

## It's the pollen, stupid ! \*

L'important ce n'est pas que la rose, crois-moi\*, le pollen aussi !

Le constat tourne maintenant en boucle, comme une évidence : le réchauffement climatique et l'agriculture intensive sont fatals aux insectes, abeilles évidemment incluses. La conclusion qui s'impose est elle aussi déroulée en boucle : il faut en même temps cadrer le réchauffement climatique dans des limites tolérables (les accords de Paris ; la décarbonation des économies), modifier radicalement nos pratiques agricoles, industrielles et urbanistiques, et planter des millions d'arbres pour protéger les sols et les eaux, ombrager et fixer du carbone... De gros chantiers collectifs nous attendent donc, sur lesquels on ne peut être que d'accord, et qui méritent d'être précisés par la revue des travaux de recherches qui sera proposée ci-après. On soulignera enfin aussi un besoin de plus d'innovations, tant dans la palette végétale à planter que dans les pratiques. Sur ces sujets, les yeux des abeilles, qui sont sûrement meilleures écologues que nous, sont bien utiles ! Et ce qu'elles disent, ici en anglais plagiant une punchline qui aura fait gagner les élections américaines à Bill CLINTON, anticipe ce qui doit être notre réponse : nous devons, dès maintenant, restaurer l'offre en pollen dans tous nos paysages ; il faut en assurer disponibilité et diversité, toute l'année, pour les abeilles, et finalement pour toute la biodiversité.

### Le constat

Commençons par des "détails" que les chercheurs empilent ici pour montrer les profonds déséquilibres en cours : plus de 30 % de nos populations d'abeilles sauvages et domestiques, de papillons, de batraciens et d'oiseaux sont déjà en déclin, tandis que 10 % de ces espèces sont purement menacées d'extinction (rapport du groupe d'experts sur la biodiversité, IPBES, publié en février 2016). On sait aussi que ces 27 dernières années, plus de 75 % des insectes européens ont disparu (HALLMANN C. A. et al., « More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas », in PLoS One 12(10): e0185809, 2017). Les recherches au niveau mondial confirment aussi que les populations d'insectes sont quasiment deux fois moins nombreuses dans les zones les plus touchées par le réchauffement climatique et soumises à une agriculture

intensive que dans les habitats les moins perturbés, selon une étude de l'Université de Londres, publiée en avril 2022 (Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. Nature ; <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>). Cette dernière étude s'inquiète logiquement des conséquences pour la pollinisation des cultures et montre également que les impacts combinés du changement climatique et de l'agriculture intensive, incluant l'utilisation généralisée d'insecticides, sont pires que si ces deux facteurs agissaient indépendamment. Tous ces déclin, chiffrés comme des coups de poing, sont corrélés partout à la forte baisse des ressources alimentaires dont disposent les insectes... Et les chercheurs de conclure ainsi : « Nous ne pouvons pas continuer à perdre des espèces sans provoquer des conséquences catastrophiques ».

\* À chantonner comme Gilbert BÉCAUD, avec un brin d'accent du midi.

Le cocktail fatal est bien cerné : baisse des ressources alimentaires, agriculture intensive, avec l'agro-chimie qu'elle véhicule, destruction des habitats, et changement climatique sont les moteurs du déclin des insectes ; dont acte !

Il faut ici aussi rappeler que le nombre et la diversité d'insectes qui dépendent des fleurs, du nectar, mais aussi du pollen pour obtenir des protéines, est très important : les pollinisateurs, les abeilles, n'en sont pas les seuls dépendants. Beaucoup d'autres hyménoptères, même ceux considérés comme prédateurs carnivores, en dépendent à certains stades de leur vie. De nombreuses araignées qui attrapent aussi le pollen sur leurs toiles, divers acariens, des coléoptères, des coccinelles, des mouches, des papillons... en mangent au moins de temps en temps ; jusqu'au frelon asiatique qu'on voit facilement sur les fleurs du lierre. Finalement, c'est toute une pyramide alimentaire fondée sur les insectes, donc en grande partie sur les fleurs, qui est en question.

## Ce que l'on sait sur le pollen

Les chercheurs ont progressivement affiné le sujet des ressources alimentaires nécessaires pour les insectes, en particulier celles nécessaires à nos abeilles. Les protéines, donc les acides aminés qui les constituent, sont extrêmement importantes, et les pollens en sont une entrée quasi exclusive. Les abeilles en dépendent entièrement ; ainsi une ruche nécessite une quantité comprise entre 17 et 34 kg de pollen par an. Ce qu'on découvre est qu'il faut, impérativement, une diversité importante de pollens pour assurer l'apport en acides aminés essentiels.

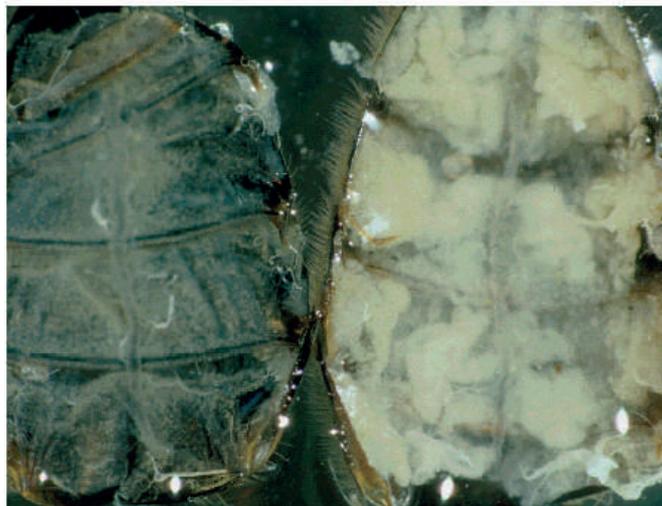


Pollens, diversité des couleurs, diversité des acides aminés, oui !... et diversité de goût ?  
© Yves DARRICAU

On le sait depuis les travaux de De GROOT (1953) qui a décrit la valeur nutritionnelle des pollens et leur richesse en 10 acides aminés essentiels (il s'agit d'arginine, histidine, lysine, tryptophane, phénylalanine, méthionine, thréonine, leucine, isoleucine, valine ; ces trois derniers étant les plus importants).

Ceux-ci ne sont entièrement présents dans aucun pollen et ne peuvent être obtenus que par un mix de divers pollens à tout moment (pour nous c'est "cinq fruits et légumes par jour"... ; pour nos abeilles, ce serait "trois pollens..."). Ces acides aminés des pollens deviennent les tissus musculaires, les protéines de l'hémolymph, les enzymes... et ceux dits essentiels ne sont pas synthétisés par l'abeille et doivent donc être ingérés.

Durant les années 1960 à 1980, l'importance des qualités des pollens s'est affinée ; leurs apports conjoints en lipides et protéines ont été constatés sur le développement des corps gras et des glandes hypopharyngiennes, sur l'élevage des larves et finalement sur la durée de vie.



Corps gras (blanc) réduit en butineuse (à gauche), complètement développé en « abeille d'hiver » (à droite). Crédit Photo © KELLER, I P FLURI, A IMDORF (2005)  
Pollen nutrition and colony development in honey bees: Part 1. *Bee World* 86(1): 3-10.

On se rend compte aussi que les abeilles sont capables de trier les pollens et de rechercher les plus utiles et complets pour satisfaire leurs besoins. On commence aussi à classer les végétaux utiles en fonction de la qualité de leurs pollens. On considère comme excellents les pollens des trèfles, colza, poiriers, amandiers, peupliers, ronces et framboisiers... et comme médiocres ceux du tournesol, du maïs...

Le comportement des abeilles face aux disponibilités est aussi mieux connu : elles font une importante collecte des sources les plus proches, à toutes époques, même si la qualité des protéines y reste moyenne, et font des efforts énormes, en termes de kilomètres parcourus pour compléter leur diète et satisfaire leurs besoins en acides aminés essentiels. L'absence de diversité des pollens dans certains paysages est parfois non compensable et se traduit par des pertes, des durées de vie raccourcies (le pollen d'Ambroisie est cité) et de moindres résistances face aux stress divers.

Plus récemment, on a confirmé que le pollen construisait en profondeur la physiologie des abeilles. DI PASQUALE (2013) a testé l'influence de diverses diètes (pollens monofloraux et

poly-floraux) et conclu que les pollens influent sur leur résistance aux parasites et autres stress. Ces travaux poursuivis partout débouchèrent sur une plus grande connaissance du rôle d'une lipo-protéine, la vitellogénine, fabriquée par le "corps gras" des abeilles -et autres insectes- à partir des pollens, et associant lipides (stéroïdes) et protéines. Cette vitellogénine a le rôle essentiel de réserves en énergie (les lipides sont des sucres stockés) réutilisables et transformables en cire et en acides aminés (pour les protéines), mais aussi pour l'élevage des larves et pour la gelée royale. Ces réserves corporelles sont ainsi fondamentales pour l'avenir des colonies et l'élevage des embryons, tant chez les insectes que chez les vertébrés ; on fait ainsi le parallèle entre la vitellogénine et le vitellus, le jaune dans l'œuf. On constatait alors aussi son impact sur le comportement social des abeilles : le taux de vitellogénine déterminant leur type de butinage. Ainsi, de fortes teneurs en vitellogénine chez les jeunes abeilles vont privilégier un butinage tardif et orienté vers la collecte de pollen, et des teneurs plus faibles vont permettre un butinage plus précoce et orienté vers la collecte de nectar.

La vitellogénine (dans l'histoire de la construction de la machinerie biochimique de la vie sur Terre) et grosse molécule associant sucres et acides aminés -issus des fleurs- s'avère fondamentale pour permettre l'apparition d'organismes et d'organisations sociales sophistiquées.

Une importante publication (mars 2017) associant l'Inra, l'Acta et l'Itsap -Institut de l'abeille- souligna le rôle de cette vitellogénine dans la survie hivernale chez les abeilles mellifères, et cite ainsi ses résultats : « Les colonies composées d'individus avec des forts taux de vitellogénine ont atteint des taux de survie hivernale d'environ 90 %, alors que les colonies à faibles taux de vitellogénine présentent un taux de survie hivernale de 60 % ». La vitellogénine peut augmenter de 30 % la probabilité de survie des colonies en hiver. Un tiers de mieux, pour un facteur alimentaire, chapeau le pollen !

Une abeille en chasse de pollen sur une rose qui offre ses nombreuses étamines. © Yves DARRICAU



Cette étude souligne aussi que la production de vitellogénine est favorisée par la qualité de l'environnement - sa richesse et diversité en pollens- dans lequel les abeilles se préparent à l'hiver. Tout manque ou déséquilibre de ces ressources de fin de saison peut compromettre la constitution des réserves hivernales, celles qui font les abeilles "grasses", qui leur assurent la traversée de l'hiver. La vitellogénine réduit bien le stress oxydatif en piégeant les radicaux libres, et permet aussi une certaine résistance au parasitisme des varroas (à ce sujet on verra l'article de J. RIONDET et F. GUILLAUD dans le numéro 1097 de *L'Abeille de France* - janvier 2022, qui fait le tour des connaissances à ce sujet).



Récolte de pollen en plongée dans la fleur de pivoine © Yves DARRICAU

Elle semble enfin jouer un rôle sur la stimulation du système immunitaire des abeilles, ce que cherchent à mieux comprendre diverses recherches en cours.

Une publication de septembre 2021 (Pollen nutrition fosters honeybee tolerance to pesticides, incluant de nombreux chercheurs, dont Léna BARASCOU, Yves Le CONTE et Cédric ALAUX) (<https://doi.org/10.1098/rsos.210818>) enfonce encore plus le clou et précise que la disponibilité et la qualité des pollens influent sur la sensibilité et améliorent la résistance des abeilles aux pesticides. La vitellogénine est encore dans le coup, permettant une détoxification de l'organisme des abeilles en leur facilitant la métabolisation des pesticides, et donc une meilleure survie (ce qui ne dédouane pas les pesticides, bien entendu !).

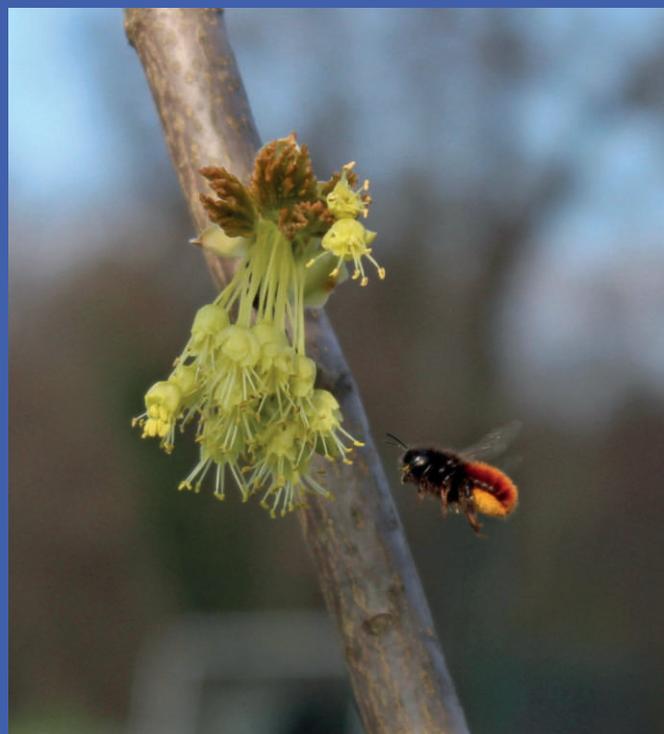
Enfin, fin décembre 2021, une étude étend ces avancées à toutes les abeilles, qu'elles soient domestiques ou sauvages (Critical links between biodiversity and health in wild bee conservation ; étude à laquelle de nombreux chercheurs européens ont collaboré dont C. ALAUX : on verra DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.11.013>Highlights).

Elle lie la santé de toutes les abeilles aux ressources florales et aux paysages dont elles disposent, et pointe nos diverses activités et pratiques qui appauvrissent la qualité de leurs diètes et accélèrent le déclin de leurs populations. Elle constitue une étape de plus vers la connaissance de ce que sont les interactions entre les facteurs environnementaux (diversité florale, diversité des niches dans les paysages...), la diversité, la quantité et la santé de toutes les abeilles.



Pollen jaune sur fleur bleue ! © Yves DARRICAU

La conclusion pratique, à ce stade, peut se résumer ainsi : l'offre, quantitative et qualitative, en pollen, est bel et bien stratégique. Les pollens sont la clef pour assurer la bonne santé des abeilles toute l'année, pour en préparer l'hivernage avec une offre de fin d'été particulièrement soignée, et pour les protéger face aux multiples stress qu'elles affrontent : des éléments qui donnent de solides arguments pour préserver les habitats à flores variées et surtout pour restaurer nos paysages.



Des poils pour porter du pollen : une bonne idée ! © Yves DARRICAU

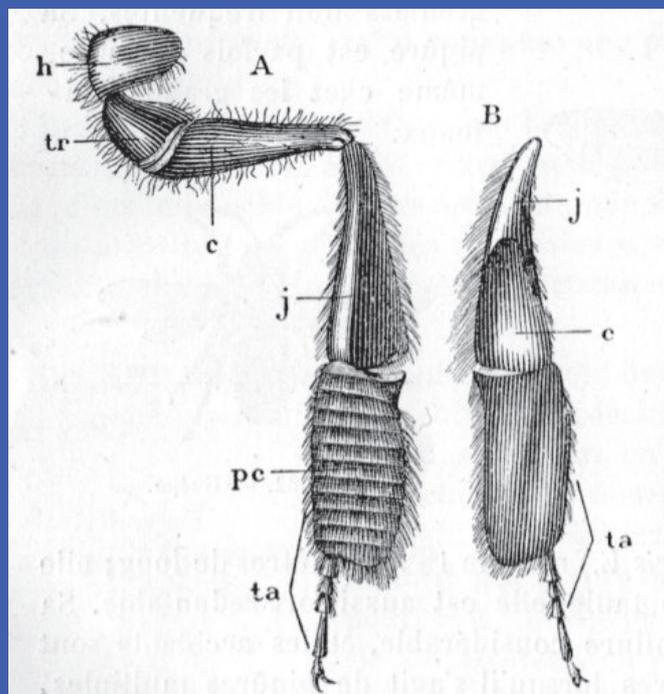


Fig. 603. — Patte postérieure droite d'une ouvrière. — A, face interne. B, face externe. *h*, hanche. *tr*, trochanter. *c*, cuisse. *j*, jambe avec sa corbeille *c*. *ta*, tarse, dont le premier article ou pièce carrée *pe* montre les rangées de poils constituant la brosse.



Brosse à pollen - Dictionnaire des Sciences Animales © Cirad.fr



## Ce que l'on sait sur la flore de nos paysages

• **Le premier constat que l'on peut faire est celui d'une dérive continue de nos paysages et de leurs flores.** Nos diverses activités, très lourdes depuis les années 1960, ont changé la donne à échelle historique inconnue : on citera la disparition des haies champêtres dont 70 % (soit 750 000 km) ont disparu de nos paysages, soit l'équivalent boisé d'un département. On citera aussi le grignotage péri-urbain, le mitage pavillonnaire et les emprises diverses (routes, zones commerciales...) en zones rurales, qui ont aussi artificialisé l'équivalent d'un autre département... On soulignera la spécialisation agricole de nombre de terroirs qui a simplifié à outrance la flore agricole : ici ce sera un menu colza-tournesol, là une implacable monoculture de maïs ou de vignes, ou bien là encore un panachage fourrager sans mellifères, ray-grass et maïs... On a ainsi façonné de vrais déserts (apicoles) sans floraisons utiles, ou bien des espaces à ressources parfois fortes mais temporaires. Ajoutons que la grande majorité des zones champêtres encore arborées (bosquets délaissés, restes de haies, abords routiers...) est en déshérence, faute d'avoir une quelconque utilité à nos yeux. Aussi, quand les chercheurs quantifient que quasiment 30% de notre biodiversité a disparu concomitamment, il n'y a rien d'étonnant. La baisse des populations a suivi la baisse des ressources alimentaires qu'on a provoqué par des aménagements inconséquents et de mauvaises pratiques paysagères. L'agrochimie, les pollutions et les pesticides, les tontes et nettoyages excessifs sont venus en sus de ce facteur alimentaire qui ne date pas d'aujourd'hui : les chercheurs anglais pointaient dès 1930 ce problème alors que leur agricultu-

re labourait ses prairies naturelles, fleuries toute l'année, et y implantait ses fameux ray-grass, une graminée hautement productive sans fleurs et donc sans intérêt écologique. Le problème était alors pointé, « *there is a lack of flowers* ». Moins de fleurs, moins de pollen, moins de pollinisateurs !

• **Le second constat, dont l'importance pour les pollinisateurs est mieux cernée, est l'avancement des floraisons.** La mécanique à l'œuvre mérite d'être détaillée : les phases de développement des végétaux sont corrélées aux sommes des températures qu'ils subissent, au-delà d'un seuil propre à chaque plante, et défini comme son « zéro de végétation » à partir duquel elle peut se développer. Dans notre pays à forte culture viticole, la séquence de la vigne est particulièrement bien connue et éclairante. Son zéro de végétation est de 10 °C et il est atteint de plus en plus tôt en saison : le débourrement a ainsi avancé de 4 jours, le début de la floraison a avancé de 14 jours, et les vendanges ont avancé en moyenne de 21 jours par rapport aux années 1950. Le raccourcissement des cycles joue pour chaque plante en fonction de son « zéro de végétation » : les plantes précoces (pissenlit, premiers fruitiers...), à zéro plus bas, et faibles besoins en « sommes de températures » ont avancé leurs floraisons d'environ une semaine ; alors que les arbres tardifs, à zéro et sommes de températures plus élevées, les ont avancées de trois à quatre semaines (tilleuls, châtaigniers, chênes...).

L'impact du réchauffement supplémentaire attendu (entre 1 et 3 °C ?) produira encore de semblables avancements proportionnels qui compacteront d'autant la période de production de fleurs de l'essentiel de notre flore actuelle. Les étés vont devenir de plus en plus longs !

Se dessine un avenir de trous alimentaires, de disettes, de rareté des pollens, avec des risques particuliers de désynchronisation entre les cycles des insectes et les floraisons (on n'en sait pas grand-chose), et un évident manque accru de floraisons estivales et automnales.



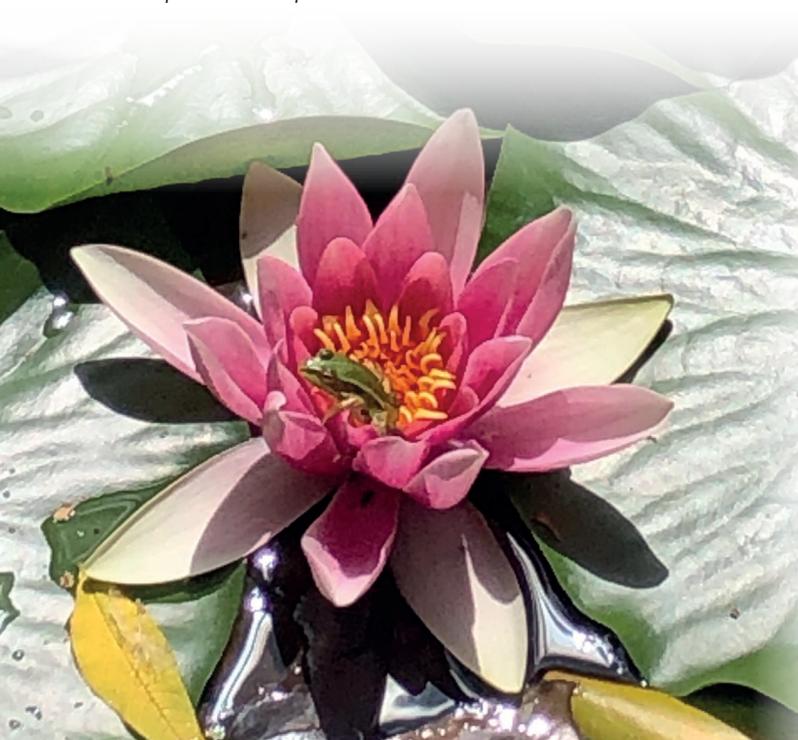
Le pollen des coquelicots, un des plus riches en protéines.  
© Yves DARRICAU

De ce fait, la phénologie et la chronologie florale (apparition et successions des floraisons) deviennent fondamentales pour les insectes ; celles-ci sont liées à un contexte climatique, et sont donc variables selon l'origine géographique des plantes. Une récente recherche de l'Université allemande de Munster en montre l'importance et la possibilité d'obtenir un impact très favorable si on réunit des plantes de provenances diverses pour des synchronisations insectes-fleurs idéales ; et pour des floraisons les plus continues possibles... Ils ont ainsi fait monter dans diverses provinces des plantes de leur "sud munichois" pour éviter les trous et lisser l'offre. Résultat positif ! Pour l'heure, les chercheurs allemands pensent que leur Sud suffira pour leur territoire ; mais avec encore un petit effort (thermique), ils constateront aussi qu'ailleurs, il y a plus et mieux adapté (voir : Plant provenance affects pollinator network : Implications for ecological restoration. Journal of Applied Ecology, 2021; DOI: 10.1111/1365-2664.13866). C'est, au passage, un coup de canif au dogme du "Végétal local" et, surtout, une invitation à adapter nos paysages floraux.

• **Le troisième constat est que le changement climatique va induire (sinon obliger) une re-localisation des espèces végétales et animales en recherche de leurs conditions optimales de vie (sinon de survie)...** Cette re-localisation a d'ailleurs déjà commencé naturellement pour les "herbes" qui se déplacent facilement. Mais comme ces conditions changent trop vite, les arbres en particulier ne peuvent s'adapter idéalement et seuls, en remontant dans nos paysages, par ailleurs trop morcelés et très appauvris. Une étude très récente le souligne (on verra : Conservation strategies for the climate crisis : An update on three decades of biodiversity management recommendations from science. Biological Conservation, 2022; 268: 109497 DOI: 10.1016/j.biocon.2022.109497).

Il va falloir agir, en pratiquant des déplacements, en conservant au mieux, en provoquant des enrichissements, en acclimatant, comme on l'a toujours fait : bref, se risquer à aider !

*La reinette guette le gourmand qui viendra récolter le riche pollen du nénuphar ! © Yves DARRICAU*



## Réagir : le pollen comme fil conducteur

Le constat est clair : notre flore dans son ensemble est fragilisée, tant par nos pratiques que par le réchauffement climatique, et les insectes en payent un énorme prix. Le pollen devient un bien stratégique et doit être le fil conducteur de toutes nos actions : il faut re-fleurir nos paysages, arborer les villes, les campagnes et les jardins, planter des haies, diversifier les forêts... et adapter la palette plantée, pour assurer une offre quasi permanente en pollens diversifiés grâce à une flore la plus variée possible. La palette retenue quasiment partout devra viser en priorité les floraisons estivales, tardives et hivernales. On dispose d'arbres et arbustes locaux (viorne-tin), de créations horticoles (*Lagerstroemia...*), et d'acclimatés (*Sophora, Tetradium...*) rares encore. Divers exemples en ont été présentés dans la revue et sont aptes à rendre ces services d'apport de pollen hors-saison, voire à contre-pied de nos flores locales.



*Petits mangeurs de pollen, sur rosier simple. © YD*

L'apiculteur veillera attentivement à la préparation à l'hivernage avec du pollen de fin d'été. Il faut assurer du lierre, bien entendu, on en reparlera dans un prochain article, mais pas seulement. Et tant de nos nombreux terroirs sont déséquilibrés, il peut s'avérer utile de créer des "îlots de biodiversité", sources de pollen autour des ruchers, avec une flore amplement complétée par des arbres et arbustes venus du sud et d'ailleurs.

Pour l'avenir proche, on a aussi un grand besoin d'Innovation végétale ! Planter des millions d'arbres est affaire sérieuse ; elle doit être préparée en envoyant nos botanistes revisiter les flores tempérées du Monde, de la Chine au Chili, en passant par le Caucase... Aller, partout, de là d'où vient la vigne à là où elle s'est implantée avec succès, pour rapporter de nouvelles espèces et variétés pour le plus chaud et le plus sec qui vient. Il nous faut une palette d'arbres et d'arbustes enrichie d'espèces et de variétés mellifères. Vite une mission franco-chinoise : là-bas, la si riche biodiversité a encore des surprises à introduire ici ! Idem pour les créations horticoles à venir qui dorénavant se devront d'être, à la fois, belles et riches en pollens. Cette démarche d'innovation et d'acclimatation est d'ailleurs tout le sens d'un projet porté par le SNA, soucieux de la restauration de notre biodiversité, qui vise une palette de végétaux mellifères d'avenir pour 2050 et qui souhaite mobiliser chercheurs, botanistes, horticulteurs et pépiniéristes pour ce faire.

Re-fleurir nos paysages, c'est aussi repenser leur beauté ; une beauté utile, dont les prochains rapports du GIEC parleront certainement, et qui donnera tout son sens à nos efforts pour rester dans un environnement vivable. ●