



# L'agriculture face à ses défis techniques

## *Protection des cultures*

***Catherine Regnault-Roger***

*Professeur des Universités émérite à l'UPPA*

*Membre de l'Académie d'Agriculture de France*

*Membre correspondant de l'Académie nationale de Pharmacie*

***[catherine.regnault-roger@univ-pau.fr](mailto:catherine.regnault-roger@univ-pau.fr)***

*Les séances  
hebdomadaires*



Mercredi 20 novembre 2019

# Protéger les plantes de leurs bioagresseurs



Pyrale du maïs



fusariose



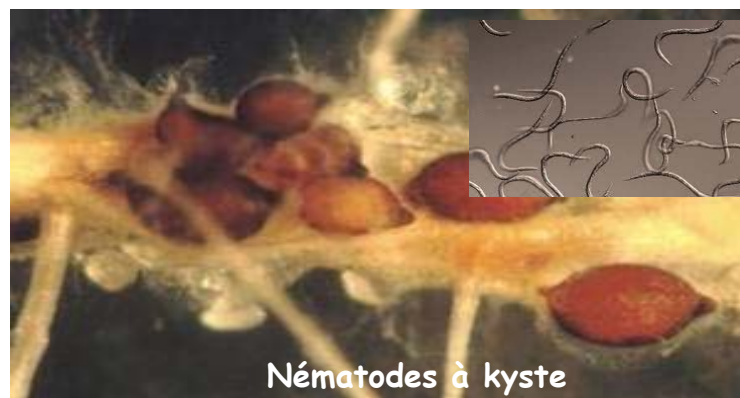
pourriture grise de la vigne

*Botrytis cinerea*

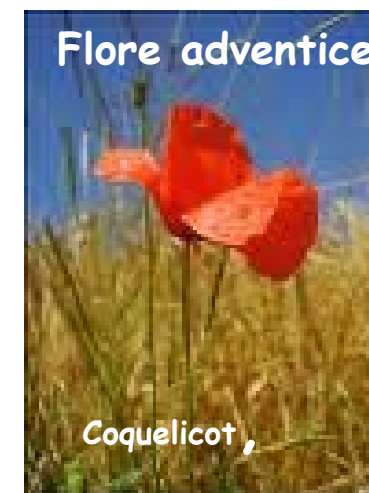


mildiou

Baisse des rendements  
& de la qualité sanitaire des récoltes



Nématodes à kyste



Flore adventice

Coquelicot,

Pour lutter contre ces bio-agresseurs, l'homme a longtemps tâtonné pour trouver des moyens de lutte efficaces ⇒ *une lente évolution*

## Combattre la rouille noire du blé (1650)



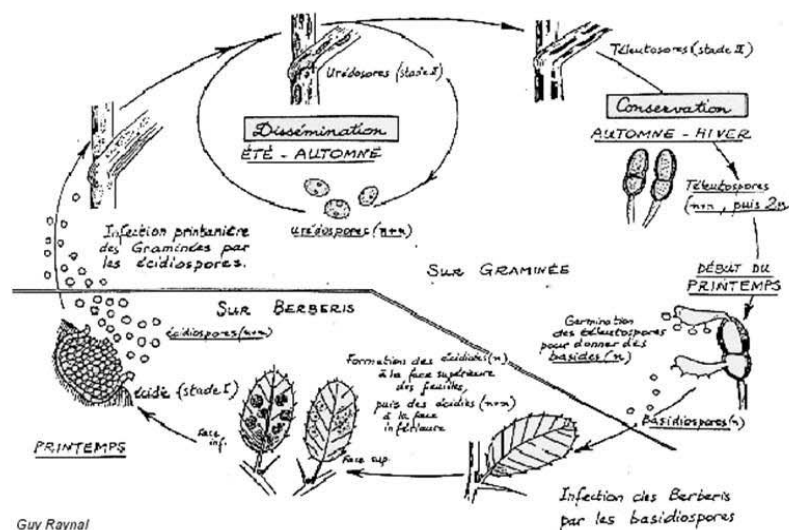
Des paysans font la relation entre la présence d'épine-vinette dans les haies et la rouille noire du blé dans les champs.

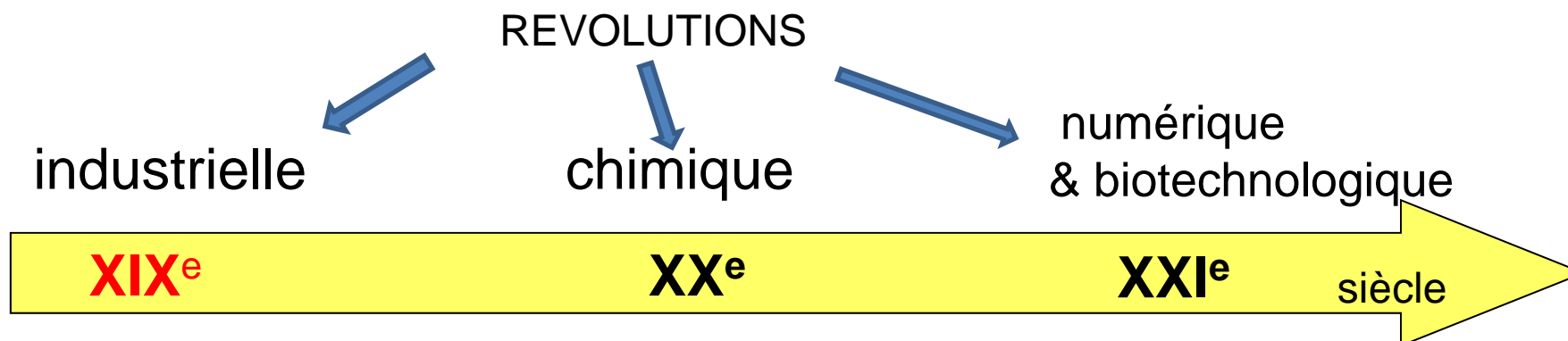


*Berberis vulgaris*

Anton de Barry (~1870)

*Puccinia graminis*





Locomotive à vapeur 1804  
Ligne de chemin de fer 1825

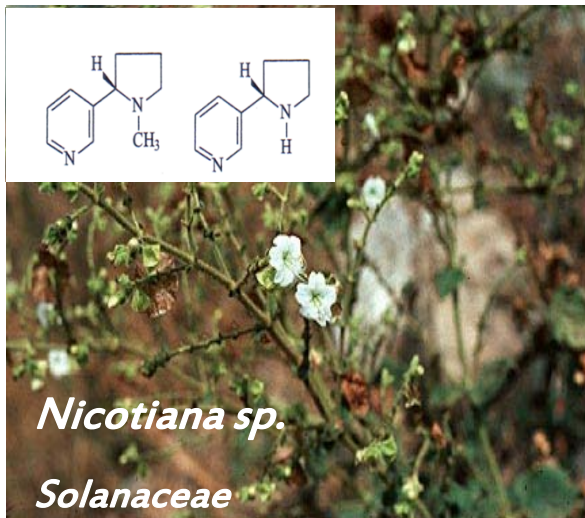
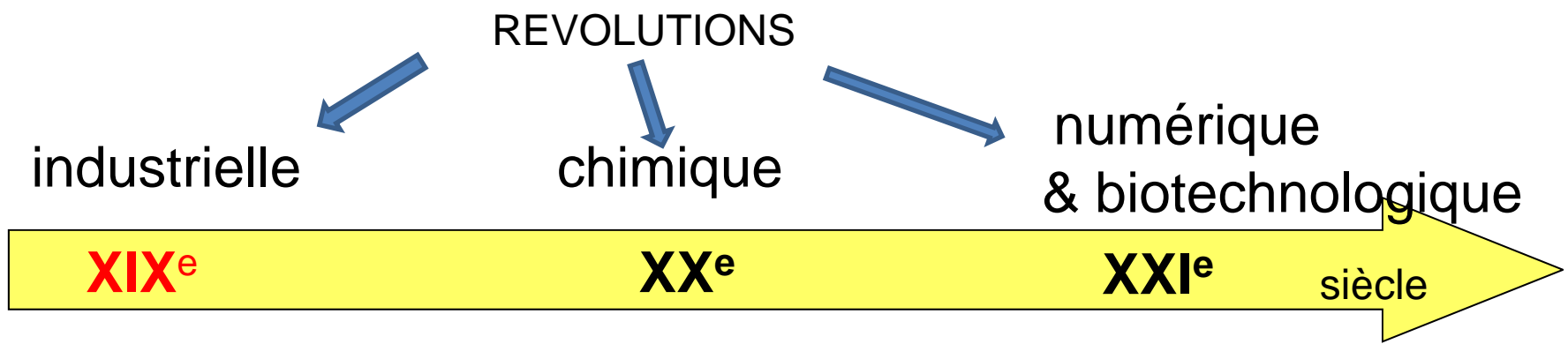


dissémination des fléaux


Mécanisation de l'agriculture  
Locomobile 1861  
Batteuse mobile à vapeur 1864



Battage du blé avec la locomobile

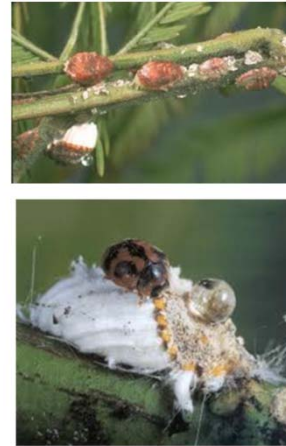


*Succès de lutte biologique 1889*

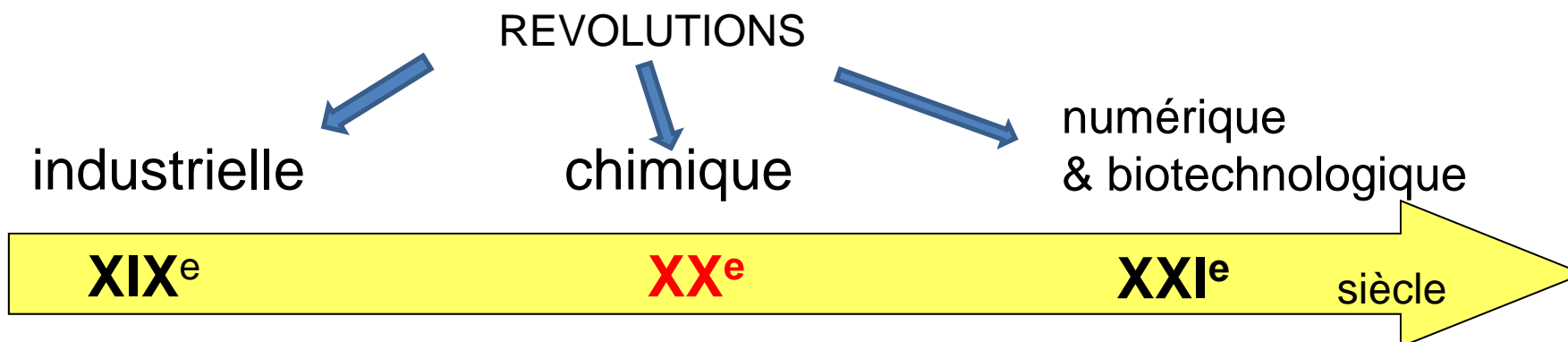


Charles V. Riley,

cible: cochenille des agrumes *Icerya purchasi*  
Prédateur : coccinelle *Rodolia cardinalis*



- Protection des plantes : lutte chimique et biologique
- extraits végétaux : nicotine 1828, roténone 1848, pyrèthre
    - Lutte biologique 1889 en Californie
      - Bouillie bordelaise 1885



Mécanisation  
Motorisation

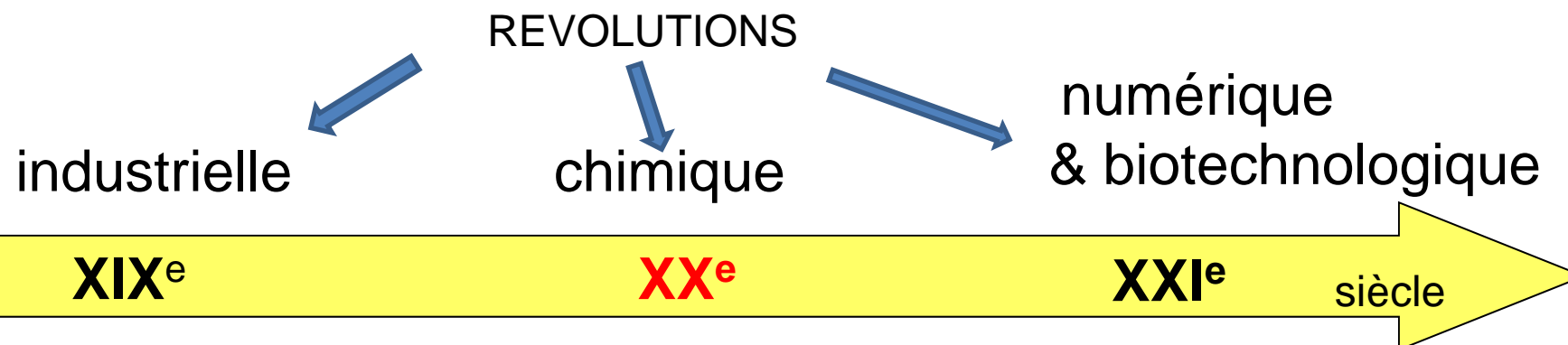


Hayes, Moselle - Juin 1966



Amélioration variétale :

- variétés hybrides
- mutagenèse
- transgénèse OGM

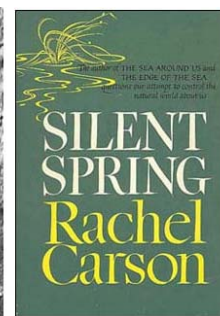
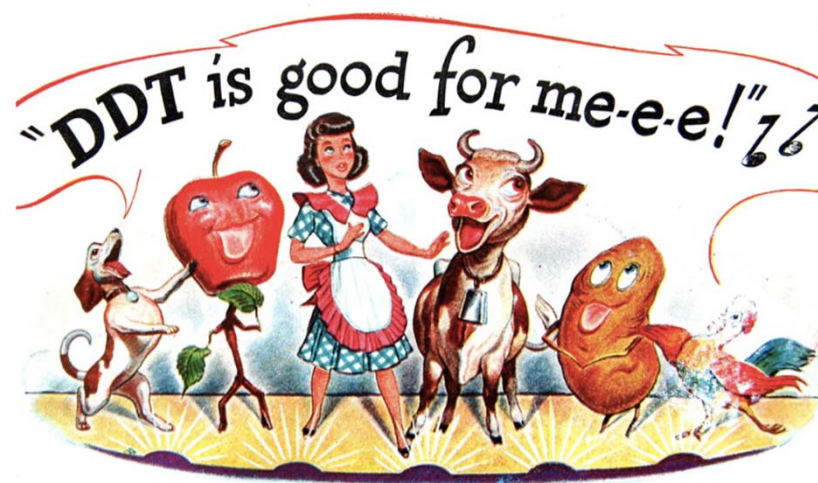


Protection des cultures :

*La Belle Epoque*

des pesticides de synthèse

- DDT insecticide 1939
- Carbaryl 1957
- Pyréthrinoïdes (alléthrine 1964, fenvalerate 1974)
- Néonicotinoïdes (imidaclopride 1984 commercialisé 1991 )



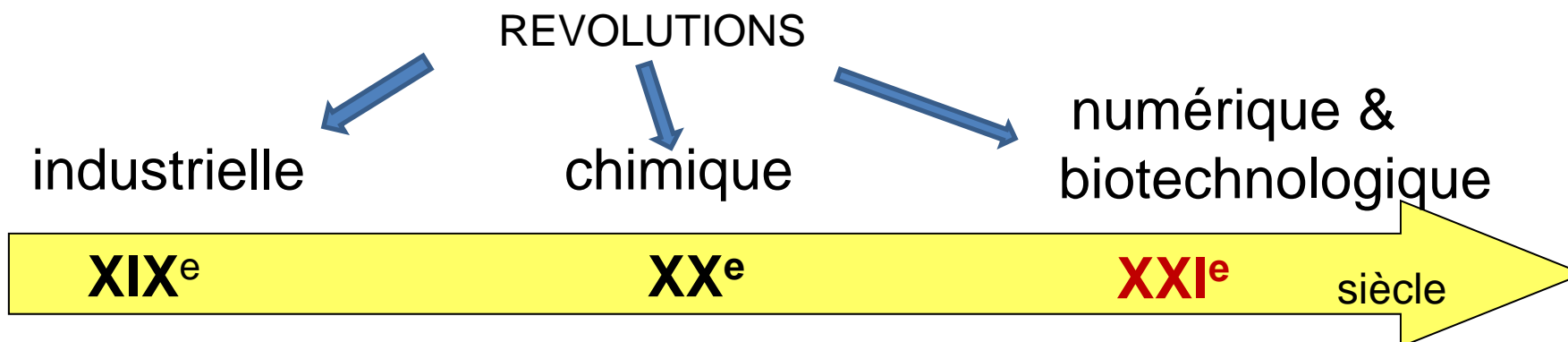
## Aujourd'hui, on sait qu'il faut repenser l'emploi des pesticides agricoles

Traiter **quand** il le faut,  
là **où** il le faut,  
à la **dose** qu'il faut

❖ car une **double exigence**

- ✓ augmenter la **productivité** pour nourrir les 9 milliards d'habitants en 2050
- ✓ respecter la **finitude de la planète.**





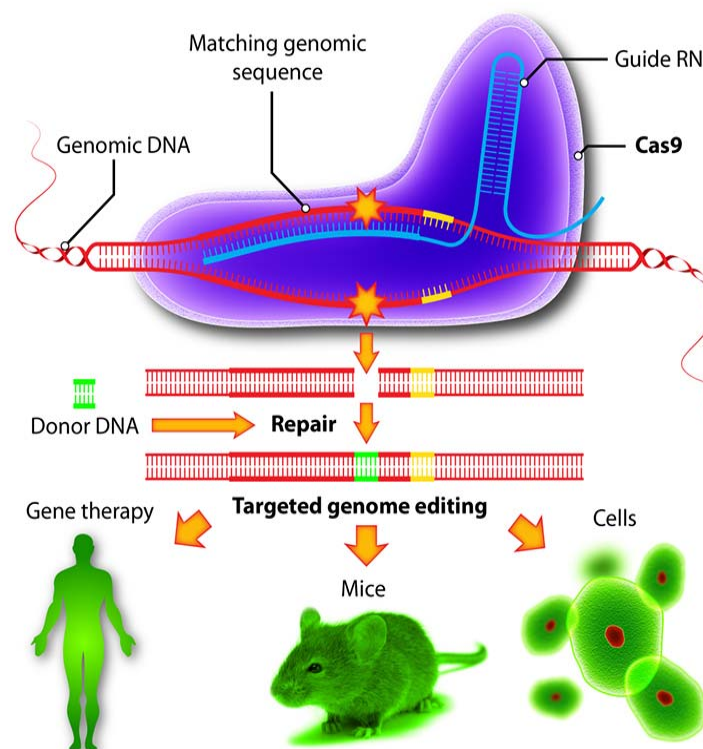
➤ **Nbt :**  
*new breeding technologies*

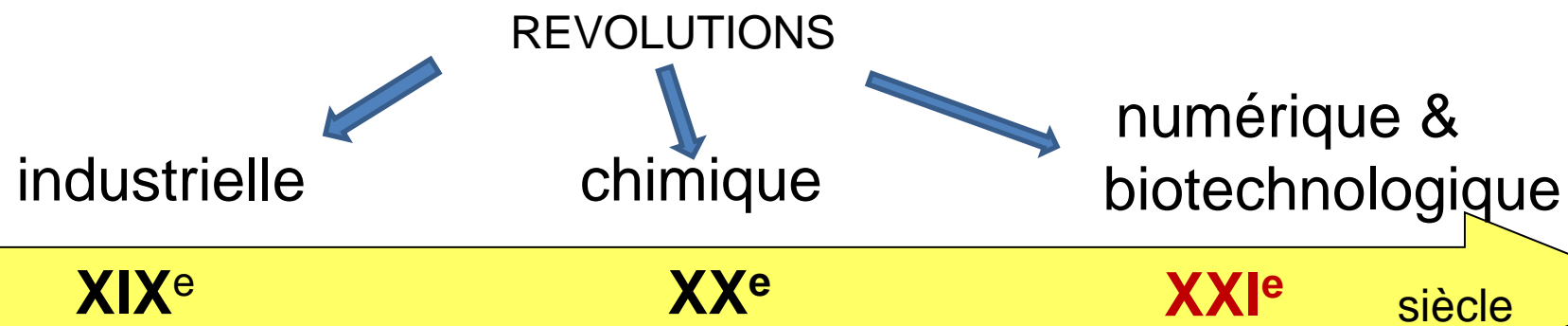
- CRISPR/cas9
- Édition de base
- TALEN
- ZFN



**Protection intégrée**

- méthodes alternatives
- Biocontrôle





Le dispositif ILS® (Intelligent localized spray) développé par la société Tecnomia en collaboration avec AgroSup Dijon. Innovation récompensée par la médaille d'argent du SIMA 2011. Photo Tecnomia reproduite avec aimable autorisation

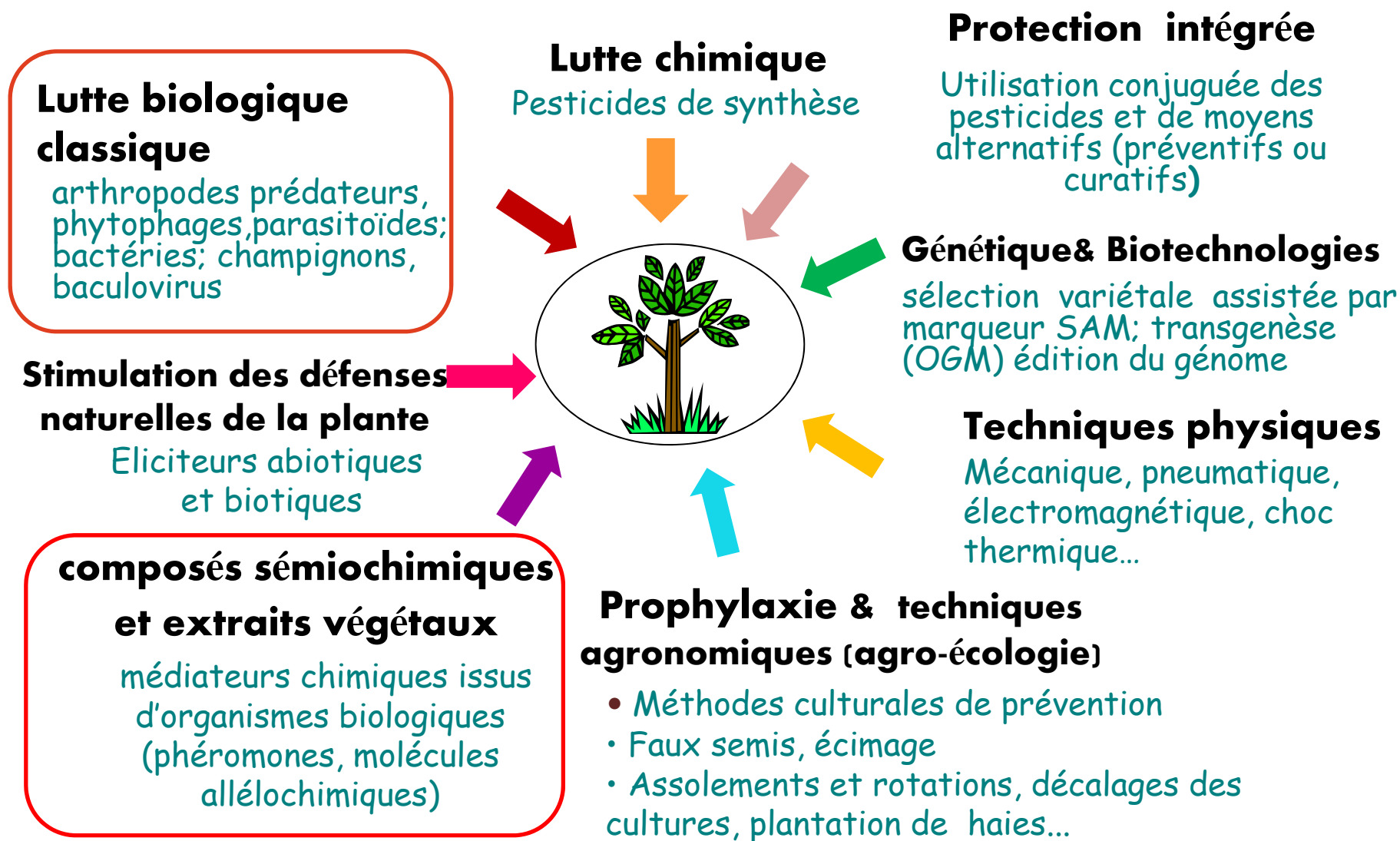


**OAD** : outils de prévisions – logiciels

## Agriculture de précision

- Télédétection – Géolocalisation par SIG\* et GPS \*\*
- \* *systeme information géographique*
- \*\* *global positioning system*
- Systèmes embarqués
- Drones

## Méthodes de contrôle des bio-agresseurs des cultures



## En France : une volonté politique de développer le biocontrôle et l'agro-écologie

Le bio-contrôle  
pour la protection des cultures  
15 recommandations  
pour soutenir  
les technologies vertes



Synthèse  
du rapport au Premier ministre  
François Fillon  
Mission parlementaire  
encadré de Bruno Le Maire,  
ministre de l'Agriculture,  
de l'Alimentation, de la Pêche,  
de la Ruralité  
et de l'Aménagement du territoire,  
coordonné à Antoine Herth, député  
de Bas-Rhin.



Avec des succès et des échecs....

# La lutte biologique : des succès récents

## Biocontrôle de la pyrale avec les Trichogrammes



*Le Trichogramme  
contre la Pyrale du  
maïs*



En France ~ 100 000 ha/an  
Lâcher de 300 000 à 360 000 tricho/ha  
Très efficace sur pyrale univoltine (Nord-Est)  
Pas d'activité sur la sésamie

## Un échec : introduction d'une espèce invasive

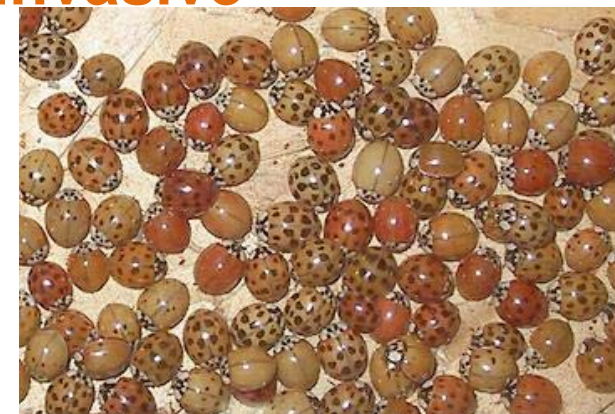
Lutte biologique par prédateur



*Coccinella septempunctata*



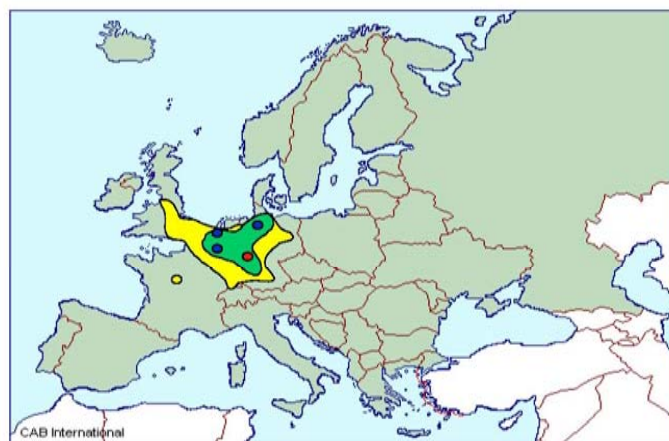
Puceron



### *Harmonia axyridis*

Plus performante (voracité,  
renouvellement génération)

Elevage industriel et  
introduction Europe



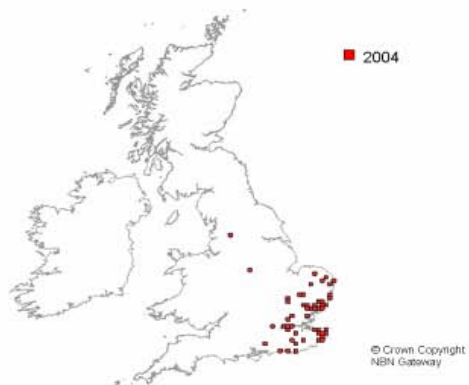
- 2000
- 2002
- 2003
- 2004



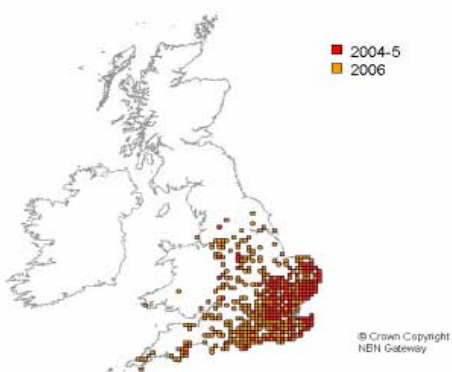
# Un échec : introduction d'une espèce invasive

Lutte biologique par prédateur

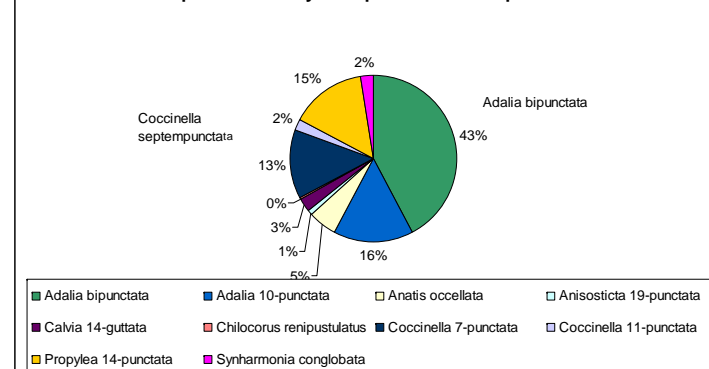
*Harmonia axyridis* 2004



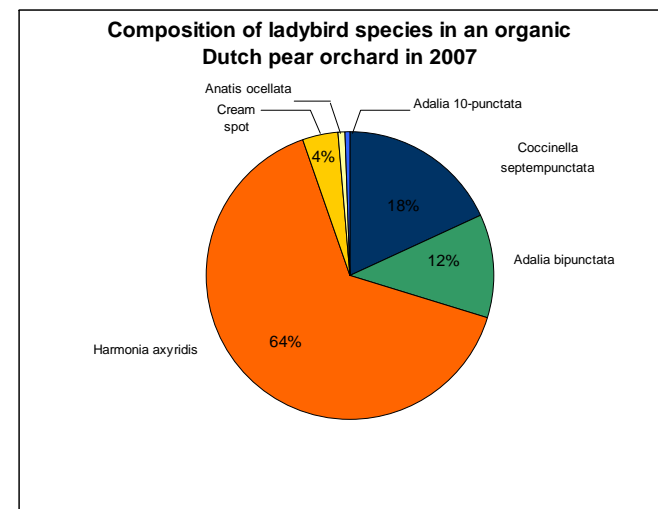
*Harmonia axyridis* 2006



Composition of ladybird species in Dutch pear orchards in 1985



Composition of ladybird species in an organic Dutch pear orchard in 2007



## Phéromones en phytoprotection agricole

### ❖ Dépistage et surveillance des ravageurs :

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

### ❖ Capture de masse

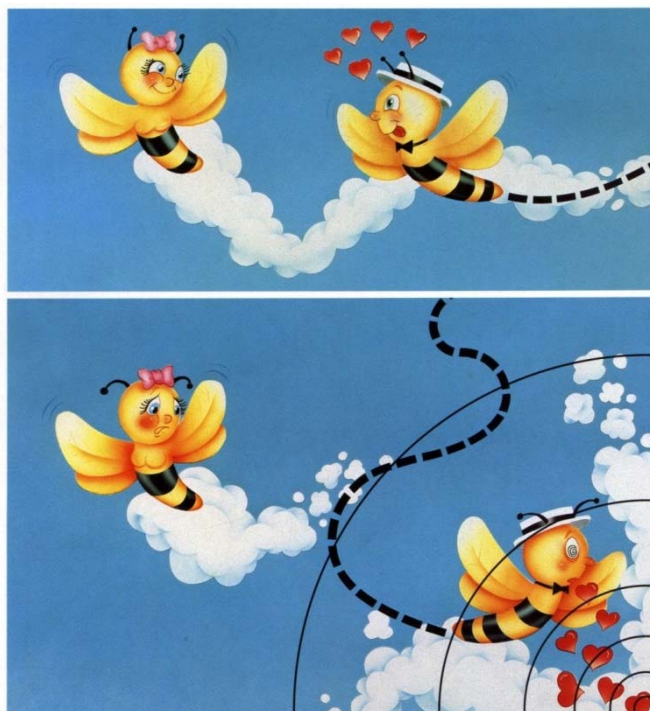
- capturer le maximum de mâles avant que les femelles n'apparaissent sur le terrain afin de réduire significativement la densité de la population fille.
- efficacité si monogynie (1 seul accouplement pour un male) moins si polygynie (accouplement avec plusieurs femelles)
- associée à un insecticide :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



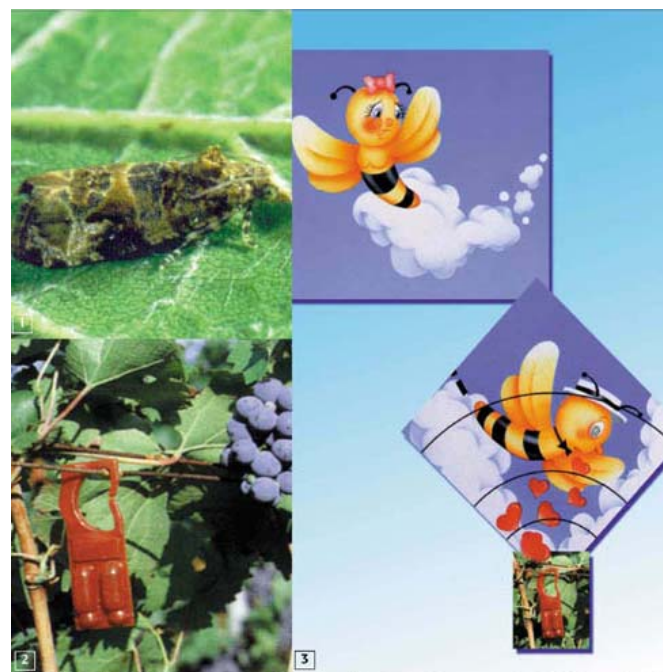
Piège à phéromones:  
capture les insectes



## 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 à l'utilisation des phéromones en phytoprotection agricole

### ❖ Qualité du bouquet phéromonal dans la formulation

**Complexité:** identification des composés minoritaires difficile (très faible quantité ~picogramme) →  
**les phéromones de synthèse** minent imparfaitement le signal

❖ **haut degré de motivation de l'agriculteur : manutention** (nombreux diffuseurs 500/ha) & **surveillance** soutenue des parcelles

### ❖ coût de la technique

**achat** des pièges ; **prix de revient** élevé des formulations : **temps investi**

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)

# Allomones végétales

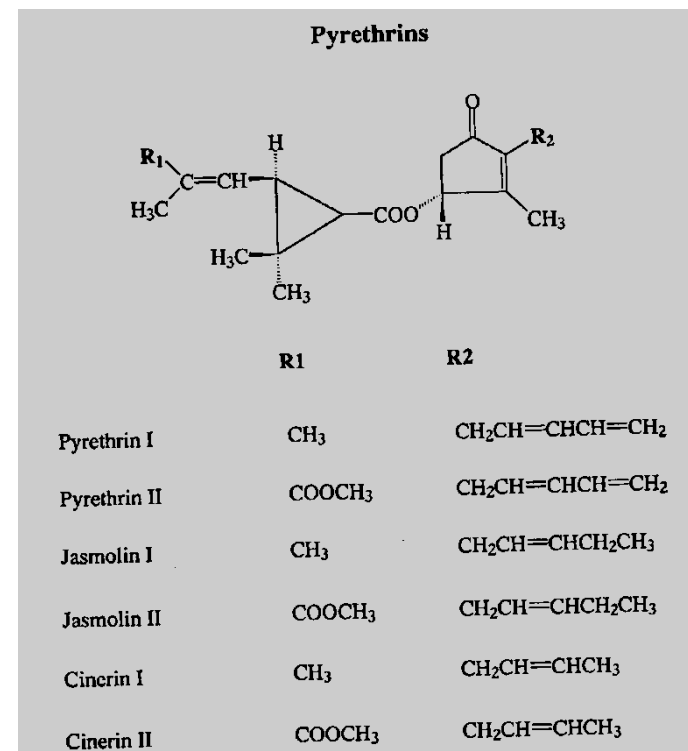
Le pyrèthre : incontournable !



*Chrysanthemum  
cinerariifolium*

*Asteraceae*

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



# Utilisation des allomones végétales en phytoprotection agricole

- **hétérogénéité** des extraits végétaux **matrices complexes**
- **degré de purification** des allomones extraites (**impuretés vs activité**)
- **variabilité de la sensibilité des espèces** à une allomone.
- exigence d'**innocuité** pour les espèces non-cible
- **disponibilité** de la ressource
- **respect des bonnes pratiques agricoles** et **phytopharmaceutiques**
- **qualité et efficacité** de la **formulation** mise sur le marché
- **prix de revient** du produit

PHYTOMA 117 79 DÉCEMBRE 2017 Recherche 11

## Les allomones végétales quel rôle dans le biocontrôle ?

Les allomones végétales font partie des « substances naturelles » utilisables comme produits de biocontrôle. Avec des freins et des atouts.

Catherine Regnauld-Roger\*, d'après sa communication à la Journée d'étude de l'AFPP sur l'écologie chimique, à Montpellier, le 24 octobre 2017 \*AFPP, Académie d'agriculture de France et Académie nationale de pharmacie

**V** leur origine naturelle, et même biologique d'où leur biodégradabilité, les allomones végétales actives contre des bioagresseurs de plantes cultivées sont, a priori, des produits de biocontrôle. Voyons à quelles conditions.

**Les allomones végétales, outils de la phytoprotection agricole**  
Du fond des âges jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, dès la Haute Antiquité, comme le prouvent les tablettes sumériennes du troisième millénaire avant J.-C. et le Veda, livre sacré indien du quatrième millénaire avant J.-C. (Regnauld-Roger et Philogène, 2008), les extraits végétaux riches en allomones ont été utilisés pour leurs propriétés thérapeutiques, biologiques et phytopharmaceutiques. Mais c'est au XIX<sup>e</sup> siècle que la conjugaison de pratiques empiriques, d'observations scientifiques et des progrès de la chimie analytique a conduit au développement d'une première génération d'extraits végétaux pour le contrôle de ravageurs des cultures. À cette époque, la nicotine du tabac (*Nicotiana tabacum*), le pyrèthre (extrait de plantes du genre *Chrysanthemum* spp.) et la rotondine (extraits de papilionacées d'Asie et d'Australie, *Lonicera caerulea* en France, *Derris elliptica*) étaient largement utilisés comme insecticides. Des composés extraits de plantes tropicales du genre *Cassia* spp. (quassine) ou *Ryania* spp. (ryanodine) connaissent moins de succès.

**L'arrivée de la chimie de synthèse**  
Toutefois, à cette époque, les approvisionnements exigeaient de longs transports (sans, le pyrèthre utilisé aux États-Unis venait du Japon) avec souvent des hydrates triglycériques ou des caissons en mauvais état. Les conditions de stockage étaient hélophobes, sans parler des problèmes d'extraction des substances actives, rudimentaires et aléatoires (Regnauld-Roger, 2014).



**Extrait d'une plante du genre *Chrysanthemum*, le pyrèthre était déjà utilisé comme insecticide au XIX<sup>e</sup> siècle.**

lorsqu'il a un insecticide de synthèse, le dichlorodiphénylchloroéthane (DDT), avait été employé avec profit contre les poux/vecteurs de maladies, les pesticides organiques de synthèse ont ainsi permis de suppléer les molécules extraites des végétaux. Ils étaient plus efficaces, d'un emploi plus facile et semblèrent plus sûrs, de surcroît, en l'absence de bon marché.

Retour vers le végétal  
Cependant, une utilisation mal maîtrisée de ces pesticides de synthèse et des effets non intentionnels transmissibles ont suscité un regain d'intérêt dans les années 1970 pour des stratégies phytopharmaceutiques alternatives. L'utilisation des allomones ou extraits végétaux en fait partie. Depuis les années 1980-90, la

**RÉSUMÉ**

**CONTRAINTES** - Les allomones végétales, substances naturelles utilisées depuis des siècles empiriquement pour la défense des plantes, s'inscrivent aujourd'hui dans le biocontrôle. Leur usage est conditionné par des contraintes de formulation, de disponibilité, de formulation, de stabilité et d'efficacité.

**POURQUOI** - Les allomones végétales, extraits de nombreuses familles botaniques, ont longtemps été utilisés empiriquement pour la défense des plantes. Elles sont aujourd'hui de plus en plus utilisées dans le biocontrôle.

## Quelques conclusions

- La protection des plantes cultivées dans l'agriculture moderne nécessite un niveau de technicité élevée
- L'utilisation des produits phytopharmaceutiques de synthèse a été repensée dans le cadre de la protection intégrée
- Les produits de biocontrôle diversifient l'éventail des produits phytosanitaires disponibles (certains avantages écologiques) et complémentarité avec les pesticides de synthèse dont ils contribuent à diminuer l'emploi.
- Ils doivent être cependant autorisés avec les mêmes exigences dans l'homologation que les pesticides agricoles de synthèse pour éviter les effets pervers non intentionnels : aucun produit de protection des plantes n'est anodin.

## Quelques conclusions

- On a besoin de toutes les solutions pour protéger la santé du végétal
- Toute innovation s'accompagne de tâtonnements inévitables
- La pertinence des solutions doivent être jugées en fonction du contexte

Chaque technologie doit être appréhendée en évaluant les **bénéfices/ risques** du moment

Désherbage  
thermique

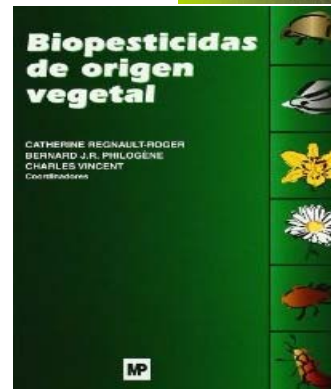
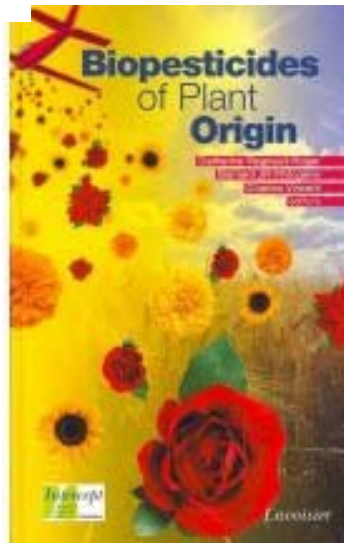
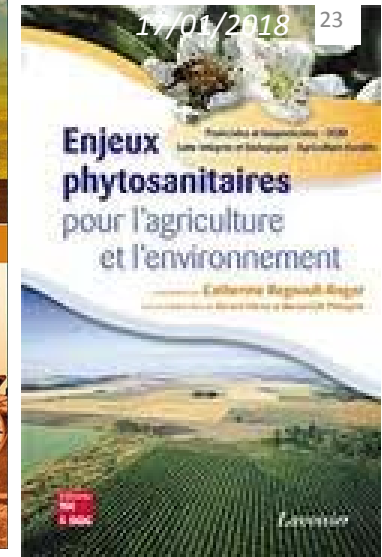
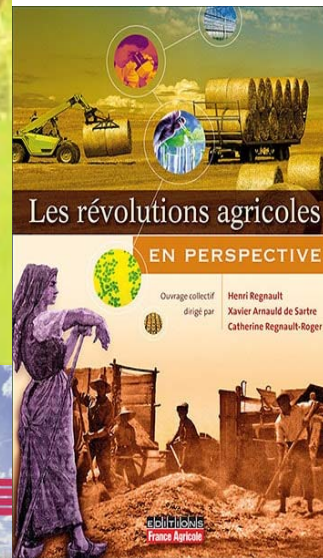


<http://www.ville-fouesnant.fr/-Espaces-verts->

Moins de pesticides  
chimiques 😊

Gaz à effet de serre ?





[Catherine.Regnault-Roger@univ-pau.fr](mailto:Catherine.Regnault-Roger@univ-pau.fr)

**Merci pour votre attention**  
20/11/2019

