

T

H



Analyse

É



M

A



Le service de pollinisation

NOVEMBRE 2016



Direction territoriale Centre-Est



sommaire

EFESE Le service de pollinisation

5 – Introduction

7 – Méthodologie

Une évaluation de la contribution de l'action des insectes pollinisateurs à la valeur marchande de la production végétale française destinée à l'alimentation humaine.

17 – Résultats pour la France

La production végétale française destinée à l'alimentation humaine attribuable à l'action des insectes pollinisateurs représente une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros (2010) soit entre 5,2 % et 12 % de la valeur totale de ces productions.

23 – Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

Appliquée à l'échelle mondiale en 2015, cette méthode montre que 5 à 8 % de la valeur totale de la production végétale destinée à l'alimentation humaine dépendent de l'action des pollinisateurs.

29 – Discussion

Cette méthode d'évaluation ne fournit qu'un minorant de la valeur du service de pollinisation.

33 – Vers une approche du potentiel biophysique de pollinisateurs

Des modèles cartographiques pour représenter l'abondance potentielle des pollinisateurs.

41 – Annexes

Document édité par :

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

contributeurs

WB

William Beyou*

Chargé de mission services
écosystémiques

*en poste au CGDD lors de la
rédaction de ce rapport

OD

Ophélie Darses

Adjointe au chef du bureau des
biens publics globaux

courriel : ophelie.darses@developpement-
durable.gouv.fr

PP

Philippe Puydarrieux

Chef du bureau des biens
publics globaux

Courriel :
philippe.puydarrieux@developpement-
durable.gouv.fr

STL

**Sarah Tallandier-
Lespinasse**

CEREMA – en poste à la
Direction territoriale Centre-Est
lors de la rédaction de ce rapport

SH

Séverine Hubert

CEREMA – Direction territoriale
Centre-Est

L'EFESE est un programme
d'évaluation copiloté par la
direction de l'eau et de la
biodiversité (DEB) et le
Commissariat général au
développement durable (CGDD).

Ce rapport a été soumis au
Conseil scientifique et technique
de l'EFESE lors de sa réunion du
16 Juin 2014 sous la présidence
de Sandra **Lavorel (CNRS)**.

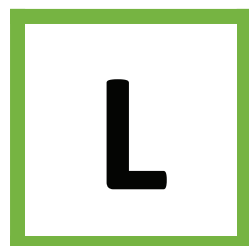
Relecteurs :

Denis **Couvet (MNHN)**
Claude **Napoléone (INRA)**
Jean-Michel **Salles (CNRS)**
Jean-Pierre **Sarthou (INRA)**
Muriel **Tichit (INRA)**

Cartographie :

La cartographie a été réalisée au
Cerema (Direction territoriale Centre
Est) et au *Joint Reseach Centre*
(*Ispra*).

avant-propos



es pollinisateurs jouent un rôle crucial dans la production alimentaire, un nombre important de cultures dépendant d'une manière ou d'une autre de la pollinisation animale.

Cette première évaluation réalisée dans le cadre de l'EFESE (l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques) montre que la part de la production végétale destinée à l'alimentation humaine que l'on peut attribuer à l'action des insectes pollinisateurs représente en France une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros (2010). Ainsi, c'est entre 5,2 % et 12 % de la valeur totale des productions végétales françaises destinées à l'alimentation humaine qui dépendent des pollinisateurs.

Ces valeurs montrent la nécessité de l'action politique en faveur de la protection des insectes pollinisateurs.

Laurence Monnoyer-Smith

COMMISSAIRE GÉNÉRALE AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

La pollinisation joue un rôle majeur dans la production alimentaire et la subsistance des populations humaines. Pourtant, de nombreuses études ont mis en évidence le déclin mondial des populations de pollinisateurs (e.g. Biesmeijer et al., 2006 ; Potts et al., 2010). Les insectes pollinisateurs subissent en effet de nombreuses pressions anthropiques, notamment dues à l'intensification de l'agriculture de ces dernières décennies. Parallèlement, le besoin en pollinisateurs s'accroît, du fait notamment de l'augmentation des surfaces de cultures entomophiles¹.

Une prise de conscience au niveau international du rôle fondamental des pollinisateurs a entraîné le lancement de l'Initiative internationale pour la conservation et l'utilisation durable des pollinisateurs (décision V/5, section II) en 2000 lors de la 5^e Conférence des parties (COP5) à la Convention sur la diversité biologique (CDB), initiative facilitée et coordonnée par la FAO. Le plan d'action lié à cette initiative comprend notamment un volet évaluation, dont l'objectif est d'évaluer les impacts socio-économiques d'un déclin des pollinisateurs. À cette fin, la FAO a notamment élaboré et diffusé un outil permettant d'évaluer l'impact monétaire de l'activité pollinisatrice sur la production agricole à une échelle nationale. Cet outil a été utilisé dans le cadre de l'Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE) pour évaluer la contribution des pollinisateurs sauvages et domestiques à la production agricole française directement destinée à l'alimentation humaine.

L'évaluation du service de pollinisation dans l'EFESE fait écho aux travaux réalisés par la plate-forme intergouvernementale pour la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) dont le programme prévoit en particulier de « *réaliser une évaluation thématique rapide de la pollinisation et de la production alimentaire* ». « L'évaluation thématique des pollinisateurs, de la pollinisation et de la production alimentaire » a été présentée par l'IPBES en février 2016. Elle confirme que la pollinisation animale joue un rôle vital en tant que service écosystémique de régulation dans la nature et alerte les décideurs sur la diminution des pollinisateurs sauvages en termes de présence et de diversité aux échelles locales et régionales.

Dans le cadre de l'EFESE, l'évaluation du service de pollinisation a également été conduite pour répondre à des enjeux de politique publique, notamment pour appuyer le plan national d'action (PNA) « France Terre de pollinisateurs » pour la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages. Ce rapport a pour objectif de présenter et discuter une synthèse des résultats obtenus aux échelles nationale et départementale.

1 En France, « *la filière oléagineuse a accru sa surface totale cultivée grâce à l'augmentation notable de la surface en colza (+34 % au sein des exploitations spécialisées en grandes cultures)* » (Source : Agreste – Primeur n° 283 – recensement agricole 2010). À titre d'exemple, la production de colza a augmenté de 91 % entre 2000 et 2007 dans le Tarn-et-Garonne, et celle du kiwi, dépendant à 95 % des insectes pollinisateurs, a augmenté de plus de 31 % durant la même période (Chambre d'agriculture du Tarn-et-Garonne, 2011).

Introduction



Bourdon terrestre (Bombus terrestris).

Le corps poilu de cet insecte hyménoptère constitue un véritable piège à pollen.

Crédit photographique : Philippe Puydarrieux, MEEM

Partie 1

Méthodologie

La valeur monétaire du service de pollinisation a été mesurée par la contribution de l'action des insectes pollinisateurs à la valeur marchande de la production végétale française directement destinée à l'alimentation humaine.



Partie 1 : Méthodologie

POLLINISATION : UN SERVICE DE RÉGULATION IMPLIQUANT LA BIODIVERSITÉ

La pollinisation constitue le mode de reproduction des espèces de plantes à fleurs, et désigne ainsi le processus par lequel le pollen est déplacé depuis les anthères² jusqu'aux stigmates³ des fleurs. Il existe trois modes de pollinisation, le plus courant étant la zoogamie, qui désigne le transport du pollen par les animaux. En effet, 80 % des espèces de plantes à fleurs sont pollinisées par des animaux, majoritairement par des insectes qui sont très nombreux à jouer un rôle dans la pollinisation. Il s'agit notamment des lépidoptères, des coléoptères, des diptères et des hyménoptères. L'anémogamie et l'hydrogamie, qui correspondent respectivement au transport du pollen par le vent et l'eau, constituent les deux autres modes de pollinisation⁴.

Au niveau européen, 84 % des espèces cultivées dépendent directement des insectes pollinisateurs⁵ (Klein et al., 2007). Toutefois, toutes les espèces cultivées n'ont pas le même degré de dépendance vis-à-vis des pollinisateurs. A titre d'exemple, la production de melons dépend à 90 % de l'activité des pollinisateurs, tandis que pour la majorité des cultures ce ratio s'évalue entre 5 % et 50 % (Klein, 2007). En jouant notamment un rôle crucial dans la production d'aliments et de plantes médicinales, la pollinisation contribue grandement au bien-être humain et en ce sens, constitue pleinement un service écosystémique de régulation (voir figure 1). Il fait partie de la catégorie des services (Le Roux et al., 2008), qui « [...] contribuent à la fourniture de ressources et au maintien des supports physico-chimiques de la production agricole, et qui assure la régulation des interactions biotiques, positives ou négatives [...] ». Il peut donc être considéré comme un service écosystémique dont les exploitants agricoles retirent un avantage, dès lors que leurs productions végétales dépendent de l'action des pollinisateurs.

Le transport du pollen par le vent ne peut pas compenser la diminution du transport par les insectes, car les grains de pollen sont adaptés à un mode de dissémination bien précis, et ceux qui sont pris en charge par les pollinisateurs sont en général trop lourds et pas assez aérodynamiques pour être transportés efficacement par le vent. Le service délivré par les pollinisateurs ne peut donc être remplacé par d'autres modes de pollinisation naturelle. Lorsqu'il disparaît ou devient insuffisant pour garantir la production agricole attendue, il peut être remplacé par l'activité humaine. Par exemple, les arboriculteurs de la province du Sichuan (Chine) ont été amenés à réaliser manuellement la pollinisation de leurs vergers, tandis que les producteurs de vanille de l'île de la Réunion assurent de la même manière la production des gousses en l'absence d'abeilles mélipones sur le territoire réunionnais.

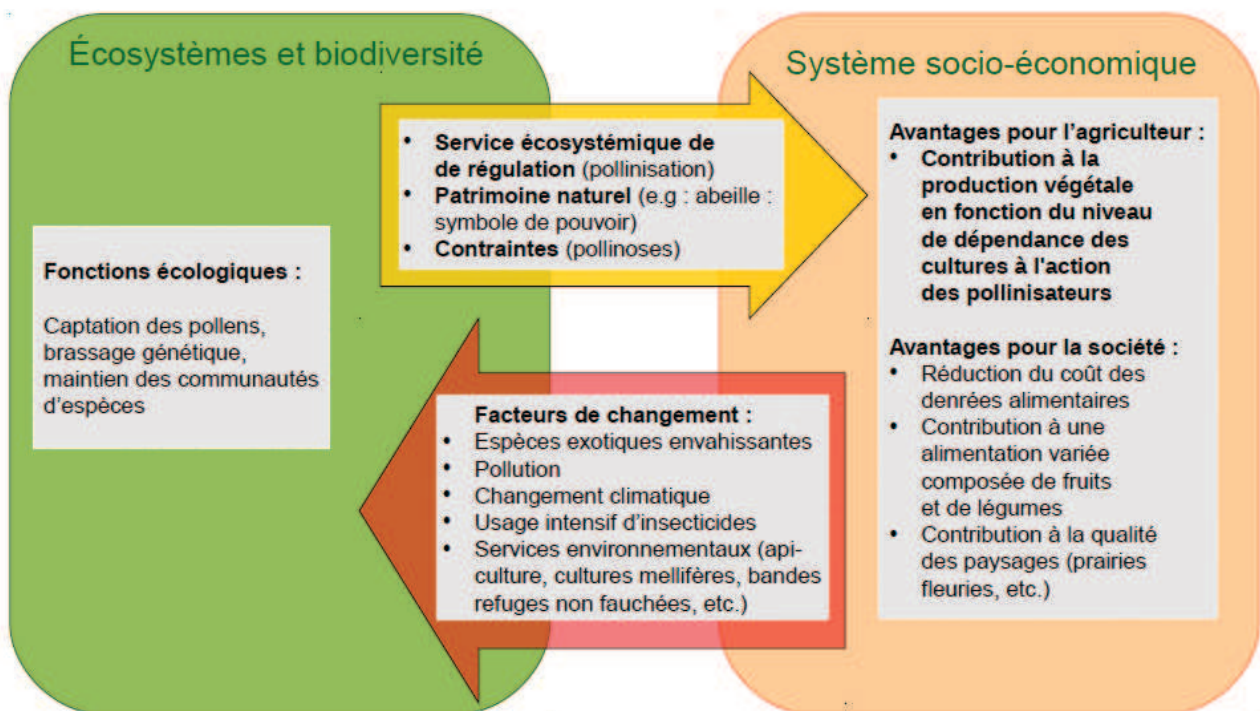
² Partie terminale de l'étamine, organe mâle de la fleur qui produit et renferme le pollen jusqu'à sa libération.

³ Partie terminale du style, organe femelle de la fleur à partir duquel le pollen sera acheminé jusqu'à l'ovaire.

⁴ Cette publication se concentre uniquement sur le service de pollinisation rendu par les insectes pollinisateurs.

⁵ Au niveau mondial, 35 % de la production agricole dépend de la pollinisation et cette dernière contribue à 87 des 124 principales cultures identifiées par la FAO à l'échelle du globe.

Figure 1 : Application du cadre conceptuel de l'EFESE à la pollinisation



Plusieurs fonctions écologiques sous-tendent le service de pollinisation. Il s'agit par exemple de la captation des pollens, du brassage génétique des plantes à fleurs, du maintien des communautés d'insectes pollinisateurs ou encore du maintien des communautés végétales. Ces fonctions écologiques sont à l'origine d'avantages marchands et non marchands pour les sociétés humaines. Les avantages marchands correspondent en particulier à la contribution des pollinisateurs aux cultures alimentaires, fourragères, ornementales et énergétiques. Les avantages non marchands sont liés quant à eux à la qualité paysagère qui découle notamment de la diversité des espèces végétales et aux bienfaits sanitaires associés à une alimentation variée. Les activités anthropiques peuvent affecter positivement ou négativement la qualité du service de pollinisation. À titre d'exemple, l'utilisation intensive de certains insecticides aura une influence néfaste sur l'activité pollinisatrice, tandis que la culture de plantes mellifères ou les pratiques d'apiculture leur seront bénéfiques.

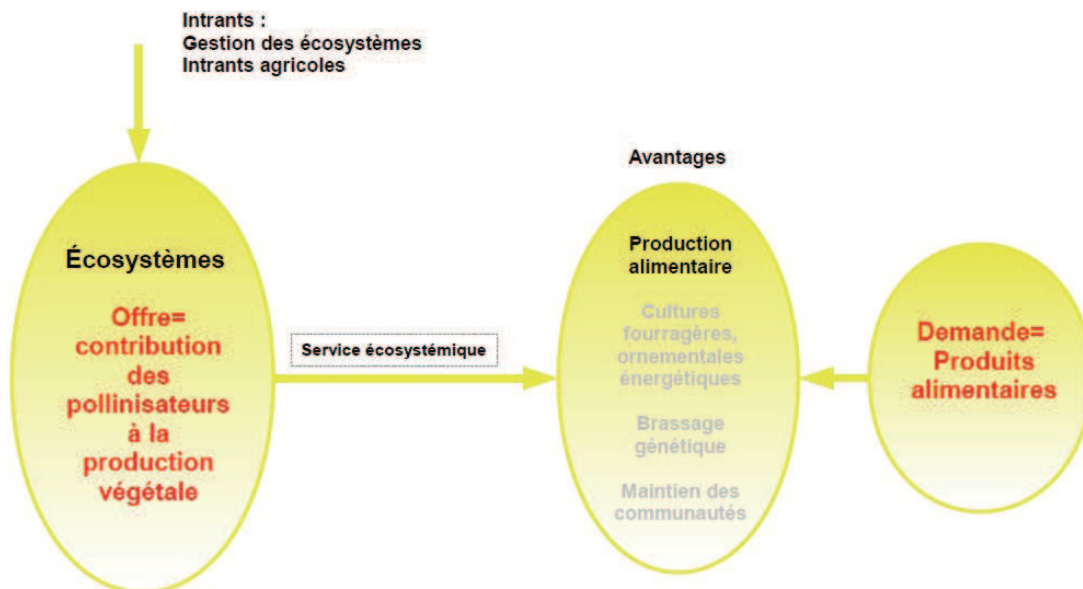
L'évaluation du service de pollinisation a pour objectif de mettre en exergue l'ensemble des coûts et des avantages écologiques et économiques associés au service de pollinisation, afin d'éclairer la décision publique et de favoriser la mise en place de mesures visant à maintenir et à restaurer ce service au niveau national.

Ce « Théma » n'a pas vocation à traiter le service de pollinisation dans sa globalité. L'évaluation porte en effet exclusivement sur la contribution, en termes économiques, de l'action des insectes pollinisateurs aux cultures directement destinées à l'alimentation humaine. Il est donc important de souligner qu'il ne s'agit que d'une évaluation partielle du service de pollinisation, mais qui s'appuie sur une approche méthodologique établie à l'échelle mondiale (Gallai et al., 2009) et dont la mise en œuvre a déjà été éprouvée à l'échelle nationale (Guana, Népal, Royaume-Uni).

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DU SERVICE

La valeur monétaire du service de pollinisation a été mesurée par sa contribution à la valeur marchande de la production agricole française directement destinée à l'alimentation humaine (voir figure 2).

Figure 2 : Schéma conceptuel de l'évaluation économique du service de pollinisation dans l'EFESE (Adapté de SEEA vol.2, 2013)



La méthode utilisée a été publiée par la FAO en 2009, qui a construit un outil permettant d'évaluer l'impact monétaire de l'activité pollinisatrice sur la production agricole au niveau national en s'appuyant sur la méthodologie développée par Gallai *et al.* (2009). Cet outil s'appuie sur la **méthode de la fonction de production** qui consiste à mesurer la valeur d'un service écosystémique en fonction de sa contribution à la production d'un bien marchand. Cette évaluation permet de répondre à une question bien précise qui est celle de la dépendance, en termes économiques, de la production agricole française aux insectes pollinisateurs. Dans le cadre de cette évaluation, cette dernière est caractérisée par un ratio de dépendance (D) des espèces cultivées vis-à-vis des pollinisateurs, qui reflète une mesure de la perte relative de production agricole qui serait induite par la disparition des

Partie 1 : Méthodologie

pollinisateurs. Celui-ci varie selon les espèces, atteignant par exemple 65 % pour les pommes et 95 % pour les kiwis (Klein, 2007). Ces ratios sont définis quantitativement par un intervalle de valeurs de plus ou moins grande amplitude et par une valeur moyenne. La valeur monétaire du service de pollinisation pour chaque culture est obtenue par multiplication de la valeur totale de la production par le ratio de dépendance correspondant.

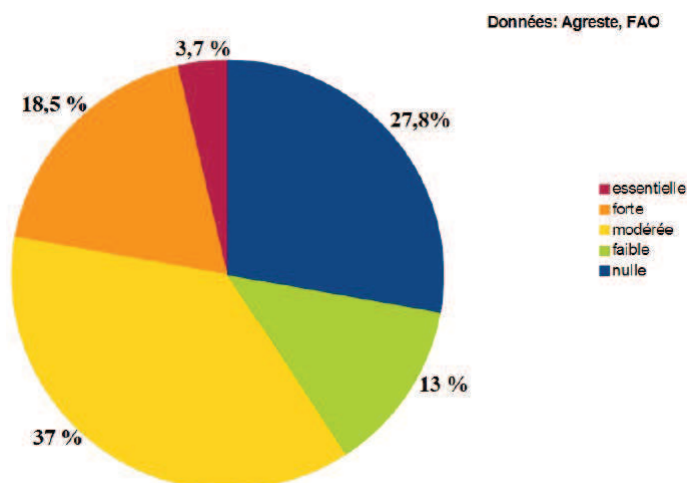
Le ratio de dépendance peut être déterminé pour chaque culture de façon qualitative et quantitative, selon l'étude de Klein *et al.* (2007). Les niveaux quantitatifs et leurs correspondances qualitatives sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Dépendance des cultures aux insectes pollinisateurs selon Klein et al., 2007

Intervalle	Correspondance quantitative (D)	Correspondance qualitative	Exemples
[90;100]	95 %	Essentielle	Melons, pastèques, cucurbitacées
[40;90[65 %	Forte	Pommes, cerises, concombres, cornichons
[10;40[25 %	Modérée	Aubergines, tournesol, groseilles, figes, fraises
]0;10[5 %	Faible	Oranges, tomates
0	0 %	Nulle	Céréales

En France, 72,2 % des espèces cultivées pour l'alimentation humaine présentent une dépendance plus ou moins forte à l'action des insectes pollinisateurs.

Figure 3 : Répartition des espèces cultivées en France selon leur niveau de dépendance aux pollinisateurs



PRÉSENTATION DE L'OUTIL DE CALCUL

L'outil développé par la FAO sert de guide pour l'évaluation économique du service de pollinisation au niveau national ou local. Il s'appuie sur l'étude réalisée par Gallai *et al.* (2009) qui présente une méthodologie pour une évaluation économique au niveau global. Cette dernière suit une approche régionale et intègre la prise en compte du contexte géographique et de facteurs socio-économiques. Cela permet de prendre en considération les différents facteurs de variation des prix de production, tels que le mode de gestion des cultures, le climat, le marché, etc. Dans cette optique, cinq grandes régions du monde ont été considérées : l'Afrique, l'Asie, l'Europe, l'Amérique du Nord, et la région sud et centrale d'Amérique. Les cultures ont été quant à elles divisées en trois catégories : les cultures mondiales majeures⁶, les cultures mondiales mineures⁷, et les cultures locales mineures⁸. L'appartenance des cultures à ces différentes catégories dépend de l'échelle à laquelle elles sont produites et de l'importance de leur valeur commerciale.

L'évaluation économique du service de pollinisation englobe le calcul de deux indicateurs principaux : **la valeur monétaire du service de pollinisation (VMSP)** et le calcul d'un **indice de vulnérabilité des cultures confrontées à un déclin des pollinisateurs (IV)**.

Ainsi, l'évaluation économique du service de pollinisation fait appel à quatre types de données :

- l'inventaire des cultures présentes sur le site concerné par l'évaluation ;
- le niveau de dépendance de ces cultures aux pollinisateurs (D) ;
- le prix à la production des récoltes (en euros/tonne)⁹ ;
- le niveau de production de chaque culture (en tonne)¹⁰.

Le guide est accompagné d'une feuille de calcul *Excel* (voir annexe 1) faisant l'inventaire des 133 cultures principales identifiées par la FAO, c'est-à-dire celles utilisées directement pour l'alimentation humaine. Cent vingt d'entre elles sont des cultures dites « directes », à savoir celles qui sont listées individuellement par la FAO avec leur niveau de production, et treize d'entre elles sont des « ensembles de cultures », ou « *commodity crops* », qui représentent des agrégations de différentes cultures pour lesquelles les niveaux de production ne sont pas disponibles individuellement. Les cultures sont associées à leurs niveaux de production, leurs prix, et leurs niveaux de dépendance aux pollinisateurs, qualitatifs et quantitatifs, ce qui permet de calculer pour chacune d'entre elles la valeur monétaire du service de pollinisation et l'indice de vulnérabilité. Les ratios de dépendance ont été caractérisés en suivant l'étude de Klein *et al.* (2007)¹¹.

⁶ Celles-ci sont définies comme étant les cultures dont la valeur commerciale est assez importante pour que leurs prix de production soient disponibles sur les marchés financiers

⁷ Leurs prix de production ne sont pas disponibles sur les marchés financiers mais figurent dans les bases de données Eurostat et USDA (*United States Department of Agriculture*)

⁸ Leurs prix ne se trouvent dans aucune des deux bases de données précédentes ; ils sont calculés à partir d'une moyenne des prix de production figurant dans la base de données FAOSTAT pour la période 1991-2006, en considérant les pays dont la production est la plus importante dans chaque grande région

⁹ Ces données sont disponibles sur la base de données FAO : <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/P/PP/F>

¹⁰ Ces données sont disponibles sur la base de données AGRESTE : <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar/>

¹¹ Pour en savoir plus, voir le guide de la FAO

VALEUR MONÉTAIRE DU SERVICE DE POLLINISATION (VMSP)

L'étude de Gallai *et al.* (2009) donne une expression de la valeur monétaire du service de pollinisation (VMSP) générée par une culture $i \in [1; I]$ dans une région $j \in [1; J]$, qui est obtenue à partir du prix de production P_{ij} par unité produite de la culture i dans la région j , de la quantité produite Q_{ij} , et du ratio de dépendance de la culture i aux insectes pollinisateurs D_i :

$$VMSP = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (P_{ij} * Q_{ij} * D_i)$$

Adaptée à l'échelle nationale ou locale, cette formule se réduit à :

$$VMSP = \sum_{i=1}^I (P_i * Q_i * D_i)$$

INDICE DE VULNÉRABILITÉ (IV)

Dans le cadre de l'évaluation économique du service de pollinisation, l'étude de Gallai *et al.* (2009) présente un indice de vulnérabilité des cultures face au déclin des pollinisateurs. Celui-ci s'exprime comme le ratio de la valeur monétaire du service de pollinisation sur la valeur totale de la production :

$$IV = VMSP / VP$$

$$\text{avec } VP = \sum_{i=1}^I (P_i * Q_i)$$

Cet indice reflète la perte relative de production qui serait due uniquement à une perte des pollinisateurs. Il permet d'aller au-delà de la VMSP en montrant que des territoires qui ont une faible VMSP peuvent avoir un degré de vulnérabilité (IV) élevé face au déclin des pollinisateurs. En outre, l'indice de vulnérabilité peut être interprété comme la valeur relative du service de pollinisation par rapport aux autres modes de pollinisation.

Pour aller plus loin

Évaluer la perte de surplus des consommateurs

Exprimé sous forme de ratio, l'indice de vulnérabilité présente certaines limites qui sont notamment liées à des difficultés d'interprétation économique. Pour palier ce problème, cet indicateur peut également s'exprimer en termes de perte de surplus des consommateurs¹² liée à un déclin des pollinisateurs. En particulier, ce dernier entraîne une chute de la production des cultures qui se traduit par une hausse de leur prix, plus ou moins importante selon la valeur de l'élasticité-prix de la demande. On suppose que la courbe d'offre de long terme est parfaitement élastique sur toute sa durée, ce qui signifie que les producteurs peuvent passer d'une culture à une autre sans augmenter leurs coûts de production et sans contrainte de disponibilité de terres arables. En conséquence, la perte de surplus social se résume à la perte de surplus des consommateurs liée à une hausse du prix des cultures affectées et à une baisse de leur consommation. L'indicateur de vulnérabilité des cultures est alors caractérisé par la perte de surplus des consommateurs (PSC) liée cette augmentation de prix. Dans un premier temps, la vulnérabilité de la culture *i* en termes de surplus des consommateurs peut être exprimée de la façon suivante :

$$PSC = Q_{i1} (P_{i1} - P_{i0}) + \int_{Q_{i1}}^{Q_{i0}} [P(Q_i) - P_{i0}] dQ_i$$

Q_{i0} et P_{i0} représentent respectivement la quantité produite et le prix de la culture *i* en présence d'insectes pollinisateurs ; réciproquement, Q_{i1} et P_{i1} représentent le prix et la quantité de la culture *i* sans pollinisateur. $P(Q_i)$ est la fonction de demande inverse¹³ de la culture *i*. En supposant une élasticité-prix constante pour toutes les cultures, et après simplification, on obtient au niveau global la perte totale de surplus des consommateurs en fonction des ratios de dépendance D_i , de l'élasticité E ¹⁴, des prix P_{ix0} , et des quantités Q_{ix0} :

$$PSC = \sum_{i=1}^I \sum_{x=1}^X \frac{P_{ix0} * Q_{ix0}}{1+E} \left(\left(\frac{1}{1-D_i} \right)^{1+E} - 1 \right)$$

Au niveau mondial, en faisant varier le niveau de l'élasticité prix, Gallai *et al.* (2009) trouvent des valeurs comprises entre 153 milliards d'euros (pour $E=-0,5$) et 422 milliards d'euros (pour $E=-2$). La formule précédente peut également être adaptée au niveau national ou local :

$$PSC = \sum_{i=1}^I \frac{P_{i0} * Q_{i0}}{1+E} \left(\left(\frac{1}{1-D_i} \right)^{1+E} - 1 \right)$$

¹² Le surplus net des consommateurs est la somme des surplus marginaux, c'est-à-dire des différences pour chaque unité marginale consommée entre sa disposition à payer et le prix effectivement payé (Arnold Chassagnon, 2012).

¹³ On appelle fonction de demande inverse, la représentation de la demande dans un espace quantité-prix $p(q)$, la demande inverse est la disposition marginale à payer une unité supplémentaire quand on possède q (Arnold Chassagnon, 2012).

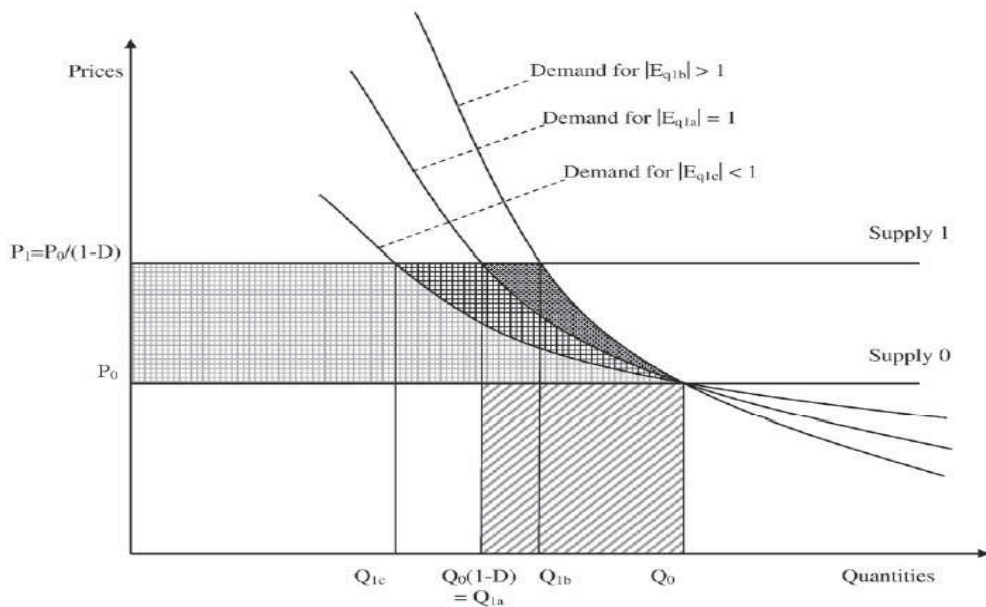
¹⁴ Il s'agit d'une élasticité moyenne, les données n'étant pas disponibles pour toutes les cultures et toutes les régions.

Graphiquement, la perte de surplus des consommateurs peut être exprimée comme suit :

Perte de surplus des consommateurs selon différentes valeurs d'élasticité-prix

$$CS_{loss_i} = Q_{i1} (P_{i1} - P_{i0}) + \int_{Q_{i1}}^{Q_{i0}} [P_i(Q_i) - P_{i0}] dQ_i$$

$$Pollinator\ value_i = P_{i0} (Q_{i0} - D_i)$$



Source : Gallai et al., 2009

Partie 2

Résultats pour la France

La part de la production végétale française destinée à l'alimentation humaine que l'on peut attribuer à l'action des insectes pollinisateurs représente en France une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros (2010). Ainsi, c'est entre 5,2 % et 12 % de la valeur marchande de ces productions qui dépend des pollinisateurs.



Partie 2 : Résultats pour la France

Partie 2 : Résultats pour la France

RÉSULTATS À L'ÉCHELLE NATIONALE

Les résultats obtenus à l'échelle nationale en utilisant des ratios de dépendance moyens, présentent une valeur du service de pollinisation atteignant les **2,88 milliards d'euros en 2010¹⁵**. Cette valeur montre que les pollinisateurs contribuent à hauteur de **8,6 % de la valeur marchande de la production agricole destinée à l'alimentation humaine en France**. Elle se concentre principalement sur les cultures fruitières et légumières ainsi que sur les oléagineux (voir tableau 6).

Tableau 6 : Impact économique des pollinisateurs sur la production agricole française directement destinée à l'alimentation humaine

(Euros courants de 2010)

Catégorie de culture	Valeur moyenne par tonne (euros / tonne)	Valeur totale de la production des cultures (VP) <i>Prix * Production</i> (en millions d'euros)	Valeur économique du service de pollinisation (VMSP) <i>VP * D (ratio de dépendance)</i> (en millions d'euros)	Indice de vulnérabilité (IV) VMSP / VP
Céréales	240	11 546	0	0,0%
Fruits oléagineux	1 687	11 971	1 716	14,3%
Légumineuses	534	2 691	657	24,4%
Racines et tubercules	249	309	21	6,7%
Épices	333	1 666	0	0,0%
Cultures stimulantes	0	0	0	-
Cultures sucrières	0	0	0	-
Fruits à coques	40	958	0	0,0%
Légumes	2 504	98	2	1,8%
TOTAL	1 066	4 262	486	11,4%
		33 501	2 882	8,6%

(1) La FAO entend par cultures stimulantes, les productions telles que le café, le thé ou le cacao.

Sources : FAO pour les prix, Agreste pour le tonnage

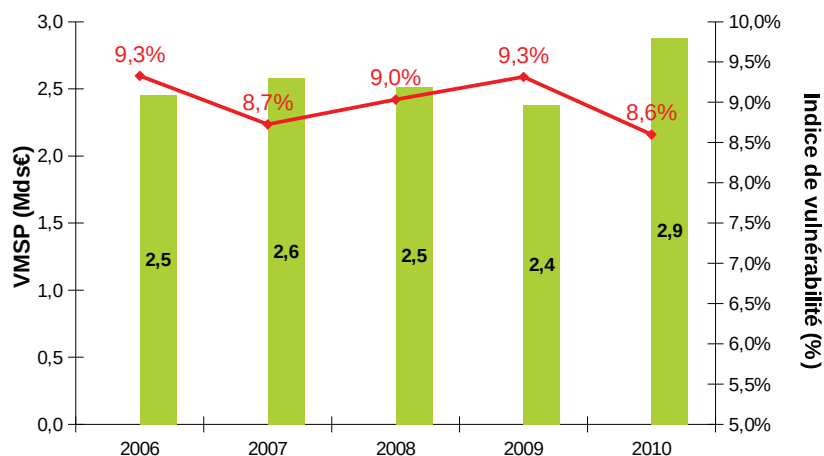
Une tendance d'évolution a également été dégagée sur la période 2006-2010. Celle-ci montre des indices relativement stables sur cette période, avec des valeurs qui se situent **entre 2,5 et 3 milliards d'euros pour la VMSP et autour de 9 % pour l'indice de vulnérabilité** (voir figure 4).

¹⁵ Afin de s'assurer de la compatibilité entre les catégories de cultures FAO et les catégories de cultures de la statistique agricole française, une matrice de concordance a été construite. Celle-ci est présentée en annexe 2.

Figure 4 : Evolution des indicateurs VMSP et IV sur la période 2006 – 2010

(Milliards d'euros courants)

	2006	2007	2008	2009	2010
Valeur de la production agricole (Md€)	26,3	29,6	27,8	25,5	33,5
Valeur monétaire du service de pollinisation (Md€)	2,45	2,58	2,51	2,38	2,88
Indice de vulnérabilité	9,3 %	8,7 %	9,0 %	9,3 %	8,6 %



Sources : FAO pour les prix, Agreste pour le tonnage

Afin de s'assurer de la robustesse des résultats et de tenir compte de l'incertitude attachée aux valeurs obtenues, il convient d'étudier l'impact sur ces valeurs d'une variation des différents paramètres utilisés dans le modèle. Dans cette optique, une analyse de sensibilité du modèle au ratio de dépendance a été menée en considérant les valeurs minimales et maximales de cet indice pour chaque culture. **Cela a permis de déterminer une fourchette de valeurs pour la VMSP et l'IV, qui se situent respectivement entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros et entre 5,2 % et 12 % au niveau national (voir annexe 3 pour les résultats au niveau départemental).** Afin d'approfondir cette analyse, il faudrait également étudier les effets de variations de prix agricoles et plus largement la modification des comportements des agents économiques (choix d'assolements, itinéraires techniques) sur les résultats obtenus.

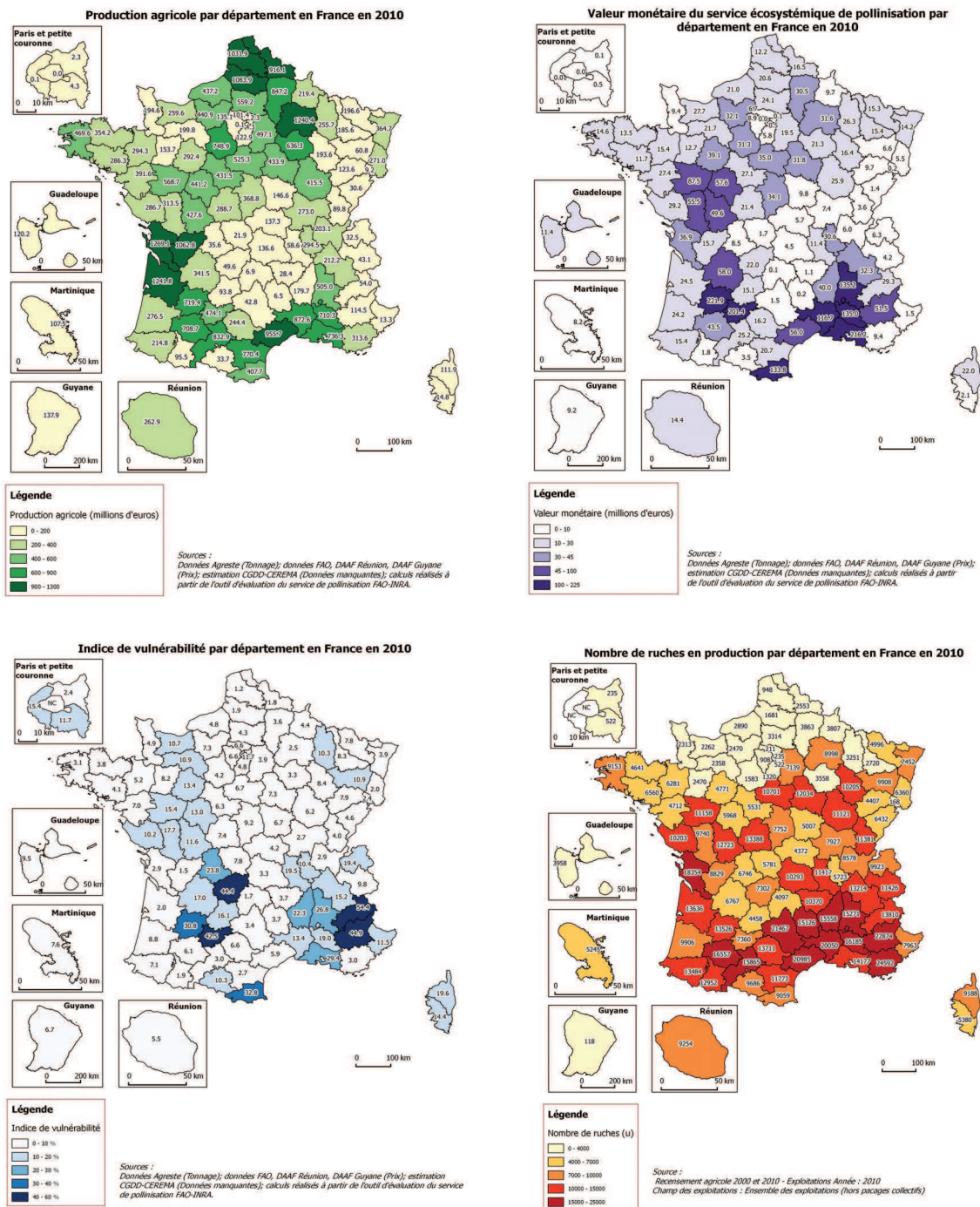
SPATIALISATION DES VALEURS À L'ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE

En utilisant la même méthode que pour l'évaluation à l'échelle nationale, des valeurs ont également été calculées pour l'année 2010 à l'échelle départementale et cartographiées (voir cartes ci-après et annexe 3 pour les résultats détaillés). Les résultats obtenus permettent de montrer la variabilité spatiale des valeurs et de hiérarchiser les enjeux en matière de préservation des pollinisateurs sur le territoire français. Des données sur le nombre de ruches par département ont également été collectées. Elles constituent la traduction d'une activité associée au service de pollinisation, activité assimilable à un service environnemental, et viennent compléter les résultats obtenus dans le cadre de cette évaluation.

Ces résultats mettent en exergue une forte variabilité spatiale des valeurs au niveau départemental, avec une différence notable entre les départements du Sud et du Nord de la France. En effet, les indicateurs varient dans des fourchettes très larges, allant de 100 000 euros (Cantal) à 222 millions d'euros (Lot-et-Garonne) pour la valeur monétaire du service de pollinisation (VMSP), et de 1,2 % (Pas-de-Calais) à 54,4 % (Hautes-Alpes) pour l'indice de vulnérabilité (IV). Une dizaine de départements ont un indice de vulnérabilité qui dépasse les 20 % (voir annexe 2), la totalité de ceux-ci étant située dans la moitié Sud de la France. Cela démontre une forte concentration des enjeux de préservation des pollinisateurs dans cette partie du territoire, d'autant que l'activité apicole y est très importante. Les régions majoritairement viticoles et céréalières seraient quant à elles moins sensibles à ces enjeux, à l'instar du Pas-de-Calais ou de la Gironde, dont l'indice de vulnérabilité ne dépasse pas les 2 %.

Partie 2 : Résultats pour la France

Figure 5 : Cartographie des résultats obtenus pour la France (métropole et Dom, 2010)



Partie 3

Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

Appliquée à l'échelle mondiale en 2015 par l'IPBES, cette méthode d'évaluation a montré que 5 à 8 % de la valeur totale de la production végétale mondiale destinée à l'alimentation humaine dépend des insectes pollinisateurs.



Partie 3 : Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

Partie 3 : Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

UNE APPLICATION À L'ÉCHELLE MONDIALE

En utilisant la méthode décrite ci-dessus, Gallai et al. (2009) ont évalué la valeur du service de pollinisation à l'échelle mondiale. Celle-ci atteint **153 milliards d'euros en 2005, ce qui représente 9,5 % de la valeur de la production agricole mondiale directement destinée à l'alimentation humaine**. Les cultures qui présentent les VMSP les plus élevées sont les légumes (50,9 milliards d'euros), les fruits (50,6 milliards d'euros) et les cultures oléagineuses comestibles (39 milliards d'euros). Cependant, les résultats diffèrent lorsque l'on considère les indices de vulnérabilité pour ces différents types de cultures (il s'agit en fait de ratios de dépendance moyens pour chacun de ces types de cultures). En effet, les cultures stimulantes (e.g. : café, cacao) et les fruits à coque présentent les indices de vulnérabilité les plus élevés, respectivement 39 % et 31 %, tandis que les légumes, les fruits et les cultures oléagineuses présentent respectivement un indice de vulnérabilité de 12,2 %, 23,1 % et 16,3 %.

Tableau 2 : Impact économique des pollinisateurs sur la production agricole mondiale directement destinée à l'alimentation humaine (Source : traduit de Gallai et al., 2009)

Type de culture	Valeur moyenne de la production (euros/tonne)	Valeur totale de la production (Mds d'euros)	Valeur monétaire du service de pollinisation (VMSP, en Mds d'euros)	Indice de vulnérabilité (IV)
Cultures stimulantes	1225	19	7,0	39,0
Fruits à coque	1269	13	4,2	31,0
Fruits	452	219	50,6	23,1
Cultures oléagineuses comestibles	385	240	39,0	16,3
Légumes	468	418	50,9	12,2
Légumes à gousse	515	24	1,0	4,3
Épices	1003	7	0,2	2,7
Céréales	139	312	0,0	0,0
Cultures sucrières	177	268	0,0	0,0
Racines et tubercules	137	98	0,0	0,0
TOTAL		1618	152,9	9,5

Des valeurs ont également été calculées pour les cinq sous-régions considérées dans l'étude (l'Afrique, l'Asie, l'Europe, l'Amérique du Nord, et la région sud et centrale de l'Amérique), chacune d'entre elles étant découpée en sous-régions pour la présentation des résultats (Voir tableau 3 ci-après). La VMSP varie entre 700 millions d'euros en Afrique Centrale et 51,5 milliards d'euros en Asie de l'Est, qui concentre près de 52 % de la production légumière mondiale (Gallai et al., 2009). L'indice de vulnérabilité est quant à lui compris entre 5 % en Afrique de l'Est et 15 % en Asie Centre-Est.

Partie 3 : Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

Tableau 3 : Distribution géographique des valeurs parmi 16 sous-régions définies selon la FAO (source : Gallai et al., 2009)

Région	Sous-régions	Valeur totale de la production (Mds d'euros)	Valeur monétaire du service de pollinisation (VMSP, en Mds d'euros)	Indice de vulnérabilité (IV)
Afrique	Afrique centrale	10,1	0,7	7
	Afrique de l'Est	19,6	0,9	5
	Afrique du Nord	39,7	4,2	11
	Afrique du Sud	19,2	1,1	6
	Afrique de l'Ouest	48,9	5,0	10
Asie	Asie Centrale	11,8	1,7	14
	Asie de l'Est	418,4	51,5	12
	Asie Centre-Est	63,5	9,3	15
	Océanie	18,8	1,3	7
	Asie du Sud	219,4	14,0	6
	Asie du Sud-Est	167,9	11,6	7
Europe	Union européenne (25 membres)	148,9	14,2	10
	Hors UE	67,8	7,8	12
Amérique du Nord	Bermudes, Canada et USA	125,7	14,4	11
Amérique du Sud et Centrale	Amérique Centrale et Caraïbes	51,1	3,5	7
	Amérique du Sud	187,7	11,6	6

L'évaluation thématique réalisée par l'IPBES (2016) confirme ces premiers ordres de grandeur. **Il estime que 5 à 8 % de la production agricole mondiale actuelle¹⁶**, représentant une valeur marchande annuelle de **235 à 577 milliards de dollars** (en 2015, dollars des États-Unis, valeur de 2015, ajustée pour tenir compte de l'inflation) à l'échelle mondiale est directement attribuable à la pollinisation (*résultat établi mais incomplet*). Les messages clés de l'évaluation de l'IPBES précisent en particulier que les aliments dont la production est directement dépendante de l'action des pollinisateurs apportent des proportions importantes de micronutriments, comme la vitamine A, le fer et le folate (*résultat établi mais incomplet*). Cette évaluation relève également un accroissement de notre dépendance aux insectes pollinisateurs.

¹⁶ Il est considéré ici l'ensemble de la production agricole, y compris celle destinée à l'alimentation animale.

Partie 3 : Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

L'ÉVALUATION NATIONALE DES ÉCOSYSTÈMES DU ROYAUME-UNI (UK-NEA)

Dans le cadre de l'évaluation nationale des écosystèmes du Royaume-Uni (UK-NEA, 2011), une évaluation économique du service de pollinisation a été réalisée en appliquant également l'approche de Gallai et al. (2009). Cette évaluation montre que les espèces cultivées dépendantes des pollinisateurs représentaient 20 % de la surface agricole totale du Royaume-Uni en 2007. Ainsi, la **contribution des pollinisateurs à la production agricole du Royaume-Uni a été évaluée à hauteur de 629 millions d'euros en 2007 (Voir tableau 5), ce qui représente approximativement 8 % de la valeur totale de la production.** L'étude souligne en outre que le Royaume-Uni est fortement dépendant des pollinisateurs étrangers pour sa consommation de cultures entomophiles, dont il ne produit qu'une faible proportion (e.g. 30 % des pommes, 18 % des poires et 57 % des fraises¹⁷).

Tableau 4 : VMSP par culture au Royaume-Uni (Source : UK-NEA, 2011)

Cultures	Ratio de dépendance	VMSP (Millions d'euros 2007)
Colza	25	155
Fraises	45	105
Pommes	85	127
Framboises	45	57
Concombres	65	32
Tomates	25	31
Haricots verts	85	23
Prunes	65	9
Poires	65	7
Autres	5-85	79
TOTAL		626

Tableau 5 : Répartition géographique de la VMSP au Royaume-Uni (source : UKNEA, 2011)

	Part de surface des cultures entomophiles (%)	VMSP (Millions d'euros 2007)
Angleterre	23	532
Irlande du Nord	5	28
Écosse	8	69
Pays de Galles	ND	ND
TOTAL	-	629

¹⁷ Dans le cadre de cette évaluation, le ratio de dépendance de ces cultures a été évalué à 85 % pour les pommes, 65 % pour les poires, et 45 % pour les fraises.

Partie 3 : Des exemples d'utilisation de cette méthode d'évaluation

Ce travail a également mis en avant le déclin des abeilles domestiques au Royaume-Uni entre 1985 et 2005, notamment en Angleterre où l'on a enregistré une perte de 54 % de ces insectes sur cette période (15 % en Écosse, 23 % au Pays-de-Galles, inconnu en Irlande du Nord). En outre, il souligne le fait que le nombre de ruches répertoriées dans ce pays correspond à seulement un tiers de la demande du service de pollinisation (en termes de production agricole), ce qui renforcerait les enjeux de préservation des pollinisateurs sauvages sur ce territoire.

Les facteurs de changement relatifs aux populations de pollinisateurs, bien que difficiles à identifier, relèvent selon le UK-NEA d'une combinaison de pressions naturelles et anthropiques. Ainsi, la présence de parasites et le développement de maladies au sein de colonies seraient en partie responsables du déclin des abeilles domestiques. La perte d'habitats naturels et semi-naturels a été identifiée comme l'une des principales causes du déclin des pollinisateurs sauvages. De façon générale, la fragmentation et la dégradation des habitats semblent avoir un impact négatif sur les populations de pollinisateurs. D'autres facteurs de changement, dont les impacts sont mal connus ou peuvent différer selon le contexte, ont été identifiés. Il s'agit notamment de la présence de plantes invasives et du changement climatique, ce dernier impliquant vraisemblablement des mouvements de populations et ayant un impact négatif sur la diversité des pollinisateurs.

Partie 4

Discussion

Cette méthode d'évaluation ne fournit qu'un minorant de la valeur du service de pollinisation.



UNE MÉTHODOLOGIE SIMPLE, RÉPLICABLE ET PEU COÛTEUSE

La méthode utilisée est issue de travaux scientifiques publiés et utilisés au niveau international (Gallai et al., 2009 ; Klein, 2007), puisqu'elle constitue la base du volet « évaluation » de l'Initiative internationale pour la conservation et l'utilisation durable des pollinisateurs et qu'elle a été utilisée pour l'évaluation thématique de la pollinisation par l'IPBES. Elle permet à tous les États de bénéficier d'un référentiel méthodologique commun pour l'évaluation économique du service de pollinisation à l'échelle nationale. En outre, elle a donné lieu à l'élaboration d'un outil simple d'utilisation et intuitif, ce qui peut favoriser la lecture des résultats et leur appropriation par les décideurs publics.

Cette méthodologie est donc aisément répliquable et peu coûteuse à mettre en œuvre, ce qui plaide en faveur de son utilisation pour intégrer les valeurs de ce service dans les décisions.

Les résultats obtenus, bien que reposant sur l'hypothèse extrême et peu probable d'une disparition totale de pollinisateurs, montrent néanmoins l'importance de préserver l'activité pollinisatrice pour assurer la pérennité de la production agricole française. En outre, la spatialisation des valeurs à l'échelle départementale a permis de mettre en exergue la répartition géographique des enjeux de préservation des pollinisateurs et en ce sens pourrait constituer un outil d'appui à l'élaboration et au suivi de politiques publiques.

LIMITES ET PERSPECTIVES

Afin d'éviter une mauvaise interprétation ou une utilisation erronée de la méthode et des résultats, il convient d'en donner les limites et les perspectives d'amélioration.

(i) La VMSP : un minorant de la valeur monétaire du service de pollinisation

Comme précisé ci-dessus, le service de pollinisation est évalué ici sous l'angle de sa contribution à la production végétale directement destinée à l'alimentation humaine. Ne sont donc pas prises en compte les contributions des pollinisateurs aux cultures fourragères et industrielles, à la production de semences et à la reproduction des plantes ornementales.

En outre, les aspects sanitaires auxquels contribuent les pollinisateurs ne sont pas pris en compte dans cette évaluation économique. En effet, les cultures dépendantes des pollinisateurs permettent aux sociétés humaines de bénéficier d'une alimentation variée et contiennent des proportions importantes de micronutriments (vitamine A, fer, folate) essentiels pour la santé humaine. À titre d'exemple, 70 % des apports en vitamine A proviennent des cultures entomophiles (Klein et al., 2007 ; Eilers et al., 2011 ; IPBES, 2016).

Il convient également de noter que la contribution du service de pollinisation à la conservation des espèces sauvages et à leur brassage génétique n'est pas prise en compte par cette approche évaluative.

Enfin, l'apport des plantes à fleurs pour la diversité et l'enrichissement des paysages n'a pas été évalué. Ce point peut être illustré par la richesse visuelle introduite dans les campagnes par les jachères de cultures mellifères, dont l'évaluation monétaire nécessiterait la mesure d'une valeur hédoniste.

Ainsi, à ce stade, la valeur monétaire du service de pollinisation (VMSP) calculée ici constitue un minorant de la valeur de ce service puisqu'elle ne prend pas en compte certains aspects liés à la santé humaine et à la qualité de vie.

(ii) Les limites de la méthode de la fonction de production

La méthode de la fonction de production présente l'avantage d'être simple et intuitive et d'utiliser des informations simples et robustes. Elle présente toutefois quelques faiblesses. En particulier, elle ne tient pas compte des situations dans lesquelles des techniques de substitution coût-efficaces seraient possibles (la valeur économique du service serait alors abaissée du fait de sa substituabilité). En outre, une des difficultés de cette approche est qu'il faudrait pouvoir spécifier la déformation de la fonction de production si le service considéré est réduit voire disparaît entièrement (e.g. baisse de la production associée au déclin des pollinisateurs). Cet aspect *sensus stricto* n'est pas directement appréhendable dans la fonction de production de Gallai *et al.* En outre, au-delà de la pollinisation, d'autres facteurs sont en mesure de faire varier dans le temps la production de biens alimentaires. Cette difficulté a été néanmoins contournée puisque l'indice de vulnérabilité formalise la perte potentielle de production due uniquement à une perte de pollinisateurs.

(iii) Aller vers une évaluation d'une disparition partielle des pollinisateurs

Le modèle présuppose une disparition totale des pollinisateurs pour évaluer la contribution des pollinisateurs à la production agricole française. Or, ce scénario paraît irréaliste (même si l'on peut imaginer qu'il se réalise localement) et il serait pertinent dans ce cadre d'évaluer l'impact d'une perte partielle des pollinisateurs. Cela s'avérerait particulièrement judicieux pour établir des scénarios à des fins d'évaluation de différentes options de politiques publiques. Cette démarche nécessite de spécifier la relation entre des indicateurs d'abondance et de diversité des populations de pollinisateurs et le ratio de dépendance des cultures, le modèle utilisé (Gallai *et al.*, 2009) ne semblant pas linéaire par rapport à ce dernier paramètre.

(iv) Mesurer le degré de dépendance de l'économie nationale aux pollinisateurs étrangers

Afin de compléter cette approche, il conviendrait d'identifier la part de la production agricole effectivement consommée sur le marché intérieur et de mesurer son degré de dépendance vis-à-vis des pollinisateurs d'une part en France et d'autre part à l'étranger. Sur le principe, la contribution des pollinisateurs à la production agricole exportée pourrait être également appréhendée.

(v) Les valeurs patrimoniales des pollinisateurs

La dimension patrimoniale des pollinisateurs est également considérable en France comme dans de

Partie 4 : Discussion

nombreux autres pays et régions du monde. L'évaluation de l'IPBES (2016) mentionne en particulier l'apiculture et la collecte du miel comme des points d'ancrage pour de nombreuses économies rurales, et comme sources de multiples bienfaits éducatifs et récréatifs. Les pollinisateurs sont à l'origine de nombreux bienfaits pour les populations humaines, par leur contribution à la production de certains médicaments (e.g. certains agents antibactériens, antifongiques et antidiabétiques sont issus du miel), à leur rôle comme sources d'inspiration pour l'art ou à titre symbolique. Ainsi, par exemple, l'abeille domestique constitue un des symboles napoléonien, associé de longue date au pouvoir.

Partie 5

Vers une approche du potentiel biophysique de pollinisateurs

L'évaluation des services écosystémiques peut aussi s'appuyer sur des modèles cartographiques pour représenter l'abondance potentielle des pollinisateurs.



La **présence de pollinisateurs** résulte de deux principaux facteurs : la capacité de l'environnement à fournir un habitat de niche pour ces derniers, et la disponibilité en ressources florales. Des travaux de recherche ont été menés afin d'évaluer une abondance potentielle de pollinisateurs. Ces travaux ont conduit à la production d'un modèle, repris et développé dans le cadre du projet *Natural Capital*¹⁸ et le développement d'une boîte à outils pour l'évaluation des services écosystémiques (*InVEST*¹⁹). Cette approche vise à exprimer le potentiel de pollinisation²⁰ sur un territoire, soit une abondance de pollinisateurs et peut être considérée comme une approche par l'offre de ce service. Le modèle dépend principalement de la structuration du paysage, couverture du sol (cultures, présence de forêts), présence d'éléments aquatiques, infrastructures grises, ainsi que des conditions climatiques, et par conséquent de l'agencement de ces éléments au sein du paysage.

Le modèle présent initialement dans *InVEST* (Lonsdorf et al. 2009) a été repris par l'équipe du Centre commun de recherche (JRC) de la Commission européenne²¹ qui a développé un modèle de cartographie spécifique (*ESTIMAP*²²) et propose l'évaluation d'un indice relatif d'abondance potentielle des pollinisateurs à l'échelle européenne. Il a permis de réaliser une cartographie de ce service à l'échelle européenne (Zulian et al. 2013).

La carte produite (figure 6) à l'échelle européenne représente un indice relatif d'abondance potentielle de pollinisateurs. Plus l'indice est élevé, plus la présence potentielle de pollinisateurs est forte.

¹⁸ <http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html>

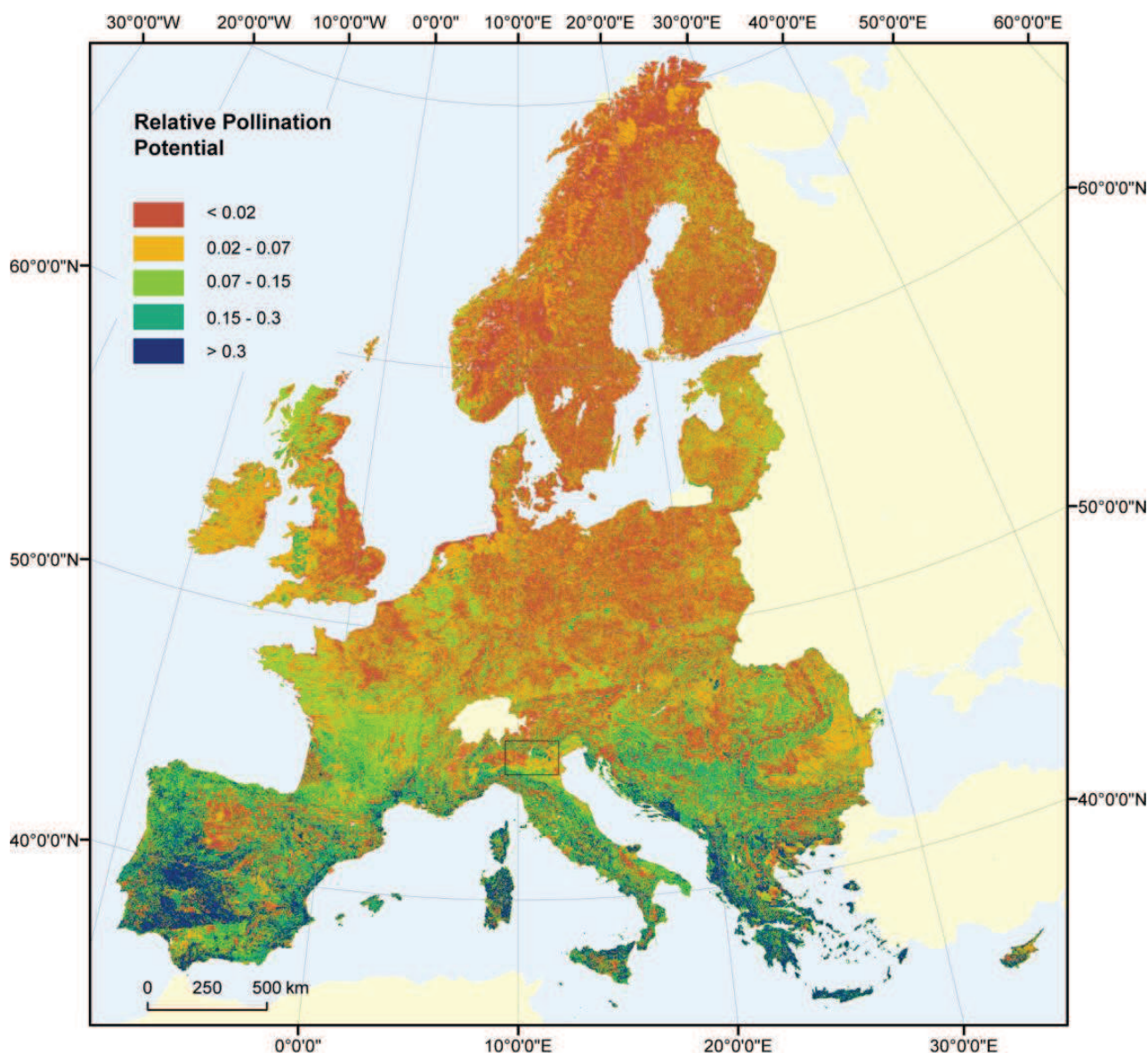
¹⁹ *INVEST : Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs.*

²⁰ Les pollinisateurs considérés sont les abeilles sauvages.

²¹ JRC : *Joint Research Center*

²² *ESTIMAP : Ecosystem Service Mapping Tool*

Figure 6 : Carte d'Europe de l'indice relatif d'abondance potentielle de pollinisateurs (RPP)



Source : Zulian et al., 2013

La modélisation développée par le JRC permet ainsi d'évaluer pour une unité géographique donnée (à ce stade, une surface d'1 km sur 1 km) la capacité relative de pollinisation d'un site à un autre sur courte distance sur une échelle de valeurs allant de 0 (0 %) à 1 (100 %).

Les limites inhérentes à l'utilisation de ce modèle sont les suivantes :

- L'indice obtenu est une valeur à un temps donné, le modèle n'incluant pas de dynamique

Partie 5 : Vers une approche du potentiel biophysique de pollinisateurs

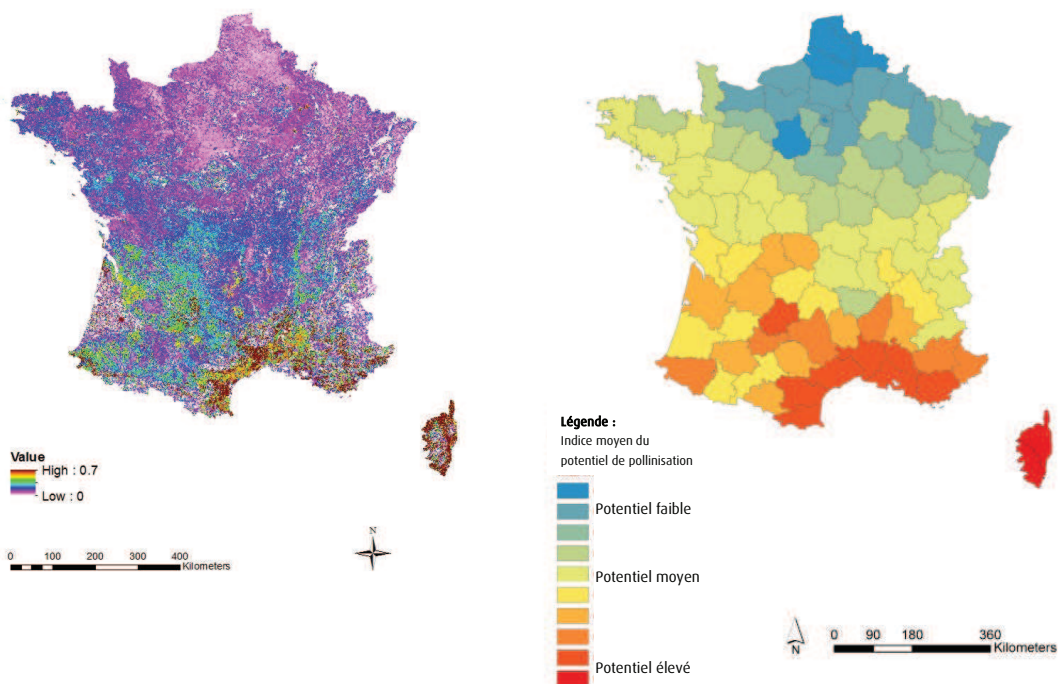
temporelle d'évolution de la présence des pollinisateurs. Il n'évalue donc pas la pérennité de la population d'abeilles qui dépend bien entendu de facteurs supplémentaires pouvant perturber le milieu ;

- La présence et la survie des pollinisateurs dépend de la taille des parcelles ou patches d'occupation du sol, mais seuls les effets de distance sont pris en compte dans le calcul des indices. Enfin, elles dépendent également d'éléments fins et ponctuels du paysage qui sont difficilement représentables par le modèle.

Menée à une échelle nationale et départementale (figure 7), une telle approche permet d'identifier les caractéristiques différenciées des territoires. À une échelle locale, elle permet d'aborder des choix aménagements du territoire de manière plus concrète, et de mesurer les impacts de modification de changements d'usage du sol, d'artificialisation des terres et de tout facteur modifiant le milieu. La contrainte forte à l'utilisation du modèle est le niveau de précision des données requis pour le mettre en œuvre.

Figure 7 : Indice relatif d'abondance de pollinisateurs sauvages extraction des résultats pour la France (source JRC, 2014)

(La carte de gauche présente les résultats bruts pour la France, la carte de droite présente les résultats moyens par département)



Conclusion

Les pollinisateurs jouent un rôle crucial dans la production alimentaire, un nombre important de cultures dépendant d'une manière ou d'une autre de la pollinisation animale. En outre, les aliments dont la production est directement dépendante de l'action des pollinisateurs apportent des proportions importantes de micronutriments essentiels pour la santé humaine, comme la vitamine A, le fer et le folate.

Cette première évaluation réalisée dans le cadre de l'EFESE (l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques) montre que la part de la production végétale destinée à l'alimentation humaine que l'on peut attribuer à l'action des insectes pollinisateurs représente en France une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros (2010). Ainsi, c'est entre 5,2 % et 12 % de la valeur totale de ces productions qui dépend des pollinisateurs.

Afin d'identifier et de hiérarchiser les enjeux à l'échelle nationale, des valeurs ont été calculées et cartographiées au niveau départemental, révélant ainsi de grandes disparités sur le territoire français. La vulnérabilité des productions végétales vis-à-vis du déclin des populations d'insectes pollinisateurs dépend des espèces cultivées et donc varie très fortement d'un département à l'autre.

La méthode d'évaluation utilisée ne fournit qu'une approche minorée de la valeur du service de pollinisation. Toutefois, les résultats obtenus mettent en exergue la dépendance et le degré de vulnérabilité de la production agricole française au déclin des pollinisateurs et constituent à ce titre des éléments de sensibilisation destinés aux décideurs.

La confrontation et l'analyse de ces résultats constituent des éléments de nature à appuyer la décision publique, notamment pour accompagner la mise en œuvre de plans nationaux tels que le plan national d'actions 2016-2020 « France Terre de pollinisateurs » pour la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages.

Partie 5 : Vers une approche du potentiel biophysique de pollinisateurs

Références

- Abson D. et al., 2011, *Economic values from ecosystems in The U.K National Ecosystem Assessment Technical Report : U.K National Ecosystem Assessment UNEP-WCMC Cambridge*. p. 1067-1151.
- Biesmeijer J.C., Roberts S.P.M., Reemer M., Ohlemüller R., Edwards M., Peeters T., Schaffers A.P., Potts S.G., Kleukers R., Thomas C.D., Settele J., Kunin W.E., 2006, *Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands*. Science 313 : 351-354
- Eilers EJ, Kremen C, Smith Greenleaf S, Garber AK, Klein A-M, 2011, *Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply*. PLoS ONE 6(6): e21363. doi:10.1371/journal.pone.0021363
- Gallai N. et Vaissière B.E., 2009, *Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale*, Rome, FAO, (<http://www.internationalpollinatorsinitiative.org/uploads/POLL%20VALUE%20NATIONAL%20MANUAL.pdf>)
- Gallai N., Salles J-M, Settele J. et Vaissière B.E., 2009, *Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline*. Ecological Economics 68, 810-821.
- IPBES, 2016, *Summary for policymakers of the thematic assessment on pollinators, pollination and food production*, United Nations, p. 1-28
- Kennedy, Christina M., Eric Lonsdorf, Maile C. Neel, Neal M. Williams, Taylor H. Ricketts, Rachael Winfree, Riccardo Bommarco, et al., 2013, « *A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems* ». Ecology Letters 16, no 5, 584-99
- Klein A-M, Vaissière B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C. et Tscharntke T., 2006, *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*, *Proceedings of the Royal Society* 274, 303-313.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.P., Trometter M. (éditeurs), 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France).
- Lonsdorf, E., Kremen, C., Ricketts, T., Winfree, R., Williams, N. & Greenleaf, S., 2009, *Modelling pollination services across agricultural landscapes*. Ann. Bot., 103, 1589–1600.
- Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2013, Plan de développement durable de l'apiculture, 40 p.
- Potts S.G., Biesmeijer J.C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W.E., 2010, *Global pollinator declines: trends, impacts and drivers*. Trends in Ecology and Evolution 25: 345-353
- Smith, P.E. et al., 2011. *Regulating services*, in *The U.K National Ecosystem Assessment Technical Report : U.K National Ecosystem Assessment UNEP-WCMC Cambridge*. p. 535-597.
- Vanbergen A.J. Et al., 2014, *Status and value of pollinators and pollination services. A report to the department for environment, food and rural affairs*.
- Winfree R., Gross B.J., Kremen C., 2011. *Valuing pollination services to agriculture*. Ecological Economics, Vol. 71, pp. 80-88.
- Zulian et al. 2013, *Linking Land Cover Data and Crop Yields for Mapping and Assessment of Pollination Services in Europe*, *Land - 2013*, 2, 472-492

Partie 5 : Vers une approche du potentiel biophysique de pollinisateurs

Liens utiles

- Outil de calcul FAO : <http://www.internationalpollinatorsinitiative.org/jsp/documents/documents.jsp>
- Annexes Klein et al., 2006 (ratios de dépendance) :
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1702377/>

Annexes



Annexes

Annexe 1 : Aperçu de la feuille de calcul mise à disposition par la FAO

ARRAY FOR THE ECONOMIC VALUATION OF THE CONTRIBUTION OF INSECT POLLINATION TO AGRICULTURE AND IMPACT ON THE WELFARE

Table 1 - Array of crops used directly for human food following FAOSTAT (<http://faostat.fao.org>) and listed by common names of crops

Crop common name	Crop species	Crop category following FAO	COLUMNS TO BE FILLED WITH STATISTICS FROM APPROPRIATE YEAR		Total value of crop (TVC)	Economic value of insect pollinators (EVIP)
			Producer price per metric ton	Production		
sources: FAOstat (http://faostat.org)			Sources =	Price * Production	TVC*D	
			US\$ / metric ton	metric ton	US\$	US\$
Almonds, with shell	<i>Amygdalus communis</i>	Treenuts	-	-	0	0
Anise, badian, fennel, corian.	COMMODITY	Spices	-	-	0	-
Apples	<i>Malus domestica</i>	Fruits	-	-	0	0
Apricots	<i>Prunus armeniaca</i>	Fruits	-	-	0	0
Arecanuts	<i>Areca catechu</i>	Treenuts	-	-	0	0
Artichokes	<i>Cynara scolymus</i>	Vegetables	-	-	0	-
Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i>	Vegetables	-	-	0	-
Avocados	<i>Persea americana</i>	Fruits	-	-	0	0
Bambara beans	<i>Vigna subterranea</i> (syn. <i>Voandzeia subterranea</i>)	Vegetables	-	-	0	0

Table 2 - Economic impact of insect pollination of the agricultural production used directly for human food and listed by the main categories

Crop category following FAO	Average value per metric ton	Total value of crop (TVC)	Economic value of insect pollinators (EVIP)	Ratio of vulnerability (RV)
	Price * Production	TVC*D	EVIP/TVC	
	US\$ / metric ton	US\$	US\$	
Cereals	#DIV/0!	0	0	-
Fruits	#DIV/0!	0	0	-
Oilcrops	#DIV/0!	0	0	-
Pulse	#DIV/0!	0	0	-
Roots and Tubers	#DIV/0!	0	0	-
Spices	#DIV/0!	0	0	-
Stimulant crops	#DIV/0!	0	0	-
Sugar crops	#DIV/0!	0	0	-
Treenuts	#DIV/0!	0	0	-

Annexes

Annexe 2 : Matrice de concordance entre les catégories de cultures FAO et les catégories de la statistique agricole française

Espèces cultivées (nom commun anglais), nomenclature FAO	Espèces cultivées (nom commun français), Nomenclature DISAR				
Almonds, with shell	Amandes, avec coque	Cow peas, dry	Niébé, pois à vache	Oilseeds, Nes	Autres oléagineux
Anise, badian, fennel, corian.	Autres épices (anis, badiane, fenouil, coriandre)	Cranberries	Canneberges	Okra	Okras
Apples	Pommes	Cucumbers and gherkins	Concombres et cornichons	Olives	Olives
Apricots	Abricots	Currants	Groseilles	Onions (inc. shallots), green	Oignons, échalotes
Arecanuts	Noix d'arec	Dates	Dattes	Onions, dry	Oignons secs
Artichokes	Artichauts	Eggplants (aubergines)	Aubergines	Oranges	Oranges
Asparagus	Asperges	Eggplants (aubergines)	Aubergines	Other melons (inc. cantaloupes)	Melons
Avocados	Avocats	Figs	Figues	Papayas	Papayes
Bambara beans	Pois Bambara, pois de terre	Fonio	Fonio	Peaches and nectarines	Pêches et nectarines
Bananas	Bananes	Fruit Fresh Nes	Autres fruits frais	Pears	Poires
Barley	Orge	Fruit, tropical fresh nes	Autres fruits tropicaux	Peas, dry	Pois secs
Beans, dry	Haricots secs	Garlic	Ail	Peas, green	Pois verts
Beans, green	Haricots verts	Ginger	Gingembre	Pepper (Piper spp.)	Poivre
Berries Nes	Baies, mûres (plaquebrière)	Gooseberries	Groseilles	Peppermint	Menthe poivrée
Blueberries	Myrtilles	Grapefruit (inc. pomelos)	Pamplemousses	Persimmons	Kakis
Brazil nuts, with shell	Noix du Brésil, avec coque	Grapes	Raisins	Pigeon peas	Poix perdris
Broad beans, horse beans, dry	Fèves, féveroles (protéagineux)	Groundnuts, with shell	Cacahuètes	Pineapples	Ananas
Buckwheat	Sarrasin, blé noir	Hazelnuts, with shell	Noisettes	Pistachios	Pistaches
Cabbages and other brassicas	Choux	Hops	Houblon	Plantains	Bananes plantain
Carrots and turnips	Carottes, raves	Karite Nuts (Sheanuts)	Beurre de karité	Plantains	Bananes plantain
Cashew nuts, with shell	Noix de cajou	Kiwi fruit	Kiwi	Plums and sloes	Prunes et prunelles
Cashewapple	Pomme de cajou	Kolanuts	Noix de cola	Potatoes	Pommes de terre
Cassava	Manioc	Lemons and limes	Citrons	Pulses, nes	Autres légumineuses
Cauliflowers and broccoli	Chou-fleur et brocoli	Lentils	Lentilles	Pumpkins, squash and gourds	Citrouilles, courges
Cereals, nes	Autres céréales	Lettuce and chicory	Laitues	Quinces	Coings
Cherries	Cerises	Linseed	Lin	Quinoa	Quinoa
Chestnuts	Marrons, châtaignes	Lupins	Lupins	Rapeseed	Colza
Chick peas	Pois chiche	Maize	Mais	Raspberries	Framboises
Chillies and peppers, dry	Piments	Maize, green	Mais vert	Rice, paddy	Riz
Chillies and peppers, green	Poivrons	Mangoes, mangosteens, guavas	Mangues, mangoustans, goyave	Roots and Tubers, nes	Autres racines et tubercules
Citrus fruit, nes	Agrumes	Maté	Maté	Rye	Seigle
Cloves	Clous de girofle	Melonseed	Graines de melon	Safflower seed	Carthame
Cocoa beans	Fèves de cacao	Millet	Millet	Seed cotton	Graines de coton
Coconuts	Noix de coco	Mixed grain	Autres graines mélangés	Seed cotton	Graines de coton
Coffee, green	Café	Mushrooms and truffles	Champignons et truffes	Sesame seed	Graines de sésame
		Mustard seed	Graines de moutarde	Sorghum	Sorgho
		Nutmeg, mace and cardamoms	Autres épices (noix de muscade, macis, cardamome)	Sour cherries	Cerises acides
		Nuts, nes	Autres fruits à coques	Soybeans	Graines de soja
		Oats	Avoine	Spices, nes	Autres épices
		Oil palm fruit	Fruit de palmier à huile	Spinach	Epinards
				Stone fruit, nes	Fruits à noyaux
				Strawberries	Fraises
				String beans	Haricots secs
				Sugar beet	Betterave
				Sugar cane	Canne à sucre
				Sugar crops, nes	Sucre
				Sunflower seed	Graines de tournesol
				Sweet potatoes	Patates douces
				Tangerines, mandarins, clem.	Mandarines
				Taro (cocoyam)	Taro
				Tea	Thé
				Tomatoes	Tomates
				Vanilla	Vanille
				Vegetables fresh nes	Légumes frais
				Walnuts, with shell	Noix
				Watermelons	Pastèques
				Wheat	Blé
				Yams	Igname

Annexes

Annexe 3 : Résultats détaillés au niveau départemental (en jaune les départements dont l'indice de vulnérabilité dépasse 20 %)

	Valeur de la production (M€)	Valeur monétaire du SE de pollinisation (M€)	IV	Nombre de ruches	VMSP Min (M€)	VMSP Max (M€)	IV Min	IV Max
Ain	203,1	6,0	2,9%	8578	3,2	8,7	1,6%	4,3%
Aisne	847,2	30,5	3,6%	3863	14,4	46,5	1,7%	5,5%
Allier	137,3	5,7	4,2%	4372	2,5	9,0	1,8%	6,6%
Alpes-de-Haute-Provence	114,5	51,5	44,9%	22874	37,1	65,8	32,4%	57,5%
Hautes-Alpes	54,0	29,3	54,4%	13810	18,1	40,6	33,5%	75,3%
Alpes-Maritimes	13,3	1,5	11,5%	7963	0,9	2,2	6,6%	16,5%
Ardèche	179,7	40,0	22,3%	15558	25,9	54,1	14,4%	30,1%
Ardennes	219,4	9,7	4,4%	3807	4,4	15,0	2,0%	6,8%
Arniege	33,7	3,5	10,3%	9686	1,9	5,1	5,7%	15,0%
Aube	636,3	21,3	3,3%	3558	8,7	33,8	1,4%	5,3%
Aude	770,4	20,7	2,7%	11773	14,2	27,3	1,8%	3,5%
Aveyron	42,8	1,5	3,4%	21467	0,8	2,1	2,0%	4,9%
Bouches-du-Rhône	736,3	216,2	29,4%	14177	136,3	296,1	18,5%	40,2%
Calvados	259,6	27,7	10,7%	2262	15,4	40,0	5,9%	15,4%
Cantal	6,9	0,1	1,7%	4097	0,1	0,2	1,1%	2,3%
Charente-Meritime	1062,8	15,7	1,5%	8829	7,7	23,7	0,7%	2,2%
Charente-Maritime	1269,1	36,9	2,9%	18354	22,6	51,2	1,8%	4,0%
Cher	368,8	34,1	9,2%	7752	16,2	51,9	4,4%	14,1%
Corrèze	49,6	22,0	44,4%	7302	13,5	30,5	27,3%	61,5%
Corse du Sud	14,8	2,1	14,4%	5380	1,3	2,9	8,9%	19,8%
Haute-Corse	111,9	22,0	19,6%	9188	16,3	27,6	14,6%	24,7%
Côte-d'Or	415,5	25,9	6,2%	11121	11,1	40,6	2,7%	9,8%
Côtes-d'Armor	354,2	13,5	3,8%	4641	5,6	21,3	1,6%	6,0%
Creuse	21,9	1,7	7,8%	5781	0,9	2,5	4,1%	11,5%
Dordogne	341,5	58,0	17,0%	6767	33,4	82,6	9,8%	24,2%
Doubs	30,6	1,4	4,6%	6432	0,6	2,1	2,1%	7,0%
Drôme	505,0	135,2	26,8%	15271	85,9	184,5	17,0%	36,5%
Eure	440,9	32,1	7,3%	2470	15,3	48,9	3,5%	11,1%
Eure-et-Loir	748,9	31,3	4,2%	1583	13,3	49,3	1,8%	6,6%
Finistère	469,6	14,6	3,1%	9153	5,6	23,6	1,2%	5,0%
Gard	872,6	116,7	13,4%	20050	77,0	156,4	8,8%	17,9%
Haute-Garonne	832,9	25,2	3,0%	15865	12,3	38,1	1,5%	4,6%
Gers	708,7	43,5	6,1%	16557	24,4	62,7	3,4%	8,8%
Gironde	1241,8	24,5	2,0%	13636	15,2	33,8	1,2%	2,7%
Hérault	955,7	56,0	5,9%	20985	45,0	66,9	4,7%	7,0%
Ille-et-Vilaine	294,3	15,4	5,2%	6281	8,1	22,6	2,7%	7,7%
Indre	288,7	21,4	7,4%	13388	9,0	33,8	3,1%	11,7%
Indre-et-Loire	441,2	57,6	13,0%	5968	35,9	79,3	8,1%	18,0%
Isère	212,2	32,3	15,2%	13214	19,5	45,2	9,2%	21,3%
Jura	89,8	3,6	4,0%	11381	1,4	5,8	1,6%	6,4%
Landes	276,5	24,2	8,8%	9906	20,5	27,9	7,4%	10,1%
Loir-et-Cher	431,5	27,1	6,3%	5531	14,0	40,3	3,2%	9,3%
Loire	58,6	11,4	19,5%	11417	7,0	15,8	12,0%	27,0%
Haute-Loire	28,4	1,1	3,7%	10370	0,6	1,6	2,0%	5,5%
Loire-Atlantique	391,6	27,4	7,0%	4712	14,8	39,9	3,8%	10,2%
Loiret	525,3	35,0	6,7%	10701	18,4	51,6	3,5%	9,8%
Lot	93,8	15,1	16,1%	4458	11,2	19,0	11,9%	20,3%
Lot-et-Garonne	719,4	221,9	30,8%	13526	140,4	303,5	19,5%	42,2%
Lozère	6,5	0,2	3,7%	15126	0,1	0,3	2,1%	5,2%
Maine-et-Loire	568,7	87,5	15,4%	11158	53,1	121,9	9,3%	21,4%
Manche	194,6	9,4	4,9%	2313	5,7	13,2	2,9%	6,8%

Marne	1240,4	31,6	2,5%	8998	13,4	49,7	1,1%	4,0%
Haute-Marne	193,6	16,4	8,4%	10205	6,8	25,9	3,5%	13,4%
Mayenne	153,7	12,7	8,2%	2470	6,9	18,4	4,5%	12,0%
Meurthe-et-Moselle	185,6	15,4	8,3%	2720	6,9	23,9	3,7%	12,9%
Meuse	255,7	26,3	10,3%	3251	12,5	40,0	4,9%	15,7%
Morbihan	286,3	11,7	4,1%	6560	6,2	17,2	2,2%	6,0%
Moselle	196,6	15,3	7,8%	4996	6,5	24,1	3,3%	12,3%
Nièvre	146,6	9,8	6,7%	5007	4,0	15,6	2,8%	10,7%
Nord	916,1	16,5	1,8%	2553	9,0	23,9	1,0%	2,6%
Oise	559,2	24,1	4,3%	3314	11,1	37,0	2,0%	6,6%
Orne	199,8	21,7	10,9%	2358	11,7	31,7	5,9%	15,9%
Pas-de-Calais	1031,9	12,2	1,2%	948	6,0	18,5	0,6%	1,8%
Puy-de-Dôme	136,6	4,5	3,3%	10293	2,2	6,8	1,6%	5,0%
Pyrénées-Atlantiques	214,8	15,4	7,1%	13484	12,7	18,0	5,9%	8,4%
Hautes-Pyrénées	95,5	1,8	1,9%	12952	0,9	2,8	0,9%	2,9%
Pyrénées-Orientales	407,7	133,8	32,8%	9059	83,1	184,5	20,4%	45,3%
Bas-Rhin	364,7	14,2	3,9%	7452	8,6	19,9	2,4%	5,4%
Haut-Rhin	271,0	5,5	2,0%	6360	3,3	7,7	1,2%	2,9%
Rhône	294,5	30,6	10,4%	5723	19,3	42,0	6,6%	14,2%
Haute-Saône	123,6	9,7	7,9%	4407	4,3	15,2	3,5%	12,3%
Saône-et-Loire	273,0	7,4	2,7%	7927	3,3	11,5	1,2%	4,2%
Sarthe	292,4	39,1	13,4%	4771	22,2	66,1	7,6%	19,2%
Savoie	43,1	4,2	9,8%	11426	2,5	5,9	5,9%	13,8%
Haute-Savoie	32,5	6,3	19,4%	9923	4,1	8,5	12,7%	26,1%
Paris	0,0	0,0	0,0%	NA	0,0	0,0	0,0%	0,0%
Seine-Maritime	437,2	21,0	4,8%	2890	10,4	31,6	2,4%	7,2%
Seine-et-Marne	497,1	19,5	3,9%	7139	8,2	30,8	1,7%	6,2%
Yvelines	135,1	8,9	6,6%	908	4,4	13,3	3,3%	9,8%
Deux-Sèvres	313,5	55,5	17,7%	9740	40,0	71,1	12,7%	22,7%
Somme	1083,9	20,6	1,9%	1681	9,2	31,9	0,8%	2,9%
Tam	244,4	16,2	6,6%	13711	8,6	23,7	3,5%	9,7%
Tarn-et-Garonne	474,1	201,4	42,5%	7360	138,8	264,0	29,3%	55,7%
Var	313,6	9,4	3,0%	24592	6,4	12,4	2,0%	3,9%
Vaucluse	710,3	135,0	19,0%	16185	95,3	174,7	13,4%	24,6%
Vendée	286,7	29,2	10,2%	10203	20,4	37,9	7,1%	13,2%
Vienne	427,6	49,6	11,6%	12723	32,2	67,0	7,5%	15,7%
Haute-Vienne	35,6	8,5	23,8%	6746	5,1	11,9	14,3%	33,3%
Vosges	60,8	6,6	10,9%	9908	3,4	9,8	5,7%	16,1%
Yonne	433,9	31,8	7,3%	12034	14,1	48,5	3,3%	11,4%
Territoire de Belfort	9,2	0,2	2,4%	168	0,1	0,4	0,9%	3,9%
Essonne	122,9	5,8	4,8%	1320	2,7	9,0	2,2%	7,3%
Hauts de Seine	0,1	0,0	15,4%	0	0,0	0,0	9,5%	21,3%
Seine-Saint-Denis	2,3	0,1	2,4%	235	0,0	0,1	1,6%	3,2%
Val-de-Marne	4,3	0,5	11,7%	522	0,4	0,7	8,3%	15,2%
Val d'Oise	101,4	6,7	6,6%	211	3,7	9,7	3,7%	9,6%
Guadeloupe	120,2	11,4	9,5%	3958	8,6	14,1	7,2%	11,7%
Martinique	107,5	8,2	7,6%	5245	6,4	10,0	6,0%	9,3%
Guyane	137,9	9,2	6,7%	118	6,7	11,6	4,9%	8,4%
La Réunion	262,9	14,4	5,5%	9254	9,3	19,6	3,5%	7,5%

Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1er juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

Dépôt légal : novembre 2016

ISSN : en cours



Les pollinisateurs jouent un rôle crucial dans la production alimentaire, un nombre important de cultures dépendant d'une manière ou d'une autre de la pollinisation animale.

Cette première évaluation réalisée dans le cadre de l'EFESE (l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques) montre que la part de la production végétale destinée à l'alimentation humaine que l'on peut attribuer à l'action des insectes pollinisateurs représente en France une valeur comprise entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros (2010). Ainsi, c'est entre 5,2 % et 12 % de la valeur totale de ces productions qui dépendent des pollinisateurs.



La vulnérabilité des productions végétales vis-à-vis du déclin des populations d'insectes pollinisateurs dépend des espèces cultivées et donc varie très fortement d'un département à l'autre.

Cette méthode d'évaluation ne fournit qu'une approche minorée de la valeur du service de pollinisation. Toutefois, les résultats obtenus montrent la nécessité de l'action politique en faveur de la préservation des abeilles et des insectes pollinisateurs sauvages. Celle-ci se traduit en France par l'adoption du plan national d'actions (2016-2020) « **France, terre de pollinisateurs** ».



Commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable
Sous-direction de l'économie des ressources naturelles et des risques
Tour Séquoia
92055 La Défense cedex
Courriel : ernr.seei.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.developpement-durable.gouv.fr

