

Les abeilles et autres insectes, tout comme les oiseaux, utilisent le champ magnétique terrestre et les énergies électromagnétiques à haute fréquence telles que la lumière.

À l'aide des radicaux libres, combinés à la réaction simultanée de conglomerats de magnétite, ils assurent leur orientation et leur navigation. Les champs électromagnétiques dans la plage des MHz, ainsi que les impulsions magnétiques à basse fréquence d'origine technologique perturbent fortement les mécanismes naturels de repérage et de navigation inventés par l'évolution. Les résultats des études d'autres groupes de travail et de nos propres essais permettent les déductions suivantes :

1. L'enveloppe de chitine des abeilles et les plumes des oiseaux ont des fonctions de semi-conducteurs et présentent des propriétés piézo- et pyroélectriques.

Ces appendices du corps transforment de hautes fréquences modulées par impulsions en vibrations acoustiques mécaniques. La réceptivité diélectrique aux ondes électromagnétiques dans la plage des micro-ondes est l'une de leurs fonctions importantes.

2. La présence de particules de magnétite de taille nanométrique a été prouvée dans l'abdomen chez des abeilles, et dans la région de la tête chez les oiseaux.

En raison de sa résonance ferromagnétique, la magnétite est un excellent capteur de microondes dans la plage de fréquence située entre 0,5 et 10,0 GHz. L'énergie pulsée des microondes est alors transformée en vibrations sonores (effet magnéto-acoustique).

3. Il a été constaté que les abeilles en vol libre sont en mesure de percevoir même les fluctuations magnétostatiques et des champs magnétiques oscillants à extrêmement basse fréquence et de très faibles inductions, dès 26 nT, sur fond d'un champ magnétique terrestre d'environ 30 000 - 50000 nT.

4. Les impulsions de champs magnétiques à fréquences de répétition de l'ordre de 250/s qui sont parallèles aux lignes du champ terrestre produisent de nettes erreurs de direction dans les danses de signalisation des abeilles, erreurs pouvant représenter +10°.

5. Les niveaux d'induction magnétique dans l'environnement actuel, faussé par les technologies, se situent habituellement entre 1 nT et 170 000 nT dans les basses fréquences, et entre quelques nT et quelques 1000 nT dans les hautes fréquences. Ces valeurs sont donc, en règle générale, supérieures au seuil de sensibilité des abeilles aux variations de champs magnétiques.

6. Chez les abeilles à miel, le système NO entre les antennes participe aux processus de l'odorat et de l'apprentissage. À ce jour, une perturbation de la production de NO par les champs magnétiques et les vibrations électromagnétiques n'est prouvée que chez les mammifères. Toutefois, il y a lieu de supposer que les mécanismes de perturbation sont similaires chez les insectes.

Dans ce cas, le sens de l'odorat et les processus d'apprentissage pour l'orientation des abeilles dans l'espace seraient fortement gênés. Si, en tout cas, on tient compte de tous les faits scientifiquement avérés, on sait comment et pourquoi les technologies de communication sans fil, avec leur densité de champs électriques, magnétiques et électromagnétiques qui se superposent, perturbent l'orientation et la navigation d'un grand nombre d'oiseaux et d'insectes – et avant tout des abeilles.

Quelques Aspects théoriques

De nombreuses expériences ont montré qu'une accumulation de particules de magnétite naturelle (Fe_3O_4) sert de récepteur pour le rayonnement de champs magnétiques. Ces granules de fer sont situés dans une rayure de l'abdomen de l'abeille. Ils ne mesurent que $0,5 \mu\text{m}$ de diamètre et se trouvent dans des cellules spéciales, les trophocytes.

La magnétite agit comme un amplificateur de variations magnétiques. Lorsque l'intensité du champ terrestre horizontal est modulée de 30 %, l'activité des neurones dans le ganglion de l'abdomen change (SCHIFF, 1991).

En supplément de la magnétite superparamagnétique, on a également trouvé du FeOOH dans l'abdomen. Dans les abeilles sans dard, des matériaux magnétiques ont également été mis en évidence dans les antennes, la tête et les griffes.

Les granules de fer sont pris dans de petites vésicules en contact avec un cytosquelette. Comme dans les organismes plus complexes, le cytosquelette est composé de filaments microscopiques (microtubules). Hormis le fer, les vésicules comprennent également de petites quantités de phosphore et de calcium. La densité des granules de fer est de $1,25\text{g/cm}^3$, celle de la magnétite Fe_3O_4 s'élève à $5,24\text{g/cm}^3$.

D'où vient ce minéral magnétique ? La plupart du fer provient du pollen (environ $0,16 \mu\text{g/mg}$) (BOYAIN-GOITIA et al. 2003). Si, à présent, on expose l'abeille à un champ magnétique supplémentaire, la taille et la forme des granules biomagnétiques changent (HSU et al. 2007). Ce changement est détecté par les microtubules et les microfilaments, qui augmentent la production de Ca^{2+} dans les trophocytes. Les cellules adipeuses des abeilles présentent la même réaction, mais à un degré nettement moins prononcé que les trophocytes. On sait depuis longtemps que les cellules produisent du Ca^{2+} sous l'influence d'un champ magnétique de faible intensité ; c'est le cas, par exemple, pour les macrophages (FLIPO et al. 1998), les astrocytomes (PESSINA et al. 2001, ALDINUCCI 2000), ou les cellules chromaffines (MORGADO-VALLE et al. 1998).

Il est également connu que la production de Ca^{2+} peut être provoquée par divers types de changement au niveau des cellules, tels qu'un changement de structure des membranes, changement du potentiel électrique des membranes et du potentiel des surfaces des cellules, changement de la structure des protéines ainsi que de leur répartition au sein de la membrane. Le champ magnétique peut stimuler deux mécanismes d'augmentation du niveau de Ca^{2+} dans la cellule : d'une part, l'ouverture de canaux Ca^{2+} et une arrivée des molécules en plus grande quantité dans la cellule depuis l'extérieur ; d'autre part, une augmentation de la libération de Ca^{2+} pris dans les réserves de la cellule (IKEHARAA et al. 2005, PETERSEN 1996). C'est ainsi que s'explique l'accumulation accrue de Ca^{2+} dans les cellules adipeuses.

La présence de la magnétite démultiplie ces effets (SCHIFF 1991). La propriété des granules de se dilater dans un champ magnétique appliqué depuis l'extérieur revient à une fonction de récepteur magnétique (TOWNE et al. 1985). Les microfilaments concernés sont en contact avec la membrane de la cellule (HSU et al. 1993, 1994) et influencent ainsi la transmission du signal vers l'intérieur de la cellule.

Si l'on injecte les toxines colchicine et latrunculine B, connues pour leur capacité de paralyser les microtubules et les microfilaments, on constate que le niveau de Ca^{2+} de la cellule n'augmente plus en présence d'un champ

magnétique supplémentaire.

Dans le modèle, l'orientation du champ magnétique est donc la suivante : si l'abeille vole parallèlement aux lignes du champ magnétique, les vésicules contenant les granules magnétiques se dilatent ; si l'abeille vole perpendiculairement aux lignes du champ, les granules se contractent. Cette déformation est perçue par le cytosquelette et communiquée aux membranes. Celles-ci ouvrent ou ferment alors les canaux de Ca^{2+} , selon le cas. Cette transmission de signaux permet d'établir une topographie des champs magnétiques traversés pendant un trajet. Cette carte topographique est utilisée pour s'orienter, en particulier pour retrouver le chemin de la ruche, en inversant le défilé chronologique du « relief » magnétique (RILEY et al. 2005, MENZEL et al. 2005). Dans ce contexte, il est assez étonnant de constater que l'abeille perçoit des fluctuations de 26 nT, alors que le champ terrestre présente une puissance de 45000 nT.