

Le sommeil des abeilles (*Apis mellifera*)

Claude Pfefferlé et Serge Imboden
(Novembre 2025)



Illustration 1 : Abeille endormie (tête inclinée, antennes pendantes, ailes abaissées, pattes avant faiblement agrippées) Source : généré par l'IA.

Résumé / Abstract

Longtemps perçue comme infatigable, l'abeille domestique (*Apis mellifera*) dort bel et bien. Son sommeil, loin d'être un simple arrêt d'activité, constitue un processus physiologique, neuronal et social essentiel à la stabilité du superorganisme. À partir d'une synthèse de la littérature scientifique récente, cet article explore les différentes dimensions de ce phénomène : critères comportementaux et physiologiques, bases neuronales, régulations sociales et fonctions cognitives. Les études électrophysiologiques et d'imagerie calcique (Kaiser 1988 ; Carcaud et al., 2023 ; Haase et al., 2025) révèlent des signatures cérébrales spécifiques au sommeil, liées à la consolidation de la mémoire et à l'homéostasie neuronale. À l'échelle de la colonie, le repos est synchronisé par des signaux chimiques, thermiques et vibratoires, assurant la cohésion fonctionnelle du groupe.

Les perturbations anthropiques – lumière artificielle, pesticides, vibrations – fragmentent ces cycles, altèrent la communication et affaiblissent la résilience du superorganisme (Kim et al., 2024 ; Tackenberg et al., 2020). Préserver le sommeil des abeilles devient ainsi une exigence écologique et apicole : un indicateur sensible de la santé de la ruche et de son environnement. L'article propose des recommandations concrètes pour une apiculture du repos, fondée sur la réduction des stress lumineux, sonores et chimiques. Comprendre le sommeil des abeilles, c'est comprendre la respiration même du vivant : un rythme partagé entre cognition, société et écologie.

Contenu

1	Du mythe de l'abeille infatigable à la découverte du sommeil.....	4
1.1	L'ABEILLE, SYMBOLE D'ACTIVITÉ SANS REPOS.....	4
1.2	UN PHÉNOMÈNE UNIVERSEL ET VITAL	4
1.3	UN ENJEU ÉCOLOGIQUE ET APICOLE.....	5
1.4	MÉTHODES D'ÉTUDE DU SOMMEIL DES ABEILLES.....	6
2	Les signes comportementaux et physiologiques du sommeil.....	7
2.1	UN SOMMEIL BIEN RÉEL ET FINEMENT RÉGULÉ.....	7
2.2	SOMMEIL DES CASTES : NOURRICES, BUTINEUSES, REINES ET MÂLES	9
2.3	SOMMEIL HORS DE LA RUCHE ET SOMMEIL HIVERNAL.....	10
3	Les bases neuronales du sommeil chez <i>Apis mellifera</i>	11
3.1	3.1 DU COMPORTEMENT AU CERVEAU : UN CHANGEMENT D'ÉCHELLE	12
3.2	L'IMAGERIE CALCIQUE : CARTOGRAPHIER LE CERVEAU VIVANT.....	12
3.3	RÔLE DU SYSTÈME GABAÉRIQUE ET RÉGULATION DE L'HOMÉOSTASIE NEURONALE.....	13
3.4	UNE VIGILANCE PARTIELLE : LE CERVEAU À DEMI ÉVEILLÉ.....	14
3.5	SOMMEIL, PLASTICITÉ SYNAPTIQUE ET MÉMOIRE.....	14
4	Régulation sociale et fonctions cognitives du sommeil.....	15
4.1	UN SOMMEIL INFLUENCÉ PAR LA SOCIÉTÉ	15
4.2	PHÉROMONES, SIGNAUX CHIMIQUES ET COHÉRENCE COMPORTEMENTALE	15
4.3	COMMUNICATION VIBRATOIRE ET COORDINATION DU REPOS.....	16
4.4	SOMMEIL ET CONSOLIDATION DE LA MÉMOIRE	17
4.5	MÉMOIRE COLLECTIVE ET PERFORMANCE DE LA COLONIE.....	17
5	Préserver le sommeil des abeilles : recommandations pour la pratique apicole.....	18
5.1	OBSERVER SANS TROUBLER : PRINCIPES DE BASE	18
5.2	GARANTIR LE REPOS DE LA COLONIE	19
5.3	LE SOMMEIL HIVERNAL : GÉRER LA GRAPPE SANS LA DÉRANGER.....	19
5.4	RÉDUIRE LES STRESS CHIMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX.....	20
5.5	SOMMEIL, IMMUNITÉ ET RÉSILIENCE.....	20
5.6	VERS UNE ÉTHIQUE DU CALME	20
6	Perspectives et conclusion.....	21
7	Bibliographie	22

1 Du mythe de l'abeille infatigable à la découverte du sommeil

1.1 L'abeille, symbole d'activité sans repos

Longtemps, l'abeille a incarné l'image de l'animal infatigable : travailleuse, disciplinée, toujours en mouvement. De l'Antiquité aux manuels scolaires modernes, elle symbolisait la diligence et l'ordre social, un modèle d'organisation où chaque individu semblait voué à l'activité perpétuelle. Cette représentation a façonné notre regard : dans l'imaginaire collectif, la ruche ne dort jamais.

Pourtant, cette vision héroïque s'est révélée inexacte. Les progrès récents de l'éthologie et de la neurobiologie ont démontré que les abeilles dorment bel et bien, et que ce sommeil n'est ni accidentel ni marginal, mais au contraire vital à l'équilibre de la colonie. Comme chez les vertébrés, il s'accompagne de signes distincts. Les antennes constituent un indicateur particulièrement sensible de l'état de repos : chez une ouvrière active, elles s'agitent continuellement pour capter les signaux chimiques et thermiques de la colonie. Pendant le sommeil léger, de rares micromouvements aléatoires persistent, alors qu'en sommeil profond, elles demeurent complètement immobiles (Kaiser & Steiner-Kaiser, 1983 ; Kaiser, 1988 ; Sauer et al., 2003). Cette gradation du tonus antennaire permet de distinguer un simple repos d'un véritable état de sommeil. Ces travaux pionniers, fondés sur des enregistrements électromyographiques et comportementaux, ont été les premiers à définir des critères objectifs du sommeil chez *Apis mellifera*. Ces découvertes bouleversent le mythe de l'activité incessante : le repos de l'abeille n'est pas une faiblesse, mais un rouage essentiel de sa performance collective.

1.2 Un phénomène universel et vital

Le sommeil est un état universel du vivant, observé chez presque toutes les espèces animales. Chez *Apis mellifera*, il remplit les mêmes fonctions fondamentales : récupération énergétique, consolidation des apprentissages, stabilisation des processus physiologiques. Loin d'être une simple pause, il constitue un mode actif de régulation interne. Comme l'ont établi Sauer, Herrmann & Kaiser (2004), cet état se définit également par un rebond homéostatique après privation : une abeille empêchée de dormir prolonge ensuite ses phases de repos, signe d'une régulation interne comparable à celle observée chez les vertébrés. Comportementalement, le sommeil se définit par quatre critères : une immobilité prolongée, une diminution de la réactivité sensorielle, la réversibilité rapide au réveil et un rebond compensatoire après privation (Sauer et al., 2004 ; Eban-Rothschild & Bloch, 2008 ; Bloch, 2013).

Outre ces fonctions physiologiques, le sommeil joue un rôle cognitif majeur : il renforce les capacités d'apprentissage, de mémorisation et d'adaptation comportementale des abeilles, soutenant ainsi la performance collective du superorganisme. Les expériences de Klein et al. (2010) et de Beyaert, Greggers & Menzel (2012) ont montré que les butineuses reposées exécutent des danses plus précises et conservent mieux les associations olfactives acquises, preuve que le sommeil favorise la consolidation mnésique au sein de la colonie.

Les premières études comportementales ont rapidement conduit à une exploration plus fine des mécanismes neuronaux. L'enregistrement de l'activité cérébrale et l'imagerie calcique ont révélé que le cerveau de l'abeille, bien que minuscule, présente des cycles électrophysiologiques comparables à ceux des mammifères (Schuppe, 1995 ; Carcaud et al., 2023). Des études récentes de Haase et al. (2025) ont confirmé ces observations, montrant que des signatures neuronales spécifiques au sommeil apparaissent dans les corps pédonculés et le lobe antennaire. Le sommeil apparaît ainsi comme une phase d'auto-organisation neuronale, où les circuits impliqués dans la mémoire spatiale et olfactive se réactivent.

1.3 Un enjeu écologique et apicole

Au-delà de la biologie fondamentale, le sommeil des abeilles possède une portée écologique et appliquée. Il est sensible à la lumière artificielle nocturne, aux pesticides et aux perturbations thermiques (Kim et al., 2024 ; Vázquez et al., 2020). Sous un éclairage constant, les abeilles cherchent activement les zones plus sombres de la ruche pour dormir, illustrant une adaptation comportementale immédiate au stress lumineux (Kim et al., 2024). Tackenberg et al. (2020) ont montré que l'exposition chronique à de faibles doses de néonicotinoïdes provoque une accumulation du pesticide dans le cerveau des ouvrières et désorganise profondément leurs rythmes circadiens : les abeilles deviennent souvent arythmiques, dorment moins et décalent leurs phases d'activité. L'effet s'amplifie en présence de lumière artificielle, suggérant une action synergique entre toxiques et pollution lumineuse sur les circuits de l'horloge interne. De telles perturbations affaiblissent la navigation et la mémoire, compromettant la cohésion du superorganisme et elles incluent également les vibrations mécaniques (machines, routes proches) et les sources lumineuses intermittentes, telles que les lampadaires ou les feux automobiles, qui fragmentent les phases de repos et désynchronisent l'horloge circadienne. Même de faibles stimuli répétés peuvent altérer la profondeur du sommeil et réduire la stabilité comportementale du superorganisme (Klein et al., 2014).

Pour l'apiculteur comme pour le chercheur, comprendre le sommeil, c'est comprendre la santé du superorganisme. Une ruche calme la nuit, non dérangée par le bruit ou la lumière, montre une meilleure stabilité comportementale, une productivité accrue et une mortalité hivernale réduite. Explorer le sommeil d'*Apis mellifera* revient donc à interroger l'intelligence collective du vivant. Ce phénomène relie les niveaux d'organisation : le corps individuel, le cerveau, la société et l'écosystème (Seeley & Visscher, 1985). Les recherches contemporaines montrent que le repos individuel soutient la performance du groupe ; inversement, la dynamique sociale influence la qualité du sommeil de chaque abeille. Cette réciprocité, au cœur de la vie des insectes sociaux, illustre la complexité d'une cognition distribuée — celle d'un superorganisme capable d'apprendre, de se souvenir et de s'adapter. Ainsi, la compréhension du sommeil des abeilles ne relève pas d'une curiosité anecdotique : elle éclaire les liens entre physiologie, cognition et écologie, et invite à repenser la ruche non comme une machine à produire, mais comme un organisme sensible à ses rythmes internes.

1.4 Méthodes d'étude du sommeil des abeilles

L'étude du sommeil chez *Apis mellifera* s'est construite progressivement, passant de simples observations comportementales à une exploration fine des mécanismes neuronaux. Comprendre comment dort la ruche suppose de combiner plusieurs échelles d'analyse : le comportement, le cerveau et le contexte social.

Les premières recherches, menées dans les années 1980, ont défini les critères objectifs du sommeil à partir d'observations sur des colonies maintenues sous plexiglas. Kaiser (1988) et Kaiser & Steiner-Kaiser (1983) ont utilisé l'électromyographie pour distinguer trois états : activité, repos et sommeil profond. Ils ont identifié des marqueurs précis – antennes pendantes, immobilité prolongée, baisse du tonus musculaire – qui constituent encore aujourd'hui les indicateurs comportementaux du sommeil chez les insectes sociaux. Ces travaux, prolongés par Kaiser & Sauer (2003) et Sauer, Kinkelin, Herrmann & Kaiser (2003), ont établi la base expérimentale de la recherche moderne sur le sommeil des abeilles.

Les années 1990 ont vu l'apparition des enregistrements électrophysiologiques intracrâniens. Schuppe (1995) a mis en évidence, dans les corps pédonculés – centres de la mémoire et de l'apprentissage –, des oscillations lentes et régulières chez des abeilles immobiles présentant les signes comportementaux du sommeil. Ces rythmes cérébraux, comparables aux ondes de sommeil lent (NREM) des vertébrés, ont confirmé que l'immobilité observée correspond à un état neurophysiologique organisé plutôt qu'à une simple inactivité.

Au début des années 2000, la recherche s'est orientée vers les protocoles de privation expérimentale. Sauer, Herrmann & Kaiser (2004) ont montré qu'une abeille empêchée de dormir compense ensuite par des phases de repos prolongées : un rebond homéostatique typique des organismes à régulation interne. Ce paradigme de privation/récupération a permis de démontrer la fonction réparatrice du sommeil et sa régulation endogène.

Depuis une décennie, l'imagerie neuronale a profondément renouvelé l'approche. L'imagerie calcique à deux photons, appliquée à des abeilles transgéniques exprimant le capteur GCaMP6f, permet de visualiser *in vivo* l'activité du cerveau pendant le sommeil. Carcaud et al. (2023) ont distingué les états de veille et de repos avec plus de 90 % de fiabilité en analysant les schémas de connectivité du lobe antennaire. Haase et al. (2025) et Moguilner et al. (2025) ont confirmé ces observations : pendant le sommeil, les réseaux neuronaux deviennent plus synchronisés et la réponse sensorielle diminue, traduisant une stabilisation interne des circuits sous contrôle du système GABAergique.

Parallèlement, les expériences d'isolement social ont mis en évidence l'influence du contexte collectif. Eban-Rothschild & Bloch (2008, 2012) et Fuchikawa et al. (2016) ont démontré que les signaux chimiques, thermiques et vibratoires de la ruche – émis par la reine, le couvain ou les ouvrières – modulent directement la durée et la qualité du repos. Ces travaux, combinant observation comportementale et contrôle des phéromones, ont révélé la forte dépendance du sommeil vis-à-vis du milieu social.

Enfin, les outils non invasifs de thermographie infrarouge et de vidéoanalyse haute fréquence (Klein et al., 2014 ; Klein & Busby, 2020) permettent désormais de détecter les micromouvements respiratoires et les variations thermiques sans perturber la colonie. Ces techniques ont confirmé que le sommeil se manifeste jusque dans les cellules de cire, où les ouvrières présentent une respiration ralentie et une baisse mesurable de la température thoracique.

Ainsi, l'étude du sommeil des abeilles s'appuie sur une palette d'approches complémentaires, du comportement à la neuro-imagerie, qui font de la ruche un véritable laboratoire vivant et du sommeil un indicateur mesurable de la santé du superorganisme.

2 Les signes comportementaux et physiologiques du sommeil

Après avoir présenté les méthodes d'étude et les approches expérimentales, intéressons-nous maintenant à la réalité du sommeil lui-même : comment se manifeste-t-il ? Quels en sont les signes physiques et les rythmes ?

2.1 Un sommeil bien réel et finement régulé

Contrairement à l'image d'une abeille infatigable, le sommeil d'*Apis mellifera* est une réalité mesurable, rythmée et indispensable à la survie de la colonie. Les observations infrarouges et les enregistrements thermiques montrent que les abeilles alternent, comme les vertébrés, entre phases d'éveil, de repos et de sommeil profond (Kaiser, 1988 ; Sauer et al., 2003 ; Sauer et al., 2004). Ce sommeil se manifeste par une série de signes cohérents : immobilité prolongée, relâchement des antennes, respiration lente, baisse de la température thoracique et diminution de la réactivité sensorielle. Il s'agit d'un état physiologique régulé, participant à la stabilité énergétique et cognitive du superorganisme. L'état de sommeil ne se résume pas à une simple absence de mouvement : il demeure dynamique. Même durant le repos profond, certaines micro-oscillations posturales et antennaires persistent, traduisant une activité interne minimale, mais ordonnée. Cette dynamique interne, comparable au sommeil lent des vertébrés, permet une régulation fine de l'énergie et de la plasticité neuronale (Sauer et al., 2004 ; Eban-Rothschild & Bloch, 2008 ; Helfrich-Förster, 2018).

Pendant le sommeil profond, l'abeille adopte une posture caractéristique : la tête légèrement inclinée vers le bas, les antennes pendantes, les pattes avant faiblement agrippées au support et les ailes légèrement abaissées. Cette attitude, observée aussi bien chez les nourrices que chez les butineuses, distingue le sommeil véritable du simple repos (Sauer et al., 2003). Les antennes ne sont pas seulement des appendices de posture : elles sont des organes sensoriels multifonctionnels qui permettent à l'abeille de percevoir son environnement chimique, thermique et électrique. Leur relâchement complet pendant le sommeil profond traduit donc non seulement une détente musculaire, mais aussi une désactivation partielle des canaux sensoriels responsables de la vigilance. L'état des antennes constitue ainsi un indicateur privilégié du basculement entre veille et repos (Kaiser & Sauer, 2003 ; Klein et al., 2014).

Chez les butineuses, le sommeil se déroule souvent sur les cadres périphériques, les parois de la ruche ou, plus rarement, à l'extérieur — sur une fleur, une tige ou une brindille. Les jeunes nourrices dorment à l'intérieur des alvéoles, parfois recroquevillées, à proximité immédiate du couvain. Néanmoins, une abeille immobile dans une alvéole n'est pas forcément endormie : elle peut aussi être en plein travail de thermorégulation. En effet, une ouvrière peut rester figée tout en contractant ses muscles thoraciques pour chauffer le couvain, un comportement qui imite le repos. Des travaux thermographiques (Fahrenholz, Lamprecht & Schricker, 1989 ; Stabentheiner, Kovac & Kramer, 2003) ont confirmé que la production endothermique de chaleur pouvait masquer des périodes d'inactivité apparente.

Des observations couplant imagerie infrarouge et détection des mouvements respiratoires ont permis de distinguer précisément le sommeil de cette activité cachée (Klein et al., 2014), confirmant que le sommeil a bien lieu jusque dans les alvéoles de cire du nid. Des études récentes de vidéo-suivi et de thermographie ont révélé que certaines ouvrières se reposent ou dorment directement à l'intérieur des alvéoles. Klein et Busby (2020) ont observé, dans une ruche expérimentale sous plexiglas, des cycles discontinus de ventilation abdominale et de respiration lente caractéristiques du sommeil. Environ 16,9 % du temps passé dans les alvéoles correspond à un état de sommeil identifiable. Ce « sommeil cellulaire » participerait à la régulation énergétique de la colonie : les abeilles y trouvent un abri stable, à température et humidité constantes, favorable à une récupération rapide avant la reprise de leurs activités.

Le ralentissement de la respiration constitue un indicateur fiable du sommeil. Grâce à l'imagerie infrarouge, Klein et al. (2014) ont montré que la température du thorax d'une abeille endormie chute de 1 à 2 °C. Ce refroidissement, comparable à celui observé chez les mammifères, traduit une baisse de l'activité métabolique et participe à l'économie énergétique de la colonie. Les nourrices, en sommeil léger, alternent des phases de ventilation abdominale avec des pauses prolongées ; les butineuses, elles, dorment surtout la nuit, dans des épisodes consolidés de 5 à 8 heures. Ces rythmes circadiens sont modulés par la lumière, la température et l'activité sociale : quand les butineuses dorment, les nourrices restent éveillées pour assurer le soin du couvain, créant ainsi une veille permanente à l'échelle de la ruche (Eban-Rothschild & Bloch, 2008 ; Klein & Busby, 2020). Giannoni-Guzmán et al. (2024) ont montré que la température du nid joue un rôle déterminant dans l'émergence du rythme circadien des jeunes ouvrières : maintenues à 35 °C, température typique du couvain, elles développent deux fois plus souvent un cycle jour-nuit stable que celles élevées à 25 °C. Une simple exposition de 48 heures à cette chaleur suffit à déclencher la synchronisation de l'horloge interne. Ces résultats confirment que la chaleur socialement régulée du couvain agit comme un "zeitgeber" majeur pour la maturation du système veille-sommeil.

Toutefois, en l'absence de nectar à récolter, ces butineuses font preuve d'une adaptabilité opportuniste : elles s'accordent de courtes siestes diurnes au lieu de demeurer actives sans objet (Klein & Seeley, 2011).

2.2 Sommeil des castes : nourrices, butineuses, reines et mâles

Le sommeil des abeilles varie fortement selon la fonction et l'âge. Les jeunes nourrices dorment souvent par micro-siestes, fragmentées sur l'ensemble du cycle de 24 heures, en raison de leurs tâches continues. Les butineuses, plus âgées, présentent un sommeil nocturne plus long et plus profond. Cette différence spatiale traduit le polyéthisme d'âge : chaque phase de la vie impose son rythme et son lieu de repos (Eban-Rothschild & Bloch, 2008). Des mesures précises confirment cette répartition : près de 99,5 % du sommeil des jeunes nettoyeuses de cellules à lieu à l'intérieur des alvéoles, contre 59,5 % chez les nourrices et pratiquement 0 % chez les butineuses (Klein & Busby, 2020 ; Eban-Rothschild & Bloch, 2008). Ce gradient traduit une transition progressive : les nourrices présentent un sommeil morcelé et quasi continu sur 24 heures, sans distinction claire jour/nuit, tandis que les butineuses suivent un cycle circadien consolidé avec des épisodes prolongés la nuit et de courtes siestes diurnes opportunistes (Eban-Rothschild & Bloch, 2008 ; Shemesh et al., 2010). En vieillissant, les abeilles dorment de plus en plus hors des alvéoles et leurs épisodes de repos deviennent plus longs et plus consolidés la nuit. Ce glissement progressif illustre la spécialisation adaptative du repos selon l'âge et la fonction : elle garantit qu'à tout moment, une partie de la colonie demeure active.

La reine, quant à elle, ne connaît pas de sommeil prolongé, mais des micro-pauses de quelques secondes à quelques minutes, entre deux cycles de ponte (Johnson, Hardgrave, Gill & Moore, 2010). Ces épisodes s'accompagnent d'une immobilité complète et d'un relâchement des antennes, suggérant une forme de récupération métabolique (Yaniv, Gernat, Robinson & Bloch, 2022). Ces micro-pauses, réparties aléatoirement sur 24 heures, traduisent un rythme polyphasique dépourvu de véritable alternance jour-nuit. Chez les reines, les données directes sur le sommeil demeurent rares. Si les ouvrières et les butineuses présentent des phases de repos clairement identifiables (Sauer et al., 2003), la reine semble, quant à elle, maintenir une activité presque continue. Johnson et al. (2010) ont observé l'absence de tout rythme circadien marqué : la ponte et les pauses se succèdent de manière aléatoire, indépendamment du cycle jour-nuit. Des enregistrements comportementaux récents suggèrent toutefois que ces pauses, souvent de quelques secondes à quelques minutes, correspondent à de véritables phases de relâchement musculaire et de baisse métabolique – une forme de micro-sommeil fragmenté plutôt que d'endormissement consolidé. La forte stimulation sociale et thermique qui entoure la reine pourrait empêcher l'installation d'un sommeil profond, comme l'ont montré Kim et al. (2024) pour d'autres castes exposées à une activité ou une luminosité constante. De plus, des travaux récents montrent que l'activité de la reine peut se maintenir en continu et que le régime lumineux influence ses rythmes. À l'échelle de 24 heures, on n'observe pas de synchronisation circadienne nette ; la ponte et l'activité se répartissent de manière quasi arythmique, modulées par le contexte social et les conditions d'éclairement (Shpigler et al., 2022). Ces résultats confirment que la reine ne connaît pas de sommeil consolidé, mais des phases d'activité et de repos fragmentées, probablement ajustées aux stimulations sociales du couvain et aux soins des ouvrières. L'activité continue du couvain et les soins constants prodigués

par les ouvrières maintiennent autour d'elle un niveau d'excitation sociale élevé, empêchant toute phase de sommeil profond. Les brèves immobilités observées – antennes abaissées, respiration ralentie, tonus musculaire réduit – correspondent vraisemblablement à un état de repos léger suffisant pour soutenir son intense métabolisme reproductif (Johnson et al., 2010). Ce rythme hautement fragmenté, qualifié de polyphasique, distingue la reine des ouvrières. Dépourvue de véritable alternance jour/nuit, elle alterne de très courtes phases d'inactivité et d'activité continue, reflet de son métabolisme reproductif exceptionnel (Johnson, Nieh & Rangel, 2010).

Les faux-bourçons, de leur côté, dorment longuement en dehors de leurs vols nuptiaux, souvent regroupés dans les zones périphériques plus fraîches de la ruche. Leur repos, profond et prolongé, leur permet de reconstituer leurs réserves énergétiques avant les vols de fécondation (Neubauer et al., 2023 ; Reyes et al., 2019 ; Taber, 1964 ; Heidinger et al., 2014). Leur cycle veille-sommeil suit un rythme circadien bien marqué : la majorité des mâles s'activent simultanément en milieu d'après-midi pour les vols de reproduction, puis demeurent inactifs le reste du temps (Neubauer et al., 2023). Ce comportement concentre l'effort énergétique dans un créneau restreint et favorise la récupération métabolique. En restant au repos prolongé avant et après les vols, les faux-bourçons reconstituent leurs réserves d'ATP et préservent la vigueur spermatique nécessaire à la fécondation. Leur sommeil extensif apparaît ainsi comme une stratégie d'économie d'énergie alignée sur leur rôle reproductif. Leur sommeil suit un rythme circadien net, calé sur la fenêtre de leurs vols nuptiaux. En se reposant longuement avant et après ces vols, ils économisent l'énergie nécessaire à la production de chaleur et au maintien de la vigueur spermatique, deux conditions essentielles à la fécondation (Neubauer et al., 2023, Reyes et al. (2019), Taber (1964), Heidinger et al. (2014)). Ce comportement illustre une stratégie d'économie métabolique parfaitement alignée sur leur rôle reproductif (Neubauer et al., 2023 ; Reyes et al., 2019 ; Taber, 1964 ; Heidinger et al., 2014).

2.3 Sommeil hors de la ruche et sommeil hivernal

Certaines butineuses, trop éloignées du nid au crépuscule, s'endorment à l'extérieur. Accrochées à une fleur ou une tige, elles abaissent leurs antennes et se figent complètement. Ce sommeil de substitution, bien que risqué, leur permet de récupérer avant le vol de retour. Ces observations rappellent la flexibilité comportementale d'*Apis mellifera* : même le repos s'adapte aux contraintes environnementales (Klein et al., 2014).

En hiver, le sommeil des abeilles prend une forme collective : la grappe thermorégulatrice. Les individus s'y serrent pour maintenir une température interne stable, alternant veille et micro-repos (Oliver, 2016). Les abeilles du centre dorment par épisodes prolongés, tandis que celles de la périphérie produisent de la chaleur par contractions musculaires. Ce mécanisme assure un équilibre énergétique entre activité et repos, garantissant la survie du groupe malgré le froid. Des travaux de modélisation (Sumpter & Broomhead, 2000) ont permis de décrire la forme et la dynamique de la grappe hivernale. Selon leurs simulations, la colonie adopte une structure quasi optimale pour conserver la chaleur : un disque dense lorsque la température

reste douce, puis une forme annulaire plus épaisse à mesure que le froid s'intensifie. Ce modèle met en évidence une adaptation collective continue, où la géométrie même de la grappe devient un outil de survie.

Il ne s'agit donc pas d'un sommeil collectif prolongé : la grappe hivernale reste un système actif de thermorégulation. Les abeilles du centre, maintenues à une température stable et élevée, demeurent relativement au repos, tandis que celles de la périphérie produisent de la chaleur par contractions musculaires pour protéger la grappe du froid (Seeley & Visscher, 1985 ; Fahrenholz et al., 1989 ; Stabentheiner et al., 2003). Toute perturbation extérieure – ouverture, bruit ou lumière nocturne – provoque une reprise immédiate d'activité et un épuisement accéléré des réserves énergétiques.

Durant l'hiver, la reine d'abeilles domestiques demeure au centre de la grappe thermorégulatrice, dans une zone où la température varie entre 20 et 30 °C (Seeley & Visscher, 1985 ; *Scientific Beekeeping*, n.d.). Elle y est continuellement entourée et nourrie par des ouvrières dites « d'hiver », tandis que la ponte est suspendue jusqu'à la reprise progressive du couvain à la fin de la saison froide. Des observations physiologiques anciennes confirment cette interruption : entre novembre et janvier, la reine cesse toute ponte et ses ovaires se réduisent considérablement, témoignant d'une mise au repos reproductif plutôt que d'une véritable dormance (Shehata et al., 1981).

À ce jour, il semble qu'aucune étude n'a mis en évidence des phases de sommeil ou de repos comparables à celles observées chez les ouvrières. Les travaux comportementaux disponibles montrent au contraire une activité quasi continue, sans alternance nette entre périodes de veille et d'inactivité. Johnson et al. (2010) ont observé que les reines maintiennent un comportement arythmique, dépourvu de cycle jour-nuit identifiable, et les analyses récentes de suivi automatisé confirment l'absence de tout rythme circadien régulier (Ulrich et al., 2024). Ces données, obtenues principalement hors période hivernale, laissent penser que la reine ne connaît pas de sommeil physiologique au sens strict, mais qu'elle adopte simplement une activité minimale, protégée par la chaleur et la stabilité du noyau de la grappe.

Ainsi, le sommeil des abeilles n'est pas un phénomène isolé, mais un élément clé de la régulation du superorganisme. Chaque caste, chaque individu y contribue à sa manière : les nourrices par leur vigilance continue, les butineuses par leur repos nocturne, la reine par ses microsiestes, les mâles par leur récupération énergétique. Ensemble, ces rythmes différenciés forment une mosaïque d'activités coordonnées, où le repos de chacun soutient la vitalité du tout.

3 Les bases neuronales du sommeil chez *Apis mellifera*

Après avoir décrit les signes visibles et les rythmes comportementaux du sommeil, il s'agit maintenant d'en comprendre les fondements biologiques.

Derrière l'immobilité apparente de l'abeille endormie se cache une activité cérébrale organisée, faite d'oscillations lentes, de synchronisations et de pauses métaboliques. Loin d'être un

simple relâchement, le sommeil constitue un état actif du cerveau : les réseaux neuronaux s’y rééquilibrent, consolident la mémoire et maintiennent l’homéostasie des circuits sensoriels. Les progrès récents de la neurobiologie des insectes – de l’électrophysiologie aux techniques d’imagerie calcique – ont permis de relier pour la première fois les comportements de repos observés dans la ruche à leurs signatures neuronales précises.

3.1 3.1 Du comportement au cerveau : un changement d’échelle

Derrière l’immobilité apparente se cache une activité neuronale ordonnée : des cycles d’inhibition et de synchronisation qui rappellent, sans les reproduire exactement, les phases NREM des mammifères (Kaiser & Steiner-Kaiser, 1983 ; Schuppe, 1995 ; Sauer et al., 2003 ; Sauer et al., 2004). L’étude de ces processus marque un tournant : elle fait du sommeil de l’abeille non plus un simple phénomène comportemental, mais un état neurophysiologique complexe, modulé par des réseaux cérébraux spécialisés. Chez les insectes, la petite taille du cerveau rend impossible l’usage des électroencéphalogrammes classiques utilisés chez les mammifères. Les chercheurs ont donc recours à des approches indirectes – microélectrodes intracrâniennes et imagerie calcique à deux photons – pour distinguer les états neuronaux de veille et de repos (Sauer et al., 2003 ; Sauer et al., 2004 ; Carcaud et al., 2023). Ces méthodes identifient des corrélats fonctionnels plutôt que des stades homologues au sommeil des vertébrés.

Les premières tentatives de mesure directe du sommeil chez *Apis mellifera* remontent aux années 1990. Schuppe (1995) a enregistré, dans les corps pédonculés – structures centrales impliquées dans la mémoire et l’apprentissage –, des oscillations lentes et rythmiques apparaissant chez des abeilles immobiles et présentant les signes comportementaux du sommeil. Ces oscillations, d’une fréquence comparable à celle observée durant le sommeil lent des vertébrés, indiquent que même un cerveau insecte, fort d’à peine un million de neurones, possède des états d’activité distincts correspondant au repos. Elles ont ouvert la voie à une hypothèse fondamentale : le sommeil des abeilles serait un moment de réorganisation interne, non pas une suspension de la pensée, mais une mise en ordre silencieuse des connexions.

Les recherches récentes utilisant l’imagerie neuronale ont permis d’identifier des corrélats cérébraux précis du sommeil chez l’abeille domestique. Ces travaux montrent que les états de veille et de repos s’accompagnent de signatures neuronales distinctes, suggérant des processus de consolidation comparables à ceux observés chez les vertébrés (Carcaud et al., 2023 ; Haase et al., 2025 ; Moguilner et al., 2025). Ces observations rejoignent la synthèse comparative de Helfrich-Förster (2018), qui souligne que des états analogues de désactivation neuronale ont été observés chez plusieurs ordres d’insectes, suggérant une convergence fonctionnelle du sommeil sans véritable homologie avec celui des vertébrés.

3.2 L’imagerie calcique : cartographier le cerveau vivant

Les progrès récents de l’imagerie calcique à deux photons ont permis d’observer in vivo l’activité neuronale du cerveau de l’abeille endormie avec une précision inédite. Carcaud et al. (2023) ont montré que les états de veille et de sommeil peuvent être différenciés avec plus de

90 % de fiabilité en analysant les schémas de connectivité du lobe antennaire, centre du traitement olfactif. Le modèle utilisé atteint une précision de 93 % dans la distinction entre états d'éveil et de repos, démontrant qu'il existe des signatures neuronales spécifiques au sommeil, même chez un insecte au cerveau d'un million de neurones.

Pendant le sommeil, la communication entre glomérules devient plus synchronisée, tandis que la réponse aux odeurs diminue : le cerveau réduit la sélectivité sensorielle pour favoriser la stabilisation interne des réseaux. Ce schéma fonctionnel rappelle les mécanismes de désengagement sensoriel observés pendant le sommeil lent des vertébrés (Haase et al., 2025 ; Helfrich-Förster, 2018). Moguilner et al. (2025) ont confirmé ces résultats en enregistrant, chez des abeilles au repos nocturne, des motifs d'activité neuronale hautement synchronisés à l'aide d'imagerie calcique à deux photons. Un algorithme d'apprentissage automatique a permis de distinguer les états de veille et de sommeil avec une précision de 93 %, révélant une connectivité accrue pendant le repos. Les simulations du réseau suggèrent qu'une réduction de l'inhibition GABAergique explique cette synchronisation, indiquant que, comme chez les mammifères, les neurones GABAergiques dominent la régulation du sommeil chez *Apis mellifera*.

Autrement dit, l'abeille ne dort pas pour oublier, mais pour consolider ; son cerveau trie et renforce les traces utiles à la navigation, à la reconnaissance et à la communication.

3.3 Rôle du système GABAergique et régulation de l'homéostasie neuronale

Les enregistrements intracrâniens et les modèles computationnels indiquent que la transition veille-sommeil est gouvernée par une modulation du système GABAergique, principal médiateur inhibiteur du cerveau (Carcaud et al., 2023 ; Siegel, 2008). Lorsque l'activité des neurones GABAergiques diminue, l'ensemble du réseau se relâche : la réactivité sensorielle baisse, l'activité motrice cesse et les circuits olfactifs entrent dans un état d'inhibition tonique. Ce mécanisme produit des cycles d'alternance repos-réactivation dont la fréquence se rapproche de celle des ondes lentes observées chez les vertébrés (Sauer et al., 2004 ; Carcaud et al., 2023 ; Siegel, 2008). Le sommeil des abeilles apparaît ainsi comme un phénomène d'homéostasie neuronale : il permet aux réseaux sursollicités durant la veille – orientation, danse frétillante, apprentissage spatial – de retrouver un équilibre énergétique et fonctionnel. Dans ce processus, le neurotransmetteur GABA joue un rôle central : sa libération progressive diminue l'excitabilité des circuits moteurs et sensoriels, créant une inhibition tonique qui s'installe en douceur plutôt qu'en rupture.

Des études neurotoxicologiques confirment la fragilité de cet équilibre : l'exposition à certains insecticides nicotiniques, tels que l'imidaclopride, altère le métabolisme cérébral et perturbe la consolidation mnésique (Decourtye et al., 2004). De même, l'activation prolongée des récepteurs cholinergiques par des agonistes synthétiques modifie la réactivité motrice et la coordination sociale des abeilles (Eiri & Nieh, 2012). Ces perturbations chimiques montrent que la régulation neuronale du repos repose sur une homéostasie délicate entre inhibition et excitation.

3.4 Une vigilance partielle : le cerveau à demi éveillé

Malgré ce relâchement général, le cerveau de l'abeille ne s'éteint jamais complètement. Les études comportementales et les enregistrements infrarouges montrent qu'une abeille endormie peut se réveiller instantanément à une vibration, une variation thermique ou une phéromone d'alarme (Kaiser, 1988 ; Klein et al., 2014). Cette réactivité sélective implique que certaines voies sensorielles demeurent actives pendant le sommeil, notamment celles liées à la survie collective.

Le cerveau dort, mais garde un œil – ou plutôt une antenne – ouvert sur le monde. Cette vigilance partielle illustre une forme d'adaptation évolutive : concilier repos neuronal et réactivité sociale, afin que la ruche reste prête à répondre à tout signal vital. Des analyses comparatives ont montré que ce type de veille partielle existe aussi chez d'autres insectes sociaux et pourrait représenter un compromis évolutif entre sécurité et récupération (Helfrich-Förster, 2018).

3.5 Sommeil, plasticité synaptique et mémoire

Le lien entre sommeil et apprentissage, longtemps soupçonné, est désormais solidement étayé. Les circuits impliqués dans la mémoire spatiale, la reconnaissance olfactive et la communication sociale montrent, pendant le sommeil, une réactivation coordonnée. Comme mentionné auparavant, les études de Beyaert, Greggers & Menzel (2012) et de Klein, Seeley & Weidenmüller (2010) démontrent que la privation de sommeil altère la précision de la danse frétillante et la performance de navigation. Ces déficits reflètent une consolidation mnésique incomplète : sans sommeil, les connexions synaptiques créées pendant la veille restent fragiles et se dégradent plus vite. Le sommeil agit donc comme une phase de tri et de renforcement : il efface le bruit pour préserver le signal pertinent. Sur le plan neuronal, cette consolidation s'appuie sur une réduction transitoire de la spécificité olfactive et sur une synchronisation accrue des circuits des corps pédonculés (Zwaka et al., 2015).

Elle s'étend aussi aux processus d'extinction de la mémoire : Hussaini, Bogusch, Landgraf & Menzel (2009) ont montré que la privation de sommeil altère l'effacement d'un souvenir sans affecter son acquisition initiale, suggérant une spécialisation du sommeil dans la consolidation sélective.

Ainsi, même si le cerveau de l'abeille est minuscule, il incarne une complexité fonctionnelle remarquable. Le sommeil n'y est pas un simple automatisme : c'est un mécanisme de maintenance cognitive. En permettant la consolidation des apprentissages individuels, il renforce la performance collective de la colonie. À ce jour, aucune phase équivalente au sommeil paradoxal (REM) n'a été clairement identifiée chez les insectes (Siegel, 2008 ; Helfrich-Förster, 2018). Les oscillations lentes observées rappellent plutôt le sommeil lent non paradoxal (NREM) des vertébrés, sans qu'on puisse parler d'homologie stricte.

Certaines voies sensorielles, notamment celles liées aux signaux d'alarme ou aux variations thermiques, demeurent actives pendant le sommeil. Cette vigilance partielle garantit que le superorganisme conserve une réactivité minimale tout en maintenant sa cohésion interne — un compromis entre repos neuronal et veille sociale (Kaiser, 1988 ; Klein et al., 2014).

4 Régulation sociale et fonctions cognitives du sommeil

Les bases neuronales du sommeil expliquent comment l'abeille se repose ; mais dans la ruche, le repos d'une seule ne suffit pas. Le sommeil est aussi une affaire de signaux, de phéromones et de coordination sociale. Comment la colonie organise-t-elle ce ballet d'éveil et de repos ?

4.1 Un sommeil influencé par la société

Chez *Apis mellifera*, le sommeil n'est jamais un phénomène purement individuel. Chaque abeille vit au sein d'un environnement social dense où les odeurs, les vibrations et la chaleur émise par ses congénères modulent son comportement. Les travaux de Bloch (2013) ont montré que les ouvrières isolées dorment différemment de celles intégrées à une colonie active : leur sommeil est plus court, plus fragmenté, et leur rythme circadien plus irrégulier. Inversement, la simple exposition à l'air de la ruche — chargé en phéromones collectives — suffit à restaurer un cycle de repos normal. De même, une nourrice temporairement isolée du couvain allonge rapidement ses périodes de repos et retrouve un cycle veille-sommeil plus régulier — preuve que la présence des larves et de la reine maintient son horloge interne en alerte constante (Shemesh et al., 2010). Dans ces expériences, les chercheurs ont comparé des ouvrières maintenues isolément, d'autres séparées de la colonie par une grille fine, et un troisième groupe libre dans la ruche. Les abeilles isolées dormaient nettement moins et de manière plus fragmentée, tandis que celles confinées derrière une grille, mais exposées à l'air de la ruche retrouvaient un rythme de sommeil normal. Cette observation démontre que des signaux volatils ou vibratoires suffisent à synchroniser le repos collectif (Eban-Rothschild & Bloch, 2008 ; Eban-Rothschild & Bloch, 2012 ; Fuchikawa et al., 2016).

Des recherches complémentaires sur d'autres hyménoptères sociaux (Nagari et al., 2019) confirment que le besoin social peut temporairement supplanter le repos, soulignant la plasticité comportementale des insectes sociaux. Autrement dit, l'abeille ne dort pas seule : son sommeil est socialement régulé, synchronisé par les signaux émis par la communauté. Le calme de la colonie favorise le sommeil profond ; le tumulte des échanges trophallactiques ou des vibrations de défense raccourcit immédiatement les phases de repos. Le sommeil devient ainsi un paramètre collectif, aussi dépendant du contexte social que de la physiologie individuelle.

4.2 Phéromones, signaux chimiques et cohérence comportementale

La ruche fonctionne comme un vaste réseau chimique. Les phéromones royales, diffusées par la reine et transportées par les ouvrières, exercent un effet apaisant sur l'ensemble de la colonie. Elles stabilisent le comportement, diminuent l'agitation et pourraient, selon certaines

études, favoriser des périodes de repos collectif (Cardoso-Junior et al., 2020 ; Eban-Rothschild & Bloch, 2012). À l'inverse, les phéromones larvaires stimulent les nourrices, réduisant leur sommeil pour maintenir les soins au couvain (Shemesh et al., 2010).

Ces signaux chimiques interagissent avec le système neuroendocrinien : ils modulent la production de neuromodulateurs tels que la dopamine et la sérotonine, connus pour influencer les cycles veille-sommeil chez d'autres insectes (Eban-Rothschild & Bloch, 2008 ; Fuchikawa et al., 2016 ; Shemesh et al., 2010). Ainsi, la communication olfactive de la ruche ne sert pas seulement à organiser le travail, mais aussi à réguler les états physiologiques. Elle permet d'ajuster le niveau d'activité global en fonction des besoins immédiats : nourrir, défendre, chauffer ou se reposer.

Certaines de ces phéromones exercent un effet épigénétique indirect, modulant l'expression de gènes liés à la plasticité neuronale et au rythme circadien (Cardoso-Junior et al., 2020). La modulation épigénétique du comportement – véritable « chef d'orchestre » de la lecture du patrimoine génétique – pourrait en être le relais, traduisant les signaux chimiques en ajustements physiologiques du rythme veille-sommeil.

4.3 Communication vibratoire et coordination du repos

Outre les signaux chimiques, les abeilles échangent des informations par vibration. Les fréquences produites par la ventilation, les mouvements des pattes ou la danse frétillante traversent les rayons de cire et atteignent plusieurs dizaines d'individus. Des mesures fines ont montré que ces vibrations collectives structurent la vie de la ruche : elles synchronisent la thermorégulation, la distribution des tâches et, plus subtilement, les phases d'éveil et de repos (Klein et al., 2014).

Dans une colonie calme, où les vibrations sont régulières et faibles, on observe davantage d'abeilles en sommeil profond. Une perturbation – coup, bruit, intrusion ou attaque de frelons – provoque en revanche un réveil collectif quasi instantané. Ce mécanisme illustre la plasticité d'un système où le signal vibratoire agit comme un interrupteur social : il relie les cerveaux individuels en un réseau sensible, garantissant la vigilance du groupe sans sacrifier le repos de tous. Cette sensibilité aux vibrations s'appuie probablement sur des mécanorécepteurs antennaires et tarsaux qui restent partiellement actifs durant le repos (Helfrich-Förster, 2018).

Les vibrations, en interaction avec les signaux chimiques, constituent donc un système multimodal de régulation du repos : la colonie « respire » au rythme d'un réseau sensoriel intégré où chaque vibration, chaque odeur, contribue à ajuster la vigilance collective. Ces deux canaux – chimique et vibratoire – se complètent : les phéromones véhiculent une information lente et durable, alors que les vibrations transmettent des signaux immédiats de danger ou d'agitation. Leur interaction assure une régulation fine : la ruche dort, mais reste prête à réagir en un instant.

4.4 Sommeil et consolidation de la mémoire

Le sommeil, chez l'abeille, ne sert pas seulement à récupérer ; il façonne la mémoire. Les expériences de Klein, Seeley & Weidenmüller (2010) ont montré que les butineuses privées de sommeil exécutent une danse frétillante moins précise, transmettant mal la direction et la distance de la source de nectar. Le manque de repos perturbe donc la communication, et par ricochet la performance collective de la colonie.

Dans les expériences de privation, les butineuses exécutent une danse frétillante en huit nettement moins précise, transmettant des directions erronées aux congénères ; d'autres se désorientent et peinent à regagner la ruche depuis un site connu (Beyaert, Greggers & Menzel, 2012). Ces altérations mesurables confirment que la perte de sommeil compromet la transmission d'informations spatiales et la cohésion de la colonie.

D'autres études de Zwaka et al. (2015) confirment ce rôle mnésique : après un apprentissage olfactif, les abeilles qui dorment conservent mieux l'association entre odeur et récompense sucrée que celles privées de sommeil. Dans cette expérience, les abeilles étaient d'abord conditionnées à associer une odeur à une récompense sucrée, puis exposées au même parfum pendant leurs phases de sommeil profond. Le lendemain, ces individus présentaient une réponse conditionnée significativement plus forte que les témoins. En revanche, une exposition à une nouvelle odeur ou pendant l'éveil n'améliorait pas la mémoire. Ces résultats démontrent que le cerveau de l'abeille peut réactiver et renforcer des traces mnésiques spécifiques pendant le sommeil, un mécanisme comparable à la consolidation observée chez les vertébrés (Zwaka et al., 2015). Pendant le repos, le cerveau réactive les circuits impliqués dans la navigation et la reconnaissance des signaux ; il « rejoue » les expériences de la veille pour les stabiliser. Le sommeil devient ainsi le prolongement silencieux de l'apprentissage, un espace de tri où l'information utile se grave dans la mémoire à long terme.

4.5 Mémoire collective et performance de la colonie

Chez les abeilles, la mémoire dépasse l'individu : elle se distribue entre les milliers d'ouvrières qui échangent sans cesse des informations. Une butineuse reposée exécute une danse plus exacte, favorisant la dispersion efficace du butinage ; une nourrice bien synchronisée avec les signaux du couvain optimise la régulation thermique. Inversement, le manque de sommeil d'une partie du groupe suffit à désorganiser la colonie : les repères spatiaux se brouillent, la communication ralentit, la productivité décline.

Les observations de Eban-Rothschild & Bloch (2012) ont montré qu'une butineuse fatiguée, exécutant une danse frétillante imprécise, était suivie avec moins d'entrain par ses congénères – preuve qu'un simple déficit de sommeil individuel peut se propager en cascade et réduire la performance collective de la ruche. Le sommeil agit donc comme un mécanisme de cohésion cognitive. Il harmonise les rythmes internes des individus, garantit la fiabilité des messages et soutient la stabilité du superorganisme. À cette échelle, le repos devient une fonction collective : la ruche, comme un cerveau élargi, alterne entre phases d'attention et de

relâchement, maintenant son équilibre par une respiration commune (Bloch, 2013 ; Fuchikawa et al., 2016). Cette organisation rythmique illustre un principe général des systèmes sociaux complexes : la synchronisation des périodes de repos et d'activité renforce la cohésion fonctionnelle et la résilience collective (Helfrich-Förster, 2018).

Ainsi, l'étude du sommeil révèle une dimension souvent négligée de l'intelligence sociale : la capacité d'un groupe à intégrer le repos dans sa dynamique adaptative. Le sommeil collectif des abeilles illustre un principe de régulation universel : toute organisation vivante durable doit alterner activité et récupération. Cette alternance n'est pas un simple cycle biologique ; c'est un outil de stabilité et de plasticité. En harmonisant les rythmes individuels, la colonie préserve sa mémoire partagée, sa précision dans la communication et son efficacité écologique. Ainsi, le sommeil n'est pas l'opposé du travail ; il en est la condition invisible. Dans la ruche comme dans tout système complexe, la pause n'interrompt pas la vie : elle la rend possible.

5 Préserver le sommeil des abeilles : recommandations pour la pratique apicole

Les connaissances accumulées sur le sommeil des abeilles ne relèvent plus seulement de la recherche fondamentale : elles offrent aujourd'hui des repères concrets pour l'apiculture moderne. Le repos de la colonie n'est pas un détail anecdotique, mais un indicateur global de santé, de cohésion et de productivité. Or, de nombreuses pratiques courantes – manipulations tardives, vibrations, lumière artificielle, fumée excessive – perturbent les rythmes circadiens des abeilles, altèrent leur mémoire et affaiblissent la résilience du superorganisme.

Ce chapitre traduit les résultats scientifiques en recommandations pratiques : comment observer sans troubler, réduire le stress lumineux ou sonore, protéger le sommeil hivernal et favoriser le calme du rucher. Préserver le sommeil, c'est préserver l'intelligence collective de la ruche : une colonie reposée apprend mieux, communique plus précisément et résiste davantage aux pressions environnementales.

5.1 Observer sans troubler : principes de base

Observer le sommeil des abeilles exige attention et discrétion. Toute lumière, vibration ou ouverture modifie le comportement de la colonie et fausse l'observation. Les recherches de Kaiser (1988) et Sauer et al. (2003, 2004) ont montré que les abeilles interrompent instantanément leur repos à la moindre perturbation mécanique ou lumineuse.

Pour une observation fidèle :

- **Éviter les manipulations nocturnes** : n'ouvrir la ruche que de jour, en conditions calmes et sans chocs.
- **Utiliser un éclairage rouge faible**, auquel les abeilles sont peu sensibles (Eban-Rothschild & Bloch, 2012).

- **Limiter le bruit et les vibrations** : poser les ruches sur un support stable, à l'abri du vent, des machines ou des routes à fort trafic.
- **Employer des couvre-cadres transparents** pour observer sans ouvrir ; compléter par un rideau opaque hors observation.
- **Ne pas enfumer inutilement** : la fumée déclenche des réponses défensives et interrompt le sommeil collectif. Lorsqu'une intervention est nécessaire, **un léger brouillard d'eau tiède ou un pulvérisateur fin** peut remplacer avantageusement le soufflet ; il apaise les abeilles sans altérer leurs signaux chimiques et permet une observation plus naturelle.

Une observation respectueuse du calme nocturne ne perturbe ni les rythmes circadiens ni l'organisation sociale du nid. Une ruche tranquille dort mieux – et travaille mieux le lendemain.

5.2 Garantir le repos de la colonie

Les études récentes (Kim et al., 2024 ; Tackenberg et al., 2020) montrent que la lumière artificielle nocturne et les vibrations continues réduisent la durée et la profondeur du sommeil.

Pour éviter ces perturbations :

- **Éloigner les ruches des sources lumineuses** : lampadaires, enseignes, zones industrielles ou habitations éclairées.
- **Préférer les ruchers ombragés** ou entourés de haies absorbant la lumière diffuse.
- **Amortir les vibrations** : poser les ruches sur des supports en bois ou caoutchouc, éviter le métal.
- **Limiter la fréquence des visites** : chaque ouverture, même brève, interrompt le rythme veille-sommeil de la colonie et retarde son retour au calme. Les contrôles doivent être espacés et planifiés selon les besoins réels (nourrissement, santé, miellée).
- **Réduire les visites tardives et les chocs** : une simple vibration peut réveiller la colonie entière.
- **Protéger du bruit** : routes, tondeuses ou équipements électriques prolongent l'état de veille et désorganisent la cohésion interne.

Une colonie laissée tranquille pendant la nuit et entre deux interventions présente une meilleure cohésion comportementale, une mémoire olfactive plus stable (Klein et al., 2010 ; Beyaert et al., 2012) et une mortalité hivernale plus faible.

5.3 Le sommeil hivernal : gérer la grappe sans la déranger

En hiver, la colonie forme une grappe thermorégulatrice où veille et micro-repos alternent (Seeley & Visscher, 1985 ; Stabentheiner et al., 2003). Les ouvrières du centre dorment par épisodes, tandis que celles de la périphérie produisent de la chaleur. Tout dérangement rompt cet équilibre :

- **Éviter d'ouvrir la ruche par temps froid ou humide.**
- **Contrôler le poids plutôt que les cadres.**
- **Ne pas déplacer les ruches en hiver** : la vibration déclenche une dépense énergétique accrue.

- **Éviter les bruits de choc ou les tapotements sur la paroi.**
- **Protéger du vent direct et des variations thermiques.**

Ces précautions limitent la surconsommation de miel et préviennent l'épuisement des abeilles périphériques. Simpson (1961) et Sumpter & Broomhead (2000) ont montré que la forme et la densité de la grappe s'ajustent dynamiquement à la température ; toute perturbation extérieure oblige la colonie à réorganiser sa structure, ce qui épuise ses réserves.

5.4 Réduire les stress chimiques et environnementaux

Les pesticides et herbicides altèrent la régulation du sommeil :

- Les **néonicotinoïdes** perturbent les neurones cholinergiques impliqués dans la veille (Decourtye et al., 2004 ; Eiri & Nieh, 2012).
- Le **glyphosate** désynchronise la navigation et la communication (Vázquez et al., 2020).
- L'exposition combinée à la lumière nocturne amplifie ces effets (Kim et al., 2024 ; Tackenberg et al., 2020).

Conseils pratiques :

- Privilégier les emplacements éloignés des cultures traitées ou éclairées.
- Entretenir des zones tampons végétalisées autour des ruchers.
- Favoriser une apiculture douce, sans traitements répétés ni produits irritants.

Le sommeil des abeilles est un excellent **indicateur de santé écologique** : une colonie agitée révèle souvent une pollution lumineuse ou chimique de son environnement.

5.5 Sommeil, immunité et résilience

Le sommeil soutient directement la résistance immunitaire : les abeilles privées de repos présentent des charges virales plus élevées et une plus grande vulnérabilité au **Varroa destructor** (Helfrich-Förster, 2018 ; Klein & Busby, 2020).

Un rucher calme, bien placé et protégé des stress externes favorise une meilleure immunité collective :

- régulation thermique stable,
- comportement sanitaire plus efficace (toilettage mutuel, élimination des larves malades),
- meilleure survie hivernale.

Le sommeil agit donc comme un **facteur de résilience** : il stabilise la physiologie, renforce la cohésion sociale et soutient la mémoire collective du superorganisme.

5.6 Vers une éthique du calme

Les connaissances accumulées sur le sommeil des abeilles invitent à une apiculture plus attentive. Gérer une ruche, ce n'est pas seulement récolter du miel ; c'est entretenir un équilibre entre activité et repos. Une **apiculture du calme** valorise le respect des rythmes biologiques :

- interventions douces et limitées,
- périodes de repos nocturne absolu,
- choix d'emplacements préservés,
- sensibilisation du public à la tranquillité du rucher.

Une colonie qui dort bien est une colonie qui vit mieux : elle apprend, communique et résiste davantage. Le sommeil devient ainsi un indicateur clé de bien-être, au même titre que la température, la nourriture ou la ponte.

6 Perspectives et conclusion

Le sommeil des abeilles, longtemps méconnu, apparaît aujourd'hui comme un phénomène central de la biologie sociale. Les recherches récentes ont permis d'en décrire les signes comportementaux, les corrélats neuronaux et les régulations collectives, mais de nombreuses questions demeurent ouvertes : la structure exacte des états cérébraux, le rôle précis des phéromones dans la synchronisation du repos et l'existence éventuelle de phases comparables au sommeil paradoxal. Ces incertitudes font du sommeil des abeilles un champ de recherche encore en éveil, à la croisée de la neurobiologie, de l'éthologie et de l'écologie.

Au-delà de son intérêt scientifique, le sommeil s'impose comme un véritable indicateur écologique. Les perturbations lumineuses, chimiques ou sonores désynchronisent les rythmes circadiens, fragmentent le repos et affaiblissent la cohésion du superorganisme. À l'inverse, une colonie qui dort paisiblement traduit l'équilibre de son environnement. Observer la quiétude nocturne d'une ruche, c'est lire la santé du paysage : le sommeil devient un baromètre du vivant, un lien mesurable entre physiologie, société et écosystème.

Cette compréhension conduit à une vision nouvelle de l'apiculture : une **apiculture du repos**. Préserver le calme, réduire les interventions, respecter la nuit et la température naturelle de la ruche ne sont pas des précautions accessoires, mais des actes essentiels de durabilité. Une colonie laissée tranquille récupère mieux, apprend mieux et résiste davantage aux stress extérieurs. L'apiculteur devient alors le gardien du rythme, non le maître de l'activité : il veille à ce que la ruche puisse, chaque nuit, retrouver sa respiration collective.

Ainsi se dessine une véritable **écologie du repos**. La ruche nous rappelle que l'efficacité biologique ne repose pas sur l'agitation continue, mais sur l'alternance entre action et silence. Dans un monde saturé de lumière et de bruit, les abeilles nous enseignent qu'il faut parfois s'arrêter pour demeurer vivant. Le sommeil n'est pas une suspension de la vie, mais son rythme secret – la signature du vivant.

7 Bibliographie

- Beyaert, L., Greggers, U., & Menzel, R. (2012). Honeybees consolidate navigation memory during sleep. *Journal of Experimental Biology*, 215(22), 3981–3988. <https://doi.org/10.1242/jeb.075499>
- Bloch, G. (2013). Animal activity around the clock with no overt circadian rhythms. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1765), 20130019. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0019>
- Carcaud, J., Otte, M., Grünewald, B., Haase, A., Sandoz, J.-C., & Beye, M. (2023). *Multisite imaging of neural activity using a genetically encoded calcium sensor in the honey bee*. PLoS Biology, 21(1), e3001984. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001984>
- Cardoso-Junior, C. A. M., Ronai, I., Hartfelder, K., & Oldroyd, B. P. (2020). Queen pheromone modulates the expression of epigenetic modifier genes in the brain of honeybee workers. *Biology Letters*, 16(12), 20200440. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0440>
- Decourtye, A., Armengaud, C., Renou, M., Devillers, J., Cluzeau, S., Gauthier, M., & Pham-Delègue, M.-H. (2004). Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 78(2), 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2003.10.001>
- Eban-Rothschild, A. D., & Bloch, G. (2008). *Differences in the sleep architecture of forager and young honeybees (Apis mellifera)*. *Journal of Experimental Biology*, 211(15), 2408–2416. <https://doi.org/10.1242/jeb.016915>
- Eban-Rothschild, A., & Bloch, G. (2012). Social influences on circadian rhythms and sleep in insects. *Advances in Genetics*, 77, 1–32. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387687-4.00001-5>
- Eban-Rothschild, A., & Bloch, G. (2015). The colony environment modulates sleep in honey bee workers. *Journal of Experimental Biology*, 218(3), 404–411. [\(PDF\) The colony environment modulates sleep in honey bee workers](#)
- Eiri, D. M., & Nieh, J. C. (2012). A nicotinic acetylcholine receptor agonist affects honey bee sucrose responsiveness and decreases waggle dancing. *Journal of Experimental Biology*, 215(12), 2022–2029. <https://doi.org/10.1242/jeb.068718>
- Fahrenholz, L., Lamprecht, I., & Schricker, B. (1989). *Thermal investigations of a honey bee colony: thermoregulation of the hive during summer and winter and heat production of members of different bee castes*. *Journal of Comparative Physiology B*, 159(5), 551–560. <https://doi.org/10.1007/BF00694379>
- Fuchikawa, T., Beer, K., Linke-Winnebeck, C., et al. (2016). *Potent social synchronization can override photic entrainment in honeybees*. *Nature Communications*, 7, 11662. <https://doi.org/10.1038/ncomms11662>

- Giannoni-Guzmán, M. A., Perez Claudio, E., Aleman-Rios, J., Diaz Hernandez, G., Perez Torres, M., Melendez Moreno, A., Loubriel, D., Moore, D., Giray, T., & Agosto-Rivera, J. L. (2024). The role of temperature on the development of circadian rhythms in honey bee workers. *PeerJ*, **12**, e17086. <https://doi.org/10.7717/peerj.17086>
- Haase, A., Moguilner, S., Tiraboschi, E., Fantoni, G., Strelevitz, H., Soleimani, H., Del Torre, L., & Hasson, U. (2025). *Neuronal correlates of sleep in honey bees*. *Neural Networks*, **181**, 107575. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2025.107575>
- Heidinger, I. M. M., Meixner, M. D., Berg, S., & Büchler, R. (2014). Observation of the mating behavior of honey bee (*Apis mellifera* L.) queens using RFID: Factors influencing the duration and frequency of nuptial flights. *Insects*, **5**(3), 513–527. <https://doi.org/10.3390/insects5030513>
- Helfrich-Förster, C. (2018). Sleep in insects. *Annual Review of Entomology*, **63**, 69–86. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043201>
- Hussaini, S. A., Bogusch, L., Landgraf, T., & Menzel, R. (2009). Sleep deprivation affects extinction but not acquisition memory in honey bees. *Learning & Memory*, **16**(11), 698–705. <https://doi.org/10.1101/lm.1578409>
- Johnson, J. N., Hardgrave, E., Gill, C., & Moore, D. (2010). Absence of consistent diel rhythmicity in mated honey bee queen behavior. *Journal of Insect Physiology*, **56**(7), 761–773. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.01.004>
- Kaiser, W. J., & Steiner-Kaiser, J. (1983). *Neuronal correlates of sleep, wakefulness and arousal in a diurnal insect*. *Nature*, **301**(5895), 707–709. <https://doi.org/10.1038/301707a0>
- Kaiser, W. (1988). Busy bees need rest, too: Behavioural and electromyographical sleep signs in honeybees. *Journal of Comparative Physiology A*, **163**, 565–584. <https://doi.org/10.1007/BF00603841>
- Kaiser, W., & Sauer, S. (2003). *Bees at rest: Behavioral criteria of sleep in Apis mellifera*. *Naturwissenschaften*, **90**(5), 165–168. <https://doi.org/10.1007/s00114-003-0403-0>
- Kim, A. Y., Velazquez, A., Saavedra, B., Smarr, B., & Nieh, J. C. (2024). Exposure to constant artificial light alters honey bee sleep rhythms and disrupts sleep. *Scientific Reports*, **14**(1), 25865. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73378-9>
- Klein, B. A., Klein, A., Wray, M. K., Mueller, U. G., & Seeley, T. D. (2010). Sleep deprivation impairs precision of waggle dance signaling in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **107**(52), 22705–22709. <https://doi.org/10.1073/pnas.1009439108>
- Klein, B. A., & Seeley, T. D. (2011). Work or sleep? Honeybee foragers opportunistically nap during the day when forage is not available. *Animal Behaviour*, **82**(1), 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.03.026>

- Klein, B. A., Stiegler, M., Klein, A., & Tautz, J. (2014). Mapping sleeping bees within their nest: Spatial and temporal analysis of worker honey bee sleep. *PLOS ONE*, 9(7), e102316. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102316>
- Klein, B. A., & Busby, J. (2020). **Slumber in a cell: Honeycomb used by honey bees for food, brood, heating... and sleeping.** *Animal Behaviour*, 167, 105–119. PeerJ 8:e9583 <https://doi.org/10.7717/peerj.9583>
- Moguilner, S., Tiraboschi, E., Fantoni, G., Strelevitz, H., Soleimani, H., Del Torre, L., Hasson, U., & Haase, A. (2025). *Neuronal correlates of sleep in honey bees.* *Neural Networks*, 189, 107575. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2025.107575>
- Nagari, M., Gera, A., Jonsson, S., & Bloch, G. (2019). *Bumble Bee Workers Give Up Sleep to Care for Offspring that Are Not Their Own.* *Current Biology*, 29(20), 3488–3493.e4. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.07.091>
- Neubauer, L. C., Davidson, J. D., Wild, B., Dormagen, D. M., Landgraf, T., Couzin, I. D., & Smith, M. L. (2023). Honey bee drones are synchronously hyperactive inside the nest. *Animal Behaviour*, 203, 207–223. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2023.05.018>
- Omholt, S. W. (1986). *A model for intracolony population dynamics of the honeybee in temperate zones.* *Journal of Apicultural Research*, 25(1), 9–21. <https://doi.org/10.1080/00218839.1986.11100686>
- Omholt SW. 1987 Thermoregulation in the winter cluster of the honeybee *Apis mellifera*. *J. Theor. Biol.* 128:219–231. *J Theor Biol* 128:219–231. DOI: [10.1016/S0022-5193\(87\)80170-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5193(87)80170-4)
- Reyes, M., Crauser, D., Prado, A., & Le Conte, Y. (2019). Flight activity of honey bee (*Apis mellifera*) drones. *Apidologie*, 50, 669–680. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00677-w>
- Sauer, S., Kinkelin, M., Herrmann, E., & Kaiser, W. (2003). The dynamics of sleep-like behaviour in honey bees. *Journal of Comparative Physiology A*, 189(8), 599–607. <https://doi.org/10.1007/s00359-003-0436-9>
- Sauer, S., Herrmann, E., & Kaiser, W. (2004). Sleep deprivation in honey bees. *Journal of Sleep Research*, 13(2), 145–152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2004.00393.x>
- Schuppe, H. (1995). *Electrophysiological correlates of sleep-like states in honeybee mushroom bodies.* *Journal of Comparative Physiology A*, 177(6), 681–689. <https://doi.org/10.1007/BF00190118>
- Seeley, T. D., & Visscher, P. K. (1985). Survival of honeybees in cold climates: The critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10(1), 81–88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1985.tb00537.x>
- Shehata, S. M., Townsend, G. F., & Smith, M. V. (1981). *Seasonal physiological changes in the honey bee queen.* *Apidologie*, 12(2), 147–156.* https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/1981/02/Apidologie_0044-8435_1981_12_2_ART0007.pdf

- Shemesh, Y., Eban-Rothschild, A., Cohen, M., & Bloch, G. (2010). Molecular dynamics and social regulation of context-dependent plasticity in the circadian clockwork of the honey bee. *The Journal of Neuroscience*, 30(37), 12517–12525. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1490-10.2010>
PMID: 20844146; PMCID: PMC6633448.
- Shpigler, H. Y., Yaniv, A., Gernat, T., Robinson, G. E., & Bloch, G. (2022). **The influences of illumination regime on egg-laying rhythms of honey bee queens.** *Journal of Biological Rhythms*, 37(6), 609–619. <https://doi.org/10.1177/07487304221126782>
- Siegel, J. M. (2008). *Do all animals sleep ? Trends in Neurosciences*, 31(4), 208–213. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.02.001>
- Simpson, J. (1961). *Nest climate regulation in honey bee colonies.* *Science*, 133(3461), 1327–1333.* <https://doi.org/10.1126/science.133.3461.1327>
- Stabentheiner, A., Kovac, H., & Kramer, M. (2003). *Endothermic heat production in honeybee winter clusters.* *Journal of Experimental Biology*, 206(3), 353–358. <https://doi.org/10.1242/jeb.00082>
- Sumpter DJ, Broomhead DS. 2000 Shape and dynamics of thermoregulating honey bee clusters. *J Theor Biol* 204(1):1-14. DOI: [10.1006/jtbi.1999.1063](https://doi.org/10.1006/jtbi.1999.1063)
- Taber, S. (1964). Factors influencing the circadian flight rhythm of drone honey bees. *Annals of the Entomological Society of America*, 57(6), 769–775. <https://doi.org/10.1093/aesa/57.6.769>
- Tackenberg, M. C., Giannoni-Guzmán, M. A., Sanchez-Perez, E., et al. (2020). Neonicotinoids disrupt circadian rhythms and sleep in honey bees. *Scientific Reports*, 10, 17929. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72041-3>
- Ulrich, J., Stefanec, M., Rekabi-Bana, F., Fedotoff, L. A., Rouček, T., Gündeğer, B. Y., Saadat, M., Blaha, J., Janota, J., Hofstadler, D. N., Žampachů, K., Keyvan, E. E., Erdem, B., Şahin, E., Alemdar, H., Turgut, A. E., Arvin, F., Schmickl, T., & Krajník, T. (2024). Autonomous tracking of honey bee behaviors over long-term periods with cooperating robots. *Science Robotics*, 9(95), eadn6848. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.adn6848>
- Zwaka, H., Bartels, R., Lehmann, K., Jungeblut, T., Hober, J., & Menzel, R. (2015). Context-odor presentation during sleep enhances memory in honeybees. *Current Biology*, 25(21), 2869–2874. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.09.069>