



Stratégies de lutte biologique contre les insectes invasifs

Marc Kenis, Brett Hurley, Ann Hajek et Matthew Cock

Lutte biologique

Définition :

Utilisation d'organismes vivants (bénéfiques) pour lutter contre d'autres organismes vivants (nuisibles)



Trois grands types de lutte biologique:



1. Lutte biologique classique ou par introduction

Introduction d'un ennemi naturel d'origine exotique pour lutter contre un ravageur, généralement exotique lui aussi, visant un contrôle permanent du ravageur

2. Lutte biologique par augmentation

Augmentation de la densité d'ennemis naturels par lâchers réguliers. Les lâchers peuvent être soit inoculatifs (inoculation en début de saison d'un petit nombre d'individus qui vont se reproduire), soit inondatifs (lâchers massifs pour contrôle unique et immédiat)

3. Lutte biologique par conservation

Méthodes favorisant l'action des ennemis naturels déjà présents dans le système

Trois grands types de lutte biologique:



1. Lutte biologique classique ou par introduction

Introduction d'un ennemi naturel d'origine exotique pour lutter contre un ravageur, généralement exotique lui aussi, visant un contrôle permanent du ravageur

2. Lutte biologique par augmentation

Augmentation de la densité d'ennemis naturels par lâchers réguliers. Les lâchers peuvent être soit inoculatifs (inoculation en début de saison d'un petit nombre d'individus qui vont se reproduire), soit inondatifs (lâchers massifs pour contrôle unique et immédiat)

3. Lutte biologique par conservation

Méthodes favorisant l'action des ennemis naturels déjà présents dans le système

Comment marche la LBC?



Comment marche la LBC?

- Evaluation du problème, établissement des collaborations et revue de la littérature



Comment marche la LBC?

- Choix des régions d'investigation



Comment marche la LBC?

- Inventaire des ennemis naturels et étude de leur rôle en tant que facteurs de mortalité dans la région d'origine



Comment marche la LBC?

- Etude de la biologie et écologie des principaux ennemis naturels, en particulier leur spécificité
- Choix des espèces à introduire avec liste de priorités
- Pétition et approbation



Comment marche la LBC?

- Elevage en laboratoire
- Choix des zones de lâchers et lâchers



Comment marche la LBC?

- Vérification des établissements
- Distribution de l'agent de LB dans la région envahie
- Evaluation finale du projet



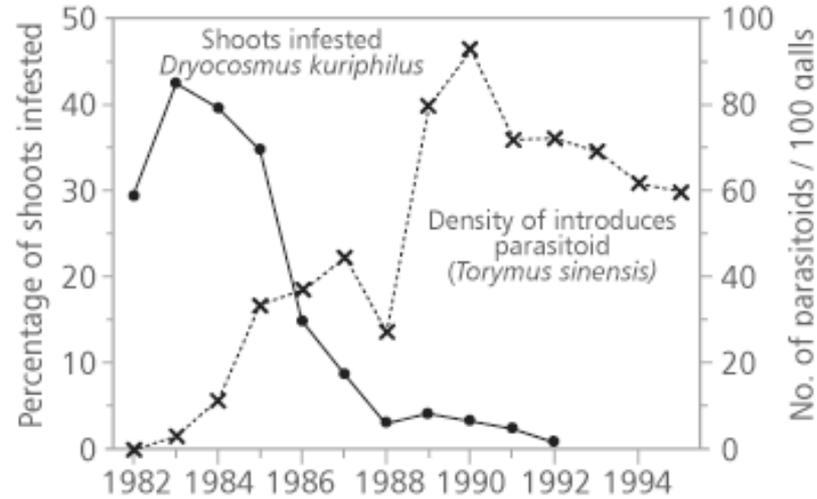
Est-ce que ça marche?



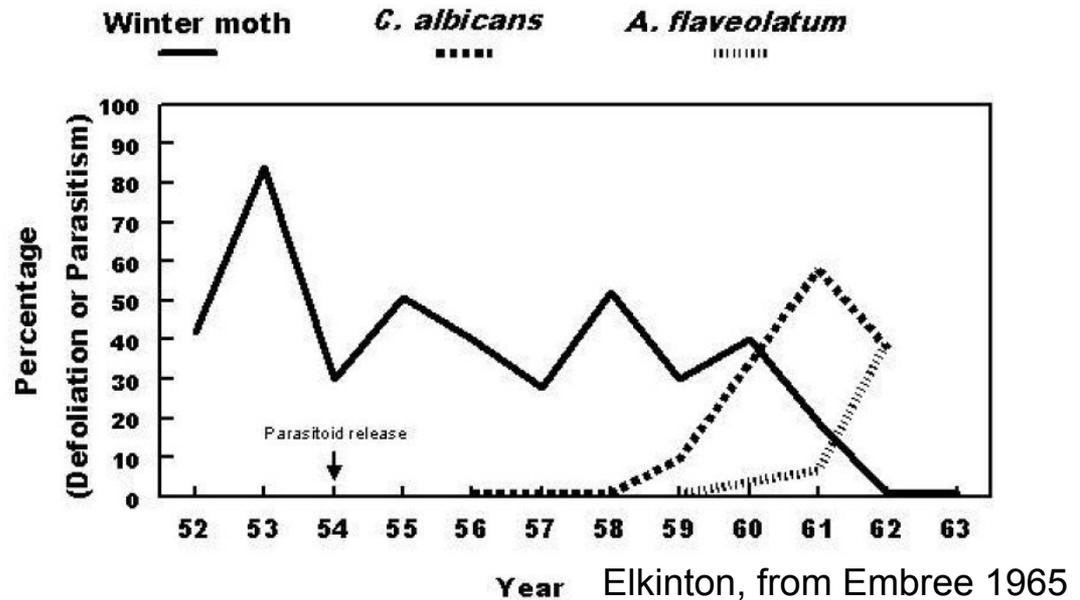
Est-ce que ça marche?



Est-ce que ça marche?



Moryia et al 1989



Est-ce que ça marche?



Depuis le succès du premier projet de LBC en 1889:

- 6164 introductions d'insectes contre 692 insectes ravageurs
- 37% des lâchers se sont établis
- 10% ont contribué à un succès
- 27% des espèces de ravageurs contrôlés

Est-ce que ça marche mieux dans un écosystème forestier ou pérenne?

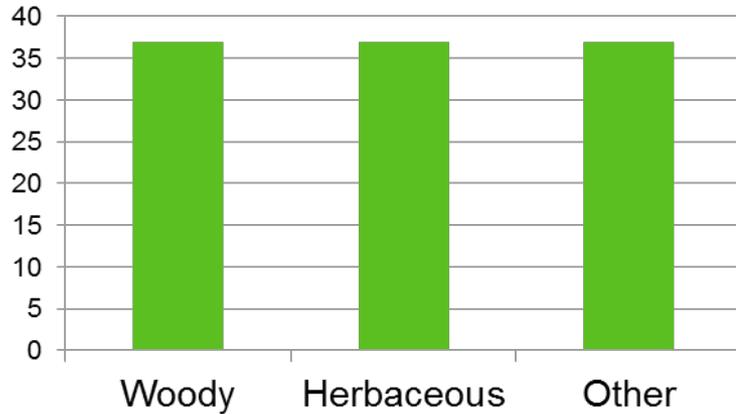
(Pschorn-Walcher, Annu Rev Entomol 1977)



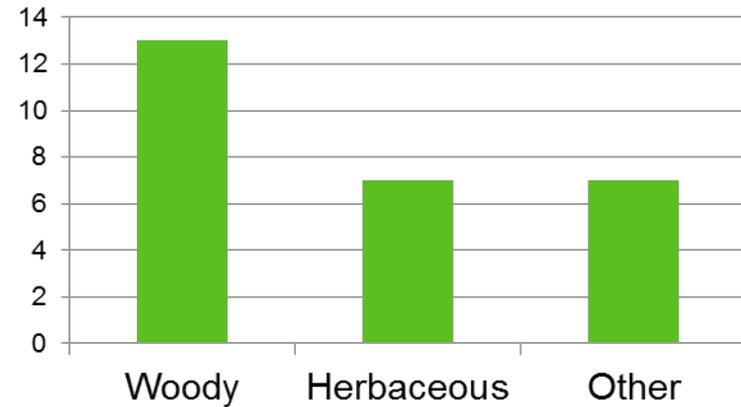
Est-ce que ça marche mieux dans un écosystème forestier ou pérenne?



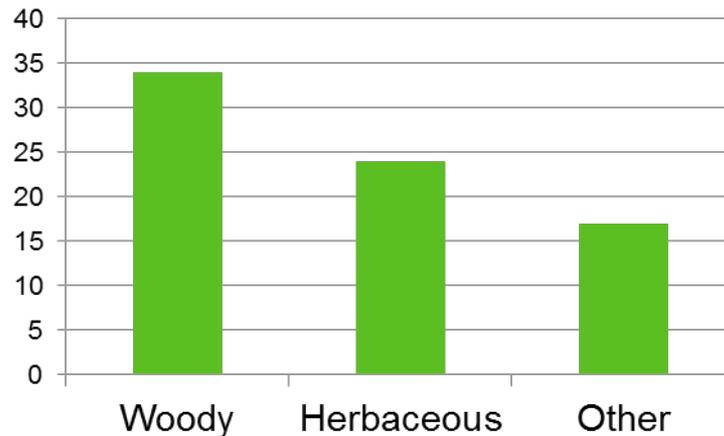
(Pschorn-Walcher, Annu Rev Entomol 1977)



% d'introductions ayant mené à un établissement



% d'introductions ayant mené à un succès

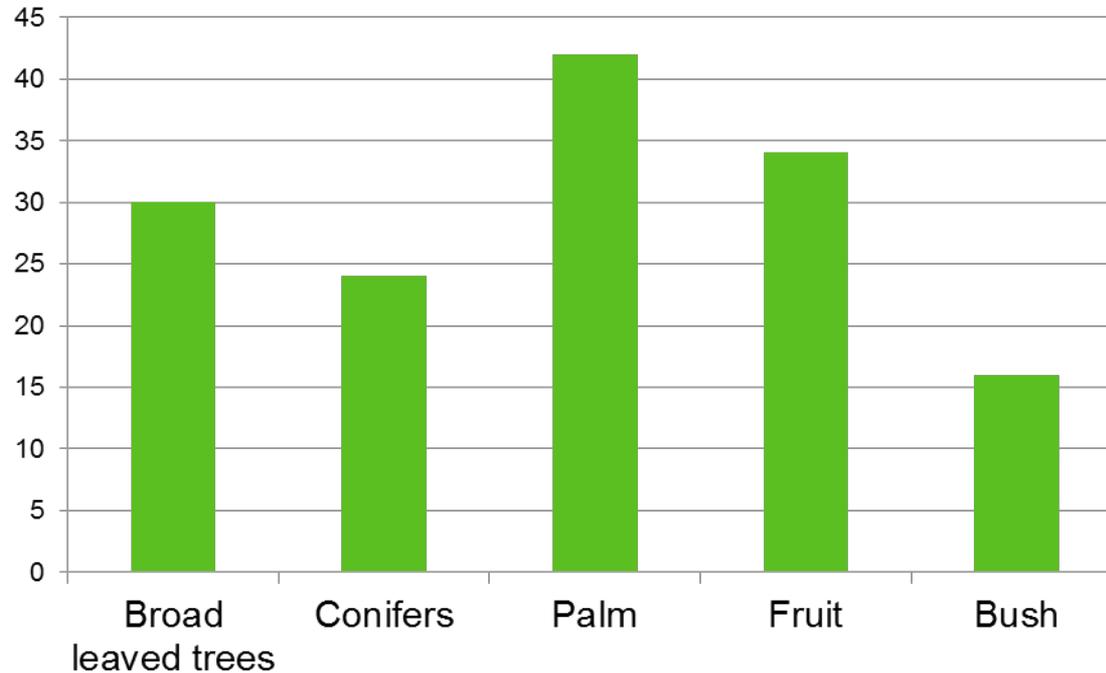


% d'espèces contrôlées avec succès

Source: Biocat

Est-ce que ça marche mieux dans un écosystème forestier ou pérenne?

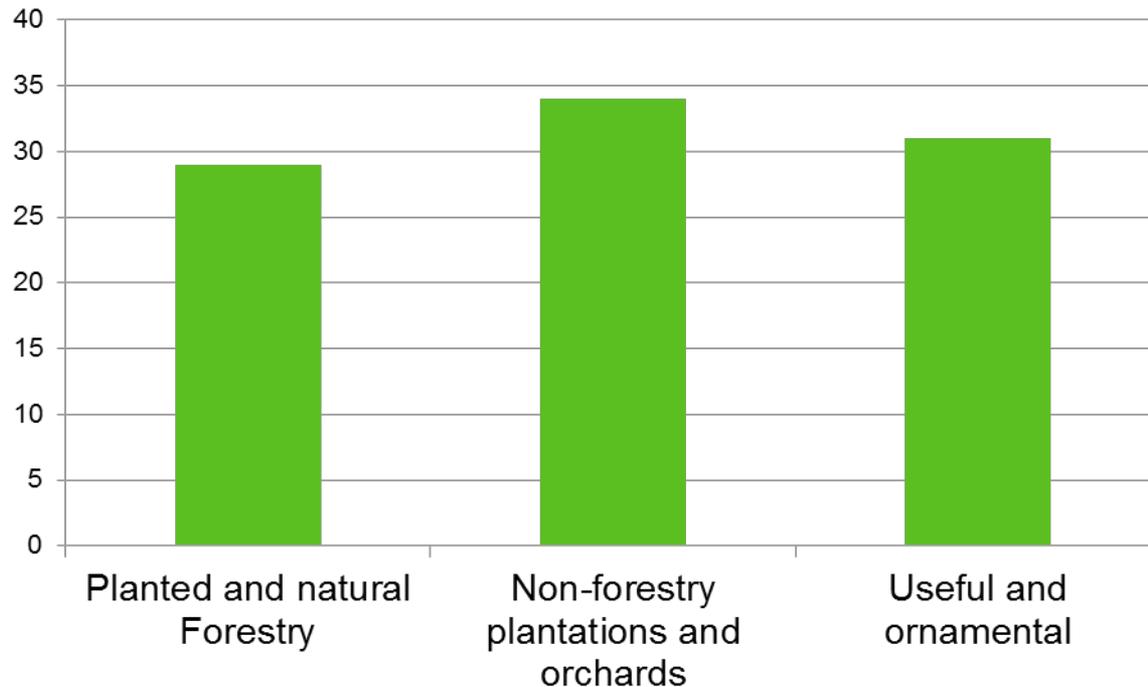
(Pschorn-Walcher, Annu Rev Entomol 1977)



% d'espèces contrôlées avec succès sur différentes catégories de plantes ligneuses

Est-ce que ça marche mieux dans un écosystème forestier ou pérenne?

(Pschorn-Walcher, Annu Rev Entomol 1977)



% des espèces contrôlées avec succès sur les plantes ligneuses et dans différents systèmes

Quels sont les bénéfices de la LBC?



Quels sont les bénéfices de la LBC?



Contrôle permanent du ravageur menant à des bénéfices très élevés

Quels sont les bénéfices de la LBC?



Contrôle permanent du ravageur menant à des bénéfices très élevés

En Australie:

Coût: bénéfice pour les projets de LBC de **1:10.6**

(1:2.5 pour la lutte chimique)

Certains projets de LBC à plus de **1:100** (Tisdell, 1990)

Sirex noctilio:

1:61 (Cullen et Whitten, 1995)

1:2 (Hill et Greathead, 2000)



Quels sont les bénéfices de la LBC?



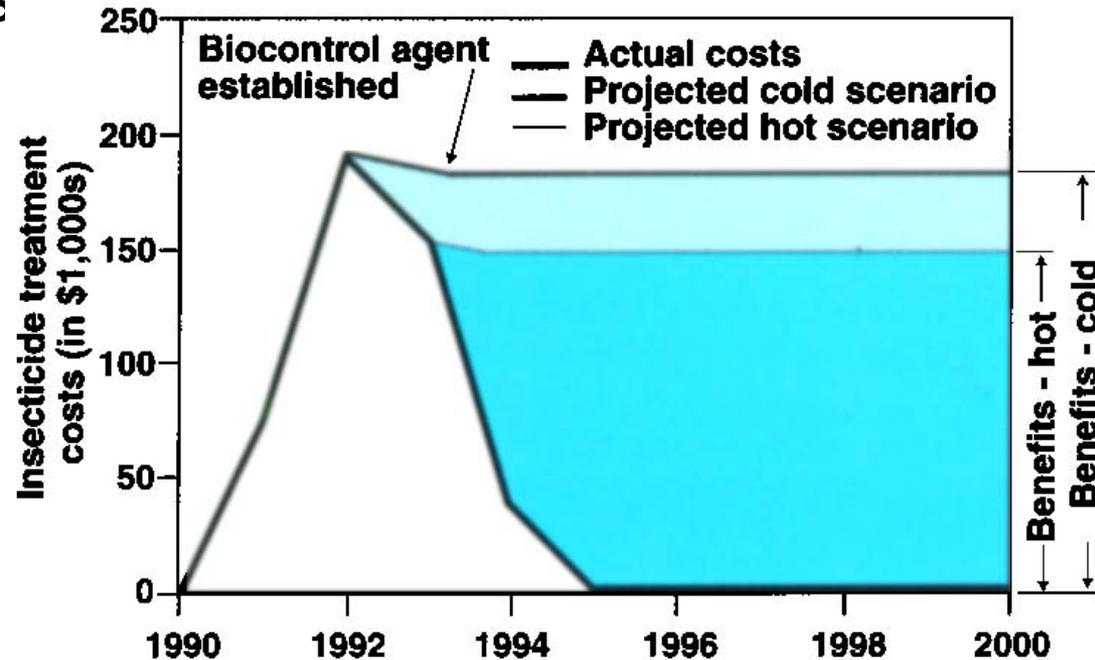
Très peu d'exemples de calculs précis pour des ravageurs "forestiers"

En Californie:

Blue gum psyllid
(*Ctenarytaina eucalypti*)
&
Psyllaephagus pilosus

Coût:bénéfice entre **1:9**
et **1:24**

(pesticides seulement)
(Dahlsten et al. 1998)



Quels sont les bénéfices de la LBC?



Beaucoup d'exemples en agriculture

En Afrique:

Cochenille du manioc
(*Phenacoccus manihoti*)
&
Epidinocarsis lopezi

Coût: bénéfice entre
1:200 et 1:500



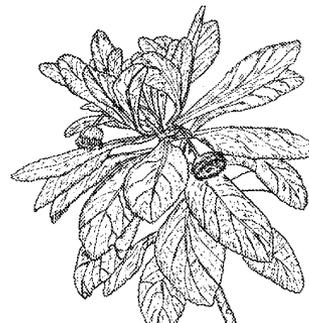
**Peut-il aussi y avoir des bénéfices
écologiques?**



Peut-il aussi y avoir des bénéfiques écologiques?

Orthezia insignis

- Cas du sauvetages des gommiers de St Hélène
- attaqués par la cochenille *Orthezia insignis*
- sauvés par l'introduction de la coccinelle *Hyperaspis pantherina* dans les années 1990



Et ne pas oublier:



La LBC est bien plus sûre pour la santé humaine et animale que la lutte chimique



Quels sont les risques de la LBC?



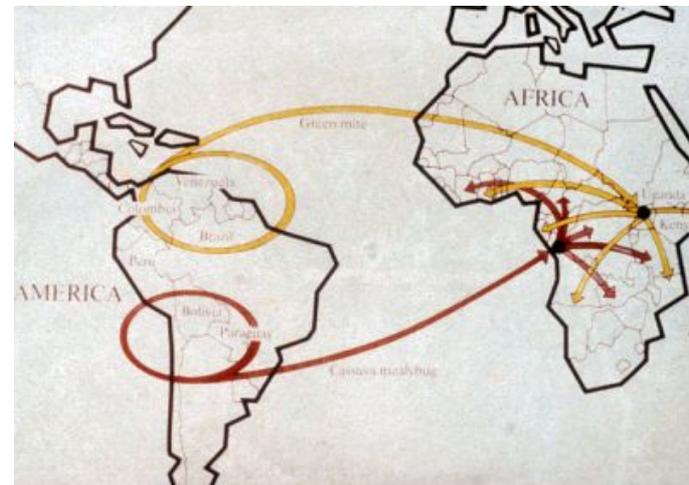
Quels sont les risques de la LBC?



Un programme de LBC peut prendre du temps

P. ex. près de 20 ans pour la cochenille du manioc en Afrique

Problème: trouver la région d'origine



Quels sont les risques de la LBC?



Risques d'effets non-cibles négatifs

Des effets négatifs peuvent s'observer sur:

- La biodiversité indigène
- Les services des écosystèmes
- Les espèces d'importance économique
- **Ces préoccupations ont gagné en importance depuis les années 80-90**

Quels sont les risques de la LBC?

Risques d'effets non-cibles négatifs

Cas malheureux souvent cités comme exemples:



Mangouste (*Herpestes javanicus*)



Crapaud buffle (*Rhinella marina* (L.))



Escargot carnivore *Euglandina rosae*

Quels sont les risques de la LBC?

Compsilura concinnata, parasitoïde de *Lymantria dispar*

- *Lymantria dispar*, défoliateur polyphage introduit en Amérique du Nord au 19eme siècle

- LBC au début du 20eme siècle, plus de 60 spp. introduits, 12-13 établies

- *Compsilura concinnata*, mouche parasitoïde, participe au déclin de rares Saturniidae



Quels sont les risques de la LBC?

Harmonia axyridis

- Utilisé comme agent de lutte biologique dans le monde au 20ème siècle
- Etabli sur la plupart des continents
- S'agrège dans les bâtiments en automne
- Donne un mauvais goût au vin
- Affecte les populations de coccinelles indigènes



E.C. Burkness, Univ. of Minn.



Harmonia axyridis larvae eating *Coccin*



© Stephen Cresswell

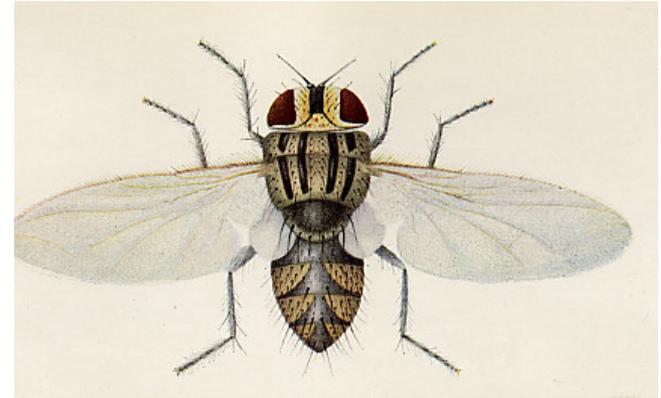
La LBC peut-elle éradiquer un ravageur ou une espèce non-cible?



La LBC peut-elle éradiquer un ravageur ou une espèce non-cible?

Bessa remota, parasitoïde de *Levuana iridescens*

- Lâchée au îles Fidji dans les années 1920 contre la teigne du cocotier *L. iridescens*.
- Elle est suspecté d'avoir causé l'éradication de la teigne et peut-être aussi d'un papillon exotique *Heteropan dolens*



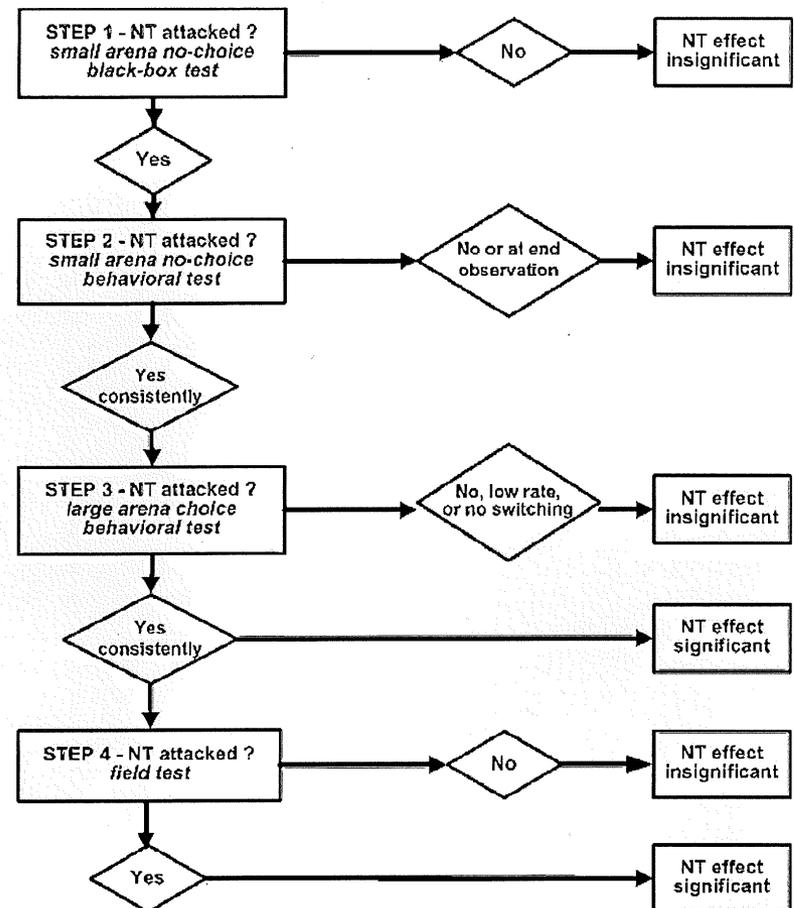
Comment limiter les risques?



Comment limiter les risques?

Procédures d'évaluation du risque (e.g. Van Driesche and Reardon, 2004; Bigler et al., 2006; Van Lenteren et al., 2008).

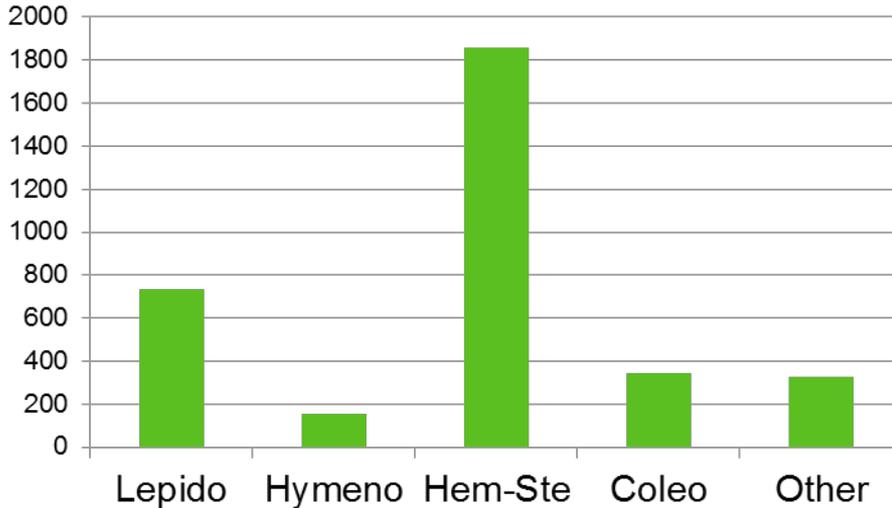
Appliquées systématiquement et depuis longtemps pour la LBC contre les mauvaises herbes



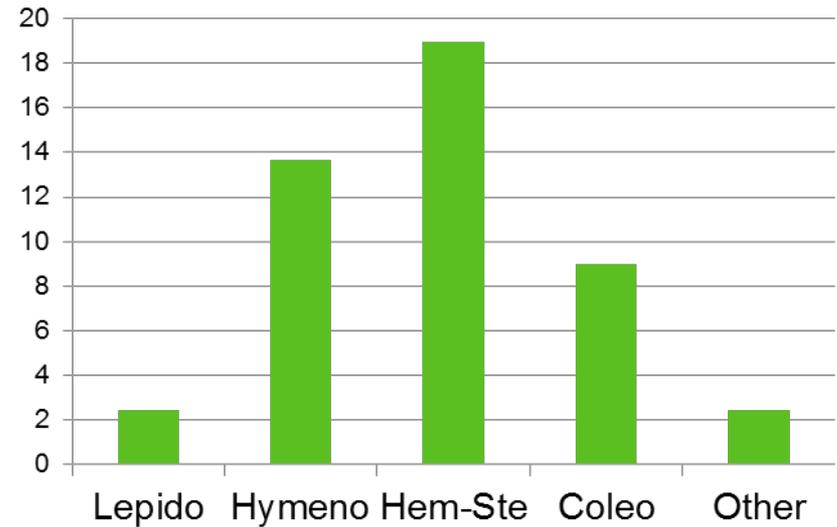
**La LBC marche-t-elle aussi bien
pour tous les ordres d'insectes?**



La LBC marche-t-elle aussi bien pour tous les ordres d'insectes?



No. d'introductions en LBC contre différents ordres d'insectes ravageurs des plantes ligneuses

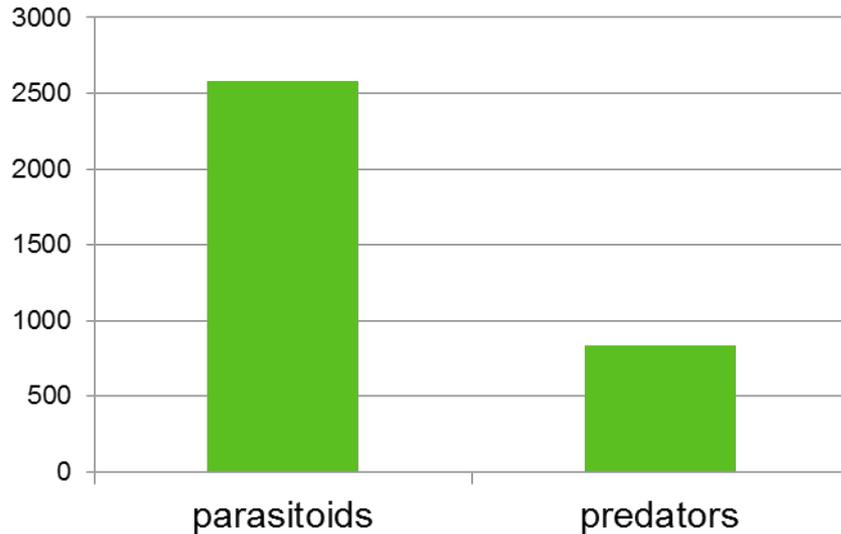


% d'introductions menant à un succès contre différents ordres de ravageurs de plantes ligneuses

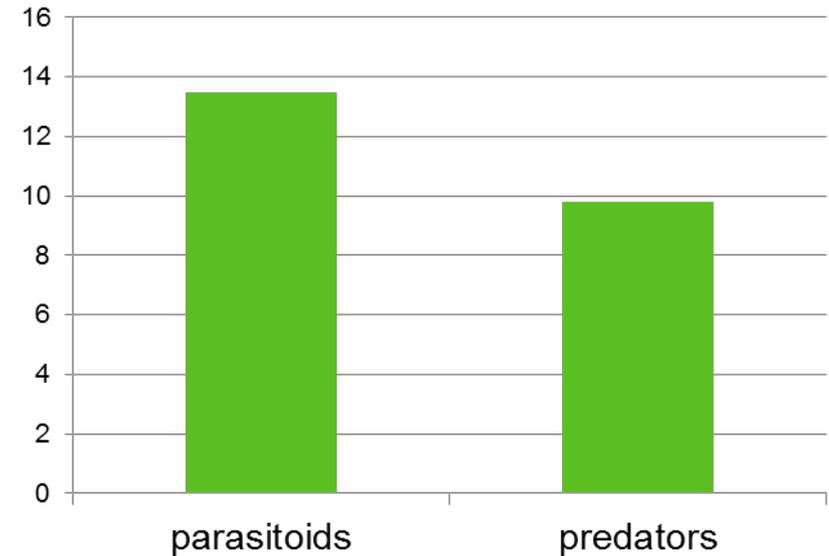
Les parasitoïdes et prédateurs ont-ils le même niveau de succès?



Les parasitoïdes et prédateurs ont-ils le même niveau de succès?



No d'introductions de parasitoïdes et prédateurs contre les insectes ravageurs de plantes ligneuses



% d'introductions de parasitoïdes et prédateurs impliqués dans un succès

La LBC a-t-elle décliné depuis les préoccupations de risques écologiques?

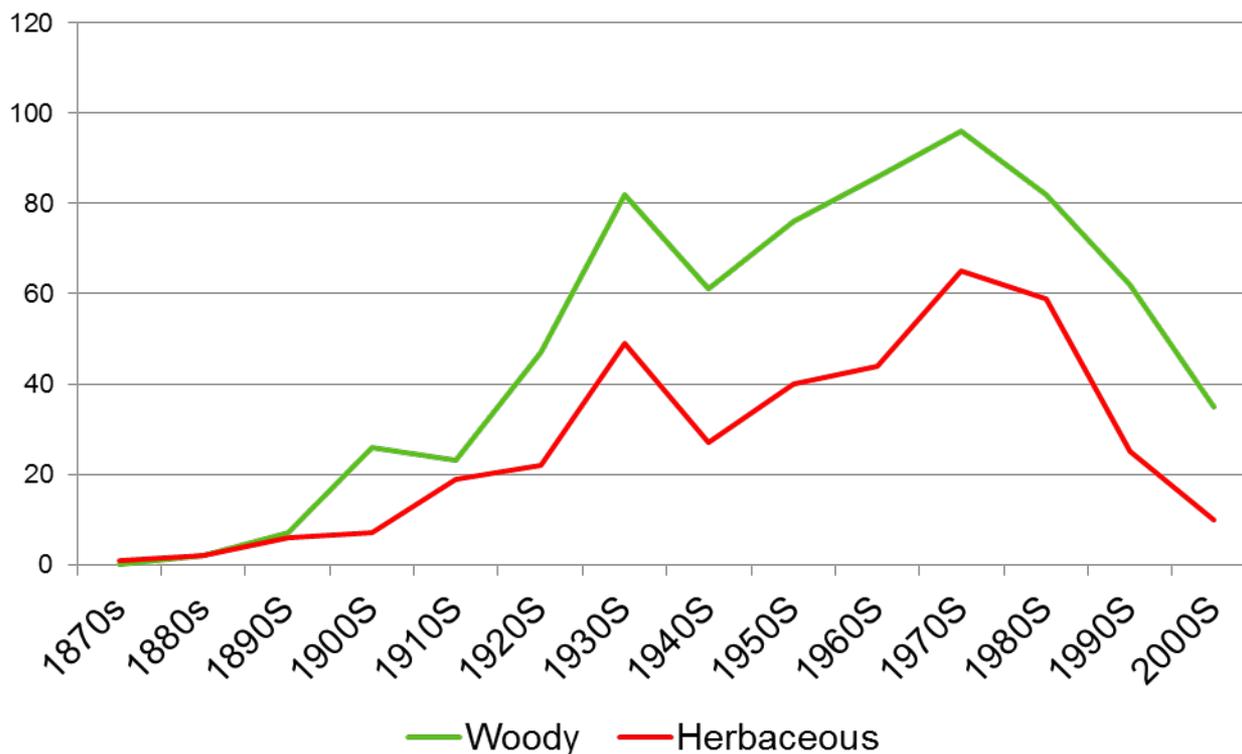


La LBC a-t-elle décliné depuis les préoccupations de risques écologiques?



No. d'introductions en LBC par décennie

La LBC a-t-elle décliné depuis les préoccupations de risques écologiques?



No. d'insectes ciblés en LBC par décade

La LBC a-t-elle décliné plus dans le secteur forestier qu'en agriculture?



La LBC a-t-elle décliné plus dans le secteur forestier qu'en agriculture?

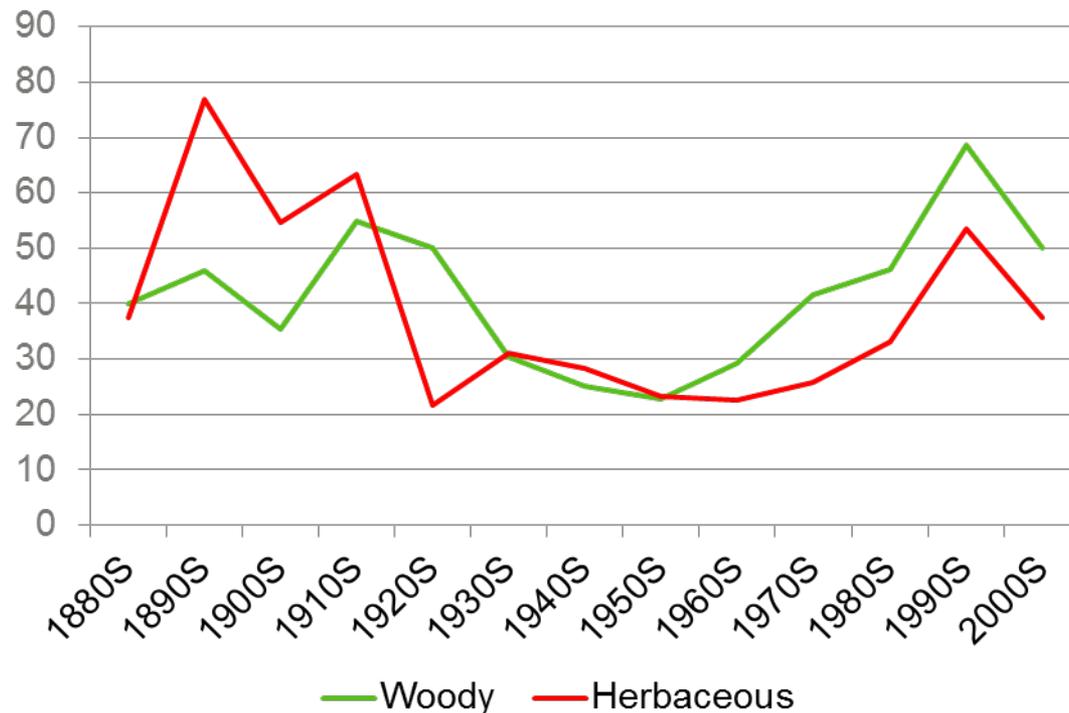


No. d'espèces cibles en LBC par décennie et par système de production

Le taux de succès de la LBC a-t-il augmenté avec le temps?



Le taux de succès de la LBC a-t-il augmenté avec le temps?



% d'introductions ayant résulté en un établissement par décade

Le taux de succès de la LBC a-t-il augmenté avec le temps?



% d'introductions d'agents de LBC menant à un succès, par décade

Ne peut-on pas attendre que des ennemis naturels indigènes finissent par contrôler l'espèce invasive?



Ne peut-on pas attendre que des ennemis naturels indigènes finissent par contrôler l'espèce invasive?



OUI, PARFOIS !

Tout dépend du type d'insectes et du milieu

Plus forte probabilité si:

- Le ravageur appartient à un groupe d'insectes susceptible aux ennemis naturels polyphages (par exemple les mineuses de feuilles)
- Il y a, dans la région d'introduction, des insectes taxonomiquement et écologiquement proches

Dilemme : attendre ou agir de suite ?

Ne peut-on pas attendre que des ennemis naturels indigènes finissent par contrôler l'espèce invasive?

Profenusa Thomsoni, la tenthrède mineuse du bouleau

- Originaire d'Europe où elle est très rare
- Introduite dans le courant du 20ème siècle au Canada
- Provoquait des dégâts très importants sur les bouleaux en milieu urbain
- Un projet de lutte biologique a été mis en place pour trouver des ennemis naturels en Europe
- Soudain, un parasitoïde indigène, *Lathrolestes luteolator*, a colonisé *P. thomsoni* au Canada
- *L. luteolator* est parasitoïde d'une mineuse taxonomiquement très proche, attaquant les chênes.
- Depuis quelques années, *P. thomsoni* ne cause plus de dégâts au Canada



Un ennemi naturel exotique peut-il arriver par lui-même (avec le ravageur ou après)?



Un ennemi naturel exotique peut-il arriver par lui-même (avec le ravageur ou après)?

Red gum lerp psyllid
(*Glycaspis brimblecombei*)

- Introduit dans plusieurs régions du monde
- Dans plusieurs régions, il a été «naturellement» suivi par le parasitoïde *Psyllaephagus bliteus* qui a partiellement contrôlé le psylle



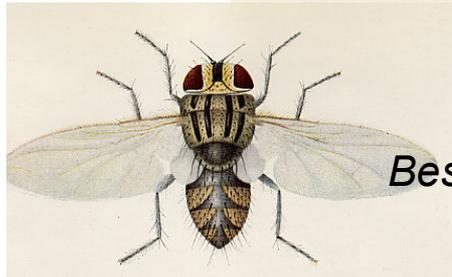
La LBC peut-elle marcher contre les ravageurs indigènes?



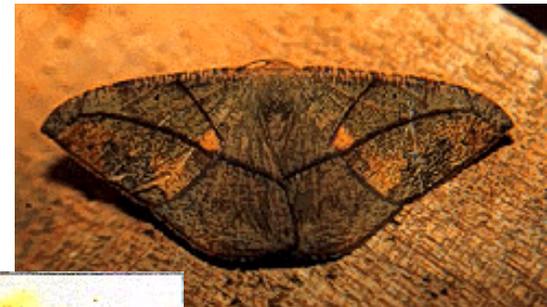
La LBC peut-elle marcher contre les ravageurs indigènes?

- Traditionnellement, la LBC a été dirigée contre les ravageurs exotiques
- Mais, depuis longtemps, elle est aussi occasionnellement pratiquée contre des ravageurs indigènes
- Théorie de la nouvelle association dans les années 80

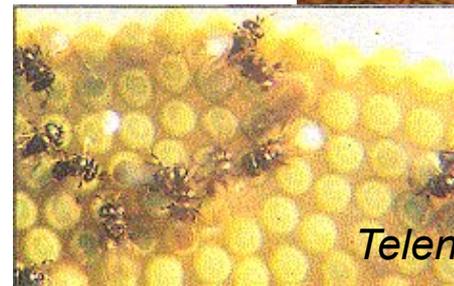
Levuana iridescens



Bessa remota



Oxydia trychiata/



Telenomus alsophilae

La LBC peut-elle marcher contre les ravageurs indigènes?

Dans les années 1980-90, CABI & SCF: 7 gros projets de LBC contre des ravageurs indigènes au Canada



La LBC peut-elle marcher contre les ravageurs indigènes?



Dans les années 1980-90, CABI & SCF: 7 gros projets de LBC contre des ravageurs indigènes au Canada

Résultats: 2 parasitoïdes introduits – pas d'établissement.

Raison:

- Les insectes utilisés comme source d'agents de LBC sont trop différents des insectes cibles, et les parasitoïdes sont trop spécifiques ou trop polyphages (p. ex. *Lambdina fiscellaria*, *Dendroctonus ponderosae*)
- Les complexes d'ennemis naturels d'insectes proches sont très similaires, pas de niche écologique vide et possibilité de compétition avec les ennemis naturels indigènes (p. ex. *Choristoneura fumiferana*, insectes des cônes d'épicéa)

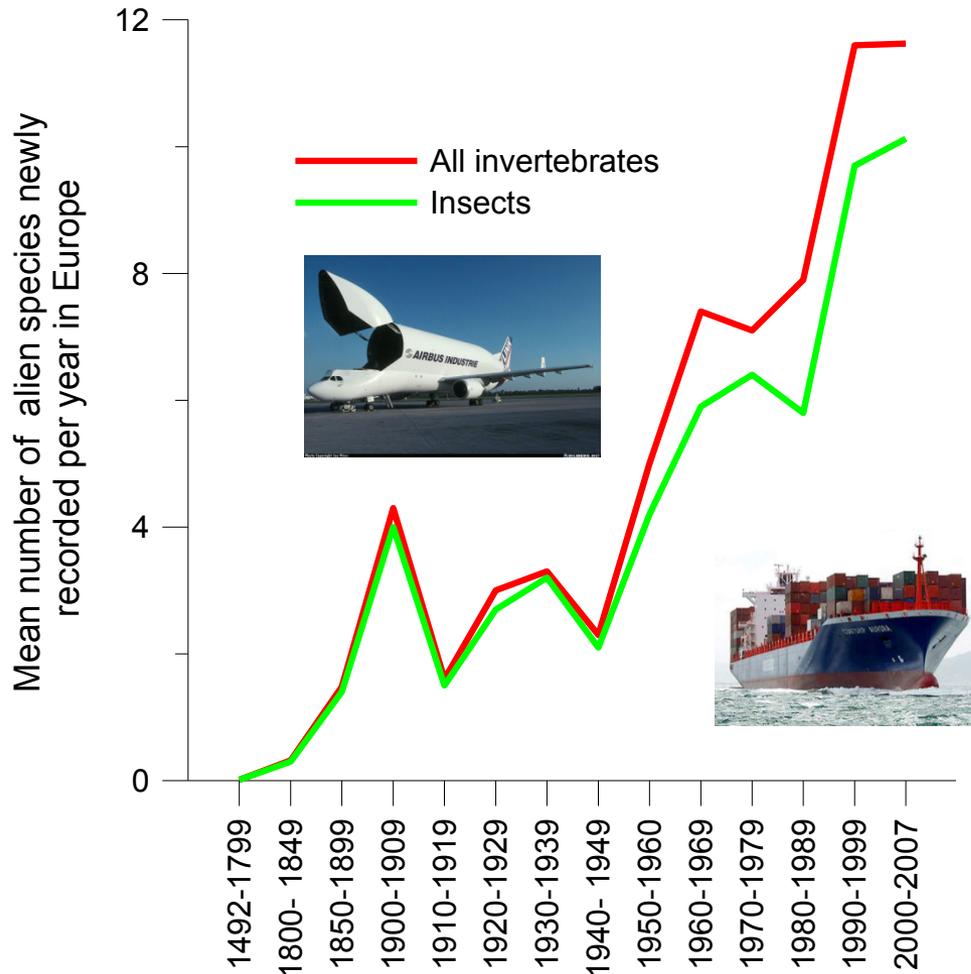
La LBC peut-elle marcher quand la cause du succès de l'envahisseur est le manque de résistance des arbres hôtes?



La LBC contre les ravageurs (forestiers) a-t-elle de l'avenir?



La LBC contre les ravageurs (forestiers) a-t-elle de l'avenir?



Source: Daisie project

Quel sont les obstacles majeurs pour l'avenir de la LBC?



Quel sont les obstacles majeurs pour l'avenir de la LBC?



- Législations trop contraignantes concernant:
 - Importations et lâchers d'agents de LBC
 - Principe de l'accès et le partage des avantages (CDB)

Quel sont les obstacles majeurs pour l'avenir de la LBC?



- Législations trop contraignantes concernant:
 - Importations et lâchers d'agents de LBC
 - Principe de l'accès et le partage des avantages (CDB)
- Image de la LBC parmi certains écologistes et une partie du public

Quel sont les obstacles majeurs pour l'avenir de la LBC?

- Législations trop contraignantes concernant:
 - Importations et lâchers d'agents de LBC
 - Principe de l'accès et le partage des avantages (CDB)
- Image de la LBC parmi certains écologistes et une partie du public
- Praticiens de la lutte biologique irresponsables



Les risques et bénéfiques doivent être pris en compte et comparés

Une évaluation du risque pour des agents exotiques de LBC devrait toujours inclure une analyse de coût-bénéfice intégrant les dimensions sociales, économiques et écologiques du projet



- Effets négatifs du ravageur contre effet négatif potentiel de l'agent de LB
- Effets écologiques vs effets économiques



Merci pour votre attention

Kenis, M., Hurley, B., Hajek, A., E. and Cock, M. (2017) Classical biological control of insect pests of trees - facts and figures. *Biological Invasions*, doi:10.1007/s10530-017-1414-4