

# Les indicateurs de biodiversité pour accompagner les agriculteurs : embarras du choix ou pénurie ?

<u>Bockstaller Christian</u><sup>1</sup>, Lasserre-Joulin Françoise<sup>2</sup>, Meiss Helmut<sup>2</sup>, Sausse Christophe<sup>3</sup>, van der Werf Hayo<sup>4</sup>, Denoirjean Thomas<sup>5</sup>, Ranjard Lionel<sup>6</sup>, Angevin Frédérique<sup>7</sup>, Manneville Vincent<sup>8</sup>, Michel Nadia<sup>2</sup>, Tosser Véronique<sup>5</sup>, Plantureux Sylvain<sup>2</sup>

1 INRA, LAE Colmar 2 Université de Lorraine, LAE 3 Terres Inovia 4 INRA SAS Rennes 5 Arvalis Institut du Végétal 6 INRA Agroécologie, Dijon, 7 INRA Eco-Innov Grignon 8 Institut de l'Elevage

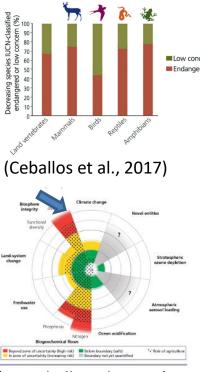




Biodiversité & durabilité des agricultures

#### Contexte et objectif

- Accélération de l'érosion de la biodiversité
- Nécessité d'outils d'évaluation pour accompagner des actions
- Depuis Rio 92 : de nombreux indicateurs « biodiversité »







#### Contexte et objectif

- ESCO 2008 (Le Roux et al. 2008)
  - Développement d'indicateurs : « champ de recherche particulièrement actif »
  - Indicateurs directs vs. indicateurs indirects

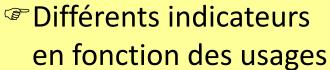


- Objectifs et cadrage de la présentation
  - Point sur indicateurs disponibles depuis 2008
  - Biodiversité spécifique, associée
  - Prairies et grandes cultures



#### Les préalables à l'évaluation

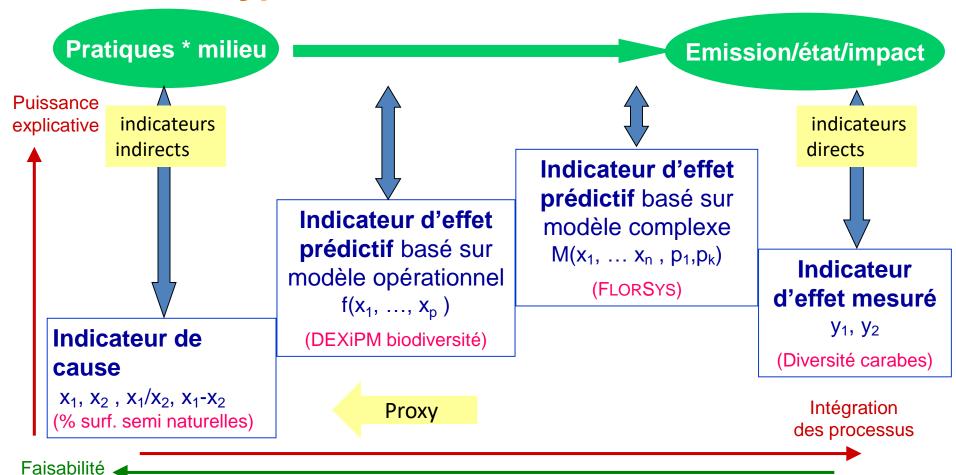
- Nécessité d'un diagnostic initial (pourquoi évaluer ?)
- Préciser la finalité de l'évaluation (pour quoi et pour qui ?),
- Définir les objets de l'évaluation (on évalue quoi ?) et leurs priorités (arbitrages entre objectifs)
- Définir les limites du système évalué et les échelles de l'évaluation (spatiales où ?, temporelles quand ?)
- Préciser l'opérateur, les moyens, méthodes (budget, temps, données disponibles, etc. comment ?)
  (Lairez et al., 2015)



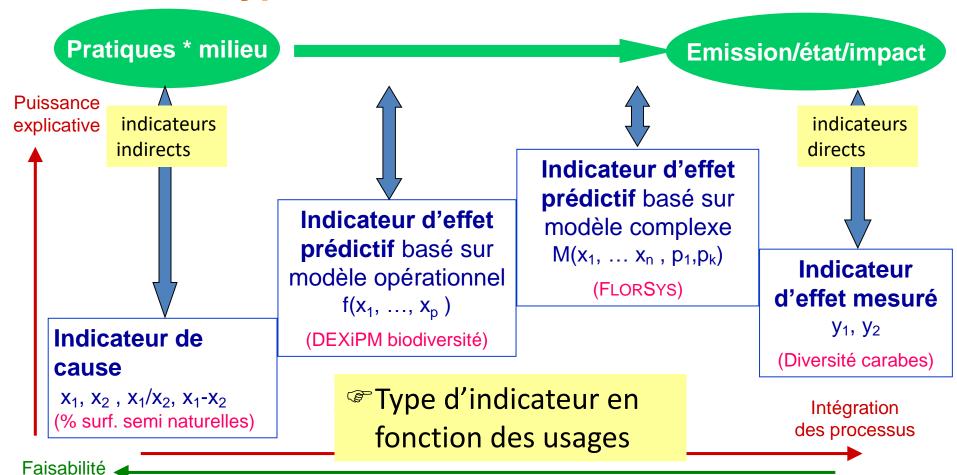




# Différents types d'indicateurs



# Différents types d'indicateurs



#### Rendre compte de la diversité (Magurran, 2004)

Nombres d'espèces : le plus utilisé



1 seule dimension de la diversité

• Indice de Shannon : très populaire :  $S = -\Sigma_i p_i$  . Ln  $p_i$ 



lisibilité des résultats, indice d'entropie (Jost, 2006)

- Indice de Simpson réciproque :  $1/D = 1 / \Sigma_i p_i^2$ 
  - Nombre d'espèces dominantes
- etc. approches plus complexes

p<sub>i</sub>: proportion de l'élément i



#### Le sol : indicateur d'effet mesurés (1/2)

- Nombreux indicateurs taxonomiques (Henneron et al., 2015)
  - microorganismes (bactéries et champignons), nématodes, différents groupes de la macrofaune : lombrics, carabes, staphylins, araignées, etc.











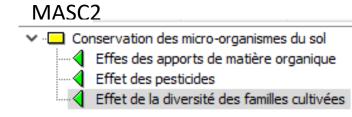


- Approche fonctionnelle
  - Groupes trophiques nématodes, gr. fonctionnels vers de terre
- Communautés microbiennes
  - Séquençage massif (PCR quantitative) : Genosol INRA Dijon
  - Développement diagnostic robuste à prix abordable (< 200 €)</li>



#### Le sol : indicateurs de cause et d'effet prédictifs

- Des indicateurs de cause à tirer d'études sur mécanismes (Bender et al., 2016, Petitjean et al., 2018)
  - % prairies temporaires, intensité du travail du sol, quantités d'intrants, IFT
- Manque d'indicateurs d'effet prédictif
  - Relations pratiques indicateurs taxonomiques de diversité ?
  - Modèles qualitatif basés sur DEXi
    - Dans MASC2 (Craheix et al. 2012),
    - Dans DEXPM v1 et v2 (Demade, 2014)







## Les prairies : indicateurs d'effet mesurés (1/3)

- Nombreux travaux sur diversité floristique
- Projet européen FP7 BIOBIO (2009-2012)
  - 4 indicateurs de richesse spécifique
    - plantes vasculaires,
    - vers de terre,
    - pollinisateurs (abeilles et bourdons),
    - araignées
  - Protocoles, etc.



En lien avec services écosystémiques importants pour l'agriculture

Production

Fertilité des sols

**Pollinisation** 

Prédation

http://www.biobio-indicator.org/index.php?l=





# Les prairies : indicateurs de cause (2/3)

Projet européen FP7 BIOBIO (2009-2012)

Zone d'utilisation d'engrais minéral azoté

8 indicateurs basés sur les pratiques

#### **Corrélation avec**

Apport (consommation) énergétique total direct et indirect→



6 cas sur 12

Dépenses en intrants de production



5 cas sur 12

Apport d'azote

3 cas sur 12

Utilisation de pesticides \_\_\_Intervention sur les champs



5 cas sur 12

- . Charga mayanna an hátail
- Charge moyenne en bétail
- Intensité de pâture



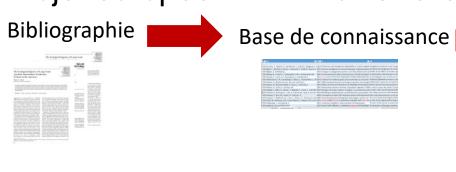
Faibles corrélations aux mesures de terrain

http://www.biobio-indicator.org/index.php?l=



#### Les prairies : indicateurs d'effet prédictifs (3/3)

Projet européen FP7 Multisward (2010-2014),



(Plantureux et al., 2014)

Projet Casdar INDIBIO (2011-2014)



Traitement stat







**Indicateurs** 

Honevbees

Butterflies

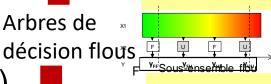
Herbivores

orthoptera

Earthworm

Arbres de

Flore Abeilles domestiques **Bourdons Papillons** Vers de terre Araignées Sauterelles



Flore Vers de terre, **Bourdons** Sauterelles Chauve-souris Oiseaux

(Manneville et al., 2016)

#### En grandes cultures : de nombreux indicateurs

- Revue de Bockstaller et al. (2011)
- Nombreux indicateurs de cause et d'effet mesurés
  - Cf. indicateurs du projet UE BIOBIO
  - Diversité des plantes : adventices
- Indicateurs prédictifs d'effets
  - Icarab: jeu de données et fouille de données (Rouabah et al., 2017)
  - Arbres de décision qualitatifs DEXi
    - MASC2
    - DEXiPM v1 et v2



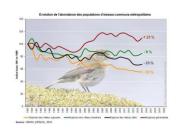


#### Confrontation au gradient d'intensité dans les microfermes d'Arvalis

					_
	Indicateurs	MASC2	DEXiPM1	DEXiPM2	(Denoirjean,
Globale	Biodiversité générale	Ne reflète pas le	Cohérence avec le gradient		2018)
		gradient			
Insectes volants	Insectes volants	Met à égalité les			1
		systèmes RAIS et			
		INT			ı
	Ennemis nat. volants		Cohérence avec le gradient		
Faune du sol	Macrofaune du sol	Ne distingue que			
		le système MACH			
	Ennemis nat . du sol		Cohérence avec le gradient		
	Ennemis naturels				
	rampants				
Flore	Flore adventice		Cohérence	Gradient	Ī
			avec le	incohérent	
			gradient		
	Flore naturelle/	Ne distingue que le système BIO			
	seminaturelle				
Microorganismes	Microorganismes du	Ne distingue que			
-	sol	le système BIO			14

#### Indicateurs au niveau exploitation et territoire

- Indicateurs d'effet mesurés
  - Indicateur « STOC » : suivi temporel oiseaux communs (depuis 1989)



- Indicateurs du projet BIOBIO sur réseau de parcelles
- Indicateurs de cause
  - Indicateurs du projet BIOBIO d'habitats
    (p. ex. diversité des habitas, taille des parcelles)
  - Méthode BIOTEX : va plus loin avec des indicateurs paysagers (diversité, connectivité), (Manneville et al., 2014)



#### La méthode BIOTEX (Manneville et al., 2014)

½ journée recueil + ½ journée traitement

31 indicateurs (de cause)

mosaïque paysagère (5 indicateurs)

structure et composantes paysagères (9)

gestion des infrastructures agro écologique (6)

gestion des cultures (8)

gestion des prairies permanentes (3)

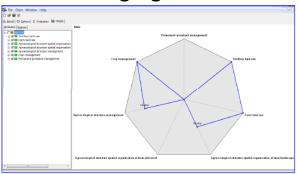




Indicateurs paysagers calculés avec Google maps



#### Indicateur agrégé



#### En analyse de cycle de vie (Winter et al., 2017)

- SALCA biodiversité (Jeanneret et al. 2014)
  - Notes : effets des pratiques sur 17 groupes taxonomiques (terrestres)
  - Système évalué : parcelle agricole (pas d'ACV)



- Revue de Winter et al. (2017)
  - Facteur le plus utilisé:
    - Utilisation des terres : avec facteur d'impact sur nombre d'espèces
  - Autres facteurs: changement climatique, eutrophisation



#### Discussion et conclusions (1/2)

- Nombreux indicateurs de cause et d'effets mesurés,
  - Même pour compartiment sol cela progresse
  - Approche semi quantitative pour indicateurs d'habitat,
  - Apports de la télédétection (Sausse et al., 2018) ?



#### Discussion et conclusions (2/2)

- Des manques encore au niveau des indicateurs prédictifs
  - Nécessité de connaissance sur relation pratiques-biodiversité
  - Approches qualitatives (DEXi) ou arbres de décision flous
  - Aller vers de la modélisation plus poussée (p. ex. modèle mécaniste FLORSYS Mezière et al. 2015)
- A l'avenir :
  - Aide au choix d'indicateurs de biodiversité comme pour méthode EMC, pesticides (GUIDE) sur site du RMT



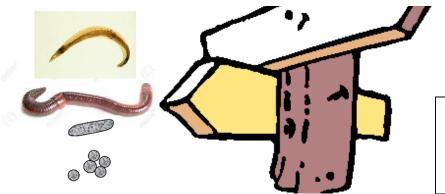


Évaluation de la duRabilité des sYstèmes et des Territoires AGricolEs





#### Merci pour votre attention





Remerciement au GIS GC HP2E pour le financement du stage de T. Denoirjean en 2018

