Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Insecticides, insectifuges

Enjeux du XXIe siècle

André Fougeroux

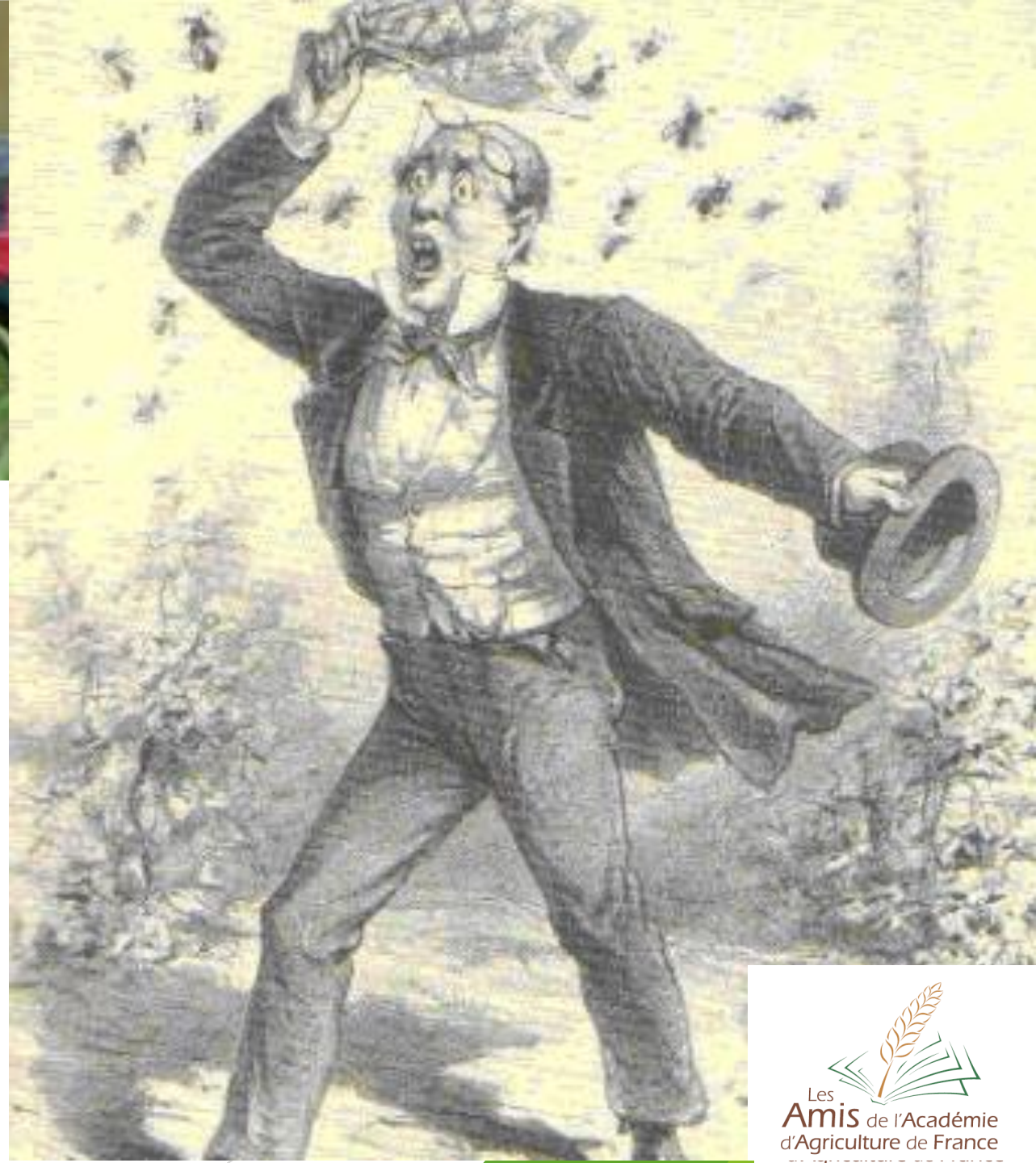
Membre de l'Académie d'agriculture de France

Section IX agrofournitures

Petit déjeuner de la 4AF 20_01_2022

Insecticides, insectifuges :
Enjeux du XXIe siècle

Pourquoi cet ouvrage, ce petit déjeuner ?



Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Dégâts d'insectes

- Maladies humaines et animales
  - Santé humaine: Malaria, maladie de Chagas, fièvre jaune, peste, maladie de Lyme, Chikungunya, Typhus européen, fièvre du Nil…
  - Santé animale: Fièvre Catarrhale Ovine, Tularémie, Encéphalomyélites équines
- Matériaux
  - Bois, tissus…

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Dégâts d'insectes

- Production agricoles
  - Quantité
  - Qualité
    - Développement de maladies secondaires
    - Transmission de virus, bactéries, phytoplasmes

(©CGB)

Les dégâts économiques dus aux ravageurs

E.-C. OERKE 2006

Au global 18% de la production

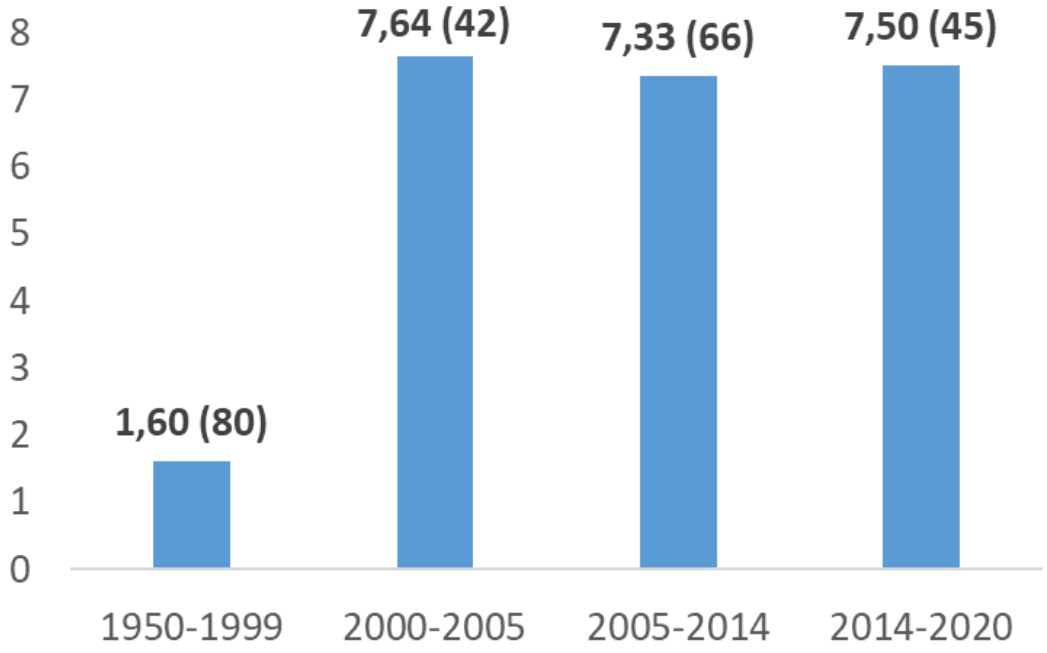
	Perte
Blé	9%
Riz	25%
Mais	16%
Pomme de terre	11%
soja	11%
Coton	37%

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Intensification des échanges

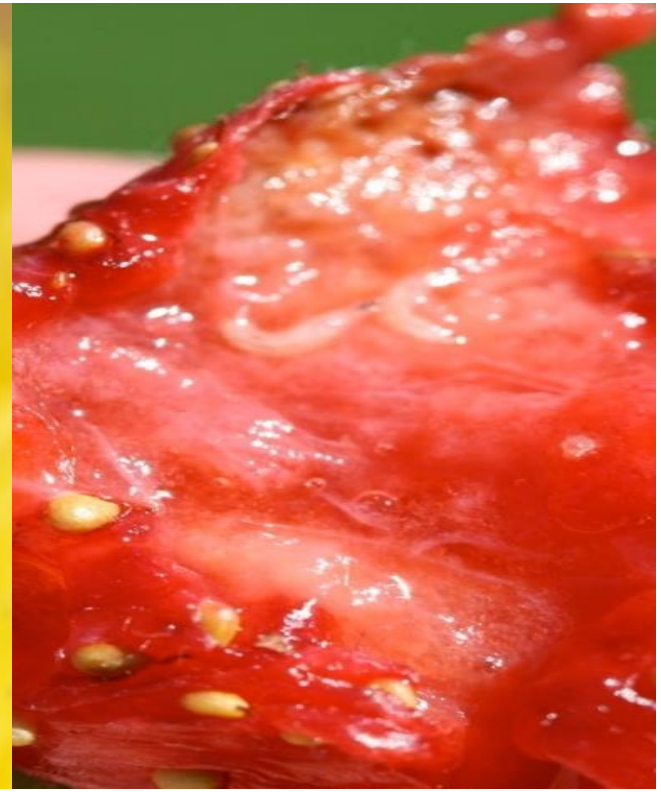
Introduction d'espèces exotiques envahissantes

IPBES:
70 % augmentation depuis 1970 du nombre d'espèces exotiques envahissantes dans 21 pays



Source : Mouttet R.*, Balmès V.*, Pierre É., Ramel J.M.*, Reynaud P.*, Streito J.C.****
***LSV-Anses **INRAE-CBGP Montpellier**

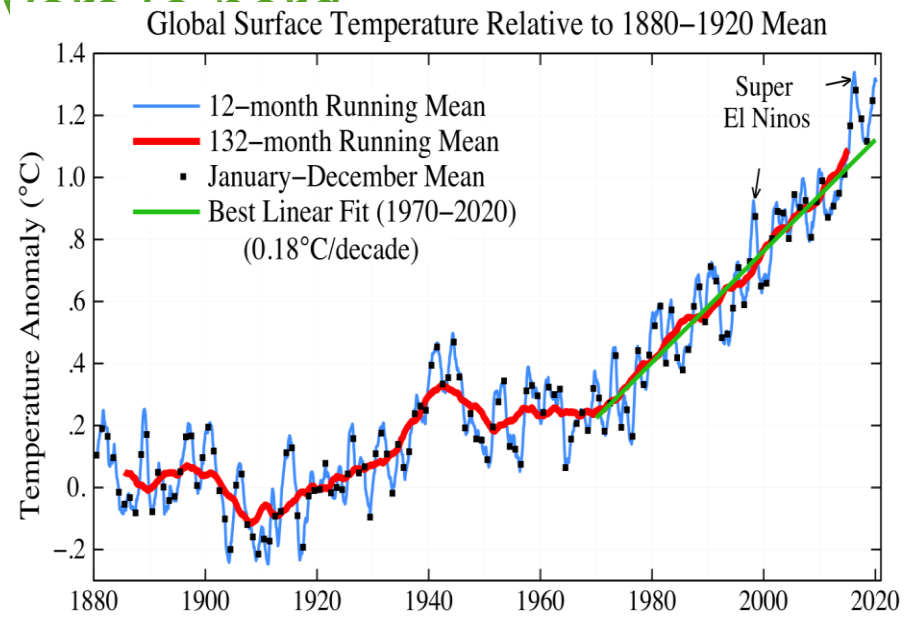
***Drosophila suzukii* Matsumura, 1931** (Diptera, Drosophilidae)



Origine :
Asie
Dates d'introduction :
Amérique du Nord 2008
France 2009
Répartition actuelle :
Toute la France

Source :

Réchauffement climatique→ plus de cycles et remontée vers le nord



Source F-Marie Breon AFIS-2020

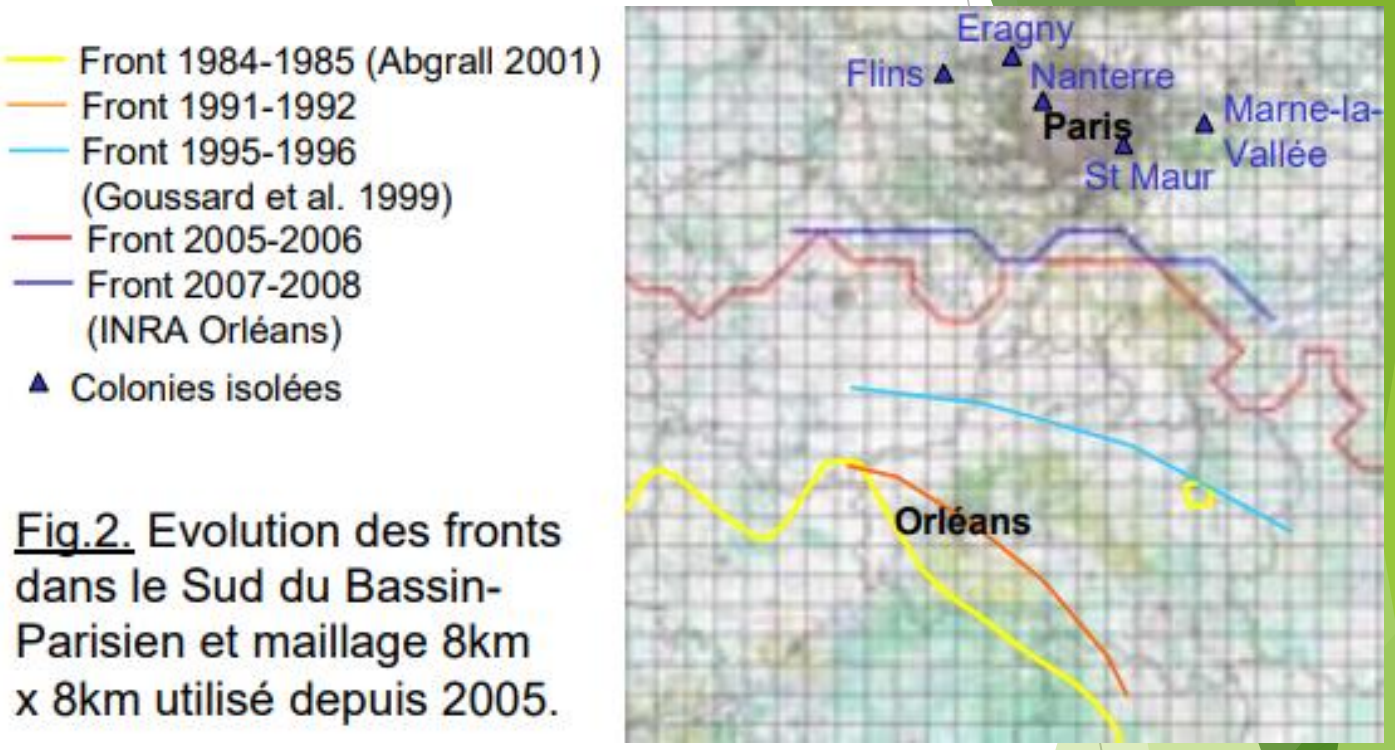


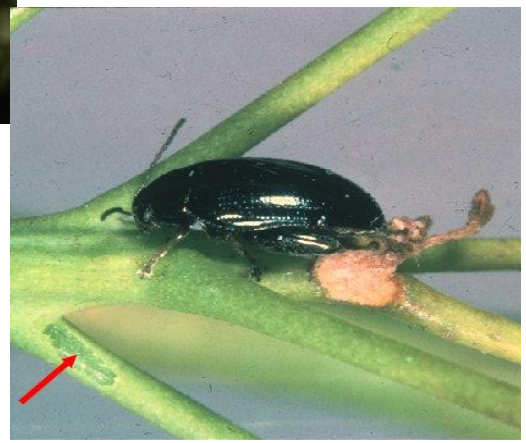
Fig.2. Evolution des fronts dans le Sud du Bassin-Parisien et maillage 8km x 8km utilisé depuis 2005.

Source J.Rousselet et al. INRA Orleans-2016

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Développement de populations résistantes aux insecticides

Ravageurs colza	→ Pyréthrinoïdes
Puceron vert du pêcher	→ Pyréthrinoïdes, Carbamates, OP, NNIC
Carpocapse	→ OP/ pyréthrinoïdes/Carbamates/Benzoylurées..
Pyrale du mais	→ Pyréthrinoïdes
Puceron cendré du pommier	→ Flonicamid



Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Diminution des insecticides « conventionnels »

Les disparus:

Benzoylurées, NNIC, OP, carbamates, OC…

Les insecticides restants :

Pyréthrinoïdes
Phosmet (?)
(Diamines)
Spinosynes
~~Spirotetramate~~
Tébufénozide
Flonicamide
Avermectines
Bt
Huiles

Pas de nouveaux arrivants :
Sulfoxaflor, flupyradifurone ?

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Insectes utiles

- Abeilles, bourdons…
- Ver à soie
- Auxiliaires

Source : Les étapes de transformation de la soie - Musée de la soie (Drôme) (musee-soie.com)

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection des hommes, des animaux et des cultures

- **1514 :** « Parties ouïes, faisant droit à la requête des habitants de Villenoxe, admonestons les chenilles de se retirer dans six jours ou à défaut de ce faire, les déclarons maudites et excommuniées ! » *

Hortus sanitatis
Johannes de Cuba 1491

* Balachowsky AS (1951) *La lutte contre les insectes*, Payot, Paris. 380 pages

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: ***Techniques physiques***

Benoit Raclet
à Romanèche

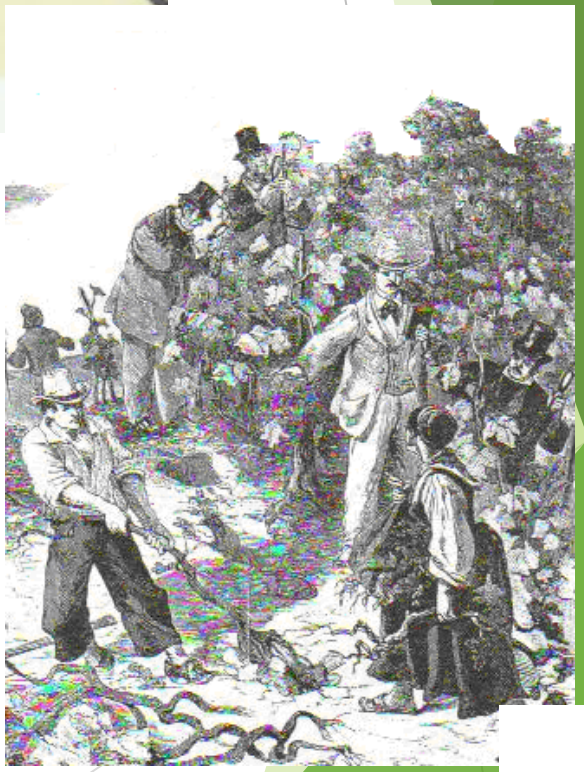
Ramassage des doryphores

Ebouillantage de la pyrale de la vigne

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: ***Techniques physiques***

Nid d'Hyponomeutes récupéré
à l'échenilloir pour être brûlé



Source : Protection des cultures et Travail des Hommes - Le Carrousel - 2001

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: ***Techniques physiques***

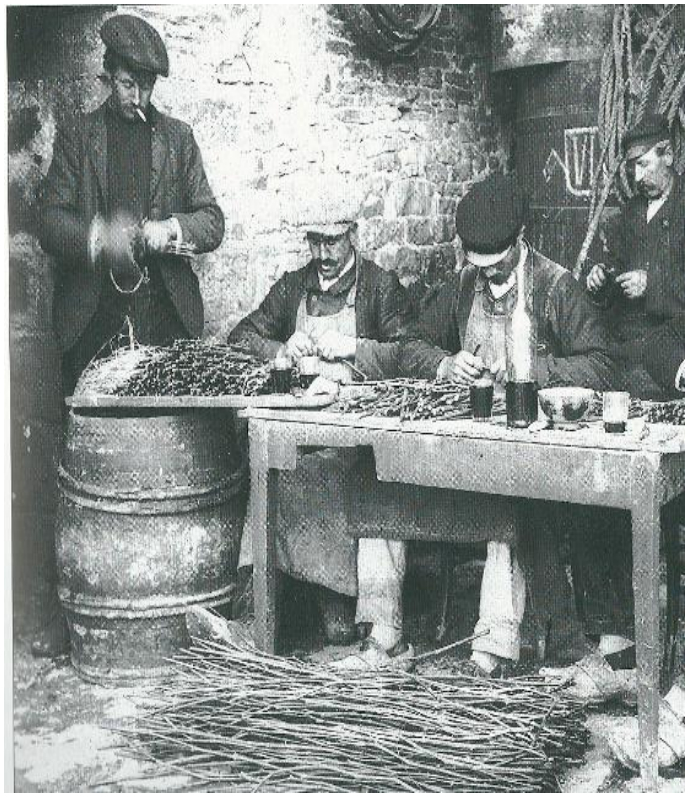
erre insecteproof agrumes ©Cirad

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: Piégeage chromatique, lumineux, alimentaire, sexuel

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: résistance variétale



Phylloxera de la vigne :
Les americanistes

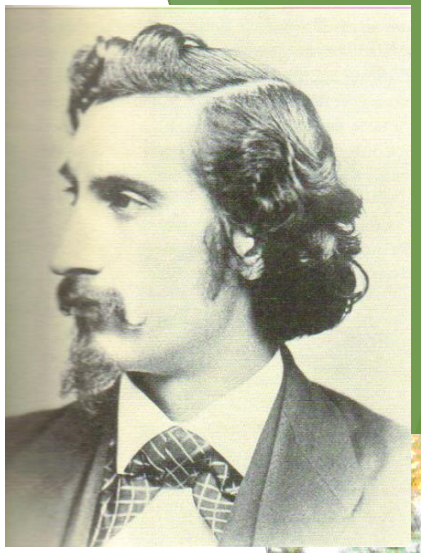
Source : Protection des cultures et Travail des Hommes - Le Carrousel - 2001

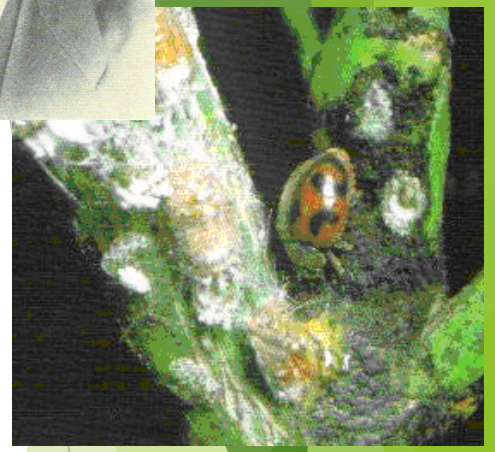
Densité des trichomes glandulaires et de divers exsudats

gène «Sm1 »:Inhibition alimentation des jeunes larves de cécidomyie orange

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: Lutte biologique





<u>Organismes antagonistes ?</u>

Travaux de Riley sur *Novius cardinalis*
Développement de la lutte biologique
Stations d'acclimatation d'organismes utiles
Première station en France 1912: Valbonne

Puis longue période de tâtonnements: ex mission Eudémis/Cochylis

Réussites LB en serres, Typhlodromes , maïs, introduction de nouveaux ravageurs

Photo : Koppert

Photo : J.C. MALAUSA INRA Antibes

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Protection contre les insectes: la débrouille astucieuse !

Source : Protection des cultures et Travail des Hommes - Le Carrousel - 2001

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Insecticides:

Une longue histoire de chimie végétale puis minérale

- 1500 avant JC utilisation du neem
- 500 avant JC Chine: Pyrèthres pour lutter contre les insectes des maisons
- 350 avant JC : role de l'huile (Aristote)
- Hellébore blanc chez les romains
- tribus Amérique du sud et roténone
- 1690 La Quintinie test du jus de tabac pour le tigre du poirier
- XIXe siècle: sels d'arsenic, acide cyanhydrique,
- 1896 Fluorures: Cryolithe en appâts contre les courtilières et piéride

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Des recettes…

« Après bien des essais infructueux, j'ai eu recours à une décoction qui m'a donné de bons résultats.

Faire bouillir toutes ces matières pendant un quart d'heure dans une quantité d'eau suffisante pour qu'elles baignent, puis verser dans 80 ou 100 litres d'eau, et laisser macérer pendant un jour au moins. Quand on veut s'en servir, on doit agiter le tout, passer dans un tamis ou un linge grossier la quantité dont on a besoin et l'étendre d'eau dans la proportion de cinq litres d'eau pour un litre de mixtion. Il faut enfin bassiner énergiquement les arbres au moyen d'une seringue de jardinier, de manière que les feuilles soient humectées en dessus et en dessous, et même que le mur et les liteaux où se réfugient souvent l'insecte et ses larves soient eux-mêmes imprégnés du liquide en question. Cette opération renouvelée deux ou trois fois de suite, suffit à la destruction complète du tigre. Il est à propos de commencer les bassinages aussitôt que l'éclosion des œufs aura lieu, afin d'empêcher l'insecte d'envahir les arbres épargnés jusqu'alors. ».

Soufre	**1 kilogramme**
Tabac	2 kilogrammes
Aloès	100 grammes
Feuilles de noyer	2,500 grammes
5 ou 6 têtes d'ail.	

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Insecticides et la chimie organique

- XIXe siècle goudron de houille contre les altises
- 1854 Sulfure de carbone contre les larves de hannetons, phylloxera
- Début XXe siècle travaux sur pyréthrinoïdes, organophosphorés,

Muller DDT 1939

Dupire Lindane ~60

Phylloxera de la vigne :
Les sulfuristes

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

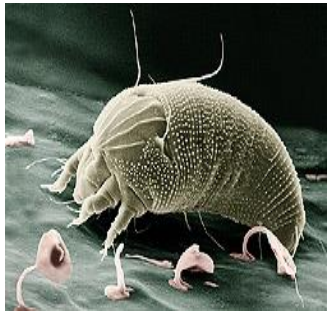
Insecticides, insectifuges : *Enjeux du XXIe siècle*

	Organo phosphorés	Organo chlorés	Carba mates	Pyréthri noides	Régulateurs inhibiteurs de croissance	Mec tines	Néonico tinoides	Spyno sines	Dia mides
Date d'intro duction	1940	1950	1960	1970	1980	1980	1990	2000	2000
Doses g/ha	1500	1500	1500	10-100	150-200	5-20	50-100	50-100	35-50

Neurotoxiques sauf RCI et ICI

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

1960-1970 Les excès



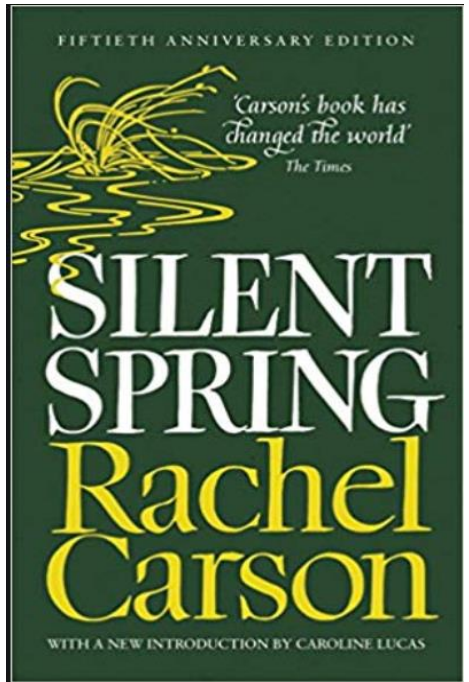
Le développement des résistances

Le développement de problèmes nouveaux

La bioaccumulation des Organochlorés

Les préoccupations environnementales

Les préoccupations sur la santé utilisateurs, consommateurs



Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

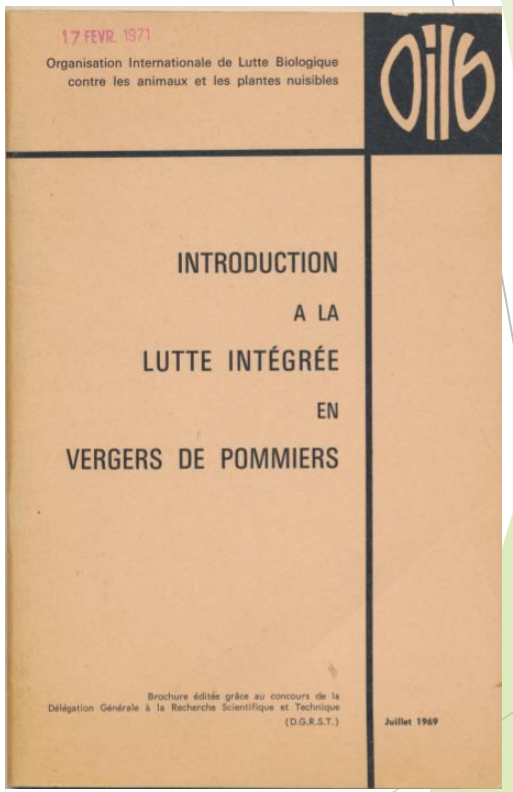
Insecticides, insectifuges : *Enjeux du XXIe siècle*

- Améliorations constantes: doses, modes d'application, connaissances des effets non intentionnels
- Lutte intégrée

OILB-SROP: M. Baggiolini, H. Steiner, H.G. Milaire, C.Benassy…

1968-1969 Introduction à la lutte intégrée en verger de pommiers

- **Diminuer les risques de résistance**
- **Eviter l'augmentation du nombre de traitements**
- **Diminuer les résidus de pesticides**
- **Maintenir la stabilité de l'entomofaune du verger**


17 FEVR. 1971

Organisation Internationale de Lutte Biologique contre les animaux et les plantes nuisibles

OILB

INTRODUCTION A LA LUTTE INTÉGRÉE EN VERGERS DE POMMIERS

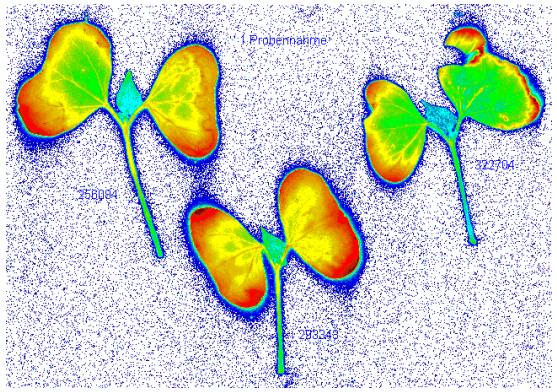
Brochure éditée grâce au concours de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.)

Juillet 1969

1973 FAO et OILB : Protection Intégrée des Plantes:
Ensemble des méthodes pertinentes pour les plans économique, écologique et toxicologique appliquées afin de maintenir les organismes nuisibles en-deçà de niveaux d'impact économique tandis qu'est favorisée l'exploitation consciente des facteurs de lutte naturels

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Insecticides, insectifuges : *Enjeux du XXIe siècle*



Amélioration constante des insecticides :

Doses

Toxicité

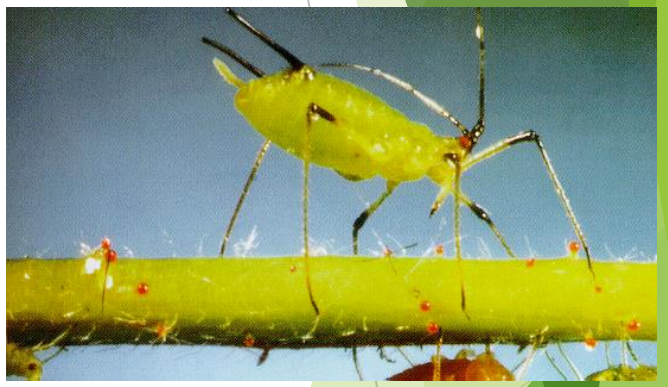
Sélectivité

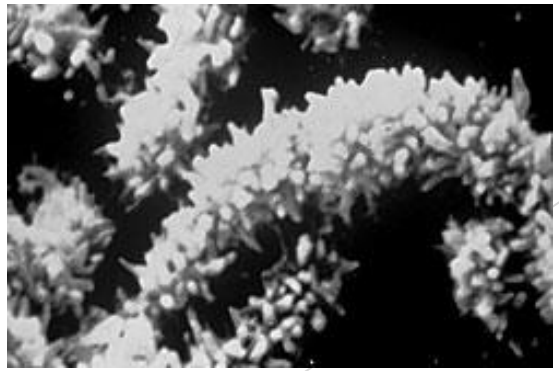
Mode d'application

Systémie/ translaminarité

Ingestion /contact

Insecticides issus de fermentation de microorganismes





Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Insecticides, insectifuges : *Enjeux du XXIe siècle*

Les insecticides restants :

Pyréthrinoïdes (une partie vieille de 40ans)
(Diamines)
Phosmet (?)
Spinosad, Spinetoram
Tébufénozide
Flonicamide
Abamectine, Emamectine

Auxiliaires
Bt
Virus
Champignons
Levures
Phéromones sexuelles

Demain ?

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Passer des insecticides aux insectifuges :

Comprendre la communication des insectes

Phéromones

Allomones→ nicotine, azadirachtine, roténone, pyréthrine

Kairomones

Attraction/répulsion par COV des plantes

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

https://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/cultures/la_vigne/les_insecticides4/La_confusion_sexuelle.html

Diffuseur de phéromone Isomat® pour lutter contre le carpocapse - © B. Sauphanor INRA

Piégeage sexuel ©Farre

http://www.lodigrowers.com/disruption-of-vine-mealybug-mating/

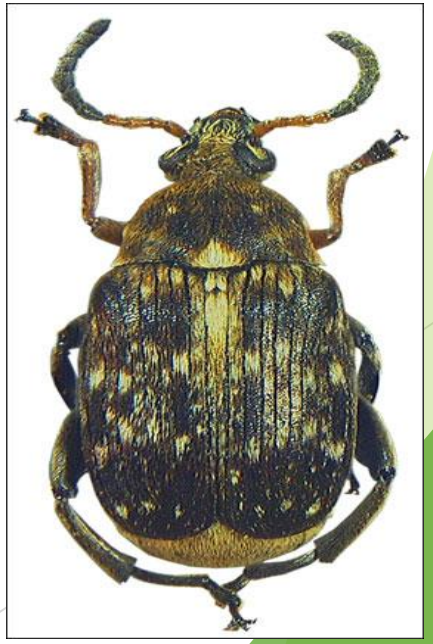
Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Adaptation du métabolisme des plantes

Besoin de reconnaitre la plante / son occupation:

- Glucosinolate: répulsif des ravageurs généralistes mais attractif des spécialistes:*Psylliodes chrysocephala* (grosse altise) ou *Ceutorhynchus obstrictus*(charançon des siliques)

- Exsudats racinaires attirent les taupins



- Composés volatils émis par les gousses de fèveroles pour la ponte de la bruche

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Adaptation du métabolisme des plantes

Production de kairomones qui vont attirer des auxiliaires

Colza : β-glucosidase dans la sécrétion orale des larves de *Pieris brassicae* →libération de composés organiques volatils → attraction *Cotesia glomerata*.

Pucerons → sesquiterpène E-β- farnesène

E-β-F synthétisée par *Solanum berthaultii*

conférant une bonne résistance aux pucerons

Transfert du gène de E-β-F synthase au blé

Répulsion pour *Sitobion avenae* et attraction *Aphidius ervi*

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Développements d'Applications en Protection des Plantes :

- Appâts chimiques pour piégeage de masse
- Stratégies Push-and-Pull
- Systèmes d' Attract-and-Kill
- Stratégies Push-Pull-Kill (Attract & kill + repulsifs)

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Les Amis de l'Académie d'Agriculture de France

Merci de votre attention