Somail, à La Salvetat-sur-Agout à la confluence de la Vèbre et de l'Agout (DP, 2007).

Isopyrum thalictroides L. (Planche 1) : plante proche des anémones, liée aux sous-bois frais de l'ouest de la France. Atteint dans l'Hérault la limite sud orientale de son aire de répartition en Montagne Noire, sur le plateau du Somail, à la Salvetat-sur-Agout (DP, 2007) et dans le massif de l'Espinouse, à Cambon-et-Salvergues (SJ, 2007).

Juncus bulbosus subsp. *kochii* (F.W.Schultz) Reichg. : La Salvetat-sur-Agout à Planacan (DP, VD et AF,

2013).

Lamium album L. : taxon fréquent en France, sauf en zone méditerranéenne où il se cantonne à ses bordures méridionales. Observé dans l'Espinouse, sur la commune de Rosis à Douch (SJ, 2007).

Lathyrus filiformis (Lam.) J. Gay : rare et en populations généralement dispersées et isolées. Nouveau pour l'Hérault. Observé dans les Monts d'Orb à Joncels, vers le col de l'Homme Mort près du Mas de Naï (SJ et DP, 2003) et aux Clauzelles (DP, 2009).

Meconopsis cambrica (L.) Vig. (Planche 1) : historiquement connu de l'Espinouse et du Somail. Retrouvé dans ces deux secteurs à Castanet-le-Haut, au pont de la Mouline au niveau de la vallée du Dourdou (SJ, 2000) et à La Salvetat-sur-Agout au Querelle (AF, DP et VD, 2013).

Medicago hybrida (Pourr.) Trautv. (Planche 1) : endémique du sud de la France à aire restreinte, occupant principalement l'ouest de l'Aude et débordant légèrement en Ariège et en Haute-Garonne. Station isolée dans l'Hérault mentionnée par Loret en 1866 dans la région de Pardailhan. Récemment observé dans un vallon entre les hameaux de Copujol et de la Louvière (TJL, 2003, site internet : http :// photoflora.free.fr ; AF, DP et VD, 2014).

Ononis ornithopodioides L. (Planche 1) : initialement connu en France (seulement en Corse), ce taxon a été trouvé sur le continent dans l'Aude au milieu des années 2000 et plus récemment dans l'Hérault, sur le massif de la Gardiole à Mireval (CJM, 2011).

Peucedanum officinale L. : cette Apiacée peu fréquente a été observée à Montpellier au domaine de Grammont en 1886 par Loret et Barrandon et en 1893 par Charles Flahault. Elle a été revue en ce lieu tout récemment (CJM, 2010). Contrairement à d'autres plantes rares, elle a donc réussi à s'y maintenir contre vents et marées, coincée entre des conifères récemment plantés, des bâtiments administratifs et des décombres variés.

Ranunculus flammula L. : fréquent sur les reliefs en périphérie de la zone méditerranéenne (plateau du Somail et massif de l'Espinouse pour l'Hérault), et très rare dans les parties basses où il a été anciennement signalé par Loret (1886) dans les environs de Montpellier et du bassin de Saint-Martin-de-Londres. Récemment retrouvé dans ces secteurs à Vendargues dans le Bois de Saint-Antoine (GP, 2010) et à Mas-de-Londres, au Patus (AF, CJM et AM, 2014).

Ranunculus ophioglossifolius Vill. : ruisseau de la Viredonne à Restinclières (AF et MJ, 2012) et rivière la Bénovie à Saint-Bauzille-de-Montmel (AF, 2014).

Salvinia molesta D.S. Mitchell : fougère aquatique originaire du sud du Brésil. Utilisée en aquariophilie, elle a été introduite dans de nombreux pays et se comporte dans certains d'entre eux comme une envahissante notoire. Observée en compagnie de *Myriophyllum aquaticum* (autre espèce introduite) au niveau d'une source dans le bassin du Salagou près de Notre-Dame des Clans à Celles (FD, 2012). Cette plante a fait l'objet d'une éradication.

Solanum sarachoides Sendtn. : originaire d'Amérique du Sud et nouveau pour la région. À Graissessac, dans une rue du village et dans un jardin (AF et SJ, 2010).

Spiraea hypericifolia subsp. *obovata* (Waldst. & Kit. ex Willd.) H.Huber : dans les environs de la ferme de la Canourgue à Pégairolles-de-l'Escalette (DP, 2011).

Trifolium leucanthum M. Bieb. : plante connue dans l'Hérault de la région de Bédarieux seulement. Une nouvelle localité isolée sur le Causse du Larzac a été trouvée près de la Chapelle Saint-Génès à Saint-Michel (MJ et AF, 2014).

Utricularia australis R. Br. : anciennes carrières au bord de l'Hérault à la Campagne de Dourmette à Gignac (DP, 2005), cours du Vidourle à la Roque de Villetelle (AF, 2013) et au pont de Lunel (AF, 2013).

Viburnum opulus L. : anciennement cité du Somail à Fraisse-sur-Agout et à La Salvetat-sur-Agout (Loret, 1886). Retrouvé dans cette dernière commune dans les bois du vallon du ruisseau de Réganara (AF, DP et VD, 2013).

Vicia disperma DC. : aux environs du mas de Bonniol à la Boissière (DP, 2004).

Vicia sativa subsp. *sallei* (Timb.-Lagr.) Kerguélen : taxon méconnu appartenant au groupe de *V. sativa*. Bois de Paris au niveau de la Combe Chaude, commune de Galargues (AF, 2014).

Contributeurs

AF : Andrieu Frédéric.
AM : Aubrun Michèle.
CJM : Coste Jean-Marie.
DP : Delaumone Patrice.
FD : Fournier Daniel.
FG : Fried Guillaume.
GP : Gros Pierre.
MJ : Molina James.
SJ : Salabert Jacques.
TJL : Tasset Jean-Luc.
VD : Vereeck Didier.

Références bibliographiques et ouvrages consultés

Barrandon A., 1871. Compte-rendu de quelques promenades aux environs de Montpellier. *Bulletin de la Société Botanique de France* **18**-1 : 170-174.

Loret H., 1864. Mes herborisations au Bousquet d'Orb et au Caylar (Hérault), en 1864, avec des considérations sur la flore de Montpellier. *Bulletin de l'Académie des Sciences et des Lettres de Montpellier* **6** : 9 p.

Loret H., 1866. Promenades botaniques dans l'arrondissement de St-Pons-de-Thomières, 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** : 440-455.

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.

Photoflora (site internet) http://photoflora.free.fr/

Salabert J., 1999. Stations de plantes remarquables découvertes en 1999 lors de sorties hebdomadaires. *Bulletin de l' Association Mycologique et Botanique de l' Hérault et des Hauts Cantons* **4** : 6.

Salabert J., 2001. Stations de plantes remarquables découvertes en 2001. *Bulletin de l'Association Mycologique et Botanique de l' Hérault et des Hauts Cantons* **6** : 7.

Salabert J. & Gastesoleil J., 1991. Contribution à l'inventaire de la flore de l'Hérault. *Le Monde des Plantes* **442** : 16 -18.

Isopyrum thalictroides (photo AF)

Medicago hybrida (photo AF)

Meconopsis cambrica (photo AF)

Ononis ornithopodioides (photo AF)

Ajuga pyramidalis (photo AF)

Achnatherum calamagrostis (photo DP)

Cistus populifolius (photo DP)

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

Compte-rendu d'herborisation dans le massif de l' Aigoual (Bramabiau et Lingas), le 16 juin 2013

Frédéric Andrieu

57 route de Valergues, F-37400 Lunel-Viel (famandrieu@hotmail.fr)

Cette journée d'herborisation de la SHHNH s'est tenue sur la partie occidentale du massif de l'Aigoual. Elle s'est déroulée en deux temps, le premier au-dessus de Camprieu au niveau du col de la Croix de Fer (1178 m), le second sur la Montagne du Lingas (entre 1220 et 1330 m).

L'accès au col de la Croix de Fer se fait depuis Aubespi, par une petite route qui se termine en piste. Le long de cet axe, une série d'arrêts nous a permis de relever la flore des différents milieux traversés.
Dans les bas de versant (Fig. 1, zone 1), les sols sont relativement épais et à bonne réserve en eau. Ils favorisent une végétation fournie et dense avec des espèces de milieu légèrement acide, frais à modérément sec. Le cortège végétal, classique, est dominé par des espèces prairiales apparentées aux formations du *Triseto flavescentis-Polygonion bistortae* : *Armeria arenaria* subsp. *arenaria*, *Knautia arvensis*, *Narcissus poeticus* subsp. *poeticus, Poa pratensis* subsp. *angustifolia*, *Ranunculus repens*, *Trifolium incarnatum* subsp. *molinerii*, *Trifolium ochroleucon*, *Veronica chamaedrys*… Des zones plus fraîches et à sol plus profond permettent de compléter cette liste avec *Alopecurus pratensis*, *Heracleum sibiricum* (endémique du Massif central), *Myosotis decumbens* subsp. *teresiana* (habituellement dénommé *Myosotis sylvatica*) et *Ranunculus acris* subsp. *friesianus*. Pour la détermination de ce dernier, un petit coup de piochon pour déraciner la plante est nécessaire afin de vérifier le caractère horizontal, et non vertical (pour *R. acris* subsp. *acris)* de la souche. Les quelques murets bordant la route nous donnent l'occasion de noter des espèces de milieux plus secs comme *Bromus erectus*, *Carex caryophyllea*, *Draba muralis*, *Luzula campestris* ou encore *Trifolium striatum*.

Plus haut, dans le secteur où la piste fait une boucle (Fig. 1, zone 2), les sols sont plus superficiels, voire rocailleux, avec l'affleurement du substrat granitique. La végétation marque un changement net dans sa composition avec la prédominance de plantes liées aux pelouses et aux landes montagnardes.
Les pelouses qui bordent la piste sont des formations sèches et acidiphiles à *Deschampsia flexuosa* et *Agrostis capillaris*. Elles se rapportent aux groupements du *Violion caninae*, avec de nombreuses herbacées vivaces typiques telles que *Avenula pratensis*, *Carduus vivariensis*, *Euphorbia cyparissias*, *Galium mollugo* subsp. *erectum*, *Gentiana lutea*, *Hieracium pilosella*, *Phleum pratense* subsp. *serotinum*, *Plantago lanceolata*, *Saxifraga granulata*, *Veronica serpyllifolia*… Le tapis herbacé reste cependant peu élevé et assez lâche, car la nature granitique du substrat, la pente et l'exposition au sud, sont à l'origine de sols acides, pauvres en nutriments et plutôt secs. Ainsi, ces conditions écologiques particulières sont propices à l'installation de nombreuses annuelles qui investissent les ouvertures du couvert herbacé. Parmi ces plantes sont relevés *Viola arvensis*, *Spergula sp.*, *Myosotis stricta*, *Jasione montana*, *Cerastium pumilum*, *Lathyrus sphaericus*, *Aira caryophyllea*, *Potentilla argentea*, *Scleranthus annuus*…
Traditionnellement parcourues par le bétail, ces pelouses sont aujourd'hui de plus en plus délaissées, laissant le champ libre à la reprise de la dynamique naturelle. Les signes de cette évolution sont notés un peu plus loin avec le mitage de la pelouse par des ligneux ou sa substitution par des landes. Deux types de landes sont constatés. Le premier est une formation du *Sarothamnion scoparii*, dominée par la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et le Genêt à balai (*Cytisus scoparius*), et dont l'installation s'opère préférentiellement à partir de zones fraîches. Le deuxième est la lande du *Cytision oromediterraneo-scoparii*, dominée par *Cytisus oromediterraneus*. C'est une lande secondaire de recolonisation d'anciens parcours du bétail qui apparaît plutôt dans les parties sèches. Le couvert végétal est très dense et les espèces de la pelouse ont pour la majorité d'entre elles disparu. Bien que moins nombreuses, des espèces font leur apparition : *Jacobaea adonidifolia*, *Rubus idaeus*, *Turritis glabra*, *Teucrium scorodonia*, *Senecio lividus* et *Linaria*

repens.
Les zones les plus rocailleuses au sein des pelouses, ainsi que les bords de la piste où la roche est mise à nu, accueillent des pelouses pionnières à annuelles et petites vivaces. Cette végétation de milieux secs et siliceux appartient aux communautés du *Thero-Airion*. Elle se compose d'espèces discrètes, à floraison surtout printanière comme *Aira caryophyllea*, *Aira praecox*, *Arnoseris minima*, *Scleranthus annuus*, *Ornithogalum angustifolium*, *Myosotis stricta*, *Scleranthus perennis* subsp. *perennis*, *Sesamoides pygmaea*… Parmi les annuelles, trois véroniques sont notées, la très commune *Veronica arvensis*, mais aussi *V. verna* et *V. dillenii*. Cette dernière est rare et morphologiquement très proche de *Veronica verna*. Elle s'en distingue par un port vigoureux, caractère net quand on a la chance d'avoir les plantes qui se côtoient, et un style très long dépassant nettement l'échancrure du fruit, à peine plus long ou plus court chez *V. verna* (Planche 1).

L'objectif de la matinée est atteint au niveau de la crête, au col de la Croix de Fer (Fig. 1, zone 3). On se trouve là à la limite entre les départements du Gard et de la Lozère (respectivement communes de Saint-Sauveur-Camprieu et Meyrueis). En ce lieu pousse une plante très rare en France, *Sedum amplexicaule*. Cet orpin n'est connu de manière récente que d'une douzaine de localités du sud du Massif Central, réparties entre l'extrémité orientale de l'Aveyron (coulée basaltique de l'Escandorgue), d'une part, la Lozère (Margeride) et l'Ardèche où il est à rechercher (Mont du Vivarais), d'autre part. La plante a été mentionnée au col de la Croix de Fer initialement par L. Anthouard à la fin du XIXe siècle, puis par J. Braun-Blanquet en 1933. Tout récemment, en 2009, elle a été retrouvée dans ce secteur par J. Mathez qui, pour l'occasion, nous a aimablement conduits sur la station.
L'espèce est très discrète. En plein saison, ses feuilles sont desséchées et imbriquées, formant une sorte de bourgeon rigide et non chlorophyllien, d'une couleur d'herbe sèche. Les fleurs ont des pétales dressés et jaunes, avec un liseré rouge à l'extérieur. C'est à l'automne que la plante reprend son développement. Des feuilles vertes sortent du bourgeon sec gisant sur le sol. Elles sont acuminées comme celles de *Sedum rupestre*, mais plus petites et plus fines, et se développeront jusqu'au printemps avant de sécher (Planche 1).

Le milieu accueillant la plante s'étend sur quelques mètres carrés seulement. C'est une pelouse siliceuse et rocailleuse, habitat plutôt classique des crêtes des Cévennes. La végétation est peu élevée et peu dense, laissant entrevoir le sol rocailleux. Sa composition floristique comprend des vivaces comme *Plantago holosteum*, *Scleranthus perennis*, *Thymus polytrichus*, *Genista sagittalis*, *Armeria arenaria*, *Potentilla neumanniana*, *Saxifraga granulata*, *Luzula campestris*, *Festuca* groupe *ovina*…, mais aussi de nombreuses annuelles avec *Aira praecox*, *Scleranthus polycarpos*, *Cruciata pedemontana*, *Veronica verna*, *Veronica arvensis*, *Vicia lathyroides*… Ce cortège est à rapprocher des pelouses siliceuses à annuelles du *Thero-Airion* signalé auparavant.
Dans le même secteur, le long des formations de landes et de hautes herbes bordant la piste, d'autres espèces sont encore notées *Thesium alpinum*, *Alchemilla saxatilis*, *Carex caryophyllea*, *Dianthus deltoides, Spergularia rubra*, *Juniperus communis*…

Pour la deuxième partie de la journée, le groupe s'est déplacé plus au sud sur la Montagne du Lingas (commune de Dourbies). C'est un plateau granitique à surface ondulée, bordé en périphérie de forêts et occupé en son centre par de vastes étendues herbacées. Ces dernières se composent de pelouses sèches sur les croupes et leurs versants, tandis que dans les vallons, les sources et ruisselets sont à l'origine de complexes humides allant des prairies tourbeuses aux tourbières.

Au départ de l'aire de pique-nique, près du ruisseau du Lingas, la végétation est constituée de bois clairs de résineux (Fig.2, zone 4). Parmi des arbres épars, la végétation herbacée se révèle hétérogène, tantôt liée aux landes ou aux pelouses sèches, tantôt liée aux prairies fraîches et aux milieux humides. Dans une des clairières traversées, nous observons une espèce peu commune, *Myosotis balbisiana*, petite annuelle à fleurs jaunes, endémique du Massif Central.

Rapidement, la forêt cède la place aux pelouses (Fig. 2, zone 5). La zone que nous parcourons est constituée de formations monotones à *Festuca paniculata* subsp. *spadicea*. C'est une variante appauvrie des pelouses montagnardes du *Violon caninae* qui caractérise des conditions stationnelles plutôt sèches et l'abandon du pâturage. *Festuca paniculata* est l'élément marquant de ce paysage. Cette graminée de grande taille est peu consommée par les animaux en raison de sa faible appétence liée à des feuilles épaisses et fibreuses. Elle couvre ici de grandes surfaces sur les pentes sèches qui lui sont favorables. Son port en grosses touffes ménage des espaces interstitiels dont profitent un certain nombre d'espèces compagnes de milieux acides et des landes montagnardes : *Anemone nemorosa*, *Lathyrus linifolius*, *Genista pilosa*, *Luzula campestris*, *Nardus stricta*, *Anthoxanthum odoratum*, *Hypochaeris maculata*, *Meum athamanticum*, *Plantago holosteum*… On y trouve également quelques bulbeuses comme *Tulipa sylvestris* subsp. *australis*, *Crocus albiflorus* et *Ornithogalum angustifolium*, et encore *Arnica montana*, *Antennaria dioica*, *Arenaria montana* et *Sesamoides pygmaea*. Dans les secteurs particulièrement secs et à sol superficiel, ce couvert herbacé est remplacé par des landes rases à éricacées du *Genisto pilosae-Vaccinion uliginosi*. C'est une végétation très pauvre, dominée par *Calluna vulgaris* et *Vaccinium myrtillus*. Sur les pentes les plus fortes, des zones écorchées et ravinées mettent à nu le substrat granitique. C'est là et dans les bas de pentes où s'amassent les arènes que plusieurs annuelles sont notées : *Cerastium ramosissimum*, *Aira praecox*, *Galeopsis ladanum* subsp. *cebennensis*, *Jasione montana*, *Spergula morisonii*, *Teesdalia nudicaulis* et *Arnoseris minima*.
Plus loin, le circuit se poursuit dans un vallon affluent du ruisseau du Lingas en rive droite (Fig. 2, zone 6). La flore change radicalement de physionomie avec une succession de milieux humides plus ou moins tourbeux. Dans les eaux froides, pauvres et acides du ruisselet qui draine le vallon poussent quelques plantes aquatiques et subaquatiques : *Callitriche brutia* var. *hamulata*, *Montia fontana* et *Veronica scutellata*. En bordure, des mégaphorbiaies (formation à hautes herbes de milieux humides) fragmentaires et discontinues se développent, avec *Athyrium filix-femina*, *Achillea ptarmica* subsp. *pyrenaica*, *Cirsium palustre*, *Ranunculus flammula*, *Rumex acetosa*, *Succisa pratensis*, *Juncus acutiflorus*, *Serratula tinctoria*… Les zones de tourbières occupent les parties les plus longuement détrempées. Elles sont principalement constituées de bas marais acides du *Caricion fuscae*. La végétation est peu élevée avec un cortège typique comprenant *Carex echinata*, *Carex nigra*, *Carex viridula* subsp. *oedocarpa*, *Juncus squarrosus*, *Juncus acutiflorus*, *Pedicularis sylvatica*, *Polygala serpyllifolia*… Quelques secteurs plus fortement engorgés accueillent des tourbières hautes du *Sphagnion medii*. Cette formation très localisée est caractérisée par la présence de buttes à sphaignes ainsi que par *Salix repens*, *Viola palustris, Eriophorum vaginatum*… En marge de ces ensembles tourbeux, les prairies humides à *Nardus stricta* et *Gentiana pneumonanthe* assurent la transition avec les pelouses plus sèches vues précédemment.
Malgré l'abondance de zones tourbeuses dénudées et bien humides, nos recherches de *Lycopodiella inundata* resteront vaines. Une localité de cette fougère rare et typique des milieux tourbeux est connue non loin de là, dans un vallon secondaire à celui où nous nous trouvions. Mais ne disposant pas suffisamment de temps pour aller la voir, nous avons dû clore là notre circuit et remettre à une autre occasion l'observation de cette plante.

Sur le retour, dans la descente sur Valleraugue, un rapide arrêt est improvisé à la source des Trois Fontaines. En ce lieu pousse une endémique rare du Massif Central, l'Arabette des Cévennes (*Arabis cebennensis*). Elle atteint la limite sud de son aire sur le Massif de l'Aigoual et la localité que nous visitons constitue pour l'heure la plus méridionale connue. Nous en profitons pour effectuer un bref relevé de la flore croissant au bord du ruisseau et dans les environs immédiats de la source (relevé de la zone 7) avant de regagner la plaine montpelliéraine.

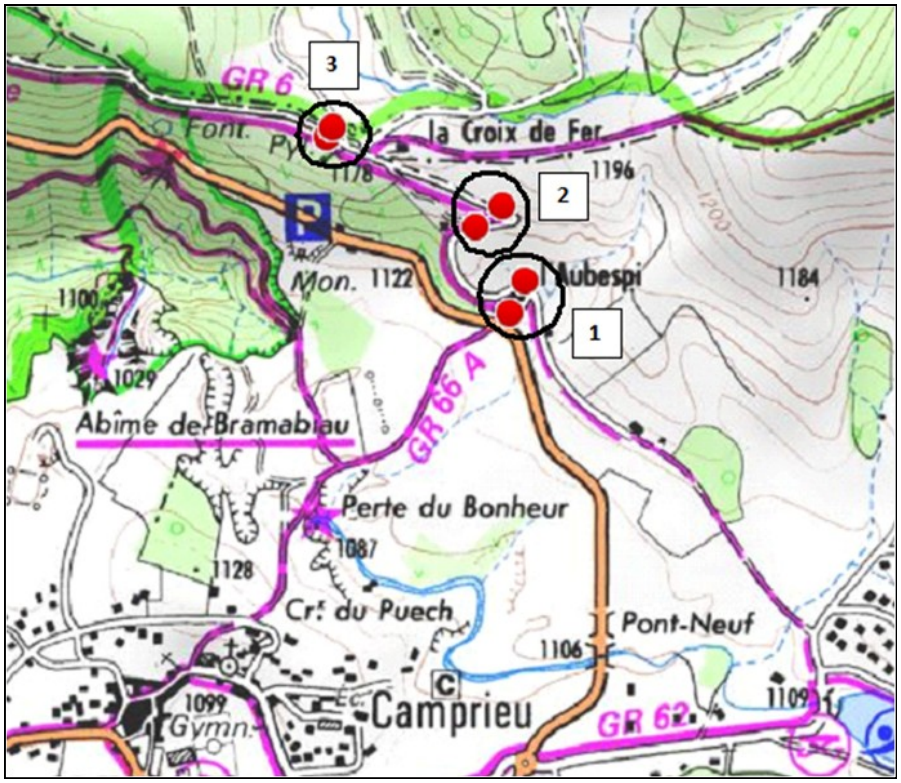


Fig. 1 : Situation des zones d'herborisation à Bramabiau (fond de carte IGN).

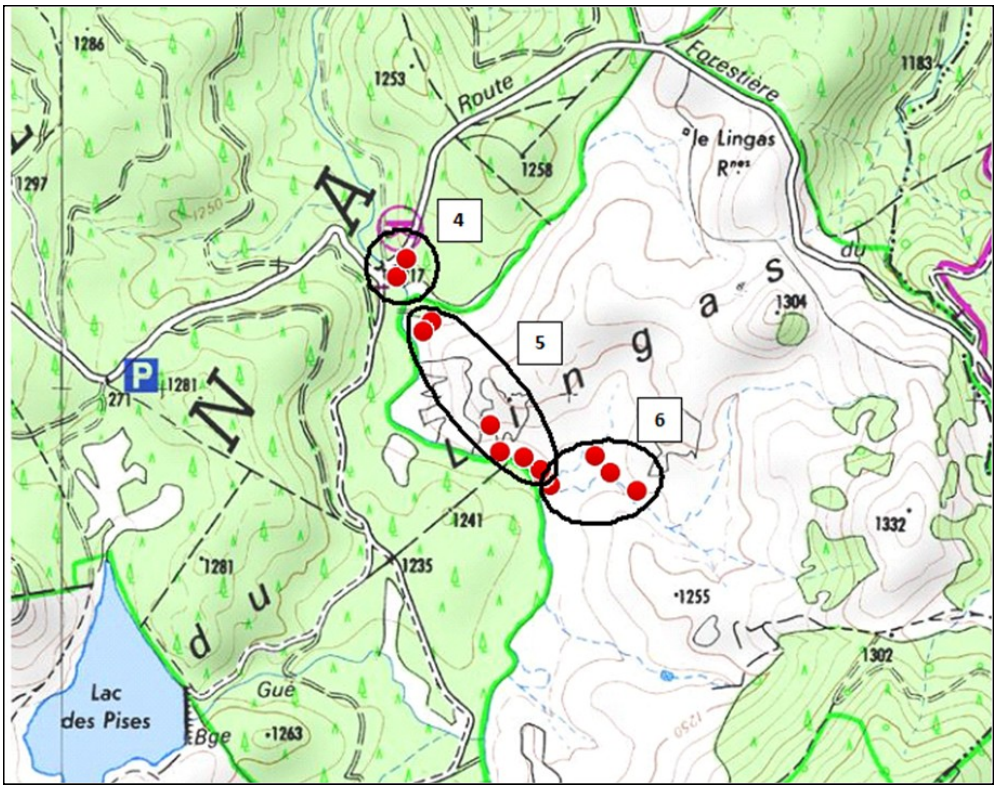


Fig. 2 : Situation des zones d'herborisation dans la Montagne du Lingas (fond de carte IGN).

Veronica dillenii : feuilles caulinaires profondément lobées, comme *V. Verna*.

Veronica dillenii : style dépassant très nettement l'échancrure du fruit.

Veronica verna : style dépassant à peine l'échancrure du fruit.

Sedum amplexicaule : à gauche, fleurs à pétales jaunes et liseré rouge à l'extérieur, espacées et peu nombreuses, organisées en une inflorescence en corymbe lâche ; au centre, pousses d'été avec des feuilles desséchées formant un bourgeon raide ; à droite, pousses d'hiver avec des feuilles vertes, fines et acuminées.

Planche 1 : Photos de *Veronica dillenii*, *Veronica verna* et *Sedum amplexicaule*.

Liste des plantes observées (référentiel du MNHN version 5)

Zone 1 – Végétation des bords et talus de la route en bas de versant autour d'Aubespi

Achillea millefolium L.
Alopecurus pratensis L.
Anthoxanthum odoratum L. subsp. *odoratum*
Armeria arenaria (Pers.) Schult. subsp. *arenaria*
Avenula pubescens (Huds.) Dumort.
Briza media L.
Bromus erectus Huds.
Bromus hordeaceus L.
Carex caryophyllea Latourr.
Cerastium arvense L.
Cerastium brachypetalum Desp. ex Pers.
Conopodium majus (Gouan) Loret
Cruciata laevipes Opiz
Dactylis glomerata L. subsp. *glomerata*
Draba muralis L.
Galium verum L. subsp. *verum*
Geranium dissectum L.
Geranium pyrenaicum Burm.f.
Heracleum sibiricum L.
Hippocrepis comosa L.
Knautia arvensis (L.) Coult.
Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv.
Luzula campestris (L.) DC.
Myosotis decumbens subsp. *teresiana* (Sennen) Grau
Myosotis ramosissima Rochel subsp. *ramosissima*
Narcissus poeticus L. subsp. *poeticus*
Ornithogalum umbellatum L.
Poa pratensis subsp. *angustifolia* (L.) Dumort.
Ranunculus acris subsp. *friesianus* (Jord.) Syme
Ranunculus bulbosus L.
Ranunculus repens L.
Rumex acetosa L.
Saponaria officinalis L.
Silene latifolia Poir.
Silene vulgaris (Moench) Garcke
Tragopogon pratensis L.
Trifolium incarnatum subsp. *molinerii* (Balb. ex Hornem.) Ces.
Trifolium ochroleucon Huds.
Trifolium pratense L. subsp. *pratense*
Trifolium striatum L.
Veronica arvensis L.
Veronica chamaedrys L.

Zone 2 – Pelouses et landes sèches en bord de piste entre Aubespi et le col de la Croix de Fer

Agrostis capillaris L.
Aira caryophyllea L. subsp. *caryophyllea*
Aira praecox L.
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.
Arnoseris minima (L.) Schweigg. & Körte
Avenula pratensis (L.) Dumort.
Carduus vivariensis Jord. subsp. *vivariensis*
Carex ovalis Gooden.
Cerastium pumilum Curtis
Cytisus oromediterraneus Rivas Mart. & al.
Cytisus scoparius (L.) Link subsp. *scoparius*
Deschampsia flexuosa (L.) Trin.
Euphorbia cyparissias L.
Galium mollugo subsp. *erectum* Syme
Gentiana lutea L.
Hieracium pilosella L.
Hypochaeris radicata L.
Jacobaea adonidifolia (Loisel.) Mérat
Jasione montana L.
Lamium maculatum (L.) L.
Lathyrus sphaericus Retz.
Linaria repens (L.) Mill.
Medicago lupulina L.
Myosotis stricta Link ex Roem. & Schult.
Ornithogalum angustifolium Boreau
Phleum pratense subsp. *serotinum* (Jord.) Berher
Plantago lanceolata L.
Poa bulbosa subsp. *vivipara* (Koeler) Arcang.
Potentilla argentea L.
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn
Ranunculus paludosus Poir.
Rubus idaeus L.
Saxifraga granulata L.
Scleranthus annuus L.
Scleranthus perennis L. subsp. *perennis*
Scleranthus polycarpos L.
Senecio lividus L.
Sesamoides pygmaea (Scheele) Kuntze
Teucrium scorodonia L.
Thymus polytrichus A.Kern. ex Borbás
Trifolium campestre Schreb.
Trifolium repens L.
Turritis glabra L.
Valerianella locusta (L.) Laterr.

Veronica arvensis L.
Veronica dillenii Crantz
Veronica serpyllifolia L. subsp. *serpyllifolia*
Veronica verna L. subsp. *verna*
Vicia lathyroides L.
Vicia sativa L.
Viola arvensis Murray
Viola tricolor L.

Zone 3 – Pelouses sèches en bord de piste à l'ouest du col de la Croix de Fer

Aira praecox L.
Alchemilla saxatilis Buser
Arenaria serpyllifolia L. subsp. *serpyllifolia*
Armeria arenaria (Pers.) Schult. subsp. *arenaria*
Carex caryophyllea Latourr.
Cerastium glomeratum Thuill.
Cruciata pedemontana (Bellardi) Ehrend.
Dianthus deltoides L.
Erophila verna (L.) Chevall.
Festuca paniculata (L.) Schinz & Thell.
Galium verum L. subsp. *verum*
Genista pilosa L. subsp. *pilosa*
Genista sagittalis L.
Juniperus communis L.
Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv.
Lolium perenne L.
Luzula campestris (L.) DC.
Ornithogalum angustifolium Boreau
Petrorhagia prolifera (L.) P.W.Ball & Heywood
Plantago holosteum Scop.
Plantago lanceolata L.
Poa annua L.
Poa bulbosa subsp. *vivipara* (Koeler) Arcang.
Polygala vulgaris L.
Potentilla neumanniana Rchb.
Ranunculus bulbosus L.
Rhinanthus minor L.
Saxifraga granulata L.
Scleranthus perennis L. subsp. *perennis*
Scleranthus polycarpos L.
Sedum amplexicaule DC.
Spergularia rubra (L.) J.Presl & C.Presl
Thesium alpinum L.
Thymus polytrichus A.Kern. ex Borbás
Trifolium arvense L.
Veronica arvensis L.
Veronica verna L. subsp. *verna*
Vicia lathyroides L.

Zone 4 –Végétation herbacée des clairières près de l'aire de pique-nique sur la Montagne du Lingas

Achillea ptarmica subsp. *pyrenaica* (Sibth. ex Godr.) Heimerl
Adenostyles alliariae (Gouan) A.Kern. subsp. *alliariae*
Ajuga reptans L.
Anemone nemorosa L.
Cardamine pratensis L. subsp. *pratensis*
Carex panicea L.
Cerastium fontanum subsp. *vulgare* (Hartm.) Greuter & Burdet
Dactylorhiza maculata (L.) Soó
Deschampsia cespitosa (L.) P.Beauv.
Doronicum austriacum Jacq.
Lathyrus linifolius (Reichard) Bässler
Meum athamanticum Jacq.
Myosotis balbisiana Jord.
Oxalis acetosella L.
Persicaria bistorta (L.) Samp.
Phyteuma spicatum L.
Poa chaixii Vill.
Potentilla erecta (L.) Räusch.
Ranunculus aconitifolius L.
Ranunculus auricomus L.
Sanguisorba officinalis L.
Saxifraga granulata L.
Scorzonera humilis L.
Stellaria holostea L.
Tulipa sylvestris subsp. *australis* (Link) Pamp.
Veratrum album L.
Viola canina L. subsp. *canina*
Viola palustris L.

Zone 5 – Pelouses sèches à *Festuca paniculata* et landes à *Calluna vulgaris* de la Montagne du Lingas

Aira praecox L.
Alchemilla saxatilis Buser
Anemone nemorosa L.
Antennaria dioica (L.) Gaertn.
Anthoxanthum odoratum L. subsp. *odoratum*
Arenaria montana L.
Arnica montana L.
Arnoseris minima (L.) Schweigg. & Körte
Calluna vulgaris (L.) Hull
Carex caryophyllea Latourr.
Cerastium ramosissimum Boiss.
Crocus albiflorus Kit.
Festuca paniculata subsp. *spadicea* (L.) Litard.
Galeopsis ladanum subsp. *cebennensis* (Braun-Blanq.) Kerguélen
Genista anglica L.
Genista pilosa L.
Hieracium lactucella Wallr. subsp. *lactucella*
Hieracium pilosella L.
Hypochaeris maculata L.
Jasione montana L.
Juniperus communis L.
Lathyrus linifolius (Reichard) Bässler
Lotus corniculatus L. subsp. *corniculatus*
Luzula campestris (L.) DC.
Meum athamanticum Jacq.
Nardus stricta L.
Ornithogalum angustifolium Boreau
Plantago holosteum Scop.
Polygala vulgaris L.
Ranunculus paludosus Poir.
Rumex acetosella L.
Scleranthus perennis L. subsp. *perennis*
Sesamoides pygmaea (Scheele) Kuntze
Spergula morisonii Boreau
Stachys officinalis (L.) Trévis.
Teesdalia nudicaulis (L.) R.Br.
Thymus polytrichus A.Kern. ex Borbás
Tulipa sylvestris subsp. *australis* (Link) Pamp.
Vaccinium myrtillus L.

Zone 6 – Végétation humide des bords des ruisselets et tourbières de la Montagne du Lingas

Achillea ptarmica subsp. *pyrenaica* (Sibth. ex Godr.) Heimerl
Athyrium filix-femina (L.) Roth
Callitriche brutia var. *hamulata* (Kütz. ex W.D.J.Koch) Lansdown
Carex echinata Murray
Carex nigra (L.) Reichard
Carex panicea L.
Carex viridula subsp. *oedocarpa* (Andersson) B.Schmid
Carum verticillatum (L.) W.D.J.Koch
Cirsium palustre (L.) Scop.
Dactylorhiza maculata (L.) Soó
Drosera rotundifolia L.
Dryopteris filix-mas (L.) Schott
Eriophorum vaginatum L.
Galium palustre L.
Genista anglica L.
Gentiana pneumonanthe L.
Gentianella campestris (L.) Börner
Juncus acutiflorus Ehrh. ex Hoffm.
Juncus bulbosus L. subsp. *bulbosus*
Juncus squarrosus L.
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej. subsp. *multiflora*
Montia fontana L.
Nardus stricta L.
Pedicularis sylvatica L.
Polygala serpyllifolia Hose
Ranunculus flammula L.
Rumex acetosa L.
Salix repens L.
Scorzonera humilis L.
Serratula tinctoria L. subsp. *tinctoria*
Succisa pratensis Moench
Veronica officinalis L.
Veronica scutellata L.
Viola palustris L.

Zone 7 – Source des Trois Fontaines et ses abords (commune de Valleraugue)

Alchemilla saxatilis Buser
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.
Arabis cebennensis DC.
Arabis turrita L.
Arctium minus (Hill) Bernh.
Asarina procumbens Mill.
Asplenium septentrionale (L.) Hoffm.
Asplenium trichomanes subsp. *quadrivalens* D.E.Mey.
Athyrium filix-femina (L.) Roth
Campanula rotundifolia L. subsp. *rotundifolia*
Carduus vivariensis Jord. subsp. *vivariensis*
Centaurea pectinata L.
Cerastium arvense L.
Chaerophyllum hirsutum L.
Chrysosplenium oppositifolium L.
Coincya cheiranthos (Vill.) Greuter & Burdet
Conopodium majus (Gouan) Loret
Epilobium hirsutum L.
Fagus sylvatica L.
Festuca arvernensis Auquier, Kerguélen & Markgr.-Dann.
Fraxinus excelsior L.
Galium mollugo subsp. *erectum* Syme
Genista pilosa L. subsp. *pilosa*
Geranium pyrenaicum Burm.f.
Geranium robertianum L. subsp. *robertianum*
Heracleum sibiricum L.
Hylotelephium maximum (L.) Holub
Hypericum perforatum L.
Lactuca muralis (L.) Gaertn.
Laserpitium latifolium L.
Luzula nivea (L.) DC.
Moehringia trinervia (L.) Clairv.
Molopospermum peloponnesiacum (L.) W.D.J.Koch
Myosotis decumbens subsp. *teresiana* (Sennen) Grau
Oxalis acetosella L.
Phyteuma spicatum L.
Picris hieracioides L.
Poa nemoralis L.
Poa trivialis L.
Polypodium vulgare L.
Rubus idaeus L.
Salix caprea L.
Saxifraga fragosoi Sennen
Sedum rupestre L.
Silene nutans L. subsp. *nutans*
Silene vulgaris (Moench) Garcke
Solidago virgaurea L.
Sorbus aria (L.) Crantz
Sorbus aucuparia L. subsp. *aucuparia*
Thymus nitens Lamotte
Trifolium pratense L. subsp. *pratense*
Trifolium repens L.
Urtica dioica L. subsp. *dioica*
Valeriana officinalis L.
Valeriana tripteris L.
Veronica arvensis L.
Vicia sepium L.
Viola riviniana Rchb.

Nuancier virtuel pour mesurer la couleur de la sporée des russules avec un appareil photo numérique

Gérard Lévêque

183 rue Ste Geneviève - Mas Clos 10 - F-34080 Montpellier (gerard.leveque1@free.fr)

Résumé

La couleur des sporées s'estime traditionnellement en comparant la teinte d'un petit tas de spores avec un nuancier imprimé. Dans le cas des russules, le nuancier le plus utilisé est celui de Romagnesi, qui présente 10 teintes entre le blanc et le jaune-orange. Nous montrons qu'il est possible de remplacer cette méthode visuelle par une méthode numérique, à partir de photos de sporées. En utilisant le format « brut » pour l'image, et un éclairage LED de couleur bleue, la nuance de Romagnesi peut être mesurée à mieux que ½ division.

Mots-clés : Russule, sporée, photométrie, Romagnesi.

Abstract

Colour of spores is commonly estimated by comparison of a small heap of spores with a printed chart. In the case of russules, the most used is the Romagnesi chart, which prints 10 tints between white and yellow-orange. We show that this visual method can be replaced by a numeric one, based on photos of spore print. Using the "raw" image format, and lighting by a blue LED, the nuance of Romagnesi can be estimated at better than ½ division.

Keywords : Russule, print, photometry, Romagnesi.

Introduction

L'observation de la couleur de la sporée est cruciale dans l'étude du genre Russule, qui comprend plusieurs centaines d'espèces. Cette couleur entre dans les clés de détermination, car elle est stable pour de la plupart des espèces.

L'opération de mesure a été codifiée par les mycologues anciens. Il y a cinquante ans, pour rendre le résultat moins dépendant de l'observateur, le grand mycologue Henri Romagnesi a proposé la comparaison avec un nuancier imprimé, et explicité par le détail les manipulations à faire et ne pas faire. Par exemple, après avoir testé les méthodes d'observation du dépôt (sur papier blanc, sur papier noir ou sur verre), il recommande de récolter les spores sur un support lisse, puis de les rassembler et de les tasser entre deux lames de verre, de manière à avoir une masse de spores épaisse et opaque. Il compare ensuite la couleur de cette masse de spores à un nuancier coloré qu'il a divisé en 14 nuances (Fig.1).

D'autres échelles de nuances ont été élaborées, comme celle de Christian Dagron qui comporte 26 nuances. Les auteurs modernes comme Galli et Sarnari continuent d'employer l'échelle de Romagnesi. La difficulté pour l'observateur actuel est que la planche (Fig.1) ne montre que 10 nuances sur les 14 utilisées par l'auteur, et que l'ouvrage est épuisé.

Plusieurs mycologues ont tenté d'utiliser un appareil photo numérique pour quantifier les nuances de sporées. Par exemple, Thorn (2009) a proposé de photographier en même temps une sporée et le nuancier papier de Christian Dagron, et de les comparer dans un logiciel photo. Cette méthode est directe et sans calculs, mais nécessite de disposer des nuanciers originaux.

Une nouvelle approche, qui s'appuierait sur un nuancier virtuel, serait d'un grand intérêt, car on s'affranchirait ainsi des nuanciers papier devenus introuvables.

Les sporées pâles	I	a et b
Les sporées crèmes	II	a, b, c et d
Les sporées ocres	III	a, b et c
Les sporées jaunes	IV	a, b, c, d et e

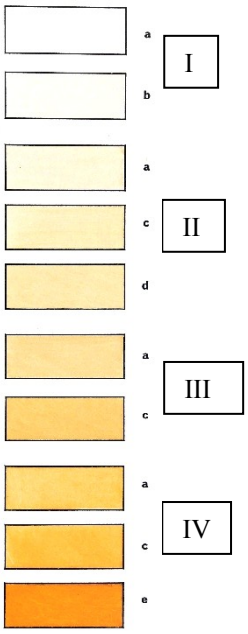


Fig. 1 : Extrait du livre de Romagnesi *« Russules d'Europe et d'Afrique du nord »,* édition de 1967. Note : cette reproduction est une illustration du texte, elle n'est pas suffisamment fidèle pour être utilisable comme nuancier.

Mesure de la couleur avec un appareil photo numérique

On pourrait penser que la mesure de la couleur d'un objet se réduit à le photographier et à mesurer les composante RGB sur l'image. Il n'en n'est rien, plusieurs difficultés apparaissent si on veut faire des mesures ayant une valeur scientifique.

La première difficulté de la mesure de la couleur des sporées est de trouver une méthode qui s'affranchisse des dominantes de la lumière ambiante. La méthode classique en photo est d'utiliser une référence de « blanc ». Pour faire cette « correction de blanc » numériquement, il faut photographier ensemble la sporée et une surface blanche et faire la « division » des luminances. Dans un premier temps, nous avons choisi d'utiliser le bristol blanc car il reste rigide lors des manipulations.
Il faut récolter la sporée sur une vitre, la rassembler en un petit tas, puis l'écraser en posant délicatement une lame de microscope par-dessus. On obtient une surface lisse et homogène comme sur la Fig.2.

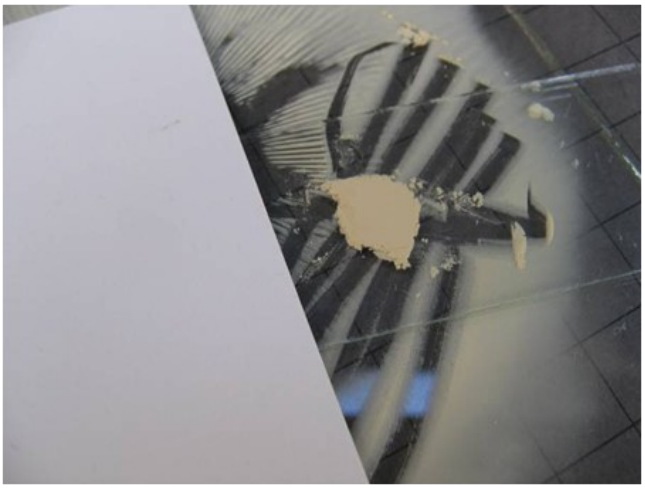


Fig. 2 : Photo montrant une sporée de *R. mustelina* ramassée en tas entre deux lames de verre, avec un bristol posé à côté, comme référence de blanc. Les lignes noires sont les traces du ramassage des spores avec le couteau.

La seconde étape consiste à numériser la zone « sporée » et la zone « bristol » avec un logiciel de traitement d'image. Il est bon de prendre la moyenne dans une plage pour lisser les fluctuations. On effectue ensuite la division des données RGB de la sporée par celles du bristol :
Zbleu = Bleu de la sporée / Bleu du bristol.
Zvert = Vert de la sporée / Vert du bristol.
Zrouge = Rouge de la sporée / Rouge du bristol.
Les valeurs de Z sont comprises entre 0 et 1. *Si la chaîne de mesure est linéaire*, la division réalise la correction de la lumière ambiante.

Malgré cette correction, nous nous sommes aperçus que les résultats étaient loin d'être reproductibles. Ils dépendaient fortement de l'exposition de la photo et des dominantes de l'image (selon que l'on photographie avec la lumière du ciel bleu, du ciel gris ou avec un éclairage solaire). Par ailleurs, les résultats étaient différents d'un appareil photo à l'autre, ce qui est sans importance pour les photos habituelles, mais catastrophique pour des mesures de photométrie.

En photographiant un nuancier de gris avec plusieurs temps d'exposition, j'ai pu constater qu'il n'y avait pas proportionnalité entre l'exposition et les valeurs RGB des images JPEG. Il est évident dans ce cas que la division par les valeurs d'une surface blanche, pour corriger de l'éclairage, est faussée par la non-linéarité de la chaîne de mesure.

Dans ces circonstances, *la seule mesure utilisable est la mesure brute* (RAW), qui est théoriquement linéaire avec la luminance de l'objet. Il faut donc disposer d'un appareil photo qui fournisse ces valeurs RAW, et d'un logiciel capable d'en extraire les composantes RGB.

J'ai testé les logiciels récents Adobe Photoshop CC2014, et Corel Paint Shop Pro X2, qui ouvrent les formats RAW les plus variés, et ne suis pas parvenu à travailler sur les valeurs brutes non modifiées. Chaque logiciel transforme à un moment donné les images brutes en images JPEG en 8 bits, en perdant la dynamique et la linéarité des images RAW originales.

Pour traiter les images brutes avec toute leur dynamique, nous n'avons trouvé que le logiciel, IRIS (version 5.59 de 2010), réalisé par Christian Buil, pour traiter les images astronomiques. Pour plus de détails, se reporter à la version complète de l'article sur le site de la SHHNH. La réalisation d'un logiciel spécifique plus simple est en cours.

Analyse spectroscopique

Nous avons mesuré les spectres de 3 sporées (Fig. 3), à l'aide d'un spectromètre à fibre optique. Nous observons dans le domaine visible que la réflectance croît assez régulièrement. Les 3 courbes présentées ont le même aspect et pourraient être produites par les mêmes pigments, en quantité variable. Un minimum de réflectance (correspondant au maximum d'absorption) paraît se produire vers 420 nm. Il pourrait correspondre à des pigments caroténoïdes, souvent présents dans les champignons, mais ce point reste à vérifier.
La longueur d'onde du maximum de sensibilité du capteur bleu (vers 470 nm) est bien située pour quantifier la nuance des sporées. On vérifie ainsi que la grandeur Zbleu est bien la plus sensible à la présence de pigments jaunes dans la sporée.

Effet de l'éclairage et choix de l'éclairage optimal

Pendant l'année 2012, j'ai accumulé des mesures en format brut, sur une vingtaine de sporées de russules. Malgré la linéarité du capteur utilisé (Minolta 7D en format RAW), de graves divergences persistent pour des photos de la même sporée prises, en éclairage solaire direct, ou en éclairage par le ciel bleu.

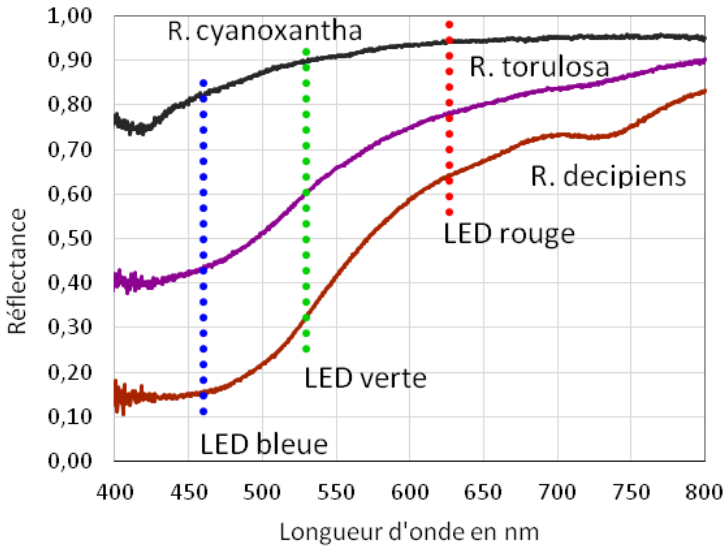


Fig. 3 : Spectre de réflexion des sporées de 3 russules. Les barres verticales représentent les longueurs d'onde des maximums de sensibilité des 3 LED utilisées (vers 470, 530 et 630 nm).

La valeur de Zbleu obtenue varie de 0.22 à 0.28 entre les deux photos de la figure 4. Cette différence, reportée sur la courbe d'étalonnage donnerait un écart de 2 unités du code de Romagnesi, ce qui est inacceptable. Une première idée pour corriger cet effet est de choisir un éclairage constant pour éviter la dispersion des mesures.

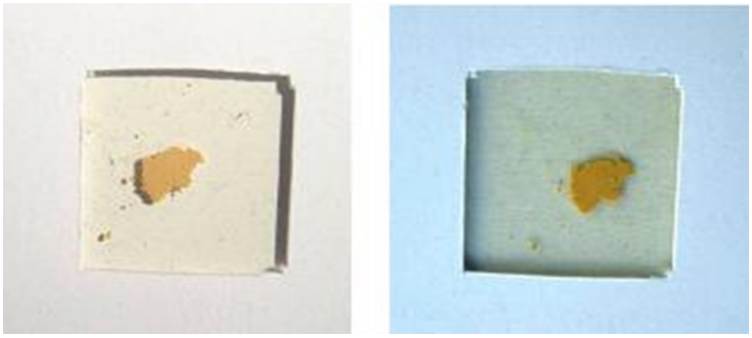


Fig. 4 : Sporée de *Russula integra* prise directement au soleil, ou à l'ombre, (éclairage par le ciel). Le bristol a une ouverture carrée de 1 cm² pour photographier la sporée en même temps.

Un autre essai très instructif est réalisé en plaçant une sporée de *Russula integra* devant la pastille IVc=12 du nuancier imprimé de Romagnesi. *Observées visuellement au soleil, les deux teintes paraissent identiques,* ce qui montre que ce nuancier fut bien réalisé et n'a pas évolué depuis son impression en 1966. Si, par contre, on l'éclaire avec un spot LED vert ou bleu, la sporée paraît bien plus sombre que la pastille 12, presque aussi sombre que la pastille IVe=14 du nuancier. Le même assombrissement apparent se produit si on photographie ensemble la sporée et le nuancier imprimé, même au soleil. Cette variation de teinte selon les conditions d'observation est bien connue des coloristes, qui appellent ce phénomène le métamérisme (Fig. 5).

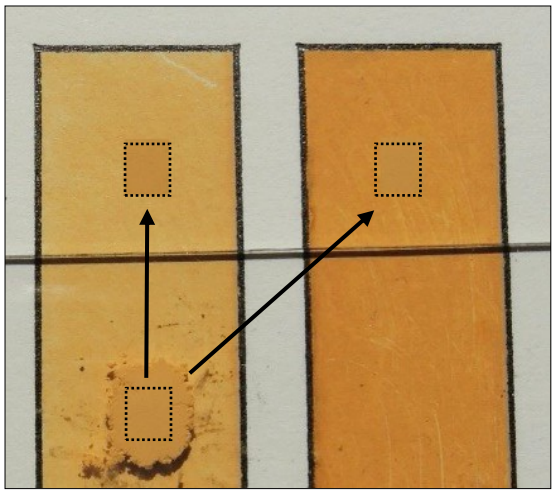


Fig. 5 : Comparaison d'une sporée de *Russula integra*, sur une lame de verre, avec les pastilles du nuancier imprimé de Romagnesi, utilisant la méthode de Jerry Thorn : la page du livre de Romagnesi est photographiée en même temps que la sporée avec un éclairage solaire. La teinte de la sporée est ensuite recopiée (dans les petits carrés) devant les plages colorées 12 et 14, pour comparaison.

Cette appellation représente un phénomène très connu, qui se traduit par le fait que deux teintes peuvent paraitre identiques à l'œil avec un certain éclairage, et différentes avec un autre. Tous les vendeurs de vêtements connaissent ce phénomène et invitent à observer la nuance des tissus en extérieur car la lumière des tubes fluorescents modifie la perception de la couleur. Dans un autre domaine, un restaurateur de tableau a eu la désagréable surprise de constater que sa retouche, effectuée en atelier, tranchait avec l'original quand le tableau était replacé au musée.

A cause du même phénomène, deux teintes peuvent paraître identiques à l'œil, et différentes sur une photo, pour le même éclairage, car les capteurs des appareils photo (sensibles au bleu, vert et rouge) n'ont pas la même sensibilité spectrale que l'œil, plus sensible au jaune solaire.
La seule correction possible de ce phénomène est d'éclairer par des lumières monochromatiques, de manière à éviter les interactions des couleurs les unes avec les autres. Nous préconisons d'utiliser des LED de couleurs, qui éclairent naturellement dans un domaine spectral étroit et constant. De cette manière, la mesure devient indépendante de la sensibilité de l'appareil photo, et dépend seulement de la longueur d'onde de la LED.
Pour cette étude préliminaire, nous avons utilisé des LED de 3 couleurs (rouge, verte et bleue), proches de 620 nm, 530 nm et 450 nm (Spot LED XANLITE 1Watt), mais nous verrons qu'une LED bleue seule permet une mesure correcte. Le spot LED est placé à une distance minimale de 50 cm de la sporée pour donner un éclairage uniforme (Fig. 6).

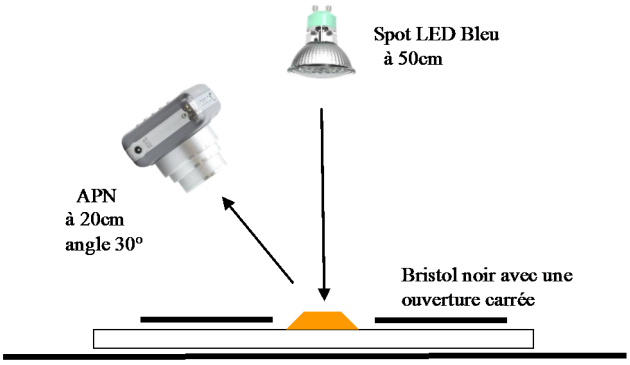


Fig. 6 : Dispositif de mesure. La sporée (tas orange) est écrasée mais non recouverte de verre. L'éclairage est assuré par un spot LED bleu. La photo est prise la nuit, dans une pièce non éclairée, sur un fond noir, pour ne pas avoir de lumière extérieure parasite.

Divers essais sur des sporées réelles en septembre 2013 ont montré que les mesures de Zbleu ont la meilleure reproductibilité, meilleure que 1 % sur Z, qui donne un écart de 1/10 d'unité du code de Romagnesi, ce qui est maintenant tout à fait supérieur à toutes les méthodes anciennes.
Pour pouvoir photographier ensemble la sporée et le bristol de référence, j'ai préparé un masque de référence en bristol noir, en évidant un trou carré de 1cm² au cutter, et en collant deux pastilles de bristol blanc de 1 cm², de part et d'autre du trou (Fig.7). Ce bristol noir peut être posé sur la sporée à mesurer, ainsi que sur les surfaces de référence pour la calibration.

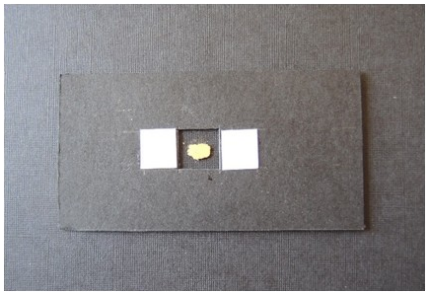


Fig. 7 : Masque en bristol noir (avec deux pastilles collées de bristol blanc), utilisé comme référence secondaire, posé sur une sporée de *Russula decipiens*.
- à gauche : en lumière blanche (la photo est volontairement surexposée).
- à droite : partie centrale de l'image, éclairée par une LED bleue, les zones à mesurer sont indiquées. Exposition standard 1/10 s à f/4.0.

Pour avoir une mesure identique pour tous les utilisateurs, indépendante du bristol utilisé, une calibration est nécessaire, elle consiste à mesurer la valeur de Z sur une surface blanche aussi constante que possible (les surfaces blanches utilisées par les photographes pour leur balance de blanc ne sont ni assez blanches, ni assez diffusantes pour notre usage).
Un premier essai a été réalisé avec des poudres domestiques (bicarbonate, farine, fécule et talc). Celle qui est apparue la plus blanche est le talc, écrasé entre deux lames de verre pour présenter une surface plane. Cette poudre apparaît plus claire que le bristol d'environ 8%, mais elle est difficile à manipuler et à écraser.

Une meilleure méthode, plus commode, consiste à utiliser des médicaments en comprimés, qui présentent une surface plane et blanche. Quelques médicaments communs ont été testés (Aspirine, Efferalgan, Citrate de bétaïne, Maalox, Mag2), et montrent des blancheurs acceptables. Comme nous ne cherchons pas une référence absolue de blanc, mais seulement une surface de comprimé facile à trouver en pharmacie et surtout constante, notre choix s'est finalement porté sur les comprimés d'Efferalgan effervescent 500 mg, en blister. Ces comprimés sont plus clairs que le bristol d'environ 12% et doivent être utilisés rapidement car hygroscopiques. L'emballage individuel en blister est préférable pour éviter les rayures dues au frottement dans les tubes.

Noter que nous utilisons deux références de blanc, le bristol pour lesquels le rapport de luminance est appelé Z, et les comprimés d'Efferalgan pour lesquels nous utilisons la lettre U. Le premier sert aux opérations de mesure sur les russules, le second sert à exprimer le résultat dans un référentiel commun, indépendant du bristol utilisé. U et Z sont proportionnels et très voisins : voir ci-dessous au chapitre "Description détaillée de la procédure" comment passer de l'un à l'autre.

Mesure du code de Romagnesi

L'ouvrage de Romagnesi de 1967 étant « la » référence pour la couleur des sporées de russules, il est utile de repartir de ce nuancier, en lui appliquant la méthode préconisée dans cet article. Pour plus de commodité dans les calculs, on introduit la grandeur X, comprise entre 1 et 14 pour remplacer la notation originale (de Ia à IVe).

La différence sur la figure 8 entre les croix et les points de la nuance 12 n'est pas une imperfection du nuancier de Romagnesi, qui est exact lorsqu'il est observé visuellement à la lumière du jour. Elle est due au fait que le couple œil+soleil ne travaille pas avec les mêmes longueurs d'onde que le couple LED+appareil photo. Les pigments des sporées de russules sont différents des pigments minéraux utilisés par l'imprimeur, et n'ont pas le même spectre. Cet effet ne peut pas être corrigé.

Conclusion 1 : La décroissance des courbes Z n'est pas linéaire avec le numéro du nuancier. On a plutôt une exponentielle décroissante. On peut supposer que Romagnesi a réalisé une première nuance en mélangeant des pigments pour obtenir la teinte la plus foncée (14 = IVe), puis a obtenu les autres teintes par dilution contrôlée.

Conclusion 2 : Les mesures sont remarquablement régulières entre 2 et 9, mais les nuances 10=IVa et 12=IVc, paraissent trop pâles (valeurs de Z trop élevées).

Conclusion 3 : En raison du métamérisme, un nuancier imprimé conçu pour une observation visuelle, ne peut servir d'étalon pour des mesures photométriques. Un étalonnage sur des sporées réelles et fraîches est donc indispensable si on veut créer un nuancier virtuel, en choisissant les russules suivantes, considérées comme les plus représentatives (voir tableau ci-après).
Repartir sur des sporées réelles permet un étalonnage indépendant des nuanciers imprimés, mais qui garde le principe des 14 nuances de Romagnesi, mentionnées dans tous les ouvrages de la littérature. Ainsi les valeurs de nuance publiées par les auteurs anciens continuent à être utilisables.

Teinte	D'après Romagnesi	D'après Sarnari	Teinte	D'après Romagnesi	D'après Sarnari
Ia = 1	R. cyanoxantha	R. farinipes R. vesca	IIIb = 8	R. velenovskyi	R. melzeri R. exalbicans R. rubra
Ib = 2	R. emetica R.mairei	R. fragilis R. zvarae R. velutipes	IIIc = 9	R. xerampelina	R. xerampelina R. badia
IIa = 3	R. lepida	R. ionochlora	IVa = 10	R. faginea	R. turci R. curtipes
IIb = 4	R. bruneoviolacea	R. laurocerasi R. amoena	IVb = 11	R. pseudointegra	R. nuragica R. veternosa
IIc = 5	R. grisea	R. grisea R. dryophila R. puellaris	IVc = 12	R. integra	R. olivacea R. integra
IId = 6	R. amoenicolor	R. pseudoaeruginea R. pallidospora	IVd = 13	R. romellii	R. romellii R. carpini
IIIa = 7	R. sanguinea	R. sanguinea R. sardonia	IVe = 14	R. urentina	R. decipiens R. cuprea

Les russules soulignées sont communes dans notre région (Hérault, Cévennes), faciles à reconnaître et suffisantes pour un bon étalonnage de toute la série.

Proposition de nuancier virtuel pour le Code de Romagnesi

On va introduire une opération mathématique qui permette de déduire de U, la nuance X de Romagnesi, compris entre 1 et 14. Cette formule qui deviendra alors le nuancier virtuel indépendant de tout nuancier sur papier. Comme la fonction doit avoir une fonction réciproque simple pour faciliter les calculs, j'ai retenu la fonction exponentielle décroissante, qui semble convenir aux pastilles du livre de Romagnesi (Fig. 8).

$Ubleu = a * exp(-bX)$, dont l'inverse est $X = -\frac{1}{b} * ln\left(\frac{Ubleu}{a}\right)$

Les constantes a et b sont ajustées sur des sporées réelles. Les courbes de la Fig. 9 montrent les résultats de nos mesures.

L'expression de la fonction ne dépend pas de la référence secondaire (notre bristol) car la valeur U est corrigée par les mesures sur le blanc de référence. Tous les calculs peuvent être programmés sans difficulté dans une feuille Excel, et servir pour toutes les récoltes. Je peux fournir le modèle sur simple demande.

Les points importants qui permettent la réalisation du nuancier virtuel peuvent être résumés ci-dessous :

- Le format d'image RAW est nécessaire pour avoir une mesure linéaire de luminance des sporées.
- La division par une référence de blanc corrige des variations d'intensité d'éclairage.
- La mesure de la composante bleue seule est suffisante pour la mesure des sporées de russules.
- L'utilisation d'une lumière quasi monochromatique fournie par une LED bleue rend la mesure indépendante de la sensibilité des capteurs de l'appareil photo.
- La photo simultanée de la sporée et du bristol fait que la mesure est aussi indépendante de la distance de la LED, de ses variations d'intensité ou de l'exposition de la photo.

- La correction avec un blanc de référence, constant et facile d'accès, rend la mesure indépendante de l'appareil photo utilisé ou de la blancheur du bristol.
- La courbe exponentielle garantit la parfaite régularité de l'échelle des nuances.

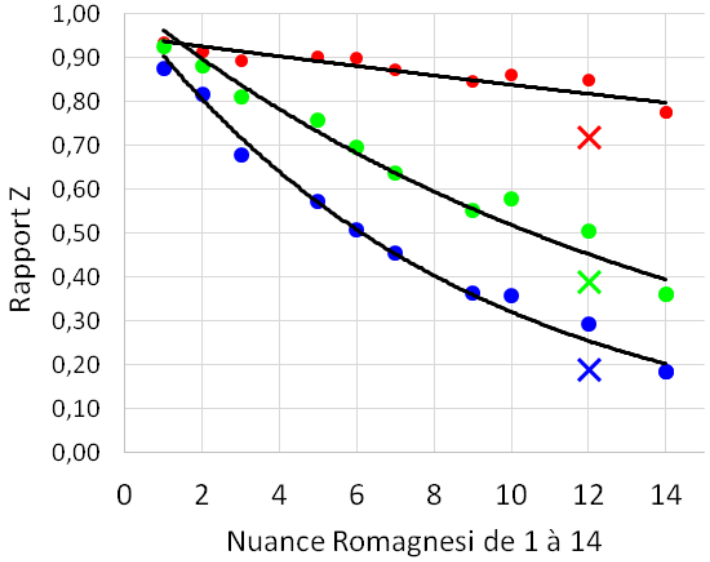


Fig. 8 : Mesure de Z sur les pastilles de couleur de la planche du livre de Romagnesi « Les russules d'Europe et d'Afrique du Nord » , édition de 1967. Les 3 croix sont des mesures sur une sporée fraîche de *Russula integra*.

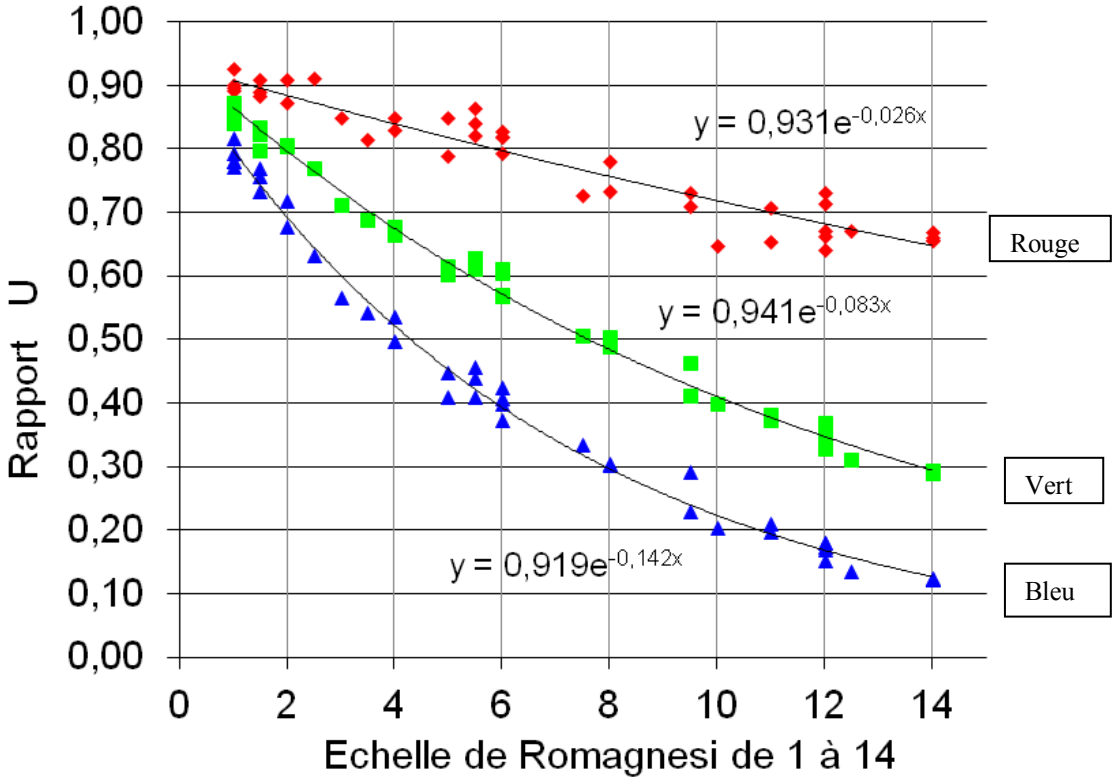


Fig. 9 : Mesures Urouge, Uvert et Ubleu pour les russules des récoltes 2013-2014. Les points sont des moyennes de 198 sporées de 41 espèces différentes. La référence de blanc est ici le comprimé d'Efferalgan.

Description détaillée de la procédure

Choisir un appareil photo qui donne des images en format brut, et un bristol blanc qui servira de référence secondaire tout au long de la saison. Réaliser un masque de référence (Fig.7) comme indiqué au chapitre D, et calibrer ce masque et votre appareil photo en mesurant Z pour la surface blanche de référence (la face d'un comprimé d'Efferalgan effervescent 500 mg, juste sortie de son blister). Cette valeur Zbleu de référence servira pour toutes les mesures ultérieures. Par exemple, Zbleu des comprimés d'Efferalgan vaut 1.117 pour notre bristol.

1. Prendre des russules fraîchement récoltées, couper le pied et les placer sur une plaque de verre qui va recueillir les spores.
2. Placer la plaque avec les russules dans un endroit frais et humide. Eviter les lieux trop froids, car de la buée pourrait de former lors du retour dans la pièce de travail.
3. Au bout de 24 heures retirer les chapeaux et enlever les impuretés. On peut mettre la plaque verticale et la secouer, car les spores adhèrent au verre par capillarité.
4. Rassembler les spores avec un couteau arrondi en un petit tas. Placer ce petit tas sur une lame de microscope.
5. Ecraser le tas délicatement avec une autre lame, afin de former une surface plane et diffusante.
6. Ecarter les deux lames, en général toute la sporée adhère sur l'une des lames.
7. Placer la lame avec les spores sur un plan de travail noir. Recouvrir avec le masque de référence.
8. Photographier l'ensemble avec l'éclairage d'une LED bleue. La photo doit être en format RAW et non JPEG, pour conserver la linéarité de la mesure. La photo est prise la nuit, dans une pièce non éclairée, pour ne pas avoir de lumière extérieure parasite.
9. Mesurer sur la photo les valeurs bleues moyennes de la sporée et des deux pastilles de bristol blanc avec le logiciel IRIS ou tout autre logiciel équivalent.
10. Calculer le rapport Zbleu = Bleu de la sporée / Bleu du bristol.
11. Corriger le blanc du bristol par la relation linéaire suivante : $Ubleu = \frac{Zbleu}{Zbleu(référence)}$
12. La nuance de Romagnesi (X entre 1 et 14) est obtenue en inversant l'expression sur la Fig. 9 :

$$X = -\frac{1}{0.142} * ln\left(\frac{Ubleu}{0.919}\right)$$

Conclusions provisoires et questions à résoudre

La méthode proposée ci-dessus a donné des résultats numériques très précis, c'est-à-dire avec une incertitude de moins de ¼ de ton sur l'échelle des 14 nuances de Romagnesi. Cette mesure est plus précise que la dispersion naturelle des couleurs des sporées de russules, ce qui fait que l'on peut commencer à oublier la procédure et se concentrer sur le sens des résultats.
Si on observe la Fig. 9, on constate que les points expérimentaux sur des sporées réelles ne s'alignent pas exactement sur la courbe de tendance, malgré la reproductibilité des résultats. Les points se dispersent d'environ une unité autour de la courbe moyenne. Une variation de concentration de pigments de seulement ±10% suffirait à expliquer la dispersion observée. Cette variabilité est bien notée par Romagnesi qui décrit des cas où la couleur dépend de l'âge du sujet ou du moment de la sporulation.
D'autres essais sont encore nécessaires pour répondre à tous les problèmes qu'un mycologue pourrait se poser. Nous les signalons ci-dessous, et avons commencé à les étudier, mais les résultats acquis ne sont pas assez avancés pour être présentés.
- Quelle est la dispersion naturelle des nuances des sporées ?

- Les spores deviennent elles plus foncées en fin de saison ou selon l'âge du sujet ?
- Quelle est l'évolution de la nuance des sporées après récolte ?
- L'humidité ambiante affecte-elle la nuance de la sporée ?

Pourra-t-on finalement remplacer le nuancier papier de Romagnesi par un nuancier virtuel, défini par une procédure (comme celle donnée ici), et qui serait un nuancier numérique universel, utilisable par tous et en tous lieux ? Il est encore trop tôt pour le dire mais un premier pas est fait.

Je sollicite les lecteurs de cet article à participer à cette étude, en me faisant part de leurs mesures, qui seront ajoutées à celles de la Fig. 9. Les nouveaux résultats seront mis en ligne sur le site de la Société, qui présentera une version plus complète et actualisée de cet article.

Remerciements

L'auteur remercie tous les collègues de la SHHNH pour leurs récoltes de russules et leur soutien au projet.

Ouvrages cités

Courtecuisse R. & Duhem B., 1994. *Guide des champignons de France et d'Europe* . Delachaux & Niestlé, Lausanne.
Galli R., 1996. *Le Russule.* Edinatura.
Romagnesi H., 1966. *Les russules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Bordas.
Sarnari M., 2007. *Genere Russula in Europa*. Associazione Micologica Bresadola.
Thorn J., 2009. *Détermination de la couleur de la sporée des Russules par photo numérique.* Bulletin AMFB.

Y a-t-il du gaz de schiste en Languedoc ?

Michel Séranne

Géosciences Montpellier, CNRS / Université Montpellier 2, F-34095 Montpellier Cedex
(seranne@gm.univ-montp2.fr)

Résumé

La polémique sur les gaz de schiste a éclaté en France, à la fin de l'année 2010, en se focalisant sur l'opportunité ou sur les dangers qu'il y aurait à exploiter cette ressource énergétique non-conventionnelle. La question initiale sur l'existence même de la ressource a été éludée. Sur la base de la géologie du Languedoc, on procède à une analyse critique du potentiel en hydrocarbures des différents secteurs de la région. On examine les méthodes d'évaluation de la ressource et des réserves éventuelles qui pourraient exister dans le sous-sol languedocien et on analyse les raisons de l'incertitude.
Mots-clés : énergie fossile, ressource, réserve, hydrocarbures non-conventionnels, géologie du sous-sol, histoire géologique régionale.

Abstract

The heated debate on shale gas broke-out in France towards the end-2010. It immediately focused on the opportunity or danger of shale gas extraction, without addressing the initial question : is there shale gas ? Based on geology, this contribution critically analyses the potential of hydrocarbon resources in several areas of Languedoc. The different evaluations of resources and reserves that might exist in underground Languedoc are assessed and the reasons for the large uncertainty are analysed.
Keywords : Fossil energy, resource, reserve, unconventional hydrocarbons, underground geology, regional geological history.

Introduction

La question de l'exploration et l'exploitation de gaz de schiste a éclaté en France à la fin de 2010 avec la diffusion du film « *Gasland* » de Josh Fox, alors qu'elle avait fait l'objet d'articles passés inaperçus dans la presse nationale et régionale, lors de l'attribution des permis d'exploration. En quelques semaines, la polémique a envahi tous les espaces de communication et de discussion. Elle opposait d'une part les tenants de l'exploitation, essentiellement pour des raisons économiques, et d'autre part, les tenants de l'arrêt de l'exploration, essentiellement pour des raisons de risque environnemental excessif.

On peut s'interroger sur l'aspect manichéen de cette polémique : « pour ou contre les gaz de schiste ?».Cependant, la première question à aborder ne devrait-elle pas être celle de l'existence même d'une ressource dans les territoires concernés ?

Demande énergétique *vs* transition énergétique

La consommation énergétique mondiale augmente très fortement (+10 % par an sur les dernières décennies) et la part des énergies fossiles représentera encore 70 à 80 % de l'énergie consommée dans le monde, à l'horizon 2035, selon l'Agence Internationale de l'Énergie. Si on peut raisonnablement espérer que la part des énergies renouvelables augmente dans certains pays, elles ne pourront pas assurer la relève des énergies fossiles à cette échéance. Les ressources énergétiques fossiles, issues de l'évolution géologique de la matière organique dans les bassins sédimentaires, représentent donc un enjeu essentiel pour la période de transition énergétique qui – dans les scénarios les plus optimistes – durera

plusieurs décennies. Par ailleurs, l'épuisement des énergies fossiles amène un intérêt nouveau et croissant pour des ressources jusque là négligées car d'exploitation trop difficile. La raréfaction de la ressource contribue à l'augmentation de son prix, permettant la mise en œuvre de procédés d'exploration et d'exploitation jusque là exorbitants. La distribution géographique de ces ressources énergétiques, qualifiées de manière informelle de « non-conventionnelles », ne se superpose pas obligatoirement aux provinces classiques de l'activité pétrolière et gazière, modifiant ainsi de manière significative le panorama économique – donc stratégique – à l'échelle mondiale.

Dans ce contexte global, la France fait partie des pays dont la consommation énergétique – bien qu'élevée – baisse quelque peu depuis le début du XXIe siècle (Jancovici, 2013). Cependant, le pays souhaite atténuer sa dépendance énergétique et améliorer sa balance commerciale ; pour cela, le gouvernement accorde des permis d'exploration pour des ressources énergétiques fossiles sur le territoire national. Le territoire métropolitain présente en effet des bassins sédimentaires susceptibles de contenir des gisements d'hydrocarbures, notamment les grands bassins d'âge Mésozoïque à Cénozoïque d'Aquitaine, de Paris et du Sud-Est (Curnelle & Dubois, 1986). Le bassin d'Aquitaine (Biteau *et al.*, 2008) est le siège d'exploitation pétrolière et gazière depuis le milieu du XXe siècle. Le Bassin de Paris (Guillocheau *et al.*, 2000) a fait l'objet d'exploration donnant lieu à exploitation de pétrole, notamment à l'est de la capitale. Dans les dernières années, des explorations préliminaires ont montré le potentiel de ce bassin pour des hydrocarbures non-conventionnels de type « shale oil » (Chungkham, 2009). Plus près de chez nous, le Bassin du Sud-Est (Fig. 1) a fait l'objet de multiples campagnes d'explorations pour les hydrocarbures depuis la Deuxième Guerre mondiale, mais n'a - jusqu'à présent – jamais donné lieu à des découvertes économiquement significatives (Héritier, 1994). L'attribution de trois permis d'exploration spécifiquement pour les gaz de schiste en mars 2010 (BEPH, 2010), signait une nouvelle phase d'exploration dans le Bassin du Sud-Est. D'un point de vue géodynamique, les déformations de grande et courte longueur d'onde, les fortes variations de subsidence et les déformations tectoniques distinguent ce bassin des deux autres (Le Pichon *et al.*, 2010).

Ressources *vs* réserves

L'estimation des ressources globales est un exercice difficile à cause de l'hétérogénéité des données géologiques disponibles dans les différents bassins sédimentaires du monde (EIA, 2011). Pour ce qui concerne la France et plus précisément le Languedoc, situé dans le Bassin du Sud-Est, l'*US Energy Information Agency* (EIA) projetait des réserves en gaz correspondant à un siècle de consommation actuelle du pays ! Les estimations publiées par l'EIA étaient très élevées ; cependant, les deux parties impliquées dans la polémique ont adopté ces chiffres sans les remettre en question : les pro-gaz de schiste faisaient valoir le pactole qu'on ne pouvait ignorer, alors que les opposants faisaient grandir l'épouvantail. Quoi qu'il en soit, cette information fut acceptée telle quelle, alors que tout autre communiqué concernant les gaz de schiste était habituellement accueilli avec beaucoup de suspicion.

Examinons les bases de ces estimations et tout d'abord, ressource et réserve, de quoi parle-t-on ? Les *ressources* constituent l'ensemble des hydrocarbures existant dans les formations géologiques à un endroit donné, alors que les *réserves* correspondent à la portion que l'on pourra extraire. Les incertitudes sur les deux grandeurs sont grandes, comme nous allons le voir plus loin. Pour une ressource donnée, la part que l'on est capable d'extraire (réserve) varie en fonction de trois paramètres :

- la connaissance géologique (contrôle sur l'évolution géologique du bassin sédimentaire, meilleure résolution sur la structure du sous-sol) ;
- les techniques de récupération (forages plus profonds et plus ciblés, fracturation hydraulique) ;
- l'économie (l'augmentation du cours du baril permet la mise en production de réservoirs jusque là inaccessibles).

Notons que si l'amélioration des techniques de production ne peut que faire augmenter les réserves,

l'amélioration des connaissances géologiques et les conditions économiques peuvent aussi bien les diminuer que les augmenter. Par exemple, une meilleure résolution des données géologiques peut révéler des conditions localement défavorables à la formation d'hydrocarbures.

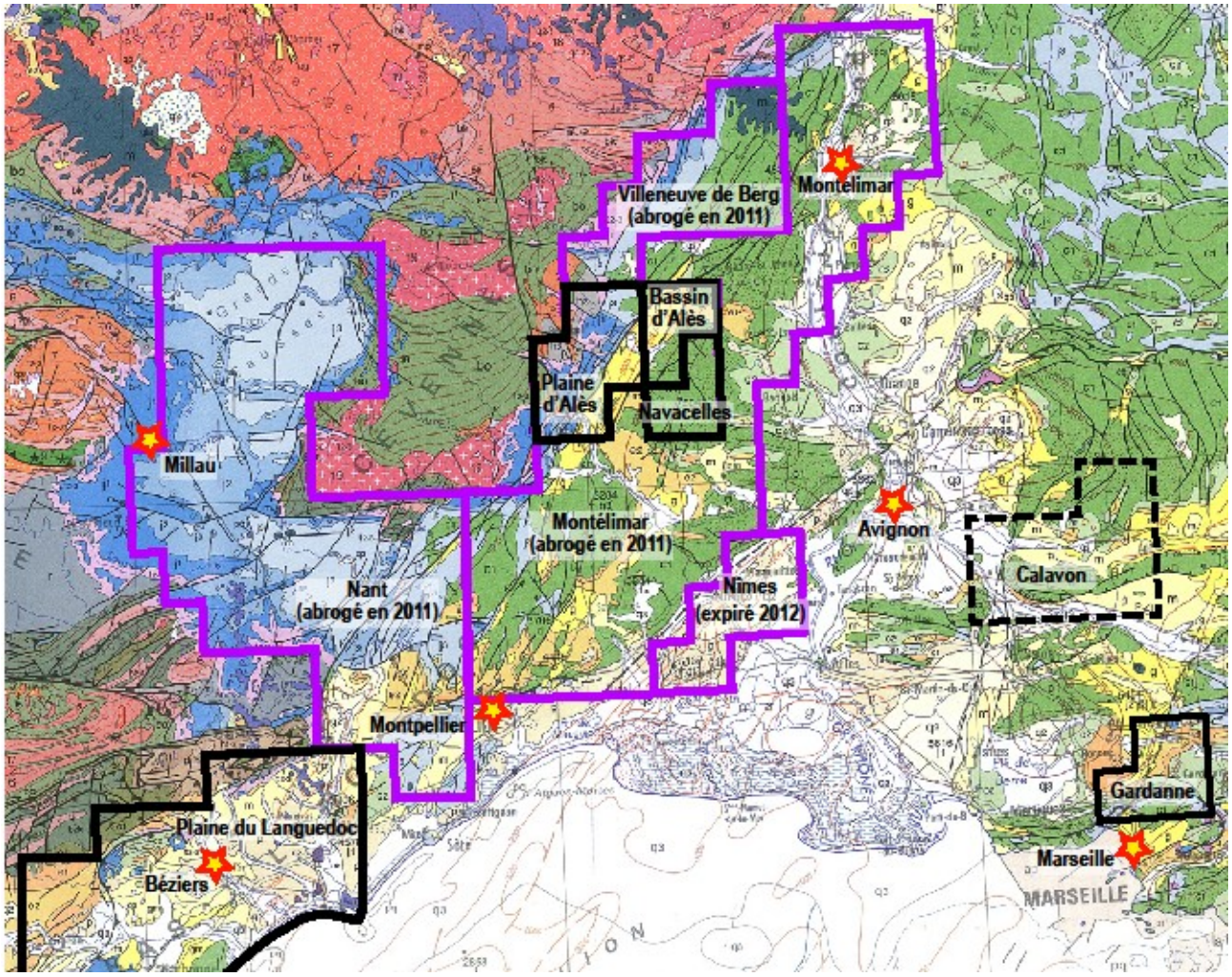


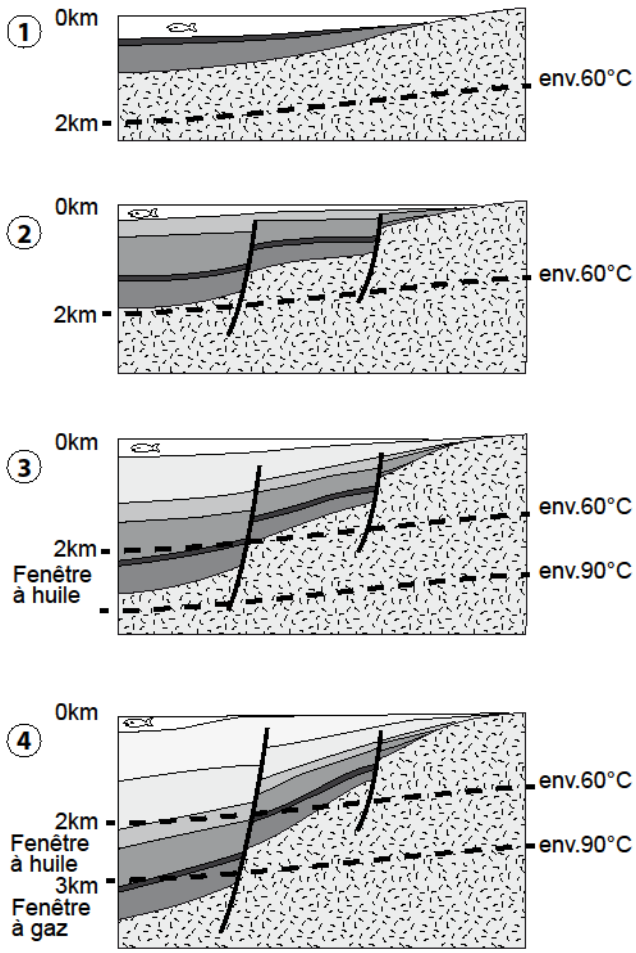
Fig. 1 : Carte des permis d'exploration (d'après le Bureau Exploration-Production des Hydrocarbures, au Ministère de l' Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie) superposés à la carte géologique au millionième du BRGM. Les contours en noir correspondent aux permis d'exploration d'hydrocarbures, en cours de validité au 1er juin 2014 (le pointillé est une « demande » en train d'être instruite). Les contours en violet correspondent aux permis d'exploration attribués en 2010 et qui ont été abrogés en 2011. On remarque que :1) les permis évitent les zones de socle (impossibilité de générer des hydrocarbures). 2) les différents permis recouvrent des régions de géologie contrastée.

Les ressources : formation des hydrocarbures

Les hydrocarbures résultent de la lente transformation de la matière organique, par des phénomènes géologiques. Ceci implique une séquence de processus se produisant sur des dizaines de millions d'années et se déroulant sur une échelle spatiale couvrant toutes les dimensions, du pore (µm) au bassin sédimentaire (100 km) (Fig. 2).

Lors de la première étape, des sédiments riches en matière organique se déposent au fond de la mer oud'un lac. Des couches de sédiments plus récents recouvrent ensuite la matière organique qui se

trouve ainsi enfouie et préservée. L'enfouissement progressif de cette *roche-mère* s'accompagne de l'augmentation de la pression et de la température, les deux agents physiques de la transformation de la matière organique, ou *maturation*. Vers le centre du bassin, l'enfouissement est en général plus rapide, et les couches contenant la matière organique atteignent les pressions et températures requises (la *fenêtre à huile*) pour la transformation en pétrole. Si l'enfouissement se poursuit, les parties périphériques passeront elles aussi dans la fenêtre à huile et le centre du bassin, plus profondément enfoui, atteindra la *fenêtre à gaz*. Dans ce bassin sédimentaire, la matière organique déposée en surface a d'abord été transformée en pétrole, puis en gaz. Les paramètres présidant à la maturation de la matière organique sont nombreux et complexes (pression, température, composition chimique initiale de la matière organique, temps, etc.). Les gammes de température classiques pour la fenêtre à huile sont aux environs de 60 à 90 °C pour des pressions correspondant à des profondeurs de 2 à 3 km (Fig. 2).



Les hydrocarbures conventionnels, liquides ou gazeux, s'échappent de la roche-mère dans laquelle ils se sont formés. En tant que fluides, et si la perméabilité des roches environnantes le leur permet, ils *migrent* vers le haut où les pressions sont moindres, jusqu'à ce qu'ils soient rassemblés et piégés dans une *roche-réservoir*, protégée par une *couverture* imperméable. L'ensemble de ces processus donne lieu à un *système pétrolier*.

En fait, une partie importante des hydrocarbures générés demeure piégée en profondeur, dispersée dans la roche-mère. Ce sont ces *gaz et pétrole de roche-mère*, improprement appelés gaz et pétrole de schiste, qui requièrent des méthodes d'exploitation spécifiques et difficiles à mettre en œuvre, qui constituent l'essentiel des hydrocarbures non-conventionnels.

Prenant connaissance de l'intérêt des compagnies pétrolières qui avaient obtenu des permis d'exploration en 2010, certains media voyaient le Languedoc comme un nouvel Eldorado. L'évolution géologique des bassins sédimentaires languedociens serait-elle favorable à la présence d'hydrocarbures non-conventionnels ?

Fig. 2 : Schéma de l'enfouissement et de la maturation d'une roche-mère. 1) Une couche de sédiment riche en matière organique (noir) se dépose au fond de la mer ou d'un lac. 2) Au cours du temps, de nouvelles couches plus récentes se déposent par dessus. 3) L'enfouissement se poursuit et les parties centrales du bassin, plus subsidentes, atteignent la profondeur à laquelle la température ambiante permet la maturation de la matière organique en pétrole ; la matière organique entre dans la « fenêtre à huile ». 4) La subsidence du bassin continue, la roche-mère entre dans la « fenêtre à gaz » au centre du bassin et génère du gaz. On remarque que la roche-mère a subit un enfouissement différentiel selon sa position dans le bassin : elle est restée immature à la périphérie, mais elle produit du pétrole dans le bassin et du gaz au centre. Si les hydrocarbures liquides ou gazeux n'ont pas pu s'extraire de la roche-mère trop compacte et imperméable, ils sont restés en place et ont formé des gisements d'hydrocarbures de roche-mère, qui doivent être exploités par des méthodes non-conventionnelles.

Matières organiques

La première étape de l'évaluation consiste à déterminer si l'évolution géologique d'une zone est, ou non, compatible avec la formation d'une ressource en hydrocarbures. Comme dans une recette, tous les ingrédients sont nécessaires, ils doivent intervenir dans un ordre donné et suivre une chronologie précise, et le four doit être bien réglé.

La matière organique constitue le premier ingrédient. Dans la région, on connaît une formation argileuse déposée il y a quelques 180 millions d'années sur la plate-forme d'un vaste océan (appelé Téthys) et dans laquelle un contenu en matière organique (de 3 à 8%) issue du plancton, a été préservée de l'oxydation et rapidement recouverte par d'autres sédiments. Cette formation argileuse, très sombre et fissile, d'âge Toarcien (un étage de la base du Jurassique) est surnommée « schistes-carton ». On peut voir cette formation affleurant dans la combe de Mortiès (Fig. 3), au sud du Pic St-Loup, où elle est remontée vers la surface grâce à une déformation survenue longtemps après son dépôt et une longue histoire d'enfouissement. Cette formation marine, donc continue sur de grandes zones, existe dans le sous-sol des bassins sédimentaires de la région : Grands Causses, Garrigues, Vallée du Rhône (Beaudrimont & Dubois, 1977 ; Mascle & Vially, 1999), mais c'est également la cible de l'exploration pétrolière dans le Bassin de Paris (Chungkham, 2009).

Fig. 3 : Aspect du Toarcien appelé « schiste-carton », tel qu'il affleure dans la Combe de Mortiès, au sud du Pic Saint-Loup.

On connaît une autre formation, plus ancienne, déposée dans des lacs il y a environ 280 millions d'années et dont la couleur noire atteste de la présence de matière organique, issue dans ce cas d'algues et de bactéries. On les appelle d'ailleurs les « black shales » de l'Autunien (un étage du Permien). Cette formation est visible à l'est de Lodève, mais dans la plupart des cas, elle est masquée par des séries sédimentaires d'épaisseur kilométrique, plus récentes. De plus, comme il s'agit de dépôts lacustres, donc discontinus dans l'espace, la localisation de ces bassins est très difficile, alors que rien en surface ne laisse présager de leur existence. Grâce à des données de sismique réflexion acquises lors d'explorations pétrolières précédentes, on peut imager la présence de certains de ces bassins discontinus, enfouis sous des sédiments plus récents, dans la région Nord Montpellier (Fig. 4) (Benedicto, 1996). Des forages d'exploration pétrolière ancienne ont très localement confirmé la présence de terrains de cet âge (forage de Castries qui échantillonne cette formation à 3,6 km de profondeur).

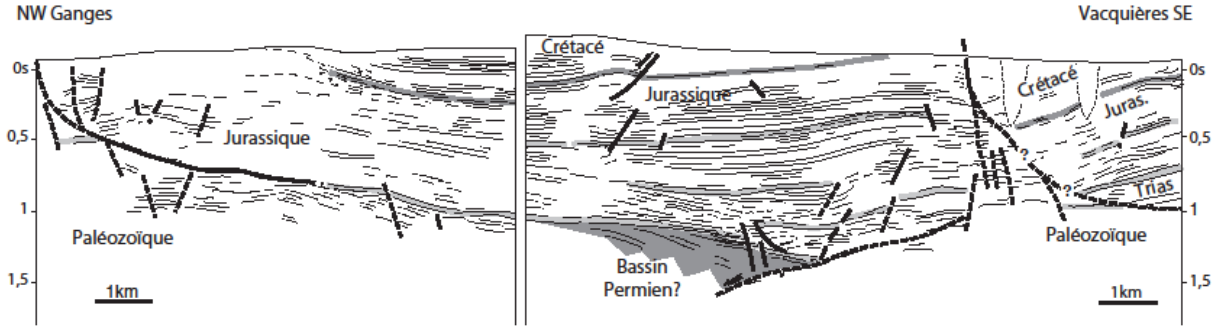


Fig. 4 : Des profils de sismique réflexion acquis dans les Garrigues Montpelliéraines permettent d'imager des structures profondes (zone grisée), interprétées comme des bassins sédimentaires d'âge Permien, localisés contre des failles extensives, similaires à ceux de Lodève. S'il contiennent des black shales, ceux-ci peuvent y avoir subi une maturation et généré des hydrocarbures (modifié d'après Benedicto, 1996).

On sait que dans certains sites, les black shales de l'Autunien ont subi une évolution favorable à la formation d'hydrocarbures, puisqu'il existe des suintements de pétrole près de Lodève (Fig. 5) et à Gabian où il a été utilisé depuis 1618 (Meissas, 1844). Par contre, cette formation a été exploitée près de Lodève comme gisement d'uranium jusqu'en 1995 (Mathis *et al.*, 1990) ; en cas d'exploitation, la présence de cet élément dans la roche-mère doit être prise en compte.

Fig. 5 : Suintement de pétrole issus des sédiments argileux lacustres « black shales » de l'Autunien (Permien inférieur), dans la région de Lodève. Ceci montre que la maturation de cette matière organique a atteint la fenêtre à huile.

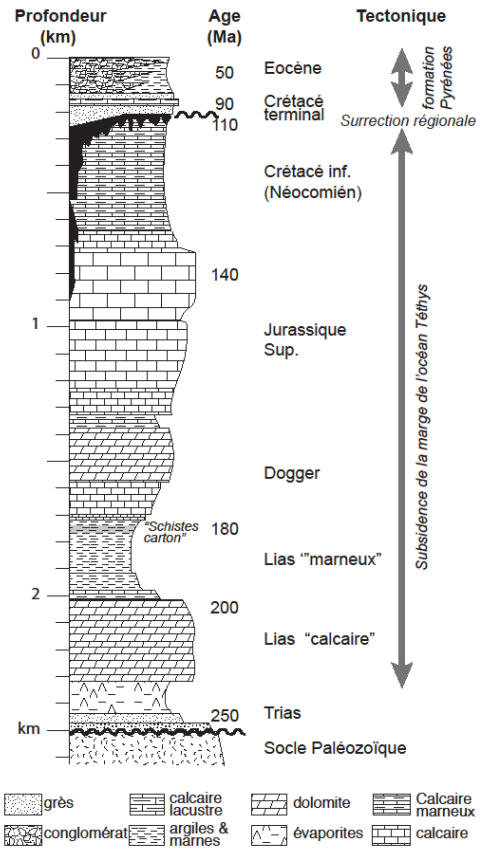
Outre ces deux principales formations, il faut citer les terrains d'âge Éocène et Oligocène (entre 40 et 30 millions d'années), localisés au bassin d'Alès, qui ont fourni de l'asphalte depuis le XVIIIe siècle (Gensanne, 1776) et ont été exploités en mines au début du XXe siècle. De plus, des forages effectués dans les années 1950 autour de St-Jean-de-Maruéjols ont révélé de toutes petites quantités d'huiles lourdes (un pétrole extrêmement visqueux) qui attestent de la présence de matière organique et d'un contexte favorable à sa maturation (Mascle *et al.*, 1996). Ces hydrocarbures issus de matière organique lacustre font l'objet de 3 permis de recherche à l'est d'Alès (BEPH, 2014).

Enfin, le charbon qui a été intensivement exploité à Graissessac dans l'Hérault et dans le bassin d'Alès -Bessèges jusque dans les années 1990, constitue une accumulation de matière organique d'origine sensiblement différente (issue des plantes supérieures, terrestres, dont on trouve de magnifiques fossiles). Or, le charbon contient, piégé dans ses micro-fractures, 4 à 6 m³ de méthane par tonne : le tristement célèbre « grisou » des mineurs. Ce gaz de houille peut être exploité par forage dans des bassins houillers, comme en Lorraine ou dans le Nord de la France (DREAL, 2014). Il n'existe à ce jour aucun permis d'exploration de gaz de houille en Languedoc ; par contre, l'ancien site minier des lignites de Gardanne (Bouches-du-Rhône) fait l'objet d'un permis d'exploration (BEPH, 2014).

Vers l'est du bassin, au-delà du Rhône, les sédiments marins du Jurassique supérieur deviennent plus marneux et leur contenu en matière organique justifie leur surnom de "*Terres Noires*". Ces terrains peuvent également constituer une roche-mère, et font d'ailleurs l'objet d'une demande de permis d'exploration (demande Calavon, Fig. 1, carte permis) mais étant situés hors de la région, nous ne les considérons pas dans cette étude.

De la matière organique aux hydrocarbures : une histoire de géologie locale

Comment connaître l'évolution thermique de la matière organique présente dans certaines formations de la région ? L'enfouissement de la matière organique correspond à l'épaisseur des séries plus récentes qui la recouvrent. Ainsi, le relevé des successions de couches géologiques déposées dans la région de Montpellier constitue un enregistrement de l'histoire géologique à cet endroit et une mesure de l'enfouissement atteint par la roche-mère. Dans des cas très favorables, on dispose de forages pour reconstituer l'empilement des couches au cours du temps ; dans la plupart des cas, on mesure l'épaisseur des couches et on leur affecte un âge, en les analysant sur le terrain. Dans les Garrigues Montpelliéraines, les schistes-carton sont actuellement recouverts d'environ 2 km de sédiments, dont la majeure partie a été déposée entre –180 Ma et –110 Ma (Fig. 6).



Pour un gradient géothermique de 30°C/km, on devrait trouver des températures d'une soixantaine de degrés, à peine suffisantes pour « entrer dans la fenêtre à huile » et transformer la matière organique en pétrole. Or, l'enregistrement géologique révèle l'existence d'un évènement majeur daté de -110 Ma, souligné par le dépôt de bauxites, et qui indique l'élimination par érosion d'une tranche de terrains d'âge Crétacé (Séranne *et al.*, 2002). Si ces terrains ont été érodés, il a d'abord fallu les accumuler et donc admettre que la zone a subi une subsidence plus importante que ne le laisse croire l'épaisseur de sédiments conservés.

C'est ainsi que les schistes-carton situés dans le sous-sol de la région montpelliéraine ont subi un enfouissement plurikilométrique, suivi d'un soulèvement généralisé.

Ensuite, entre –65 et –40 Ma, les plissements et les chevauchements liés à la formation des Pyrénées ont également eu

Fig. 6 : Succession stratigraphique synthétique de la région des Garrigues Montpelliéraines. En mesurant l'épaisseur des séries mésozoïques sus-jacentes aux schistes-carton, on déduit l'enfouissement que cette formation a subi. L'enregistrement sédimentaire contient également des témoins de phases de surrection qu'il faut intégrer dans l'histoire de l'enfouissement.

pour effet de remonter des panneaux de terrain (Chevauchement de Montpellier et du Pic Saint-Loup, plissement des Garrigues Gardoises) (Arthaud & Laurent, 1995). Ainsi, les schistes-carton situés juste au sud du Pic Saint-Loup se trouvent-ils aujourd'hui en surface, après avoir été enfouis de plus de 2 km. Par contre, à St-Mathieu-de-Tréviers, situé quelques kilomètres à l'est, l'affleurement de terrains du Crétacé inférieur nous indique que les mêmes schistes-carton sont encore enfouis sous 1 500 m. L'étude de l'empilement des couches permet de reconstituer l'histoire de l'enfouissement et de prédire la maturation de la matière organique, et donc de se prononcer sur l'existence d'une ressource en hydrocarbure. Cependant, l'évolution géologique se distingue selon les zones du bassin sédimentaire considéré, et cela, parfois à très courte distance (Husson, 2013).

Le graphique de la figure 7 représente de manière simplifiée l'enfouissement (en kilomètres sur l'axe vertical) au cours du temps (en millions d'années sur l'axe horizontal) des deux principales roches-mères, pour 3 zones particulières du bassin sédimentaire : le Larzac (Tournemire), la zone des Garrigues Montpelliéraines (Castries) et la région entre Alès et le sud de l'Ardèche (Mont Bouquet). On fait deux hypothèses simples sur le gradient thermique de la zone étudiée : 1) en moyenne la température augmente de 30°C par km, et 2) ce gradient est resté constant tout au long de l'histoire.

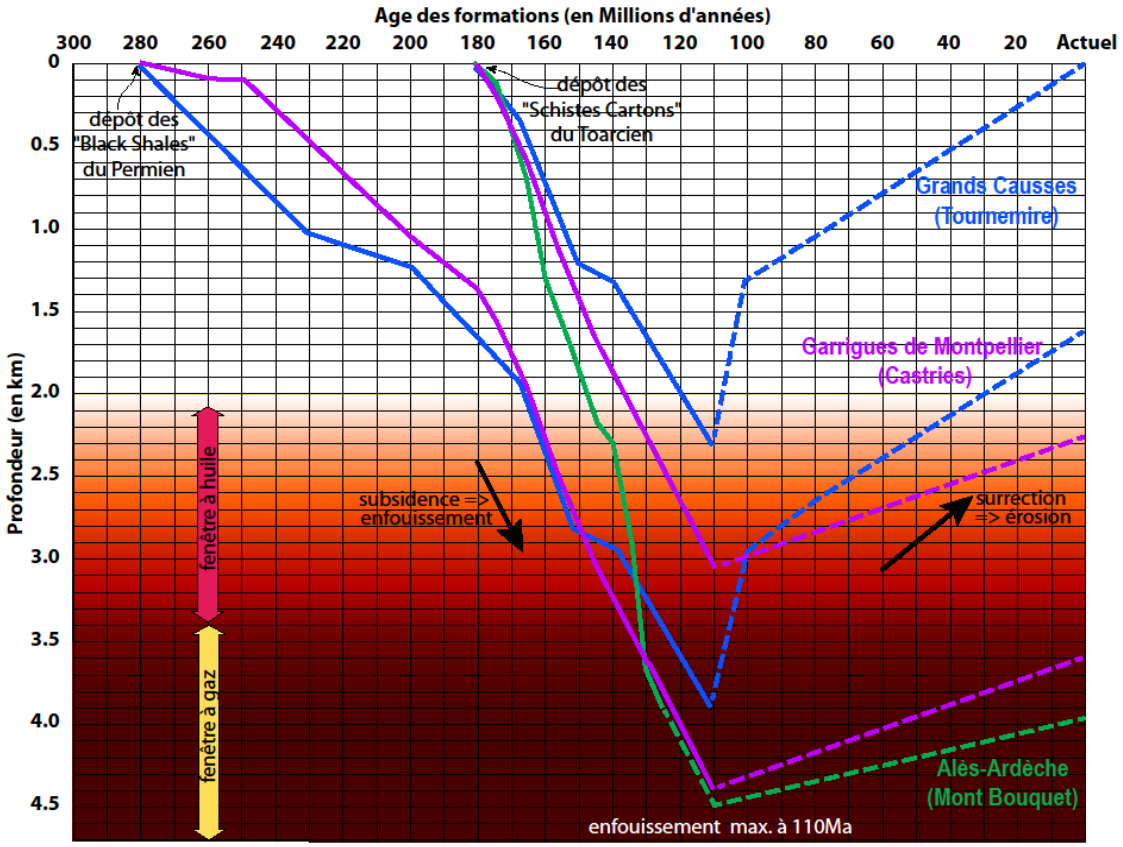


Fig. 7 : Courbes d'enfouissement des schistes-carton et des black shales, déposés respectivement il y a 180 et 280 millions d'années, pour trois zones de référence : les Grands Causses (bleu), les Garrigues Montpelliéraines (mauve) et la région Alès-Ardèche (vert). Ces roches-mères s'enfouissent au cours du temps, certaines atteignant la fenêtre à huile ; puis la subsidence s'arrête et une surrection affecte l'ensemble de la région qui fait remonter les formations enfouies. La surrection détruit partiellement l'enregistrement sédimentaire par érosion des couches superficielles : aussi, la courbe est incertaine (pointillés). La profondeur actuelle de la roche-mère est par contre bien déterminée. Voir texte pour l'interprétation.

Il est alors possible d'estimer quelles températures ont subi les roches-mères. Un ensemble de marqueurs physiques prélevés sur échantillons en surface ou en carotte, permet d'alimenter les modélisations et ensuite de conforter ou d'infirmer certaines hypothèses (Pagel *et al.*, 2014).

Les schistes-carton du Toarcien (déposés en surface il y a 180 Ma) de la région des Grands Causses (Larzac) et du nord-est de Montpellier ont subi un enfouissement à peine suffisant pour entrer dans la fenêtre à huile ; s'ils peuvent avoir commencé de générer du pétrole, ils n'ont pas pu générer du gaz. La modélisation prend pourtant en compte l'enfouissement d'ordre kilométrique survenu au Crétacé inférieur, érodé à la suite de la surrection de toute la zone survenue au milieu du Crétacé (Peyaud *et al.*, 2005). Cette roche-mère se retrouve aujourd'hui très superficielle, voire affleurante. Dans le Bassin des Grands Causses (Larzac) elle n'est pas mature et n'a produit aucun hydrocarbure.

Les schistes-carton du Toarcien de la région d'Alès et de l'Ardèche ont subi un enfouissement très important (environ 4 km) et rapide ; ils sont entrés dans la fenêtre à huile dès le Jurassique supérieur puis dans la fenêtre à gaz dès le Crétacé inférieur. Dans cette zone, l'inversion tectonique du Crétacé moyen (vers 110 Ma) se manifeste par un arrêt de la subsidence, ce qui permet de conserver la roche-mère dans la fenêtre à gaz jusqu'à nos jours. Dans la région Alès-Ardèche, le Toarcien y est mature et produit vraisemblablement du gaz. Ceci est confirmé par une série d'études académiques menées dans les années 1990 sur la bordure ardéchoise, un peu plus vers le nord (Bonijoly *et al.*, 1996 ; Pagel *et al.*, 1997). Les formations géologiques s'épaississant vers le SE, il est facile d'anticiper que le Toarcien s'approfondit dans cette direction et qu'il se trouve à près de 10 km de profondeur dans le centre du bassin, à l'aplomb de Carpentras (Séguret *et al.*, 1997). S'ils sont restés piégés dans la roche-mère, les hydrocarbures y ont été détruits à de telles pressions et températures.

Les black shales de l'Autunien du Larzac et du nord de Montpellier (on ne connaît pas d'Autunien dans la région d'Alès-Ardèche) ont connu un enfouissement suffisant pour atteindre la fenêtre à huile (ce que l'on vérifie grâce aux suintements d'huile dans le bassin de Lodève) voire le début de la fenêtre à gaz. Si l'intervalle stratigraphique contenant les black shales existe dans les bassins discontinus repérés par sismique réflexion, alors ils ont produit des hydrocarbures.

Estimer des réserves en hydrocarbure dans le Languedoc ?

En examinant l'évolution géologique de la région, nous avons vu qu'il pouvait exister une ressource en hydrocarbures, dans certaines portions du bassin sédimentaire. Mais l'estimation des ressources, qui vient ensuite, est encore plus délicate.

L'*US Energy Information Agency* a fait des évaluations de ressource en gaz de schiste pour de nombreux pays et publié ces résultats (US-Energy-Information-Administration, 2011). Pour la France, cette agence avance les chiffres très importants de 180 x 10^{12} pied-cubique, soit 5 000 milliards de m^3 de gaz récupérable, dont l'essentiel proviendrait du Bassin du Sud-Est. Notons que ceci représente 5 milliards de « tonne équivalent pétrole » (tep) et que la consommation annuelle de la France en gaz naturel étant actuellement 40 millions de tep, le Bassin du Sud-Est offrirait des réserves en gaz naturel pour plus de 120 ans ! Les industriels des hydrocarbures interrogés sur cette estimation étaient nettement moins optimistes (Leteurtrois *et al.*, 2011).

Conservons un regard critique sur ces chiffres très généreux publiés par l'US-EIA. Selon Laherrère (2011), l'optimisme des évaluations (notamment aux USA) est à relier au changement de paramètres permettant d'évaluer les « réserves » des compagnies cotées en bourse ; celles-ci ont intérêt à gonfler leur réserves auprès du *Securities and Exchange Commission* (*SEC,* organisme fédéral américain de réglementation et de contrôle des marchés financiers) afin de rassurer leurs investisseurs.

De plus, pour nombre de bassins sédimentaires, l'*US Energy Information Agency* a revu ses chiffres à la

baisse en 2013. Notamment pour la France, les réserves sont passées à 137 x 10^{12} pied-cubique soit 3 800 milliards de m^3 de gaz récupérable (US-Energy-Information-Administration, 2013). En dépit de cette réduction, ces chiffres représenteraient tout de même 77 ans de consommation nationale actuelle ! Pour les schistes-carton du Bassin du Sud-Est, la révision est drastique puisque les auteurs de ce rapport ne donnent plus que 7 x 10^{12} pied-cubique de réserve, soit à peine 200 milliards de m^3. Ils attribuent cette diminution par 10 à de meilleures données géologiques ; or, il n'y a eu aucune acquisition significative de données dans l'intervalle.

Comment estimer les réserves ?

De telles variations d'estimations de réserves pour un même bassin et en si peu de temps interrogent sur les méthodes, et au-delà, sur le crédit qu'on peut leur accorder. L'estimation de la réserve est fonction d'une suite de paramètres relativement simples à formuler, mais dont la détermination est extrêmement difficile et soumise à de grandes incertitudes, ainsi que d'autres termes, beaucoup moins intuitifs et dépendants essentiellement de l'évolution géologique. De manière simplifiée, les réserves correspondent au facteur de : la concentration en matière organique par l'épaisseur de la couche de roche-mère par l'étendue du bassin mature par le taux de récupération.

En se limitant à ces seuls termes (les plus simples), et compte tenu des intervalles de valeurs mesurées et des incertitudes, les estimations de gaz récupérable sont extrêmement variables. Il apparaît notamment que les chiffres avancés par l'US-EIA en 2011 (US-Energy-Information-Administration, 2011) constituent la limite supérieure de la fourchette d'estimation.

Examinons les causes et l'amplitude des variations de valeur des principaux paramètres.

Le contenu en matière organique dépend de l'environnement de dépôt du sédiment, et sa préservation ne se fait qu'en conditions réductrices, et avec un enfouissement rapide. Les analyses géochimiques de carbone organique total sur les schistes-carton du Toarcien révèlent des valeurs de 4 à 6% et de 3 à 8% sur les black shales de l'Autunien (Mascle & Vially, 1999).

L'épaisseur de formation « utile » qui présente des teneurs en matière organique suffisante, est beaucoup plus réduite que l'épaisseur de la formation. Elle se réduit à quelques mètres pour les schistes-carton du Toarcien, alors que l'intervalle stratigraphique relevé en forages est donné pour un total de plusieurs dizaines de mètres. Pour les black shales, d'origine lacustre, l'épaisseur totale de la formation est encore plus variable : absente dans la plupart des zones, elle peut atteindre 100 m très localement.

La surface du bassin semble facile à déterminer. Cependant, l'évaluation est faite par l'US-EIA, sur la totalité de la superficie du Bassin du Sud-Est (48 000 km^2) alors qu'il convient de retrancher près de 10 000 km^2 correspondant à des affleurements de terrains plus anciens que le Toarcien, donc où cette formation n'existe pas. De plus, l'extrapolation des paramètres géologiques à l'ensemble du bassin n'est pas une hypothèse pertinente, compte-tenu de la compartimentation importante qui caractérise ce bassin. L'idée d'un gisement continu sur l'ensemble du bassin n'est pas réaliste. Il convient de resserrer la maille d'analyse spatiale à l'échelle du bloc, de taille caractéristique de la dizaine de km, afin d'identifier les zones restreintes, favorables à l'exploitation. Les black shales sont dans des petits bassins masqués de 20 à 400 km^2 de superficie.

Le taux de récupération est certainement le paramètre le plus incertain. Toute la matière organique existante dans la formation peut se transformer en hydrocarbure, correspondant au « gaz en place », cependant il n'est possible d'en extraire qu'une petite proportion, dépendante des caractéristiques pétrophysiques, ou paramètres physiques propres aux roches contenant l'hydrocarbure. Dans le cas des hydrocarbures conventionnels, la grande expérience acquise empiriquement grâce aux très nombreux forages dans les roches réservoirs, permet des approximations en se référant à la pétrophysique du

réservoir. Pour les hydrocarbures de roche-mère, il n'existe pas encore une telle expérience ; les valeurs publiées dans les cas de production de gaz de schiste aux USA révèlent des valeurs <10% jusqu'à des valeurs > 50% (Ground-Water-Protection-Council & ALL-Consulting, 2009). Le déficit important de connaissances (sédimentologique, lithologique, pétrophysique, rhéologique…) des roches argileuses, par rapport aux autres types de roches (grès, carbonates) qui constituent des réservoirs classiques mieux connus, est un obstacle certain et un axe de recherche à privilégier (Loucks *et al.*, 2009 ; Nelson, 2009 ; Slatt & Abousleiman, 2011). Les premières études montrent que les caractéristiques sédimentologiques, physiques, géochimiques et rhéologiques de ces roches sont déterminantes pour évaluer les porosités, la résistance à la fracturation, la fissilité et la modélisation de la porosité induite par la fracturation. Par exemple, le contenu en argile doit être inférieur à 50% pour que la roche puisse se fracturer, sinon, elle se déforme de manière ductile. Ces études préliminaires mettent également en évidence une extraordinaire diversité des propriétés physiques des échantillons issus des formations géologiques analysées ; il semble que chaque bassin, chaque formation révèle des propriétés distinctes, fondamentales pour évaluer le comportement de la formation soumise à exploitation des hydrocarbures. Dans notre région, les études détaillées sur ces types de roches argileuses sont très rares. On peut citer les *argilites du Toarcien de Tournemire* (Aveyron) ou les *siltites de l'Albien de Marcoule* (Gard), étudiées à l'initiative de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) et de l'Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA), respectivement. L'attribution de taux de récupération pour l'exploitation éventuelle de gaz de schiste dans la région est donc extrêmement difficile.

En définitive, compte-tenu des incertitudes et des approximations sur la valeur des paramètres mis en jeu, les estimations de réserve de gaz de schiste dans la région varient de 3 ordres de grandeur. Cette grande incertitude est notée par les évaluations de l'US-EIA qui calculent un « facteur de succès » de seulement 18% pour l'exploration des schistes-carton du Bassin du Sud-Est (50% dans le Bassin de Paris) (US-Energy-Information-Administration, 2013).

Dans le Bassin du Sud-Est, la géologie indique qu'il peut y avoir localement une ressource en gaz de schiste, mais la question fondamentale de l'évaluation des réserves, n'est pas résolue à ce jour.

Les données géologiques disponibles

Les modélisations de systèmes pétroliers, l'identification des gisements et les estimations de réserves dépendent en premier lieu des données géologiques disponibles pour la zone d'exploration. Concernant le Bassin du Sud-Est, les données géologiques disponibles ont été acquises à l'occasion de programmes de recherche, publique ou privée :

- Les données issues de l'exploration pétrolière des années 1950 aux années 1990 (Héritier, 1994) correspondent aux profils de sismique réflexion et aux forages d'exploration, qui se sont révélés secs. Les mesures effectuées dans les forages sont anciennes et incomplètes ; seulement quelques carottes furent prélevées, surtout dans les intervalles réservoirs, pas dans les niveaux riches en argile. Le plus grand nombre de forages pétroliers sur un même permis (27 forages sur le permis de Montélimar de 4 327 km², abrogé en 2011) correspond à une *densité* 6 fois *moindre que la moyenne* aux USA ! (où l'on compte en moyenne sur tout le territoire 36 forages par 1 000 km², soit un tous les 5 km !). La distribution des données pétrolières est extrêmement contrastée sur la région (Fig. 8) : il n'existe, par exemple, aucun forage ni aucune ligne de sismique réflexion sur les Grands Causses (ancien permis de Nant, abrogé en 2011).

- La synthèse géologique régionale du Bassin du Sud-Est (Debrand-Passard & Courbouleix, 1984) constitue le seul ouvrage de référence, à l'échelle du bassin. Il s'agit d'une compilation et synthèse de données, acquises avant que la sismique réflexion qui donne la géométrie en profondeur des bassins, ne soit mise à disposition de la communauté scientifique. De plus, l'acquisition et l'interprétation des

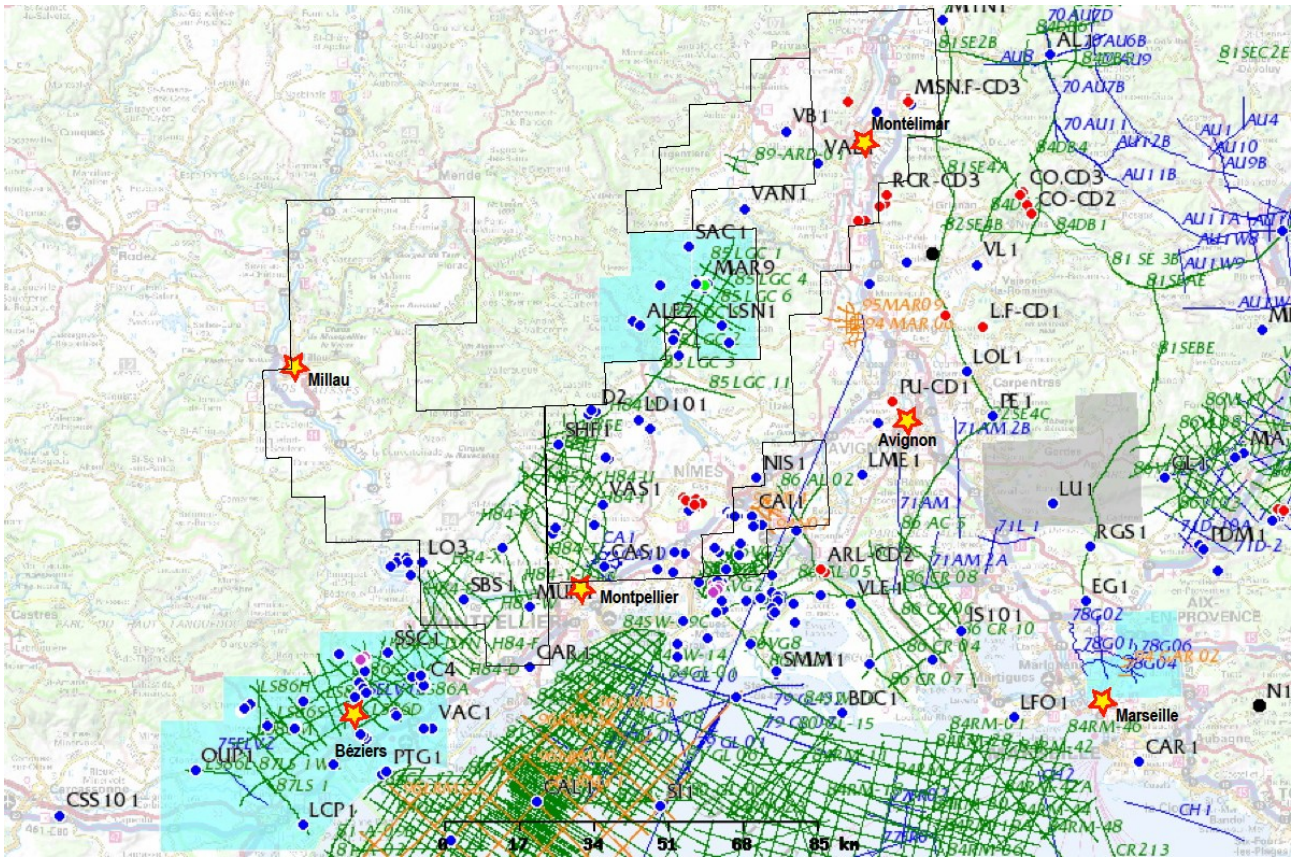


Fig. 8 : Carte de la base de données pétrolières pertinentes pour la connaissance du sous-sol profond dans le sud de la France (dans le triangle Marseille, Béziers, Montélimar). Document BEPH, modifié. Les cercles bleu, rose et rouge sont les forages d'exploration acquis entre 1950 et 1990. Les lignes de couleurs sont les profils de sismique réflexion acquis dans les années 1970 (bleu), 1980 (vert) et 1990 (orange). Les zones cyan sont les permis d'exploration en cours, en 2014 ; la zone en gris est une demande de permis d'exploration. Les zones délimitées par des traits noirs correspondent aux permis d'explorations accordés en 2010 (voir également Fig. 1). Les données disponibles sur la géologie profonde sont anciennes (> 25 ans), mal distribuées, et de faible résolution spatiale.

données stratigraphiques et sédimentologiques sont antérieures à l'émergence des concepts de stratigraphie séquentielle qui a révolutionné la géologie sédimentaire à la fin des années 1980.

- La géologie de surface est bien connue grâce à la Carte de France au 1/50 000e du BRGM. Les levers datent des années 1960 à 1980, et les derniers levers datent des années 1990.

- Le Programme académique national « GPF Ardèche » (Géologie Profonde de la France) réalisé dans les années 1990 a permis l'acquisition de sismique réflexion, de forages avec échantillonnage réguliers et entièrement diagraphiés. Les données ont été analysées et ont donné lieu à des modélisations de bassin intégrant stratigraphie, cinématique, thermique, interactions fluide-roche (Bonijoly *et al.*, 1996). Il s'agit de l'acquisition de données suivie de l'étude académique intégrée, la plus récente (20 ans !) effectuée sur une petite partie du Bassin du Sud-Est.

- Le programme d'étude en vue du stockage souterrain de déchets radioactifs de Marcoule (Gard Rhodanien), réalisé par l'ANDRA également dans les années 1990, a donné lieu à acquisition de sismique réflexion, de forages carottés et d'analyses complètes. Cependant, l'objectif étant dans les séries de l'Albien (Crétacé moyen), et étant situé dans une partie très subsidente du Bassin du Sud-Est, les structures profondes et l'histoire ancienne (notamment Toarcien) n'ont pas été abordées par ce programme.

- Des retraitements d'ancienne sismique pétrolière régionale ont été réalisés par différents organismes (ANDRA, CEA, BRGM, Collège de France,…) pour des objectifs divers et souvent très localisés. Il s'agit de réinterprétations modernes des données anciennes mentionnées plus haut.

- Les programmes universitaires sont encore très actifs dans le Bassin du Sud-Est : ils permettent l'acquisition de données de surface et de proche surface (moins de 1 km de profondeur) par des méthodes de géologie de terrain, de géophysique de sub-surface, d'hydrogéologie, de sismo-tectonique, de géochimie,…

En définitive, la connaissance géologique du Bassin du Sud-Est repose sur des données anciennes (les plus récentes ont été acquises il y a 25 ans !), acquises avec des méthodes et traitées avec des procédés aujourd'hui dépassés. Elles sont très mal distribuées. Elles sont superficielles et leur densité décroît exponentiellement avec la profondeur, laissant le sous-sol quasiment vierge au-delà de 1 km de profondeur. La résolution spatiale des données intéressant au moins 1 km de profondeur est toujours supérieure à 10 km. Dans ces conditions, il est aisé de concevoir la difficulté à obtenir une évaluation pertinente de la ressource en gaz de schiste – et *a fortiori* de la réserve – dans le Bassin du Sud Est.

Le sous-sol, *terra incognita ?*

On le voit, le sous-sol est très mal connu. Cette affirmation choque. Quoi, l'Homme observe les confins de l'Univers, sonde les fosses océaniques, échantillonne Mars, et ne saurait pas ce qui se passe quelques centaines de mètres sous ses pieds ?

L'hétérogénéité et la diversité géologique des sous-sols est immense, et les savoirs acquis outre-Atlantique sur l'exploration des gaz de schiste ne s'extrapolent pas aisément en Languedoc. En effet, le sous-sol languedocien possède des spécificités qu'il convient d'intégrer dans les études.

Contrairement aux vastes bassins d'avant-pays de l'Est des USA, ou même, à la différence du grand bassin intra-continental de Paris, le Bassin du Sud-Est (et le Languedoc en particulier) est une zone extrêmement compartimentée. Ceci résulte de la superposition de phases tectoniques, de directions presque perpendiculaires, survenues depuis le dépôt des schistes-carton : subsidence au Mésozoïque, soulèvement au Crétacé, formation des Pyrénées, compression alpine, effondrement du Golfe du Lion. Autant de mouvements accommodés par des failles découpant le bâti, décalant les structures, soulevant cette zone, abaissant celle-ci. Il en résulte un pays compartimenté en panneaux d'une dizaine de kilomètres, d'évolutions géologiques distinctes et bien souvent contrastées. Les systèmes pétroliers sont ainsi tout aussi diversifiés. Or, les données disponibles sur le sous-sol du Languedoc n'ont pas la résolution suffisante pour appréhender cette complexité. La vision actuelle est « lissée » à partir d'interpolations s'appuyant sur des données très espacées (>10 km) ou bien extrapolées vers des zones dénuées de toute données profondes (comme sous le Larzac).

Une autre conséquence de l'évolution polyphasée du Languedoc est l'existence d'un réseau dense de failles héritées, dont on ne sait pas – *a priori* – si elles ont un comportement de drain ou de barrière vis-à-vis des fluides. Certaines zones de failles sont connues pour permettre des circulations de fluides profonds et peuvent donc agir comme drain pour la circulation d'autres fluides. Par exemple, le CO_2 d'origine profonde à l'origine de la Source Perrier de Vergèze (Gard) remonte le long de la faille de Nîmes ; les eaux thermales de la station de Balaruc (Hérault) empruntent un réseau de failles mal connu (Aquilina *et al.*, 2002) ; des traceurs géochimiques mesurés dans les eaux du Lez semblent indiquer des circulations de fluides issus du socle, le long de la faille des Matelles (Caetano Bicalho, 2010). Cette question a des incidences sur le risque de transfert de contaminants (méthane ou liquides de fracturation hydraulique) à partir des forages qui pourraient traverser une faille, et il convient : 1) de mieux contrôler la géométrie des failles en profondeur (Husson, 2013), et 2) de déterminer leur rôle vis-à-vis des fluides (Ballas, 2013).

La géologie du Languedoc se distingue également de celle des bassins nord-américains par la prépondérance des formations carbonatées du Mésozoïque (Beaudrimont & Dubois, 1977) susceptibles d'être karstifiées (dissolution des carbonates par l'eau météorique circulant dans le volume rocheux). Le système d'aquifère karstique constitue une des réserves majeures d'eau potable dans le Languedoc (Bakalowicz, 2005). Les karsts sont actuellement actifs dans les 300 premiers mètres à partir de la surface. Il existe également des karsts anciens ou paléokarsts qui se sont formés lors d'épisodes anciens d'exposition des séries carbonatées à la surface (Crétacé moyen : le « karst des bauxites » ; Paléocène ; Miocène inférieur et Messinien (Husson, 2013)). Les réseaux karstiques présentent une vulnérabilité importante aux contaminations, car la transmissibilité des terrains karstiques est plusieurs ordres de grandeur plus importante que dans les terrains poreux. Là encore, une meilleure connaissance du sous-sol permettrait d'améliorer les contrôles lors d'une hypothétique exploitation de gaz de schiste, mais dans l'immédiat, elle permettrait d'optimiser l'utilisation des ressources en eau souterraine.

Conclusion

La question initiale était posée de manière simpliste : *y a-t-il des gaz de schiste en Languedoc ?*

La réponse est nuancée. La géologie indique qu'il est vraisemblable qu'il y ait du gaz de schiste en place dans le Toarcien situé au nord-est de Montpellier, vers le Gard et l'Ardèche ; elle indique aussi qu'il ne peut pas en exister dans cette formation, dans les Grands Causses.

La réponse est très incomplète : s'il existe probablement une ressource en place, on ne connaît pas les réserves. En effet, faute de données géologiques suffisamment récentes, bien distribuées et de résolution adéquate, il est impossible de déterminer précisément les enveloppes des gisements ; faute de connaissance sur les propriétés physico-chimiques des formations ciblées, il est impossible d'évaluer des taux de récupération.

La réponse est encore plus incertaine en ce qui concerne les black shales du Permien. On n'est pas en mesure de localiser les gisements discontinus et cachés sous une épaisse couverture.

Les expériences acquises lors de l'exploration et de l'exploitation de gaz de schiste aux USA ne peuvent pas être directement extrapolées au cas languedocien, du fait des spécificités géologiques qui les distinguent. Les bassins sédimentaires nord-américains, plus vastes et structuralement plus simples, ont un sous-sol bien connu ; par contre, en Languedoc, polyphasé, compartimenté et essentiellement carbonaté, le maillage de données du sous-sol est beaucoup trop lâche pour pouvoir valablement aborder la question des réserves.

Références bibliographiques

Aquilina L., Ladouche B., Doerfliger N., Seidel J.L., Bakalowicz M., Dupuy C. & Le Strat P. , 2002. Origin, evolution and residence time of saline thermal fluids (Balaruc springs, southern France): implications for fluid transfer across the continental shelf. *Chemical Geology* **192** : 1-21.

Arthaud F. & Laurent P., 1995. Contraintes, déformation et déplacement dans l'avant-pays Nord-pyrénéen du Languedoc méditerranéen. *Geodinamica Acta* **8** : 142-157.

Bakalowicz M. , 2005. Karst groundwater: a challenge for new resources. *Hydrogeology Journal* **13 :** 148-160.

Ballas G. , 2013. *Modèle structural, mécanique et pétrophysique de la localisation de la déformation dans les grès poreux (Provence, France*). Thèse Doctorat, 405 p. Université Montpellier 2. http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01001389.

Beaudrimont A. F. & Dubois P., 1977. Un bassin mésogéen du domaine péri-Alpin : le sud-est de la France.*Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf Aquitaine* **1**(1) : 261-308.

Benedicto A. , 1996. *Modèles tectono-sédimentaires de bassins en extension et style structural de la marge passive du Golfe du Lion (SE France).* Thèse Doctorat, 242 p. Université Montpellier 2.

BEPH , 2010. Périmètre des titres miniers d'hydrocarbures. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de la Mer. http://www.developpement-durable.gouv.fr/Carte-des-titres-miniers-d.html.

BEPH , 2014. Périmètre des titres miniers d'hydrocarbures.Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. http://www.developpement-durable.gouv.fr/Carte-des-titres-miniers-d.html.

Biteau J.-J., Marrec A. L., Vot M. L. & Masset J.-M., 2008. The Aquitaine Basin. *Petroleum Geoscience* **12**(3) : 247-273.DOI: 210.1144/1354-079305-079674.

Bonijoly D., Perrin J., Roure F., Bergerat F., Courel L., Elmi S., Mignot A. & GPF-Team , 1996. The Ardèche paleomeargin of the South-East Basin of France: mesozoic evolution of a part of the tethyan continental margin. *Marine and Petroleum Geology* **13**(6) : 607-623.

Bonijoly D.,Sureau J.F. & Steinberg M. (éditeurs), 1996. GPF Ardèche : a scientific drilling programme for fluid -rock interaction studies along an extensional palaeo-margin. *Marine and Petroleum Geology* **13**.

Caetano Bicalho C. , 2010. *Hydrochemical characterization of transfers in karst aquifers by natural and anthropogenic tracers. Example of a Mediterranean karst system, the Lez karst aquifer (Southern France).* Doctorat thesis, 133 p. AgroParisTech.

Chungkham P. , 2009. Paris Basin offers opportunities for unconventional hydrocarbon resources. *First Break* **27**(January) : 45-52.

Curnelle R. & Dubois P. , 1986. Evolution mésozoïque des grands bassins sédimentaires français; bassin de Paris, d'Aquitaine et du Sud-Est. *Bulletin de la Société Géologique de France* **8** : 526-546.

Debrand-Passard S. & Courbouleix S. , 1984. *Synthèse géologique du Sud-Est de la France - Stratigraphie et paléogéographie.* BRGM, 615 p. Orléans (France).

DREAL, 2014. Note d'information relative aux gisements d'hydrocarbures dits "non conventionnels» et à l'exploitation minière en région Nord- Pas-de-Calais en 2014.*Rapport public*, DREAL Région Nord-Pas-de-Calais.

EIA , 2011. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States.*Report,* 365 p. U.S. Energy Information Administration (EIA).

Gensanne A., 1776. *Histoire naturelle de la Province de Languedoc.* Rigaud, Pons & Cie. Montpellier.

Ground-Water-Protection-Council & ALL-Consulting, 2009. Modern Shale Gas Development in the United States: *A Primer.Report*, 116 p. U.S. Department of Energy , Office of Fossil Energy.

Guillocheau F., Robin C., Allemand P., Bourquin S., Brault N., Dromart G., Friedenberg R., Garcia J.-P., Gaulier J.-M., Gaumet F., Grosdoy B., Hanot F., Strat P. L., Mettraux M., Nalpas T., Prijac C., Rigollet C., Serrano O. & Grandjean G., 2000. Meso-Cenozoic geodynamic evolution of the Paris Basin: 3D stratigraphic constraints. *Geodinamica Acta* **13** : 189-245.

Héritier F., 1994. A history of petroleum exploration in France : 29-49. *In* : Mascle A., *Hydrocarbon and petroleum geology of France,* Springer-Verlag.

Husson E. , 2013. *Interaction géodynamique/karstification et modélisation géologique 3D des massifs carbonatés : implication sur la distribution prévisionnelle de la karstification. Exemple des paléokarsts crétacés à néogènes du Languedoc montpelliérain*. Thèse Doctorat, 314 p. Université Montpellier 2. https:// tel.archives-ouvertes.fr/tel-00936257.

Jancovici J.-M. , 2013. Quelques séries longues sur l'énergie dans diverses régions du monde. *In* : *Manicore.* http://www.manicore.com/index.html.

Laherrère J. , 2011. Réserves et ressources des shale oil & shale gas. Note présentée au Xe anniversaire du Forum *Énergie et geopolitique*, Nice, 1-3 décembre 2011.

Le Pichon X., Rangin C., Hamon Y., Loget N., Lin J. Y., Andreani L. & Flotte N. , 2010. Geodynamics of the France Southeast Basin. *Bulletin de la Société Géologique de France* **181**(6) : 477-501. 410.2113/ gssgfbull.2181.2116.2477.

Leteurtrois J.-P., Durville J.-L., Pillet D. & Gazeau J.-C., 2011. Les hydrocarbures de roche-mère en France.*Rapport provisoire*, 56 p. Conseil Général de l'industrie de l'énergie et des technologies - Conseil général de l'environnement et du développement durable.

Loucks R. G., Reed R. M., Ruppel S. C. & Jarvie D. M., 2009. Morphology, Genesis, and Distribution of Nanometer-Scale Pores in Siliceous Mudstones of the Mississippian Barnett Shale.*Journal of Sedimentary Research* **79** : 848-861.doi: 810.2110/jsr.2009.2092

Mascle A. & Vially R. , 1999. The petroleum systems of the South-East Basin and Gulf of Lions (France) : 121 -140. *In* : Durand B., Jolivet L, Horváth F. & SéranneM.,*The Mediterranean Basins : Tertiary extension within the Alpine Orogen.* The Geological Society. Special Publication **156**. London.

Mascle A., Vially R., Deville E., Biju-Duval B. & Roy J. P. , 1996. The petroleum evaluation of a tectonically

complex area: the western margin of the Southeast Basin (France). *Marine and Petroleum Geology* **13**(8) : 941 -961.

Mathis V., Robert J. P. & Saint Martin J., 1990. Géologie et métallogenie des gisements d'uranium du bassin permien de Lodève (sud du Massif central francais). *Chronique de la Recherche Minière* **499** : 31-41.

Meissas N., 1844. *Le Monde Souterrain (Géologie) – Beautés et merveilles de la Création*.179 p.Bruxelles.

Nelson P. H., 2009. Pore-throat sizes in sandstones, tight sandstones, and shales. *AAPG Bulletin* **39**(3) : 329-340.

Pagel M., Barbarand J., Beaufort D., Gautheron C. & Pironon J., 2014. *Bassins sédimentaires - Les marqueurs de leur histoire thermique*. EDP Sciences, 226 p.

Pagel M., Braun J.-J., Disnar J. R., Martinez L., Renac C. & Vasseur G., 1997. Thermal history constraints from organic matter, clay minerals, fluid inclusions and apatite fissiontrack studies at the Ardèche paleo-margin (Ba1 drill hole, GPF Program, France). *Journal of Sedimentary Research* **67**(1) : 235-245.

Peyaud J. B., Barbarand J., Carter A. & Pagel M., 2005. Mid-Cretaceous uplift and erosion on the northern margin of the Ligurian Tethys deduced from thermal history reconstruction. *International Journal of Earth Sciences* **94**(3) : 462-474.

Séguret M., Benedicto A. & Séranne M., 1997. Structure profonde de la région du Gard Rhodanien - Apport du retraitement et de la réinterprétation de données sismiques régionales. Paper presented at *Journées Scientifiques Gard*, Bagnols-sur-Cèze (Gard).

Séranne M., Camus H., Lucazeau F., Barbarand J. & Quinif Y., 2002. Surrection et érosion polyphasées de la bordure cévenole - Un exemple de morphogenèse lente. *Bulletin de la Société Géologique de France* **173**(2) : 97 -112.

Slatt R. M. & Abousleiman Y., 2011. Merging sequence stratigraphy and geomechanics for unconventional gas shales.*The Leading Edge* **30**(3) : 274-282. 210.1190/1191.3567258.

US-Energy-Information-Administration, 2011. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States. *Report,* 365 p. US-EIA.

US-Energy-Information-Administration, 2013. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States . *Report*, 730 p. US-EIA.

Sommaire

Le mot du président ……..…….…….…..... 3

L'avifaune périurbaine des Garrigues du Montpelliérais : espèces caractéristiques et phénologie - M. & G. Debussche…….……..……..…….…… 4

Les chevaux de Vissec - J. Grelu & G. Keck ……..…….….…... 18

Des coléoptères remarquables du Mont Aigoual lozérien (Parc National des Cévennes). Deuxième liste d'espèces - M. & G. Debussche……..….. 27

Inventaire entomologique du domaine des Blaquières à Pignan (Hérault). I . Les coléoptères, saison 2013 - J. Taïb, G. Duvallet & G. Leplat …….. 35

Des arbres et des hommes : pour une autre lecture des paysages méditerranéens - J. Ubaud…….……..……..46

Contributions à la flore de l'Hérault - F. Andrieu, J-M. Coste & P. Delaumone ….57

Compte-rendu d'herborisation dans le massif de l'Aigoual (Bramabiau et Lingas), le 16 juin 2013 - F. Andrieu ……..61

Nuancier virtuel pour mesurer la couleur de la sporée des russules avec un appareil photo numérique - G. Lévêque ……...……70

Y a-t-il du gaz de schiste en Languedoc ? - M. Séranne ……..……80

En première page de couverture, vue de cyprès et maset à Saint-Jean-de-Fos (Hérault) (crédit photographique : Josiane Ubaud)

ISSN 0373-8701