

YVES BERTHAUD ET ANNE CHEVAIS

CONNAISSANCE DES ABEILLES

POUR UNE APICULTURE RATIONNELLE



DUNOD

Crédits iconographiques

Figures 1, 9, 15, 21, 38, 46, 67 et Tableau 2 : Bernadette Coleno. Figure 2 : à gauche Thomas Seeley (1985), à droite Georges Poinar (2020). Figure 7 : Shutterstock.com/Magicleaf. Figure 18 : à gauche Shutterstock.com/Fox design, à droite Shutterstock.com/Vectorfair. Figure 30 : à gauche Shutterstock.com/Guilherme Garutti, à droite Shutterstock.com/Photo Nature Travel. Figure 33 : Shutterstock.com/VectorMine. Figure 40 : Shutterstock.com/Bodor Tivadar. Figure 42 : Konogan Baranton. Figure 45 : Shutterstock.com/Chaichawna. Figure 49 : Maxime Deforet/CNRS. Figure 62 : Shutterstock.com/dr.salama.photography. Figure 64 : Shutterstock.com/Nobeastsofierce. Figure 66 : Shutterstock.com/Igors Strogonovs. Figure 75 : Shutterstock.com/S Gribble. Toutes les autres figures ont été faites par les auteurs.

Direction artistique : Nicolas Wiel
Mise en pages : Nord Compo

NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70 % de nos livres en France et 25 % en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

Table des matières

Préface	9
Introduction	11
1 L'abeille dans tous ses états	15
Et Dieu créa l'abeille	16
1. Chronologie de la Terre et du vivant	16
2. Sources paléontologiques	17
3. Arbre phylogénétique	17
4. Caractérisations morphométriques	19
5. Que dit la génétique ?	21
Les appareils respiratoire et circulatoire	22
1. Comment l'inspiration vient à l'abeille	22
2. Son sang ne fait qu'un tour	24
Les glandes exocrines	26
1. Montre-moi tes glandes et je te dirai qui tu es	26
2. Glande en haut	27
3. Glande en bas	28
Les organes des sens	32
1. Les antennes ne sont pas toujours paraboliques	32
2. L'abeille de Cadix a des yeux de velours	33
3. Les abeilles mettent le pied dans le plat	37
L'histoire de quelques maladies des abeilles	39
1. La diarrhée et la nosérose	39
2. La maladie noire ou la paralysie chronique de l'abeille	40
3. Les loques américaine et européenne	41
4. La varroose	42
5. Les viroses potentialisées ou transmises par le varroa	43
6. Le frelon asiatique	45
7. Des dangers pour le futur	45

La communication chimique : les phéromones	47
1. Définition	47
2. Les différents types de phéromones	48
3. Régulation sociale	49
La communication gestuelle : la danse	52
1. Entrons dans la danse	52
2. Un langage ?	54
Le cerveau et ses capacités cognitives	56
1. Des nœuds au cerveau	56
2. Carte mentale, horloge interne	57
3. Capacités inventives du cerveau du chercheur	59
4. Une mémoire d'éléphant	62
5. Rester zen et bien dormir	64
2 La reproduction	67
La découverte de la fécondation royale	68
1. Régner, un travail généré	68
2. L'inconcevable polyandrie	69
3. S'envoyer en l'air en l'air	70
L'essaimage	74
1. Ça déménage	74
2. Le chant du départ	74
3. L'essaim	75
4. La maison du bonheur	76
5. L'application en apiculture	77
La différenciation sexuelle	78
1. Haploïdie, diploïdie, du rifié dans les chromosomes	78
2. La détermination sexuelle	81
3. Les mâles diploïdes	82
4. Le couvain lacunaire et la consanguinité	84
Race pure, métissage et hygiène	88
1. Quiz de vocabulaire réservé aux personnes qui n'ont pas fait de biologie	88
2. L'abeille zèbre	89
3. Les prodiges du métissage : l'abeille Buckfast	90
4. Les gènes de l'hygiène	92

L'épigénétique	93
1. Un peu de génétique	93
2. Modification des histones	94
3. Modifications de la structure de l'ADN	96
4. Les micro-ARN	98
3 La ruche	99
L'architecture des ruches	100
1. Les ruches écologiques, sur les traces des trois petits cochons	100
2. Vie en communauté et cohabitation	101
3. Pour les études expérimentales : au pays des voyeuristes	102
4. Les ruches productivistes	103
Le diagnostic thermique	105
1. La puissance thermique d'une colonie	105
2. Protéger la ruche en hiver	106
3. En été, la clim	109
Aux quatre coins de l'Hexagone	111
1. La construction des rayons	111
2. Quelques interprétations	112
Champs fleuris et champs électromagnétiques	116
1. Lignes imaginaires	116
2. La sensibilité au champ électrique	117
3. La sensibilité au champ électromagnétique	117
4 Les produits de la ruche	121
Toutes les couleurs de la cire	122
1. Les écailles : du translucide au blanc	122
2. Du blanc au noir	124
Les propriétés mécaniques de la cire	126
1. Les propriétés de la cire	127
2. Les propriétés des fibres de cocon	129
3. Les propriétés du mélange cire cocon	130
4. Modélisation du comportement d'un rayon	131

Quelle énergie est nécessaire à la synthèse de la cire ?	132
1. Les expériences de Huber au XIX ^e siècle	132
2. La synthèse de Hepburn au XXI ^e siècle	133
La cire naturelle, frelatée ou polluée	136
1. La composition de la cire d'abeille	136
2. Cire et polluants	137
3. La cire frelatée	139
4. Acheter de la cire	140
Le miel est-il bon pour la santé ?	142
1. Le goût du sucre	142
2. Les propriétés prodigieuses du miel	143
3. Les traitements à base de miel	144
4. Le miel de Manuka, un miel merveilleux ou une merveille de marketing ?	145
Le miel liquide, solide, ou crémeux ?	147
1. Une solution sucrée	147
2. La cristallisation	149
3. Le miel crémeux et le déphasage	151
La conservation du miel	153
1. La naissance d'une légende	153
2. Conserver le miel de façon optimale	154
3. Indicateurs de bonne conservation	155
Le miellat	157
1. Les mots pour le dire	157
2. La fabrication du miellat	157
3. La composition du miel de miellat	159
4. Le metcalfa, pomme de discorde entre les apiculteurs et les cultivateurs	160
Miel et magouille, quelle tambouille !	161
1. Problématique	161
2. Les types de fraudes	162
3. Enquête européenne récente	163
Le pollen	165
1. Les grains de pollen	165
2. La composition des pollens	166
3. Quel intérêt pour l'apiculture ?	167
4. Les compléments alimentaires pour les abeilles	168

Le pollen au tribunal : une histoire d'OGM	170
Le pain d'abeilles	173
1. La recette de la choucroute des abeilles	173
2. La diversification alimentaire	174
3. L'alimentation humaine	175
La gelée royale	176
1. Description	176
2. L'épigénétique	176
3. Vertus médicinales	178
La propolis et le venin	179
1. L'origine de la propolis	179
2. La composition de la propolis	180
3. La propolis bienfaitrice	181
4. Le venin	182
5 Des abeilles et des hommes	185
Le production de miel dans le monde	186
1. L'évolution sur une cinquantaine d'années	186
2. La production mondiale par pays	188
3. En Europe	189
Le marché du miel	191
1. Le marché mondial du miel	191
2. Le marché du miel en Europe	191
3. Le marché français	193
Les femmes et l'apiculture	196
1. Catherine Élizabeth de Curtas	196
2. Christine Jurine	197
3. Augustine Chambon de Montaux	198
4. Ellen Tupper	199
5. Lodemia (Dema) Charlotte Bennet	200
6. Eva Crane	200
Les abeilles en ville	201
1. Les ruches font le buzz	201
2. Une abeille dans la ville	202
3. Les abeilles sauvages	203

Activité humaine et disparition des abeilles	205
1. La disparition des abeilles en Chine	205
2. Le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles, une sonnette d'alarme ?	206
3. La mortalité chiffrée	206
4. La survie des abeilles sans ingérence humaine	208
5. L'évolution de la natalité	209
Glossaire	211
Acronymes	215
Index	217
Références	221

Préface

A lors que venait tout juste d'être publié notre ouvrage commun avec Marc Guillemain et Damien Mérit sur les travaux d'isolation des ruches et des méthodes d'élevage associées, je reçois d'Yves Berthaud et d'Anne Chevais le manuscrit de leur travail. J'ai regretté ne pas l'avoir reçu bien avant, tant sa documentation est abondante, diversifiée et parfois rare !

J'ai lu avec gourmandise et d'une traite cet imposant écrit qui présente avec pédagogie et détails les très nombreuses études qu'ils ont su réunir pour présenter ce que l'on peut et, pourquoi ne pas oser dire, doit savoir lorsqu'on élève des abeilles.

L'apiculture est devenue un travail d'éleveur tant les conditions environnementales ont changé depuis mon adolescence où j'ai acquis les connaissances des apiculteurs de cette époque : cueillir les essaims, diviser les ruches, poser des hausses. Mes connaissances sur la biologie de l'abeille, de la colonie, bien que succinctes étaient suffisantes. L'accès aux documents techniques était très onéreux et difficile, ce qui ne m'avait pas empêché de découvrir dans le grenier de mon arrière-grand-père des ouvrages remarquables, comme celui de François Huber *Nouvelles observations sur les abeilles* de 1814 ou celui de Schirach *Histoire naturelle de la reine des abeilles* de 1771. Puis, peu à peu, j'accédais aux grands auteurs contemporains de la pratique apicole, Alin Caillas, Pierre Jean-Prost. C'était avant l'arrivée de varroa, des insecticides systémiques, des transformations des paysages agricoles et du changement climatique.

L'abeille est un insecte robuste comme tous les êtres vivants de son genre, mais depuis la fin du siècle dernier les conditions environnementales ont évolué de manière délétère mettant en cause leurs conditions même d'existence. Désormais, comment appréhender la conduite des colonies sans connaître les modes de fonctionnement de la biologie de l'abeille et surtout de celle de la colonie ? L'abeille, cet insecte que nous connaissons tous pour le voir zigzaguer dans les fleurs en collectant nectars et pollens, n'est rien sans sa colonie, un groupe de vie que certains considèrent aujourd'hui comme un super organisme. Il y a un demi-siècle, on le désignait comme le « ventre social ». Ce changement de terme spécifie la complexité croissante du regard porté sur l'abeille.

Yves Berthaud et Anne Chevais nous invitent à explorer l'évolution des connaissances sur les mécanismes qui gouvernent la colonie. Un certain nombre de modes de communication entre les diverses catégories d'habitants de la ruche sont certes identifiés depuis longtemps, les plus récents renvoient aux mécanismes cognitifs explorés via les neurosciences. Le fonctionnement de l'abeille dans sa biologie et son évolution temporelle se double de mécanismes collectifs pour la reproduction du groupe, pour sa préservation contre les maladies, pour la gestion de ses ressources alimentaires, bref pour la maîtrise de ses conditions d'existence.

Les recherches contemporaines les plus récentes sont mises en miroir des travaux les plus anciens qui initient nos savoirs actuels. Comment s'est constituée la connaissance sur l'abeille et quelles conclusions en tirer pour la pratique apicole, telle est la thématique centrale de cet ouvrage. Yves Berthaud et Anne Chevais explorent les connaissances sur l'insecte, mais également sur ses productions.

L'intérêt de cet exercice est d'offrir un état des connaissances en apidologie tout en apportant la prudence requise notamment sur des thématiques à la mode dont les conclusions les plus hâtives font le bonheur des réseaux sociaux. Sur Internet, les auteurs se copient et se recopient sans regard critique sur les sources, les méthodes et les conditions d'observations.

Yves Berthaud et Anne Chevais décrivent les controverses entre chercheurs à toutes les époques. Ils égrènent la floraison des travaux depuis le XVIII^e siècle et nous rendent admiratifs de l'ingéniosité des observateurs/chercheurs de ces temps anciens.

C'est un ouvrage de grande envergure, totalement documenté et les références citées sont quasiment toutes accessibles. Il touchera un large public curieux de l'abeille bien au-delà des praticiens de l'apiculture, il sera un outil de base pour les centres de formation professionnelle et pour les ruchers école, il accompagnera les jeunes chercheurs dans la mise en œuvre de leurs recherches documentaires préliminaires.

Jean Riondet
Chevalier de l'ordre du Mérite agricole
Juillet 2023

Introduction

Cet ouvrage est un résumé des connaissances scientifiques en apiculture. Il a pour but de faire une passerelle entre l'apiculture et l'apidologie. En France, l'apiculture, la science des abeilles, est encore trop déconnectée de la pratique apicole. En effet, pendant des siècles, l'apiculture a été très peu développée dans notre pays.

Un petit retour en arrière s'impose. Les naturalistes du siècle des Lumières, comme Antoine Ferchault de Réaumur ou François Huber, ont fait progresser de façon spectaculaire les connaissances en biologie de l'abeille. Le XIX^e siècle a ainsi vu la création de « Sociétés d'apiculture, d'écoles d'apiculture et de ruchers de démonstration ». Selon Jean Louveaux (1996), ce mouvement concerne alors l'Europe entière.

Dans divers pays d'Europe, les universités se sont intéressées aux abeilles et l'enseignement apicole s'est développé, ce qui n'a pas été le cas en France où les pouvoirs publics ont dédaigné l'apiculture.

En France, selon Samuel Gicquel (2021), l'apiculture est plutôt considérée comme « un loisir clérical et un enjeu pastoral dans les campagnes françaises » et on peut lire dans l'éditorial de *L'Apiculteur* de 1857 : « Aussi, ne verra-t-on le progrès se développer d'une manière remarquable que lorsque l'enseignement apicole sera répandu dans les campagnes, soit par l'instituteur, soit par le curé... ». Le premier laboratoire universitaire d'apiculture est ouvert à Bures-sur-Yvette en 1945 sous la direction de Rémi Chauvin. Les comptes rendus de l'Académie des sciences publient alors quelques travaux de recherche qui sont peu accessibles aux apiculteurs. Ceux-ci ont à leur disposition la *Revue française d'apiculture*, qui édite des articles de vulgarisation très simples. Le fossé est alors grand entre les chercheurs et les apiculteurs. En 1958, une tentative de le combler provient de la création d'une section spéciale des annales de l'INRA : *Les Annales de l'abeille*. Cette revue scientifique contient des articles en français, allemand et anglais. De nombreux apiculteurs s'y abonnent puis se découragent devant des articles trop pointus ou écrits en langue étrangère. Elle devient en 1970 *Apidologie* et ne touche plus du tout les apiculteurs pour devenir une référence scientifique internationale en anglais.

La France a accumulé un retard considérable et ses apiculteurs portent le lourd fardeau du passé, ce qui signifie que la transmission des savoirs est encore bien souvent orale avec peu de conceptualisation. C'est donc ce retard que nous espérons contribuer à rattraper.

La science peut faire peur, en évoquant de pénibles souvenirs scolaires et elle semble souvent éloignée du quotidien en raison de son vocabulaire hermétique. Nous avons essayé de la rendre accessible dans un langage abordable et compréhensible. De l'étymologie de base permet de mémoriser des termes compliqués.

Les connaissances scientifiques sont évolutives et les vérités ne sont pas définitives, surtout en apiculture. De nouveaux faits sont découverts, de nouvelles maladies apparaissent, etc. Nous avons présenté une perspective historique dans la plupart des chapitres qui fait ressortir les contextes dans lesquels s'est déroulée l'évolution des concepts, notre souhait étant de redonner à la science son visage humain.

Pour cela, nous avons eu à cœur de partager avec le lecteur une partie du cheminement des chercheurs, leur curiosité, leur créativité accompagnée de logique, de minutie et de persévérance. Nous avons détaillé la méthode mise en œuvre pour obtenir les résultats, mettant ainsi en évidence les raisons pour lesquelles on peut avoir confiance dans la connaissance ainsi produite.

Nous avons crédité toutes nos sources (elles ont toutes été consultées sauf une ou deux qui sont mentionnées). Nous avons eu la chance de retrouver deux documents souvent cités comme des citations de citation... l'un de Christian Hornbostel (dit Melittophilo Theofebafto) et l'autre de Martin John (des années 1700) les deux ayant trait aux écailles de cire produites par les abeilles.

La connaissance des dernières données scientifiques n'est pourtant en aucun cas une garantie absolue de réussite. Tout apiculteur sait bien que « la connaissance et la maîtrise des techniques apicoles ne suffisent pas à garantir un résultat. Celui-ci est aussi intimement lié à d'autres compétences (observation, anticipation, lecture, interprétation des colonies, de la nature, des conditions météorologiques) dont l'appropriation repose sur une expérience personnelle et sur des formes de transmission propres à l'apiculture. » Agnès Fortier *et al.* (2019).

Nous avons surtout cherché à développer une conscience critique chez le lecteur, en espérant que la lecture en soit plaisante.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à cet ouvrage. Aurélie Cauvin, éditrice aux éditions Dunod, nous a permis de transformer une énorme masse documentaire en un livre structuré en fiches. Anthony Volle éditeur aux éditions Dunod a procédé à une relecture critique d'une très grande rigueur. Nos ami·e·s apiculteurs et apicultrices Catherine Veragen, Odile Victor et Marc Vincent ont su nous redonner de l'énergie par leurs commentaires enthousiastes. Merci à tous ceux qui hébergent nos ruches en région parisienne, sans qui nous ne pratiquerions pas l'apiculture.

Remerciements sincères à Bettina Erlenkamp de la Deutsche Fotothek à Dresde pour avoir retrouvé le livre de Martin John qui était considéré comme perdu depuis plus de cent ans. Merci à elle d'avoir numérisé l'article de Cristian Hornbostel (de 1744). Merci à Uwe Karl de la bibliothèque de Zittau d'avoir numérisé la publication de 1719 de Martin John.

Nous remercions la Société centrale d'apiculture pour nous avoir permis de consulter des ouvrages dans la bibliothèque de la rue Pernety à Paris.

Nous avons sollicité Jean Riondet, fin connaisseur de l'apidologie et expert en apiculture, pour rédiger notre préface, et il a accepté avec enthousiasme. Nous sommes infiniment reconnaissants à cet infatigable défenseur de l'apiculture, merci Jean !

L'auteur de ce livre pense au rucher de ses arrière-grands-parents, aux mouches à miel pas toujours commodes de son grand-père maternel et à celles de son père, ruches qui continuent de donner du bon miel en Bourgogne. Nous espérons transmettre cette passion à nos petits-enfants qui commencent à visiter nos ruchers.

L'abeille
dans tous ses états

Et Dieu créa l'abeille

Sur des frises qui représentent l'évolution de la vie sur Terre, l'abeille est visible au Crétacé, période à laquelle les dinosaures peuplaient la planète. Quel aspect avait cette abeille et comment se situe-t-elle sur l'arbre phylogénétique du vivant ?

1. CHRONOLOGIE DE LA TERRE ET DU VIVANT

Retenons quelques dates clés (Figure 1). La Terre est âgée de 4,56 milliards d'années. Des premiers organismes, les procaryotes (des bactéries) sont apparus il y a 3,5 milliards d'années et les eucaryotes (des cellules avec un noyau contenant le matériel génétique), il y a 2,5 milliards d'années. Le premier insecte est daté de -450 millions d'années (Ma pour million d'années). L'apparition des premières plantes à spores (fougères et algues) date de -500 Ma, celle des gymnospermes (conifères) de -340 Ma et enfin celle des angiospermes (plantes à fleurs) de -140 Ma (voir l'article de synthèse de Hervé Sauquet *et al.* (2017) pour les angiospermes). Où situer les abeilles dans tout cela ?

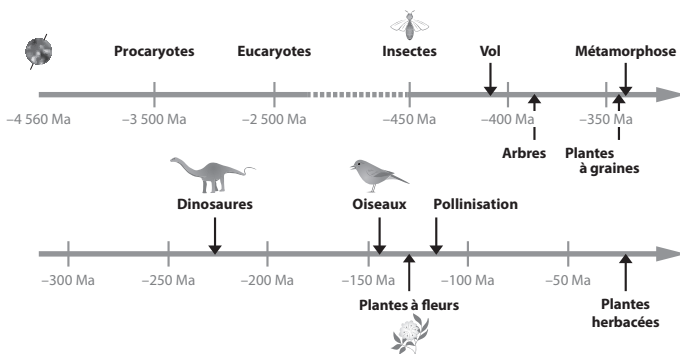


Figure 1 – Les principaux événements depuis l'apparition de la Terre.

2. SOURCES PALÉONTOLOGIQUES

Pour trouver la trace des abeilles, suivons celles des plantes à fleur, les angiospermes. Les fossiles des angiospermes sont assez nombreux pour la période allant de –100 Ma à –50 Ma. Un fossile a récemment été réanalysé par Bernard Gomez *et al.* (2015) qui ont prouvé que c'était une angiosperme datée d'environ –130 Ma. Sur l'arbre phylogénétique de Bernhard Misof *et al.* (2014) on trouve à –130 Ma un ancêtre commun à *Apis*, *Bombus*, *Chrysis* et autres.

Différents fossiles « d'abeilles » ont été découverts depuis le début du xx^e siècle et qui datent de –30 Ma (Michael Engel (1998)).

Bryan Danforth et Georges Poinar (2011) ont découvert dans de l'ambre un hyménoptère beaucoup plus ancien daté de –100 Ma, *Melittosphex burmesis*, la « Lucy des abeilles ». Sa taille est petite par rapport à nos abeilles mais cohérente avec celle des plantes à fleurs de l'époque. Sur la base de leurs observations, ils écrivent que « le propodeum porte deux stigmates distincts, deux cellules submarginales et une veine basale faiblement arquée et ne ressemble à celui d'aucune guêpe apoïde existante ou fossile ». Voici donc l'abeille végétarienne différenciée de la guêpe carnivore. Georges Poinar (2020) découvre un autre hyménoptère qu'il nomme *Discoscapa apicula* (Figure 2) daté de –99 Ma (datation isotopique au zircon). La morphologie de cet insecte est très proche de nos abeilles mellifères (ailes, pattes) et des parasites (un coléoptère qui existe encore de nos jours) ont été identifiés sur son corps. Ses pattes portaient du pollen de la plante *Dispariflora robertae*.

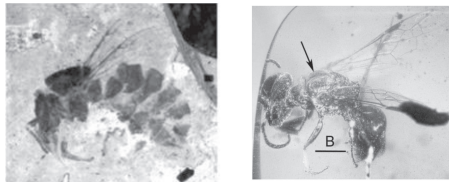


Figure 2 – À gauche : abeille fossile : *Apis henshawi*.
À droite : *Discoscapa apicula* dans de l'ambre, –99 Ma.

3. ARBRE PHYLOGÉNÉTIQUE

L'abeille fait partie de la classe des insectes (Figure 3), qui est divisée en 32 ordres : les Diptères (mouches), les Lépidoptères (papillons), etc. L'abeille appartient à l'ordre des Hyménoptères et au sous-ordre des Apocrites aculéates dont le thorax est séparé de l'abdomen par un pédoncule. On arrive à la superfamille

des Apoidea (les abeilles en général), des Vespoidea (les guêpes, frelons) et des Formicoidea (les fourmis). Les Apoidea se divisent elles-mêmes en familles d'Apidea, d'Andrenidae (les andrènes), etc. (Hubert Guerriat (2018)).

Le genre *Apis* apparaît à ce stade. Nous trouvons alors les espèces *Apis mellifera*, *Apis dorsata*, *Apis florea*, etc. *Apis mellifera* se subdivise en sous-espèces *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera ligustica*, etc.

Le site de Damien de Vienne (2016) donne toutes les informations relatives à la classification du vivant. Pour avoir des informations plus précises, il faut avoir recours à la morphométrie, à l'analyse de l'ADN mitochondrial ou nucléaire. Nous allons brièvement montrer les informations fournies par ces approches.

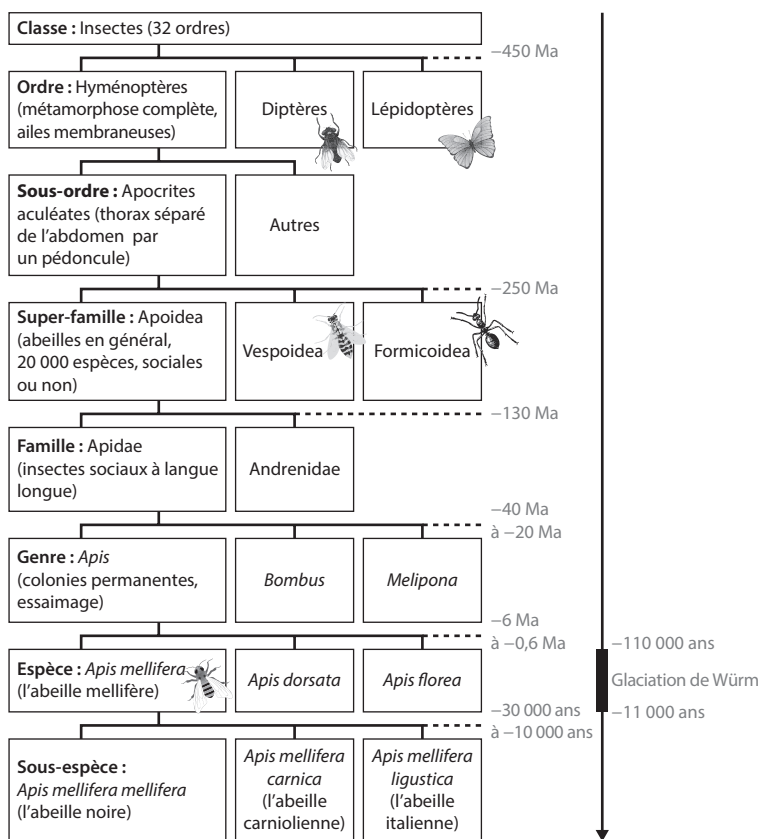


Figure 3 – La classification du vivant et quelques données temporelles.

4. CARACTÉRISATIONS MORPHOMÉTRIQUES

Bien avant les analyses ADN, la morphométrie a permis une classification efficace du vivant. En ce qui concerne les abeilles, un grand spécialiste, Friedrich Ruttner, a proposé une classification basée sur cinq critères : la longueur de la langue (probocis), la mesure de certaines parties de l'abdomen, et la géométrie des nervures des ailes. Friedrich Ruttner (1988) a ainsi déterminé quatre lignées d'*Apis mellifera* M, C, O et A. Elles se sont différenciées récemment (il y a 10 000 ans) au cours des glaciations qui ont isolé des populations. Ces dernières ont dû s'adapter aux conditions de leur milieu (Figure 5) :

- la lignée M en Europe de l'Ouest et du Nord : *Apis mellifera mellifera* et *Apis mellifera iberiensis* ;
- la lignée C en Europe de l'Est et du Sud : *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera carnica* ;
- la lignée O au Proche-Orient : *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera caucasia* et *Apis mellifera anatoliaca* ;
- la lignée A en Afrique : *Apis mellifera intermissa*, *Apis mellifera sculpta* et *Apis mellifera lamarckii*.

Un logiciel dénommé Apiclass (2022) utilise les données biométriques relatives aux ailes (indice cubital et transgression discoïdale). Il permet d'obtenir rapidement pour une abeille *Apis mellifera* des indications sur ses ancêtres des différentes lignées. Montre-moi tes ailes et je te dirai d'où tu viens !

POUR ALLER PLUS LOIN

Charles Duncan Michener est incontournable dans ce domaine ; voir l'article (1944) et la 2^e édition de son livre *Bees of the World* (2007). Il a proposé un arbre phylogénétique des Apoidea. L'article de Jean Marie Cornuet *et al.* (1975) explique bien comment mettre en place une discrimination et une classification à partir de données biométriques. On pourra consulter l'ouvrage très récent de François Parcy (2019) *L'histoire secrète des plantes à fleurs*.