

Sanitaire

Méthodes de désinfection utilisables en apiculture

par **Florentine GIRAUD** et **Jean-Marie BARBANÇON**

Définitions

La désinfection est une opération qui vise à détruire ou empêcher le développement, de manière momentanée d'un maximum de micro-organismes potentiellement pathogènes, au niveau d'un **milieu inerte** (non vivant) par des moyens mécaniques, physiques ou chimiques.

La stérilisation est une technique qui a pour but d'**éliminer toute forme de vie**, tout germe microbien.

L'antisepsie (du grec *sepsis* = putréfaction) est une opération au résultat momentané permettant d'éliminer les micro-organismes **au niveau des tissus vivants** par application d'un produit antiseptique (Wikipédia).

La désinfestation est un terme quelquefois employé comme synonyme de désinfection (fait de détruire les germes, d'assainir) mais il correspond plus généralement à une lutte contre des parasites (puces, varroas, moustiques...) ou des nuisibles (rats, cafards, frelons...).

Introduction

Les opérations de désinfection en apiculture ont pour but de prévenir l'introduction d'agents pathogènes dans les colonies saines (prophylaxie défensive) et d'éliminer la plus grande partie des micro-organismes qui pourraient être à l'origine de maladies (prophylaxie offensive). Elles doivent être réalisées lorsqu'une infection a été identifiée ou suspectée afin d'éviter sa propagation mais aussi lors de diverses interventions apicoles afin de limiter les risques de contagion, et de diminuer la pression infectieuse dans les colonies.

Elles font partie des bonnes pratiques dans la conduite de l'élevage et s'avèrent un moyen de lutte très efficace contre les maladies. Il faut rappeler qu'en dehors des produits utilisés pour la lutte contre varroa, aucun médicament ne peut être administré aux colonies d'abeilles en France, et la désinfection du matériel apicole constitue une mesure particulièrement importante de prophylaxie des maladies.

Les agents pathogènes apiaires qui présentent la plus longue et la plus grande résistance aux différentes techniques de désinfection sont les spores de *Paenibacillus larvae* (agents de la loque américaine), les spores de *Nosema apis* et *Nosema ceranae* (agents de la nosé-mose) et les spores d'*Ascospheera apis* (agent de l'ascosphérose ou couvain plâ-tré). **Le critère de choix d'une méthode sera donc son efficacité envers ces agents pathogènes : si elle permet de se débarrasser de ces germes, elle sera *a fortiori* efficace contre des germes de résistance moindre.**

Ainsi le passage des cadres à la chaudière à cire n'est-il pas une méthode de désinfection, puisqu'il ne satisfait pas à ce critère (température largement insuffisante).

La congélation ne permet pas non plus de détruire ou d'inactiver les spores des agents pathogènes évoqués plus haut.

Pour effectuer une désinfection, on peut avoir recours à des méthodes physiques (chaleur sèche ou humide, ionisation) ou chimiques (solutions ou gaz).

Le choix d'une technique dépend de :

- la taille du cheptel et de la quantité de matériel à traiter,
- la nature du matériel à désinfecter,
- l'agent infectieux visé.

La désinfection du matériel de la miellerie ne sera pas évoquée : elle relève de l'hygiène des denrées alimentaires et n'a pas d'incidence sur la santé des abeilles.

Indications de la désinfection

Règle absolue, en cas de maladie ou de mortalité

y compris lors des phénomènes de disparition, elle doit concerner tout le matériel qui a été en contact avec les abeilles de la colonie atteinte ou suspecte : tous les éléments de la ruche et tous les outils de l'apiculteur (lève-cadres, gants, enfumoir, brosse).

Lors de certaines opérations apicoles

et à chaque fois que cela est possible, elle doit se pratiquer afin de limiter le développement et l'accumulation de micro-organismes pathogènes.

● Les visites sanitaires de printemps et d'automne doivent comprendre le nettoyage et la désinfection des plateaux. Il est en effet important de débarrasser la colonie de tous les débris et cadavres accumulés pendant l'hiver et d'éliminer les éventuels agents pathogènes. De même avant l'hivernage, il est préférable de réduire au maximum la flore microbienne nocive, car l'immunité de la colonie et des abeilles risque aussi d'être affectée par la lutte contre le froid et le confinement.

● Un essaim ou une colonie ne sont introduits dans une ruche que si tous les éléments (plateau, corps, couvre-cadres, cadres) ont été, au préalable, correctement nettoyés et désinfectés. On ne fait jamais de transvasement, quel qu'en soit le motif, sans avoir réalisé une désinfection du matériel d'accueil.

● Le matériel de l'apiculteur (lève-cadres, gants, enfumoir, brosse) doit aussi faire l'objet de soins particuliers et de désinfection régulière afin de ne pas propager d'une ruche à l'autre ou d'un rucher à l'autre divers agents pathogènes. Il est d'ailleurs conseillé d'avoir un kit de matériel, propre à chaque rucher.

● Il semblerait que la propagation d'agents pathogènes via la tenue de l'apiculteur soit assez réduite, mais il est important de la nettoyer régulièrement et de la désinfecter si elle a été souillée lors de la visite d'une ruche malade ou suspecte.

Opérations préalables à la désinfection

Le matériel vétuste ou en mauvais état doit être détruit : il ne peut être désinfecté correctement s'il présente des fissures, des anfractuosités, des aspérités et risque de ne pas supporter les diverses manipulations s'il est fragilisé.

Tout le matériel destiné à être désinfecté doit être nettoyé, débarrassé de tous les résidus qui diminuent l'efficacité des traitements. En effet, les spores notamment, peuvent se trouver protégées de l'action des désinfectants par la présence de matière organique (amas de propolis, cire...).

Il faut d'abord gratter les différentes surfaces pour enlever le plus gros des saletés, puis éventuellement brosser et lessiver et enfin rincer, avant de passer à la désinfection. Les particules résultant

du grattage doivent être recueillies et détruites.

Ces opérations de nettoyage ne sont pas applicables pour la cire, avec ou sans réserves, qui sera soit détruite soit traitée par des moyens spécifiques.

Le nettoyage peut être un peu moins poussé dans le cas d'une désinfection par la soude à chaud, puisque cette technique permet aussi de détruire la propolis, la cire et toutes les matières adhérentes aux surfaces.

Les méthodes physiques

La chaleur sèche

Obtenue par la flamme

On utilise une lampe à souder avec cartouche de butane ou un chalumeau à gaz (type lance flamme agricole) fonctionnant au butane ou mieux au propane, qui craint moins le froid, si on travaille en extérieur, la préparation, désinfection du matériel se faisant plutôt en hiver.

Pour quel matériel ?

S'utilise pour tout le matériel **en bois** et **en métal** : corps, plateaux, cadres nus ou filés, couvre-cadres, trappes à pollen, lève-cadres, nourrisseurs...

Sont à exclure : les cadres garnis de cire et les parties en plastique du matériel d'exploitation.

Comment ?

Le passage à la flamme doit se faire sur toute la surface en insistant sur les zones difficiles d'accès, les rainures, les angles, le long de la crémaillère...



Utilisation d'un chalumeau au gaz pour la désinfection d'un plateau en bois et grillage.

Le bois doit être traité jusqu'à l'obtention d'une teinte « pain brûlé », mais pas au-delà pour ne pas risquer de le brûler.

Précautions

Ne pas porter de gants ou vêtements synthétiques (risques de fonte et brûlures graves).

Prévoir un récipient avec de l'eau pour éteindre tout début d'embrassement.

Pour quel type d'apiculture ?

Tout apiculteur, quelque soit la taille de son rucher, peut utiliser cette technique.

La lampe à souder n'est adaptée que pour un petit effectif.



Désinfection à la flamme d'une hausse.

Avantages

- désinfection efficace si elle est appliquée soigneusement
- pratique et simple ne nécessitant ni matériel important ni investissement coûteux
- permet la réutilisation immédiate du matériel

Inconvénients

- chronophage, inadaptée si beaucoup de matériel doit être traité en un temps restreint
- inutilisable pour les éléments en plastique – cas des peignes à pollen des trappes de récolte qu'il faut démonter avant le passage à la flamme, sous peine de les voir se déformer

Obtenue dans un four

Cette méthode est ici signalée car son efficacité a été démontrée mais peu d'apiculteurs pourront y avoir recours faute de disposer des équipements nécessaires.

Le matériel peut être placé dans un ancien four à pain ou un four de boulanger ou encore un four de grande dimension (compatible avec les volumes à traiter) à condition que la température puisse être contrôlée et maintenue à 130 °C.

Pour quel matériel ?

Comme pour la flamme, pour le matériel **en bois (sans cire) et en métal**.

Comment ?

Il faut placer le matériel pendant 30 minutes (une fois que la température

est stabilisée) à une température de 130 °C (120 °C est insuffisant). Il n'est pas nécessaire de chauffer au-delà de cette température, c'est un gaspillage d'énergie et le bois risque d'être abîmé (+/- brûlé).

Le bois doit aussi avoir la couleur pain brûlé à sa sortie du four. Si des parties n'ont pas cette coloration, il faut compléter le traitement avec la flamme.

Précautions

Protection des mains pour la manipulation de matériel très chaud.

Prévoir de l'eau ou un extincteur en cas d'embrasement.

Pour quel type d'apiculture ?

Ce procédé peut être utilisé par un apiculteur qui a un petit effectif, mais peu de personnes disposent de four aux dimensions suffisantes pour y placer un corps de ruche.

Un groupement d'apiculteurs ou une grosse exploitation peut envisager l'acquisition d'un four de grande taille.

Avantages

- désinfection efficace si la température et le temps sont respectés
- permet la réutilisation immédiate du matériel (après refroidissement)

Inconvénients

- nécessite un équipement particulier
- inutilisable pour les éléments en plastique
- les passages successifs dans un four ont tendance à dessécher le bois et à le fragiliser

La chaleur humide

Elle peut être obtenue par ébullition de l'eau mais ce procédé n'est pas vraiment adapté pour le matériel apicole : il faudrait maintenir l'ébullition pendant au moins 20 à 30 minutes pour avoir un effet désinfectant satisfaisant. Il ne faut retenir cette solution que pour les vêtements pouvant supporter des températures élevées ou pour du petit matériel ne supportant pas la flamme. On additionne généralement de la lessive ou des cristaux de soude au bain de trempage pour renforcer l'effet désinfectant.

L'utilisation d'eau chaude sous pression grâce à des appareils type Kärcher, n'est pas suffisante pour une désinfection : l'eau n'est qu'à environ 60 °C et le temps de contact est trop court. Ce procédé est néanmoins très intéressant pour le nettoyage et pour le rinçage du matériel après certaines opérations de désinfection (trempage dans la soude et dans l'eau de Javel).

Les rayons ultra-violet

Les rayons UV ne peuvent pas être utilisés pour la désinfection du matériel apicole parce que leur pouvoir de pénétration est trop faible.

Les rayons ionisants

Les **rayons gamma** (obtenus à partir du Cobalt 60) peuvent être employés pour réaliser une ionisation qui permet non seulement une désinfection mais une stérilisation du matériel. Ce procédé est couramment utilisé dans les domaines de l'agroalimentaire et de la médecine.

Pour quel matériel ?

Tout type de matériel en **bois**, **métal** ou **plastique** peut être traité par ce procédé, mais l'intérêt majeur réside dans le fait que les **cadres garnis de cire** et les **cadres contenant des réserves** peuvent ainsi être efficacement désinfectés et donc réutilisés. D'après N. Tremblay (Tremblay N., 2010) si l'on ajuste la dose de radiation, le pollen irradié garde ses propriétés nutritives et peut être consommé par les abeilles.

Cette méthode est donc particulièrement indiquée pour des apiculteurs ayant de grandes quantités de cadres contaminés par l'agent de la loque américaine, matériels dont la destruction représenterait une perte économique supérieure au coût de l'ionisation.

Comment ?

Il existe en France, quatre sites d'ionisation par rayons gamma : à Sablé-sur-Sarthe (72), à Pouzauges (85), à Dagneux (01) et à Marseille (13).

Le matériel doit être conditionné sur palette et/ou en carton selon le site, bien emballé et disposé sur un réceptacle étanche de manière à éviter que du miel ne s'écoule hors de l'emballage lors des manipulations et suite à l'action des rayons gamma.

Le délai de traitement est en moyenne de 7 jours après l'arrivée du matériel.

Il est nécessaire de demander un devis en mentionnant la quantité d'unités à traiter, le poids et les dimensions du conditionnement.

Le tarif varie selon la dose à appliquer et la durée du traitement, qui sont elles-mêmes fonction de la nature du

matériel à traiter (plus élevé s'il y a du pollen, par exemple). Une estimation, hors frais de transport et manutention, donnait fin 2012 (Mougenot AF., 2012) un coût de 4,8 € pour 10 cadres de corps Dadant.

Pour quel type d'apiculture ?

Cette méthode s'adresse uniquement à des groupements d'apiculteurs qui pourront mutualiser les frais de transport et de conditionnement ou à de grosses exploitations apicoles, situés non loin des sites actuellement présents en France. Elles peuvent y avoir recours de manière systématique une ou deux fois par an, ou bien en cas de crise sanitaire afin de limiter la destruction des cadres contaminés.

Avantages

- très grande efficacité (stérilisation)
- utilisation sur tout type de matériel (notamment avec cire et réserves)

Inconvénients

- conditionnement et transport
- coût (à évaluer)

Traitement à la cire microcristalline d'un corps et d'un couvre-cadres en bois.

La cire microcristalline

Précautions et réalisation pratique : voir Annexe 1, p. 394.

Pour quel matériel ?

Seules **les parties en bois et métal** (crémaillères) peuvent être désinfectées de cette manière et à condition que les assemblages soient réalisés par collage et vis. Cette méthode est plutôt adaptée au traitement des corps et hausses.

Pour quel type d'apiculture ?

Cette technique est réservée aux exploitations moyennes ou grandes.

Avantages

- désinfection et traitement du bois simultanés
- utilisation quasi immédiate du ma-



tériel suite au traitement (après séchage et refroidissement)

Inconvénients

- investissement matériel lourd au départ
- pour les petites exploitations la cuve de trempage peut être malgré tout de taille relativement réduite (hauteur), mais dans ce cas le travail devient fastidieux puisque par exemple, pour traiter un corps de ruche il faudra immerger les faces les unes après les autres
- manipulations potentiellement dangereuses et devant être réalisées à l'air libre

Les méthodes chimiques

L'eau de Javel

Précautions et réalisation pratique :
voir Annexe 2, p. 396.

Pour quel matériel ?

Tout le matériel peut être désinfecté par trempage dans une solution d'eau de Javel mais ce procédé est particulièrement indiqué pour le matériel qui ne supporte pas la désinfection à la flamme.

Théoriquement les rayons garnis de cire peuvent aussi être traités de cette manière, par contre dès qu'ils contiennent des matières organiques (débris au fond des alvéoles, réserves), le contact entre la solution et les micro-organismes risque d'être insuffisant et la désinfection incomplète.

Il faut rappeler que la Javel n'a aucun effet nettoyant et que son pouvoir désinfectant ne s'exprime que sur des supports propres.

Pour quel type d'apiculture ?

Cette méthode s'adresse à tous les apiculteurs.



Rinçage d'un plateau en plastique avec un jet d'eau sous pression.

Avantages

- méthode simple et efficace, ne nécessitant pas d'équipement spécialisé
- peu onéreuse

Inconvénients

- l'eau de Javel concentrée est corrosive (précautions de conservation et d'emploi)
- nécessite plusieurs manipulations : trempage, rinçage, séchage

La soude caustique

Précautions et réalisation pratique : voir Annexe 3, p. 397.

Pour quel matériel ?

Le matériel **en bois ou en plastique** peut être désinfecté par trempage dans une solution de soude chaude ou froide. Les éléments en plastique ne doivent être immergés que brièvement dans la solution bouillante, afin de ne pas être déformés.

En raison de sa capacité à détruire les matières organiques, cette technique est particulièrement indiquée pour le traitement **des cadres, des nourrisseurs** (en plastique) **et des grilles à reine** (en plastique ou métal inox) dont les trous ou rainures sont encombrés de propolis et cire. Il faut savoir que les fils de fer, s'ils ne sont pas en acier inoxydable, sont fragilisés par cette solution.

Pour quel type d'apiculture ?

Utilisable pour les exploitations moyennes ou grandes.

Avantages

- désinfection efficace permettant

aussi de parfaire le nettoyage des éléments chargés en cire ou propolis

- en dehors de l'investissement de base (cuve, protection...), méthode peu onéreuse

Inconvénients

- équipement spécifique nécessaire
- le bois de certaines essences est rendu plus tendre par ce traitement et les fils auront tendance à s'y incruster ou à le couper lors de la mise sous tension (utilisation possible d'œilletons pour y remédier)
- manipulations potentiellement dangereuses.

Les procédés gazeux

Il existe plusieurs méthodes de désinfection par procédés gazeux (oxyde d'éthylène, formaldéhyde gazeux, plasmas de peroxyde d'hydrogène) mais aucune n'est actuellement homologuée en France pour un usage apicole, soit en raison du caractère inadapté (coût, faible volume traitable, équipement sophistiqué), soit pour des questions réglementaires (gaz non agréé pour un contact alimentaire, cancérigène, toxique). Certaines méthodes pourraient néanmoins évoluer et devenir utilisables en apiculture avec un intérêt particulier pour le traitement du matériel ne supportant pas la chaleur.

Parmi les dernières techniques expérimentées, la fumigation à l'ozone pourrait avoir une certaine pertinence car en plus d'être efficace contre les agents pathogènes de l'abeille, elle serait aussi capable de dégrader en partie certains

pesticides accumulés dans les cires comme le coumaphos ou le fluvalinate.

Aux États-Unis une équipe du département de recherche en agriculture (USDA) a étudié le pouvoir désinfectant de l'ozone, qui est un puissant oxydant (James, 2011). Ils ont cherché à déterminer quels seraient pour les cadres garnis de cire, les niveaux d'exposition nécessaires pour obtenir une efficacité vis-à-vis de la teigne ainsi que des spores d'*Ascospheera apis* (agent de la mycose du couvain) et de la loque américaine.

En augmentant soit le temps d'exposition, soit la concentration, soit les deux, ils ont obtenu un effet létal d'abord sur les larves et immatures de la teigne, puis sur les spores d'*Ascospheera apis* et enfin, en augmentant aussi la température et l'humidité, sur les spores de *Paenibacillus larvae*.

En janvier 2013, la même équipe a publié des résultats concernant l'activité de l'ozone sur des rayons contaminés par divers pesticides (James *et al.*, 2013). L'ozone serait capable de diminuer les taux de coumaphos, de fluvalinate et d'autres pesticides pouvant s'accumuler dans la ruche, ceci avec une meilleure efficacité pour la cire la moins âgée (moins de trois ans) que pour les rayons les plus anciens (plus de 10 ans).

D'autres études sont nécessaires pour évaluer les modalités d'utilisation de ce procédé de désinfection par les apiculteurs, mais il semblerait qu'une chambre de fumigation à l'ozone ne soit pas un équipement inaccessible...

Les méthodes ayant une action limitée à certains agents

L'acide acétique

Précautions

Consultation conseillée de la fiche technique de l'INRS n° 24 (cf. biblio).

Produit inflammable, pouvant occasionner des brûlures par contact.

Stocker hors de portée des enfants, loin de toute source de chaleur et de matière inflammable.

Éviter tout contact avec la peau et les yeux, ne pas respirer les vapeurs (irritantes pour les voies respiratoires).

Utilisation

Utilisé par évaporation, il a bonne activité contre les spores de *Nosema* et contre les teignes.

Placer 2 ml d'acide acétique à 80 % par litre de volume à traiter dans une coupelle (au-dessus des cadres si c'est sur une pile de corps ou de hausses).

Fermer les différentes ouvertures et laisser agir 7 à 8 jours.

Les larves de teigne, en particulier si elles sont dans un cocon, sont moins sensibles à l'acide acétique que les œufs et les adultes : pour avoir une bonne efficacité les cadres doivent être traités immédiatement après leur retrait des ruches, ou bien il est nécessaire de faire un deuxième traitement pendant la période de stockage afin de détruire tous les stades du papillon.

Bien aérer le matériel, pendant 48 h, avant de le réutiliser.

Les fils des cadres doivent être en acier inoxydable, sinon ils sont attaqués par l'acide et fragilisés.

D'après le guide de la FAO¹, cette méthode ne permet pas de tuer les spores de *Nosema* dans la nourriture. Le miel doit donc être extrait des cadres avant traitement et ne pas être donné en nourrissage aux abeilles.

Le dioxyde de soufre

Précautions

Consultation conseillée de la fiche technique de l'INRS n° 41 (cf. biblio).

Le dioxyde de soufre, appelé aussi anhydride sulfureux, est **très irritant**.

Il faut éviter tout contact avec la peau et les yeux et **ne surtout pas inhaler les vapeurs**.

Utilisation

Ce gaz est surtout utilisé dans la vinification pour son effet inhibant le développement de certaines bactéries et levures.

En apiculture c'est pour son action insecticide qu'il est employé dans le traitement des hausses et des cadres contre l'infestation par la petite (*Achroea grisella*) ou par la grande (*Galleria mellonella*) fausse teigne.

On l'utilise aussi pour tuer les abeilles d'une colonie devant être détruite.

On peut acheter le soufre solide sous forme de mèches ou de poudre (fleur de soufre) dans les coopératives agricoles ou certaines jardinerie.

Le dégagement gazeux est obtenu par brûlage des mèches soufrées (une mèche pour un volume de 100 l) ou de fleur de soufre (une poignée équivaut

environ à une mèche) que l'on place dans un récipient en métal **sur le dessus** du matériel et que l'on enflamme (avec un peu de journal pour la poudre). Les différentes ouvertures doivent être obturées pour que le gaz ne s'échappe pas du volume à traiter.

Une bonne aération est ensuite nécessaire avant la mise en contact avec les abeilles.

Pour une efficacité optimale contre la fausse teigne, l'opération doit être renouvelée toutes les trois semaines car le gaz ne tue pas les œufs.

Remarque : l'utilisation de dioxyde de soufre a été autorisée pour la lutte contre le frelon asiatique, à titre dérogatoire, pendant 120 jours (jusqu'au 5 janvier 2014) par arrêté du 21 août 2013, par les ministères de l'écologie et de l'agriculture.

Les méthodes qui ne sont plus ou pas autorisées

Les méthodes actuellement retenues visent à préserver la santé des abeilles, en empêchant le développement d'agents pathogènes, mais elles ne doivent pas nuire à celle des consommateurs. Il faut garder à l'esprit que tout produit appliqué à l'intérieur de la ruche risque de se trouver en contact avec les abeilles (il ne doit donc pas leur être néfaste) et avec les produits consommés par les humains (miel, pollen, propolis, gelée royale). De ce fait, les procédés de traitement du matériel doivent avoir un agrément pour un

1 – FAO : Food and Agriculture Organization (of the United Nations) = Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

contact alimentaire. Les connaissances scientifiques et médicales évoluent et amènent à écarter certaines méthodes et produits en raison de leur nocivité sur la santé humaine.

De plus certains procédés ne peuvent être mis en pratique en raison du danger pour la santé de l'opérateur.

L'utilisation de **formaldéhyde** (formol) en solution aqueuse ou de formaldéhyde gazeux est actuellement interdite en France en raison de ses propriétés irritantes et cancérigènes pour les voies respiratoires.

Le **paradichlorobenzène**, qui était utilisé sous forme de boules antimites, pour lutter contre les teignes, est interdit en France. Ce traitement n'était d'ailleurs pas sans effet sur les colonies car il pouvait s'accumuler dans les cires et continuer à jouer son rôle d'insecticide sur les abeilles ! Les produits actuellement vendus pour cet usage antimite, contiennent des insecticides de la famille des pyréthrinoïdes et ne doivent donc pas non plus être employés en apiculture, évidemment.

La **naphtaline**, antimite autrefois bien connu, est également totalement interdite en usage apicole comme en usage domestique, en raison de la toxicité (risque cancérigène) de son principe actif, le naphtalène.

Bien qu'utilisées dans d'autres pays (États-Unis par exemple) les méthodes de désinfection par **procédé gazeux à l'oxyde d'éthylène** ne sont pas applicables en France, car ce gaz n'est pas agréé

pour un contact alimentaire en raison de son potentiel cancérigène.

Le **carbonyle**, autrefois utilisé seul ou en association avec la cire microcristalline, pour son activité insecticide et fongicide, afin de protéger les bois de corps et hausses, ne doit plus être utilisé : non homologué pour un contact alimentaire, il présentait aussi l'inconvénient d'avoir une forte odeur persistante.

Le **bromure de méthyle** utilisé en fumigation (pendant une durée d'au moins 24 h pour une efficacité sur les spores) ainsi que d'autres spécialités contenant du brome ont été abandonnés car ils laissent des résidus dans la cire et ont une toxicité élevée.

Les méthodes utilisables en bio

La désinfection par la chaleur sèche (flamme ou dans un four) est utilisable en apiculture biologique.

Par contre, d'après le règlement 889/2008 de la Commission Européenne relatif à la production biologique, seuls des produits naturels tels que la propolis, la cire et les huiles végétales peuvent être utilisés dans les ruches, ce qui, en principe, exclut l'usage de la cire microcristalline. Mais il est formellement écrit en page 5 du Guide Pratique Apiculture version 2014 du groupe Ecocert, organisme spécialisé dans la certification des produits issus de l'agriculture biologique, que « le trempage des bois dans la cire microcristalline est autorisé ».

L'Annexe VII du règlement 889/-2008 donne la liste des produits autorisés pour la désinfection. Parmi ceux retenus en raison de leur efficacité et de leurs possibilités d'utilisation en apiculture, figurent :

- l'hypochlorite de sodium (notamment sous forme d'eau de Javel),
- la soude caustique,
- l'acide acétique.

Bibliographie (y compris pour les annexes)

FAO Agricultural and food engineering technical report N° 4, 2006. Honey bee diseases and pests: a practical guide. pp 8.

Albisetti J., Brizard A., 1982. Mesures d'éradication. *In*: Notions essentielles de pathologie apicole. Échauffour, OPIDA, pp 201-209.

Charrière J.-D., Imdorf A., 2006. Protection des rayons contre la teigne. <http://www.agroscope.admin.ch/imkerei/00316/00327/index.html?lang=fr>.

Faucon J.-P., Colin M.-E., Giauffret A., 1980. Activité bactéricide in vitro de l'hypochlorite sur les spores de *Bacillus larvae*. *Revue Méd. Vét.*, 1980, 131, 10. pp. 707-710.

Faucon J.-P., 1983. Désinfection. Cours supérieur d'apiculture de Nice.

Faucon J.-P., 1992. Antiseptiques et désinfection en apiculture. *In* Précis de pathologie: connaître et traiter les maladies apicoles. CNEVA-FNOSAD. pp 409-420.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). Fiches Toxicologiques N° 20, N° 24, N° 41, N° 157: <http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/recherche-fichetox-criteres.html#>

James R. R., 2011. Potential of ozone as a fumigant to control pests in honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) hives. *J. Econ. Entomol.*, 104, 353-359.

James R. R., Ellis J. and Duehl A., 2013. The Potential for Using Ozone to Decrease Pesticide Residues in Honey Bee Comb. *Agricultural Science* Volume 1, Issue 1 (2013), pp. 01-16.

Jeanne F., 1997. Matériel: la protection du bois des ruches. *Bull. Tech. Apic.* 1997, 24 (2), pp 97-102.

Layec Y., 2007. Degré chlorométrique et pourcentage de chlore actif pour l'eau de Javel. *La Santé de l'Abeille* n° 218, pp 77-78.

Mougenot A. F., 2012. Désinfection du matériel apicole par les rayons gamma et les procédés gazeux. *DIE Apiculture Pathologie Apicole ONIRIS/ENVA* 2012-2013.

Tremblay N., 2010. L'utilisation d'une chambre d'irradiation pour la désinfection du matériel apicole. http://www.agrireseau.qc.ca/apiculture/documents/Irradiation_%20d%C3%A9sinfection%20mat%C3%A9riel%20apicole_NT%202010.pdf.

Règlement (CE) n° 889/2008 de la Commission (RCE/889/2008 modifié mars 2010), Article 13. Conditions de logement et exigences spécifiques applicables à l'apiculture.

Règlement (CE) n° 889/2008 de la Commission (RCE/889/2008 modifié mars 2010), Article 25. Règles spécifiques applicables à la prophylaxie et aux traitements vétérinaires en apiculture.

Règlement (CE) n° 889/2008 de la Commission (RCE 889/2008 – modifié mai 2011), Annexe VII, Produits de nettoyage et désinfection.

Sites internet

<http://www.apiculture.com/rfa/articles/chalumeau.htm>

<http://www.apinovar.com/articles/paraffine.fr.html>

http://www.beekeeping.com/rfa/articles/nettoyage_cadres.htm

http://www.cari.be/medias/abcie_articles/111_entretienmateriel.pdf

http://www.eaudeJavel.fr/pdf/GP_prevention_securite.pdf

<http://www.ecocert.fr/sites/www.ecocert.fr/files/ID-SC-195-GUIDE-PRACTIQUE-APICULTURE-16.06.11.pdf>

http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/8589

<http://www.prc.cnrs-gif.fr>



Annexes

Attention

Les recommandations d'usage qui sont données dans cet article ne se substituent aucunement aux recommandations fournies par le fabricant des différents produits (cire microcristalline, eau de Javel, soude caustique) détaillées sur leur emballage.

L'utilisateur doit prendre connaissance des informations réglementaires, des précautions d'emploi et des mesures de sécurité en cas d'accident, présentes sur le conditionnement commercial, et utilise ces substances sous sa seule responsabilité.

Numéros de téléphone d'urgence, en cas d'accident : 15 (SAMU), 18 (pompiers), 112 (appel d'urgence européen).

1 - Utilisation de la cire microcristalline

Généralités

Il s'agit d'une cire d'origine minérale, utilisée pour le traitement du bois. Elle est différente de la paraffine, bien qu'étant d'aspect similaire.

Il existe sur le marché plusieurs sortes de cires

microcristallines, avec des propriétés physiques diverses (point de fusion, point d'ébullition...). Mais pour l'usage apicole, il faut absolument une cire de qualité alimentaire et de préférence avec un point de fusion moyen, aux alentours de 80 °C. Les revendeurs de matériel apicole fournissent généralement une cire microcristalline de qualité convenable, mais il est préférable de s'en assurer.



Une installation pour le traitement à la cire microcristalline.

La cire microcristalline ne peut s'appliquer qu'à chaud au cours d'un trempage.

Cette cire n'a pas de qualité fongicide ou insecticide mais un pouvoir hydrofuge qui la rend intéressante pour le traitement du bois des ruches.

Lorsque la durée du bain est prolongée au-delà du temps nécessaire pour la protection du bois, elle permet aussi d'obtenir une désinfection.

Installation

Le dispositif de traitement du matériel doit être installé loin de toute matière inflammable, à l'extérieur ou en milieu bien aéré car les émanations sont nocives pour l'opérateur.

La température extérieure ne doit pas être trop basse afin que la cire ne sèche pas trop rapidement lorsque le matériel est sorti du bain, et ne constitue pas une « croûte » en surface.

Matériel

- Une cuve assez grande pour y plonger les éléments en entier. Elle doit être suffisamment haute aussi pour que l'élévation du niveau et la mousse produite lors de l'immersion du matériel **ne risquent jamais de faire déborder la cire**. Si la cuve n'est pas assez grande, les différentes parties sont immergées en plusieurs étapes (une face après l'autre pour les corps).

- Un couvercle métallique pour couvrir la cuve et étouffer un éventuel incendie.

- **Un système de chauffage réglable pour maîtriser la température** et fonctionnant de préférence avec une résistance électrique. L'usage d'un gros réchaud à gaz n'est pas conseillé en raison du risque d'inflammation de la cire en cas de débordement. **Si la température est trop élevée il existe aussi un risque d'auto-inflammation.**

- Un extincteur approprié pour feux de type « liquide ».



Une installation en plein air pour le traitement à la cire microcristalline : la cuve est partiellement remplie, les faces sont trempées l'une après l'autre.

- Des lunettes et des vêtements protecteurs (gants et tablier).
- des supports pour l'égouttage du matériel avec récupérateur pour les coulures.

Précautions

Respect absolu des préconisations en matière de sécurité en raison d'une température très élevée du bain de trempage, de débordement possible et de fort risque d'incendie, car la cire est hautement inflammable.

Prendre garde à ne pas introduire d'eau dans la cuve ou de matériel humide : risque de projections et de débordement.

N'abandonner le chantier sous aucun prétexte sans avoir arrêté le système de chauffage.

Comment ?

Les différents éléments à traiter doivent être bien secs avant d'être immergés **pendant 15 minutes pour une désinfection** dans la cire maintenue en ébullition (à une température voisine de 130 °C), alors que pour le traitement du bois 8 à 10 minutes suffisent (en un ou deux bains). La cire va pénétrer profondément, dans les moindres in-

terstices et détruire les micro-organismes. Le matériel est ensuite laissé à égoutter et peut être réutilisé immédiatement après refroidissement.

L'intérêt d'avoir maintenu le bois à haute température consiste dans le fait qu'étant bien chauffé à cœur il absorbera encore en profondeur la cire fondue qui reste à sa surface au sortir du bain. Cela évite la formation d'une pellicule épaisse en extérieur, pellicule qui de toute façon se détacherait au gré des changements de température externe et du jeu des dilatations-contractions du fait des variations du taux d'humidité ambiante.

L'investissement de départ est coûteux mais le procédé est d'usage bon marché (faible coût des pains de cire). La consommation de cire pour un corps de ruche Dadant 10C est en moyenne de 400 g.

2 - Utilisation de l'eau de Javel

Généralités

C'est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium, NaClO (avec du sel, NaCl), dont le pouvoir oxydant est utilisé pour la désinfection.

Elle se présente sous forme liquide avec différents degrés de concentration.

On trouve aussi dans le commerce des substituts sous forme solide, qui sont constitués de dichloroisocyanurate de sodium. Après adjonction

d'eau, selon les indications du fabricant portées sur l'emballage, ils permettent d'obtenir une solution d'eau de Javel, très peu stable notamment sous le rayonnement UV.

La concentration autrefois donnée en pourcentage de chlore actif est maintenant exprimée (depuis 2001) en degré chlorométrique (°chl), et elle est différente selon la présentation commerciale.

Le tableau 1 présente les principaux produits rencontrés (source : www.prc.cnrs-gif.fr).

Précautions

Consultation conseillée des fiches techniques de l'INRS N° 157 et 220 (cf. biblio).

L'eau de Javel est un produit très irritant. Il faut donc éviter tout contact avec la peau et les yeux.

Elle doit toujours être stockée hors de portée des enfants.

Elle ne doit être diluée qu'avec de l'eau froide ou tiède, et être utilisée seule pour éviter le dégagement de chlore gazeux, gaz très irritant, capable de déclencher une crise d'asthme chez les personnes sensibles. Il ne faut donc pas la mélanger à d'autres produits ménagers, tels que détartrants, vinaigre...

Tableau 1 : Les principaux produits rencontrés.

Dénomination	Usage	Conditionnement	Degré chlorométrique	Concentration en chlore actif
concentrés, extraits ou eaux de Javel concentrées	grand public	doses recharges de 250 ml (berlingots)	36 °chl	9,6 %
eaux de Javel	grand public	bouteilles prêtes à l'emploi	9 °chl	2,6 %
hypochlorite de sodium	industriel	flacons ou bouteilles en plastique	47-50 °chl	13 %
hypochlorite de sodium	industriel	flacons ou bouteilles en plastique	100 °chl	24-25 %

Remarque : On trouve désormais dans les grandes surfaces de bricolages, des bidons de 5 l (ou plus) d'extrait de Javel titrant à 36 °chl (9,6 °CA).

Elle a une action corrosive sur les métaux (fer, cuivre, aluminium, zinc).

Effluents : l'eau de Javel n'est pas biodégradable (elle tue les bactéries !) mais elle se décompose sous l'effet de la chaleur, de la lumière et en présence de matières organiques, en sel, eau et oxygène. Cette réaction est d'ailleurs accélérée (catalysée) par des traces d'ions métalliques (fer, cuivre...).

Il est donc conseillé après usage de laisser la solution de trempage (réalisée en respectant les dilutions préconisées) qui est plus ou moins décomposée suivant la quantité de matériel traité, exposée un certain temps aux UV, hors de portée des enfants et des animaux, et de la diluer au maximum avant de la rejeter dans le réseau d'assainissement.

Conservation

Toujours à l'abri de la chaleur et la lumière.

Le concentré de Javel, commercialisé sous forme de dose recharge (berlingot) ne se conserve que 2,5 à 3 mois après sa fabrication.

Pour obtenir un litre d'eau de Javel à 9° chl à partir d'un berlingot de 250 ml, il faut le vider **dans une bouteille d'eau de Javel vide** (pour éviter le risque de confusion avec une boisson) et compléter avec 750 ml d'eau froide. Cette solution se conserve à l'abri de la chaleur et la lumière environ 1 an (http://www.eaudejavel.fr/pdf/GP_fiche1_conseils.pdf).

L'eau de Javel commercialisée en bouteilles de 1 l ou bidons de 5 l, à 9° chl, se conserve en général de 1 à 3 ans (date inscrite sur l'emballage).

La solution préparée pour la désinfection (eau de Javel + eau) se dégrade rapidement et ne doit pas être conservée.

Comment ?

Pour réaliser une désinfection efficace (activité sporicide), il faut faire tremper le matériel pendant 30 minutes dans une solution à environ 2° chl (environ 0,5 % de chlore actif), en agitant de temps en temps.

Pour obtenir cette concentration il faut 1 volume d'eau de Javel à 9° chl (bouteille ou bidon grand public) à laquelle on ajoute 4 volumes d'eau froide ou tiède.

On peut ajouter à la solution un peu (0,5 %) de produit mouillant (tensio-actif), type liquide vaisselle ou Teepol, sans risque de dégagement gazeux, afin d'obtenir un meilleur contact avec les éléments à désinfecter.

Exemples : pour obtenir un bain de trempage de 100 l (+ 0,5 l)

- 20 bouteilles de Javel de 1 l à 9°chl (ou 4 bidons de 5 l à 9°chl) + 80 l d'eau + 0,5 l de tensio-actif,
- 20 berlingots d'extrait de Javel à 36° chl + 95 l d'eau + 0,5 l de tensio-actif.

La solution de trempage perd de son activité au fur et à mesure de son utilisation et il faut donc régulièrement la renouveler si la quantité de matériel à traiter est importante.

On peut aussi, après deux utilisations du bain, le régénérer en ajoutant la moitié de la quantité de Javel mise au départ, mais il ne faut pas dépasser 6 trempages pour un même bain.

Bien rincer à l'eau claire après les opérations de désinfection.

Il est possible, pour essorer les cadres, de les passer à l'extracteur, qui devra ensuite être convenablement nettoyé.

3 - Utilisation de la soude caustique

Généralités

La soude ou soude caustique (hydroxyde de sodium, NaOH) se présente sous forme solide (paillettes, pastilles, billes blanches) ou sous forme liquide et doit être mélangée à de l'eau tiède pour former une solution appelée lessive de soude.

On peut se procurer la soude caustique en droguerie. Il faut choisir un produit contenant de la soude caustique sans aucun additif, et de préférence sous une forme liquide qui se conserve plus facilement. Il est conseillé d'acheter une so-

lution commerciale de « lessive de soude » dosée à 30 %.

Attention : ne pas confondre avec la « lessive de potasse » qui n'a pas les mêmes propriétés, ni avec les « cristaux de soude » qui sont du carbonate de potassium.

Le pouvoir désinfectant de la soude peut s'exercer à froid mais le fait de l'employer à chaud permet d'obtenir une destruction de la cire et de la propolis ainsi qu'un effet nettoyant particulièrement efficace et rapide. L'utilisation à froid est moins complexe (pas d'appareil de chauffage) mais nécessite un trempage plus long.

Précautions

Consultation conseillée de la fiche technique de l'INRS N° 20 (cf. biblio).

La soude sous forme solide ou en solution est **très corrosive et provoque de graves brûlures de la peau et des muqueuses**, qui guérissent très difficilement.

Elle doit être stockée hors de portée des enfants.

Il est impératif de porter des vêtements et des gants de protection en matière adaptée au risque corrosif que représente la soude (risque chimique) ainsi que des lunettes de sécurité à protection latérale, lors de son utilisation.

Avoir à portée de main une alimentation en

eau courante. En cas de contact avec la peau ou les muqueuses, il faut rincer abondamment et en continu (ne pas seulement tremper) avec de l'eau bien froide, en attendant l'arrivée des secours.

Effluents : le trempage de matériel contenant des substances organiques (cire, propolis, débris divers d'origine animale) doit conduire à une relative neutralisation de la soude caustique contenue dans la solution de départ. Après usage le bain ne devrait contenir que des ions Na^+ , OH^- et H_3O^+ , ions qui sont partout présents dans la nature.

Avant de rejeter cette solution dans le réseau d'assainissement, il est conseillé de la laisser refroidir et de **la diluer au maximum** avec de l'eau, et éventuellement de la neutraliser² à un pH compris entre 5,5 et 8,5.

Matériel

- Grande cuve métallique (versante de préférence, pour faciliter la vidange) en tôle (fer ou acier, pas d'aluminium ni zinc, attaqués par la soude).
- Gros brûleur à gaz (ou à bois).
- Facultatif : liens pour attacher les cadres en paquets.
- Crochet pour manipuler le matériel (plonger et sortir du bain).
- Jet d'eau puissant ou appareil haute pression.

2 – Pour satisfaire à la réglementation (circulaire du 06/06/53, INERIS), les mélanges alcalins rejetés dans un réseau public d'assainissement, un milieu naturel ou un puits absorbant artificiel, doivent être neutralisés à un pH compris entre 5,5 et 8,5 et avoir une température de 30 °C maximum.

Il est possible de mesurer le pH (à l'aide de kits vendus dans le commerce), et de procéder, si les valeurs de pH obtenues sont supérieures à 8,5, à une neutralisation du bain de trempage, à l'aide de vinaigre domestique titrant à 8° d'alcool.

Pour un bain de 10 l à 4 %, c'est-à-dire contenant 400 g de soude, comme proposé plus haut, dans lequel aucun matériel n'a encore été traité, le pH se situe à 14. Pour ramener le pH de cette solution à 8,5, il faudrait lui ajouter 7,5 l de vinaigre à 8°.

Si après usage le pH du bain de départ (10 l à 4 %),

- est à 13, il faudrait ajouter 0,75 l de vinaigre à 8°,
- est à 12, il faudrait ajouter 75 ml de vinaigre à 8°,
- est à 11, il faudrait ajouter 7,5 ml de vinaigre à 8°.

Pour simplifier, pour un pH compris entre 9 et 11, il suffit d'ajouter un fond de verre de vinaigre à 8° au bain pour ramener le pH dans les valeurs autorisées pour le rejet.

- Protections pour l'opérateur (lunettes, gants, tablier, bottes) contre les risques de brûlure chimique et physique.

Comment ?

Si le trempage est effectué dans un bain à température ambiante, la concentration de la solution doit se situer autour de 4 % : il faut dissoudre 40 g de soude par litre d'eau, ou bien, pour un mélange final de 10 litres, ajouter 1 litre de la lessive de soude à 30 % à 9 litres d'eau. Les éléments sont mis à tremper jusqu'à ce qu'ils soient débarrassés de toute substance organique.

Si le trempage est effectué dans un bain chauffé, la concentration de la solution peut se situer entre 1 et 1,5 % : il faut dissoudre 10 à 15 g de soude par litre d'eau, ou bien, pour un mélange final de 10 litres, ajouter 250 à 300 ml de lessive de soude à 30 % à 9,7 litres d'eau (ou encore ajouter 3 l de lessive de soude à 30 % à 97 l d'eau, pour un bain de 100 l).

Une quantité d'eau suffisante pour immerger le matériel est mise à tiédir, sans excéder 2/3 de la capacité de la cuve, pour éviter le débordement lors de l'immersion du matériel.

Il faut toujours incorporer **progressivement** la soude dans la cuve d'eau **tiède** et dans cet ordre : soude dans l'eau et jamais l'inverse. Attention la réaction chimique dégage de la chaleur. (Si on utilise de la soude solide, elle est d'abord diluée dans une petite quantité d'eau tiède avant d'être versée dans la cuve d'eau).

La solution doit être ensuite maintenue bien chaude mais en évitant d'atteindre le seuil de

l'ébullition afin d'éviter les projections. (En dessous de 65 °C, l'inox n'est pas attaqué par la soude).

Les cadres sont réunis en paquet fermement attachés : cela facilite les manipulations et évite qu'ils ne s'éparpillent lors du rinçage.

Le matériel en bois est plongé doucement dans la cuve, et tenu immergé (éventuellement à l'aide d'un poids) pendant 8 à 10 minutes.

Les éléments en plastique sont juste trempés brièvement, si le bain est chaud, afin d'éviter qu'ils ne se déforment.

Lorsqu'on sort le matériel, des dépôts qui surnagent dans la cuve ont tendance à se coller à sa surface : il faut donc pendant qu'il est encore bien chaud, le rincer abondamment, de préférence avec un jet d'eau sous pression, pour enlever les saletés et toute trace de soude (ou de savon).

Tous les éléments sont ensuite disposés bien à plat, les cadres sous des poids, pour éviter que le bois ne vrille.

La peinture (externe) des corps et hausses en bois ne résiste pas au trempage dans la lessive de soude.



Merci à Robert Carron pour son aide précieuse et ses conseils avisés d'« expert en chimie ».