



HAL
open science

Les Coléoptères Scarabaeoidea coprophages du mas de Gonon (Fos-sur-Mer, Bouches-du-Rhône)

Laurent Grima, Jean-Yves Meunier, Jean-Pierre Hébrard, Sophie Gachet,
Gabriel Nève

► **To cite this version:**

Laurent Grima, Jean-Yves Meunier, Jean-Pierre Hébrard, Sophie Gachet, Gabriel Nève. Les Coléoptères Scarabaeoidea coprophages du mas de Gonon (Fos-sur-Mer, Bouches-du-Rhône). *L'Entomologiste*, 2022, 78 (6), pp.401-408. hal-04442042

HAL Id: hal-04442042

<https://hal.science/hal-04442042v1>

Submitted on 17 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Les Coléoptères Scarabaeoidea coprophages du mas de Gonon (Fos-sur-Mer, Bouches-du-Rhône)

Laurent GRIMA, Jean-Yves MEUNIER, Jean-Pierre HÉBRARD,
Sophie GACHET & Gabriel NÈVE

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE)
Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université
F-13397 Marseille cedex 20

grima.laurent@yahoo.com – jean-yves.meunier@imbe.fr,
sophie.gachet@imbe.fr – gabriel.neve@imbe.fr

Résumé. – Un inventaire ciblé des Coléoptères coprophages (Scarabaeoidea : Aphodiidae, Scarabaeidae et Geotrupidae) du mas de Gonon (Fos-sur-Mer, Bouches-du-Rhône) a été mené en 2019. Ce travail a permis d'augmenter de 6 à 31 les espèces de Coléoptères coprophages connues sur ce site. La richesse de cette zone est remarquable et certaines espèces recensées sont propres au littoral méditerranéen, en particulier *Rhyssemus sulcatus* (Olivier, 1789) et *Pleurophorus mediterranicus* (Pittino & Mariani, 1986).

Abstract. – A targeted dung-beetle (Scarabaeoidea: Aphodiidae, Scarabaeidae and Geotrupidae) survey in the “mas de Gonon” sector (Fos-sur-Mer, Bouches-du-Rhône) was conducted in 2019. The present study raised the previous known species richness of this area from 6 to 31 dung beetles. The results shows a remarkable richness and includes species that are localized in the Mediterranean coastline only, such as *Rhyssemus sulcatus* (Olivier, 1789) and *Pleurophorus mediterranicus* (Pittino & Mariani, 1986).

Keywords. – Coleoptera, Scarabaeoidea, Dung-beetles, Insect diversity, Fos-sur-Mer, France, Dehesa.

Dans le cadre d'un inventaire entomologique entrepris en 2008 par l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE), une étude ciblée sur la diversité des Coléoptères Scarabaeoidea coprophages a été réalisée en 2019 sur le site du mas de Gonon (43,47° N – 4,88° E) au lieu-dit « La Feuillane », commune de Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône, 13039).

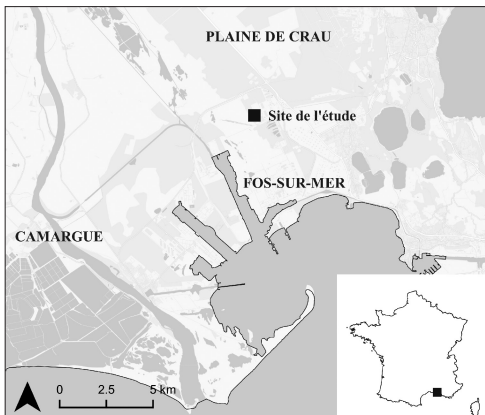


Figure 1. – Emplacement du site de l'étude et proximité géographique avec la Camargue et la plaine de Crau.

Situé au nord de la commune, entre le bras oriental du delta du Rhône et la plaine de Crau (Figure 1), le terrain est intégré au territoire du Grand port maritime de Marseille (GPMM) et, en 2008, une très grande plateforme logistique y a été construite. La construction de ce bâtiment a donné lieu à des mesures compensatoires, incluant un suivi scientifique de l'impact de l'implantation du bâti, réalisé par l'IMBE entre 2010 et 2020. L'ensemble du site étudié totalise environ 30 ha. Malgré sa faible superficie, on trouve une mosaïque de milieux : une chênaie ancienne de *Quercus ilex* L. au sud, des mares temporaires et une prairie humide devenant sèche en été au nord du site. La forte hygrométrie est atypique pour un milieu méditerranéen et s'explique par la présence d'une « roubine », (mot provençal désignant un canal de drainage ou d'irrigation) longeant le site, et par la nappe phréatique de Crau se situant à faible profondeur. La limite eaux douces – eaux saumâtres se situe juste au sud du site d'étude [THIÉRY *et al.*, 2014]. Avant les travaux, le site était principalement composé d'une « dehesa », terme espagnol qualifiant la forêt méditerranéenne (ici de Chênes verts) modifiée et utilisée en agro-sylvo-pastoralisme,

typique du Sud-Ouest méditerranéen [JOFFRE *et al.*, 1988], surtout dans la péninsule Ibérique et le Maghreb mais relativement peu commune en France. Des 176 ha existant en 1953, ne subsiste qu'un vestige au sud-est du site, d'une superficie d'environ 8 ha [SOLÈRE *et al.*, 2022]. Le pâturage par des bovins et parfois des chevaux se maintient sur la zone depuis de nombreuses années : un manadier y laisse un cheptel de vaches tout au long de l'année, permettant un apport important en bouses, expliquant la présence de coprophages. L'histoire de ce secteur est fortement liée au pastoralisme, comme l'atteste la présence de trois mas (anciennes fermes typiques du Midi de la France).

Les Scarabaeoidea (Laparosticti) coprophages comprennent environ 177 espèces en France [LUMARET, 1990] et sont représentés ici par trois familles : les Aphodiidae, les Scarabaeidae et les Geotrupidae. On distingue trois guildes [SIMON, 2010] :

- 1) les endocoprines, « résidents » vivant, se nourrissant et se reproduisant dans la bouse,
- 2) les paracoprines, « tunneliers » enterrant une réserve de matière stercorale sous la bouse,
- 3) les télécoprines, « rouleurs » ou « piluliers », qui emportent une boulette d'excrément et l'enterrent après y avoir pondu.

Les Scarabaeoidea coprophages sont un des éléments clés du recyclage des excréments

des bovins, les principaux autres arthropodes concernés étant des Diptères, des Acariens et des Collembolés [SKIDMORE, 1991]. Les Scarabaeoidea coprophages sont d'excellents recycleurs de la matière organique, un processus qui est ralenti en leur absence [BLOOR *et al.*, 2012]. De plus, ils sont une source importante d'alimentation pour leurs prédateurs, les consommateurs secondaires, notamment les Chiroptères comme le Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774) [JONES, 1990], une espèce présente régulièrement dans le site de La Feuillane.

Les Coléoptères coprophages sont l'objet d'une attention particulière car l'état général de leurs populations est considéré comme préoccupant [LOBO, 2001 ; CARPANETO *et al.*, 2007 ; NUMA *et al.*, 2020]. Malgré cela, aucune espèce ne bénéficie actuellement d'un statut de protection nationale en France. La principale cause de ce déclin semble liée aux changements de pratiques agricoles associés à l'emploi d'un médicament vétérinaire vermifuge, l'ivermectine [VERDU *et al.*, 2018]. Il convient de préciser que le cheptel pâturant au mas de Gonon n'est pas traité avec cette molécule, ce qui suggère une certaine naturalité des espèces coprophages associées.

L'intérêt pour l'étude des coprophages sur le site est justifié par la présence de deux espèces remarquables, capturées par PONEL *et al.* [2014] :



Figure 2. – Cartographie du site de l'étude et de la position des pièges CSR.



Figure 3. – Piège Cebo-Superficie-Rejilla (CSR), mis en place dans la prairie humide. Cliché L.aurent Grima.

Rhyssalus sulcatus (Olivier, 1789), une espèce très localisée sur le pourtour méditerranéen, et *Gymnopleurus flagellatus* (F., 1787) qui, comme les trois autres espèces françaises du genre, toutes télécoprides, a fortement régressé depuis les années 1950 [LUMARET, 1990].

La distribution et la phénologie des coprophages français ont été décrites par LUMARET [1990]. Ces insectes ont été particulièrement bien recensés sur le littoral méditerranéen. Le secteur des embouchures du Rhône, en effet, est particulièrement riche en coprophages, comme l'attestent plusieurs études [THÉRON & BIGOT, 1971; MORETTO, 1977; BOUTEFEU, 2014; TATIN *et al.*, 2014] et comme référencé dans le *Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard* [THÉRON, 1975]. Le présent inventaire s'inscrit dans la continuité de ces travaux en permettant de compléter les connaissances régionales sur la distribution des Coléoptères coprophages.

Matériel et méthodes

L'échantillonnage s'est déroulé entre le 16 avril et le 5 juillet 2019. Une campagne de piégeage a permis la capture des coprophages en utilisant des pièges « Cebo-Superficie-Rejilla » (CSR), couramment employés à cette fin [LOBO *et al.*, 1988; SIMON, 2010]. Pour la présente étude, le piège consiste en un collecteur de

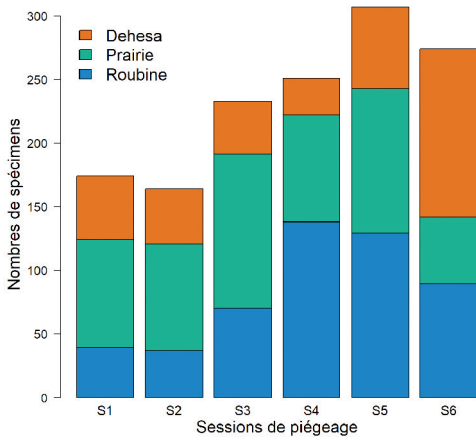


Figure 4. – Abondance des Scarabaeoidea coprophages par piège sur les six sessions de piégeage entre le 16-IV-2019 et le 5-VII-2019.

30 cm de diamètre enterré et recouvert d'un grillage aux mailles de 10 mm sur lequel on dépose une bouse fraîche (Figure 3). Son fonctionnement est identique à un piège Barber, le fond du collecteur étant rempli d'un mélange conservateur composé d'eau additionnée d'éthylène glycol et d'un agent tensioactif.

L'emplacement des trois pièges a été choisi pour être représentatif de la mosaïque d'habitats du site de La Feuillane : a) un piège situé au nord, dans la prairie humide, b) un piège au centre en bordure de la roubine, sous un couvert forestier de Chênes verts et c) un piège dans la zone sud, dans la dehesa (Figure 3). Le substrat et la végétation sont en effet deux des facteurs principaux qui structurent la communauté des Scarabaeidae coprophages [LUMARET, 1978 et 1983]. Les trois emplacements ont été régulièrement occupés par des bovins durant la période de piégeage.

La majorité des espèces étant attirée par les bouses fraîches, la fraîcheur de l'appât est indispensable pour qu'il y ait attraction [THÉRON & BIGOT, 1971; HANSKI & KOSKELA, 1977]. Les trois pièges ont été installés sur le site le 16 avril 2019 et ont été relevés, rechargés en mélange conservateur et réamorçés avec des bouses fraîches aux dates suivantes :

Session 1 : 3-V-2019 (17 jours),

Session 2 : 10-V-2019 (8 jours),

Session 3 : 23-V-2019 (13 jours),

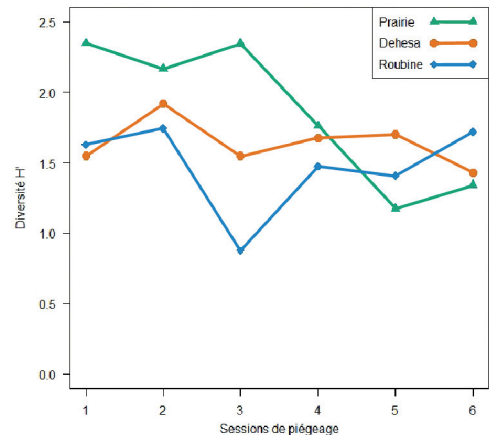


Figure 5. – Évolution de la diversité spécifique des espèces dans les trois pièges au cours des six sessions de capture.

Session 4 : 7-VI-2019 (16 jours),
Session 5 : 21-VI-2019 (15 jours),
Session 6 : 5-VII-2019 (15 jours).

Une analyse des correspondances, classique pour des données d'abondance des différentes espèces [LEGENDRE & LEGENDRE, 1998; BORCARD *et al.*, 2011], a été réalisée avec le logiciel R, fonction cca du package vegan [OKSANEN *et al.*, 2020] sur la base des données des effectifs des différentes espèces dans les trois pièges durant les six sessions.

Résultats

L'abondance des coprophages capturés témoigne de l'efficacité du piège CSR : au cours de l'étude, 1403 individus appartenant à 31 espèces ont été collectés, dont dix-neuf Aphodiidae, onze Scarabaeidae et un Geotrupidae (*Tableau 1*; *Figure 4*).

L'indice de diversité H' de Shannon-Weaver varie au cours de la saison dans les trois stations inventoriées. La variance temporelle de l'indice de diversité est la plus faible dans la dehesa (0,029), intermédiaire dans la roubine (0,104) et la plus élevée dans la prairie (0,263) où elle diminue fortement entre fin mai, lors de la session 3, et fin juin, lors de la session 5 (*Figure 5*).

Les trois premiers axes de l'analyse des correspondances totalisent 62 % de l'inertie (*Figure 6*), indiquant une forte variation spatiale et temporelle des communautés de coprophages. Le premier axe sépare bien les trois milieux inventoriés et le deuxième axe présente un gradient temporel entre la première et la sixième session de piégeage. Les trois pièges montrent des trajectoires distinctes de leurs assemblages entre la première session de piégeage en avril et la dernière fin juin. Les trois milieux sont ainsi plus semblables entre eux fin juin, lors de la session 6, qu'ils ne le sont lors des premières sessions en avril.

D'un point de vue faunistique, deux des espèces capturées sont remarquables :
– *Rhyssemus sulcatus* (*Figure 7*). Cette petite espèce, très localisée sur tout le littoral

méditerranéen, à moins de 200 m d'altitude, a déjà été recensée sur le site en 2014 [PONEL *et al.*, 2014]. Le mas de Gonon fait partie des rares stations françaises où sa présence est attestée [THÉRON, 1975; LUMARET, 1990]. Par ailleurs, sa biologie est assez particulière car elle ne se nourrit normalement pas sur les excréments mais sous les débris végétaux, dans les marais littoraux et dans le sable des dunes maritimes, au pied des plantes sabulicoles [LUMARET, 1990]. Avec 32 spécimens collectés, il semble que l'espèce puisse néanmoins être attirée par les bouses fraîches. Par ailleurs, les cordons dunaires de la plage du Cavaou (Fos-sur-Mer) ne sont pas très loin à vol d'insecte (5 km) et sont donc probablement les sources de la population observée au mas de Gonon.

– *Pleurophorus mediterranicus* (*Figure 8*). Cette espèce assez peu présente en France est abondante en Camargue. Elle affectionne les zones sablo-limoneuses littorales, au niveau des racines des plantes psammophiles [LUMARET, 1990]. Douze individus ont été capturés dans le site d'étude.

Discussion

Cet inventaire permet d'ajouter 27 espèces de Scarabaeoidea coprophages aux quatre espèces repérées par PONEL *et al.* [2014] : *Nialus varians*, *Rhyssemus sulcatus* (Aphodiidae), *Gymnopleurus flagellatus* (Scarabaeidae), *Geotrupes spiniger* (Geotrupidae, mentionné sous le nom de son synonyme junior *G. puncticollis* Malinowsky, 1811). Une de ces espèces, *Gymnopleurus flagellatus* (F., 1787), n'a pas été observée ou capturée par nous, malgré la période d'échantillonnage propice, son pic d'abondance se situant en juin. Cette absence est vraisemblablement liée à l'appât utilisé, la bouse de bovins, alors que *G. flagellatus* est principalement attiré par les déjections d'ovins [THÉRON, 1975; LUMARET, 1990].

L'espèce *Ammoecius elevatus* est très majoritairement attirée par les vieux excréments desséchés (vieilles bouses, crottins de mouton et de cheval et excréments humains) ou ceux plus récents lorsqu'ils sont petits et vite déshydratés comme les crottes de lapin [LUMARET, 1990]. Avec un effectif assez important (67 spécimens),

il semble que l'attrance de cette espèce pour les bouses fraîches ne soit pas négligeable.

Il en est de même pour *Pleurophorus mediterranicus*, attiré uniquement par les excréments secs, alors que 12 spécimens sont venus aux bouses fraîches.

Onthophagus emarginatus est connu pour exploiter préférentiellement des excréments de petite taille ou déjà presque desséchés [LUMARET, 1990]; le seul spécimen capturé résulte vraisemblablement d'une capture d'un individu disperseur à la recherche de ressources alimentaires.

Euorodalus paracoenosus exploite surtout les

crottins de brebis et secondairement les bouses de vaches (respectivement 73 % et 12 % dans les données de LUMARET [1990]), alors que DELLACASA [2003] mentionne cette espèce comme fréquentant tous types de fèces. Avec un effectif de 80 spécimens, nous avons néanmoins obtenu une attraction importante avec les excréments de bovins.

Nous avons obtenu un résultat similaire pour *Onthophagus coenobita*, attiré à 60 % par les excréments humains et seulement 12 % par les bouses de vaches [LUMARET, 1990] alors que 229 spécimens furent capturés durant notre étude.

Sur un total de 31 espèces recensées au mas de

Tableau I. – Espèces inventoriées et abondances durant la campagne d'échantillonnage du printemps 2019 par session de piégeage.

Famille	Espèce	Session					
		1	2	3	4	5	6
Aphodiidae	<i>Acanthobodilus immundus</i> (Creutzer, 1799)					2	
	<i>Agrilinus constans</i> (Duftschmid, 1805)	4					
	<i>Ammoecius elevatus</i> (Olivier, 1789)	19	11	16	2	19	
	<i>Aphodius fimetarius</i> (L., 1758)	4					1
	<i>Aphodius foetidus</i> (Herbst, 1783)	10		3			
	<i>Bodiloides ictericus ictericus</i> (Laicharting, 1781)	2	2				1
	<i>Calamosternus granarius</i> (L., 1767)	1	1	2			
	<i>Colobopterus erraticus</i> (L., 1758)	4	9	2	2	6	5
	<i>Esymus merdarius</i> (F., 1775)	1	1				
	<i>Euorodalus paracoenosus</i> (Balthasar & Hrubant, 1960)	28	20	23	6	3	
	<i>Melinopterus</i> sp.	23	2	1		1	
	<i>Melinopterus sphaelatus</i> (Panzer, 1798)	1	1				
	<i>Melinopterus tingens</i> (Reitter, 1892)		1	1			
	<i>Nialus varians</i> (Duftschmid, 1805)	3	1	3	2		1
	<i>Otophorus haemorrhoidalis</i> (L., 1758)	5	8	7	2	25	12
	<i>Oxyomus sylvestris</i> (Scopoli, 1763)	1	3	1	6	14	2
	<i>Phalacrothorus quadrimaculatus</i> (L., 1761)		1				
	<i>Pleurophorus mediterranicus</i> Pittino & Mariani, 1986	2	2		5	2	1
<i>Rhyssenus sulcatus</i> (Olivier, 1789)	11	3	9	9			
<i>Subrinus sturmi</i> (Harold, 1870)				1	4	2	
Scarabaeidae	<i>Bubas bison</i> (L., 1767)		1	4			2
	<i>Euoniticellus fulvus</i> (Goeze, 1777)	1	16	22	58	127	143
	<i>Euoniticellus pallipes</i> (F., 1781)				1		
	<i>Onthophagus coenobita</i> (Herbst, 1783)	25	17	42	79	63	3
	<i>Onthophagus emarginatus</i> (Mulsant, 1842)			1			
	<i>Onthophagus illyricus</i> (Scopoli, 1763)				3	4	
	<i>Onthophagus opacicollis</i> Reitter, 1892	6	7	6	4	13	12
	<i>Onthophagus ovatus</i> (L., 1767)	17	45	17	39	2	25
	<i>Onthophagus taurus</i> (Schreber, 1759)	3	9	59	27	18	57
	<i>Onthophagus vacca</i> (L., 1767)	3	3	14	5	3	7
Geotrupidae	<i>Geotrupes spiniger</i> (Marsham, 1802)					1	

Gonon, seulement 11 sont communes dans les 24 identifiées en plaine de Crau [TATIN *et al.*, 2014], ce malgré la proximité géographique. Ceci n'est pas surprenant car les deux sites diffèrent fortement, la plaine de Crau (la Crau « sèche », précisément) étant un milieu xérique et pâturé par des ovins. Comparativement au site étudié par TATIN *et al.* [2014], le secteur de notre étude présente une plus grande hygrométrie et un couvert végétal plus important. Plusieurs espèces capturées uniquement au mas de Gonon, comme *Oxyomus sylvestris*, sont effectivement inféodées aux milieux humides et aux végétaux en décomposition. Ainsi, la composition de la faune des Scarabaeoidea coprophages témoigne de l'importance des particularités environnementales du site.

Quatre espèces capturées au mas de Gonon l'ont aussi été par MORETTO [1977] dans

des dunes sableuses près des Saintes-Maries-de-la-Mer : *Onthophagus taurus*, *Otophorus haemorrhoidalis*, *Esymus merdarius* et *Subrinus sturmi*, démontrant ainsi le caractère eurypote de ces espèces.

Fait remarquable, un inventaire réalisé dans le cadre du programme Life Chiro a répertorié 45 espèces de Scarabaeoidea coprophages sur la zone des embouchures du Rhône en 2013 [BOUTEFEU, 2014]. Or *Rhyssemus sulcatus* n'a pas été identifié dans cette dernière étude, malgré 33 163 individus collectés sur 13 sites et ce dans des milieux *a priori* propices à sa présence (sansouïre, marais et prairies). Cela renforce l'hypothèse que cette espèce est très localisée en Crau.

Le *Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard* [THÉRON, 1975] fait état de

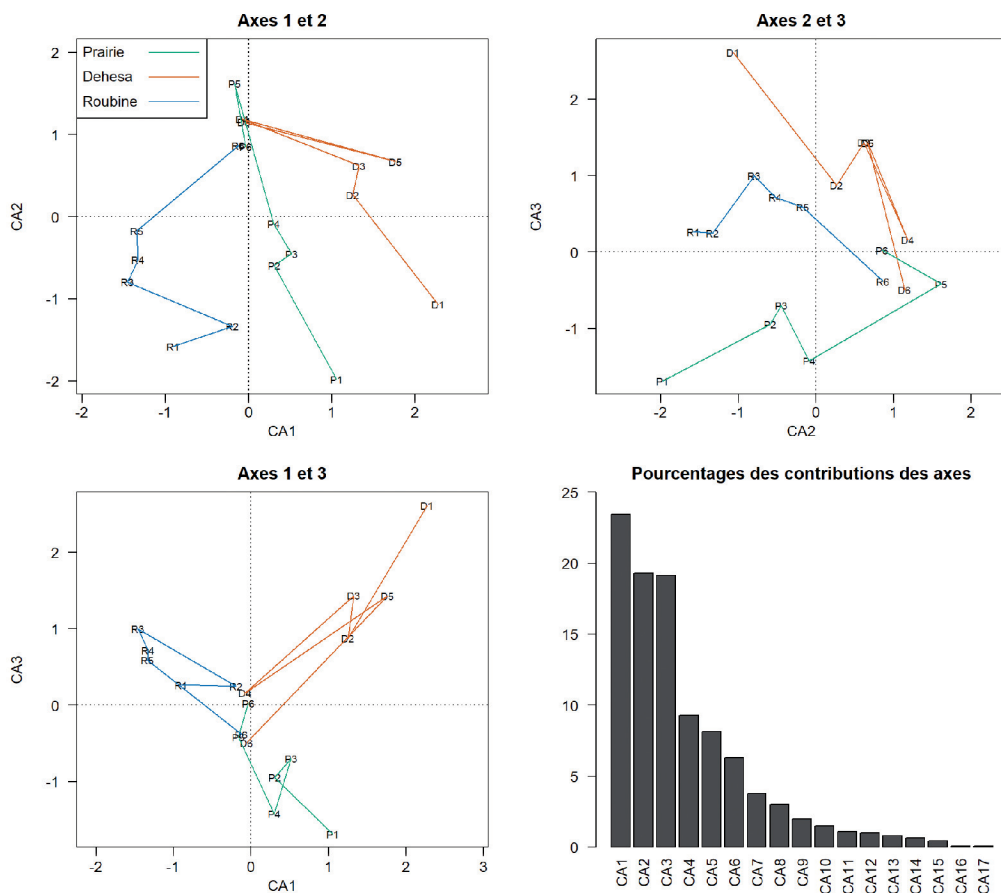
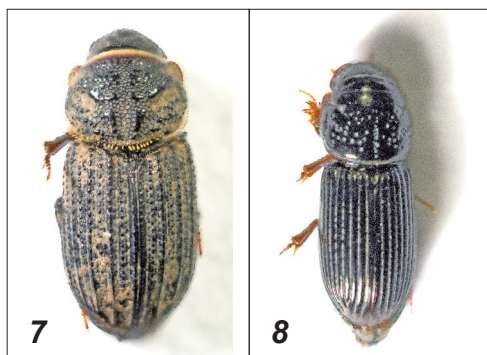


Figure 6. – Projections sur les trois premiers axes de l'analyse des correspondances, menée sur les abondances des trois pièges au cours des six sessions de capture.

117 espèces de coprophages (9 Geotrupidae, 39 Scarabaeidae et 69 Aphodiidae) sur l'ensemble du secteur, dont 12 espèces associées uniquement aux milieux montagnards (souvent retrouvées au mont Aigoual). Parmi ces espèces, 38 ne fréquentent pas les excréments bovins, ni les végétaux en décomposition, et 6 autres espèces ne fréquentent que les milieux secs et sableux, souvent dunaires. Au total, le nombre d'espèces potentiellement présentes sur le site s'élève à 63. Avec 31 espèces, le site du mas de Gonon compte presque la moitié des espèces possibles *a priori*. La présence ou l'absence sur le site des différentes espèces s'explique vraisemblablement par le couvert végétal et le substrat local, deux paramètres essentiels déterminant la communauté locale de coprophages [LUMARET, 1978 et 1983]. Ce score témoigne d'une richesse relativement importante pour un site de seulement 30 hectares, en comparaison avec les autres inventaires réalisés dans la région des embouchures du Rhône [MORETTO, 1977; LUMARET, 1983]. La richesse du mas de Gonon tient à la diversité des habitats présents.

Conclusion

Avec 31 espèces, le mas de Gonon présente une richesse intéressante de coprophages à l'image des secteurs environnants. Le piégeage sur la durée et ciblé pour les coprophages a notamment permis de capturer des espèces discrètes comme *Euoniticellus pallipes* et *Onthophagus emarginatus* qui n'ont pas été détectées par les chasses à vue et piégeages généralistes cités par PONEL *et al.* [2014] et n'ont



Figures 7 et 8. – Habitus de *Rhyssalus sulcatus* (7) et de *Pleurophorus mediterranicus* (8). Clichés Gabriel Nève.

été capturées qu'une fois lors de la campagne d'échantillonnage de la présente étude.

Les résultats de cet inventaire apportent un état des lieux plus exhaustif de la faune coprophage et une preuve supplémentaire de l'intérêt du site en matière de biodiversité, ainsi qu'une analyse globale [SOLÈRE *et al.*, 2022] l'a déjà démontré. La richesse spécifique du site devrait encourager la préservation et la protection des milieux naturels de Fos-sur-Mer et environs.

Données. – Les données des abondances des différentes espèces dans les trois pièges aux six sessions de capture sont disponibles sur Zenodo à l'adresse <https://doi.org/10.5281/zenodo.7118381>.

Contributions. – Conception de l'étude : LG. Pose, relevés et tri des pièges à coprophages : LG. Identification des spécimens : LG, JPH. Analyses statistiques : GN. Rédaction : LG et GN. Tous les auteurs ont relu et amendé le manuscrit.

Remerciements. – Nous remercions le service Environnement du Grand port maritime de Marseille (GPMM), et en particulier Isabelle Quoniam et Christian Reljic qui ont toujours facilité nos travaux. Cette étude a été réalisée dans le cadre de la convention IKEA/IMEP (désormais IMBE) 2009-2019. Philippe Moretto a fait d'utiles suggestions sur une première version de cet article; qu'il en soit remercié.

Références bibliographiques

- BLOOR J.M.G., JAY-ROBERT P., LE MORVAN A. & FLEURANCE G., 2012. – Déjections des herbivores domestiques au pâturage : caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies. *INRAE, Productions Animales*, 25 (1) : 45-56.
- BORCARD D., GILLET F. & LEGENDRE P., 2011. – *Numerical Ecology with R*. New York, Springer, 306 p.
- BOUTEFEU M., 2014. – *Impact des traitements antiparasitaires sur les Coléoptères coprophages. Rapport d'étude LIFE+Chiro-Med*. Arles, Les Amis des marais du Vigueirat, 109 p.
- CARPANETO G.M., MAZZIOTTA A. & VALERIO L., 2007. – Inferring species decline from collection records: roller dung beetles in Italy (Coleoptera, Scarabaeidae). *Diversity and Distributions*, 13 (6) : 903-919.

- DELLACASA M., 2003. – Scarabaeoidea “Laparosticta” di Corsica. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, B, 110, supplement : 1-361.
- HANSKI I. & KOSKELA H., 1977. – Niche relations among dung-inhabiting beetles. *Oecologia*, 28 (3) : 203-231.
- JOFFRE R., VACHER J., DE LOS LLANOS C. & LONG G., 1988. – The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. *Agroforestry systems*, 6 : 71-96.
- JONES G., 1990. – Prey selection by the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*): op-timal foraging by echolocation ? *Journal of Animal Ecology*, 59 : 587-602.
- LEGENDRE P. & LEGENDRE L., 1998. – *Numerical Ecology*. Amsterdam, Elsevier, 853 p.
- LOBO J. M., 2001. – Decline of roller dung beetle (Scarabaeinae) populations in the Iberian Peninsula during the 20th century. *Biological Conservation*, 97 (1) : 43-50.
- LOBO J.M., MARIN-PIERA F. & VAIGA C.M., 1988. – Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea. *Revue d'écologie et de biologie du sol*, 25 : 77-100.
- LUMARET J.-P., 1978. – *Biogéographie et écologie des scarabéides coprophages du sud de la France*. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, Thèse de Doctorat d'État, 254 p., 6 annexes, 88 cartes.
- LUMARET J.-P., 1983. – Structure des peuplements de coprophages Scarabaeidae en région méditerranéenne française : relations entre les conditions écologiques et quelques paramètres biologiques des espèces [Col.]. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 88 (7-8) : 481-495.
- LUMARET J.-P., 1990. – *Atlas des Coléoptères Scarabéides Laparosticti de France*. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle, 419 p.
- MORETTO P., 1977. – Captures de Scarabaeides coprophages en Camargue. *L'Entomologiste*, 33 : 188-191.
- NUMA C., TONNELLI M., LOBO J. M., VERDÚ J.R., LUMARET J.-P., SÁNCHEZ-PIÑERO F., RUIZ J.L., DELLACASA M., ZIANI S., ARRIAGA A., CABRERO F., LABIDI I., BARRIOS V., SENYÜZ Y. & ANLAS S., 2020. – *The conservation status and distribution of Mediterranean dung beetles*. Gland, Suisse / Malaga, Espagne, IUCN, 58 p.
- OKSANEN J., BLANCHET F.C., FRIENDLY M., KINDT R., LEGENDRE P., MCGLENN D., MINCHIN R., O'HARA R.B., SIMPSON G.L., SOLYMOS P., STEVENS M.H.H., SZOECZ E. & WAGNER H., 2020. – *vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7*. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> [consulté le 15/06/2022].
- PONEL P., BERVILLE L., SANTELLI C., PEREZ C., BUCHOT Y., DECOCK S., ANDRIEU-PONEL V. & TATONI T., 2014. – Coléoptères et autres insectes : l'exceptionnel intérêt entomologique du Mas-de-Gonon. *Études vauchusiennes*, 82 : 59-69.
- SIMON A., 2010. – Méthodes de recherche des Coléoptères coprophages : retour d'expérience. *Invertébrés Armoricaïns*, 6 : 34-44.
- SKIDMORE P., 1991. – *Insects of the British Cow-Dung Community*. Field Studies, occasional publications, Doncaster, 166 p.
- SOLÈRE J., MEUNIER J.-Y., HÉBRARD J.-P., GRIMA L., SCHURR L., CLAUDE J., LEBARD T., GACHET S. & NÈVE G., 2022. – Faune entomologique du site de la Feuillane, Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône, France). *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, 73 : 129-151.
- TATIN L., SAUGUET F., BECKER E. & JAY-ROBERT P., 2014. – Première étude ciblée sur les Coléoptères coprophages dans la steppe de Crau. *Nature de Provence*, 2 : 1-12.
- THÉRON J., 1975. – *Catalogue des Coléoptères de la Camargue et du Gard. 1^{re} partie. Mémoire n° 10*. Nîmes, Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes, 410 p.
- THÉRON J. & BIGOT L. 1971. – Sur les modifications de la communauté des Coléoptères Scarabéides coprophages en Camargue. *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes*, 51 : 62-78.
- THIÉRY A., SIMLER R., DANIEL M., N'GUYEN B. T. & EMBLANCH C., 2014. – Relations “eaux douces-intrusions marines” dans l'aquifère côtier du Sud de la Crau. Analyse de la dynamique du biseau salé et impact sur les eaux temporaires du site de la Feuillane/Mas de Gonon. *Études vauchusiennes*, 82 : 15-22.
- VERDÚ J.R., LOBO J.M., SÁNCHEZ-PIÑERO F., GALLEGU B., NUMA C., LUMARET J.-P., CORTEZ V., ORTIZ A.J., TONELLI M., GARCÍA-TEBA J.P., REY A., RODRÍGUEZ A. & DURÁN J., 2018. – Ivermectin residues disrupt dung beetle diversity, soil properties and ecosystem functioning: An interdisciplinary field study. *Science of the Total Environment*, 618 : 219-228.

Manuscrit reçu le 4 octobre 2022,
 accepté le 20 décembre 2022.