



HAL
open science

Un indicateur “ offre trophique pour pollinisateurs par les adventices ” pour le modèle FLORSYS

Christian Bockstaller, Jean Villerd, Nathalie Colbach

► To cite this version:

Christian Bockstaller, Jean Villerd, Nathalie Colbach. Un indicateur “ offre trophique pour pollinisateurs par les adventices ” pour le modèle FLORSYS. Colloque final du projet COSAC, Jan 2019, Paris, France. hal-02185874

HAL Id: hal-02185874

<https://hal.science/hal-02185874v1>

Submitted on 16 Jul 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



CoSAC

Séminaire final

31 janvier et 01 février 2019

Paris

www.projet-cosac.fr

**Gestion des adventices dans un contexte
de changement :
Connaissances, méthodes et outils pour
l'élaboration de stratégies innovantes**

Actes

ANR^s

Comité d'organisation et d'édition

Nathalie Colbach⁽¹⁾, Frédérique Angevin⁽²⁾, Christian Bockstaller⁽³⁾, Bruno Chauvel⁽¹⁾, Céline Denieul⁽⁴⁾,
Delphine Moreau⁽¹⁾, Bertrand Omon⁽⁵⁾, Didier Pellet⁽⁶⁾, Alain Rodriguez⁽⁷⁾, Laure Tramoy⁽⁸⁾,
Sandrine Volan⁽⁹⁾, Fanny Vuillemin⁽¹⁰⁾

⁽¹⁾ Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

⁽²⁾ Eco-Innov, INRA, 78850 Thiverval-Grignon, France

⁽³⁾ LAE, Université de Lorraine, INRA, 68000 Colmar, France
France

⁽⁴⁾ 83 avenue de la grande armée, 75782 Paris CEDEX 16

⁽⁵⁾ Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie, DIRD, 6 rue des Roquemonts - CS 45346, 14053 CAEN Cedex 4

⁽⁶⁾ Agroscope, Route de Duillier 50, CP 1012, CH-1260 Nyon 1, Suisse

⁽⁷⁾ ACTA, 6 chemin de la côte vieille, 31450 Baziège, France

⁽⁸⁾ INRA Transfert, 28, rue du Dr Finlay, 75015 Paris

⁽⁹⁾ Arvalis-Institut du végétal, 21 chemin de Pau-64121 MONTARDON

⁽¹⁰⁾ Terres Inovia, 6 chemin de la côte vieille, 31450 BAZIEGE, France

Un indicateur « offre trophique pour pollinisateurs par les adventices » pour le modèle FLORSYS

Christian Bockstaller ⁽¹⁾, Jean Villerd ^(2,3) & Nathalie Colbach ⁽³⁾

⁽¹⁾ LAE, Université de Lorraine, INRA, 68000 Colmar, France

⁽²⁾ LAE, Université de Lorraine, INRA, 54500 Vandoeuvre, France

⁽³⁾ Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France

Correspondance : Christian.Bockstaller@inra.fr

Résumé

Dans le cadre du projet COSAC, nous avons développé un indicateur évaluant l'offre trophique pour les pollinisateurs par les adventices. Il est basé sur deux composantes: i) la densité des adventices en fleurs prédite par le modèle FLORSYS, ii) un indicateur évaluant la valeur pollinisatrice de chaque espèce adventice, à partir des traits floraux, pour les abeilles, bourdons, syrphes, et papillons. L'indicateur d'offre trophique se calcule en deux étapes : i) agrégation pour chaque espèce de sa densité et de sa valeur pollinisatrice pour obtenir une offre trophique par espèce d'adventice, ii) agrégation de ces valeurs d'offre trophique et du nombre d'espèces du couvert pour obtenir l'indicateur final. Pour chaque étape, nous avons eu recours à des approches arithmétiques (somme, produit) ou à des arbres de décision flous en utilisant l'outil CONTRA. Enfin, nous avons testé les modes de construction à l'aide de simulations par le modèle FLORSYS sur 272 systèmes de culture.

Mots-clés : Indicateur, traits floraux, abeilles, papillons, agrégation

1. Introduction

Les adventices dans les écosystèmes agricoles, en bord de champ comme dans la parcelle, sont une source de nectar et de pollen pour les pollinisateurs. Ainsi Mézière et al. (2015) ont développé un indicateur d'offre trophique des adventices pour les abeilles domestiques. Cet indicateur résulte du produit de deux composantes : i) la densité des adventices en fleurs prédite par le modèle de simulation de la dynamique de la flore adventice FLORSYS (cf. annexe, p. 98), ii) un indicateur évaluant la valeur pollinisatrice pour les abeilles domestiques de chaque espèce adventice à partir de ses traits floraux (Ricou et al., 2014). Cependant, ce mode de calcul conduit à des compensations entre les deux variables de sorte qu'un couvert dense de graminées équivaut à un couvert peu dense de fleurs à haute valeur pollinisatrice, ce qui n'est pas pertinent. Ceci nous a conduits ici à tester deux autres méthodes d'agrégation des composantes de l'indicateur, et à étendre les indicateurs à d'autres organismes pollinisateurs (bourdons, syrphes, papillons). Pour cela, nous avons eu recours aux arbres de décisions utilisant la logique floue qui permettent de combiner les avantages des arbres de décision (règles linguistiques sous forme « si alors », combinaison possible d'informations quantitatives et qualitatives) et ainsi d'éviter les effets de seuils liés au saut de classe en logique booléenne. Nous avons utilisé la méthode CONTRA ¹⁸(Bockstaller et al., 2017) qui permet une construction transparente de tels arbres.

2. Matériel et Méthode

Le calcul de l'indicateur se fait en deux étapes. Pour chaque espèce adventice, la densité de plantes D_s (exprimée en \log_{10} (densité+0,0001)) et la valeur pollinisatrice P_s (exprimée sur une échelle entre 1=faible et 10=élevée) sont agrégées pour obtenir une offre trophique par espèce adventice. Dans un second temps, ces valeurs sont agrégées pour obtenir une valeur de l'offre de pollinisation pour l'ensemble de la flore adventice. Trois méthodes d'agrégation ont été testées :

- calcul du produit pour chaque espèce de D_s et P_s pour obtenir une offre trophique par espèce, et somme de ces notes pour l'ensemble des espèces de la flore (variante « Combinaison linéaire pondérée »),

¹⁸ CONTRA = CONstruction TRansparente d'Arbre de décision : une méthode et un outil (calculateur Excel) pour construire des arbres de décision utilisant la logique floue.

- agrégation de Ds et Ps par arbre de décision flou avec la méthode CONTRA pour obtenir une offre trophique par espèce, et somme de ces notes pour l'ensemble des espèces de la flore (variante « CONTRA et somme »),
- agrégation de Ds et Ps par arbre de décision flou pour obtenir une offre trophique par espèce, puis agrégation de la moyenne de l'offre trophique de l'ensemble des espèces avec le nombre d'espèces par arbre de décision flou (variante « double CONTRA »).

Enfin, nous avons testé les modes de construction à l'aide de simulations par le modèle FLORSYS, réalisées pour 272 systèmes de culture provenant de 6 régions françaises et une région espagnole. Une analyse de l'effet des différentes techniques sur l'offre de pollinisation globale calculée avec le dernier mode d'agrégation (« double CONTRA ») a été réalisée par groupe de pollinisateurs.

3. Résultats

Du Tableau 1, il ressort que les variantes basées sur les sommes (« Combinaison linéaire pondérée » et « CONTRA et somme ») donnent un fort poids à la densité et autorisent des compensations pour des situations très différentes (p. ex. lignes grisées 4 et 8). L'agrégation reposant sur une double agrégation CONTRA permet d'avoir des résultats plus satisfaisants : les résultats restent faibles quand la valeur pollinisatrice est faible (=1) et les couverts avec plus de diversité d'espèces adventices sont légèrement avantagés comme cela est suggéré par la bibliographie (Potts et al, 2003).

En revanche, pour les simulations de systèmes culture, la variante double CONTRA aboutit au modèle avec le pouvoir explicatif le plus faible (Tableau 2). Ceci peut s'expliquer par le fait que les systèmes de culture ont produit des flores assez semblables en termes d'offre pour les pollinisateurs mais avec des densités différentes, ce qui favorise un mode d'agrégation où la densité joue un rôle prépondérant.

Tableau 1. Exemples de calcul d'une offre de pollinisation globale à partir de l'offre de pollinisation (hypothèse : couvert avec espèces à même offre) et le nombre d'espèces, ceci par somme des offres par espèces ou par somme pondérée.

Densité adventice plante/m ²	Valeur pollinisatrice (entre 0 et 10)	Offre pour les pollinisateurs par espèce adv.	Nombre espèces d'adventice	Offre globale pour les pollinisateurs		
				Combinaison linéaire pondérée	CONTRA et somme	Double CONTRA
1	1	0,3	1	0	0,3	0
1	1	0,3	10	0	3	0
10	1	0,7	1	1	0,7	0,1
10	1	0,7	10	10	7	0,1
100	1	1	1	2	1	0,1
1	10	3,3	1	0	3,3	
1	10	3,3	10	0	33	2,5
10	10	6,7	1	10	6,7	4,5
10	10	6,7	10	100	67	7,5
100	10	10	10	200	100	10

Tableau 2. R² partiel du modèle statistique (système de culture x région x année x répétition) explicatif de l'offre pour les pollinisateurs

	Combinaison linéaire pondérée	CONTRA et somme	Double CONTRA
Abeilles	0,47	0,42	0,36
Bourdons	0,43	0,37	0,33
Syrphes	0,48	0,45	0,36
Papillons	0,44	0,40	0,35

L'offre trophique est principalement réduite par le travail du sol, plus que par les herbicides (Tableau 3). Ceci est cohérent avec l'effet primordial de l'effet du travail du sol sur la flore adventice (Colbach et Cordeau, 2018). Cependant, cet effet peut être partiellement compensé par des dates de travail du sol bien placées. Ainsi, reculer la date du premier travail du sol ou avancer la date du dernier travail du sol augmente l'offre trophique. Pour les abeilles, le choix des cultures semble aussi jouer un rôle important. Une analyse plus poussée des simulations sera nécessaire pour comprendre ces effets.

Tableau 3. Techniques-clés déterminant l'offre trophique pour pollinisateurs basées sur la flore adventice. Paramètres de régression de modèles linéaires avec les indicateurs d'offre trophique moyennés sur la rotation (N=272). Les cellules sont colorées en rouge (diminution de l'offre trophique) ou vert (augmentation de l'offre) ; les cellules vides indiquent l'absence de corrélations significatives

Techniques culturales (moyenne sur la rotation)	Offre trophique pour			
	Abeilles	Bourdons	Syrphes	Papillons
Rotation				
Alterner des années avec et sans cultures de couverture (% ans)	-0.1260			
Alterner des cultures d'hiver et de printemps (% ans)	0.1314			
Présence de cultures de printemps		0.0723		
Date de semis des cultures d'hiver (jours juliens)	0.0004			0.0013
Date de semis des cultures de printemps (jours juliens)	-0.0013	-0.0010		
Date de récolte des cultures d'hiver (jours juliens)		0.0007	0.0012	
Travail du sol				
Parcelle travaillée vs en semis direct	-0.5136	-0.4202	-0.5625	-0.3645
Date du premier travail (jours depuis récolte)	0.0010	0.0006	0.0009	0.0009
Date du dernier travail (jours jusqu'au semis)	0.0033	0.0018	0.0032	0.0038
Date du labour (jours depuis récolte)		0.0002		
Date du labour (jours jusqu'au semis)				-0.0007
Fréquence de labour (an/an)				0.1114
Fréquence de labour oct-mars (an/an)	0.1886	0.0726	0.1444	0.2102
Broyage (opérations/an)	0.1679	0.0562		
Profondeur de travail (cm)				-0.0164
Date du roulage (jours depuis récolte)			0.0006	
Herbicides				
Glyphosate en culture OGM (oui ou non))				-0.1381
Herbicides foliaires (produits/an)		-0.0209	-0.0220	
Herbicides systémiques (produits/an)	-0.0227		-0.0228	-0.0468

9. Conclusion

Au vu des résultats sur les cas théoriques et les simulations, la méthode basée sur une double agrégation par arbre de décision floue (« double CONTRA ») sera retenue. Le couplage des indicateurs avec FLORSYS permet d'identifier les techniques culturales qui favorisent l'offre trophique pour pollinisateurs due aux adventices. Il s'agit maintenant d'identifier les systèmes de culture qui concilient production et biodiversité.

4. Références bibliographiques

- Bockstaller, C., Beauchet, S., Manneville, V., Amiaud, B., Botreau, R., 2017. Environ. Model. Softw. 97, 130–144.
- Colbach, N., Cordeau, S., 2018. Eur. J. Agron. 94, 67–78
- Mézière, D., Colbach, N., Dessaint, F., Granger, S., 2015. Eur. J. Agron. 68, 22–37
- Potts, S.G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., Willmer, P., 2003. Ecology 84, 2628–2642.
- Ricou, C., Schneller, C., Amiaud, B., Plantureux, S., Bockstaller, C., 2014. Ecol. Indic. 45, 320–321.