



Actes du Colloque Insectes et Biodiversité

6 - 7 - 8 octobre 2006

"Insectes et changement global, quelles espèces pour demain ?"

Paysages, espaces protégés et agriculture, quels espaces ?

Insectes et hommes : "un destin partagé"

Conférences grand public

MICROPOLIS - La Cité des Insectes - 12780 SAINT-LÉONS-EN-LÉVÉZOU

AVEYRON - FRANCE



Insectes et changement global, quelles espèces pour demain ?

La régression massive des espèces d'abeilles sauvages et de bourdons d'Europe : un effet de la perturbation mondiale du cycle de l'azote

Pierre RASMONT

Laboratoire de Zoologie

Université de Mons-Hainaut

Avenue Maistriau, 19

B-7000 Mons (Belgique)

Jusqu'aux années '70, la disparition d'espèces animales était vue comme un phénomène exceptionnel. Dans la plupart des livres de vulgarisation, on présentait les mêmes cas: la rythine de Steller, le thylacine, le dodo, le pic à bec d'ivoire, le pigeon migrateur, le grand pingouin. On savait que d'autres espèces pouvaient encore disparaître mais , malgré la tristesse que cela suscitait, l'idée générale était que ces espèces menacées ne constituaient qu'une goutte d'eau dans l'immensité du monde animal.

Après quelques coups de gong remarquables comme les livres "*Le printemps silencieux*" (Carson, 1968, "*Silent spring*", 1962) et "*Avant que nature ne meure*" (Dorst, 1965), la sortie du célèbre livre d'E.O. Wilson (1993) "*La Diversité De La Vie*" ("*The Diversity of Life*", 1992) a totalement inversé ce paradigme optimiste. La civilisation occidentale a maintenant intégré profondément qu'un très grand nombre d'espèces sont menacées, peut-être même la majorité. En passant, E. O. Wilson a imposé le néologisme "biodiversité". Sous son côté technique, ce mot est fortement connoté. Celui qui le prononce déplore inmanquablement la régression des espèces et celui qui l'écoute ne l'entend pas autrement. En même temps, tout le monde sait que les activités humaines sont des causes directes ou indirectes de la plupart de ces régressions. Au-delà de ce constat indéniable, on s'interroge sur les processus responsables de ces régressions.

Ces dernières années, des vagues médiatiques successives ont invoqué différentes causes de manière effrayante comme par exemple les pesticides, les "trous" de la couche d'ozone, les "pluies acides". Une des dernières causes à la mode fait intervenir les espèces envahissantes ("*invasive species*"), parmi lesquelles, la

Rasmont P. 2007. La régression massive des espèces d'abeilles sauvages et de bourdons d'Europe : un effet de la perturbation mondiale du cycle de l'azote, pp. 43-60 in: *Actes du colloque Insectes et Biodiversité, 6 octobre 2006, Saint-Léons en Lévézou (France, Aveyron)*. Conseil général de l'Aveyron, Rodez, 154 p.

tortue à tympan rouge, la bernache du Canada, la grenouille-taureau et la coccinelle asiatique.

Parmi les causes les plus médiatisées, on évoque de manière grandissante le spectre du réchauffement global. On impute à cette cause encore mal chiffrée, pour autant qu'elle puisse l'être au-delà de sa réalité bien tangible, un risque hypothétique de régression de nombreuses espèces animales. Tous les chiffres peuvent être trouvés dans les médias, depuis quelques pour-cent d'espèces menacées, chez les plus optimistes, jusqu'à un risque de régression massive et sans précédent de 50% des espèces actuelles. Certains y voient la disparition annoncée de l'espèce humaine!

Pourtant, la régression des espèces pour cette cause concerne surtout les plus nordiques de celles-ci, à la limite méridionale de leur distribution. En corollaire, si la seule logique climatique devait jouer, la plupart des espèces méridionales devraient conjointement étendre leur distribution vers le nord d'autant. Comme il y a un fort gradient de diversité d'espèce du nord au sud, ce processus de réchauffement pourrait écarter de nos pays un petit nombre d'espèces septentrionales pour y amener un nombre beaucoup plus grand d'espèces méridionales. Ici encore, la focalisation des médias sur ce thème unique obscurcit la réalité.

Tout le monde semble oublier que des dégâts fauniques énormes ont déjà frappé l'Europe. On peut citer un bon nombre de grands vertébrés qui ont régressé du simple fait du braconnage ou de la simple occupation de leur espace vital. Si on étend le constat aux vertébrés aquatiques et aux invertébrés, le dégât observé concerne aussi une large part des espèces. Pour la Belgique, les causes de la catastrophe qui touche ces espèces sont connues et ses effets mesurés, au moins en première approximation.

Parmi ces causes deux grands facteurs sont intervenus et continuent de participer à la catastrophe en cours. Une de ces causes est patente: il s'agit du rétrécissement et de la fragmentation de l'espace vital des espèces sauvages. L'autre cause est plus méconnue du public : il s'agit de la perturbation majeure du cycle de l'azote dans nos pays. C'est l'objet de cet exposé.

Il y a seulement un siècle, toutes les rivières de la Belgique étaient beaucoup plus propres. On y pêchait le saumon et l'esturgeon (fig. 1)! Et pourtant la population humaine n'était pas de beaucoup inférieure à celle de nos jours (8 millions d'habitants alors contre 10 à 11 millions maintenant). Ce n'est donc pas la simple pollution

provoquée par les déjections humaines qui est en cause. On est pourtant passé de rivières oligotrophes à des eaux eutrophes, voire per-eutrophes dans une large part du territoire (Defrise, 2000). La régression des espèces aquatiques pour cette cause unique est massive. Dans une province comme le Hainaut, la très grande majorité des rivières ont eu leur faune totalement bouleversée. En règle générale, toutes les rivières de plaines sont concernées et donc, toute la faune dulçaquicole de Basse et de Moyenne-Belgique (Vanden Bossche 2000). Pour la faune aquatique, cette seule cause transcende toutes les autres. A titre indicatif, 55% des espèces de poissons de la région wallonne sont éteintes, en danger ou vulnérables (Hallet, 2000).

En ce qui concerne la faune terrestre, la situation est moins bien connue. Un bon exemple est fourni par les abeilles sauvages (Rasmont *et al.*, 1992, 1993, 2005) et les bourdons (Rasmont & Mersch, 2005). Elles comptent, ou plutôt elles comptaient jadis, 360 espèces en Belgique. Ce pays est un des rares à disposer d'une statistique détaillée de sa faune d'abeilles sauvages, avec plus d'un siècle d'observations continues. On y constate qu'un tiers des espèces a considérablement régressé (Rasmont *et al.*, 1992, 1993, 2005) (fig. 2). Pour les seuls bourdons, qui forment le gros des effectifs d'abeilles sauvages, près de la moitié des espèces a quasi disparu (Rasmont & Mersch, 2005; Rasmont *et al.*, 1992).

Le même constat peut être fait dans d'autres pays (Williams, 1982, 1986, 1988, 1989; Berezin *et al.*, 1995; Peeters *et al.*, 1999; Goulson *et al.*, 2005). On peut donc évoquer ici un phénomène global à l'échelle de l'Europe. On pourrait imaginer que le réchauffement climatique est une cause globale suffisante. L'explication ne tient pas : pratiquement toutes les espèces de bourdons en régression générale sont plutôt méridionales, comme *Bombus cullumanus* (Kirby) (Rasmont *et al.*, 2003) (fig. 4), alors que les quelques-unes qui sont en expansion sont d'origine nordique ou sibérienne, comme *Bombus semenoviellus* (Skorikov) (van der Smissen & Rasmont 2000, Hovorka et al. 2006) (fig. 5).

Il est nécessaire de creuser un peu plus à fond pour comprendre les facteurs qui ont pu provoquer ces variations de population. Existe-t-il des facteurs de risques particuliers? Certaines espèces d'abeilles et de bourdons souffrent-elles plus particulièrement de régression? Il y a trois grands groupes d'abeilles sauvages en fonction de leur régime alimentaire. Les espèces à langue longue butinent en général les

fleurs à corolles longues comme les légumineuses et les labiées, les espèces à langue courtes butinent surtout les Rosaceae ou les Composées et les espèces cleptoparasites volent les ressources des autres. Ces trois groupes ont une destinée bien différente vis-à-vis de la régression. Chez les espèces à langue courte, les espèces en statu quo sont majoritaires, tandis que les espèces en régression et en expansion s'équilibrent (fig. 3). Cela laisse penser que ce groupe est en bonne santé. Au contraire, les espèces à langue longue montrent une très nette majorité de régressions, alors que les espèces en expansion sont rares. Les cleptoparasites semblent elles aussi souffrir. Tout ceci laisse penser que le problème est lié en particulier au mode d'alimentation des espèces. Les bourdons en régression ont, en général, plusieurs points communs: ce sont des espèces de lisières ou de steppes, ce sont aussi d'actifs pollinisateurs des légumineuses et de chardons (Tab. 1). On retrouve ces espèces de milieux ouverts dans les pelouses sèches oligotrophes d'Europe Occidentales et dans les grandes cultures de trèfles ou de sainfoin.

Lorsqu'on s'intéresse non plus aux seuls bourdons mais aussi aux autres espèces d'abeilles sauvages, on observe les mêmes phénomènes. En particulier lorsque ce sont des espèces à la fois à langue longue et cleptoparasites, comme c'est le cas pour *Thyreus orbatus* (Lepeletier) (fig. 6) (Leclercq *et al.*, 1980).

La France n'est pas épargnée. Ainsi, tous les lecteurs de Jean-Henri Fabre peuvent se souvenir de ses abondants commentaires sur le Chalicodome des murailles, *Megachile parietina* (Geoffroy). Cette abeille noire faisait alors d'énormes colonies maçonnées sur les habitations du Midi. Sa distribution a marqué une considérable régression vers le sud. De telle sorte qu'on ne la voit plus que dans les départements méditerranéens de la France, où elle y est devenue peu commune (fig. 7). Ici encore, si on s'intéresse de plus près à son régime alimentaire, on retrouve les mêmes caractéristiques que pour les bourdons en régression (fig. 8). Encore une fois, c'est la régression générale des emblavures de légumineuses qui peut être l'explication majeure, alors que le réchauffement climatique est une cause de régression impossible dans ce cas.

Il y aurait donc un facteur majeur et général défavorable aux légumineuses et qui agit de manière massive et à l'échelle de tout le continent. Auparavant, les cultures de trèfles et les jachères riches en légumineuses étaient très largement favorisées par l'agriculture traditionnelle. En effet, ces plantes sont, pour la plupart, des espèces

oligotrophes qui fixent l'azote atmosphérique et l'incluent dans le sol sous une forme assimilable aux plantes. La plus grande partie de l'azote atmosphérique assimilable passait jadis par ces légumineuses. A l'heure actuelle, cette source naturelle d'azote assimilable est devenue inutile dans l'agriculture moderne. L'arrivée des engrais azotés de synthèse a éliminé l'utilité des emblavures de légumineuses. Le résultat est qu'en un siècle, on a perdu près de 160.000 ha de cultures de trèfles pour la seule Belgique (Rasmont & Mersch, 1988, fig. 9). Ceci est un premier facteur à prendre en compte. Mais encore, les résidus qui résultent du lessivage des engrais azotés éliminent la flore oligotrophe, riche en légumineuses et en autres plantes fleuries, pour provoquer une banalisation extrême des milieux marginaux, marquée par un tout petit nombre d'espèces nitrophiles et anémogames comme l'ortie (*Urtica dioica* L.), le dactyle (*Dactylis glomerata* L.) ou le fromental (*Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv.).

Enfin, même les milieux de vie sauvage sont atteints par des retombées atmosphériques d'azote soluble assimilable d'origine agricole ou industrielle. En Belgique, ces retombées vont de 11,5 kg/ha an en forêt (Laurent, 2000) jusqu'à 40-80 kg/ha an (Van Breemen & Van Dijk, 1988), ce qui est énorme. Ces retombées suffisent à altérer profondément tous les milieux (Bobbink 1998, Garcia Ciudad *et al.*, 2001). Selon Asner *et al.* (2001, cités par Galloway *et al.*, sous presse), les milieux ouverts souffrent beaucoup plus que les forêts des retombées atmosphériques d'azote assimilable. Pourtant, en comparant ses relevés floristiques récents dans les forêts belges avec ceux faits par Noirfalise il y a un demi-siècle, O. Guillitte (com. pers.) y remarque l'apparition et l'extension des orties dans beaucoup de stations. La persistance de l'azote dans les milieux est très longue (Mariotti, 1998): alors qu'un herbicide est éliminé de la surface du sol en une année, tout au plus, une pelouse oligotrophe engraisée durant une saison a besoin de 70 ans pour retrouver un *statu quo ante* (A. Peeters, com. pers.). Pour les milieux steppiques, Galloway *et al.* (2003) évoquent des temps de résidence de l'azote assimilable qui vont de plusieurs décennies à plusieurs siècles.

Le résultat est que beaucoup d'espèces de plantes en régression en Belgique sont oligotrophes. De la même manière, la plupart des réserves naturelles que l'on tente de préserver sont établies pour la qualité de leurs milieux oligotrophes.

La modification du paysage enrichi en azote assimilable est patente. Si je reprends l'exemple des bourdons, on trouve à Eyne (Pyrénées-Orientales), encore de nos jours, pratiquement toutes les espèces de milieux ouverts en régression (Rasmont *et al.*, 2000). On les y trouve dans des pâtures très fleuries de nombreuses espèces de légumineuses (fig. 10). En Belgique, dans les années '30, on pouvait trouver plusieurs de ces espèces en grand nombre dans certaines stations. C'était le cas à Trivières, près de La Louvière (Belgique, Hainaut). La figure 11 présente une photographie prise dans cette localité en 2004, à un endroit où poussaient alors de telles pelouses sèches. Aucun endroit du Hainaut ne comporte plus le type de pelouse à légumineuses qu'on trouve encore de nos jours aux Pyrénées-Orientales. Cet habitat hautement oligotrophe a totalement disparu de nos paysages des plaines de l'Europe du Nord!

L'arrivée massive de l'azote de synthèse dans nos écosystèmes est la conséquence de la découverte du procédé de synthèse de l'ammoniac par Fritz Haber en 1911. Certes, à l'époque, les savants allemands impliqués avaient des motivations purement militaires mais, dès après la seconde guerre mondiale, les engrais azotés se sont répandus dans toute l'Europe et ailleurs dans le monde (Smil, 1997).

Cette synthèse permet la fabrication massive d'énormes quantités d'engrais azotés et grâce à cela une très forte augmentation des rendements agricoles. Selon certains auteurs (Smil, 1997; Galloway & Cowling, 2003), cette invention est l'explication majeure de l'expansion de la population humaine mondiale. Ils estiment de ce fait que près de la moitié de l'humanité dépend totalement de la synthèse de Fritz Haber pour son alimentation.

Galloway & Cowling (2003) ont comparé le flux d'azote assimilable entre 1890-1900 et 1990. En 1890, la production anthropique mondiale d'azote assimilable était d'environ 16 Tg/an pour une production naturelle estimée de 105 Tg/an (soit 13% d'azote assimilable d'origine anthropique). Un siècle plus tard, la production anthropique est de 140 Tg/an, pour une production naturelle réduite à 89 Tg/an (soit 61% d'azote assimilable d'origine anthropique). Selon cet auteur, en Europe tempérée, les retombées d'azote assimilable d'origine atmosphérique seraient passées de 2,5-5,0 kg/ha an en 1890 à 20-50 kg/ha an en 1990. La cartographie des concentrations maximales de ces retombées coïncide avec la zone d'appauvrissement maximal de la biodiversité (fig. 12). Bien entendu,

ce n'est pas la seule toxicité de l'azote assimilable qui est en cause. L'inclusion d'une quantité massive d'azote assimilable d'origine anthropique provoque une "cascade d'azote" aux conséquences multiples (Galloway *et al.*, 2003; sous presse). L'impact de cette cascade d'azote sur les écosystèmes (et donc sur les pollinisateurs) repose sur quatre grands principes (d'après Vitousek *et al.*, 1997) : 1) les différentes sources d'azotes assimilables sont largement et rapidement interchangeables, elles contribuent toutes à un même pool d'échange; 2) lorsqu'il est apporté à un écosystème à des concentrations en-dessous de l'optimum, l'azote assimilable augmente la productivité globale, sans inconvénient notable; 3) lorsqu'il est apporté à des concentrations au-dessus de l'optimum; l'azote assimilable provoque de très nombreux dégâts aux écosystèmes; 4) l'apport total d'azote assimilable dans les écosystèmes aquatiques et terrestres implique des transferts complexes qui affectent l'ensemble du cycle biogéochimique de l'azote.

La communauté naturaliste suit les médias et focalise son attention sur les seules perturbations du cycle du carbone, responsable de l'effet de serre. Les perturbations de celui-ci reposent sur des variations de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère de l'ordre du pour-mille. Ces perturbations induisent sans aucun doute des changements climatiques significatifs. De ce fait, on peut attendre des perturbations non négligeables de la faune et de la flore, avec une régression particulière des espèces nordiques. Pendant ce temps, les perturbations du cycle de l'azote par l'activité humaine sont énormes, de l'ordre de 60%, et ces perturbations ont déjà de nos jours provoqué des altérations majeures et patentées de la biodiversité dans la plupart des écosystèmes continentaux, dulçaquicoles et marins de nos régions. Ces perturbations concernent la totalité de la faune et de la flore, et tout particulièrement les écosystèmes dulçaquicoles, les deltas et les milieux ouverts.

Cette seule cause pourrait expliquer une grande partie des altérations de notre flore et de notre faune. La plupart de nos milieux des plaines de l'Europe du nord offrent maintenant ce spectacle désolant : des réserves naturelles submergées d'orties (fig. 13). Là où on pêchait les esturgeons et où d'innombrables bourdons colorés butinaient des tapis de légumineuses, on ne voit plus maintenant qu'un cloaque d'eaux grisâtres et hypoxiques, bordé de tapis d'orties (fig. 14).

Il est de toute première urgence que les milieux naturalistes, politiques et économiques investissent leurs efforts dans le contrôle de l'azote assimilable. Ceci doit devenir une priorité absolue dans les années à venir. Cela est possible sans diminuer les efforts consacrés au contrôle du cycle du carbone.

Remerciements

Je remercie MM. Alain Peeters (UCL, Louvain-la-Neuve), Paul Robin (ENSAM, Montpellier) et Michaël Terzo (UMH, Belgique) pour leur aide à la collecte des données et leurs idées fructueuses. Je remercie MM. J.N. Galloway et F.J. Dentener pour l'autorisation d'utilisation de la figure 12.

Références

Asner G.P., Townsend A.R., Riley W.J., Matson P.A., Neff J.C. & Cleveland C.C., 2001.

Physical and biogeochemical controls over terrestrial ecosystem responses to nitrogen deposition. *Biogeochemistry*, 54: 1-39. (cités par Galloway *et al.*, sous presse).

Berezin M.V., Beiko V.B. & Berezina N.V., 1995.

Bumble bees of the Moscow region. *Entomologist's Monthly Magazine*, 131: 259-268.

Bobbink R., 1998.

Impacts of tropospheric ozone and airborne nitrogenous pollutants on natural and semi-natural ecosystems: a commentary. *New Phytol.*, 139: 161-168.

Breemen N. van & van Dijk H.F.G., 1988.

Ecosystem effects of atmospheric deposition of nitrogen in the Netherlands. *Environ. Pollut.*, 54: 249-274.

Carson R., 1968.

Le printemps silencieux. Le Livre de Poche, Paris [titre original "*The silent spring*", Houghton Mifflin Co., 1962].

Defrise D., 2000.

Qualité physico-chimiques des eaux de surface: répartition des analyses des eaux de surface selon l'indice de pollution organique (IPO), p. 144-146 in: *L'état de l'environnement wallon à l'aube du XXI^e siècle*. Etat de l'Environnement Wallon, Ministère de la Région wallonne, Namur, 420 p.

Dorst J., 1965.

Avant que nature ne meure. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel.

Galloway J.M. & Cowling E.B., 2003.

Reactive Nitrogen and The World: 200 Years of Change. *Ambio*, 31(2): 64-71.

Galloway J.N., Aber J.D., Erisman J.W., Seitzinger S.P., Howarth R.W., Cowling E.B. & Cosby B.J., 2003.

The Nitrogen Cascade. *Bioscience*, 53(4): 341-356.

Galloway J.N., Dentener F.J., Capone D.G., Boyer E.W., Howarth R.W., Seitzinger S.P., Asner G.P., Cleveland C., Green P., Holland E., Karl D.M., Michaels A.F., Porter J.H., Townsend A. & Vörösmarty C.,

in press. Nitrogen Cycles: Past, Present and Future. *Biochemistry (in press)*.

Garcia Ciudad V., De Blust G., Maljean J. & Peeters A., 2001.

Overview of biodiversity indicators related to agriculture in Belgium, p. 134-151 *in: Agriculture and biodiversity: developing indicators for policy analysis*. Proceedings From an OECD Expert Meeting, Zurich, Switzerland, OECD, 280pp.

Goulson,D., Hanley M.E., Darvill B., Ellis J.S., Knight M.E., 2005.

Causes of rarity in bumblebees. *Biological Conservation*, 122: 1-8.

Hallet C., 2000.

Etat de la flore et de la faune en Région wallonne, p. 226-229 146 *in: L'état de l'environnement wallon à l'aube du XXIe siècle*. Etat de l'Environnement Wallon, Ministère de la Région wallonne, Namur, 420 p.

Hovorka O., Valterova I., Rasmont P. & Terzo M., 2006.

Male Cephalic Labial Gland Secretions of Two Bumblebee Species of the Subgenus *Cullumanobombus* (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille) and Their Distribution in Central Europe. *Chemistry & Biodiversity*, 3: 1015-1022.

Laurent C., 2000.

Retombées en forêt, p. 205-207 146 *in: L'état de l'environnement wallon à l'aube du XXIe siècle*. Etat de l'Environnement Wallon, Ministère de la Région wallonne, Namur, 420 p.

Leclercq J., Gaspar C., Marchal J.-L., Verstraeten C. & Wonville C., 1980.

Analyse des 1600 premières cartes de l'Atlas provisoire des Insectes de Belgique, et première liste rouge d'Insectes menacés dans la faune belge. *Notes fauniques de Gembloux*, 4: 1-104.

Mariotti A., 1998.

Nitrates: un polluant de longue durée. *Pour la Science*, 249: 60-65.

Patiny S., 1998.

Contribution à la connaissance de la régression des populations du sous-genre *Taeniandrena* Hedicke 1933 (Hym., Andrenidae, *Andrena*) et leurs habitudes pollinisatrices. *Notes fauniques de Gembloux*, 35: 20-33.

Peeters T.M.J., Raemakers I.P. & Smit J., 1999.

Voorlopige atlas van de Nederlandse bijen (Apidae). European Invertebrate Survey Nederland, Leiden, 230 pp.

Rasmont P. & Mersch P., 1988.

Première estimation de la dérive faunique chez les bourdons de la Belgique (Hymenoptera: Apidae). *Annales de la Société royale zoologique de Belgique*, 118: 141-147.

Rasmont P., 2003.

Jean-Henri Fabre pourrait-il observer aujourd'hui tous ces insectes ? pp. 209-220 in: *Jean-Henri Fabre, un autre regard sur l'insecte. Actes du colloque International sur l'Entomologie, 18-19 octobre 2002, Saint-Léons en Lévézou (France, Aveyron)*. Conseil général de l'Aveyron, Rodez (2003), 275 pp.

Rasmont P., Durieux E.-A., Iserbyt S. & Baracetti M., 2000.

Why are there so many species of bumblebees in Eyne (France, Pyrénées-Orientales, Cerdagne)? p. 83-92 in **Sommeijer M.J. & De Ruijter A. (ed.)** *Insect pollination in Greenhouses: proceedings of the specialists' Meeting held in Soesterberg, The Netherlands, 30 September to 2 October 1999*. Universiteit Utrecht, Utrecht, 220 pp.

Rasmont P., Leclercq J., Jacob-Remacle A., Pauly A. & Gaspar C., 1993.

The faunistic drift of Apoidea in Belgium, p. 65-87 in **Bruneau E., Bees for pollination**, Commission of the European Communities, Brussels, 237 pp.

Rasmont P., Pauly A., Terzo M., Patiny S., Michez D., Iserbyt S., Barbier Y. & Haubruge E., 2005.

The survey of wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Belgium and France. FAO, Roma, , 18 p <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/C-CAB/Castudies/pdf/1-010.pdf>.

Rasmont P., Terzo M., Djegham Y., Leclercq J., Remacle A., Pauly A. & Gaspar C., 1993.

Flore-Faune. 2.6. Les abeilles et les bourdons. pp. 143-147 in **A. Dachelet, C. Hallet & M. Petitjean "Etat de l'Environnement Wallon 1993"**, Ministère de la Région Wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, 344 pp., 14 pls <http://mrw.wallonie.be/DGRNE/sibw/especes/eew/eew93/abeilles.htm>
|

Smil V., 1997.

Engrais et démographie. *Pour la Science*, 239: 86-91.

Smissen J. van der & Rasmont P., 2000.

Bombus semenoviellus SKORIKOV 1910, eine für Westeuropa neue Hummelart (Hymenoptera: Bombus, Cullumanobombus). *Bembix*, 13:21-24.

Vanden Bossche J.-P., 2000.

Qualité biologique des cours d'eau en Région wallonne, p. 156-160 in: *L'état de l'environnement wallon à l'aube du XXIe siècle*. Etat de l'Environnement Wallon, Ministère de la Région wallonne, Namur, 420 p.

Vitousek P.M., Howarth R.W., Likens G.E., Matson P.A., Schindler D., Schlesinger W.H. & Tilman G.D., 1997.

Human alteration of the global nitrogen cycle: Causes and consequences. *Issues in Ecology*, 1: 1-17.

Williams P.H., 1982.

The distribution and decline of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *Journal of Apicultural Research*, 21: 236-245.

Williams P.H., 1986.

Environmental change and the distributions of British bumble bees (*Bombus* Latr.). *Bee World*, 67: 50-61.

Williams P.H., 1988.

Habitat use by bumble bees (*Bombus* spp.). *Ecological Entomology*, 13: 223-237.

Williams P.H., 1989.

Why are there so many species of bumble bees at Dungeness? *Botanical Journal of the Linnean Society*, 101: 31-44.

Wilson E. O., 1993.

La Diversité De La Vie. Odile Jacob, Paris, 496 p. [titre original "*The Diversity of Life*", Harvard University Press, 1992].

Tableau 1. Statut et préférences des espèces de bourdons d'Europe en régression ou en expansion.

Espèces	Habitat	Origine	fleurs favorites
En expansion			
<i>Bombus pascuorum</i>	Forêt	Euro-sibérienne	Toutes
<i>Bombus bohemicus</i>	Forêt	Euro-sibérienne	Compositae Ericaceae Rosaceae
<i>Bombus sylvestris</i>	Forêt	Euro-sibérienne	Compositae Ericaceae Rosaceae
<i>Bombus hypnorum</i>	Forêt	Euro-sibérienne	Rosaceae Ericaceae Compositae
<i>Bombus pratorum</i>	Forêt	Euro-sibérienne	Ericaceae Labiatae Rosaceae
<i>Bombus monticola</i>	Montagne	Boreo-montagnarde	Toutes
<i>Bombus schrencki</i>	Taïga	Euro-sibérienne	Non connues
<i>Bombus semenoviellus</i>	Taïga	Euro-sibérienne	Non connues
En régression			
<i>Bombus barbutellus</i>	Forêt	Euro-sibérienne	Rosaceae Compositae
<i>Bombus humilis</i>	Lisière	Euro-sibérienne	Leguminosae Boraginaceae
<i>Bombus rupestris</i>	Lisière	Euro-sibérienne	Compositae Leguminosae
<i>Bombus sylvarum</i>	Lisière	Euro-sibérienne	Leguminosae Boraginaceae Labiatae
<i>Bombus vestalis</i>	Lisière	Euro-méditerranéenne	Leguminosae Compositae
<i>Bombus wurflenii</i>	Montagne	Boreo-montagnarde	Leguminosae Ericaceae Scrophulariaceae
<i>Bombus confusus</i>	Ouvert	Medio-européenne	Leguminosae Compositae
<i>Bombus cullumanus</i>	Ouvert	Atlantique	Leguminosae Compositae
<i>Bombus distinguendus</i>	Ouvert	Euro-sibérienne	Leguminosae Compositae
<i>Bombus jonellus</i>	Ouvert	Euro-sibérienne	Ericaceae Compositae Rosaceae
<i>Bombus muscorum</i>	Ouvert	Euro-méditerranéenne	Leguminosae Compositae Boraginaceae
<i>Bombus pomorum</i>	Ouvert	Medio-européenne	Leguminosae Scrophulariaceae
<i>Bombus ruderatus</i>	Ouvert	Atlantique	Leguminosae Compositae
<i>Bombus subterraneus</i>	Ouvert	Euro-sibérienne	Leguminosae Scrophulariaceae
<i>Bombus veteranus</i>	Ouvert	Euro-sibérienne	Compositae Labiatae Leguminosae

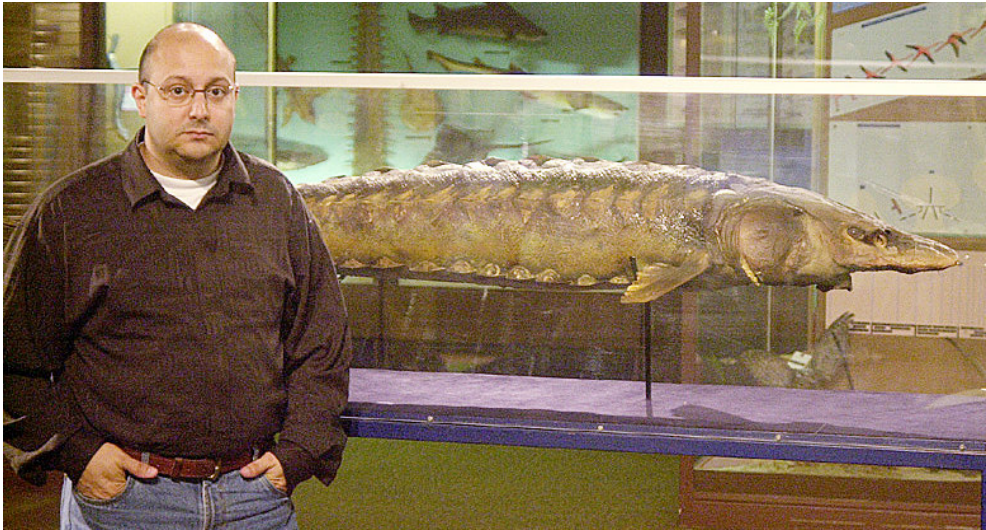


Figure 1. Esturgeon pris à Mons, dans la Haine, affluent de l'Escaut, vers 1900. Exemple conservé au Musée d'Histoire Naturelle de Mons (Belgique). Le Dr. M. Terzo donne l'échelle.

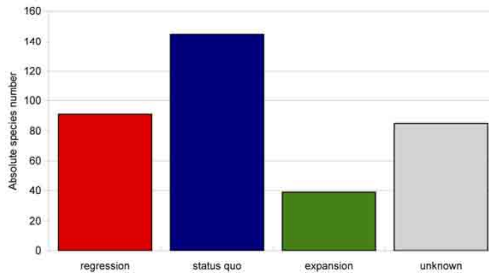


Figure 2. Statut des espèces d'Apoidea en Belgique (d'après Rasmont *et al.*, 2005).

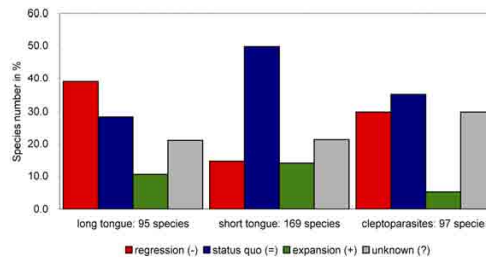
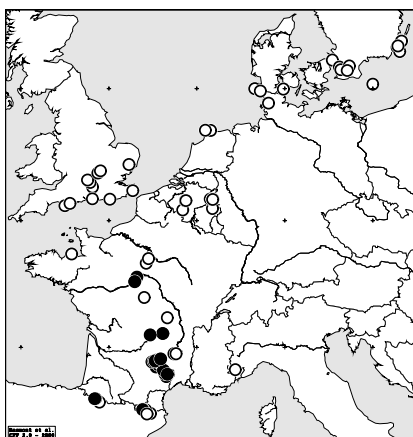
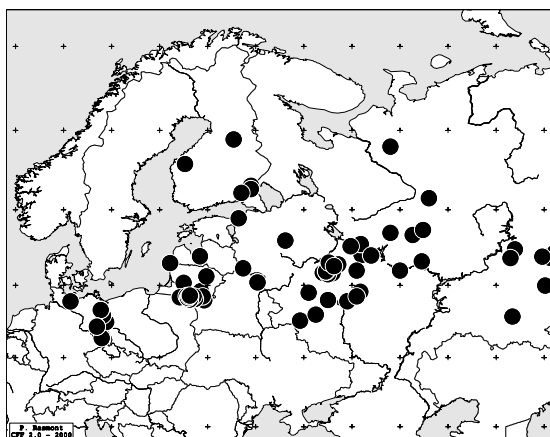


Figure 3. Statut des espèces des trois grandes guildes d'Apoidea sauvages de Belgique. (d'après Rasmont *et al.*, 1992)



Bombus cullumanus
161 specimens
○ Before 1980 : 119 specimens
● Since 1980 : 42 specimens

Figure 4. Distribution de *Bombus cullumanus* (Kirby) (d'après Rasmont, 2003). Depuis 1980, l'espèce n'existe plus qu'au Massif Central et aux Pyrénées, soit une régression de plus de 1000km vers le sud.



Bombus semenoviellus 110 specimens

Figure 5. Distribution de *Bombus semenoviellus* (Skorikov). Toutes les observations à l'ouest de Moscou sont récentes. L'espèce étend sa distribution vers l'ouest. Elle est arrivée en Allemagne et en République Tchèque depuis moins de 10 ans (van der Smissen & Rasmont, 2000, Hovorka *et al.*, 2006).

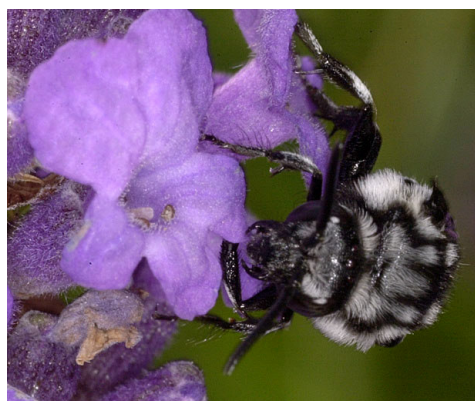
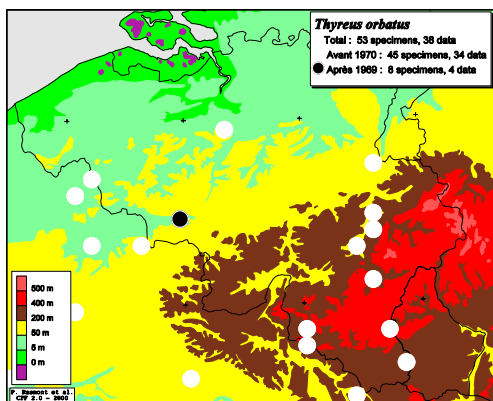


Figure 6. *Thyreus orbatus* (Lepeletier), Apidae en très forte régression en Belgique. Distribution en Belgique et mâle photographié à Mons en 2000.

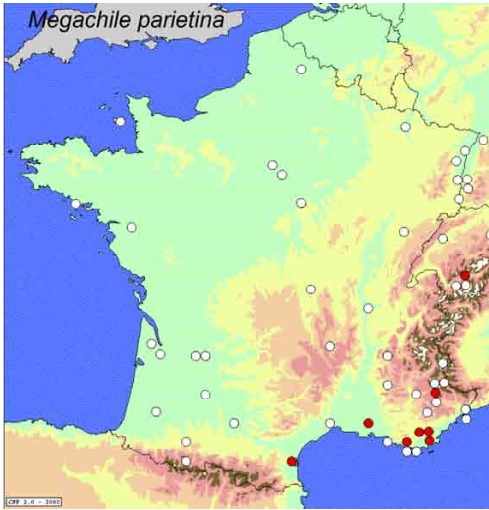


Figure 7. Distribution du Chalicodome des murailles (*Megachile parietina* (Geoffroy)), en France. En blanc, données avant 1970. En rouge, données depuis 1970 (d'après Rasmont, 2003).

Choix floraux de *Megachile parietina*

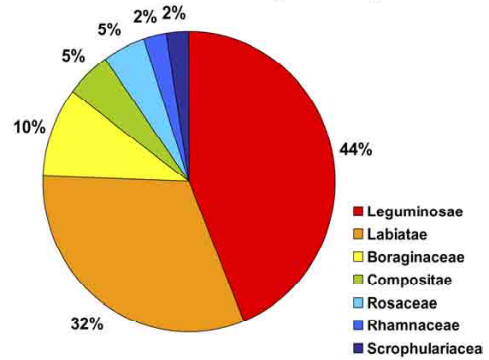


Figure 8. Fleurs butinées par le Chalicodome des murailles, *Megachile parietina* (Geoffroy), en France (d'après Rasmont, 2003).

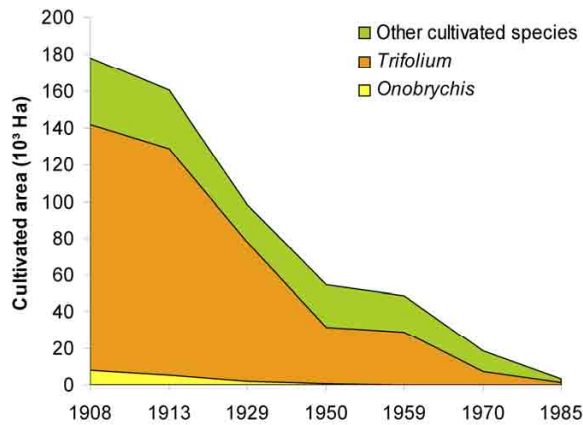


Figure 9. Surface des cultures de légumineuses en Belgique de 1908 à 1985 (Rasmont & Mersch, 1988; Patiny, 1998).



Figure 10.
Pelouse sèche riche en légumineuses à Eyne (Pyrénées-Orientales). On y trouve de nombreuses espèces de bourdons de milieux ouverts, en régression ailleurs en Europe (Rasmont *et al.*, 2000).



Figure 11.
Plaine cultivée à Trivières (Belgique, La Louvière, 2004). Dans la première moitié du XXème siècle, il s'y trouvait de très nombreuses espèces de bourdons inféodées aux pelouses oligotrophes riches en légumineuses. La végétation y est maintenant très fortement nitrophile et aucune de ces espèces de bourdons ne s'y trouve plus.

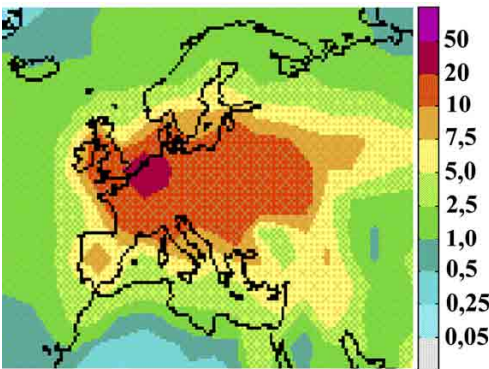


Figure 12.
Retombée d'azote assimilable d'origine atmosphérique. Echelle en kg/ha an. D'après Galloway & Cowling (2002). Avec l'aimable autorisation de J.N. Galloway et de F.J. Dentener.



Figure 13.
Un agent des Eaux-et-Forêts tente de pénétrer dans une réserve naturelle envahie d'orties (Petit-Lez, Gembloux, Belgique, 2003).



Figure 14.
La Haine à La Louvière (Belgique), en 2004. C'est dans cette rivière, non loin de cette localité, que l'on a pêché l'esturgeon de la figure 1, vers 1900. Un siècle plus tard, les eaux y sont grises, per-eutrophes et largement hypoxiques. Les berges sont couvertes d'orties.

