



SOCIÉTÉ D'APICULTURE DE SION ET ENVIRONS

Rencontre mensuelle Mercredi 27 avril 2022

Varroa destructor: biologie et lutte, le point de vue de la
recherche

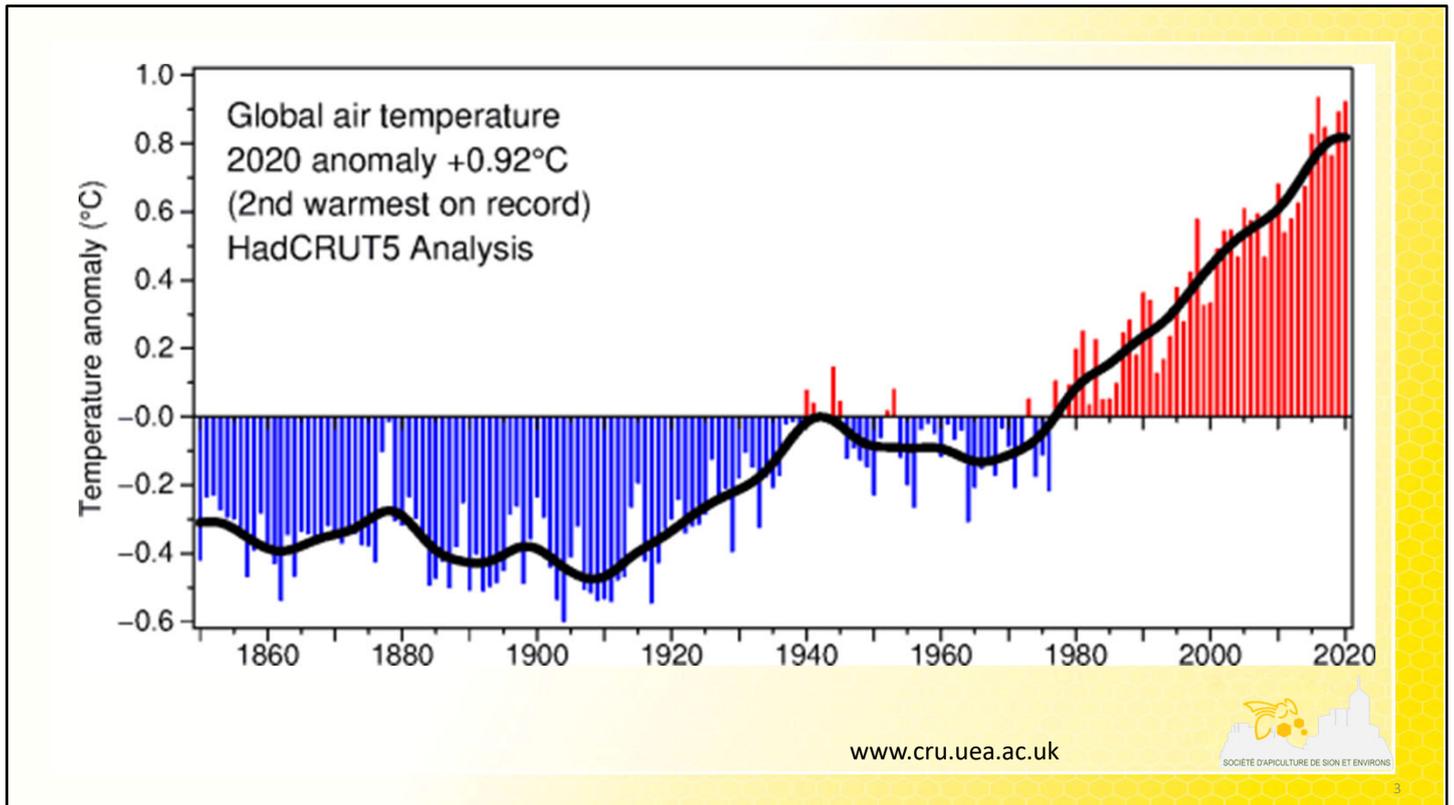
Elia Gabrieli



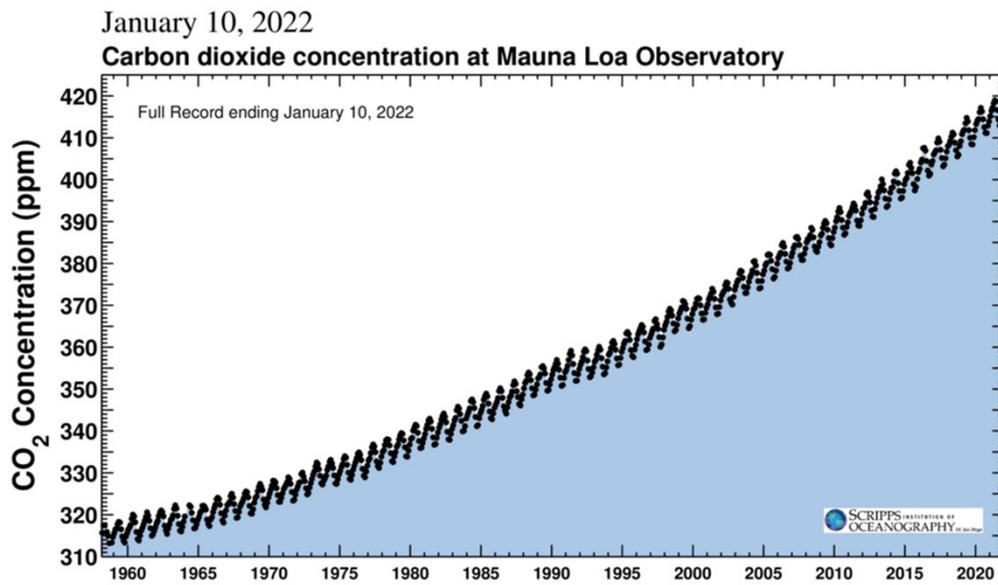
- Changement climatique
- Biologie de *Varroa destructor*
- Stratégie de lutte



On va parler de varroa, mais tout d'abord il faut dire deux mots sur le contexte climatique actuel. Je vais donc présenter deux-trois diapos sur les changements climatiques
Ensuite on passera en revue la biologie du varroa de façon très détaillée
Enfin j'approcherai les stratégies de lutte et je vous montrerai les résultats de plusieurs études qui ont été menées partout en Europe
Je tiens à préciser que le contenu de cet exposé est le résumé d'études scientifiques que je vais vous présente telles quelles, donc rien n'a été modifié ou ajouté par mes soins.
Vous avez les sources sur chaque diapositive



Les changements climatiques se résument à ce graphique. En effet depuis 40 ans la terre a commencé à se réchauffer et aujourd'hui on se retrouve dans une planète qui est beaucoup plus chaude qu'elle ne devrait. Chaque année on a un record de température et on a actuellement des anomalies thermiques de +1°C. Ce problème est dû aux rayons du soleil qui une fois reflétés par la terre sont à nouveau reflétés par les gaz à effet de serre. Le plus connu de ces gaz est l'anhydride carbonique.

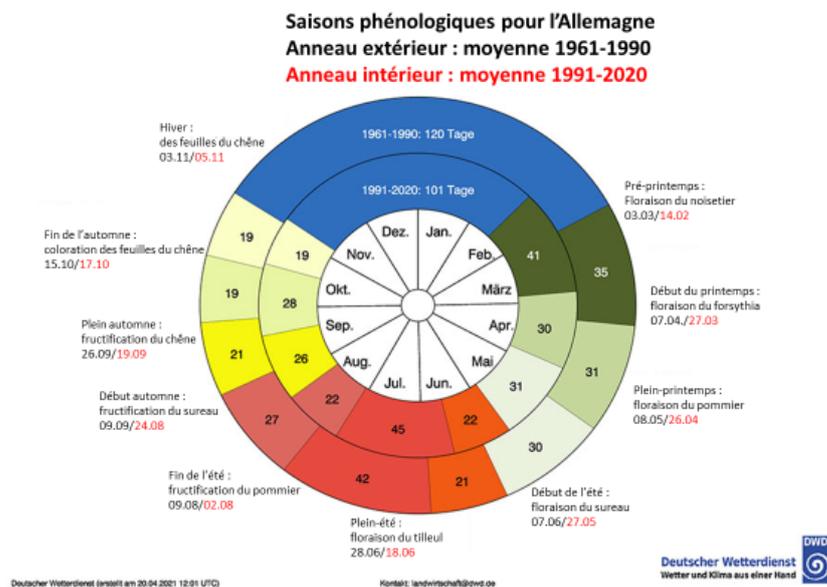


www.co2.earth



On voit que le co2 continu d'augmenter et en 70 ans on a augmenté d'1/3 sa quantité et la tendance n'a pas l'air de vouloir diminuer.
C'est évident qu'il faut revoir les techniques à le court terme.
Un impact qu'on peut déjà observer est la période de floraison...

Traduit par Claude Pfefferlé

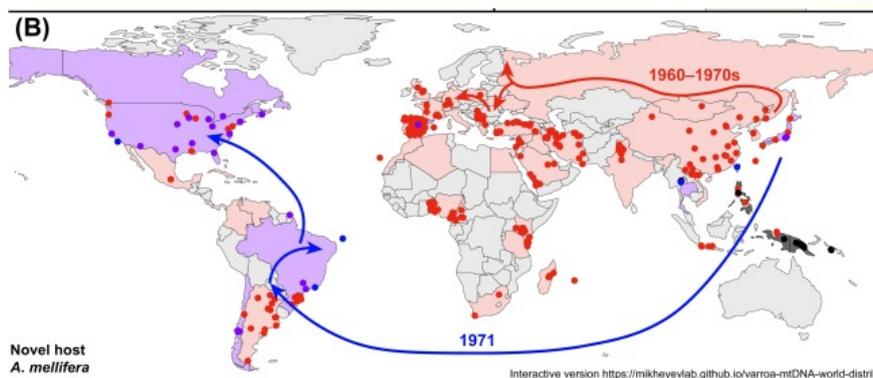


Le cercle intérieur représente la période 1961-2020

Le cercle extérieur représente la période antérieure 1961-1990

L'hiver commence plus ou moins au même moment, ce qui change c'est la durée de l'hiver qui est plus courte maintenant. Les plantes d'intérêt apicole commencent donc à fleurir plus tôt (noisetier), période où les abeilles n'arrivent pas à en profiter. Le saule etc.. Les floraisons tardives au contraire arrivent à être plus ou moins en ligne avec la période plus ancienne

Tout ça a un impact important sur l'apiculture et c'est évident que la technique va devoir s'adapter



1984 EN SUISSE



A. Cerana

- Transmet très peu de virus
- Se reproduit exclusivement dans les cellules de mâle

A. Mellifera

- Transmet plusieurs virus
- Se reproduit dans les cellules de mâle (87%) et dans les cellules d'ouvrière (81%)

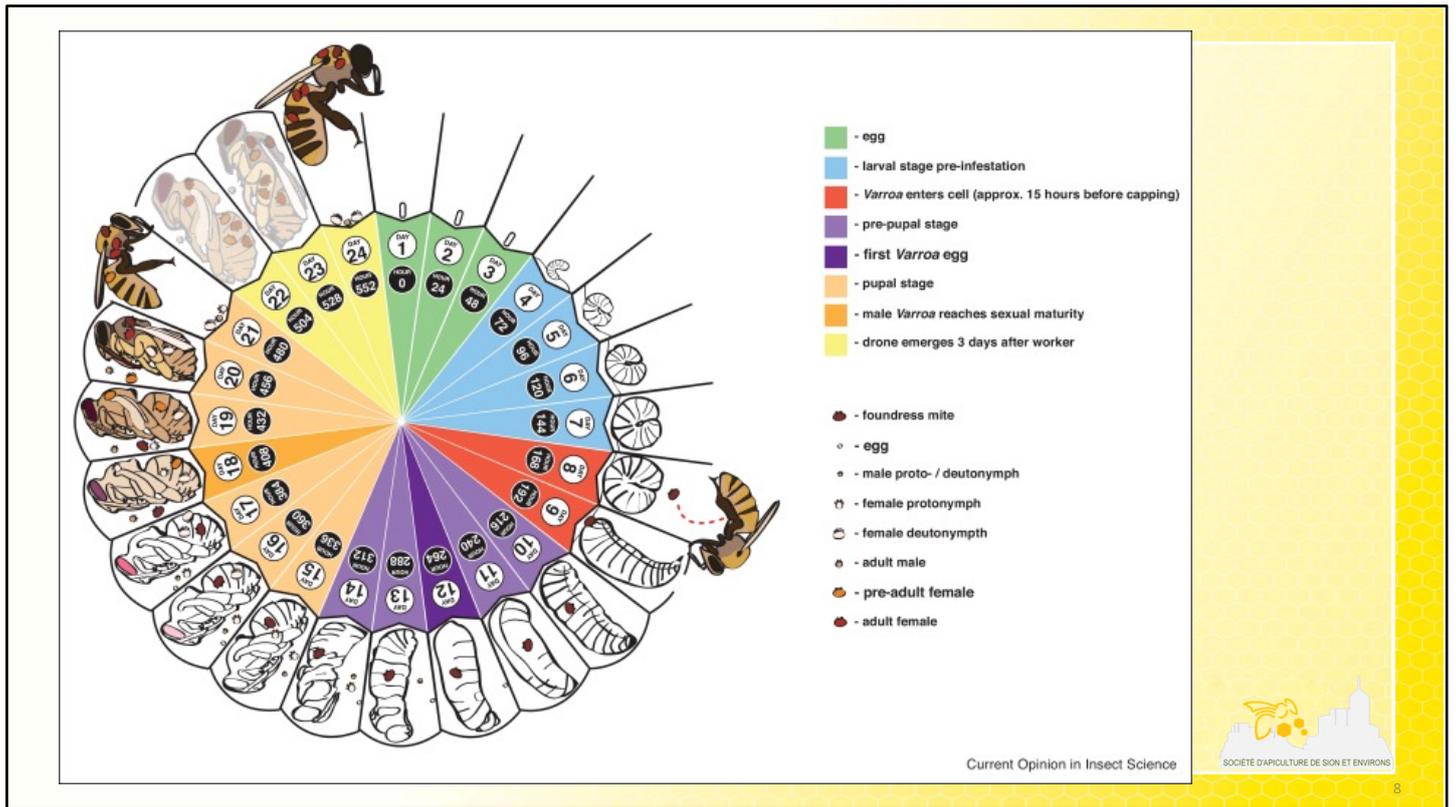


J'ai fait une courte introduction sur les changements climatiques, parce ce que, comme vous l'avez compris, il vont avoir un impact sur le plan de lutte contre varroa. Mais comme pour tout bon stratège, il faut étudier son ennemi dans le détail avant de l'attaquer.

ATTITUDE	BENEFICE
Imiter le profil chimique (odeur) des abeilles	Passer incognito dans la ruche
Distinguer les larves des adultes	Réguler son activité de reproduction
Distinguer nourrices et butineuses	Se concentrer dans le couvain, éviter dispersion à l'extérieur
Reconnaitre alvéoles déjà infestés	Optimisation de la reproduction
Reconnais les alvéoles de mâle	Meilleure fécondité

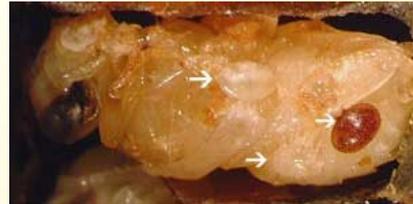
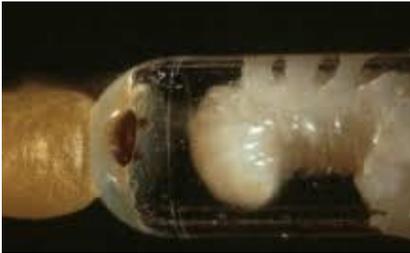
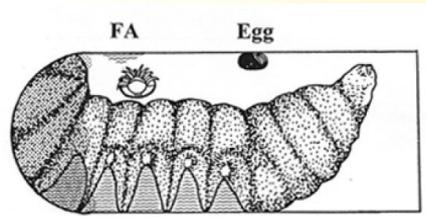


Le Varroa, qui vit dans l'obscurité de la cellule, est dépourvu d'organe de vision; il a donc développé des stratégies d'adaptation assez pointues.
 Les abeilles n'attaquent pas les varroas car ils ont le même odeur par une adaptation mimétique étonnante.

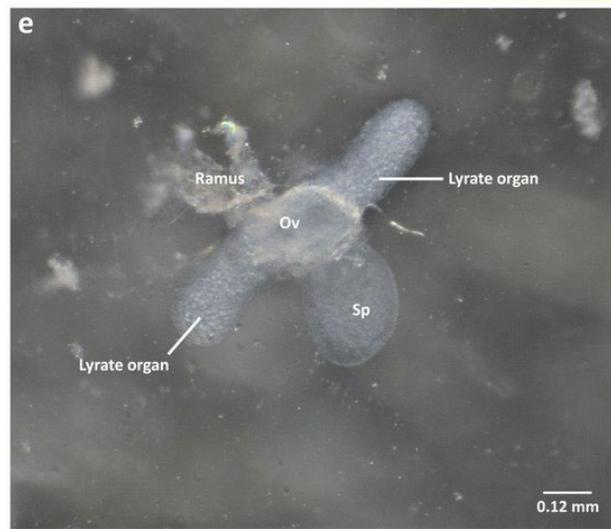


Si la larve est proche de l'operculation et que la nourrice a sur elle varroa, celle-ci se met au dessus de la larve et 60h après l'operculation elle pond son premier œuf. Ce premier œuf est un mâle; chaque 30h, un autre œuf femelle est pondu. De ces œufs éclosent des formes juvéniles et qui mettent environ 5-6 j pour devenir adultes et sexuellement mûrs. A un moment on va avoir la mère, la fille adulte et le fils mâle. Là il y aura l'accouplement entre frère et sœur et peut être un autre accouplement s'il s'agit d'une cellule de faux-bourdon. Le faux-bourdon donne la possibilité de donner une fille en plus fécondée. Les statistique disent qu'1.2 varroa fécondé qui sort de l'alvéole d'une ouvrière. Une fois l'imago émergé de l'alvéole, la famille de varroas sort; les seuls individus qui survient sont les femelles adultes et fécondées; les formes juvéniles vont mourir rapidement comme le mâle. Les varroas qu'on observe dans la colonie sont alors des femelle adultes fécondées. A ce moment la commence la phase phorétique, phase de transport et d'alimentation aussi.

Fig. 5b Lateral view of a worker prepupa and representation of the preferred sites for building the faecal accumulation (FA) and for laying the first egg.

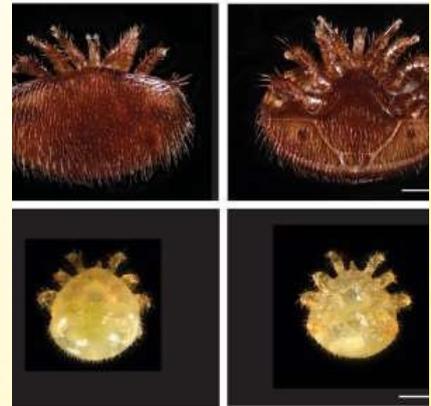


Certains détails de la vie du varroa. On voit bien la position immergée du varroa mère, avec la partie dorsale dans la gelée royale. Elle va déplier ses « pétritrènes », petits tuyaux destinés à la respiration. En haut la position de déposition des œufs; un peu plus bas, on aperçoit la zone d'accumulation des défécations. Toute la famille se rencontre là. L'observation est aisée sous forme de taches blanches.



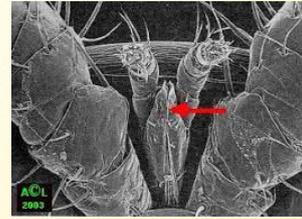
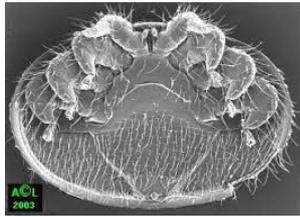
Appareil reproducteur du varroa pendant la phase phorétique.
Dès que le varroa (fondatrice) entre dans l'alvéole, les phéromones de la larve stimulent la maturation des ovocytes qui se transforment en œuf. L'organe de Lyrate sert réservoir d'ovocytes.

Days post capping	Brood stage		Eldest offspring in normally reproducing mites	
3		prepupa		Varroa egg
4		pupa, white eyes		first protonymph (male)
5-6		pupa, pink eyes		second protonymph (female)
7-9		pupa, purple eyes		first female deutonymph
10-11		pupa, brown head, black eyes		first adult daughter



Le mâle est plus petit que la femelle et a une sclérification moins prononcée. Sa couleur plus claire que celle de ses sœurs.

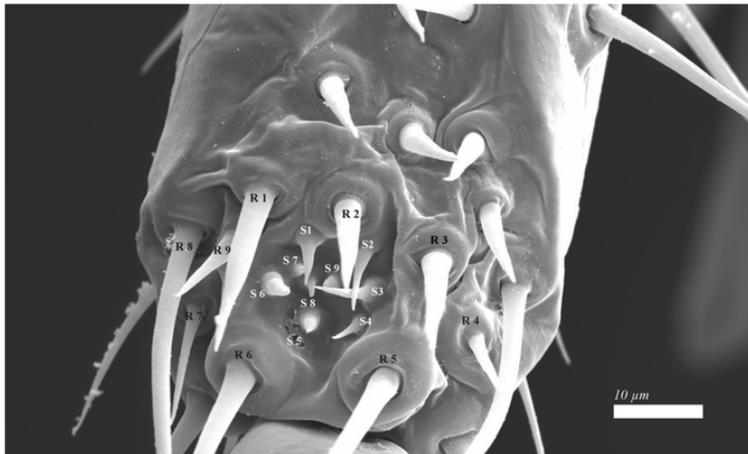
FEMELLE



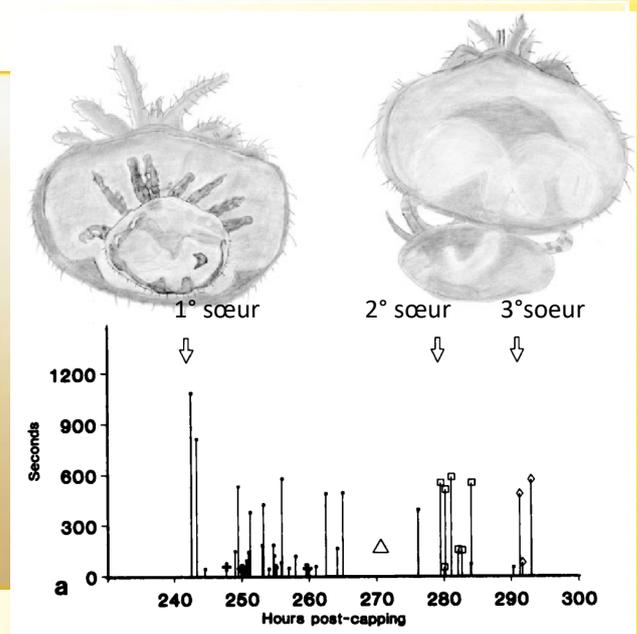
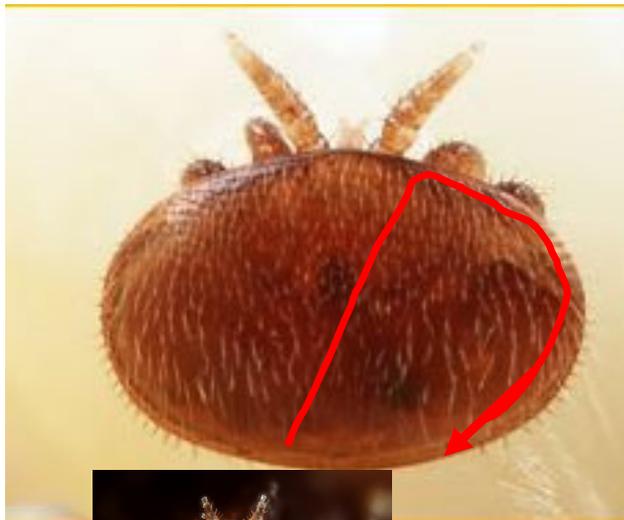
MÂLE



L'appareil buccal du varroa femelle est clairement pointu et bien adapté à la perforation de la cuticule de la larve pour se nourrir. L'appareil buccal du mâle est au contraire arrondi, formant un petit tube. Le mâle prélève son propre sperme avec ce tube puis il va le transférer dans l'orifice reproducteur de la femelle (sa sœur), une fois qu'elle est sexuellement mature.



Le mâle reconnaît la femelle grâce au fameux à l'organe de Pit, composé de capteurs de substances volatiles. Expérimentalement, des chercheurs ont déposé une couche de peinture sur ces capteurs entraînant pour le mâle une incapacité à détecter une femelle et donc une incapacité à féconder ses sœurs.



Le mâle monte sur la partie dorsale de la femelle par l'arrière, puis il se dirige vers les pattes; ensuite il parcourt la périphérie de la femelle en suivant l'orientation de ses poils. Arrivé à la limite de ces poils, le mâle se dirige vers la zone ventrale de la femelle. Le mâle possède une trentaine de spermatozoïdes qu'il répartit entre les différentes femelles. Ce procédé est suffisant car la fondatrice ne pond que quelques oeufs. Le mâle s'accouple surtout avec la première de ses sœurs, plusieurs fois pendant une durée de 10-15 minutes. La 2 sœur reçoit moins d'attention et la 3e encore moins. Il essaie aussi de s'accoupler avec la mère, sa mère, mais sans succès.

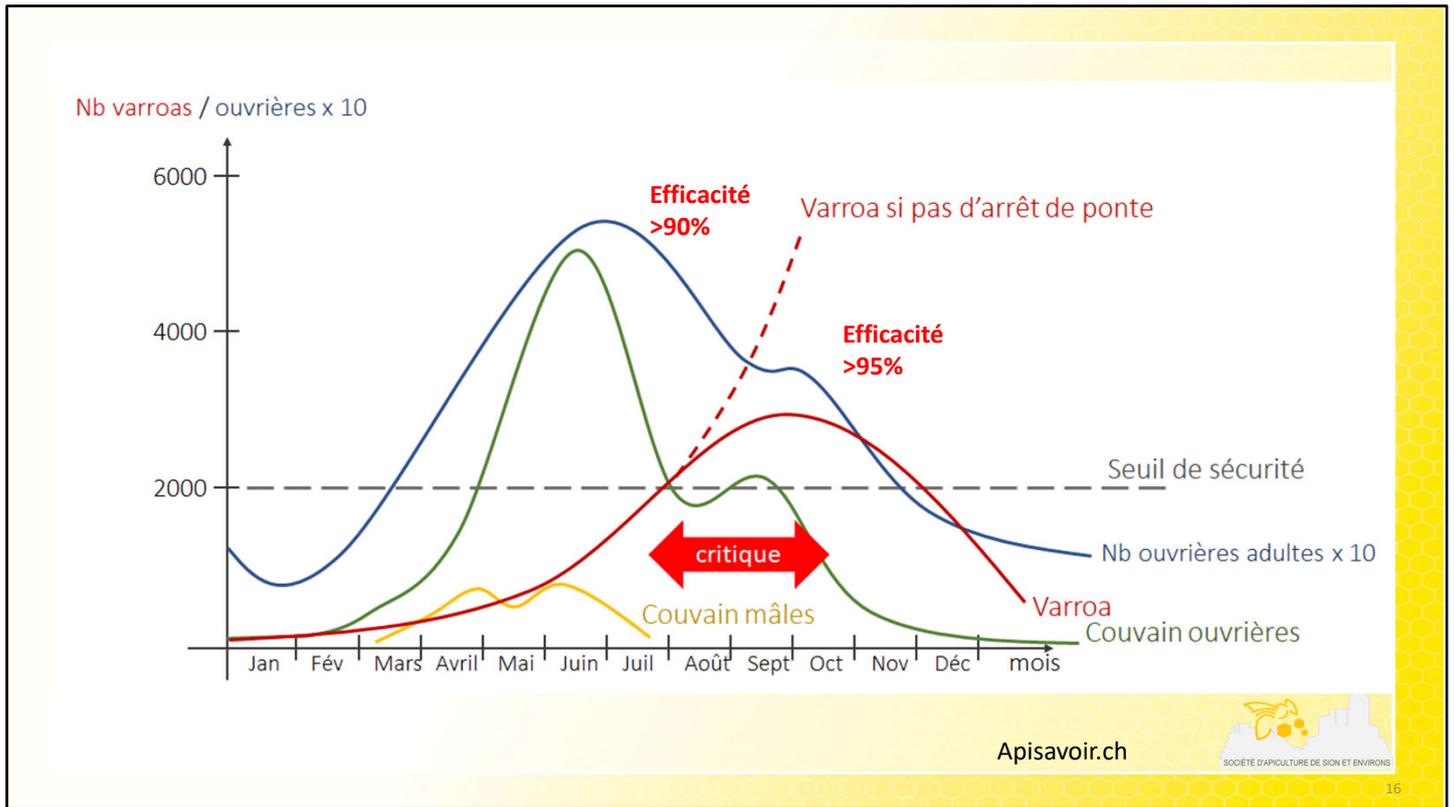
Varroa a donc une stratégie d'accouplement qui aboutit à une consanguinité stricte, strictement opposé au processus de la fécondation des reines. La raison est que l'abeille doit s'adapter à un environnement qui change continuellement et doit garder une parfaite stabilité de l'équilibre à l'intérieur de la ruche. Le varroa, au contraire, vit dans des conditions très stables. La consanguinité ne pose donc pas de problème pour lui.

Mois	Nombre varroa		
Février	10	50	100
Mars	20	100	200
Avril	40	200	400
Mai	80	400	800
Juin	160	800	1600
Juillet	320	1600	3200
Août	640	3200	6400
Septembre	1280	6400	12800



Maintenant qu'on sait comme il se reproduit, on va voir l'impact qu'il peut avoir sur la colonie. En effet le nombre de varroas double chaque mois lorsque du couvain d'abeille est présent. Donc le nombre avec lequel on démarre la saison est très important. Ce tableau donne des valeurs indicatives et ne tient pas compte des ré-infestations et des techniques de lutte mécanique (cadre à mâle, nuclei, etc.).

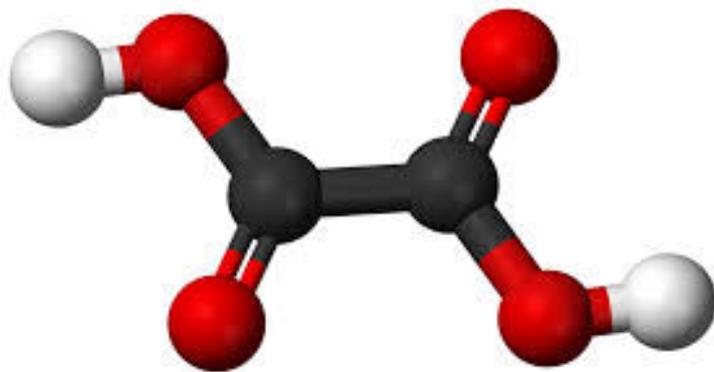
Dans tout les cas il faut sortir de l'hiver avec le nombre plus bas possible de varroas. Les traitements d'hivers doivent être efficaces



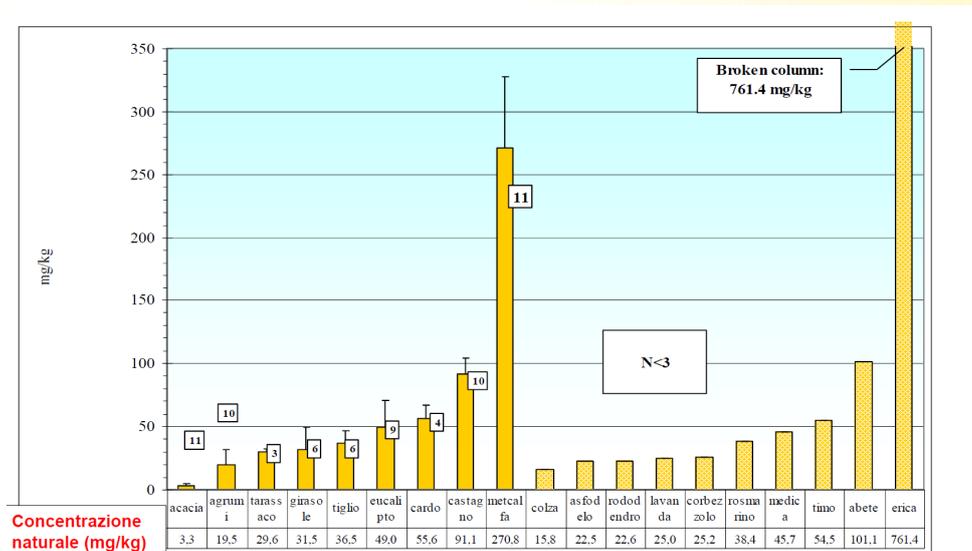
Vous reconnaissez tous ce graphique qui est présenté régulièrement à chacune de nos rencontres mensuelles. Il faut choisir le bon moment pour le traitement d'été, sans trop tarder. Ce traitement doit avoir une efficacité d'au moins 90% et le traitement d'hiver doit avoir une efficacité d'au moins 95%

Il faut garder en mémoire que la colonie se développe rapidement au printemps pour diminuer de volume dès la fin juin.

L'apiculteur doit suivre cette cinétique de la population en offrant à sa colonie le volume dont elle a besoin : ni trop ni trop peu, ni trop tôt ni trop tard !



L'acide oxalique est la molécule la plus efficace pour le traitement contre le varroa. On va donc se concentrer sur cette molécule. L'acide oxalique est un acide organique composé par deux atome de carbone, 4 atomes d'oxygène et 2 d'hydrogène. Si on le partage en deux vous obtenez deux partie égales : deux carboxyles, substances présentes dans tous les acides organique et qui donnent qui donne l'acidité de tous les acides organiques. La particularité de AO est qu'il en a deux molécules carboxyle liées entre elles sans aucune autre molécule. C'est pour cette raison qu'il est l'acide le plus fort de tous les acides organiques.



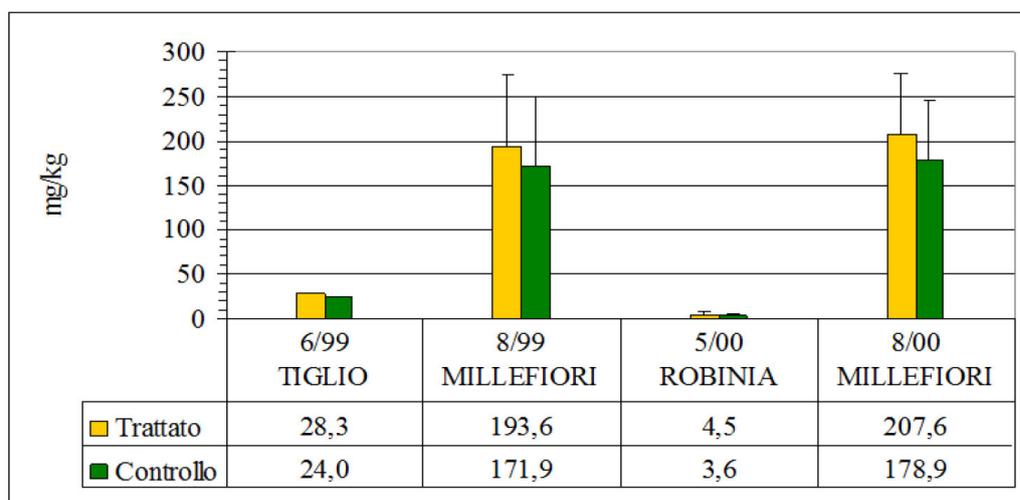
Concentrazione naturale (mg/kg)



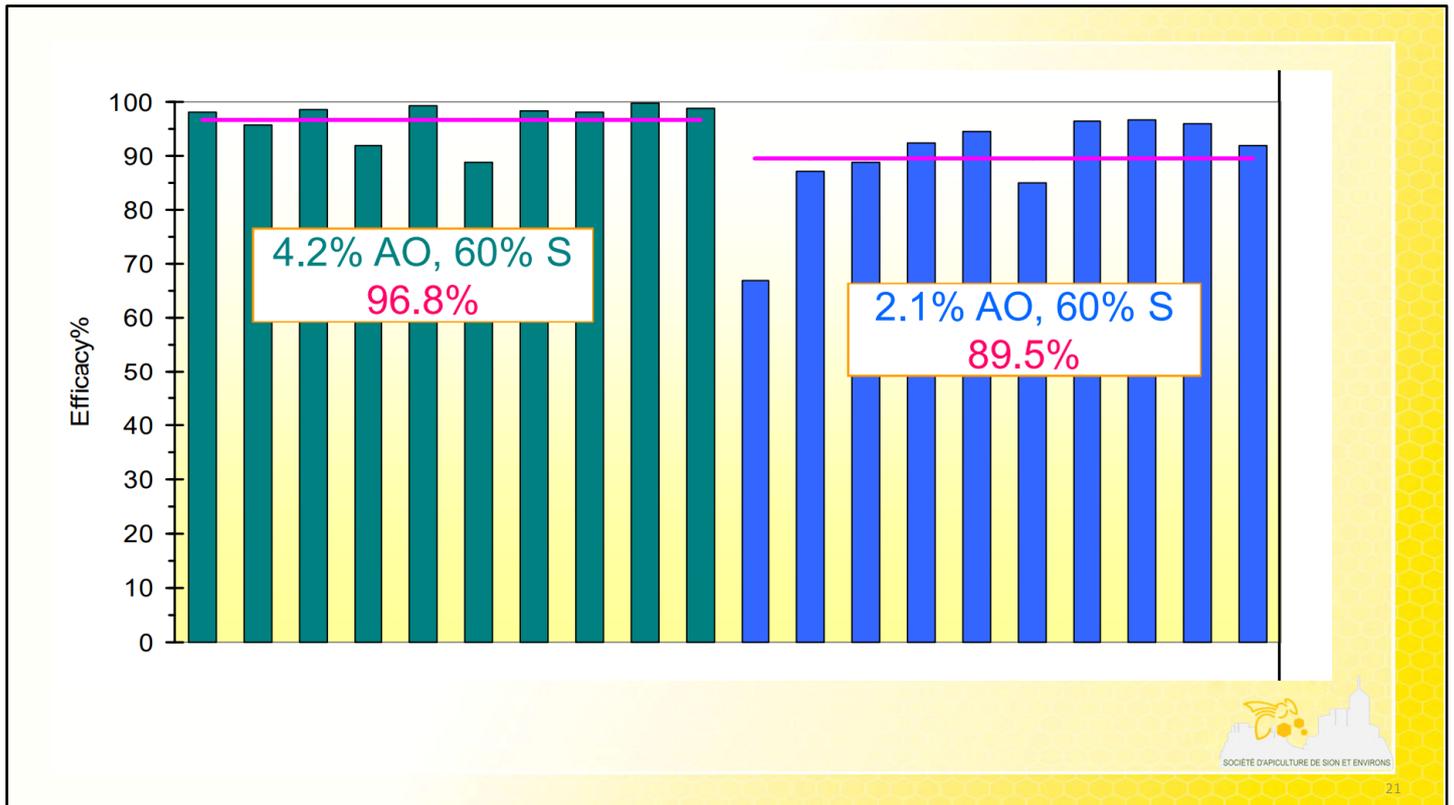
Il est présent naturellement dans le miel. Plus présent dans le miel foncé que dans les miel clairs. On en mange tout les jours ...



C'est une substance présente partout dans la nature, entre autres dans le miel (moins dans les miels clairs et plus présent dans les miels foncés). Il est présent dans notre corps car on en mange tous les jours. Elle est hydrophile, au contraire de toutes les autres molécules utilisées comme acaricides. En effet, se lie à l'eau et pas aux matières grasses comme la cire. Donc il n'y a pas de risque de résidu dans la cire. En effet suite à un essai de surdosage...



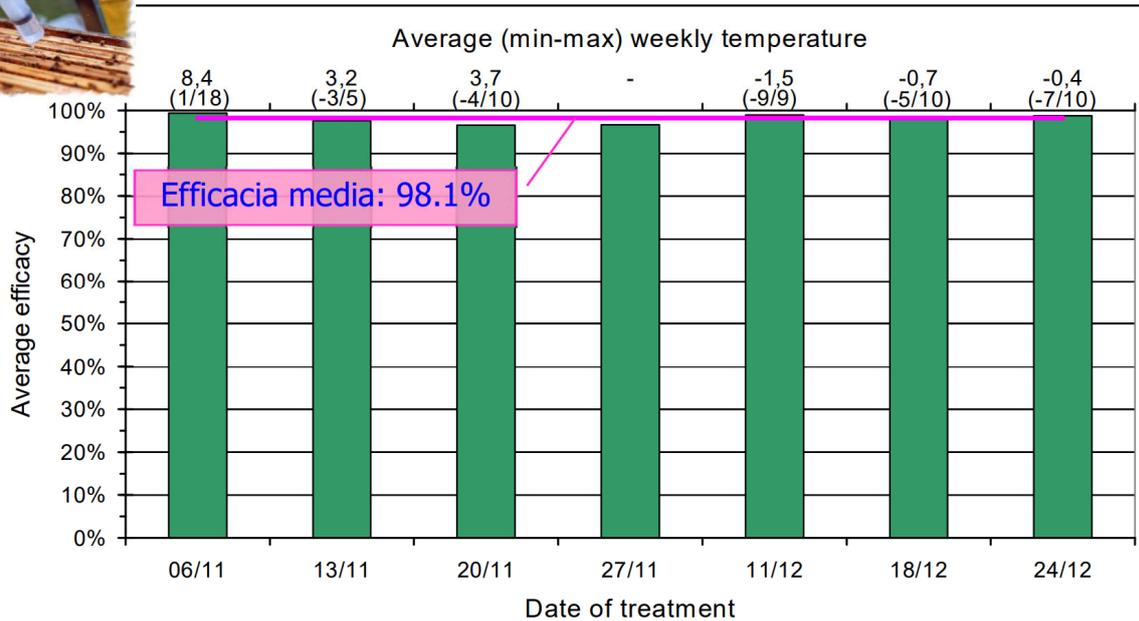
Les chercheurs italiens ont démontré que l'acide oxalique ne donne pas de résidu dans la cire. Après 11 traitements répétés à l'acide oxalique par dégouttement, le miel n'a jamais montré des résidus.



En novembre 1996, un groupe de chercheurs italiens essaient pour la première fois de traiter les colonies avec l'acide oxalique. Deux solutions une à 4.2% et 60% de sucre, l'autre à 2.1% à 60% (moitié d'oxalique). Les résultats furent extraordinaires, l'efficacité touchait le 97% d'efficacité moyenne. Le dosage à moitié a eu aussi une bonne efficacité, mais significativement inférieure, avec 89% d'efficacité moyenne, pas suffisante par rapport à ce qu'on a dit tout à l'heure. Donc les chercheurs ont tout de suite compris que la concentration de l'AO était fondamentale. C'était le début de l'expérimentation et fallait tester d'autres paramètres.



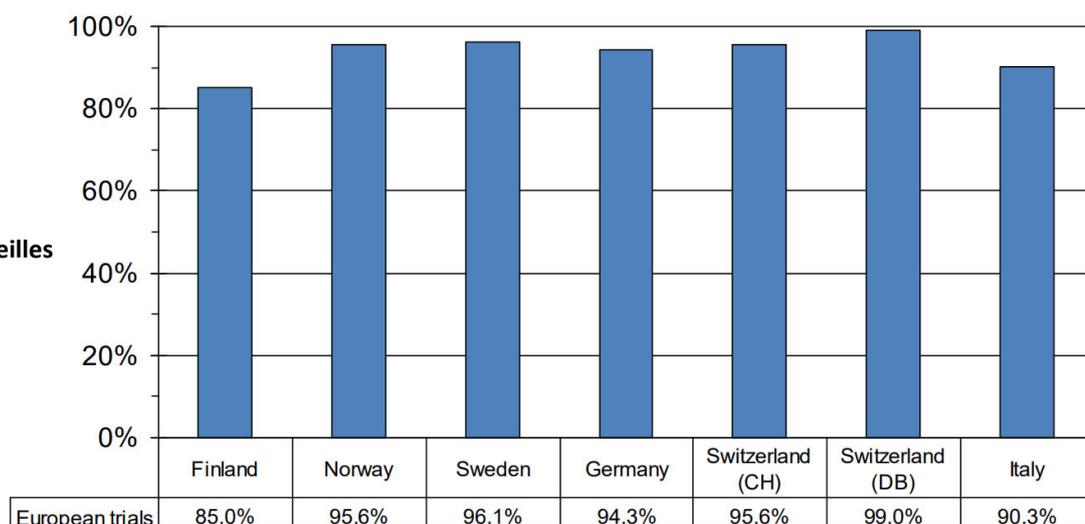
4,2% AO 60%S
5ml/cadres avec abeilles



Ils ont alors voulu tester le traitement dans des conditions climatiques différentes. Divisé par 7 groupes traités en différents moments de l'hiver. Les températures moyennes qui suivent le traitement et les extrêmes. On voit bien que l'efficacité n'a pas changé en fonction de la température. Donc le traitement avec AO sont assez résistant par rapport aux conditions de températures extérieures. Ils n'ont pas trouvé de température minimale mais conseillent de ne pas ouvrir les ruches avec -20 degrés...



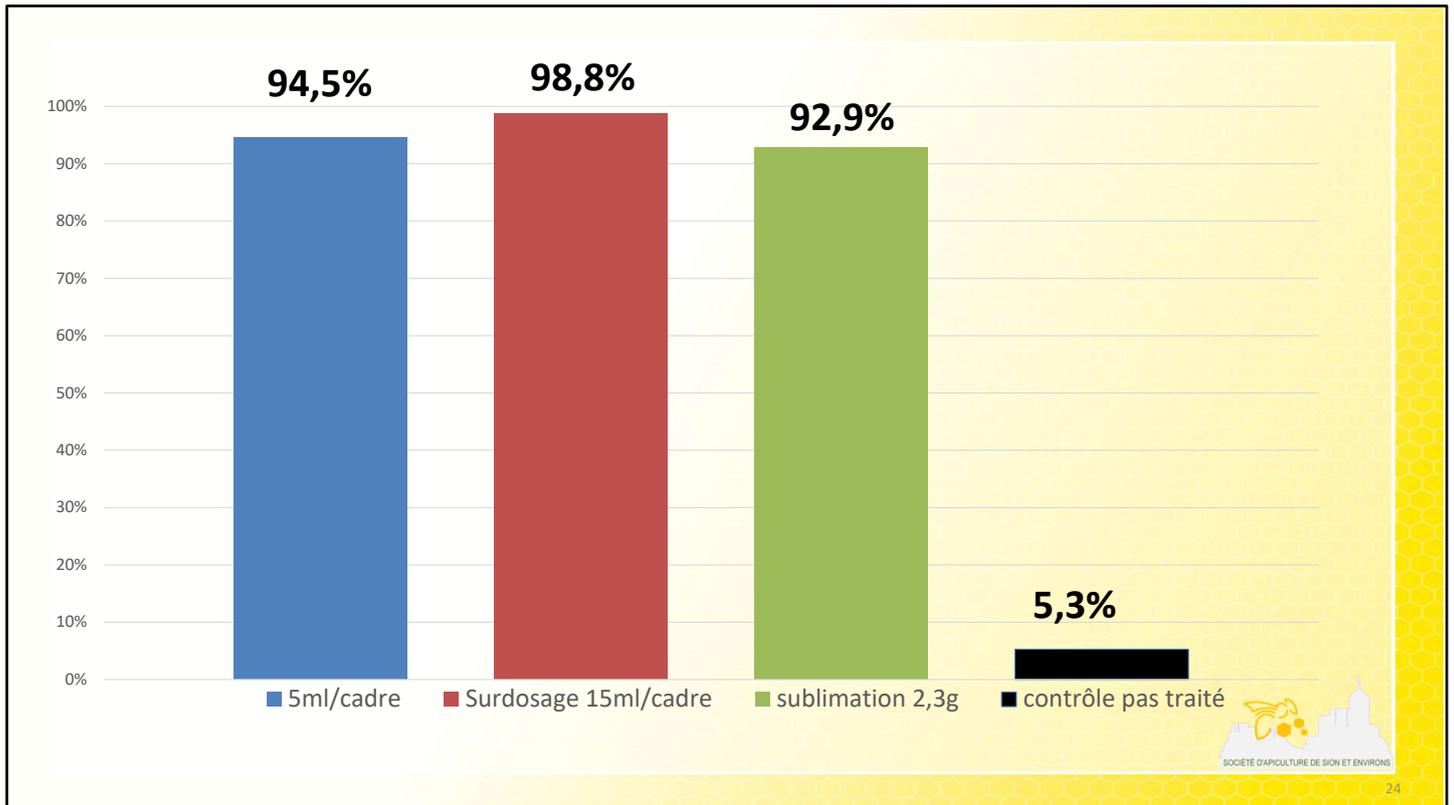
4,2% AO 60%S
5ml/cadres avec abeilles



Dati: Gruppo Europeo per il Controllo Integrato della Varroa

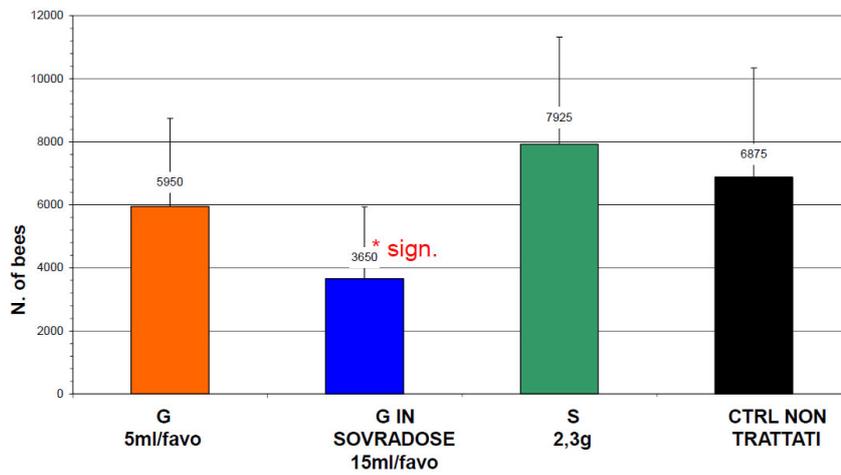


Les premiers résultats concernant l'AO furent donc publiés au niveau mondial et les chercheurs européens décidèrent de faire un essai avec cette molécule avec un protocole commun . Les résultats furent assez clairs.



Après plusieurs années, l'Italie décide d'homologuer un produit vétérinaire à base d'AO et demande aux chercheurs de faire des tests de surdosage. Malgré le dosage exagéré de 15/ml par cadre, les colonies ont passé l'hiver sans trop de problème. Par contre, les colonies étaient très affaiblies avec des populations nettement diminuées mais toujours vivantes.

Numero di api alla fine dell'inverno



Force à la reprise au printemps

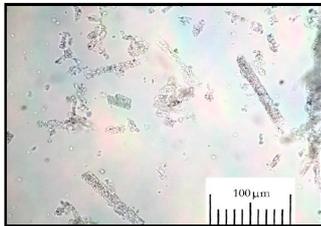
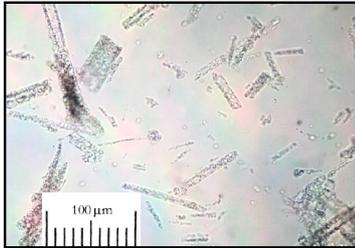
Sublimation: risque de contamination



26

Le chercheur en question (A. Nanetti) déconseille l'utilisation de sublimateur.
En premier lieu cette application a un risque élevé, presque inévitable, de contamination.
Il y a toujours la perte de vapeur d'acide oxalique.
Malgré la protection l'apiculteur est à contact avec des microcristaux. Soit directement, soit quand il se déshabille soit quand il contrôle le tiroir.

Inhalation des microcristaux



Penetrazione	Particelle (micrometri)
Naso	7,0 - 11,0
Faringe	4,7 - 7,0
Trachea e primi bronchi	3,3 - 4,7
Bronchi	2,1 - 3,3
Estremi bronchi	1,1 - 2,1
Alveoli primari	0,65 - 1,1
Alveoli secondari	0,43 - 0,65

G.C.Ceschel - "Impianti per l'industria farmaceutica". Esculapio (1982), Pag. 463.



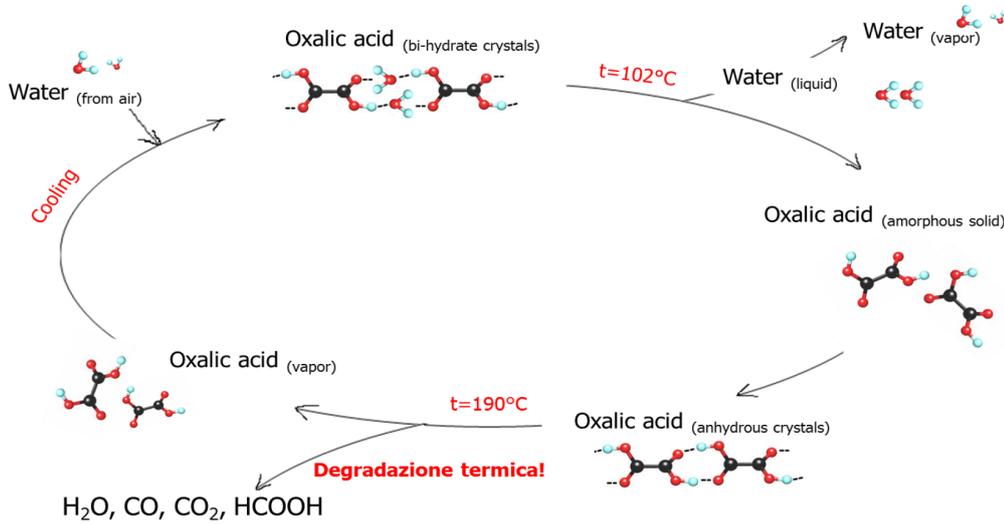
Ici on voit la pénétration des cristaux par rapport aux organes humains

- **Toxicité de l'acide oxalique.**
- L'AO utilisé en sublimation peut être absorbé accidentellement par les voies respiratoires et produire **des lésions des muqueuses des bronches** et bronchioles plus ou moins importantes selon la durée d'exposition et la concentration du produit. L'exposition occasionne une toux irritative et une dyspnée par perturbation des échanges gazeux entre l'air inspiré et les capillaires pulmonaires et une détresse respiratoire terminale. **Le contact avec les yeux peut produire une corrosion de la cornée dont la brûlure peut être irréversible et entraîner une cécité définitive.**
- L'AO solubilisé dans l'eau peut entraîner des **lésions cutanées par brûlure caustique**. Les lésions sont fonction de la durée d'exposition et de la concentration du produit. Des altérations des ongles (coloration noirâtre), des troubles de la circulation des mains, à évolution gangréneuse, sont décrits. **L'ingestion d'une solution d'AO** induit des troubles du métabolisme du calcium, une acidose métabolique et **entraîne des troubles de la sensibilité, des convulsions, des tremblements et des problèmes de l'activité cardiaque**. La précipitation du calcium dans les reins entraîne une insuffisance rénale. Après ingestion, l'AO est éliminé par les reins. L'ingestion d'une dose de 5 grammes peut être fatale pour un adulte de taille moyenne par perforation des parois de l'appareil digestif.
- Premiers secours
- **Inhalation**
- En cas d'inhalation, éloigner la personne de la source du produit et la placer dans un endroit aéré. Appeler le Tox Info Suisse (no 145) ou un médecin en cas de malaise. En cas d'arrêt respiratoire pratiquer la respiration artificielle.
- **Contact avec les yeux**
- Rincer rapidement les yeux en utilisant une grande quantité d'eau pendant au moins 30 minutes car les lésions de brûlure peuvent perdurer à bas bruit plusieurs heures après la fin de l'exposition. Enlever les lentilles cornéennes s'il est possible de le faire facilement. Appeler immédiatement le Tox Info Suisse (no 145) ou un médecin.
- **Contact avec la peau**
- Retirer les vêtements contaminés qui peuvent emprisonner dans leurs fibres des microcristaux d'AO. Rincer la peau avec de l'eau. Si l'irritation persiste, consulter un médecin.
- **Ingestion**
- Rincer la bouche avec de l'eau. Appeler le Tox Info Suisse (no 145) ou un médecin en cas de malaise.
-





Ciclo termico dell'acido ossalico



^3



30

Si l'AO est chimiquement très stable, il est thermiquement instable. Suite au réchauffement, la molécule se dégrade et se transforme. Ici on a le cycle de dégradation de l'AO dihydrate. Deux molécule d'eau liées à une molécule d'AO. Au-delà de 100° l'H₂O s'évapore, et laisse l'AO amorphe (non cristallisé), ensuite il se recristallise mais sans eau, enfin après le 190° une partie se dégrade en molécules simples (sans effet acaricide) comme l'H₂O, CO₂, acide formique... Donc une partie est perdue, mais on sait pas combien on en perd. La dégradation thermique est plus forte si le réchauffement est rapide et direct.

Essai des sublimateurs

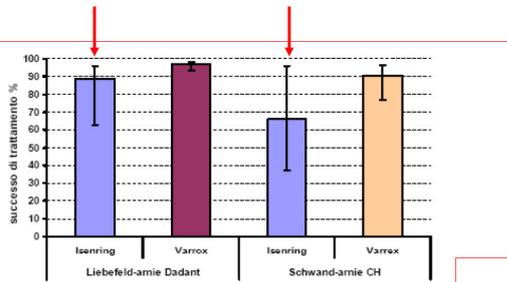


Grafico 1: Efficacia media (con valore min. e max.) dei vaporizzatori di acido ossalico Iserning e Varrox su arnie Dadant e svizzere - Test 2001

Agroscope Liebefeld-Posieux
Centri svizzeri di ricerca apicole (2004)

↓
Sublimatori a gas

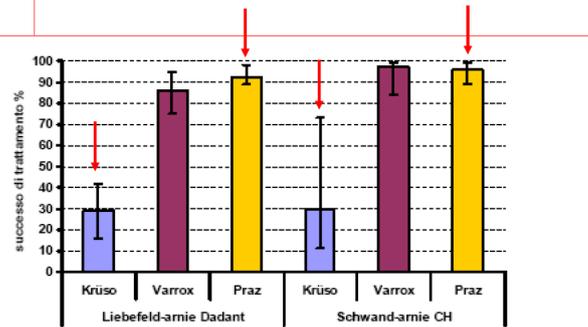
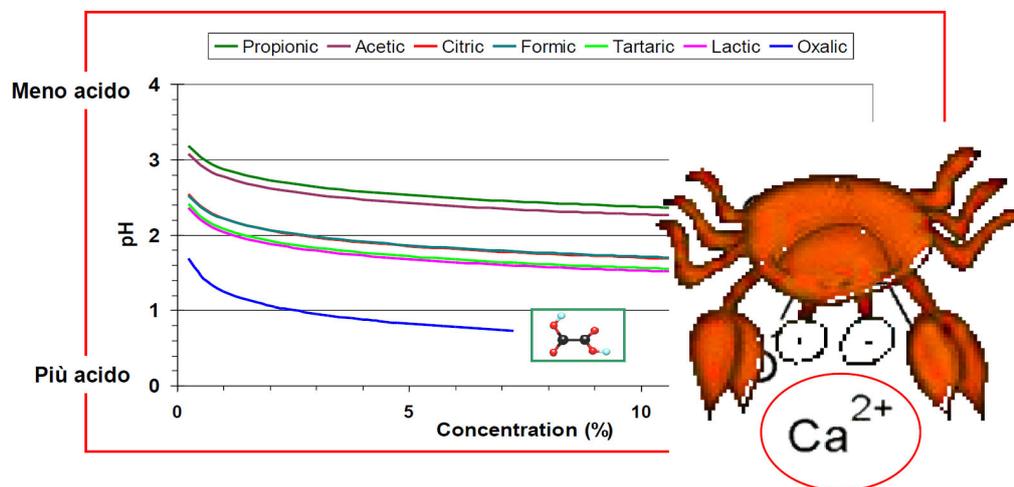


Grafico 3: Efficacia media (con valore min. e max.) dei vaporizzatori di acido ossalico Krüso, Varrox, e Varrogaz su arnie Dadant e svizzere - Test 2003

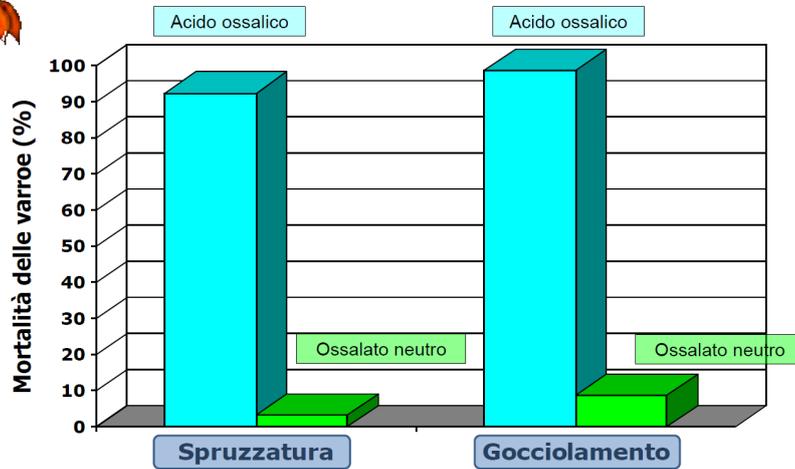
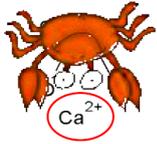
L'efficacité est donc liée à l'appareil. Le meilleur est le Varrox parce que il relâche la chaleur en manière lente. Le pire c'est le furet.
En effet les producteurs de ces appareils ne fournissent pas la quantité d'AO qui se dégrade. C'est comme si on se fiait à une seringue étalonnée à l'œil pour injecter un médicament (c'est de l'artisanat pour la médecine). Voilà on arrête la sur la sublimation

AO: un puissant chélateur de calcium

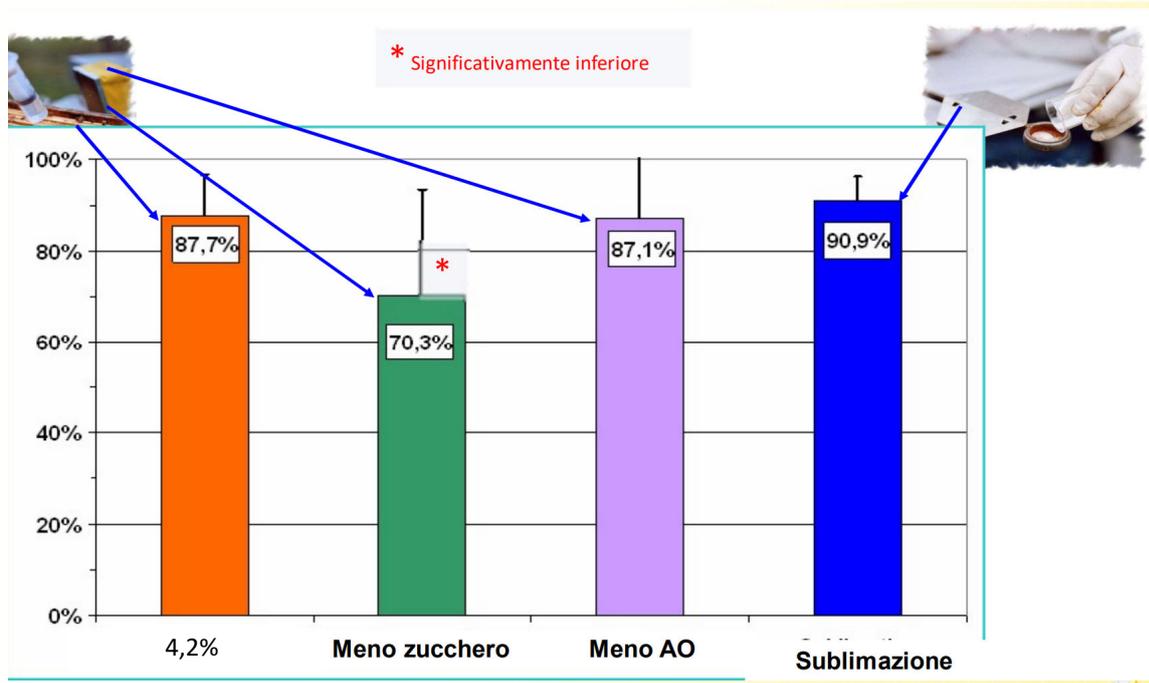


Les acides organiques sont très nombreux, mais le plus acide est l'AO (en solution). Donc il est vraiment très puissant grâce à ses deux groupes carboxyles. Les chercheurs se sont demandé si l'acidité extrême de l'AO est déterminante pour son efficacité ou pas? Ou bien la mortalité du varroa est due au pouvoir chélateur du calcium (liaison du Ca^{2+}) de l'AO ?

Efficacité de l'AO: acidité ou chélation?

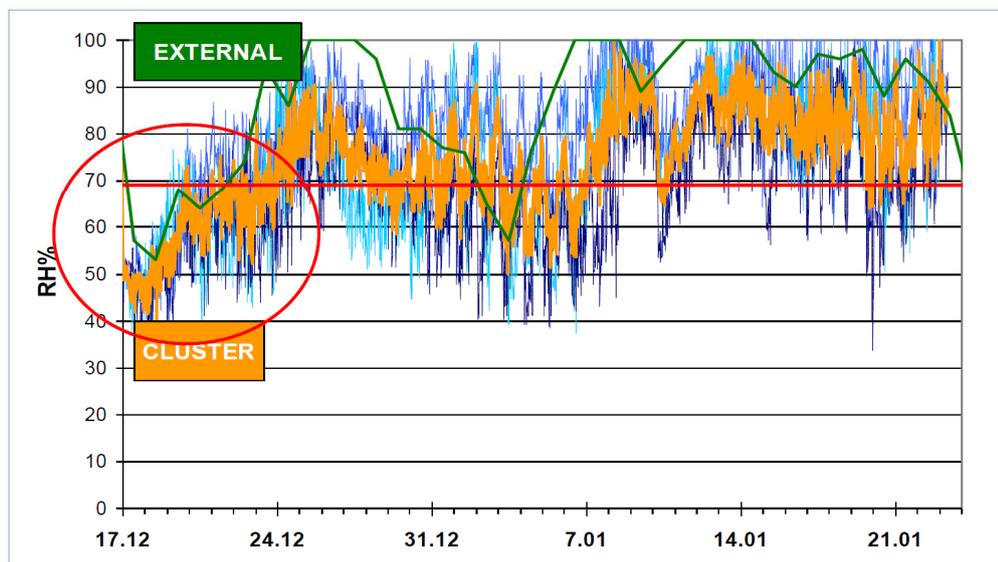


Un test avec l'AO acide en solution et un sel neutre de AO, confirme que l'AO agit grâce à son acidité. Et c'est très important car l'acidité est liée à deux facteurs: que la AO soit en solution et que l'efficacité est plus élevée plus la concentration est élevée



Ils ont donc continué à tester. Voici les résultats de plusieurs essais avec différentes méthodes d'application.
 La solution à 4,2 et la sublimation ont eu le même résultat. Avec moins de sucre l'efficacité est faible (très important!!) et avec moins de AO l'efficacité est presque la même (mais augmente la variabilité). Donc la diminution de la concentration de la matière active ne change pas l'efficacité. Comment expliquer la deuxième colonne??

Basse UR% pendant la 1ere semaine de traitement



Il faut aller chercher dans l'humidité relative à l'intérieur des ruches pendant la période de traitement. En effet on voit que l'humidité relative dans la première semaine du traitement est très faible. C'était donc une période sèche et la solution sans sucre s'est desséchée très rapidement et l'AO s'est recristallisé.

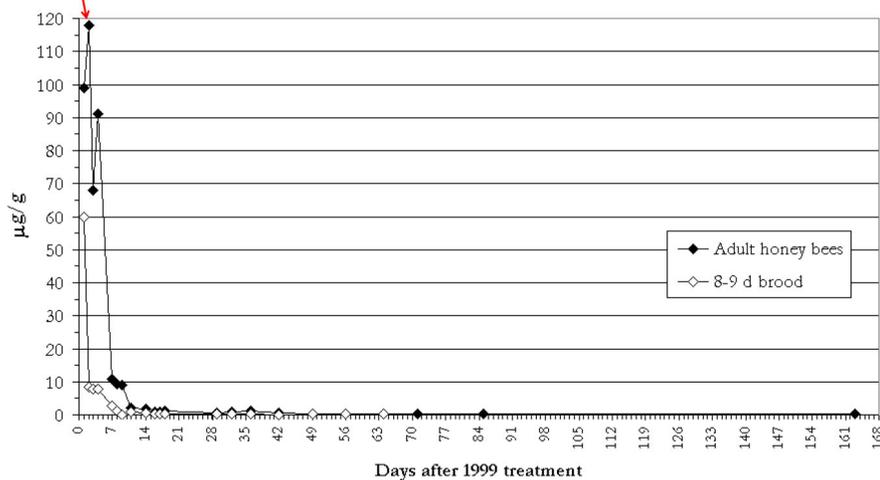
Même les autres applications on souffert de cette période sèche, l'efficacité est quand même plus basse.

Application estivale de l'AO



Max contaminazione: circa 12 µg/ape

Figure 1. Contaminating oxalic acid in adult honey bees and in 8-9 day old brood.

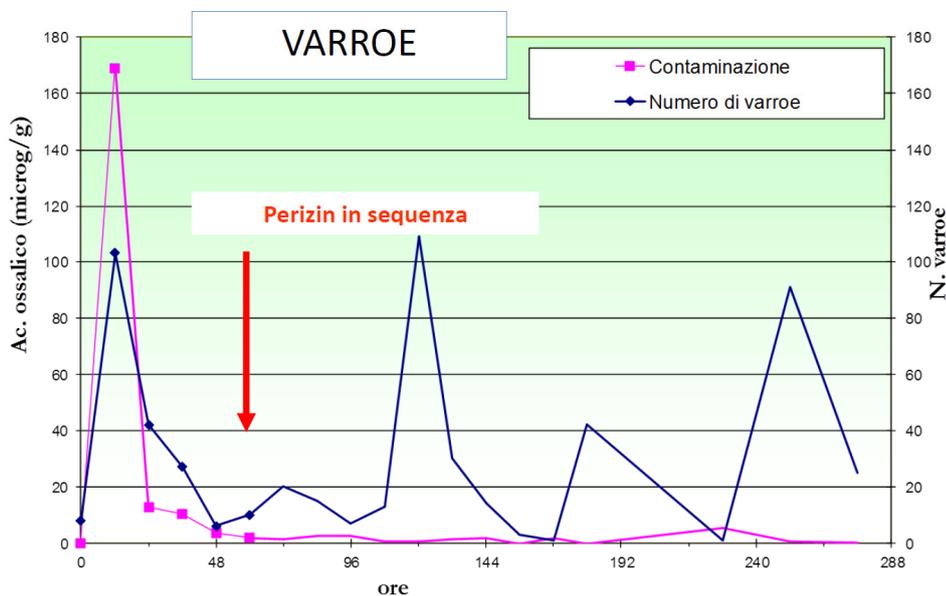


Nanetti A et al. 2003 - Pharmacodynamics of oxalic acid in the honey bee colony. 38th Int. Apimondia Congr., Lubiana (SLO), 24 – 29 agosto 2003: 400.



Les abeilles se libèrent rapidement de AO, après une semaine elles n'ont presque plus de AO sur elles, elles font tout le possible pour l'éliminer de la ruche et pour le varroa c'est la même chose.

Application estivale de l'AO



En effet après 48 il n'y a plus de varroa qui tombent. L'efficacité est concentrée dans les première 24-36h. Quand la ruche n'est plus contaminé par l'AO, les varroa ne meurent plus.

C'est un avantage (pas de résidus) mais aussi un désavantage car c'est un traitement ponctuel et qui ne touche que les varroa phorétiques. Ce n'est pas un traitement de long terme.

Application estivale de l'AO



Encagement pendant 25
jours



+

Dégouttement au moment
de la libération

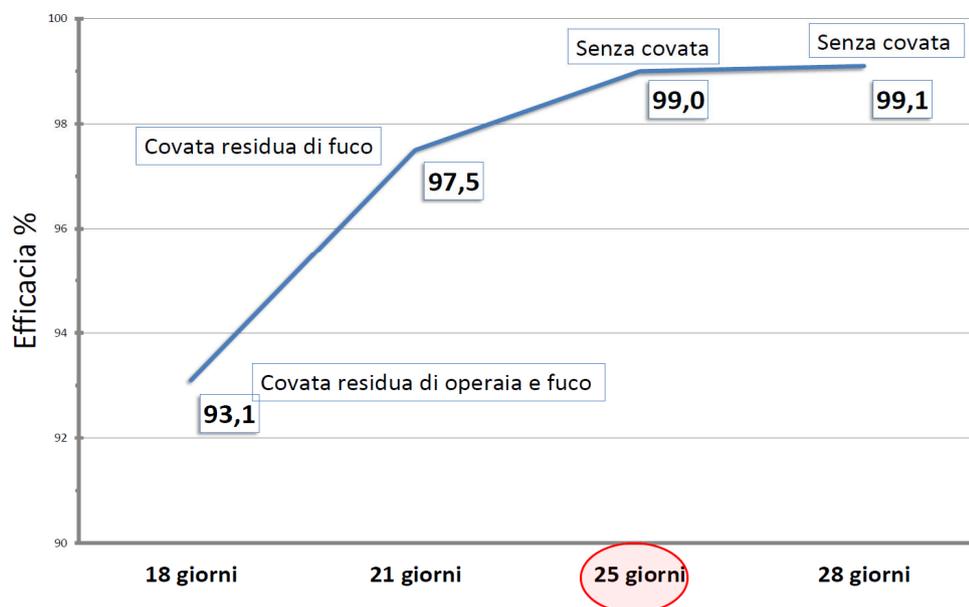


38

On est donc obligé de trouver une solution pour traiter hors couvain, et voilà qu'on arrive à l'encagement estival de la reine.

Je vais pas m'attarder sur l'encagement car c'est un autre thème, mais je vais vous présenter quelques résultats avant de conclure ma présentation.

Efficacité en relation avec la durée de l'encagement



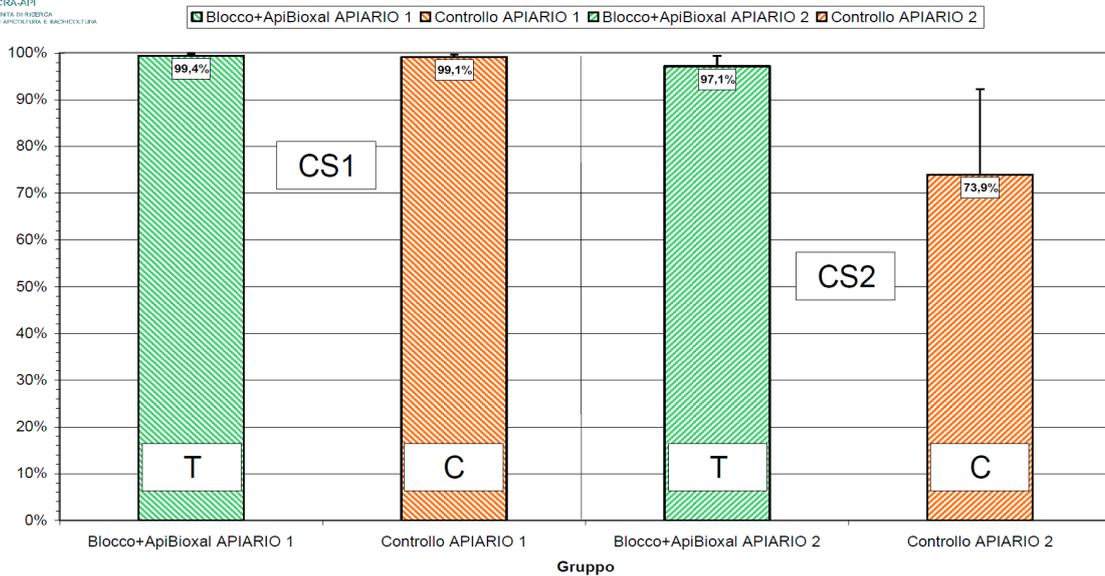
C'est très important de traiter au bon moment, pas trop vite. On voit ici l'efficacité à 18-21 et 25 jour.

Calabre, été 2011



CRA-API
UNITÀ DI RICERCA
IN APICOLTURA E SACHICOLTURA

2011 - Efficacia acaricida



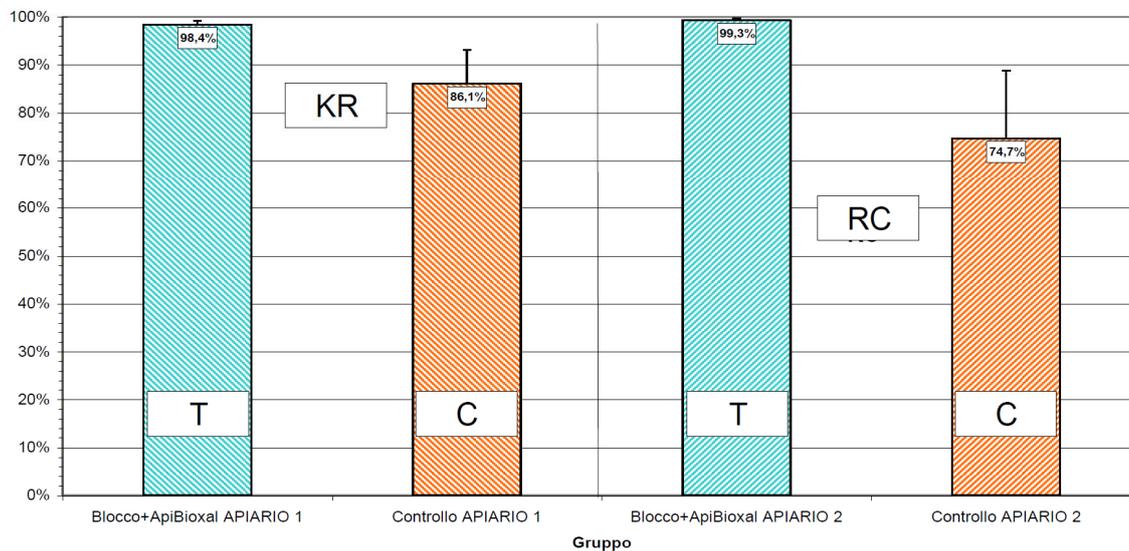
Un essai en Calabre démontre que le traitement AO n'est pas sensible à la température.
Le C est la méthode utilisée par l'apiculteur

Calabre, été 2012



2012 - Efficacia acaricida

■ Blocco+ApiBioxal APIARIO 1 ■ Controllo APIARIO 1 ■ Blocco+ApiBioxal APIARIO 2 ■ Controllo APIARIO 2



Effet sur le couvain, après encagement



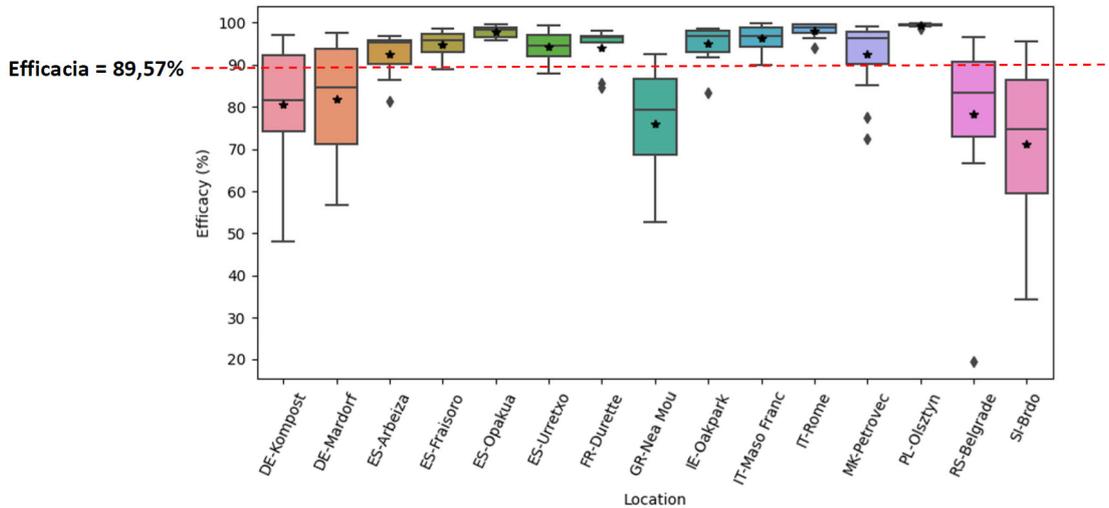
À la fin août:

- Couvain compact
- Abeilles jeunes
- Nouvelles bâtisses
- Colonies saines
- Concentration de vitellogénine dans le corps



Les avantages sur le bien-être de la colonies sont évidents...

Ingabbiamento estivo in Europa



R. Büchler *et al.* (2020): Summer brood interruption as integrated management strategy for effective Varroa control in Europe, Journal of Apicultural Research, DOI: 10.1080/00218839.2020.1793278



Un essai de 2020 démontre l'intérêt de cette technique en Europe et son efficacité. Je vais pas plus loin

Pour conclure

- Stratégie de reproduction adapté au cycle de vie de *A. mellifera*
- Changements climatiques favorables à son développement
- Pertes économiques énormes pour les apiculteurs
- Lutte indispensable
- Acide oxalique, molécule naturelle, pas de résidus, efficacité élevée
- Encagement de la reine, stratégie gagnante



Pour conclure

Merci pour votre attention

