

Evaluation économique des impacts de l'introduction de la coccinelle asiatique, un agent de lutte biologique devenu envahissant

Raja Chakir, Maia David, Estelle Gozlan, Aminata Sangare¹

FLM Chaire Climat
23 mai 2014

1. UMR Economie Publique AgroParisTech - INRA

Plan de la présentation

- 1 Introduction
- 2 Méthodologie
- 3 Elaboration du questionnaire
- 4 Collecte et traitement des données
- 5 Interprétation et discussion

La lutte biologique en agriculture

- La lutte biologique est une méthode de lutte contre un ravageur ou une plante adventice au moyen d'organismes naturels antagonistes de ceux-ci (ex : prédateurs, agents pathogènes)
- Méthode ancestrale mais qui s'est systématisée au début du XXème siècle

La lutte biologique en agriculture

- La lutte biologique est une méthode de lutte contre un ravageur ou une plante adventice au moyen d'organismes naturels antagonistes de ceux-ci (ex : prédateurs, agents pathogènes)
- Méthode ancestrale mais qui s'est systématisée au début du XXème siècle
- Essor récent dû aux controverses sur les produits phytosanitaires et au développement de l'agriculture biologique

La lutte biologique en agriculture

- La lutte biologique est une méthode de lutte contre un ravageur ou une plante adventice au moyen d'organismes naturels antagonistes de ceux-ci (ex : prédateurs, agents pathogènes)
- Méthode ancestrale mais qui s'est systématisée au début du XXème siècle
- Essor récent dû aux controverses sur les produits phytosanitaires et au développement de l'agriculture biologique
- Souvent, l'agent de biocontrôle est une espèce exotique introduite par l'Homme

Introduction de la coccinelle asiatique

- *Harmonia axyridis*
- Introduite en 1916 aux Etats-Unis afin de protéger les cultures contre les pucerons, dont elle est vorace
- Introduction en Europe du Nord dans les années 1990

Introduction de la coccinelle asiatique

- *Harmonia axyridis*
- Introduite en 1916 aux Etats-Unis afin de protéger les cultures contre les pucerons, dont elle est vorace
- Introduction en Europe du Nord dans les années 1990
- Depuis, acclimatation et extension rapide de l'insecte
- Elle est maintenant présente dans plus de 38 pays et progresse à une vitesse estimée entre 100 et 500 km par an (Brown et al. 2011)

Harmonia axyridis



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)

2004



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)

2006



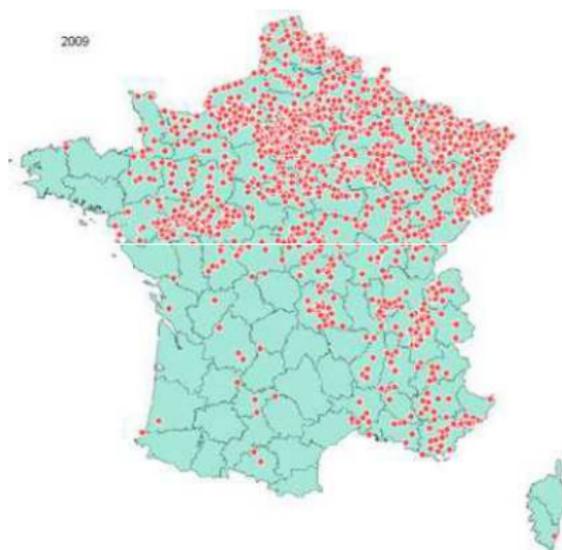
L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)



L'invasion d'*Harmonia axyridis* en France (2004-2011)



Espèces invasives et biodiversité

- Espèce invasive :
 - 1 Introduite par l'Homme, intentionnellement ou non, en dehors de son aire de répartition naturelle
 - 2 Se multiplie ensuite sans intervention de l'Homme et forme une population pérenne
 - 3 Nuit à la diversité biologique ou perturbe les écosystèmes ou les activités humaines

Espèces invasives et biodiversité

- Espèce invasive :
 - 1 Introduite par l'Homme, intentionnellement ou non, en dehors de son aire de répartition naturelle
 - 2 Se multiplie ensuite sans intervention de l'Homme et forme une population pérenne
 - 3 Nuit à la diversité biologique ou perturbe les écosystèmes ou les activités humaines
- Deuxième cause mondiale d'érosion de la biodiversité (Millenium Ecosystem Assessment 2005)

Espèces invasives et biodiversité

- Espèce invasive :
 - ① Introduite par l'Homme, intentionnellement ou non, en dehors de son aire de répartition naturelle
 - ② Se multiplie ensuite sans intervention de l'Homme et forme une population pérenne
 - ③ Nuit à la diversité biologique ou perturbe les écosystèmes ou les activités humaines
- Deuxième cause mondiale d'érosion de la biodiversité (Millenium Ecosystem Assessment 2005)
- Exemples célèbres : le frelon asiatique, le ragondin, la tortue de Floride, la moule zébrée ou la renouée du Japon.

Les impacts de la coccinelle asiatique

- Atteintes à la biodiversité :
- Menace pour les espèces indigènes de coccinelles (*Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*) et autres insectes aphidiphages
- Compétition intra-guilde : cannibalisme, ressources communes (Adriaens et al. 2003)

Les impacts de la coccinelle asiatique

- Atteintes à la biodiversité :
- Menace pour les espèces indigènes de coccinelles (*Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*) et autres insectes aphidiphages
- Compétition intra-gilde : cannibalisme, ressources communes (Adriaens et al. 2003)
- Nuisances pour les Hommes et les cultures :
- Nuisances dans les habitations à l'automne : esthétique, olfactive, allergique (Pervez and Omkar 2006)
- Dommages dans les cultures de fruits et les vignes (Ejbich 2003, Pickering 2004)

Les impacts d'*Harmonia axyridis*



Une analyse coûts-bénéfices

- Bénéfices en termes de protection efficace de certaines cultures, comme alternative aux pesticides chimiques
- Coûts en termes de perte de biodiversité et de nuisances sur les Hommes et les vignes
- Faut-il considérer Harmonia comme un agent efficace de lutte biologique ou comme une source de nuisances? → à l'heure actuelle, pas de consensus

Une analyse coûts-bénéfices

- Bénéfices en termes de protection efficace de certaines cultures, comme alternative aux pesticides chimiques
- Coûts en termes de perte de biodiversité et de nuisances sur les Hommes et les vignes
- Faut-il considérer Harmonia comme un agent efficace de lutte biologique ou comme une source de nuisances? → à l'heure actuelle, pas de consensus
- Nécessité de mener des analyses quantitatives permettant de mettre en balance ces coûts et bénéfices (Pervez and Omkar 2006)

Une analyse coûts-bénéfices (2)

- Faut-il mettre en place des politiques de lutte contre les impacts d'*Harmonia* ?
- Quel est le budget à allouer à ces mesures ? Quelles est la disposition à payer de nos populations pour améliorer ce problème ?
- Faut-il continuer d'autoriser l'introduction d'*Harmonia* dans d'autres régions ? Plus généralement, faut-il poursuivre l'introduction d'espèces exotiques pour la lutte biologique ?

Une analyse coûts-bénéfices (3)

- Large littérature en écologie mais littérature économique quasi-inexistante
- On cherche ici à évaluer, en termes monétaires, une partie des coûts et des bénéfices associés à *Harmonia axyridis* en France
- Travail en collaboration R. Chakir, E. Gozlan, A. Sangare
- Projet Biofis (Agropolis Fondation)

Choix de la méthode d'évaluation monétaire

- La méthode d'expérimentation des choix (*choice experiment*) : méthode directe où on demande aux interviewés de choisir parmi plusieurs options impliquant différents états de l'environnement et différentes participations financières

Choix de la méthode d'évaluation monétaire

- La méthode d'expérimentation des choix (*choice experiment*) : méthode directe où on demande aux interviewés de choisir parmi plusieurs options impliquant différents états de l'environnement et différentes participations financières
- Cette méthode a l'avantage d'inclure différentes caractéristiques (ou attributs) de l'état de l'environnement dans la même étude
- Permet d'inclure la valeur d'existence
- Procure davantage d'information statistique qu'une évaluation contingente (choix répétés)

Choix de la méthode d'évaluation monétaire

- La méthode d'expérimentation des choix (*choice experiment*) : méthode directe où on demande aux interviewés de choisir parmi plusieurs options impliquant différents états de l'environnement et différentes participations financières
- Cette méthode a l'avantage d'inclure différentes caractéristiques (ou attributs) de l'état de l'environnement dans la même étude
- Permet d'inclure la valeur d'existence
- Procure davantage d'information statistique qu'une évaluation contingente (choix répétés)
- Inconvénients : questionnaire lourds (biais cognitif) et traitement économétrique plus complexe

La littérature existante

- Encore peu d'études type *choice experiment* sur l'évaluation des pesticides (Travisi and Nijkamp 2008)
- Quelques-unes sur l'évaluation d'une espèce menacée (Hanley et al. 2003, 2010, Batczak and Meyerhoff 2013, Wallmo and Lew 2011)
- Evaluation dépend beaucoup du type d'espèces (Richardson and Loomis 2009) et, à notre connaissance, il n'existe actuellement aucune *choice experiment* sur une espèce menacée de type insecte

Les étapes d'une *choice experiment*

- Choix des attributs et des niveaux

Les étapes d'une *choice experiment*

- Choix des attributs et des niveaux
- Design expérimental et élaboration du questionnaire

Les étapes d'une *choice experiment*

- Choix des attributs et des niveaux
- Design expérimental et élaboration du questionnaire
- Collecte des données

Les étapes d'une *choice experiment*

- Choix des attributs et des niveaux
- Design expérimental et élaboration du questionnaire
- Collecte des données
- Traitement économétrique

Les étapes d'une *choice experiment*

- Choix des attributs et des niveaux
- Design expérimental et élaboration du questionnaire
- Collecte des données
- Traitement économétrique
- Interprétation des résultats

Sélection des attributs

- Nous devons sélectionner les attributs de l'invasion de la coccinelle asiatique les plus importants et qui composeront les options proposées
- Attention au biais cognitif dû à un trop grand nombre de choix (Hanley, Wright and Koop, 2000)

Sélection des attributs

- Nous devons sélectionner les attributs de l'invasion de la coccinelle asiatique les plus importants et qui composeront les options proposées
- Attention au biais cognitif dû à un trop grand nombre de choix (Hanley, Wright and Koop, 2000)
- Consultation d'experts de la coccinelle asiatique et de la méthode *choice experiment*
- Organisation d'un groupe de discussion informel avec des non experts (*focus group*)

Choix de quatre attributs

- 1 "Pesticides" : utilisation de pesticides chimiques dans l'agriculture
- 2 "Biodiversité" : population de la coccinelle à deux point (*Adalia bipunctata*, coccinelle européenne indigène la plus menacée)
- 3 "Nuisances" : ensemble des nuisances pour l'Homme et les cultures (aggrégats dans les maisons, allergies, dommages aux vignes)
- 4 "Participation financière" : hausse de la taxe d'habitation annuelle

Définition des niveaux et du *statu-quo*

- Nous interrogeons les individus sur leur option préférée dans 5 ans
- Chaque option est définie par une combinaison de différents niveaux pour les différents attributs

Définition des niveaux et du *statu-quo*

- Nous interrogeons les individus sur leur option préférée dans 5 ans
- Chaque option est définie par une combinaison de différents niveaux pour les différents attributs
- Les individus ont le choix entre 3 options, dont l'une est le *statu-quo*, c'est à dire la situation dans 5 ans si aucune mesure n'est prise
- Dans le *statu-quo*, la contribution financière est nulle

Définition des niveaux et du *statu-quo*

- Nous interrogeons les individus sur leur option préférée dans 5 ans
- Chaque option est définie par une combinaison de différents niveaux pour les différents attributs
- Les individus ont le choix entre 3 options, dont l'une est le *statu-quo*, c'est à dire la situation dans 5 ans si aucune mesure n'est prise
- Dans le *statu-quo*, la contribution financière est nulle
- Nous avons choisi trois niveaux possibles pour chaque attribut

Les attributs et les niveaux associés

Attributes	Levels
Pesticides : use of chemicals in agriculture	Present level (SQ) ; Reduction (3%) ; Increase (3%)
Biodiversity : <i>Adalia bipunctata</i> 's population	Disappeared (SQ) ; Rare ; Abundant
Nuisance : damages on humans and vine (% of the population)	High (15%, SQ) ; Moderate (5%) ; Insignificant (1%)
Monetary contribution : increase in yearly taxes	0 € (SQ) ; 5 € ; 10 €

Objectif du design expérimental

- Choisir le sous-ensemble des combinaisons de niveaux d'attributs qui apporte une information maximale (logiciel Ngene)
- Design bayésien D-efficient

Objectif du design expérimental

- Choisir le sous-ensemble des combinaisons de niveaux d'attributs qui apporte une information maximale (logiciel Ngene)
- Design bayésien D-efficient
- Le design orthogonal : sans *a priori* sur les préférences de la population interrogée

Objectif du design expérimental

- Choisir le sous-ensemble des combinaisons de niveaux d'attributs qui apporte une information maximale (logiciel Ngene)
- Design bayésien D-efficient
- Le design orthogonal : sans *a priori* sur les préférences de la population interrogée
- Le design efficient : permet d'obtenir davantage d'information avec le même nombre de choix mais requière des *a priori* (priors) sur les préférences de la population
- *Priors* obtenus dans la littérature ou grâce à une enquête pilote
- Design efficient plus rare et valorisé dans la littérature

Mise en place d'une enquête pilote et design efficient

- Afin de pouvoir élaborer un design efficient, en l'absence d'études antérieures dans la littérature, nous avons mené une enquête pilote en décembre 2013
- Basée sur un design orthogonal
- Echantillon : 204 étudiants d'AgroParisTech (1A)

Mise en place d'une enquête pilote et design efficient

- Afin de pouvoir élaborer un design efficient, en l'absence d'études antérieures dans la littérature, nous avons mené une enquête pilote en décembre 2013
- Basée sur un design orthogonal
- Echantillon : 204 étudiants d'AgroParisTech (1A)
- On obtient le consentement à payer pour cet échantillon \Rightarrow *priors* \Rightarrow design efficient
- On obtient le questionnaire final avec neuf ensembles de choix entre trois options, dont le SQ

Mise en place d'une enquête pilote et design efficient

- Afin de pouvoir élaborer un design efficient, en l'absence d'études antérieures dans la littérature, nous avons mené une enquête pilote en décembre 2013
- Basée sur un design orthogonal
- Echantillon : 204 étudiants d'AgroParisTech (1A)
- On obtient le consentement à payer pour cet échantillon \Rightarrow *priors* \Rightarrow design efficient
- On obtient le questionnaire final avec neuf ensembles de choix entre trois options, dont le SQ
- Notre design expérimental inclu une option dominée dans un des ensembles de choix, afin de tester la cohérence des réponses

Exemple d'un ensemble de choix

	Option A	Option B	Statu quo
Pesticides:	Pesticides : diminution (3%) 	Pesticides : niveau actuel 	Pesticides : niveau actuel 
Biodiversité: coccinelle à deux points	Coccinelle à deux points : rare 	Coccinelle à deux points : abondante 	Coccinelle à deux points : disparue 
Nuisances: part de la population concernée	Nuisances : modérées (5%) 	Nuisances : élevées (15%) 	Nuisances : élevées (15%) 
Participation Financière: hausse de la taxe d'habitation annuelle			
Choix	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Présentation du questionnaire

- Durée du questionnaire : < 15 mn
- Questions de mise en situation (sensibilité environnementale, consommation de produits bio, ...)

Présentation du questionnaire

- Durée du questionnaire : < 15 mn
- Questions de mise en situation (sensibilité environnementale, consommation de produits bio, ...)
- Présentation de la problématique (vidéo et slides)

Présentation du questionnaire

- Durée du questionnaire : < 15 mn
- Questions de mise en situation (sensibilité environnementale, consommation de produits bio, ...)
- Présentation de la problématique (vidéo et slides)
- Neuf ensembles de choix (ordre randomisé)

Présentation du questionnaire

- Durée du questionnaire : < 15 mn
- Questions de mise en situation (sensibilité environnementale, consommation de produits bio, ...)
- Présentation de la problématique (vidéo et slides)
- Neuf ensembles de choix (ordre randomisé)
- Récapitulatif des réponses et niveau de satisfaction

Présentation du questionnaire

- Durée du questionnaire : < 15 mn
- Questions de mise en situation (sensibilité environnementale, consommation de produits bio, ...)
- Présentation de la problématique (vidéo et slides)
- Neuf ensembles de choix (ordre randomisé)
- Récapitulatif des réponses et niveau de satisfaction
- Caractéristiques socio-économiques

Le mode d'enquête

- Mai 2014 : Enquête en ligne (institut Vivaxis)
- 503 répondants
- Echantillon représentatif de la France (quota : sexe, âge, CSP, lieu d'habitation rural/urbain)

Exclusion de certaines réponses

- 7.5% des répondants ont répondu de manière incohérente et sont exclus de l'échantillon

Exclusion de certaines réponses

- 7.5% des répondants ont répondu de manière incohérente et sont exclus de l'échantillon
- 14% des répondants ont déclaré ne pas être entièrement satisfaits de leur réponse → pas critère d'exclusion (discussion)

Exclusion de certaines réponses

- 7.5% des répondants ont répondu de manière incohérente et sont exclus de l'échantillon
- 14% des répondants ont déclaré ne pas être entièrement satisfaits de leur réponse → pas critère d'exclusion (discussion)
- Discussion sur les zéros de protestation

Exclusion de certaines réponses

- 7.5% des répondants ont répondu de manière incohérente et sont exclus de l'échantillon
- 14% des répondants ont déclaré ne pas être entièrement satisfaits de leur réponse → pas critère d'exclusion (discussion)
- Discussion sur les zéros de protestation
- Robustesse des résultats

Caractéristiques de l'échantillon retenu

	France	Sample
Age	44.86	44.77
18-34	26%	25%
35-49	36%	37%
50+	38%	38%
CSP		
CSP+	26%	35%
CSP-	40%	37%
Inactifs	21%	24%
Sexe		
Hommes	49%	46%
Femmes	51%	53%

Le modèle économétrique

- Théorie de Lancaster de la valeur basée sur les caractéristiques (Lancaster 1966) et random utility theory (Mc Fadden 1974)
- Utilité de l'individu i avec l'option o dans le set de choix s :

$$U_{ios} = \beta' x_{ios} + \gamma_i' z_{ios} + \varepsilon_{ios}$$

- Choisit l'option o face à o' ssi $U_{ios} > U_{io's}$

Le modèle économétrique

- Théorie de Lancaster de la valeur basée sur les caractéristiques (Lancaster 1966) et random utility theory (Mc Fadden 1974)
- Utilité de l'individu i avec l'option o dans le set de choix s :

$$U_{ios} = \beta' x_{ios} + \gamma_i' z_{ios} + \varepsilon_{ios}$$

- Choisit l'option o face à o' ssi $U_{ios} > U_{io's}$
- Hypothèse sur les termes d'erreur : independent identically distributed type I extreme value \rightarrow random parameter logit
- Cas particulier : Logit standard, quand γ a une variance nulle

Le modèle économétrique

- Théorie de Lancaster de la valeur basée sur les caractéristiques (Lancaster 1966) et random utility theory (Mc Fadden 1974)
- Utilité de l'individu i avec l'option o dans le set de choix s :

$$U_{ios} = \beta' x_{ios} + \gamma'_i z_{ios} + \varepsilon_{ios}$$

- Choisit l'option o face à o' ssi $U_{ios} > U_{io's}$
- Hypothèse sur les termes d'erreur : independent identically distributed type I extreme value \rightarrow random parameter logit
- Cas particulier : Logit standard, quand γ a une variance nulle
- On examine trois modèle économétriques : logit standard (SL), random parameter logit (RPL) et conditional logit (CL)

Le modèle économétrique

$$U_i = cte_{SQ} + \gamma_{b2}biodiv_2 + \gamma_{b3}biodiv_3 + \gamma_{n2}nuisance_2 + \gamma_{n3}nuisance_3 \\ + \gamma_{p2}pesticide_2 + \gamma_{p3}pesticide_3 + \beta cost$$

Calcul des consentements à payer pour chaque variation de niveau (du niveau SQ au niveau l) de chaque attribut a :

$$WTP_{al} = -\frac{\gamma_{al}}{\beta}$$

Résultats des estimations

	SL	CL	RPL	
	Param	Param	Param	SD
constante	-1.185*** (-32.42)	0.0130 (0.14)	-1.386*** (-6.51)	3.304*** (16.99)
pesticide2	0.813*** (9.39)	1.001*** (11.04)	0.521*** (4.96)	0.527*** (3.44)
pesticide3	-0.695*** (-7.97)	-0.262** (-2.81)	-1.182*** (-6.59)	1.820*** (12.26)
biodiv2	0.460*** (4.53)	0.913*** (8.60)	1.510*** (10.58)	0.0833 (0.51)
biodiv3	1.022*** (16.27)	1.317*** (19.77)	1.815*** (15.52)	0.708*** (4.93)
nuisance2	-0.138 (-1.83)	0.388*** (4.61)	0.928*** (8.02)	0.588*** (4.94)
nuisance3	0.705*** (6.99)	1.023*** (9.75)	1.313*** (9.75)	1.018*** (9.72)
cout	-0.178*** (-22.50)	-0.124*** (-14.56)	-0.181*** (-14.03)	
$N \times A \times S$	12528	12528	12528	
χ^2	2053.24***	1465.81***	1176.23***	

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Estimation des consentements à payer

	SL	CL	RPL
WTPpesticides2	4.576*** [3.505,5.648]	8.080*** [6.148,10.01]	2.877*** [1.573,4.181]
WTPpesticides3	-3.911*** [-4.754,-3.068]	-2.113** [-3.455,-0.771]	-6.525*** [-8.017,-5.032]
WTPbiodiv2	2.592*** [1.590,3.593]	7.366*** [5.794,8.939]	8.339*** [7.133,9.544]
WTPbiodiv3	5.752*** [5.203,6.302]	10.63*** [9.210,12.05]	10.02*** [8.655,11.39]
WTPnuisance2	-0.775 [-1.643,0.0919]	3.134*** [1.828,4.440]	5.125*** [4.009,6.241]
WTPnuisance3	3.968*** [3.053,4.884]	8.259*** [6.795,9.723]	7.252*** [6.153,8.351]
$N \times A \times S$	12528	12528	12528

95% confidence intervals in brackets

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Estimation des consentements à payer

- On privilégie le random parameter logit (RPL)
- Estimations des paramètres fortement significatives et de signes cohérents
- Consentements à payer non négligeables pour l'ensemble des attributs

Une forte valorisation de la biodiversité

- La valeur accordée à la préservation de la biodiversité, à travers la coccinelle indigène menacée, est élevée par rapport aux autres attributs
- Surprenant car cet attribut présente uniquement des caractéristiques de bien public, contrairement aux pesticides et nuisances qui peuvent présenter un risque privé
- Mais niveau pas exorbitant au vue de la littérature *choice experiment* et espèces menacées (Richardson and Loomis 2009)

Une réticence à la hausse de pesticides

- Valorisation d'une réduction des pesticides non négligeable, mais surtout : assez forte valorisation négative d'une hausse de pesticides
- Forte asymétrie entre le consentement à payer et le consentement à recevoir pour une variation donnée de pesticides

Une réticence à la hausse de pesticides

- Valorisation d'une réduction des pesticides non négligeable, mais surtout : assez forte valorisation négative d'une hausse de pesticides
- Forte asymétrie entre le consentement à payer et le consentement à recevoir pour une variation donnée de pesticides
- Valeur intermédiaire pour les nuisances sur l'Homme et les cultures

Principaux apports à la littérature

- Evaluation monétaire de l'usage des pesticides en France
- Evaluation monétaire d'une espèce menacée type insecte en France
- En phase avec les pistes de recherche préconisées dans le rapport Chevassus-au-Louis (CAS 2009)

Principaux apports à la littérature

- Evaluation monétaire de l'usage des pesticides en France
- Evaluation monétaire d'une espèce menacée type insecte en France
- En phase avec les pistes de recherche préconisées dans le rapport Chevassus-au-Louis (CAS 2009)
- Apport méthodologique : élaboration d'une *choice experiment* avec design efficient

Principaux apports à la littérature

- Evaluation monétaire de l'usage des pesticides en France
- Evaluation monétaire d'une espèce menacée type insecte en France
- En phase avec les pistes de recherche préconisées dans le rapport Chevassus-au-Louis (CAS 2009)
- Apport méthodologique : élaboration d'une *choice experiment* avec design efficient
- Premiers éléments d'une analyse coûts-bénéfices de l'introduction d'*Harmonia* :
- Plaide en faveur d'une abstention de nouvelles introductions de cet agent de lutte biologique et de programmes de recherche d'envergure sur ce sujet

Pistes d'amélioration et extensions

- Approfondir l'analyse économétrique (prise en compte des variables socio-démographiques)
- Tester le rôle des pourcentages choisis dans les niveaux d'attributs (notamment Pesticides : 3%, niveaux de coûts)
- Tester le rôle du mode de design expérimental (extension plus méthodologique)

Merci de votre attention !