

Les composés sémiochimiques: facteurs incontournables du biocontrôle

Introduction

Catherine Regnault-Roger

Professeur des Universités émérite à l'UPPA

Membre de l'Académie d'Agriculture de France

Membre correspondant Académie nationale de Pharmacie

*Les séances
hebdomadaires*



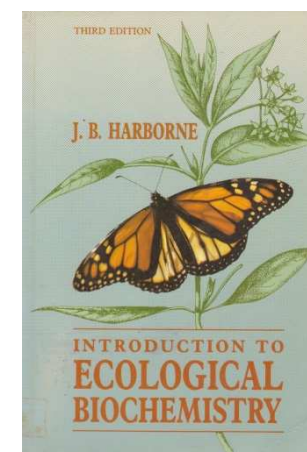
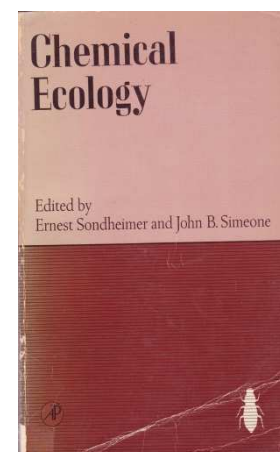
Mercredi 1er février 2017

Qu'est ce qu'un composé sémiochimique ?

1970: création d'une nouvelle discipline **l'écologie chimique**

☞ **Une première constatation** : les espèces entre elles et les organismes au sein d'une même espèce développent une **communication à travers des signaux et des médiateurs chimiques**.

- **Sondheimer et Simeone** (1970) *Chemical ecology*
- **Harborne** (1972) *Phytochemical ecology*

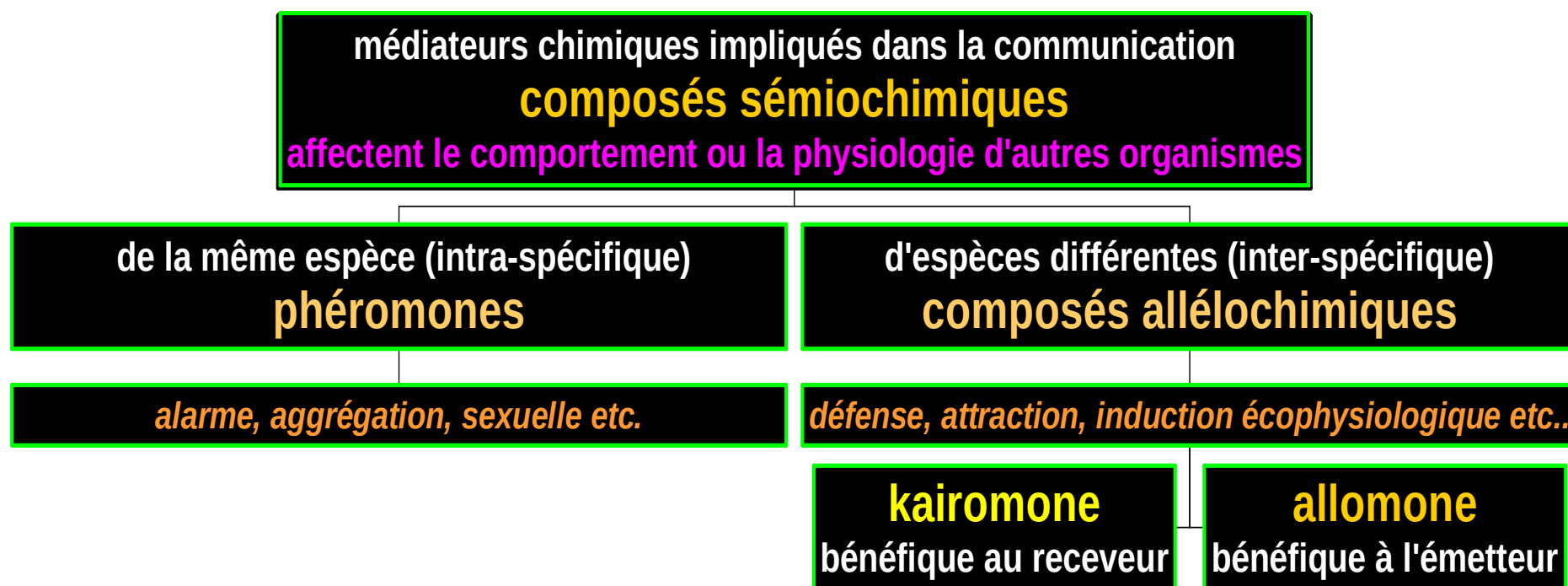


- ☞ **Une deuxième constatation** : des composés chimiques synthétisés par des organismes affectent la physiologie ou le comportement d'autres organismes sans impliquer de phénomènes nutritionnels **Whittaker** (1970)
- Ce sont des **composés sémiochimiques** impliqués dans les relations interspécifiques et intraspécifiques



R. H. Whittaker
1920-1980

Qu'est ce qu'un composé sémiochimique ?



Les phéromones

Karlson et Lüscher, 1959

provoquent un faisceau de stimulations chez les individus de la même espèce

❖ **Phéromones modificatrices (primer)**

Induisent des modifications physiologiques, endocriniennes, reproductrices chez l'individu qui les perçoit (phéromones de castes, d'écotypes, d'écophase)

Ex : responsables des modifications morphologiques des criquets Locusta migratoria dans leur phase solitaire ou grégaire



■ Un adulte solitaire



Un adulte grégaire

Les phéromones

❖ Phéromones de régulation

Limitent les populations au profit de la survie de l'espèce

Ex: phéromones inhibitrices de la ponte

❖ Phéromones incitatrices (releaser)

Modification immédiate du comportement

Phéromones sexuelles, grégaires, d'alarme, de piste



Les molécules allélochimiques

❖ Allomones

bénéfiques à l'émetteur

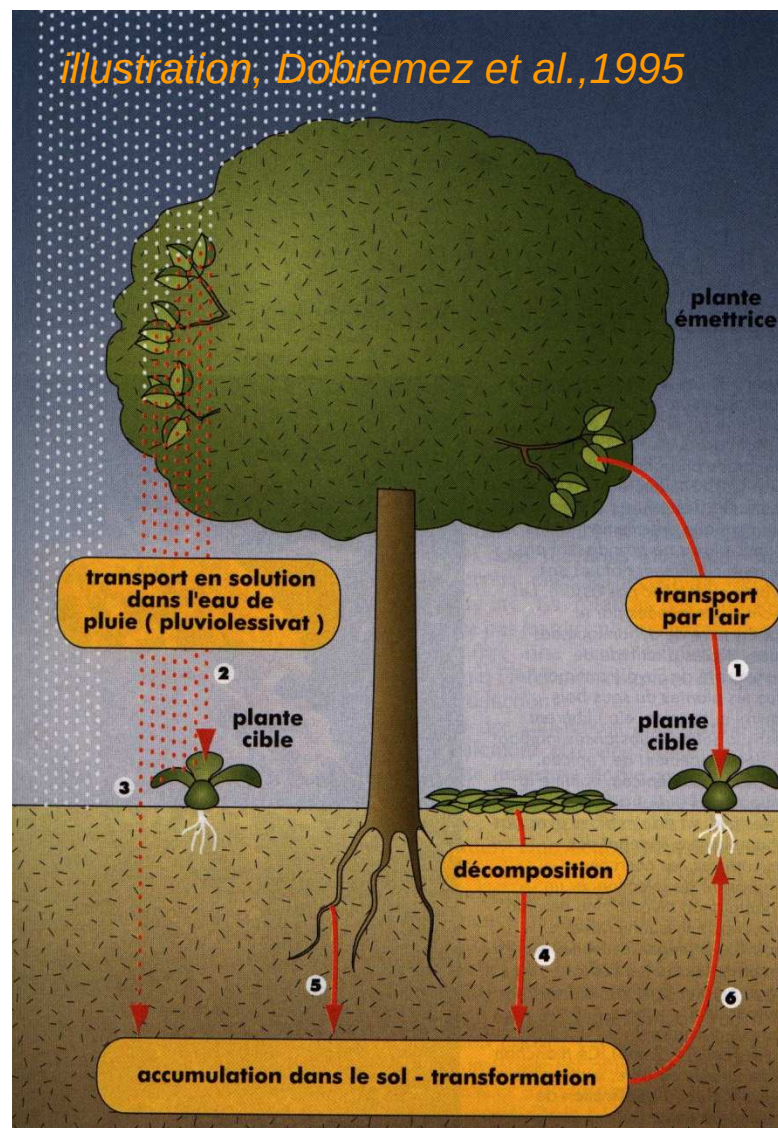
- empêcher la prise alimentaire des insectes phytophages
 - répulsifs, substances irritantes
 - astringence
 - composé antinutritionnel ou toxique
- empêcher l'installation du pathogène :
ex: barrière chimique constitutive (pariétale) ou inductible (phytoalexines)



❖ Kairomones

bénéfiques au receveur

Ex: couleur et odeur d'une fleur pour un insecte pollinisateur



Allélopathie

❖ **Rice 1964** : Emission de composés volatils d'une plante qui inhibent les plantes voisines

Ex : pessières d'altitude (épicéas /industrie du bois) / flore des sous-bois (myrtilles de montagne)

NB: Le signal sémiochimique volatil est éphémère et parcourt de longues distances.

Il diffère des signaux sonores et visuels:

- modulation de son intensité $\Rightarrow$ sensible et précis (volatilité et diffusibilité)
- s'inscrit dans la durée qui dépend de la dégradabilité de la molécule

Applications en phytoprotection agricole

Phéromones



Piège à phéromones:
capture les insectes

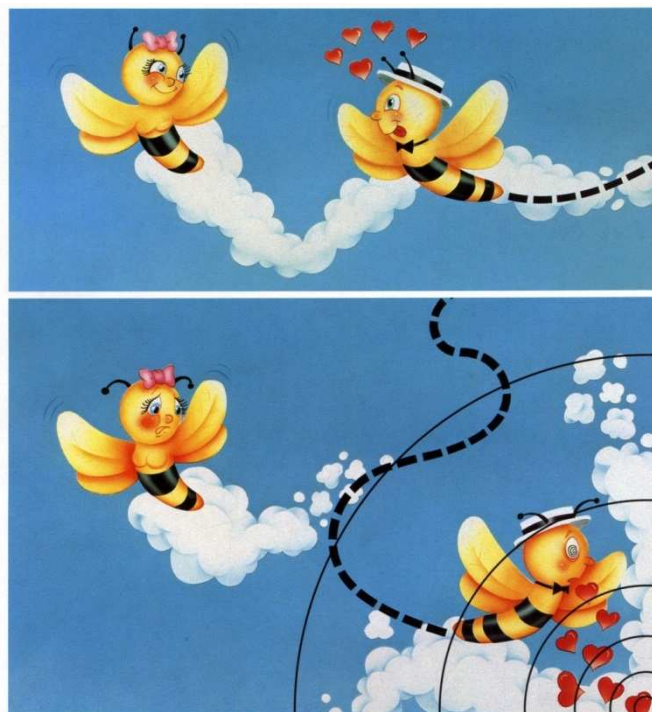
❖ Dépistage et surveillance des ravageurs :

- présence, densité (détection plus précoce qu'avec les méthodes traditionnelles d'échantillonnage)
- connaissance des dynamiques des populations de ravageurs et densité de la génération suivante (projection des dégâts)

❖ Capture de masse

- capturer le maximum de mâles avant que les femelles n'apparaissent sur le terrain afin de réduire significativement la densité de la population fille.
- efficacité différente si monogynie (1 seul accouplement pour un male) ou polygynie (accouplement avec plusieurs femelles)
- associée à un insecticide : « *attract and kill* »

Lutte sémiochimique par phéromone : technique de la confusion sexuelle



empêche l'accouplement
la ponte et le développement
de la génération suivante



papillon *Eudemis* ravageur des vignes

40% du vignoble champenois (4% France)
60% du vignoble suisse (90% du Valais et
canton de Vaud)
65% vignoble allemand

Freins pour l'utilisation des phéromones en phytoprotection agricole

❖ Qualité du bouquet phéromonal dans la formulation :

- **complexe** (grand nombre molécules) et identification des composés minoritaires difficile (très faible quantité ~picogramme)
- **évolution** selon distribution géographique de l'insecte, saisons et renouvellement des générations

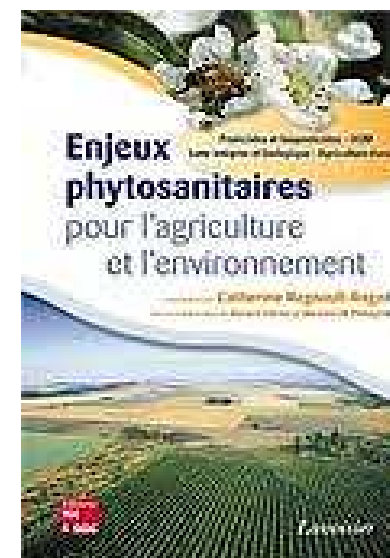
⇒ **phéromones de synthèse** qui minent imparfaitement le signal



comparaison femelle vs formulation: supériorité
de l'insecte (Johanne Deslisle et Lucie Royer, 2005)



Réunion annuelle conjointe
Société de protection des plantes du Québec
Société d'entomologie du Québec



Freins pour l'utilisation des phéromones en phytoprotection agricole

❖ haut degré de motivation de l'agriculteur

- **manutention** importante (nombreux diffuseurs 500/ha)
- **surveillance** soutenue des parcelles et vigilance (résurgence)

❖ coût de la technique

- **achat** des pièges
- **prix de revient** élevé du à la complexité des formulations
- **temps** de l'agriculteur

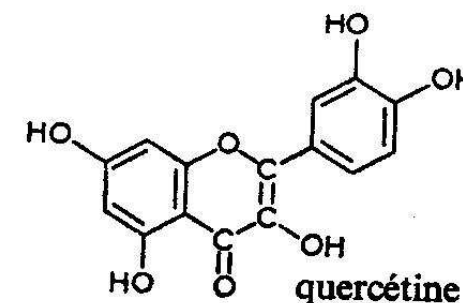
L'utilisation des phéromones n'est aujourd'hui **financièrement intéressante** que dans des conditions particulières:

- **traitements conventionnels inopérants ou malaisés** : inefficacité, usages orphelins, forêts arbres grande envergure , arboriculture ;
- protection des cultures à **haute valeur ajoutée** (ex : vignoble champenois)
- **subventions** (Allemagne et Suisse) (<http://www.agro.basf.fr/agroportal/>)

Allomones végétales

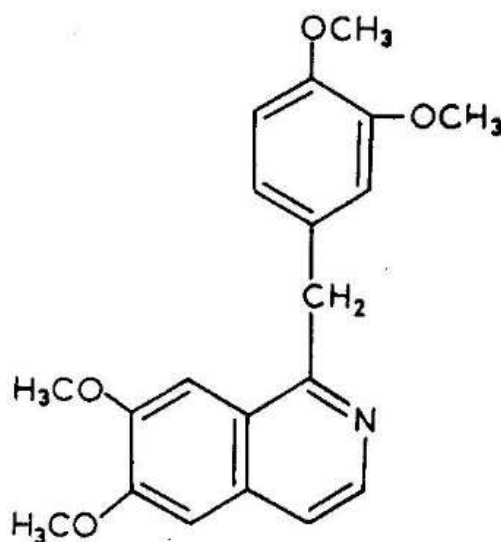
❖ Perturber le potentiel biotique du bioagresseur

- antiphagostimulant, toxique, répulsif
- phytoalexine, renforcement pariétal

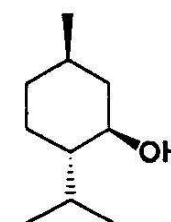


❖ Issues du métabolisme secondaire des plantes:

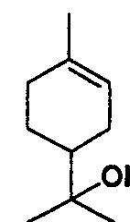
- 500 000 composés secondaires des plantes
- ~20 000 molécules caractérisées



Papavérine (*Opium*)
(noyau benzyloquinoléine)



(-)-menthol



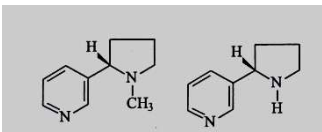
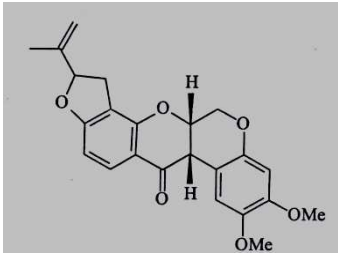
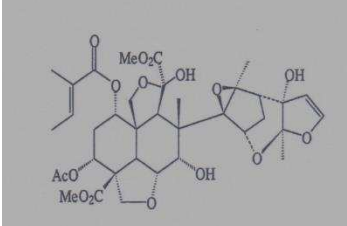
α -terpinéol

Trois familles chimiques majeures

- Phénylpropanoïdes /polyphénols
- Isoprénoides/terpènes et stéroïdes
- Alcaloïdes et composés azotés

Allomones végétales

facteurs de défense du végétal..... et une longue histoire

espèce	Famille	plante	Substance active insecticide	Structure chimique	époque
<i>Nicotiana sp.</i>	Solanaceae		nicotine nornicotine		insecticide 1690
<i>Derris elliptica</i> <i>Lonchocarpus nicou</i>	Fabaceae		roténone		Amazonie usage vernaculaire 1665 insecticide 1848
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae		azadirachtine		4000 ans av JC (Veda) 1959

Allomones végétales

Le pyrèthre : incontournable !



*Chrysanthemum
cinerariifolium*

Asteraceae

- Commercialisé dès 1828 contre poux et mouches
- Insecticide de contact
- Très utilisé encore actuellement
- Actuellement pays producteurs : Kenya, Tanzanie, Equateur

Pyrethrins		
	R1	R2
Pyrethrin I	CH ₃	CH ₂ CH=CHCH=CH ₂
Pyrethrin II	COOCH ₃	CH ₂ CH=CHCH=CH ₂
Jasmolin I	CH ₃	CH ₂ CH=CHCH ₂ CH ₃
Jasmolin II	COOCH ₃	CH ₂ CH=CHCH ₂ CH ₃
Cincrin I	CH ₃	CH ₂ CH=CHCH ₃
Cincrin II	COOCH ₃	CH ₂ CH=CHCH ₃

Freins pour l'utilisation des allomones végétales en phytoprotection agricole

❖ Plusieurs facteurs limitants

- **hétérogénéité** des extraits végétaux

Matrices complexes : plusieurs dizaines de composés - rôle pas toujours connu

hétérogénéité chimique liée à l'état de la plante au moment de la récolte et les méthodes d'extraction chimiques utilisées

- **degré de purification** des allomones extraites

la nature des impuretés module l'activité d'un composé recherché

- **variabilité de la sensibilité des espèces** à une allomone.

- dans un extrait botanique, le composé majoritaire de l'extrait n'est forcément le plus actif sur le bio-agresseur ciblé.

- forte variabilité dans la sensibilité des espèces à une même allomone

⇒ évaluation au cas par cas.

Freins pour l'utilisation des allomones végétales en phytoprotection agricole

❖ Facteurs limitants :

- exigence d'**innocuité** pour les espèces non-cible
avantages écologiques (biodégradabilité , résistance, spécificité) mais ce n'est pas parce qu'ils sont naturels que les extraits végétaux sont sans risque
- **respect des bonnes pratiques** agricoles et phytopharmaceutiques
les composés issus des plantes ne doivent pas être utilisés de manière routinière pour éviter les phénomènes pervers (résistance)
- **disponibilité** de la ressource
approvisionnement constant, abondant et facilement renouvelable en biomasse végétale. Ce qui exclut des espèces à développement lent, espèces rares ou menacées afin de ménager la biodiversité existante.

Freins pour l'utilisation des allomones végétales en phytoprotection agricole

❖ En matière de commercialisation :

- les **qualité et efficacité** de la **formulation** mise sur le marché:
 - jugée sur la régularité de son effet.
 - qualité uniforme standardisée : teneur en substance active stable:
 - ⇒ dilutions (si excès),
 - ⇒ ajout de matière active (si déficit) d'extraits plus concentrés ou de la molécule naturelle synthétisée à l'identique ?
 - ⇒ choix des co-formulants , synergistes,
 - ⇒ conservation du produit (stockage) et son mode d'utilisation (poudre, solution).
 - le **prix de revient** du produit
- coûts de fabrication nécessairement compétitifs avec pesticides de synthèse: prix de la matière première, conditions d'approvisionnement, valorisation de sous-produits d'autres industries (parfumerie et cosmétique, agroalimentaire)

Freins pour l'utilisation des allomones végétales



Er

•

Ass

■ E

les

Reg

Pes

■ Ur

sub

(art



EcoPCO® and
EcoEXEMPT®
Product Line

EcoEXEMPT™ IC

Insecticide Concentrate

- Provides rapid knockdown and kill
- May be applied as a wet spray while food plants are in operation
- Active Ingredients from Plant Essential Oils
- Minimum Risk Pesticide

ACTIVE INGREDIENT:
Rosemary Oil.....10.0%

INERT INGREDIENTS:
Oil of Wintergreen, Mineral Oil

KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN

CAUTION

FIRST AID

IF IN EYES: Flush with water for at least 15 minutes. Remove contact lenses, if present, after the first 5 minutes, then continue flushing. Call a physician if irritation persists.

IF ON SKIN: Wash exposed area with plenty of soap and water. Remove contaminated clothing. Get medical attention if irritation persists.

IF INHALED: Remove person to fresh air. If not breathing, give artificial respiration, preferably mouth-to-mouth. Get medical attention.

IF SWALLOWED: Rinse mouth out with water. Call a doctor or get medical attention as soon as possible. Do not induce vomiting. Do not give anything by mouth to an unconscious person. Avoid alcohol.



ACTIVE INGREDIENT:
Rosemary Oil.....10.0%

INERT INGREDIENTS:
Oil of Wintergreen, Mineral Oil

on pour
ally
risk



Premiers produits de la gamme EcoExempt commercialisés par Ecosmart Technologies aux Etats-Unis dans les années 2000-2010

Conclusion

- ❖ un long chemin entre l'observation d'une propriété d'intérêt d'un composé sémiochimique et l'application dans le domaine phytopharmaceutique
- ❖ La nature de composés sémiochimiques les inscrit dans une démarche de biocontrôle
- ❖ Leur développement nécessite de poursuivre une démarche méthodologique scientifique rigoureuse, et de faire avancer la connaissance :
 - appuyer les **recherches** dans le domaine de l'Écologie chimique
 - encourager les **progrès technologiques** réalisés notamment par l'agro-industrie pour la mise au point et le contrôle de la qualité de produits standardisés.

*Afin de promouvoir
une agriculture agro-écologique scientifique et technologique.*

Académie d'agriculture de France

Groupe de travail sur les potentiels de la science pour l'avenir de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement



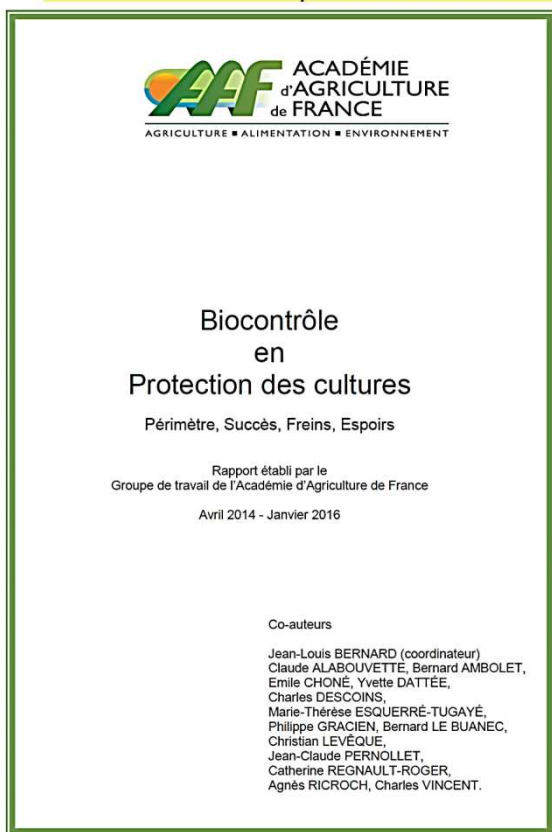
Préserver la santé des plantes avec des allomones végétales et des extraits botaniques : quelques clefs pour une phytoprotection agricole durable

Catherine Regnault-Roger

Membre de l'Académie d'agriculture de France

Membre correspondant de l'Académie nationale de Pharmacie

Professeur des universités émérite



Merci pour votre attention
Catherine Regnault-Roger@univ-pau.fr

C. REGNAULT-ROGER :

Composés sémiochimiques
Facteurs de biocontrôle



1/02/ 2017

