

ARTICLE

Notes sur la nidification spontanée de reines sauvages de bourdons en Belgique (Hymenoptera : Apidae)

Kimberly PRZYBYLA¹  • Denis MICHEZ²  • Pierre RASMONT³  • Jean HABAY⁴ 

PRZYBYLA, K., D. MICHEZ, P. RASMONT & J. HABAY (2023). Notes sur la nidification spontanée de reines sauvages de bourdons en Belgique (Hymenoptera : Apidae). *Osmia*, **11**: 59–64. <https://doi.org/10.47446/OSMIA11.9>

Résumé

Dans le cadre de nos études sur le développement de méthode d'élevage de différentes espèces sauvages de bourdons, nous avons expérimenté une technique de nidification spontanée de reines sauvages. Nos dispositifs de nids d'appel, qui contiennent de la litière de souris comme substrat, permettent d'attirer des reines de bourdons sauvages en recherche d'un nid et d'amorcer la construction du couvain. Sur un total de quatre années d'observation, nous avons installé 57 nids d'appel avec un taux de réussite de 44 % d'amorçage. Cependant, cette méthode présente quelques limitations et n'est pas adaptée pour les espèces de bourdons nichant dans le sol.

Mots-clefs | Élevage • espèces sauvages • méthode de nidification

Notes about spontaneous nesting of bumblebees' queens in Belgium (Hymenoptera: Apidae)

Abstract

To develop a rearing system for different wild bumblebee species, we experimented techniques for spontaneous nesting of wild queens. Our nest devices, which contain mouse litter as substrate, are used to attract wild bumblebee queens in search of a nest and to initiate brood construction. Over a total of four years of observation, we have installed 57 call nests with a 44 % success rate of nest initiation. However, this method has some limitations and does not show satisfactory results for ground-nesting bumblebee species.

Keywords | Breeding • wild species • nesting method



Reçu • Received | 20 December 2022 || **Accepté • Accepted** | 18 December 2023 || **Publié (en ligne) • Published (online)** | 19 December 2023
Reviewers | O. BARTHOLOMÉE • M. LIHOREAU • A. PERRARD || <https://zoobank.org/1C6EC01B-73FA-4D80-8CB3-D4F4CA10CA54>

INTRODUCTION



L'élevage de bourdons, déjà étudié depuis longtemps (SLADEN, 1912 ; ALFORD, 1975), s'est largement développé au cours des dernières décennies dans le cadre de leur utilisation dans la pollinisation des cultures. On peut notamment citer *Bombus terrestris* (en Europe) ou *Bombus impatiens* (aux États-Unis d'Amérique) qui sont, par ailleurs, devenus des espèces modèles dans le monde scientifique et sont utilisés dans plus de la moitié des études sur les bourdons. En effet, en se basant sur les données disponibles de *Google Scholar*, il existe 71400 entrées contenant le mot « *Bombus* » dont 33600 faisant référence à « *Bombus terrestris* + *Bombus impatiens* ». De récentes études ont

montré que *B. terrestris*, en plus d'être ubiquiste et très généraliste dans ses choix floraux, semble être bien plus résistant aux changements environnementaux que les autres espèces de bourdons (MARTINET *et al.*, 2021). L'utilisation de *B. terrestris* pourrait donc biaiser les différentes recherches, par exemple sur le déclin des bourdons, faites avec cette espèce, tout comme l'abeille mellifère (*Apis mellifera*) qui n'est pas le meilleur modèle biologique pour comprendre le déclin global des abeilles (WOOD *et al.*, 2020). Une solution méthodologique serait d'utiliser une plus grande variété d'espèces sauvages dans les recherches scientifiques au lieu de se concentrer sur les espèces commercialisées (*i.e.*

¹ [KP] University of Mons, Research Institute for Biosciences, Laboratory of Zoology, Place du Parc 23, B – 7000 Mons, Belgium • kimberly.przybyla@umons.ac.be
 <https://orcid.org/0000-0001-9663-4179> •  <https://zoobank.org/BC9C14AD-9801-4A93-8898-D31938F04504>

² [DM] University of Mons, Research Institute for Biosciences, Laboratory of Zoology, Place du Parc 23, B – 7000 Mons, Belgium • denis.michez@umons.ac.be
 <https://orcid.org/0000-0001-8880-1838> •  <https://zoobank.org/8B04585A-FE00-4D9A-AFD6-1BD2A1584CFA>

³ [PR] University of Mons, Research Institute for Biosciences, Laboratory of Zoology, Place du Parc 23, B – 7000 Mons, Belgium • pierre.rasmont@umons.ac.be
 <https://orcid.org/0000-0003-0891-2189> •  <https://zoobank.org/67C34B4A-B249-4000-9778-9818ED3E839F>

⁴ [JH] Independent researcher, rue de Clairefontaine, L – 8460 Eischen, Luxembourg • jean.habay@outlook.com
 <https://orcid.org/0000-0002-9081-0407> •  <https://zoobank.org/298BCE3F-A109-4F2E-96F4-56C2693E3312>

B. terrestris en Europe). Cependant, un des obstacles majeurs rencontré est la difficulté à amener une reine sauvage à nidifier. Bien qu'il n'y ait que 280 espèces de bourdons à travers le monde, le genre *Bombus* est marqué par une grande hétérogénéité interspécifique au niveau de l'écologie et de la physiologie. Ainsi, certaines espèces sont plus faciles à élever que d'autres (e.g. *Pyrobombus* vs *Thoracobombus*) (SAKAGAMI, 1976).

La reine de bourdon, étant assez fidèle à son site de nidification, n'aura pas tendance à abandonner son couvain une fois celui-ci initié, et ceci même si elle est dérangée par des facteurs externes (SLADEN, 1912). Nous avons donc basé notre méthode sur l'optimisation de la nidification spontanée des reines de bourdons directement à la sortie de l'hibernation, en leur proposant un endroit attrayant et bien situé dans lequel nous plaçons un stimulus attractif assez fort : de la litière de souris. En effet, il est connu que cette odeur est attractive pour les bourdons et qu'ils nidifient dans d'anciens nids de rongeurs (DJEGHAM *et al.*, 1994); nous avons donc décidé d'utiliser cette litière dans nos nids d'appel.

L'objectif du présent article est de présenter une méthode d'installation de nid d'appel permettant d'étendre les études à d'autres espèces de bourdons qui restent, à l'heure actuelle, inaccessibles en raison d'obstacles méthodologiques comme la mise en élevage. Dans un second temps, nous présentons les résultats du développement de la méthode sur trois années et nous indiquons : (i) à quelle fréquence des amorces de nids étaient obtenues, (ii) l'attractivité de la litière de souris. Notre dispositif n'avait pour vocation à expérimenter scientifiquement cette méthode et les mécanismes associés, mais à montrer l'efficacité de ce dispositif.

Guide technique d'installation d'un nid d'appel

Nous proposons ici un guide technique pour l'installation de nids d'appel. Ce guide a été perfectionné grâce à l'expérience de terrain acquise par l'un des auteurs (J.H.) au fil des années ainsi que des connaissances bibliographiques sur l'écologie et la biologie des différentes espèces de bourdons (e.g. ALFORD, 1975).

Matériel du nid

Le nid d'appel testé, nid artificiel qui servira à accueillir la reine sauvage, est une cagette en bois, en béton de bois ou en béton. Des nids artificiels de différentes dimensions (20 × 20 × 20 cm, 20 × 30 × 20 cm ou 15 × 15 × 20 cm, figure 1) ont été utilisés, ainsi que des nichoirs à oiseaux classiques disponibles dans le commerce. Afin d'attirer plus efficacement les reines de bourdons, de la litière de souris domestique (*Mus musculus*) est placée dans ces nids d'appel. Il est connu que les bourdons ont tendance à utiliser des nids déjà existants qui comportent des litières de rongeurs divers dont l'odeur joue un rôle d'attraction fort (DJEGHAM *et al.*, 1994; MCFREDERICK & LEBUHN, 2006). Cette litière est obtenue après élevage de souris domestiques dans de la ouate, de la mousse séchée, de l'herbe et des feuilles séchées. La souris est installée dans une cage d'élevage et une fois celle-ci bien établie, la litière qu'elle a travaillée est récupérée une fois toutes les semaines et gardée dans des boîtes en carton



Figure 1. Exemple de nids d'appel utilisés pour développer la méthode de nidification d'espèces sauvages de bourdons. Dimensions des nids en bois : 20 × 20 × 20 cm ou 20 × 30 × 30 cm. Dimensions des nids en béton de bois : 15 × 15 × 20 cm ou 15 × 20 × 20 cm. Cliché J. HABAY.

fermées. Cette litière est ensuite placée en boule très compacte au centre du nid d'appel dans laquelle une cavité étroite est creusée pour permettre l'entrée de la reine de bourdon (figure 2). Les nids d'appel peuvent alors être mis en place à l'extérieur.

Sites et dates de nidification

Les nids sont posés directement sur le sol, ils peuvent être placés en hauteur (par exemple dans un arbre, figure 3) ou contre un mur pour optimiser la chance d'obtenir la nidification de bourdons comme *B. hypnorum* (CROWTHER *et al.*, 2014).

Ces nids d'appel doivent être placés suivant la phénologie de l'espèce ciblée, par exemple fin février pour *B. pratorum* ou en avril pour les espèces plus tardives comme *B. pascuorum* ou les espèces bivoltines ou encore pour les reines qui ont abandonné leur nid initial (e.g. parasitisme).



Figure 2. Disposition de la litière et de la ouate dans les nids d'appel. La litière est posée en boule compacte au centre du nid d'appel et un trou est formé au centre de la ouate pour accueillir les reines de bourdons. Cliché J. HABAY.

Suivi et maintien du nid

Quand le nid est visiblement occupé, on peut le transférer



Figure 3. Exemple de nids d'appel placés à différents endroits. À gauche : un nid d'appel placé dans un arbre à 1m80 pour optimiser les chances d'obtenir des reines de *B. hypnorum* mais occupé par une colonie de *B. lapidarius*. À droite : un nid d'appel situé sur un compost montrant un fort attrait car occupé trois années d'affilée. Cliché J. HABAY.

dans une ruchette plus sécurisée avec une entrée plus petite et une meilleure isolation contre les intempéries et le soleil. L'occupation du nid peut être vérifiée en obturant l'entrée de celui-ci à la nuit tombée. En ouvrant ensuite le nid à l'intérieur, en pièce fermée, la reine émettra un bruit assez audible au moment de l'ouverture du nid si celui-ci est occupé. La situation géographique doit cependant impérativement ne pas être changée sous risque de perdre la reine. En effet lorsque la reine a trouvé son endroit pour nidifier, elle effectue une première sortie de son nid en le localisant précisément à l'aide des éléments autour. Ainsi, si le nid est changé d'endroit elle ne pourra plus le localiser (DOUSSOT *et al.*, 2020). Une paroi transparente en plastique peut être ajoutée sur le haut pour permettre une observation plus aisée du couvain. Le couvain alors initié, en

fonction de l'usage de celui-ci ; il peut ensuite être soit gardé en extérieur soit élevé en intérieur avec une diète optimale (*i.e.* pelotes apicoles de pollen de *Salix* sp. broyées et mélangées avec une solution de sucre, ou bien pelotes laissées en l'état avec mise à disposition à côté de sirop de sucre) (VANDERPLANCK *et al.*, 2014). Notons que, pour les espèces du genre *Thoracobombus*, les nids transférés et en liberté en extérieur se développent mieux que ceux des représentants des autres sous-genres.

Afin d'avoir des données chiffrées quant à l'efficacité de cette méthode, nous avons effectué des tests entre les années 2019 et 2022. Ces tests avaient pour but de déterminer : (i) la fréquence d'amorce de nids d'appel ainsi que, (ii) l'attractivité de la litière de souris utilisée dans nos nids.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Site de l'étude

L'étude de l'attractivité des nids d'appel et de la litière de souris s'est déroulée dans un jardin de particulier d'une contenance de 12 ares, à Sterpenich (province de Luxembourg, Belgique). Cette région dispose d'un climat modérément continental et de paysages légèrement vallonnés. C'est la région en Belgique présentant la plus grande diversité en espèces de bourdons avec 18 espèces différentes (VRAY *et al.*, 2019).

Test d'attractivité des nids d'appel et de la litière de souris

Durant les trois premières années (2019 à 2021) on a observé l'occupation des nichoirs, ces derniers étant proposés uniquement avec de la litière de souris. Durant le printemps 2022, nous avons voulu déterminer le pouvoir attractif de ces

nichoirs et plus précisément de la litière de souris. Des tests complémentaires sur les nids d'appel ont donc été effectués. Sept groupes de 3 ruchettes identiques (figure 4, différentes tailles et matériaux utilisés) et adjacentes ont été placés à des endroits déjà utilisés les années précédentes. En les mettant de manière contiguë, nous nous assurons de diminuer le biais d'attractivité de micro-habitats entre les ruchettes testées. L'utilisation d'emplacements et d'orientation déjà utilisés permet d'être assuré que ces endroits sont propices à la nidification de reines de bourdons. Au sein des trois ruchettes de chaque groupe, une contenait de la litière de souris, la deuxième de la litière neutre (feuille, ouate, mousse) et la troisième ne contenait rien, servant de témoin négatif, mais divers matériaux de litière (feuilles, mousse, ouate) étaient à disposition à proximité de l'entrée. Les nids ont été surveillés afin de voir s'ils étaient occupés et par quelle espèce.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau I. Occupation des nids d'appel (avec litière de souris) posés lors de 4 années.

Année	2019	2020	2021	2022	Total
Nichoires disposés	11	24	12	10	57
Nichoires inoccupés	5	10	7	7	29
Nichoires occupés par oiseaux	1	2	0	0	3
Occupés par <i>B. pascuorum</i>	3	10	3	0	16
Occupés par <i>B. hypnorum</i>	1	0	2	2	5
Occupés par <i>B. pratorum</i>	1	1	0	0	2
Occupés par <i>B. lapidarius</i>	0	1	0	0	1
Occupés par <i>B. terrestris</i>	0	0	0	1	1
% occupés par bourdons	45 %	50 %	42 %	30 %	44 %

Tableau II. Occupations des nids d'appel des tests complémentaires posés en 2022

	Nid sans litière	Litière neutre	Litière de souris	Total
Nids disposés	7	7	7	21
Occupés	0	0	1 (<i>B. hypnorum</i>)	1
Non-occupés	7	7	6	20

En suivant cette méthode d'élevage, en 2019, onze nids ont été placés sur le site de l'expérimentation (voir matériel & méthode). À la fin de la saison, cinq nids ont été occupés (tableau I). Durant l'année 2020, sur les 24 nids placés, 12 ont été occupés, avec une majorité de *B. pascuorum* (tableau I). Durant les années 2021 et 2022, respectivement 12 et 10 nids ont été disposés (hors test complémentaires), ceux-ci montrant un taux d'occupation inférieur avec 42 et 30 % respectivement.

Alors que la forte densité de nids d'appel sur un terrain réduit de 12 ares pourrait expliquer le taux de nichoires inoccupés (HARDER, 1986), nos observations de 2020 montrent qu'avec 2 fois plus de nichoires installés, nous

obtenons un pourcentage d'occupation comparable à 2019 et 2021. Sans compter les espèces nichant naturellement dans le sol, ces résultats ne semblent pas confirmer l'hypothèse selon laquelle la forte densité de nids sur un espace restreint serait à l'origine de cette baisse d'occupation; ils indiquent au contraire que le terrain d'expérimentation n'aurait pas atteint la portance maximale en nids de bourdons qu'il pourrait accueillir.

Comme cela a déjà été observé chez les bourdons (LYE *et al.*, 2012 ; VON ORLOW, 2015 ; J. HABAY, *comm. pers.*) entre les années 2019 et 2021, nous avons observé des reines de la même espèce qui tentaient de trouver un nid à l'endroit exact où un nid était placé l'année précédente. Ces reines pourraient être des individus qui retournent à leur site d'émergence; cependant cette « fidélité » supposée ne reste qu'une hypothèse puisque que nous n'avons pas marqué les reines d'une année à l'autre.

Parmi les espèces nichant dans nos dispositifs, on retrouve des espèces très abondantes et pour lesquelles la méthode est très bien développée (*B. pascuorum*, *B. hypnorum*, ce dernier a privilégié les nids placés en hauteur comme illustré sur la figure 3), mais aussi une espèce qui n'est pas très fréquente dans la région de l'expérimentation (*B. lapidarius*). La présence de *B. terrestris*, dans ces nids trop petits et non enterrés et donc pas du tout adaptés pour cette espèce, est potentiellement due à sa forte présence dans les alentours du jardin de l'expérimentation. En comparaison aux autres espèces, le taux d'occupation élevé de *B. pascuorum* peut être expliqué par l'abondance de cette espèce en Belgique (FOLSCHWEILLER *et al.*, 2020).

Lors de l'année 2022 un test d'attractivité a été fait sur les nids d'appels afin de confirmer le pouvoir attractif des nids d'appel et de la litière de souris. Sur les 21 nids d'appel placés (figure 4, 7 groupes de 3), seul un nid contenant de la litière de souris a été occupé par une reine de *B. hypnorum* (tableau II). Les nids contenant de la litière neutre et les nids vides (sans litière) n'ont pas été occupés. Toutefois, ce faible taux d'occupation est en lien avec le faible taux général d'occupation des autres nids d'appel placés sur le site comme cela peut être observé dans le tableau I. Malgré la tendance de nos résultats et même si les nids tests ont été placés dans des endroits similaires, nous ne pouvons pas



Figure 4. Nids d'appels utilisés pour les tests d'attractivité. Trois ruchettes identiques ont été utilisées, avec à l'intérieur soit de la litière de souris, soit de la litière neutre, soit aucune litière (témoin négatif). À gauche, groupe de trois ruchettes identiques mises en place, à droite d'autres types de ruchettes (différents matériaux, tailles et formes) pour le test. Cliché J. HABAY.

définitivement affirmer si la présence ou l'absence de litière de rongeurs est le facteur prépondérant dans l'établissement d'un couvain de bourdons. Cependant, une étude très récente semble confirmer scientifiquement cette hypothèse (VARNER *et al.*, 2023).

Concernant les différences de tailles, de volumes, de matériaux et trou d'envol des nids d'appel, des tests complémentaires seraient nécessaires pour évaluer séparément l'efficacité des différents formats de nids d'appel ainsi que leurs emplacements. Car il semble effectivement que l'occupation des nids varie en fonction de l'emplacement de ceux-ci. En effet, certains endroits semblent plus propices à la nidification (proche d'un compost, un endroit abrité) que d'autres, qui n'ont jamais été choisis, notamment si le nid est placé au sein d'une végétation très abondante. De plus, l'orientation du nid semble être importante, une ouverture vers l'est combinée avec une protection contre le vent à l'arrière du nid, semblait plus attirer les reines de bourdons (nous n'avons pas testé formellement cette observation). Cette combinaison permet d'avoir un ensoleillement matinal du nid et donc une chaleur plus importante dès le début de journée.

Pour de futures utilisations de cette méthodologie, il faut néanmoins noter que le taux d'occupation des nids pourrait probablement être conditionné aussi par d'autres facteurs, parmi lesquels l'aménagement du jardin. En effet, ce jardin

est géré pour être le plus accueillant possible pour les abeilles, et plus particulièrement les bourdons, avec une flore présentant tout au long de la saison une haute qualité nutritive incluant des arbres fruitiers, du lamier, du sainfoin, des vesces ou encore de la consoude. Il serait donc intéressant d'intégrer ce paramètre lors de la mise en place des nichoirs d'appel.

Un point important à souligner est que, au vu de la technique et des supports employés, la méthode développée dans cet article s'applique peu aux bourdons nichant préférentiellement dans le sol (*e.g.* *B. terrestris*, *B. lapidarius*, *B. hortorum*, *B. pratorum*). En effet, les nids utilisés dans notre méthode, que l'on appellera nids d'appels, ne sont pas placés dans le sol mais sont posés sur le sol ou dans des arbres. Pour les espèces résidant dans le sol, d'autres méthodes de nichage existent (HOLM, 1960 ; VAN DEN EIJNDE *et al.*, 1990 ; YOON *et al.*, 2002 ; BUCÁNKOVÁ & PTÁČEK, 2012 ; LHOMME *et al.*, 2013). On peut citer, entre autres, la méthode de YOON *et al.*, (2002) qui consiste en la capture des reines sortant d'hibernation pour les placer dans des cagettes munies d'un couvercle et d'ouverture pour la ventilation. Les reines de bourdons sont alors maintenues à 27°C avec une humidité de 50%. Les cages utilisées sont de plus en plus grandes pour chaque étape du développement de la colonie (initiation à la nidification : 10,5 × 14,5 × 6,5 cm, fondation de la colonie : 21,0 × 21,0 × 15,0 cm et croissance de la colonie : 24,0 × 27,0 × 18,0 cm).

CONCLUSION

Durant quatre années consécutives, nous avons testé une méthode d'attraction de nidification spontanée de reines de bourdons sur un terrain défini de 12 ares qui héberge une végétation de haute qualité nutritive pour les pollinisateurs. Durant nos trois premières années de mise en place de nids on observe un taux d'occupation minimum de 40 %. Ces résultats semblent indiquer que la méthode d'attraction de nidification spontanée avec litière de souris est relativement efficace. Cependant, nous observons un plus faible taux d'occupation lors de la quatrième année d'observation (30 %). Nous pouvons émettre l'hypothèse que cette méthode de nidification spontanée (ainsi que l'évolution des populations sauvages de bourdons) pourrait être dépendante de l'environnement de la zone d'accueil mais aussi des facteurs externes tels que les anomalies climatiques ou encore les intempéries pour les nids placés à l'extérieur. Ces facteurs pourraient expliquer la fluctuation de réussite des nids d'appel d'une année à l'autre.

Ces intempéries peuvent être en lien avec les faibles occupations des nids lors de la quatrième année, notamment de fortes pluies enregistrées suivies de gelées matinales qui ont sans doute forcé certaines reines à trouver des zones plus abritées pour nicher. Pour les espèces du sous-

genre *Thoracobombus*, la période d'intempéries a notablement impacté le développement du couvain. Bien que nos résultats ne nous permettent pas d'isoler l'effet attractif de la litière de souris durant nos observations, au vu de la récente littérature, il semble que la litière de souris joue bien ce rôle sur les reines de bourdons (VARNER *et al.*, 2023). Cependant, les tests d'attractivités de la litière de souris utilisée pour notre méthode mériteraient des études supplémentaires à plus large échelle afin de confirmer ces résultats.

De plus, pour viser un maximum d'espèces différentes, notre méthode d'élevage pourrait être couplée à d'autres méthodes visant des espèces nichant préférentiellement dans le sol, telles que celle développée par YOON *et al.*, (2002). Cette méthode demande un travail de collecte important ainsi qu'un suivi du développement de la colonie plus important qu'avec notre méthode. Il serait donc possible, en combinant ces différentes méthodes d'élevage, d'utiliser et d'élever d'autres espèces sauvages de bourdons et ainsi avoir des espèces modèles alternatives dans les études scientifiques et avoir une vision plus globale de l'état de santé des populations de bourdons.

REMERCIEMENTS

Kimberly PRZYBYLA a contribué comme aspirante FNRS financée par le "Fond de la Recherche Scientifique – FNRS". Denis MICHEZ est soutenu en partie par le « Fonds de la Recherche Scientifique – FNRS » et la « Research Foundation-Flanders (FWO) » sous le Projet EOS dénommé CLIPS (n° 3094785). Pierre RASMONT et Jean HABAY ont développé et mis au point la méthode. Nous remercions le travail des relecteurs, Océane BARTHOLOMÉE, Mathieu LIHOREAU et Adrien PERRARD, qui ont participé à l'amélioration de ce manuscrit.

RÉFÉRENCES

- ALFORD, D. V. (1975). *Bumblebees*. Davis-Poynter, London, 352 pp.
- BUCÁNKOVÁ, A. & V. PTÁČEK (2012). A test of *Bombus terrestris* cocoon and other common methods for nest initiation in *B. lapidarius* and *B. hortorum*. *Journal of Apicultural Science*, **56**(2): 37–47. <https://doi.org/10.2478/v10289-012-0022-x>
- CROWTHER, L. P., P. L. HEIN & A. F. BOURKE (2014). Habitat and forage associations of a naturally colonising insect pollinator, the tree bumblebee *Bombus hypnorum*. *PLoS One*, **9**(9): e107568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107568>
- DJEGHAM, Y., P. RASMONT, F. ROZENFELD & J. C. L. VERHAEGHE (1994). Is *Bombus terrestris* (L.) colony foundation facilitated by the presence of vole (*Microtus arvalis* (PALLAS)) litter? p. 411. In: A. LENOIR, G. ARNOLD & M. LEPAGE (ed.). *Les Insectes sociaux. 12th Congress of the International Union for the Study of social Insectes IUSSI*. Paris-Sorbonne, 21–27 August 1994. Publications de l'Université de Paris-Nord, Paris, 583 pp. http://www.atlashymenoptera.net/biblio/00500/062_1994_Djegham_et_al_Bombus_terrestris_foundation_with_Microtus_arvalis.PDF [accessed 10 December 2023]
- DOUSSOT, C., O. J. N. BERTRAND & M. EGELHAUF (2020). Visually guided homing of bumblebees in ambiguous situations: A behavioural and modelling study. *PLoS Computational Biology*, **16**(10): e1008272. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008272>
- HEIJNDE, J. VAN DEN, A. DE RUIJTER & J. VAN DER STEEN (1990). Method for rearing *Bombus terrestris* continuously and the production of bumblebee colonies for pollination purposes. *VI International Symposium on Pollination. ISHS Acta Horticulturae*, **288**: 154–158. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.288.20>
- FOLSCHWEILLER, M., B. HUBERT, G. REY, Y. BARBIER, J. D'HAESELEER, M. DROSSART, G. LEMOINE, W. PROESMANS, J.-S. ROUSSEAU-PIOT, C. VANAPPELGHEM, S. VRAY & P. RASMONT (2020). *Atlas des bourdons de Belgique et du nord de la France*. 151 pp. <http://sapoll.eu/atlas-des-bourdons-de-belgique-et-du-nord-de-la-france> [accessed 10 December 2023]
- HARDER, L. D. (1986). Influences on the density and dispersion of bumble bee nests (Hymenoptera: Apidae). *Ecography*, **9**(2): 99–103. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1986.tb01196.x>
- HOLM, S. (1960). Experiments on the domestication of bumblebees (*Bombus* LATR.) in particular *B. lapidarius* L. and *B. terrestris* L. Copenhagen: Royal Veterinary and Agriculture College, Yearbook **1960**: 1–19.
- LHOMME, P., A. SRAMKOVA, K. KREUTER, T. LECOCQ, P. RASMONT & M. AYASSE (2013). A method for year-round rearing of cuckoo bumblebees (Hymenoptera: Apoidea: *Bombus* subgenus *Psithyrus*). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, **49**(1): 117–125. <https://doi.org/10.1080/00379271.2013.774949>
- LYE, G. C., J. L. OSBORNE, K. J. PARK & D. GOULSON (2012). Using citizen science to monitor *Bombus* populations in the UK: nesting ecology and relative abundance in the urban environment. *Journal of Insect Conservation*, **16**(5): 697–707. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9450-3>
- MARTINET, B., S. DELLICOUR, G. GHISBAIN, K. PRZYBYLA, E. ZAMBRA, T. LECOCQ, M. BOUSTANI, R. BAGHIROV, D. MICHEZ & P. RASMONT (2021). Global effects of extreme temperatures on wild bumblebees. *Conservation Biology*, **35**(5): 1507–1518. <https://doi.org/10.1111/cobi.13685>
- MCFREDERICK, Q. S. & G. LEBUHN (2006). Are urban parks refuges for bumblebees *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae)? *Biological Conservation*, **129**: 372–382. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.11.004>
- ORLOW, M. VON (2015). *Hôtels à insectes. Abeilles sauvages, bourdons et Cie au jardin*. Ulmer, Paris, 192 pp.
- SAKAGAMI, S. F. (1976). Specific differences in the bionomic characters of bumblebees: A Comparative Review. *Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Series IV. Zoology*, **20**(3): 390–447. <http://hdl.handle.net/2115/27617>
- SLADEN, F. W. L. (1912). How pollen is collected by the honey-bee. *Nature*, **88**(2209): 586–587. <https://doi.org/10.1038/088586b0>
- VANDERPLANCK, M., R. MOERMAN, P. RASMONT, G. LOGNAY, B. WATHELET, R. WATTIEZ & D. MICHEZ (2014). How does pollen chemistry impact development and feeding behaviour of polylectic bees? *PLoS One*, **9**(1): e86209. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086209>
- VARNER, E., K. MARK, H. JACKSON, K. SINGLETON, L. LUO, S. JOHNSON, R. GRIES & G. GRIES (2023). Rodent odour bait: A new bumble bee conservation tool to enhance nest box occupancy. *Insect Conservation and Diversity*, **16**(3): 324–334. <https://doi.org/10.1111/icad.12627>
- VRAY, S., O. ROLLIN, P. RASMONT, M. DUFRÈNE, D. MICHEZ & N. DENDONCKER (2019). A century of local changes in bumblebee communities and landscape composition in Belgium. *Journal of Insect Conservation*, **23**(3): 489–501. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00139-9>
- WOOD, T. J., D. MICHEZ, R. J. PAXTON, M. DROSSART, P. NEUMANN, M. GÉRARD, M. VANDERPLANCK, A. BARRAUD, B. MARTINET, N. LECLERCQ & N. J. VERECKEN (2020). Managed honey bees as a radar for wild bee decline? *Apidologie*, **51**(6): 1100–1116. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00788-9>
- YOON, H. J., S. E. KIM & Y. S. KIM (2002). Temperature and humidity favorable for colony development of the indoor-reared bumblebee, *Bombus ignitus*. *Applied Entomology and Zoology*, **37**(3): 419–423. <https://doi.org/10.1303/aez.2002.419>

