

Anatomie et biologie générale de l'abeille

I. Morphologie

Trois castes d'abeilles peuplent la ruche: les ouvrières, de loin les plus nombreuses; la reine, ou mère, unique dans la ruche sauf rares cas (supersédure*), reconnaissable à son abdomen nettement plus allongé et à sa démarche particulière; les mâles ou faux-bourçons (on dit encore parfois abeillauds), présents en principe en période de reproduction, plus gros et trapus, au bourdonnement caractéristique.

Cycle de la colonie.

La reine entame la ponte au printemps. Le nombre d'abeilles augmente alors considérablement dans la colonie qui entame la récolte, à la fois pour nourrir les individus de la ruche et pour constituer des réserves en prévision de l'hiver suivant. Les mâles apparaissent au printemps. Lorsque le nombre d'abeilles est tel que la ruche en est encombrée, les ouvrières construisent des cellules royales; dans chacune de celles-ci un oeuf 'ordinaire' (donnant normalement une ouvrière) fera l'objet de soins particuliers qui auront pour effet d'en faire une reine. La vieille mère quitte alors la ruche avec une partie du peuple; c'est l'essaimage. L'essaim reste quelque heures suspendu à proximité de l'ancienne ruche puis il part vers un nouveau nid, la ruche d'origine restant à l'une des jeunes reines qui après un vol de fécondation prendra le relais de la ponte.

La ponte décline dès le milieu de l'été et cesse complètement en hiver. Les abeilles forment alors la grappe, masse plus ou moins lâche ou serrée suivant la température, qui est maintenue grâce à la consommation du miel emmagasiné pendant la bonne saison. Les mâles sont absents de la ruche en hiver: ils meurent ou sont éjectés de la ruche par les ouvrières, dès la fin de l'été.

Morphologie générale

Une tête qui porte les principaux organes sensoriels; un thorax muni de deux paires d'ailes et de trois paires de pattes; un abdomen qui contient la plus grande partie des organes internes. Le corps est protégé par un exosquelette comprenant un hypoderme et une cuticule où l'on trouve de la chitine (souple et perméable), de la cuticuline (rigide et imperméable) et de la mélanine, pigment dont la couleur peut varier du jaune au noir, et enfin tout à l'extérieur une fine couche cireuse.

Le corps est couvert de poils.

10 000 abeilles pèsent un kilo. C'est en pesant une colonie que l'on peut estimer sa force. On reconnaît les vieilles abeilles à ce qu'elles sont plus lisses que les plus jeunes car leurs poils sont usés par frottement.

La tête.

Deux yeux composés, trois ocelles, deux antennes, des pièces buccales.

Les ocelles consistent chacune en une lentille provenant de l'épaississement de l'exosquelette surmontant des cellules rétiniennes. Elles ne forment pas d'image mais permettent de détecter l'intensité lumineuse.

Les yeux composés comportent plusieurs milliers d'ommatidies (= facettes, = yeux simples; davantage chez le mâle que chez la femelle - de 3000 à 8 000 selon les auteurs).

Des cellules pigmentaires empêchent la lumière de diffuser d'une ommatidie vers ses voisines; les images sont donc indépendantes les unes des autres. Les ommatidies permettent la perception des formes, des couleurs et du plan de polarisation* de la lumière, ce qui permet l'orientation de l'insecte vu que la lumière qui a traversé l'atmosphère est elle-même polarisée. Le spectre perçu est différent de celui de l'homme. L'abeille voit donc des couleurs que nous ne voyons pas (l'ultraviolet) et inversement ne voit pas des couleurs que nous voyons (le rouge). Le champ de vue est très large, chaque ommatidie diverge d'environ 1° d'angle d'avec sa voisine.

L'image que perçoit l'abeille provient de l'intégration des images produites par chaque ommatidie, vraisemblablement sous forme d'une image mosaïque particulièrement bien adaptée à la perception du mouvement.

A la jonction de chaque facette est implanté un poil qui permet à l'abeille d'apprécier la vitesse du vent.

L'aptitude à l'orientation est primordiale pour les abeilles, et procède de plusieurs mécanismes hiérarchisés, l'abeille passant à un mécanisme secondaire si le mécanisme primaire n'est pas opérationnel.

Le mécanisme premier d'orientation utilise comme repère la direction du soleil. Les abeilles sont capables d'identifier celle-ci même si elles ne voient qu'une partie du ciel ou si le ciel est voilé, car la lumière réfléchiée ou diffusée (ce qui est le cas des rayons lumineux qui traversent l'atmosphère) est polarisée; et le plan de polarisation indique la direction du soleil (voir par exemple von Frisch 1969, pp. 124 sq).

Elles sont capables de calculer la correction de la position du soleil en fonction de l'heure et d'ajuster leur trajectoire par vent latéral. Elles peuvent également utiliser des repères visuels (alignement d'arbres, maison, buissons...); par temps très couvert ce serait là le mécanisme premier, car il n'y a alors plus assez d'ultraviolets polarisés pour que les abeilles puissent distinguer clairement la direction du soleil. Elles peuvent enfin extrapoler la course du soleil ce qui leur permet de s'orienter encore alors que l'astre n'est plus visible dans le ciel. Elles peuvent rentrer tard le soir! Mais elles ne se lèvent pas tôt le matin (parce que la lumière est alors pauvre en ultraviolets?) (Winston pp. 172sq).

Les antennes sont constituées d'un flagellum de 10 segments (11 chez le mâle) portés par le scape et le pédicelle qui est courbe.

Au moins sept types d'organes sensoriels figurent sur le flagelle parmi lesquels les plaques poreuses qui servent à l'odorat. D'autres structures servent au goût, au toucher, à la mesure de l'humidité de l'air ou du taux de CO₂, et probablement à la mesure de la température. Le pédicelle contient l'organe de Johnston qui sert à l'équilibre de l'insecte, et lui permet de sentir la courbure antennaire (et donc de connaître sa vitesse de vol)¹.

¹ selon Winston

Ces organes permettent la perception des vibrations, notamment celles émises lors de la danse (voir point V)²

La sensibilité olfactive des abeilles est particulièrement développée à l'égard de substances comme la cire ou les huiles essentielles de fleurs. L'odorat constitue un moyen d'orientation lors des vols de butinage. L'odorat est essentiel aussi à la vie sociale des abeilles (détection des phéromones).*

Les abeilles peuvent détecter la direction d'une odeur par comparaison entre l'intensité perçue par chacune des antennes - les abeilles dont on a collé les antennes en croix se trompent en effet systématiquement de direction.

Des expériences faites en entraînant des abeilles à aller chercher du sucre dans des coupelles de couleurs, de formes et d'odeurs différentes, il apparaît que l'abeille, pour retrouver une source de nourriture, s'appuie d'abord sur l'odeur, ensuite sur la couleur, ensuite seulement sur la forme (Chauvin 1999 pp. 70sq).

Les abeilles entendent-elles? Elles n'ont, en tous cas, pas d'oreilles! Mais elles sont sensibles, comme dit plus haut, aux vibrations, sensibilité utilisée dans nombre de pratiques apicoles: tapotement des ruches (par exemple pour faire remonter une colonie d'une ruche dans une autre: chasse), ou jadis charivari destiné à faire descendre l'essaim (voir par exemple Thiriard 1979). Grâce à ses deux organes de Johnston, l'abeille perçoit les vibrations de manière différenciée et peut donc en situer l'origine, tout comme nous situons l'origine d'un bruit.

La sensibilité à la température, à l'humidité de l'air et au taux de CO₂ sont indispensables au maintien de l'homéostasie du nid ou de l'essaim.*

Note à propos de l'homéostasie du nid.

Alors que chez l'homme, comme chez tous les mammifères et chez les oiseaux, le maintien des conditions nécessaires à la vie se fait au niveau de l'individu, chez l'abeille les mécanismes assurant ce maintien jouent au niveau de la colonie toute entière. La ruche en effet a des besoins assez précis en matière d'humidité, d'apport d'air, de température. Le couvain notamment a besoin d'une température de 30 à 35° pour se développer, et ce de manière constante ; or les abeilles élèvent dès le début du printemps ! Même l'hiver la grappe conserve une température d'une vingtaine de degrés.

Suivant les conditions détectées, les abeilles ventilent, apportent de l'eau ou produisent de la chaleur (par contraction des muscles alaires) jusqu'à rétablissement de l'équilibre des conditions du nid.

L'hiver la colonie se contracte pour maintenir une température minimum (jamais sous 13°, le plus souvent de 20° environ) et maintient cette température en consommant le miel en réserve. Si la température chute brusquement et que la grappe se contracte à l'écart du miel restant, les abeilles n'arrivent plus jusqu'au miel et la colonie meurt au milieu de ses réserves. Si au contraire la température est douce, la grappe se relâche; mais les abeilles consomment alors davantage le miel et leurs protéines de réserves, avec un risque de pertes au printemps.

Lorsque l'été la température monte, les abeilles ventilent et abaissent la température en évaporant de l'eau; mais au-delà le 40°, le risque apparaît qu'elles ne puissent plus effectuer la régulation; lorsque c'est le cas elles évacuent la ruche par crainte de l'effondrement des cires (elles font la barbe à l'entrée).

Les essaims aussi se resserrent ou deviennent plus lâches selon la température.

L'appareil buccal comprend:

² selon Krischner et Towne (cités par Bruneau, E., 1999)

- un labre qui ferme la cavité buccale vers l'avant, sous le clypeus (la pièce qui se trouve sous les antennes);
- des mandibules qui ferment la cavité buccale sur les côtés;
- le proboscis, ou trompe, qui ferme la cavité buccale vers l'arrière.

Les mandibules ne sont pas dentées et ne peuvent donc pas déchirer la peau des fruits. Leur face antérieure est concave pour permettre l'écoulement des produits des glandes mandibulaires. Le proboscis est formé de nombreuses pièces, des pièces de suspension et des pièces buccales (maxilles et palpes labiaux) qui s'assemblent pour former une trompe entourant la langue qui est velue, percée d'un fin canal et se termine par une cuiller. La longueur de la trompe est de 6 - 7mm; et l'ensemble des pièces étant articulées en leur milieu, elles peuvent être repliées vers l'arrière.

*Les abeilles font une foule de choses avec leurs mandibules: malaxer et façonner la cire et la propolis; nettoyer la ruche, se battre, soigner la reine ou le couvain...
Le proboscis sert à la récolte de l'eau, du nectar et du pollen (la langue est velue); c'est sa longueur notamment qui détermine les fleurs que l'abeille pourra butiner. L'abeille peut sucer un liquide au travers de la langue seule ou, si la quantité est plus importante, par la trompe qui est formée de l'ensemble des pièces enroulées autour de la langue.
Les pièces buccales servent aussi à la concentration du nectar: ramené au nid par une butineuse, celui-ci est divisé entre 3 ou 3 magasiniers qui déploient et replient successivement leurs pièces buccales, exposant ainsi à l'air le nectar dont une partie de l'eau s'évapore, et qui est ensuite mis en rayons.*

Les abeilles ont un sens du goût. Les organes sensibles à cet égard se trouvent autour des pièces buccales, sur les mandibules, mais aussi sur les antennes ainsi qu'à l'extrémité des pattes antérieures.

Les abeilles perçoivent le sucré évidemment, encore que différemment de nous (la saccharine ne leur paraît pas sucrée; leur sens du sucré est adapté aux sucres dont elles se nourrissent); elles percevraient aussi le salé et l'amer (Chauvin 1999).

Le thorax.

Formé par la soudure de trois segments embryonnaires, il porte les deux paires d'ailes et les trois paires de pattes.

Les pattes ont toutes la même structure de base (5 pièces articulées: coxa - trochanter - fémur - tibia - tarse) mais les antérieures et les postérieures portent des structures spécialisées. Les extrémités des pattes sont pourvues de coussinets qui permettent l'adhésion aux surfaces lisses, et de griffes par lesquelles l'abeille s'accroche aux supports rugueux (les cheveux de l'apiculteur !), ou aux autres abeilles dans la grappe, dans l'essaim ou la chaîne cirière. Elles se servent aussi des pattes pour manipuler la cire, le pollen, la propolis, ou pour se nettoyer. Les pattes antérieures portent le peigne à antennes, ainsi qu'une partie des organes du goût. Les pattes postérieures portent les outils servant à la récolte du pollen et de la propolis: peigne, râteau et corbeille.

La propolis est récoltée sur les bourgeons avec les mandibules puis transférée successivement par les pattes médianes et postérieures jusqu'à la corbeille.

Le pollen est secoué de la fleur et saupoudré le corps de l'abeille et la trompe. Les pattes antérieures brossent la tête, l'avant du thorax et la trompe, et engluent les grains avec un peu de miel. Le pollen est alors transféré sur les pattes médianes. Puis les pattes postérieures brossent l'abdomen et reprennent le pollen des pattes médianes, à l'aide du peigne. En frottant les pattes postérieures l'une contre l'autre, l'abeille pousse, au moyen du râteau de chaque patte, le pollen de la patte opposée dans la 'presse' qui est l'espace situé entre le tarse et le tibia; la pelote de pollen se forme et monte dans la corbeille, poussée par la charge suivante, au fur et à mesure de la récolte. Ramenées à la ruche, les pelotes sont tassées dans les rayons par les magasinnières.

Les ailes sont des replis membraneux parcourus par les nervures, qui sont des vaisseaux où circule l'hémolymphe (le sang).

Les ailes antérieures sont plus grandes que les postérieures; elles sont munies d'une gouttière où peuvent venir s'ancrer des crochets (les hamuli) qui bordent l'aile postérieure, de telle sorte que les ailes ne forment qu'un seul plan pendant le vol.

Les nervures divisent l'aile antérieure en cellules qui sont toujours en même nombre et dans la même position relative mais n'ont pas toujours la même forme. Chaque cellule a reçu un numéro. Le rapport entre les segments a et b de la cellule 3³ - rapport qu'on appelle l'index cubital - est un critère de race et la variation de ce rapport, un critère de pureté de la race.

Une abeille non chargée peut battre des ailes 250 fois par seconde et atteindre la vitesse de 8m/sec (environ 29 km/heure) (Lampeitl 1987): il ne lui faut donc que deux minutes environ pour parcourir un kilomètre.

L'abdomen.

Il est formé de 7 segments ou anneaux chez la femelle, 8 chez le mâle, le premier de ces segments étant celui qui forme le pétiote (la partie très étroite qui sépare le thorax de l'abdomen). L'exosquelette de chaque segment est formé d'un sternite ventral et d'un tergite dorsal. Les quatre derniers sternites portent chacun les orifices d'une paire de glandes cirières; entre l'avant-dernier et le dernier tergite s'ouvrent les glandes de Nasonov, visibles quand l'abeille bat de rappel (voir la partie consacrée aux phéromones).

II. Anatomie interne et éléments de physiologie associés

L'appareil digestif

L'appareil digestif comprend:

- la bouche où débouchent les glandes cervicales (ou hypopharyngiennes) et les glandes salivaires
- le pharynx qui permet de pomper le nectar
- un long oesophage qui traverse le thorax et le pédoncule
- le jabot de 40 à 70 mg de contenance, qui a surtout une fonction de stockage - son contenu peut être régurgité. C'est là qu'agit l'invertase, l'enzyme qui opère la transformation chimique du nectar en miel
- le ventricule ou estomac, séparé du jabot par le proventricule. Le proventricule est une soupape qui évite les reflux et retient dans l'estomac son contenu, ne laissant passer du jabot vers le ventricule que les grains de pollen et le nectar nécessaires à couvrir les besoins de l'abeille. Le ventricule est le siège essentiel de la digestion, dégradation des aliments sous l'action des enzymes, et absorption des produits dégradés vers le sang (l'hémolymphe)
- l'intestin grêle suivi par l'ampoule rectale et l'anus.

La salive sert à dissoudre les sucres, et à tisser le cocon chez la larve. Le jabot sert au transport de l'eau ou du nectar, ou encore permet d'emmagasinier une réserve de miel. Le corps de l'abeille est capable de stocker des graisses, des protéines sous forme d'albumine, et du sucre sous forme de glycogène, dans les corps gras situés sous les parties ventrale et dorsale de l'abdomen.

L'ampoule rectale peut se dilater fortement. Les abeilles ne fientent en effet pas dans la ruche, et donc 'se retiennent' pendant les mois d'hiver. les premiers beaux jours sont l'occasion d'un vol de propreté... et gare à la voiture fraîchement lavée et au linge pendu près du rucher!

L'appareil excréteur.

Il est très simples: 200 tubules environ (les tubes de Malpighi) filtrent les déchets présents dans l'hémolymphe. Ils sont l'équivalent de nos reins. Ces tubules débouchent dans le tube digestif, entre le ventricule et l'intestin grêle.

Les 'urines', issues de la filtration du sang par les tubes de Malpighi, sont donc mélangées aux 'selles' provenant de la digestion dans le ventricule. L'abeille fait donc des fientes, tout comme les oiseaux chez qui ce mélange se fait aussi en amont de l'anus.

L'appareil respiratoire

La plupart des segments du corps de l'abeille portent une paire de stigmates (2 paires thoraciques - 8 paires abdominales) qui ouvrent sur des trachées débouchant dans des sacs aériens. Les trachées sont des tubes que maintiennent ouverts des renforcements hélicoïdaux. Quinze sacs aériens (par paires ou uniques) allègent le corps de l'abeille et surtout permettent les échanges gazeux. L'oxygène parvient aux tissus par simple diffusion.

Les stigmates de la première paire s'ouvrent sur une loge protégée par des poils: c'est là que vivent les acariens de l'abeille (acariose).

La respiration de l'abeille au repos peut se faire par simple diffusion, mais l'abeille active pompe de l'abdomen pour assurer la circulation des gaz.

Le système nerveux.

Le cerveau n'est pas le seul centre de commande; la chaîne nerveuse qui parcourt ventralement tout le corps comporte des ganglions (2 thoraciques et 5 abdominaux) relativement autonomes. Ces ganglions reçoivent les sensations des organes des sens et commandent les mouvements. Le cerveau comporte une masse sus œsophagienne (nerfs des yeux, des antennes et du labre) et un ganglion sous œsophagien (nerfs de la trompe et des mandibules). Les ganglions thoraciques reçoivent les nerfs des ailes et des pattes notamment; l'un des ganglions de l'abdomen commande le dard.

La relative autonomie des ganglions thoraciques et abdominaux explique qu'une abeille décapitée ne meurt pas immédiatement. Elle est fatalement condamnée puisque lui manquent des organes essentiels! Mais elle peut encore pendant quelques temps mouvoir ses ailes, ses pattes... et piquer!

Note : à propos des capacités mentales de l'abeille

- L'abeille est capable d'apprentissage (expériences de von Frisch notamment) et peut acquérir des réflexes conditionnés comme de présenter la langue quand elle reçoit une odeur, si l'odeur a été précédemment associée plusieurs fois à une offre de sucre. Les performances des abeilles à cet égard sont assez variables et sont liées à la colonie (facteur génétique) mais aussi, par exemple, à l'âge de l'abeille (et donc à la tâche qu'elle effectue, dont on verra qu'elle est liée à l'âge) et à des facteurs externes comme l'environnement olfactif (Laloi et Pham-Délègue, 2002).
- Les abeilles ont la mémoire du temps: elles reviennent aux heures où elles trouvent habituellement la nourriture (von Frisch 1969). C'est que, comme le dit von Frisch, *la nature aussi met le couvert à certaines heures pour les abeilles*, la production de nectar variant suivant les heures de la journée, et cela de manière différenciée selon les espèces de fleurs.
- Les abeilles ont aussi, on l'a vu, la mémoire des couleurs et des formes; elles sont capables d'associations mentales (couleur + forme = nourriture).
- Les abeilles disposeraient d'une 'carte mentale': on peut montrer (expériences de Gould rapportées par Chauvin, 1999), qu'elles peuvent retrouver une direction définie par rapport à la position du soleil, en se repérant sur des éléments du paysage; à l'occasion des premiers vols d'orientation qui se font par temps clair, elles mémoriseraient le rapport entre les éléments du paysage et la direction du soleil et seraient capables en tout temps de faire le lien entre les deux lorsque la polarisation des rayons solaires n'est plus là pour leur indiquer le

chemin, ce qui peut être le cas par temps très couvert (Chauvin p.165). Si on a déplacé leur ruche, si elles ont essaimé, elles se referont une nouvelle 'carte mentale'.

- Toutefois ces comportements, remarquablement sophistiqués, semblent entièrement issus des 'circuits imprimés' de l'abeille. En effet, si elles agissent dans les conditions naturelles avec une véritable intelligence, celle-ci devient inopérante dès que l'expérimentation crée des conditions que la nature ne produit jamais - il n'y a pas de réflexion individuelle à la base du comportement; de même leur mémoire ne s'applique qu'à des signaux (odeurs, couleurs, formes) qui ont, dans la nature, une importance en regard de leur mode d'alimentation. Si l'intelligence du milieu est réelle, celle-ci est celle de l'espèce, ou de la colonie au minimum, mais pas de l'individu. Il n'y a d'ailleurs pas d'apprentissage d'un comportement complet; mais l'abeille dispose de 'canevas comportementaux' très nombreux et diversifiés, où subsistent, ici et là, des 'vides' qui sont occupés par les éléments issus de l'apprentissage.
- Il n'en reste pas moins que les abeilles sont douées d'une volonté propre, que l'apiculteur ne saurait ignorer: personne ne récolte du miel envers et contre ses ruches! C'est d'une bonne connaissance du comportement des abeilles que l'apiculteur tirera les moyens d'orienter le travail de la ruche à son profit; et ce comportement est à ce point complexe qu'il n'y a pas d'apiculteur qui puisse se vanter d'avoir tout appris de ses ruches, fût-ce après cinquante ans de pratique...

La musculature.

Les muscles sont fait de faisceaux de fibres attachés à l'exosquelette directement ou par l'intermédiaire de tendons (la plupart sont des muscles striés).

Les muscles du vol sont soit longitudinaux, soit verticaux. Quand les muscles longitudinaux sont étendus et les verticaux contractés, le thorax s'aplatit et les ailes remontent vers le haut; l'inverse étire le thorax vers le haut et a pour effet que les ailes redescendent.

Des muscles indirects permettent d'orienter les ailes en vol - et donc d'orienter le vol.

La longévité des abeilles est liée aux réserves qui se trouvent à la base des ailes et qui sont faites de glycogène. Une abeille mourrait ainsi après environ 800 km de vol, qu'elle les ait parcouru en 5 ou en 30 jours (Winston p. 111). Ce fait explique aussi la longévité de la reine.*

L'appareil circulatoire

L'hémolymphe (le sang de l'abeille) baigne tout l'organisme; il n'y a pas comme chez l'homme un réseau de vaisseaux sanguins. L'hémolymphe ne contient pas d'hémoglobine, la substance qui chez nous véhicule d'oxygène; elle est incolore. Elle joue un rôle mineur dans le transport de l'oxygène, qui y est simplement dissous.

Le cœur est composé de cinq ventricules munis chacun de deux ouvertures en fente, les ostioles, et correspondant à cinq des anneaux abdominaux. Il se prolonge vers la tête par l'aorte qui est spiralée à hauteur du pédoncule pour permettre l'étirement du corps. Le sang, enrichi en substances nutritives par contact avec l'appareil digestif, est repris par le cœur au travers des ostioles et, par contraction du cœur, envoyé par l'aorte vers la tête. Il revient passivement de la tête vers le thorax puis l'abdomen, et est filtré par les tubes de Malpighi avant de recommencer le cycle.

L'appareil vulnérant

Présent chez la reine et l'ouvrière mais non chez le mâle, il comprend:

- **un appareil glandulaire** produisant le venin, composé d'une glande à venin débouchant dans la poche à venin, et d'une glande alcaline débouchant à la sortie de la poche à venin
- **un appareil moteur** comprenant des muscles, ainsi que des plaques permettant la projection du dard hors de la chambre (ce sont en fait deux segments abdominaux modifiés)
- **un dard** formé du bulbe prolongé par le gorgeret creusé de rainures où peuvent glisser deux stylets qui sont barbelés à leur extrémité, et percés de fins canaux par où s'écoule le venin. L'aiguillon de la reine n'est pas barbelé.

L'abeille qui pique laisse en général son appareil vulnérant, avec le ganglion nerveux qui le commande, dans la peau de sa victime. Les muscles entourant le sac à venin continuent de se contracter et d'injecter du venin pendant 30 à 60 secondes. L'abeille meurt dans les heures qui suivent, des suites des blessures internes provoquées par l'arrachement de l'appareil vulnérant.

Le dard sert à la défense contre les prédateurs, vertébrés (hommes, ours, blaireaux, mouffettes, oiseaux...) ou autres insectes (guêpes, sphinx). L'abeille menace parfois avant de piquer (bourdonnement particulier).

Les couleurs sombres, les textures rugueuses, les odeurs animales les incitent à piquer. L'agressivité a une composante génétique mais est fortement influencée par les conditions du milieu: le temps orageux, le retour de la grisaille et du froid après une période de beau temps, les dérangements fréquents mettent les colonies de mauvaise humeur.

Les colonies peuvent se piller mutuellement; ce comportement apparaît surtout après la récolte d'été. On limite le pillage en rétrécissant les trous de vol après la récolte, en évitant les odeurs de miel frais au rucher. Le pillage peut tuer la colonie pillée qui est privée de ses réserves, mais aussi handicaper la pillarde en entravant la ponte de la reine par encombrement du nid bourré des provisions volées.

Enfin **la membrane sétose** qui recouvre la chambre de l'aiguillon sécrète des substances qui sont libérées à faible dose lorsque l'abeille expose l'aiguillon, à forte dose quand l'abeille pique puisque alors cette membrane se déchire. Ces substances forment la phéromone d'alarme qui provoque chez les autres abeilles la vigilance à faible doses ; à forte dose elle provoque l'attaque.

Lorsqu'on a une abeille dans les cheveux, s'éloigner du rucher est la première précaution à prendre sinon bientôt l'on en a cinq, puis dix puis vingt... la phéromone d'attaque est en action!

Les glandes indépendantes

La gelée royale (alimentation des larves, différenciation des larves d'ouvrières et de reines) est formée du mélange entre une sécrétion plus protéinée qui est produite par les **glandes hypopharyngiennes**, et une sécrétion plus grasse que produisent les **glandes mandibulaires**. Les reines sont issues d'œufs analogues à ceux des ouvrières; elles sont 'orientées' en reines par la quantité de nourriture donnée mais aussi la qualité: elles reçoivent proportionnellement plus de sécrétions des glandes mandibulaires (Winston p. 77).

Les glandes hypopharyngiennes, formées de glandules qui débouchent dans un canal collecteur, produisent une sécrétion claire qui est la partie protéinée de la gelée royale. Leur état de développement est lié à la fonction de nourrice que l'abeille exerce au début de sa vie. Ces glandes régressent chez la butineuse mais conservent un certain développement: elles produisent alors l'invertase, enzyme qui contribue à transformer le nectar en miel en modifiant chimiquement les sucres qui le composent.

Les glandes salivaires sont au nombre de deux paires, l'une dans la tête et l'autre dans le thorax. Elles versent leur sécrétions, aqueuse pour les glandes thoraciques et huileuse pour celles de la tête, dans la bouche. Ces sécrétions servent à dissoudre (les sucres en particulier), à nettoyer la reine et à ramollir les substances que l'abeille travaille.

Les glandes mandibulaires débouchent à la base des mandibules. Outre la sécrétion de la partie blanche de la gelée royale, elles produisent aussi une phéromone d'alarme. Chez la reine, elles produisent surtout la très importante phéromone royale, dont le rôle est central dans la cohésion de la colonie (voir chapitre phéromones).

Les glandes de Nasonov débouchent entre le dernier et l'avant-dernier tergite. Elles produisent une odeur (phéromone) qui induit le rassemblement des abeilles de la colonie (en cas d'essaimage, de réunion de colonies...).

Les abeilles diffusent la phéromone de Nasonov en ventilant, on dit qu'elles « battent le rappel ». Elles relèvent alors l'abdomen et abaissent le dernier anneau, de sorte que le canal odoriférant est alors visible. Ce comportement est spectaculaire, tant par le spectacle qu'offrent les abeilles battant ensemble le rappel, que par ses effets; on l'observe lors de la récolte des essaims par exemple.

Les glandes cirières sont au nombre de 4 paires, situées ventralement, à l'avant des 4 derniers segments de l'abdomen de l'ouvrière; elles sont cachées par les sternites qui comportent une surface lisse face au débouché de chaque glande, le miroir. La cire liquide qui s'écoule de la glande durcit sur le miroir pour former une écaille qui est ramenée par les pattes postérieures vers les mandibules, et triturée pour aller contribuer à la construction du rayon.

Il faut 1 250 000 écailles pour donner une kilo de cire.

Les abeilles bâtissent en faisant la chaîne cirière: une grappe d'abeilles pend, tête vers le haut, maintenant la chaleur qui rend la cire malléable. Elles exsudent et pétrissent la cire qu'elles transmettent vers le haut. A la base du rayon, les ouvrières construisent et se déplacent dans un désordre apparent d'où sortira un rayon parfaitement régulier. Il semble que chaque abeille puisse percevoir à tout moment où en est la construction de la cellule où elle se trouve, et contribuer à la poursuite de l'édifice. Le rayon sera toujours vertical, les abeilles percevant la gravité. Dans un vol Challenger en 1984, des abeilles en apesanteur n'en ont pas moins construit un rayon parfaitement fonctionnel.

Les abeilles ne construisent pas de façon purement mécanique: elles sont capables d'effectuer tous types de réparations aux rayons, et éventuellement de construire de bas en haut pour boucher un orifice. Pour une race donnée, la dimension des cellules est constante. Les cellules où seront élevés les mâles sont plus grandes que les cellules pour les larves d'ouvrières. La reine sent la différence de taille de la cellule où elle va pondre du bout de ses pattes; elle pond des oeufs d'ouvrières (oeufs fécondés) dans les petites cellules, des oeufs de mâles (non fécondés, voir l'appareil reproducteur) dans les grandes. Amputée du bout des pattes, la reine pond n'importe quel type d'œuf dans n'importe quelle cellule (Winston p. 94)

Les glandes d'Arnhart ou glandes tarsales situées au bout des pattes, produisent une phéromone qui laisse une trace odorante, l'empreinte du pied. L'empreinte du pied de la reine est l'une des phéromones qui, laissée sur les rayons, inhibe le comportement d'élevage de cellules royales chez les ouvrières, ce qui explique que les cellules royales sont construites le plus souvent en bordure des rayons, là où la reine ne se promène pas.

La glande de Koshevnikov est associée à l'aiguillon de la reine; elle produirait une phéromone (attraction des mâles pour l'accouplement? Winston p. 151).

L'appareil reproducteur

La reine

Deux gros ovaires se prolongent chacun par un oviducte acheminant les oeufs jusqu'à la cavité vaginale qui débouche dans la chambre de l'aiguillon de la reine; de part et d'autre sont deux cavités, les bourses copulatrices. Dans la cavité vaginale, au-dessus d'un repli de la paroi vaginale, débouche la spermathèque, réserve de sperme surmontée d'une glande en Y dont la sécrétion active les spermatozoïdes.

L'œuf sortant de l'oviducte est pressé par le repli contre l'orifice de la spermathèque; une petite valve permet à la reine de laisser passer une petite quantité de sperme pour la fécondation. Celle-ci se fait donc 'sur commande' et la reine peut pondre des oeufs non fécondés, d'où naîtront des mâles.

Les ouvrières ont de petits ovaires; elles peuvent pondre mais non se faire féconder. Elles ne peuvent en effet pas s'accoupler; leurs oeufs donneront donc toujours des mâles. Dans une ruche normale les ouvrières ne pondent pas: leur développement ovarien est inhibé par les phéromones de la reine.

La ponte de la seule reine doit permettre le renouvellement des abeilles et la spectaculaire croissance de la colonie au printemps: en forte saison de ponte (mai-juin), la reine déposera entre 1000 et 1500 oeufs par jour dans le nid à couvain (jusqu'à 200 000 oeufs par an).

C'est la capacité de la spermathèque qui détermine la longévité de la reine; celle-ci est remplacée par les abeilles lorsqu'elle est déficiente, après deux à cinq ans de ponte. Les ouvrières pondeuses apparaissent dans les ruches privées de reine et qui n'ont pu remérer. On reconnaît la ponte des ouvrières à ce qu'elle est irrégulière (oeufs déposés sur le bord de la cellule et pas au fond; parfois deux oeufs par cellule). La ruche devient alors bourdonneuse: elle n'élève plus que des mâles, et ceux-ci sont anormalement petits car ils ont été pondus dans des alvéoles d'ouvrières. Il est rare qu'une telle ruche puisse être récupérée; le mieux est de la disperser complètement, les ouvrières restantes regagneront les ruches voisines.

Le faux-bourdon

Deux testicules produisent les spermatozoïdes qui sont conduits par les canaux déférents jusqu'à la vésicule séminale où ils sont emmagasinés. Un long canal éjaculateur les conduit au pénis qui est invaginé. Des glandes à mucus produisent un mucus coagulant qui évitera, lors de l'accouplement, que la semence s'écoule hors des voies génitales de la reine.

Lors de l'accouplement, le pénis s'exvagine et est décalotté; le mâle l'introduit alors dans la chambre de l'aiguillon de la reine. Le bulbe terminant le pénis éclate et la semence est projetée dans les voies génitales de la reine. Le mâle meurt dans les minutes ou les heures qui suivent; il ne peut donc s'accoupler qu'une seule fois.

En dehors des saisons de butinage la ruche ne contient en principe pas de mâles; ceux-ci sont élevés par les ouvrières exclusivement pour la reproduction. Les mâles sont sexuellement mûrs à 12 jours; dès 8 jours, ils commencent les vols d'orientation qui les conduiront aux lieux de rassemblement.

Après la saison de la reproduction, lorsqu'il n'y a plus grand-chose à butiner, les ouvrières expulsent les mâles restants. Les faux-bourdons ne travaillent pas dans la ruche; tout au plus contribuent-ils, parce qu'ils font nombre, au maintien de la température du nid. Leur seule véritable fonction est la reproduction.

La fécondation

Choisis vraisemblablement en raison de leurs caractéristiques physiques, les lieux de rassemblement sont les mêmes d'année en année, ce qui est remarquable puisque d'une année à l'autre, ils ne sont pas fréquentés par les mêmes individus. Ils sont situés à une centaine de mètres, au minimum, de tout rucher. Un même site est visité par les mâles de plusieurs ruchers, et les mâles d'une même colonie se dispersent entre plusieurs sites. Une zone de rassemblement peut mesurer jusqu'à 200 mètres de diamètre, on a dénombré dans l'une d'elles environ 25 000 faux-bourdons venant de 200 colonies. Les phéromones jouent plus que probablement un rôle important dans la constitution des lieux de rassemblement.

La reine est mûre sexuellement vers 5-6 jours: les abeilles la secouent avant le vol et la poussent vers la sortie, puis attendent son retour. Elle fait en général deux ou trois vols d'orientation avant le vol de fécondation.

Mâles et reines ont tendance à voler loin de leur nid pour s'accoupler; un accouplement peut se produire entre deux individus dont les ruches sont distantes de plus de 15km.

En un vol de fécondation, la reine s'accouple à une quinzaine de mâles; elle dispose ainsi d'une réserve de plus de 5 millions de spermatozoïdes. Les spermés des différents mâles se mélangent jusqu'à un certain point dans la spermathèque, de sorte qu'il n'y a pas dominance de l'un ou l'autre mâle dans la descendance.

III. De l'œuf à la butineuse.

Evolution de l'œuf d'ouvrière

ŒUF	1er jour:	œuf blanc nacré droit (perpendiculaire au fond de la cellule).	
	2ème jour:	œuf blanc nacré incliné	
	3ème jour:	œuf blanc grisâtre, couché au fond de la cellule	
LARVE	4ème jour:	larve quasi invisible, noyée dans la gelée	1ère mue
	5ème jour:	la larve grossit et se courbe	2ème mue
	6ème jour:	les extrémités se rapprochent	3ème mue
	7ème jour:	les extrémités de la larve se touchent	4ème mue
	8ème jour:	la larve remplit toute la cellule	
	9ème jour:	operculation de la cellule - la larve file son cocon.'	
PROTONYMPHE	10ème jour:	transformation en protonymphe	5ème mue
	11ème jour:	apparition des pièces buccales, des yeux, des pattes et des ailes	
	12ème jour:	apparition de la constriction entre thorax et abdomen	
NYMPHE	13ème jour:	nymphe yeux blancs	
	14ème jour:	nymphe yeux roses	
	15ème jour:	nymphe yeux lilas	
	16ème jour:	nymphe aux yeux pourpres puis jaunes	
	17ème jour:	nymphe aux yeux foncés; le corps jaunit	6ème mue
	18ème jour:	}	
	19ème jour:	}	le corps brunit
20ème jour:	}		
21ème jour:	l'adulte sort de l'alvéole.		

Temps approximatif nécessaire au développement des différentes castes d'abeilles

NB: ce temps peut varier légèrement en fonction des conditions internes à la ruche

	Reine	Ouvrière	Mâle
Couvain ouvert:			
-œuf	3 jours	3 jours	3 jours
- larve	5 jours 1/2	6 jours	6 jours 1/2
Couvain operculé:			
- temps d'évolution total de la larve à l'adulte	7 jours 1/2	12 jours	14 jours 1/2
Total	16 jours	21 jours	24 jours

L'œuf

Il est long d'environ 1,5mm et pèse environ 0,13 mg.

Les deux extrémités sont de grosseur différente: la tête correspond à la plus grosse (extrémité antérieure) et la queue à la plus étroite (extrémité postérieure). C'est par cette extrémité postérieure que l'œuf est attaché au fond de la cellule.

La membrane qui entoure l'œuf (le chorion) est percée, du côté antérieur, par un orifice minuscule (le micropyle); c'est par là que le spermatozoïde pénètre dans l'œuf lors de la fécondation.

Placé verticalement au fond de la cellule lors de la ponte, l'œuf s'incline peu à peu pour être complètement couché à la fin du troisième jour.

Les oeufs fécondés donnent des femelles (ouvrières ou reines); les oeufs non fécondés donnent naissance à des mâles. Le mâle n'a qu'une mère; il n'a pas de père, et son premier ascendant mâle est son unique grand-père, le père de la reine dont il est né. Les femelles sont diploïdes: elles ont 16 paires de chromosomes. Les mâles sont haploïdes: ils ont 16 chromosomes tous différents (voir cours de génétique).

La larve

La larve éclôt à la fin de troisième jour; l'abeille reste au stade larvaire pendant 5 jours puisque le 9ème jour elle commence sa transformation en nymphe.

La larve ressemble à un ver blanc nacré et annelé (21 segments). Outre sa peau percée de stigmates par lesquels elle respire, elle est essentiellement constituée d'un système digestif et de la matière nutritive que celui-ci lui permet d'accumuler rapidement. Pendant ce stade larvaire, le poids (qui est au départ celui de l'œuf) est multiplié par, environ, 900 pour une ouvrière, 1700 pour une reine et 2300 pour un faux-bourdon (Winston p. 59).

La larve baigne dans une nourriture constamment renouvelée par les ouvrières nourrices; la qualité et la quantité de l'alimentation varient en fonction de la caste:

- les ouvrières sont nourries par les sécrétions des nourrices (sécrétion claire des glandes hypopharyngienne + sécrétion blanche des glandes mandibulaires) auxquelles celles-ci ajoutent peu à peu du pollen et du miel (à partir du troisième jour et en croissant jusqu'au cinquième).
- les reines reçoivent de la nourriture en quantité beaucoup plus importante (toute la cellule est remplie) et la proportion des sécrétions mandibulaires est beaucoup plus grande que pour les ouvrières; leur nourriture est aussi plus riche en sucres et notamment en glucose
- les mâles reçoivent également une nourriture abondante et riche en protéines.

A la fin du stade larvaire les nourrices operculent l'alvéole et la larve, qui a la tête tournée vers l'opercule, tisse son cocon avec ses filières (les glandes qui donnent la soie), filières qui lorsqu'elle sera adulte seront devenues les glandes salivaires thoraciques.

L'apport en protéines est déterminant pour l'avenir de la colonie, notamment parce qu'une larve d'ouvrière qui n'en a pas reçu assez fera une piètre nourrice. Cet apport provient du pollen; il est essentiel que la ruche puisse s'en fournir en suffisance, surtout au printemps (saison où l'élevage est intense) et en automne (saison où la ruche constitue les provisions sur lesquelles elle démarrera l'année suivante).

La nymphe, ou pupe.

Pendant les trois jours qui suivent l'operculation (stade prépupal ou protonympe), la larve évolue pour former une pupe, ou nymphe: elle se transforme extérieurement pour acquérir la forme d'une abeille adulte, mais est encore à ce stade blanche et transparente.

Le stade pupal proprement dit dure une huitaine de jours. La nymphe ne change plus de forme extérieure mais intérieurement, elle se structure: elle acquiert ses muscles, ses organes internes. Sa cuticule devient graduellement plus foncée.

Le dernier jour l'insecte devenu adulte (imago) perce l'opercule avec ses mandibules et après bien des efforts émerge de la cellule. Elle étale les ailes et les antennes pour les faire sécher, puis... se met à travailler.

Evolution de l'adulte : la division temporelle du travail

Etablir succession des tâches chez l'abeille adulte a représenté un travail considérable: des scientifiques ont à cette fin suivi des yeux des abeilles marquées pendant des mois (Lindauer a suivi une seule abeille pendant 176 heures (Winston p. 100)!).

La division temporelle du travail dans les ruches obéit à quelques grands principes:

- Les abeilles commencent par effectuer les tâches intérieures (nettoyer, soigner le couvain...) puis progressent vers l'extérieur: magasinères, bâtisseuses, ventileuses, gardiennes (à ce stade elles commencent à voler) et enfin butineuses. C'est logique: c'est le vol qui les épuise et constitue le facteur limitant leur temps d'existence.
- Le développement glandulaire et l'évolution des tâches sont liés. Les glandes hypopharyngiennes se développent lorsque les abeilles deviennent nourrices, se maintiennent lorsqu'elles sont butineuses (invertase); les glandes mandibulaires sont surtout développées chez les jeunes ouvrières (sécrétion de nourriture larvaire), les glandes cirières sont au maximum de leur développement chez les bâtisseuses...
- Le schéma d'évolution des tâches n'est néanmoins nullement figé: des butineuses peuvent redevenir nourrices, ou bâtisseuses (c'est le cas lors de l'essaimage), de jeunes abeilles peuvent devenir très vite butineuses si le nombre des butineuses n'est pas suffisant dans la colonie; une même abeille peut exécuter deux ou trois tâches différentes dans une même journée. Il y a donc une très grande variabilité des âges auxquelles les différentes tâches peuvent être faites, même si le schéma progressif décrit ci-dessus est la règle dans une colonie 'normale'. La régulation du nombre d'ouvrières affectée à telle ou telle tâche se fait au moins partiellement par le biais de phéromones* (les butineuses en sécrètent une qui inhibe l'évolution des 'abeilles d'intérieur', Le Figaro du 30/11/2004); une phéromone émise par le couvain stimule le butinage, en particulier la récolte du pollen).
- Les abeilles travaillent indifféremment jour et nuit à l'intérieur de la ruche (elles ont besoin de lumière pour le vol). Mais elles passent la plus grande partie de leur temps à se reposer et à se promener dans la ruche (ce qui aide à la propagation des phéromones). Elles connaîtraient selon Chauvin (p.28) une sorte de sommeil, pendant lequel elles laissent notamment retomber la tête.

Il faut environ 40 minutes pour préparer une cellule pour la ponte de la reine ; 15 à 30 ouvrières y seront passées. Au cours de sa croissance, une larve est inspectée plusieurs milliers de fois au cours de son développement (2000 à 7000 fois selon les auteurs et les observations); elles sont nourries plusieurs centaines de fois sur le même temps. La reine est nourrie toutes les vingt à trente minutes au moment des pointes de ponte.

La construction d'une cellule prend environ 6 heures et des centaines d'ouvrières y auront collaboré au total. Une charge de nectar est divisée en deux ou trois magasinères qui travailleront jusqu'à vingt minutes pour pré-évaporer le produit avant de l'emmagasiner (Winston pp. 107 – 109).

Un kg de miel représente environ 300 000 km de vol si l'on postule une distance moyenne de la source au rucher de 1 km (20mg x 150 000 vols pour 3 kgs de nectar = 1 kg de miel) (Lampeitl p. 46).

Note : Le fait qu'il y ait une régulation 'chimique' du nombre de butineuses explique que, si celles-ci ne reviennent pas à la ruche (hypothèse vraisemblable de cause dans la problématique dite 'du dépérissement du rucher'), celle-ci va se vider complètement: le 'pool' des nourrices et des magasinères s'effondre parce que leur évolution est hâtée; elles deviennent butineuses prématurément et disparaissent alors à leur tour... on retrouve ainsi, au mieux, deux cent abeilles (une petite boule grosse comme le poing) autour de la reine, qui ne pond presque plus puisqu'il n'y a plus personne pour soigner le couvain. Le potentiel de ponte de la reine est cependant resté intact; nettoyée, la ruche reprendra peu à peu et reconstituera tout le peuple sur le temps de la saison.

V. La danse des abeilles.

Si l'on abandonne un pot de miel ouvert un jour d'été sur la table du jardin, il faudra un certain temps avant qu'une première abeille le repère. Mais peu après que celle-ci soit retournée à la ruche avec sa récolte, d'autres abeilles arrivent, de plus en plus nombreuses, et très vite le pot de miel sera couvert d'abeilles et complètement vidé. Quiconque a vu le phénomène ne peut croire qu'il soit du au hasard: aucun doute, les abeilles se sont transmises l'information qu'une source de nourriture abondante était disponible à cet endroit.

C'est le biologiste Karl von Frisch qui, au terme d'expériences nombreuses et variées, a compris comment les abeilles se communiquaient entre elles les sources de nourriture; ses recherches lui ont valu le prix Nobel de médecine en 1973, conjointement avec deux autres spécialistes de l'éthologie*, Konrad Lorenz et Nicolaus Tinbergen.

La danse en rond

L'abeille qui a trouvé une source de nourriture à proximité du rucher entame, de retour à la ruche, une danse en rond: *elle se met à trotter à pas rapides sur le rayon, là où elle se trouve, en cercles étroits, changeant fréquemment le sens de sa rotation, décrivant de la sorte un ou deux arcs de cercle à chaque fois, alternativement vers la gauche ou vers la droite* (von Frisch 1969). Pendant qu'elle effectue cette danse, d'autres abeilles la suivent, s'agitent, la palpent des antennes: elles mémorisent la parfum que la découvreuse rapporte avec elle. La danseuse répétera sa danse à deux ou trois endroits d'un rayon, s'interrompant pour aller régurgiter un peu de nectar; après quoi elle reprend son envol et va chercher une nouvelle charge à l'endroit qu'elle a découvert; puis au retour elle répétera la même scène.

La danse en rond signale aux autres abeilles qu'une source existe à proximité du rucher et porte une odeur spécifique; elle ne renseignera pas les autres butineuses sur la direction à suivre pour la trouver.

La danse frétilante

Lorsque la source de nourriture est écartée du rucher, la danse en rond évolue vers une danse en huit, qu'on appelle la danse frétilante: *l'abeille court en ligne droite sur une certaine distance, décrit un demi-cercle pour retourner à son point de départ, court de nouveau en ligne droite, décrit un demi-cercle de l'autre côté et cela peut continuer au même endroit pendant plusieurs minutes. Ce qui distingue surtout cette danse de la ronde, ce sont de rapides oscillations de la pointe de l'abdomen, et elles sont toujours exécutées pendant le trajet en ligne droite* (Ibid.). En frétilant l'abeille émet des salves de vibrations (environ 30 salves de 15/1000èmes de seconde chacune par minute).

La danse frétilante va indiquer à la fois la direction dans laquelle se trouve la source, et la distance à laquelle elle se situe par rapport au rucher.

La direction est donnée par l'angle que fait le trajet frétilant en ligne droite par rapport à la verticale, qui dans ce code représente la direction du soleil. Si dans la branche commune du huit elles remontent verticalement, c'est donc que la source se trouve exactement dans la direction du soleil; si elles remontent suivant un angle de 30° vers la droite de la verticale, c'est que la source se trouve à 30° vers la droite de la direction du soleil, et ainsi de suite (voir schéma ci-contre).

Lorsqu'il fait très couvert et que les abeilles ne peuvent plus distinguer la direction du soleil sur base de la lumière polarisée, les abeilles qui trouvent une source de

nourriture n'en dansent pas moins; les abeilles expérimentées sont en effet, on l'a vu, capables de retrouver sur base des repères visuels une source localisée par rapport à la direction du soleil. L'abeille disposant ainsi une 'carte mentale' qui lui permet d'associer repères et directions, elle peut se contenter de la danse comme seul moyen de transmission d'une localisation.

La danse frétilante n'apparaît que si la source est suffisamment écartée du rucher. Donc si l'on veut que les abeilles indiquent la direction d'une source il faut donc écarter celle-ci du rucher. Concrètement cela arrive lorsqu'on met des cadres à lécher. La seule odeur de ceux-ci est le miel, et si les cadres sont trop proches de la ruche les abeilles chercheront les odeurs de miel partout dans le rucher, ce qui peut déclencher un pillage généralisé avec combats aux entrées de vol. En conséquence, on ne mettra jamais de miel à lécher à moins de 40 mètres du rucher.

La distance est donnée par le temps mis à exécuter le trajet frétilant: *montre en main, on constate que si la source de nourriture se trouve à 100m l'abeille parcourt 9 à 10 fois en 15 secondes la partie rectiligne du circuit, pour 500m environ 6 fois, pour 1000m 4 à 5 fois, pour 5000m³ deux fois et pour 10 000 m à peine plus de une fois, toujours dans le même temps* (Ibid. p. 174). En fait, plus exactement que la distance, c'est la longueur du vol à effectuer que les abeilles indiquent par la longueur du trajet frétilant: si il faut monter une pente ou faire face au vent pour aller dans la direction indiquée, la danse indique un peu plus de la distance à vol d'oiseau entre la ruche et la source.

Dans la danse frétilante comme dans la danse en rond, la danseuse est imprégnée du parfum de la fleur qui fournit la récolte indiquée.

Les abeilles s'orientant selon la direction du soleil, on peut se demander ce qu'elles font à midi dans la zone intertropicale, à la saison où le soleil est alors au zénith... *elles ont trouvé à ce problème une solution étonnamment simple: - à midi, elles restent chez elles. Ce n'est qu'en recourant à des artifices particuliers qu'on peut les amener à venir néanmoins jusqu'au butin, et alors, une fois de retour, elles dansent de façon confuse dans toutes les directions.* Mais la sieste ne durera pas longtemps: *une distance angulaire de 2-3° par rapport au zénith leur suffit déjà pour reconnaître la position du soleil et en indiquer correctement la direction par leur danse* (Ibid. p. 180).

La danse de l'essaim

La danse sert aussi à indiquer les sources d'eau ou les sources de pollen (c'est l'odeur du pollen lui-même qui guidera alors les butineuses: von Frisch 1969, pp. 185 sq).

Elle permet aussi à l'essaim de trouver son nouveau logis, par un système de 'vote' assez étonnant.

Lors de l'essaimage, les abeilles quittant la ruche se regroupent en une grappe à quelques mètres du rucher; elles y resteront quelques heures. Pendant ce temps, des éclaireuses partent à la recherche de la cavité qui va leur fournir leur nouvel abri. Nombreuses, elles vont visiter toutes sortes de cavités; celles qui estiment en avoir trouvé une convenable retournent à l'essaim et dansent sur la grappe pour en indiquer l'emplacement. Les abeilles évaluent la qualité d'une telle cavité selon de nombreux critères: volume (entre 40 et 80 litres), proportions (plus haut que large), hauteur au-dessus du sol (vers les 5 mètres), visibilité, protection des intempéries, dimensions, position et orientation de l'entrée, sécheresse, ventilation (ce qui signifie, soit dit en passant, que chaque ouvrière est capable d'inventorier et de déterminer tout cela...).

³ von Frisch note que de telles distances de récolte ne sont atteintes que si la nourriture est particulièrement abondante et qu'il n'y en a pas d'autre plus près.

Meilleure est la cavité trouvée, plus vigoureuse est la danse. *Alors se produit, en quelques heures ou parfois même en quelques jours, une chose extrêmement remarquable. Les danseuses les plus animées sont suivies d'un nombre de plus en plus grand de compagnes qui sont allées explorer l'endroit signalé et qui - après s'être pour ainsi dire convaincues « de visu » de ses qualités - se mettent à danser et à faire de la propagande pour lui. Il arrive même que des danseuses qui jusqu'alors avaient fait du racolage en faveur d'une autre demeure présentant moins d'avantage, soient entraînées par le tourbillon d'une éclaireuse plus heureuse qu'elles et se laissent convertir (...). Beaucoup d'éclaireuses qui ne pouvaient défendre leur découverte avec autant d'ardeur, cessent tout simplement de danser lorsque les choses ont atteint ce stade. Peu à peu on en arrive ainsi à une unification: toutes dansent au même rythme et dans la même direction...* (Ibid. p. 195). Toute la grappe peut alors s'envoler vers la demeure qui a fait, in fine, l'unanimité.

L'évolution de la danse

Divers insectes effectuent, après le vol, des mouvements qui sont en rapport avec la longueur du vol qu'ils viennent d'effectuer (par exemple, un nombre de mouvements circulaires proportionnels à la durée du vol a été observé chez le papillon *Automeris aurantiaca*). On appelle idiotiques* ces mouvements qui permettent à l'insecte lui-même (et pas à d'autres : il n'y a pas de communication dans ces mouvements) une forme de mémorisation permettant les orientations ultérieures. L'existence de ces mouvements est d'ailleurs à l'origine d'une controverse sur la danse des abeilles (controverse de Wenner), certains scientifiques tirant argument de l'existence de tels mouvements chez d'autres insectes pour mettre en doute les conclusions de von Frisch sur la communication par la danse chez les abeilles.

En fait les deux ne sont nullement incompatibles ; on peut imaginer que dans l'évolution, ces mouvements idiotiques sont à l'origine de la danse qui serait devenue au fil du temps un moyen de communication.

Les abeilles qui effectuent une danse frétilante sur un rayon transposent en fait à la verticale, une distance angulaire horizontale (angle entre la direction du soleil et la source de nourriture). Ce fait apparaît étonnant chez un insecte qui n'a pas de faculté d'abstraction. Il serait le fruit de l'évolution: la petite abeille mellifique indienne (*Apis florea*) ne construit qu'un seul rayon, dans un arbre et à ciel ouvert. Le haut du rayon, qui entoure la branche à laquelle il pend, est aplati et c'est sur ce bourrelet que les butineuses effectuent leurs danses, qu'elles ne peuvent faire qu'à l'horizontale et lorsqu'elles voient le soleil.

Par évolution, les abeilles auraient ainsi 'transféré', dans un milieu obscur et à la verticale, une science d'abord acquise en reproduisant directement sur le haut du rayon la direction de leurs vols par rapport au soleil.

Bibliographie:

- Alphandéry, R., 1992 : *La route du miel*, éd. Nathan
- Bruneau, E., 1999 : *Karl von Frisch se serait-il trompé ? Le langage des abeilles mis en question* in Abeilles et Cie, n°71, 4/1999, éd. du CARI.
- Chauvin, Rémy, 1999: *L'énigme des abeilles*, éd. du Rocher
- Corbara, B, 1991: *La Cité des abeilles* , éd. Découvertes Gallimard
- Free, J.B., 1973 (adapté par B. Dumortier): *L'organisation sociale des abeilles*, thème Vuibert - biologie.
- Laloi, D. et Pham-Délègue, M.H., 2002: *Apprentissage des odeurs par l'abeille, facteurs de variabilité des performances individuelles au cours d'un conditionnement associatif*, in Compte-rendu du colloque annuel, 50ème anniversaire, Versailles, 16 au 18 septembre 2002.
- Lampeitl, Fr, 1987 : *Apiculteur d'aujourd'hui*, Editions européennes apicoles
- Thiriard, Georges, 1979: *L'abeille et le folklore*, Musée de l'abeille - Tilff s/Ourthe
- Verstraeten, Ch., notes de cours
- von Frisch, Karl, 1969: *Vie et mœurs des abeilles*, éd. Albin Michel
- Winston, Mark L., 1993: *La biologie de l'abeille*, Nauwelaerts et Frison-Roche éd.

Articles:

Phéromones, la ruche sous influence chimique, article d'Yves Miserey dans Le Figaro, 30 novembre 2004

Recherche: la régulation du développement comportemental des abeilles lié à une phéromone , INRA, sur le site www.hyltel.fr.

: