

<b>Zeitschrift:</b>	Revue suisse d'apiculture
<b>Herausgeber:</b>	Société romande d'apiculture
<b>Band:</b>	131 (2010)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Étapes de développement d'un traitement à l'acide oxalique utilisant les ultrasons pour lutter contre l'acarien varroa
<b>Autor:</b>	Imdorf, Anton / Kuhn, Rolf / Dietemann, Vincent / Lötscher, Bernhard
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1068061">https://doi.org/10.5169/seals-1068061</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Etapes de développement d'un traitement à l'acide oxalique utilisant les ultrasons pour lutter contre l'acarien varroa**

***Anton Imdorf, Rolf Kuhn et Vincent Dietemann, Centre de recherches apicoles, Agroscope Liebefeld-Posieux ALP***

***Bernhard Lötscher, Lötscher Elektronik, CH-8450 Andelfingen***

Le traitement avec de l'acide oxalique dihydraté à la fin de l'automne, lorsque les colonies n'ont plus de couvain, est très important dans le concept de lutte alternative contre varroa (Imdorf et al. 2003, <http://www.apis.admin.ch> sous Maladies des abeilles et varroa). Les applications développées jusqu'à aujourd'hui (par dégouttement, vaporisation et évaporation) sont des procédés qui ont été testés abondamment et qui, s'ils sont appliqués correctement, atteignent une efficacité d'environ 95 % dans les colonies sans couvain (Charrière et al. 2004). Ils ont cependant aussi des inconvénients. Le procédé par dégouttement ne peut être appliqué qu'une fois en hiver en raison du peu de tolérance des abeilles ; la vaporisation exige beaucoup de travail et l'évaporation nécessite une source d'énergie assez puissante (il faut disposer d'une prise électrique dans le rucher ou d'une batterie de voiture). En plus, en raison du chauffage relativement fort, on risque d'endommager la ruche et de tuer des abeilles lorsque celles-ci sont réunies en grappe. Pour toutes ces raisons, nous avons essayé de développer une formulation et un appareil de diffusion de l'acide oxalique qui soient utilisables avec un minimum de travail et d'énergie, qui conviennent aux petites exploitations apicoles et qui en plus soient tolérés par les abeilles.

Ci-après, nous décrivons les différentes étapes du développement d'un appareil aérosol fonctionnant aux ultrasons pour diffuser de l'acide oxalique dihydraté dans les ruches et son application.

## **Qu'est-ce un traitement aérosol par ultrasons ?**

On connaît généralement les appareils aérosols à ultrasons utilisés comme humidificateurs d'air. Le procédé par ultrasons utilisé dans ces appareils produit un brouillard froid composé de très petites gouttes d'eau (aérosol) qui sont ensuite libérées dans l'air soit passivement soit par un ventilateur. Les appareils aérosols à ultrasons peuvent être employés avec une source d'énergie maniable et rechargeable, telles que des batteries. Mais tous les liquides ne conviennent pas à une telle application. La tension superficielle doit être semblable à celle de l'eau. Une solution d'eau et d'acide oxalique (jusqu'à 10%) remplit ces critères. Avec le procédé par ultrasons, on parvient à répartir de très fines gouttelettes froides dans toute la ruche, ce qui n'est pas le cas avec l'évaporation.

## **Comment fonctionne un appareil aérosol à ultrasons ?**

Pour pouvoir utiliser les ultrasons (dont les fréquences ne sont pas perçues par l'oreille humaine) afin d'humidifier l'air, il faut transformer l'énergie élec-

trique en énergie mécanique. On y parvient avec un transformateur piézoélectrique (aussi nommé transducteur ou convertisseur). Une unité d'oscillation se compose du circuit à oscillation dans lequel la haute fréquence ~1,6 MHz est produite et du transducteur piézoélectrique qui sert à convertir la fréquence électrique en une oscillation mécanique proportionnelle. Le transducteur est placé sur le fond de la bassine contenant l'eau. Lorsque l'on stimule le transducteur, l'eau conduit les oscillations ultrasons à la couche limite eau-air. La compression et décompression constante de la colonne d'eau par le biais du transducteur provoque des vides à proximité immédiate de la surface de l'eau. Il se forme ainsi des ondes capillaires au sommet desquelles se forme un brouillard constitué de minuscules gouttelettes d'eau (Aérosol; diamètre 0,5 à 5 µm). Dans les humidificateurs d'air, celles-ci sont entraînées par le courant d'air créé par le ventilateur et se mélagent rapidement à l'air ambiant.

### Les étapes de développement

Des humidificateurs d'air transformés ont déjà été proposés pour lutter contre varroa par la diffusion de solutions d'acide oxalique dans les colonies (Berger 2003, <http://www.apistar.ch>). Mais jusqu'à aujourd'hui, aucune étude n'a encore été effectuée pour répondre à des questions importantes telles que : quelle est la concentration et le dosage optimal pour une efficacité d'environ 95 %, comparable aux autres applications d'acide oxalique ? Quelle est la tolérance des abeilles vis-à-vis d'un tel procédé et de la répétition de celui-ci et peut-on exclure des conséquences négatives qui porteraient préjudice aux produits apicoles ? Dans l'étude décrite ci-après, qui a été réalisée sur plusieurs années, nous avons essayé d'apporter une réponse à toutes ces questions et parallèlement de développer un petit appareil maniable avec une source d'énergie autonome pour le traitement d'au moins 50 colonies.

Les premiers essais effectués en 2004 étaient très prometteurs. L'utilisation d'aérosols produits par ultrasons pour diffuser une solution hautement concentrée en acide oxalique dans les ruches a enregistré une efficacité semblable au traitement au moyen de l'appareil Varrox.

### 2005 – Premier test avec un prototype

Pour les essais effectués en 2005, nous avons mis au point un prototype d'appareil aérosol fonctionnant aux ultrasons pour le traitement des colonies d'abeilles (*illustration 1*). Celui-ci était constitué d'un boîtier en plastique spé-



**Illustration 1:** Premier prototype de l'appareil à ultrasons qui a été utilisé dans l'essai de 2005. Il fonctionnait grâce à une petite batterie qui pouvait être rechargée sur le réseau.

**Tableau 1: Test de différents évaporateurs d'acide oxalique par ultrasons au cours des périodes d'essai de 2005 à 2008. 'n' représente le nombre de colonies d'essai.**

Procédé			Degré d'efficacité en %					
			2005		2006		2008*	
Durée	% OS	Type de ruche	n		n		n	
5	5	Dadant	16	57.3±17.2	-	-	-	-
2	10	Dadant	-	-	8	83.4±10.9	-	-
		CH	-	-	8	93.2±5.2	-	-
3	10	Dadant	8	71.7±14.2	16	84.1±10.1	8	90.0±15.6
		CH	7	80.6±18.1	-	-	-	-
4	10	Dadant	-	-	8	86.3±8.9	12	89.0±23.7
		CH	-	-	8	98.2±5.2	-	-
5	10	Dadant	16	78.0±15.8	-	-	-	-
		CH	14	81.2±18.3	-	-	-	-
Varrox			14	89.3±7.4	15	96.8±3.2	11	95.0±4.6

\* en 2008, le traitement dans les ruches Dadant a été effectué par le haut.

cialement développé à cet effet, d'un transducteur, d'un ventilateur et d'un tube de raccordement en forme de buse que l'on pouvait introduire dans la ruche par le trou de vol. L'appareil fonctionnait au moyen d'un accumulateur électrique de taille moyenne qui suffisait pour le traitement d'environ 50 colonies.

L'efficacité de ce procédé a été contrôlée par un traitement avec l'appareil Varrox. On a ensuite supposé que la somme des acariens tombés après les deux traitements correspondait à la population totale (100%) parasitant une colonie. Ainsi, on peut effectuer le calcul suivant pour déterminer l'efficacité des traitements par ultrasons en pourcent:

(Chute des acariens due au traitement par ultrasons x 100) / (Chute des acariens due au traitement par ultrasons + chute des acariens due au traitement de contrôle Varrox).

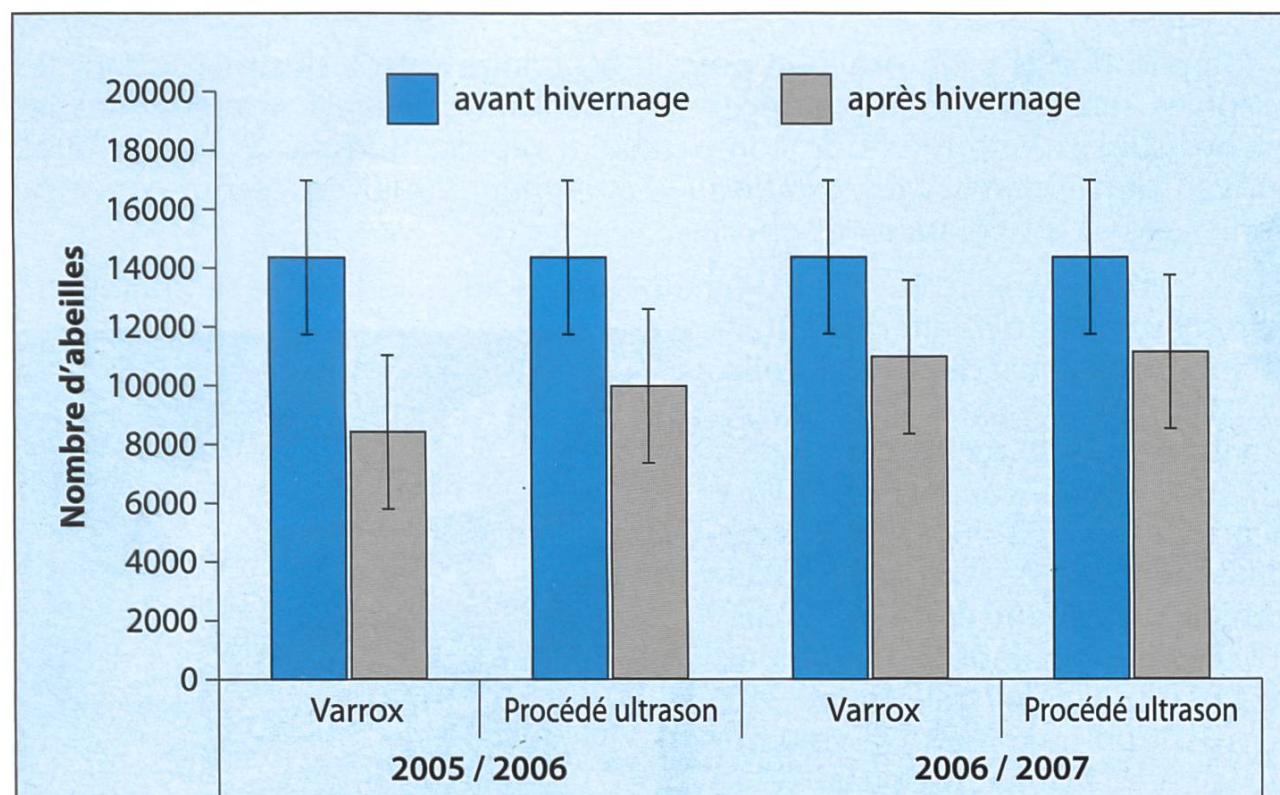
La quantité de solution eau-acide oxalique débitée au travers de l'appareil à ultrasons pendant une durée de traitement d'environ 3 minutes (8 ml), s'est avérée trop faible (*illustration 2*). Le succès moyen du traitement par ultrasons avec une solution d'eau et d'acide



**Illustration 2: Débit de l'aérosol avec le premier prototype de l'appareil à ultrasons utilisé dans l'essai de 2005.**

oxalique à 10% (100 g d'acide oxalique dihydraté par litre d'eau) et une durée de traitement de 3 minutes était dans les ruches Dadant et les ruches suisses de respectivement 72 et 81 %, celui du traitement de 5 minutes de respectivement 78 et 81 % (*tableau 1*). Le groupe de contrôle (traitement avec l'appareil Varrox) a atteint un pourcentage significativement plus élevé de 89,4 %. La faible différence au niveau de l'efficacité des deux durées de traitements (3 et 5 minutes) avec une même concentration (10%) n'est pas significative. C'est pourquoi nous pouvons conclure qu'avec un débit plus élevé la durée de traitement de 3 minutes suffirait. Dans le cas d'un développement ultérieur de l'appareil, il faudrait avec cette durée de traitement avoir un débit d'environ 20 ml d'une solution eau-acide oxalique à 10%. Dans le cas de concentrations d'acide oxalique plus basses (5%) et d'une durée de traitement de 5 minutes, nous avons atteint une efficacité de seulement 57 %. Il en découle que pour une bonne efficacité, il est nécessaire d'avoir la concentration la plus élevée possible. Or, une solution à 10% est le maximum que l'on puisse atteindre, car au-delà, l'acide oxalique dihydraté ne se solubilise plus entièrement dans l'eau.

Pour vérifier la tolérance des abeilles, la force des colonies des ruchers de Bellechasse et de Witzwil a été relevée fin octobre 2005 avant l'entrée en hivernage et fin mars 2006 au sortir de l'hivernage. Aucune influence négative sur le développement des colonies n'a été constatée pendant la période d'hivernage (*illustration 3*).



**Illustration 3 : Force de la colonie à l'entrée en hivernage et au sortir de l'hivernage en 2005/2006 et en 2006/2007 (valeur moyenne avec écart-type) après le traitement avec le Varrox ou l'appareil à ultrasons. Les pertes moyennes d'abeilles pendant l'hiver n'ont pas montré de différences significatives entre les procédés.**

## 2006 – Test avec un appareil plus performant



**Illustration 4:** Appareil à ultrasons adapté, fonctionnant avec batterie de voiture, et transducteur pour le traitement à l'acide oxalique. Appareil utilisé dans les essais de 2006 et de 2008.

Autrement dit, lors des durées de traitement de 2, 3 et 4 minutes, respectivement 1,2 g, 1,8 g et 2,4 g d'acide oxalique ont été diffusés dans la colonie. En comparaison, l'appareil à évaporation Varrox diffuse 2 g d'acide oxalique dihydraté dans la colonie.

L'application d'acide oxalique pour lutter contre varroa destructor dans les colonies sans couvain avec l'appareil aérosol modifié s'est révélée, dans les ruches suisses, une méthode comparable à l'application par évaporation au moyen de l'appareil Varrox (tableau 1, traitement 2006) en ce qui concerne l'efficacité et la tolérance des abeilles.

Par contre, dans les ruches Dadant (bâtisse froide), l'efficacité du traitement après 3 minutes de traitement était inférieure de plus de 10% à celle de l'appareil Varrox (tableau 1). Dans ce type de ruche, il n'y a pas eu de différences au niveau de l'efficacité entre 2, 3 ou 4 minutes de traitement. C'est pourquoi, le succès de traitement doit être qualifié d'insuffisant indépendamment de la durée de traitement. Au moment du traitement, le volume de la ruche Dadant est quasi deux fois plus important que celui de la ruche suisse (bâtisse chaude). Il y avait donc le risque que l'aérosol s'accumulât dans la partie infé-

En automne 2006, nous avons développé un nouvel appareil plus performant et avons testé son efficacité (*illustration 4*).

Le débit de l'appareil (*illustration 5*) avec une solution d'eau et d'acide oxalique à 10% s'élevait à environ 9 ml par minute. Mais dans le tube de raccordement, environ 3 ml par minute se sont condensés pendant le traitement. Ainsi, la quantité d'aérosol diffusée dans la colonie n'était que d'environ 6 ml par minute et pas 8 ml comme prévu. Ceci correspond à un dosage de 0,6 g d'acide oxalique dihydraté par minute.



**Illustration 5:** Débit de l'aérosol avec l'appareil à ultrasons adapté utilisé dans les essais de 2006 et de 2008.

rieure de la ruche et que l'efficacité du traitement fût inférieure à celle des ruches suisses (*tableau 1*). Ceci a été confirmé ultérieurement en observant la répartition de l'aérosol dans la ruche à travers un couvercle transparent. Nous nous sommes donc demandé si un traitement par le haut plutôt que par le trou de vol dans les ruches Dadant ne pourrait pas améliorer l'efficacité du traitement par ultrasons. Cela nécessiterait toutefois une ouverture supplémentaire dans la planchette couvre-cadres.

## 2008 – Optimisation de l'application

Dans cet essai, nous avons testé l'efficacité du même appareil que celui utilisé en 2006 dans les ruches Dadant, mais par le haut. Pour contrôler la répartition de l'aérosol produit par ultrasons, nous avons confectionné une planchette couvre-cadres transparente (*illustration 6*). Il est ressorti de nos observations que, comme pour les autres produits anti-varroa que l'on fait évaporer, il est nécessaire d'avoir un espace de 2,5 cm entre les têtes de cadre supérieures et la planchette couvre-cadres afin que l'aérosol puisse tout d'abord bien se répartir dans l'espace laissé libre et ensuite se diffuser vers le bas entre les cadres. De cette façon seulement, on obtient une bonne répartition de l'acide dans les ruches Dadant. L'appareil a diffusé dans les colonies une solution d'eau-acide oxalique à 10%, soit environ 1,43 et 1,54 mg d'acide oxalique dihydraté par traitement (respectivement 3 et 4 minutes). Ainsi, pendant les durées de traitement testées de 3 et 4 minutes, respectivement 1,4 g et 1,5 g d'acide oxalique dihydraté ont été diffusés dans la colonie. Sur le rucher de Liebefeld, l'efficacité moyenne d'une durée de traitement de 3 et 4 minutes s'élevait à respectivement 81% et 78%. En raison d'une efficacité relativement mauvaise dans trois colonies, ces résultats étaient inférieurs à ceux du traitement de contrôle avec le Varrox (94%). Les raisons de cette mauvaise efficacité dans les trois colonies (valeur la plus basse 15%), en dépit de bonnes conditions météorologiques pendant le traitement, sont inconnues. Sur le rucher de Bellachasse, les valeurs moyennes comparables étaient, avec respectivement 96% et 97%, beaucoup plus élevées pour le traitement aux ultrasons. Les résultats montrent que si, dans les ruches Dadant, le traitement est effectué par le haut et si l'on respecte un espace entre la planchette couvre-cadres et les rayons de couvain, on peut atteindre une efficacité élevée avec le procédé par ultrasons, et ceci même dans le cas d'un dosage plus faible que celui appliqué dans le procédé avec le Varrox (1,5 à la place de 2 g d'acide oxalique).



**Illustration 6:** Grâce à une planchette couvre-cadre en plexiglas, la répartition de l'aérosol dans la ruche a pu être observée (essai de 2008).

## Perspective

En raison de sa forme et de sa construction, l'appareil testé en 2006 et en 2008 est peu maniable pour une utilisation sur le terrain. Dans le cas d'une éventuelle commercialisation, il faudrait envisager une nouvelle construction. De même, l'alimentation en énergie devrait être offerte en différentes versions : connexion au réseau, batterie de voiture ou batterie autonome (plus petite qu'une batterie de voiture). Le transducteur devrait être recouvert d'un isolant afin que l'acide ne les corrode pas.

Actuellement, il n'y pas d'appareil de ce type sur le marché qui puisse être recommandé aux apiculteurs. Un nouvel appareil a été mis au point au CRA avec un transducteur et un ventilateur plus puissants, mais il ne pourra être testé qu'au cours de l'automne et de l'hiver prochain.

La tolérance des abeilles aux traitements répétés n'a pas été testée. Cependant, étant donné que dans le traitement de contrôle avec le Varrox, on utilise aussi de l'acide oxalique dihydraté et que cela n'a pas eu d'effets négatifs sur le développement de la colonie, nous pouvons supposer que les abeilles toléreraient bien le traitement par ultrasons même dans le cas d'une application répétée au cours du même hiver. De même, la question des résidus éventuels dans les récoltes de miel le printemps suivant n'a pas encore été examinée. Toutefois, selon les expériences faites avec les autres procédés utilisant aussi de l'acide oxalique dihydraté à un dosage semblable, on sait que la teneur naturelle du miel en acide oxalique dihydraté n'en est pas sensiblement augmentée suite au traitement.

Un rapport complet (en Allemand) de ces essais se trouve dans notre page web ([www.apis.admin.ch](http://www.apis.admin.ch)) sous Maladies / Varroa / Acide oxalique :

«Etapes du développement d'une méthode ultrasonique de traitement anti-varroa à l'acide oxalique».

## Remerciements

Nous remercions sincèrement Hanspeter Egger, Alfred Feuz et Felix Lehmann pour la réalisation des essais dans leur rucher. Un remerciement tout particulier va aussi à Manuel Roth de Mainhausen (D) pour l'important financement du développement de l'appareil et sans l'engagement duquel ces essais n'auraient tout simplement pas été possibles.

## Bibliographie

Berger, M. [Oxalsäure-Verneblung mit meinem «apiSTAR».] Schweizerische Bienen-Zeitung 126.7 (2003): 16-17.

Charrière, J.-D. et al. «Bienenverträglichkeit von Varroabehandlungen im Winter». Schweizerische Bienen-Zeitung 127.4 (2004): 19-23.

Imdorf, A., et al. «Alternative strategy in central Europe for the control of Varroa destructor in honey bee colonies.» Apicta 38 (2003): 258-78.