

# CHRONIQUE DU LIEBEFELD

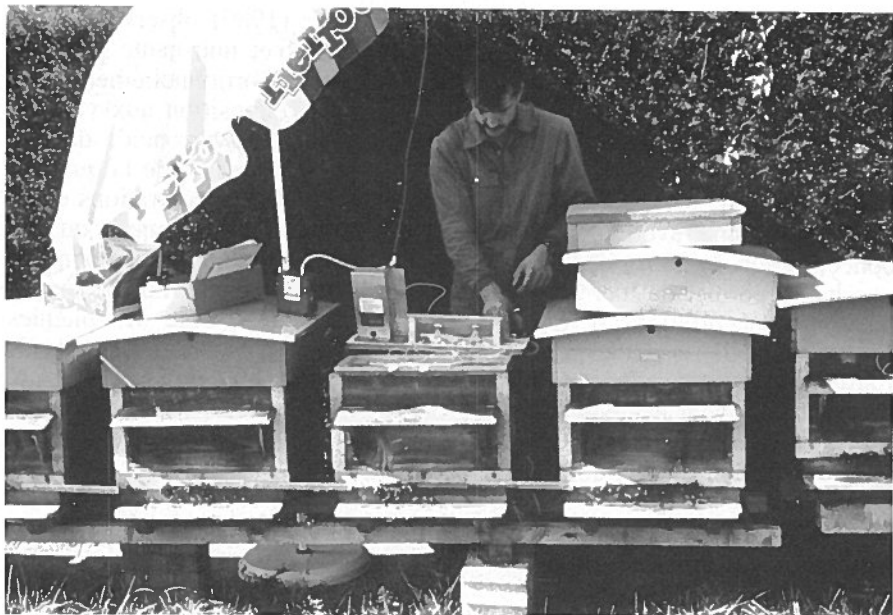
## Mesure des concentrations d'acide formique dans l'air d'une ruche lors de son utilisation contre *Varroa jacobsoni*

J.-D. Charrière, A. Imdorf, V. Kilchenmann  
Section apicole, FAM, 3097 Liebefeld-Berne

### Résumé

Afin de connaître les concentrations d'acide formique dans l'air d'une ruche lors d'un traitement avec cet acide, nous avons mis au point un système de mesure d'acide formique dans l'air. Nous avons traité à l'acide formique des ruches Dadant-Blatt (DB) et des ruches suisses (CH) selon un système Illertissen modifié. Dans les ruches DB, les traitements ont eu lieu le 21.8 et le 16.9.91 avec 30 ml d'acide formique à 85% par le bas de la ruche. Dans les ruches CH, les plaques imprégnées le 12.8 avec 20 ml et le 4.9 avec 30 ml d'acide à 60% furent placées sur les cadres de couvain.

Pour toutes les ruches, les concentrations les plus élevées furent mesurées durant la première heure de traitement. Ces valeurs maximales furent plus hautes dans les ruches CH (max. 565 ppm) que dans les ruches DB (max. 440 ppm). Après une heure de traitement, les concentrations baissèrent progressivement. Dans les ruches DB (traitement par le bas), les concentrations remontèrent de nouveau les jours suivants durant les heures chaudes de la journée. Dans les ruches CH (traitement par le haut), nous n'avons pas observé une telle recrudescence des concentrations. A la mi-été, la moyenne des valeurs maximales se situe à 370 ppm pour les ruches CH et à 279 ppm pour les ruches DB. A la fin-été, les valeurs furent manifestement plus basses et se situaient à 250 ppm pour les ruches CH et à 113 ppm pour les DB. Des ruches subissant le même traitement simultanément présentèrent des courbes de concentration très différentes. On peut également relever de grandes différences de concentration à l'intérieur d'une même ruche selon les endroits de mesure.



Les concentrations en acide formique dans les ruches sont mesurées jour et nuit.

## Introduction

En 1979 Künzler *et al.* publiaient les premiers résultats sur l'efficacité de l'acide formique (AF) contre *V. jacobsoni*. Les méthodes de lutte recourant actuellement à l'AF permettent d'éliminer en partie les désavantages des acaricides synthétiques (risques de résidus dans les produits de la ruche, formation de souches de varroas résistants à l'acaricide et charge de l'environnement). Mais l'AF a ses propres inconvénients : efficacité variable, possibilité d'une faible toxicité envers le couvain et les abeilles, pertes de reines sporadiques et application laborieuse. En pratique, ces désavantages dissuadent la plupart des apiculteurs à recourir à l'AF pour lutter contre le varroa. L'expérience que nous avons accumulée après plusieurs années d'utilisation de l'AF à grande échelle, confirme la possibilité de lutter efficacement contre varroa avec cet acide organique. Afin d'offrir aux apiculteurs une alternative aux acaricides de synthèse, nous voulons améliorer les méthodes utilisant l'AF. Une meilleure connaissance de l'évolution des concentrations d'AF dans les ruches lors des traitements nous permettrait de mieux comprendre l'origine des défauts de ces méthodes.

Lors d'essais en laboratoire, Ritter et Ruttner (1980) observaient que l'AF présente une basse toxicité pour les abeilles et une haute pour les varroas. La mortalité de l'acarien augmentait proportionnellement à la quantité d'acide évaporée par jour et au temps d'exposition aux vapeurs d'acide. Wissen et Maul (1980) supposent que l'effet varroacide dépend plus des concentrations effectives dans l'air de la ruche que de la quantité d'AF évaporée. Künzler *et al.* (1979) ont mesuré des concentrations d'AF dans une ruche avec une méthode par titration. Ils affirment qu'une concentration de 50 µg d'AF par litre d'air (~ 26 ppm) appliquée pendant une heure permet de tuer 20% des varroas. Adelt *et al.* (1986) observent que les concentrations d'AF dans des ruches traitées avec des plaques Illertissen ne dépassent en général pas 180 ppm. Müller (comm. pers. de G. Liebig) a mesuré des concentrations de 220 ppm une heure après avoir traité des ruches Zander avec des plaques Illertissen.

Le but de ce travail est de connaître l'évolution réelle des concentrations dans l'air d'une ruche lors d'un traitement à l'AF.

## Matériel et méthodes

### *Système de ruche et choix des colonies*

Dans nos essais, nous avons utilisé les deux systèmes de ruche les plus répandus en Suisse. La Ruche Dadant-Blatt (DB) à 12 cadres, ruche magasin en bâtisse froide d'un volume de 65 litres. Durant le traitement, le trou de vol est ouvert sur une largeur de 45 cm. La ruche suisse (CH) est une ruche s'ouvrant sur l'arrière avec 10 à 12 cadres en bâtisse chaude et un trou de vol de 15 cm. Pour le traitement à l'AF, nous ajoutons une hausse vide sur le corps de ruche et le volume est alors de 65 litres. Les ruches des deux systèmes sont équipées d'une grille sur leur fond, sous laquelle est placé un linge.

Les colonies d'*A. mellifera carnica* retenues pour l'essai avaient des populations de même force. Toutes les ruches se trouvaient sur le même emplacement. A l'exception d'une colonie en ruche Dadant, nous avons utilisé les mêmes colonies pour la première et la deuxième application de l'AF.

### *Application de l'acide formique*

Nous avons traité les ruches selon la méthode Illertissen modifiée par la section apicole de Liebefeld (Section apicole, 1991). Les ruches Dadant furent traitées «par le bas» en plaçant une éponge en viscose imbibée de 30 ml d'AF à 85% sur le linge.

Tableau 1. Conditions de traitement

	Ruche CH		Ruche DB	
Date de traitement	12.8	4.9	21.8	16.9
N° ruche	4/5/7	4/5/7	150/154/155	150/154/105
Dosage de l'AF	20 ml 60%	30 ml 60%	30 ml 85%	30 ml 85%
Pose de l'éponge	sur les cadres		sur le lange	
Ouverture du trou de vol	15 cm		45 cm	

Les ruches CH furent traitées par le haut. L'éponge en viscose fut imprégnée de 20 ml d'AF à 60 % à la mi-été (haute température ambiante) et de 30 ml à la fin-été puis déposée sur le dessus des cadres de couvain. Tous les traitements eurent lieu en fin de journée, et les éponges restèrent en place jusqu'à la fin des mesures. La première application eut lieu en août et la deuxième en septembre (tableau 1).

#### *Echantillonnage de l'air et mesure des concentrations d'AF*

Un jour avant le début de l'essai, deux tuyaux en téflon de 2 mm de diamètre étaient introduits dans la ruche. Les embouchures se trouvaient dans le nid à couvain, distantes de 2 cadres et au centre du cadre.

Une pompe d'échantillonnage d'air réglée électroniquement (Supelco PAS-3000) à un débit de 60 à 85 ml/min permettait le prélèvement de l'air dans la ruche. L'air contaminé prélevé dans la ruche était directement aspiré à travers un tube à essai (Drägerwerk AG Lübeck, Art. N° 6722101) dont le réactif vire de couleur en présence d'acide acétique ou formique. Sur la base de la longueur de la décoloration et du volume d'air aspiré à travers le tube, il est possible de calculer la concentration en AF de l'air de la ruche. Pour éviter une sursaturation du réactif dans la partie avant du tube, nous avons aspiré de l'air exempt d'AF après chaque prise d'échantillon, selon les instructions de la firme Dräger.

La pompe à main de Dräger, qui est normalement utilisée pour de telles mesures, n'est pas adaptée pour mesurer des concentrations supérieures à 300 ppm, car il n'est pas possible de pomper des volumes d'air inférieurs à 100 ml. Les tubes à essai devaient donc être réétalonnés en fonction de la pompe utilisée dans nos essais. Pour cela, nous avons volatilisé de l'AF dans un récipient de 200 litres équipé de ventilateurs et nous avons mesuré la concentration en AF dans ce volume simultanément avec la méthode

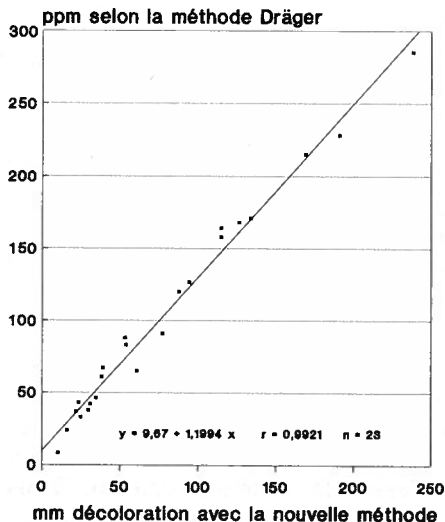


Fig. 1. Corrélation entre les valeurs mesurées selon la méthode Dräger et celles obtenues avec notre dispositif de mesure. Les concentrations en AF dans l'air de la ruche sont déterminées à l'aide de cette courbe d'étalonnage.

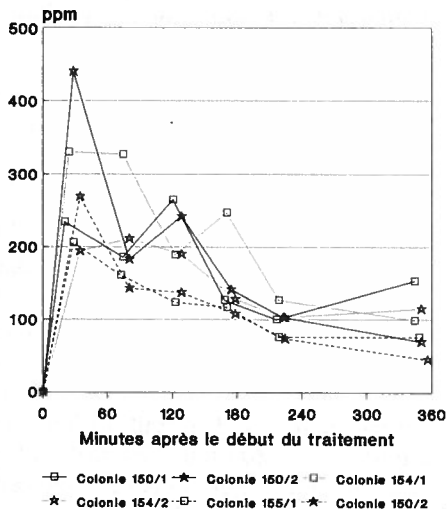


Fig. 2. Evolution des concentrations en AF dans l'air de la ruche à 2 endroits dans chacune des 3 ruches DB traitées le 21.8.91.

Dräger et avec notre dispositif de mesure. Ceci a permis de développer la courbe d'étalonnage du nouveau système de mesure (fig. 1). Selon la concentration d'AF dans l'air, nous avons dû pomper des volumes d'air différents. Les valeurs obtenues étaient ensuite corrigées pour un volume d'air de 300 ml. L'étalonnage s'étendait sur un domaine de 8 à 285 ppm. La bonne corrélation ( $r = 0,99$ ) montre que les mesures effectuées selon les deux méthodes fournissent des résultats comparables. Pour des valeurs supérieures à 300 ppm, on a admis un prolongement linéaire de la droite d'étalonnage. Dans nos essais, nous n'avons trouvé que quelques valeurs extrêmes durant la première heure de traitement dans ce domaine d'extrapolation.

### Mesure des températures

Les températures dans la ruche furent mesurées au moyen de sondes électroniques reliées à une unité d'enregistrement («Hamster» Mesomatic AG, Zurich). Dans les ruches CH, on plaça la sonde en haut d'un cadre, 3 cm sous l'éponge. Dans les ruches DB, la sonde fut déposée sur le linge à varroas, à côté de l'éponge, 4 cm en dessous du fond grillagé de la ruche.

## Résultats et discussion

### *Evolution des concentrations d'AF dans l'air de la ruche durant les 6 premières heures de traitement*

Pour les deux systèmes de ruches et aux deux périodes de traitement, les concentrations d'AF croissaient rapidement durant la première heure de traitement (tableau 2). C'est durant cette période que furent enregistrées les concentrations maximales. Nous avons à plusieurs reprises mesuré des valeurs supérieures à 400 ppm, avec un maximum à 565 ppm. Lors de traitements avec des plaques Illertissen dans des ruches Zander à début juillet, Müller (comm. pers.) a aussi mesuré les concentrations maximales durant la première heure de traitement.

Ce saut de concentration que nous avons mesuré durant la première heure est probablement dû à une évaporation intense de l'AF, ainsi qu'à l'absence d'une ventilation efficace pour évacuer les vapeurs d'AF. Après cette

**Tableau 2.** Evolution des concentrations durant les 6 premières heures de traitement

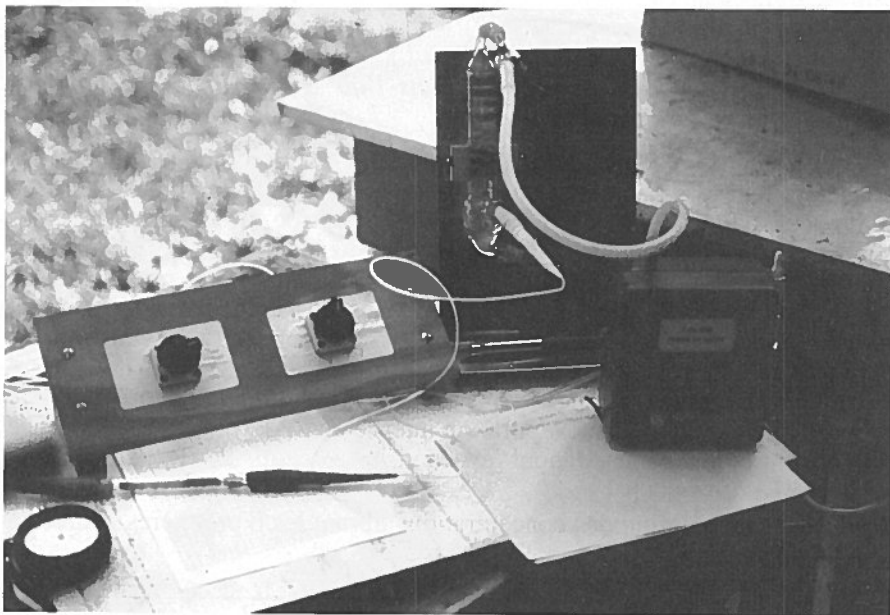
Date	Mi-été		Fin-été	
	CH	DB	CH	DB
Temp. <sup>1</sup>	12.8 22-27° C	21.8 21-24° C	4.9 19-25° C	16.9 17-23.5° C
Période <sup>2</sup> h/min	× ± SD <sup>3</sup> ppm	× ± SD ppm	× ± SD ppm	× ± SD ppm
0.00-1.00	370 ± 199	279 ± 93	250 ± 180	113 ± 62
1.00-1.45	307 ± 160	202 ± 66	184 ± 122	45 ± 15
1.45-2.30	244 ± 94	191 ± 56	83 ± 39	68 ± 18
2.30-3.30	211 ± 103	145 ± 51	130 ± 53	32 ± 5
3.30-4.45	166 ± 27	97 ± 20	84 ± 74	28 ± 7
4.45-6.00	137 ± 44	96 ± 40	37 ± 23	4

<sup>1</sup> Plage des températures extérieures durant les 6 premières heures de traitement.

<sup>2</sup> Laps de temps durant lesquels on a effectué les mesures.

<sup>3</sup> Moyenne et écart type (6 mesures faites dans 3 ruches).

<sup>4</sup> Pas de mesure durant cette période.



Durant le traitement, l'air de la ruche nécessaire à la détermination de la concentration en AF est pompé au moyen d'une pompe électroniquement.

première période, les concentrations baissèrent progressivement durant les cinq heures suivantes.

Nous avons remarqué des différences de concentration importantes entre les 3 ruches traitées simultanément et de manière identique. En outre, les valeurs enregistrées à deux endroits de la ruche variaient aussi sensiblement (fig. 2). Ces variations sont probablement dues aux différences de ventilation.

Les concentrations en AF dans l'air de la ruche furent en moyenne plus élevées dans les ruches CH que dans les ruches DB, et cela malgré des quantités plus faibles d'AF à évaporer (tableau 2). Ces valeurs plus élevées dans les ruches CH peuvent s'expliquer d'une part par le mode d'application de l'AF par le haut, d'où résulte une évaporation plus constante et intensive, et d'autre part par les particularités du système de ruche. Dans une bâtisse chaude (ruche CH), chaque cadre représente un obstacle à l'évacuation des vapeurs d'acide en direction du trou de vol. Dans une bâtisse froide (ruche DB) par contre, chaque ruelle débouche sur le trou de vol, ce qui permet une ventilation efficace des vapeurs hors de la ruche. L'éponge se trouvant sous le fond grillagé, il est probable qu'une partie des vapeurs fut évacuée sans

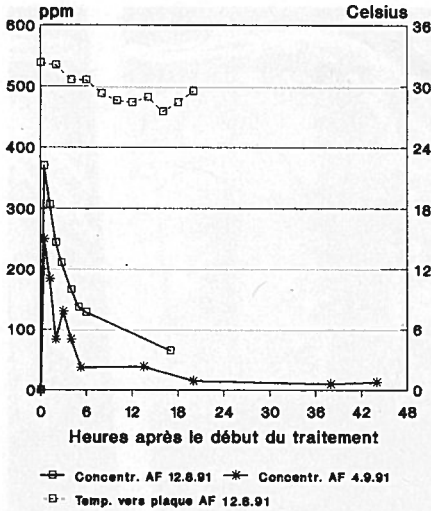


Fig. 3. Evolution des concentrations en AF dans l'air de la ruche durant les traitements du 12.8 et du 4.9.91 dans les ruches CH ainsi que de la température sous l'éponge le 12.8.91. Chaque valeur est une moyenne de 6 mesures effectuées dans 3 ruches.

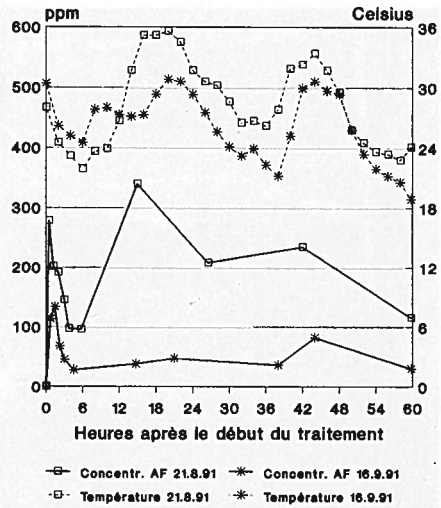


Fig. 4. Evolution des concentrations en AF dans l'air de la ruche et des températures aux environs de l'éponge durant les traitements dans les ruches DB le 21.8 et le 16.9.91. Chaque valeur est une moyenne de 6 mesures effectuées dans 3 ruches.

passer par le nid à couvain. En outre, l'ouverture du trou de vol durant le traitement fut environ trois fois plus grande pour les ruches DB.

### *Différences de mesures entre les traitements à la mi-été et les traitements à la fin-été*

Lors du traitement à la fin-été dans les ruches CH le 4.9.91, la température ambiante était de 3° C plus basse que le 12.8.91. Pour cette raison, nous avons augmenté de 20 à 30 ml la quantité d'AF pour ce traitement. Malgré cela, les concentrations mesurées à la fin-été furent près de la moitié moins hautes que celles de la mi-été (tableau 2).

Dans les ruches Dadant, nous avons traité aux deux périodes de l'année avec les mêmes quantités d'AF. Les traitements ont eu lieu respectivement 9 et 12 jours plus tard que dans les ruches CH. Pour les 5 premières heures de traitement, nous avons mesuré à la fin de l'été des valeurs ne représentant que le 30% de celles mesurées à la mi-été, et cela bien que les températures sur le lange étaient de 2° C plus élevées le 16.9 que le 21.8 (fig. 4). Ces résultats laissent supposer qu'outre la température, d'autres





Sondes pour les prises d'échantillons d'air dans une ruche suisse. Dans notre essai nous n'avons utilisé que la sonde du milieu, placée dans le nid à couvain.

paramètres saisonniers influencent les concentrations comme la grandeur de la colonie, la quantité et l'âge du couvain, le comportement des abeilles (ventilation après une miellée ou un nourrissage).

#### *Evolution des concentrations d'AF dans l'air de la ruche après les 6 premières heures de traitement*

Dans les ruches CH (traitement par le haut), nous avons mesuré les concentrations durant 16 heures à la mi-été et durant 44 heures à la fin-été (fig. 3). A partir du pic initial du début de traitement, les concentrations diminuèrent progressivement avec le temps, et cela de manière définitive. Nous n'avons pas observé de remontée des concentrations à un moment ultérieur.

Pour les ruches DB (traitement par le bas), nous avons mesuré les concentrations durant 60 heures pour les deux périodes de traitement. On enregistra durant les deux jours suivant le traitement du 21.8 une recrudescence importante des concentrations d'AF dans la ruche aux heures chaudes

de la journée (fig. 4). Bien que moins marqué, ce phénomène fut également observé à la suite du traitement du 16.9.

Ces différences d'évolution entre les ruches DB et CH ne sont probablement pas dues au système de ruche lui-même, mais plutôt au mode d'application de l'AF. Dans les ruches CH, on posa la plaque d'acide sur le dessus des cadres. A cet endroit, la température varie peu et est rarement inférieure à 28° C. Dans les ruches DB par contre, les températures sur le linge varient plus et dépendent directement des conditions climatiques extérieures à la ruche. Par basses températures, enregistrées principalement pendant la nuit, l'évaporation d'AF est ralentie. Notre supposition est confirmée par les observations de Wachendörfer et al. (1975) qui relèvent que l'évaporation de l'AF d'une plaque Illertissen dans une ruche magasin lors d'un traitement par le haut nécessite de 4 à 8 heures.

### *Conclusions*

Ce travail a permis de connaître un peu mieux l'évolution des concentrations d'AF dans les ruches lors des traitements. Selon Bolli (à paraître), les concentrations d'AF que nous avons mesurées dans les ruches ne sont pas suffisantes pour provoquer des brûlures de tissus ou pour inhiber la respiration des larves et des abeilles adultes. Ainsi, il est possible que les dégâts observés parfois lors de traitements, et cela malgré un dosage correct, ne soient pas dus à l'AF lui-même mais plutôt au comportement de la colonie (abandon du couvain, emballage de la reine, etc.). De grandes variations de concentration en AF ont été mises en évidence d'une colonie à l'autre, d'un traitement à l'autre et même d'un endroit à l'autre dans les ruches. Ceci montre que chaque colonie peut réagir très différemment lors d'un traitement à l'AF. L'accroissement rapide des concentrations en AF et les hautes valeurs atteintes durant la première heure de traitement peuvent provoquer des morts d'abeilles lors de surdosage et de hautes températures au niveau de la plaque d'acide.

Pour éviter de tels désagréments, l'apiculteur a besoin d'expérience et de doigté lors de l'utilisation de l'AF. Pour cette raison et à cause d'un léger surplus de travail, beaucoup d'apiculteurs renoncent à l'AF comme acaricide. Par contre, ce produit présente de nombreux avantages (pas de résidus dans les produits de la ruche, pas de résistance du parasite à court terme). Il faut donc développer de nouvelles méthodes d'application qui évitent cet accroissement rapide et important de la concentration en AF au début du traitement. Les résultats prometteurs obtenus depuis de nombreuses années par Krämer (1991) et lors de nos essais préliminaires ont montré qu'un traitement avec des concentrations plus basses mais durant plusieurs jours est une solution d'avenir. Ce mode d'application pourrait faciliter le travail

car deux traitements suffiraient probablement (après la récolte et à la fin septembre). Mais un support pour AF qui fonctionnerait selon ce principe, qui serait facile à confectionner par l'apiculteur et à bas prix, n'est pas encore au point pour la pratique.

## Références

Adelt B., Kimmich K.-H. (1986), «Die Wirkung des Ameisensäure in die verdeckelte Brut», *ADIZ* 12, 382-385.

Krämer K. (1991), «Feldversuche mit der Krämerplatte». *Deutsches Imker-Journal* 2 (9), 384-387.

Künzler K., Mook H., Breslauer H. (1979), «Untersuchung über die Wirksamkeit der Ameisensäure bei der Bekämpfung der Bienenmilbe *Varroa jacobsoni*». *Die Biene* 9, 372-373.

Ritter W., Ruttner F. (1980), «Neue Wege in der Behandlung der Varroatose: Ameisensäure». *ADIZ* 14 (5), 151-159.

Section apicole, Liebefeld (1991), «Calendrier apicole pour la lutte intégrée contre la varroase». *Journal suisse d'apiculture* 88 (4), 117-124.

Wachendörfer G., Fijalkowski J., Kaiser E., Seinsche D., Siebentritt J. (1985), «Labor- und Feldversuche mit der Illertisser Milbenplatte als neue Anwendungsform der Ameisensäure im Rahmen der Varroatose-Bekämpfung». *Apidologie* 16, 291-306.

Wissen W., Maul V. (1980), «Untersuchungen zur Anwendungstechnik von Ameisensäure bei der Varroatosebekämpfung». *Apimondia-Verlag Bukarest* (1981), 120-124.

### Journal suisse d'Apiculture

Afin de rendre plus performante la tâche du rédacteur, nous cherchons parmi les apiculteurs des traducteurs pour les langues suivantes :

italien-français ;  
espagnol-français ;  
anglais-français ;  
etc.

Délai pour une traduction : maximum deux mois.

Ces collaborateurs, sur lesquels la rédaction du JSA doit pouvoir compter (car les délais pour l'impression doivent être respectés), seront rémunérés sur la base de 40 francs la page publiée.

**Remarque du rédacteur :** il s'agit d'un apostolat au service de vos collègues et non d'un hobby.