

1^{ères} Rencontres de l'Observatoire des EnR et de la Biodiversité

Vers une transition énergétique en harmonie avec la biodiversité, les sols et les paysages

Impacts de l'installation de panneaux PV sur la flore et les arthropodes : une approche par **revue systématique** et **méta-analyse**

Yorick REYJOL, Alix Lafitte, Dakis Yaoba-Ouédraogo, Romain Sordello

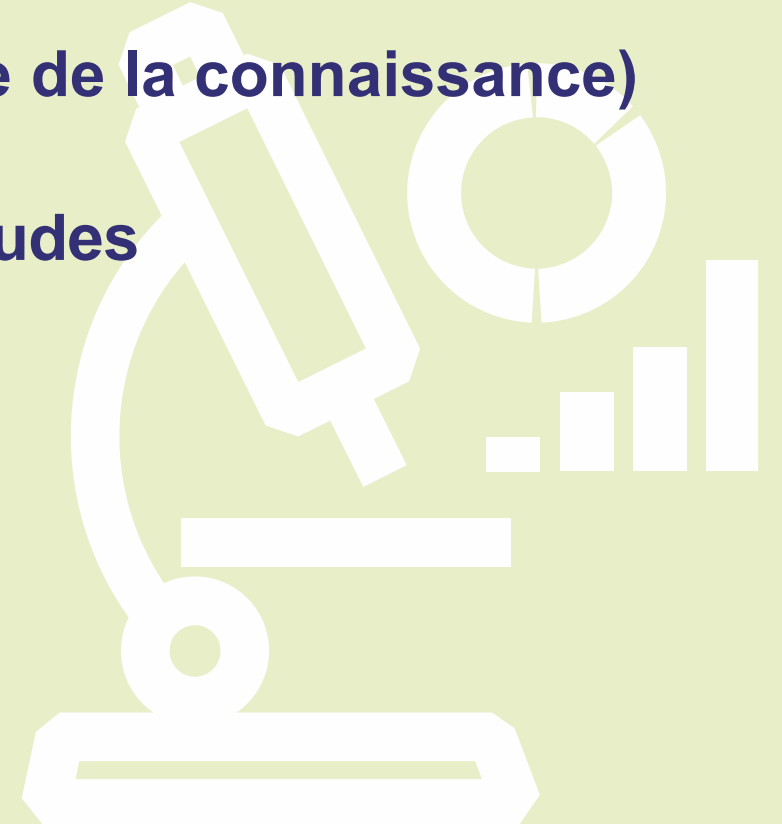
PatriNat (OFB-MNHN)

Sommaire :



Projet mené en 3 grandes étapes :

- 1 Réalisation d'une carte systématique (paysage de la connaissance)
- 2 Revue systématique et analyse critique des études
- 3 Méta-analyses sur la flore et les arthropodes



Financements :



Qu'est ce qu'une revue systématique ? Pourquoi en réaliser une ?

Méthode de synthèse bibliographique recherchant **Exhaustivité / Robustesse / Transparence / Réplicabilité / Objectivité**

De + en + utilisée dans la sphère opérationnelle (appui aux politiques publiques) car :

- Décisions doivent reposer sur des connaissances scientifiques **les + robustes possibles**
- La littérature disponibles est très (trop) riche (« **inflation publicationnelle** »), parfois contradictoire
- Connaissances scientifiques souvent **inaccessibles aux acteurs opérationnels et aux décideurs** (langue, abonnement, manque de vulgarisation...)

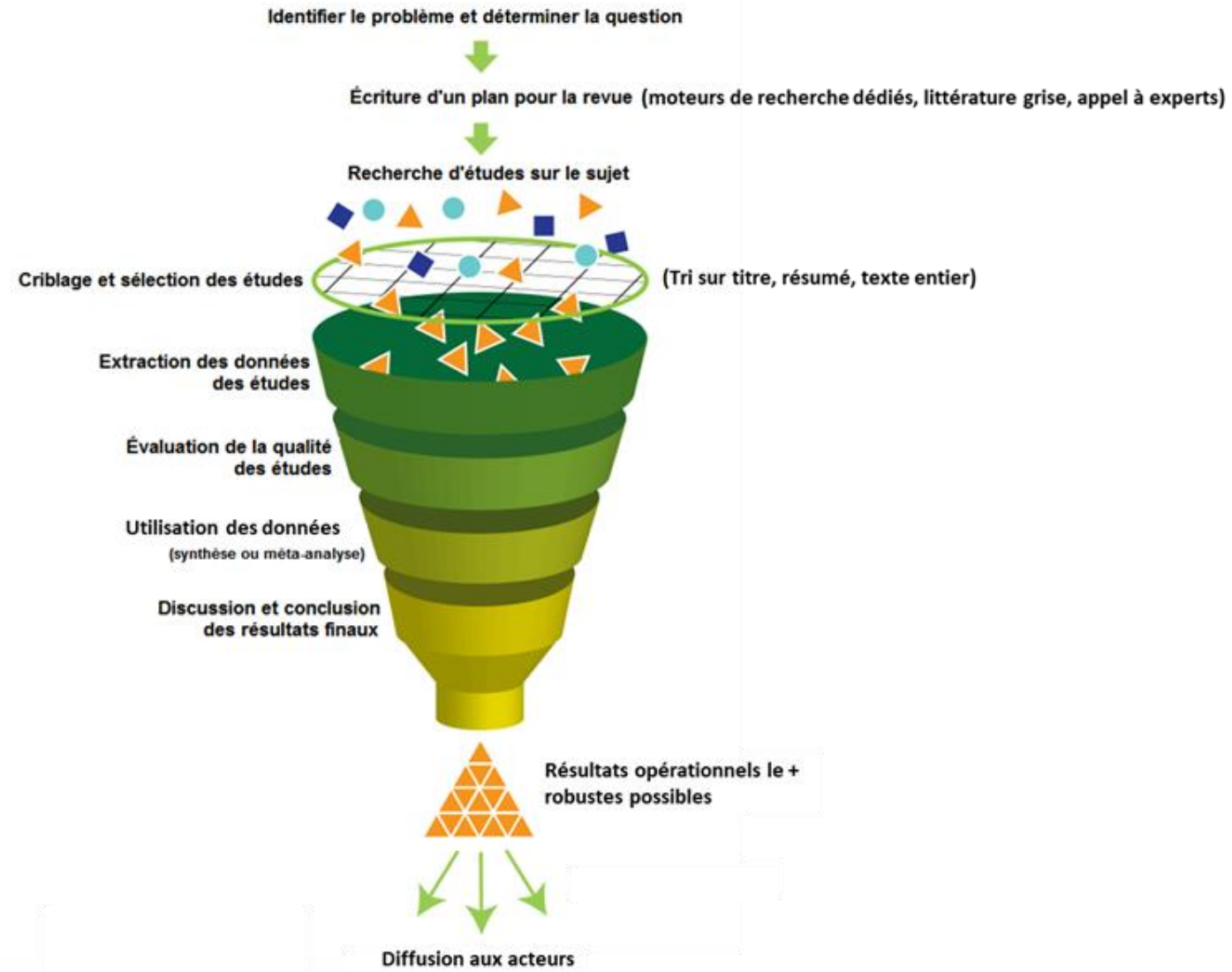
Méthode des revues systématiques telle que proposée par la Collaboration for Environmental Evidence (CEE) et promue en France par la FRB

Soumissions prévues à « *Environmental Evidence Journal* » qui garantit le respect de la méthode

Lorsque possible, inclue une synthèse quantitative (méta-analyse)








Etapes d'une revue systématique :

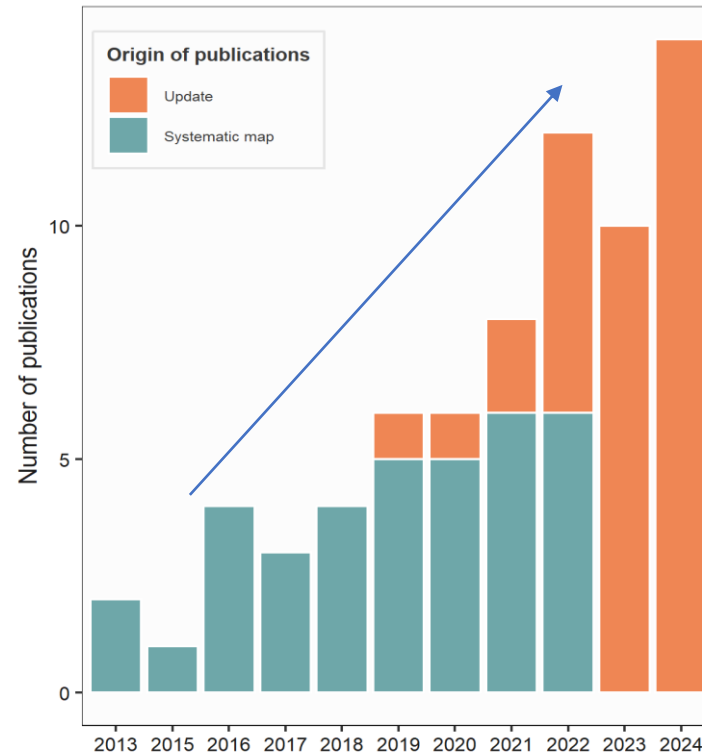
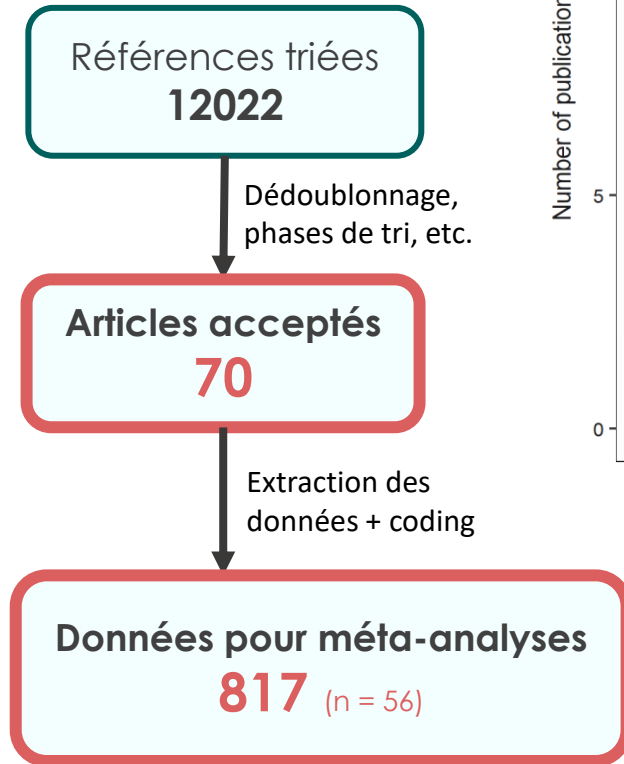


Méthodes : Filtres (PECO) utilisés lors des tris / Compareurs

	Inclus	Exclus
Population	<ul style="list-style-type: none"> Plantes et arthropodes 	<ul style="list-style-type: none"> Espèces domestiquées Espèces strictement aquatiques
Exposition	<ul style="list-style-type: none"> Panneaux photovoltaïques (surtout dans centrales) 	<ul style="list-style-type: none"> CSP PV in-vivo (GPS)
Compareur	<ul style="list-style-type: none"> Cf. tableau 	
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> Abondance et diversité 	<ul style="list-style-type: none"> Mesure abiotiques (e.g. température)
Type de document	<ul style="list-style-type: none"> Articles, livres, thèses, rapports 	<ul style="list-style-type: none"> Documents de conférences
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> Recherche primaire 	<ul style="list-style-type: none"> Modélisation, Revue
Langue	<ul style="list-style-type: none"> Anglais ou Français 	

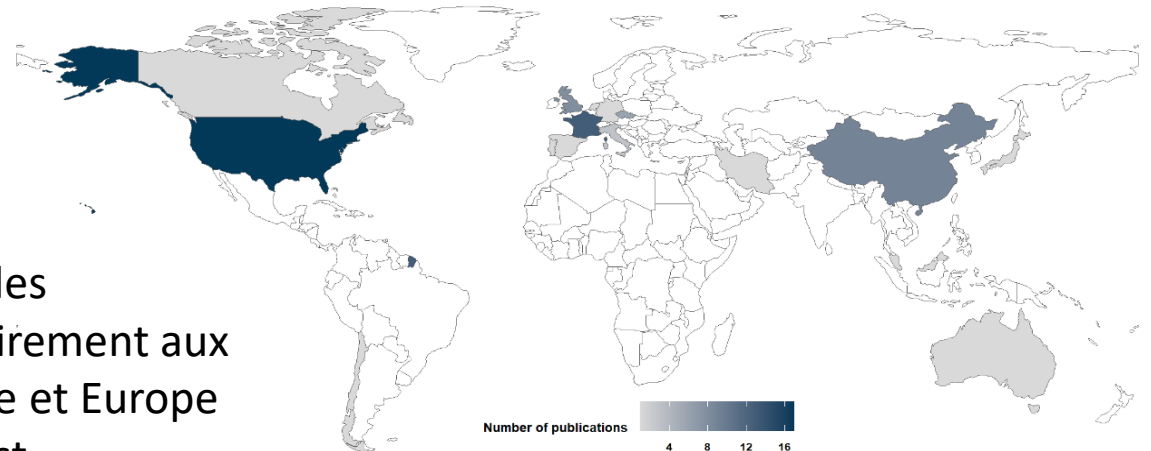
Type de compareur	Illustration	Description
<div>PVE</div> <div>●●●●●</div>	 <p>PV installation Extérieur</p>	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison du traitement PV global soumis à l'influence de la centrale PV et d'un traitement E situé à l'extérieur de la centrale PV
<div>PVO</div> <div>●●●●●</div>	 <p>PV installation</p>	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison du traitement PV global soumis à l'influence de la centrale PV et d'un traitement ouvert O situé à l'intérieur de la centrale PV mais sans influence des panneaux PV
<div>UB</div> <div>●●●●●</div>	 <p>PV installation</p>	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison du traitement U situé directement sous les panneaux PV et du traitement B situé en inter-rangs
<div>BO</div> <div>●●●●●</div>	 <p>PV installation</p>	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison du traitement B situé en inter-rangs et du traitement ouvert O situé à l'intérieur de la centrale PV mais sans influence des panneaux PV
<div>UO</div> <div>●●●●●</div>	 <p>PV installation</p>	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison du traitement U situé directement les panneaux PV et du traitement ouvert O situé à l'intérieur de la centrale PV mais sans influence des panneaux PV

Résultats généraux



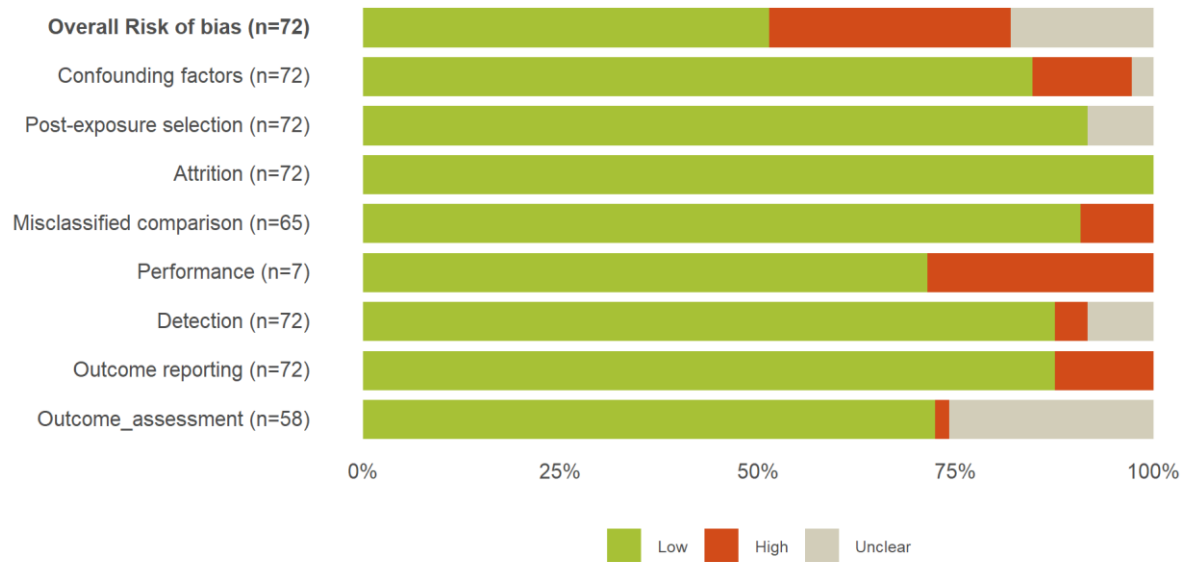
Forte augmentation
au cours de la
dernière décennie

Des études
majoritairement aux
US, Chine et Europe
de l'Ouest

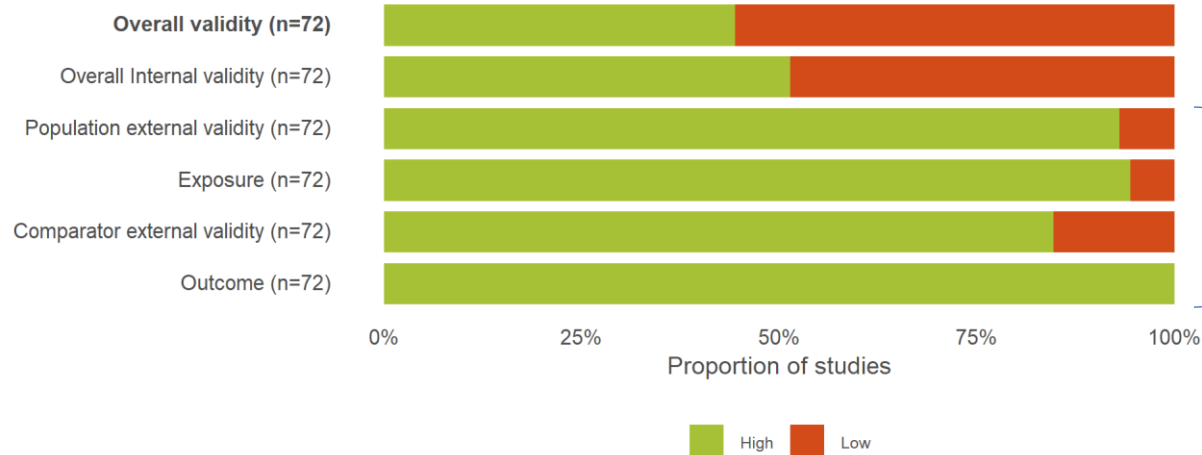


Résultats généraux – Analyse critique des études

A



B



47%


Risque de biais **élevé**
(ou inconnu)

Haute validité externe


(pertinence des études pour répondre à la question posée)

Résultats - Synthèse narrative

A

	PVE		PVO		UB		BO		UO		UE		BE	
	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low
Abundance	ns [2]	+ - ns [8]	ns [1]	+ - ns [5]	+ - ns [35]	+ - ns [15]	+ - ns [33]	+ ns [6]	+ - ns [33]	+ - ns [12]	- [1]	+ [2]	ns [1]	+ [1]
Biomass	+ [1]	- ns [2]	•	•	+ - ns [19]	+ - ns [9]	- ns [10]	+ ns [6]	- ns [10]	+ ns [7]	- [1]	+ [1]	ns [1]	+ [1]
Growth	ns [1]	•	•	+ ns [1]	+ ns [5]	- ns [8]	+ ns [5]	+ - ns [8]	+ - ns [6]	+ - ns [6]	•	+ [2]	•	+ ns [2]
Composition	•	•	•	≠ ns [2]	≠ ns [6]	≠ [2]	ns [1]	≠ [1]	≠ ns [3]	≠ [2]	•	•	•	•
Richness	•	+ - ns [13]	•	ns [1]	+ - ns [11]	+ - ns [17]	ns [6]	ns [2]	- ns [7]	+ ns [4]	- ns [3]	+ ns [2]	ns [2]	+ ns [2]
Diversity	•	- ns [2]	•	+ [3]	+ - ns [14]	- ns [11]	ns [4]	+ ns [6]	- ns [8]	+ ns [8]	- [4]	•	- ns [4]	•

B

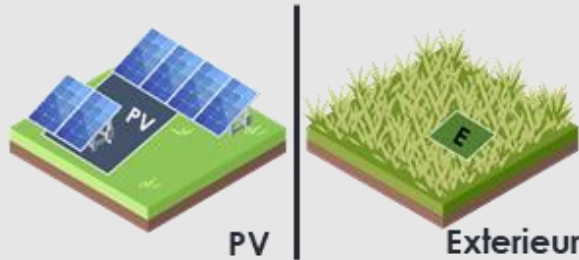
	PVE		PVO		UB		BO		UO		UE		BE	
	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low
Abundance	- ns [2]	+ ns [11]	•	+ - ns [7]	- ns [8]	- ns [5]	+ - ns [5]	•	- ns [10]	•	ns [2]	•	•	•
Biomass	ns [4]	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Composition	≠ [2]	≠ ns [1]	•	ns [1]	≠ ns [5]	•	ns [3]	•	≠ ns [3]	•	≠ [2]	•	ns [1]	•
Richness	+ ns [2]	+ ns [3]	•	- ns [2]	+ - ns [5]	•	- ns [5]	- ns [6]	- ns [7]	•	ns [1]	•	•	- ns [4]
Diversity	ns [2]	•	•	•	- [1]	•	- ns [5]	- ns [2]	- [1]	•	•	•	•	- [2]

→ Des résultats
très hétérogènes

→ Intérêt des méta-
analyses pour
synthétiser

Résultats – Méta-analyses

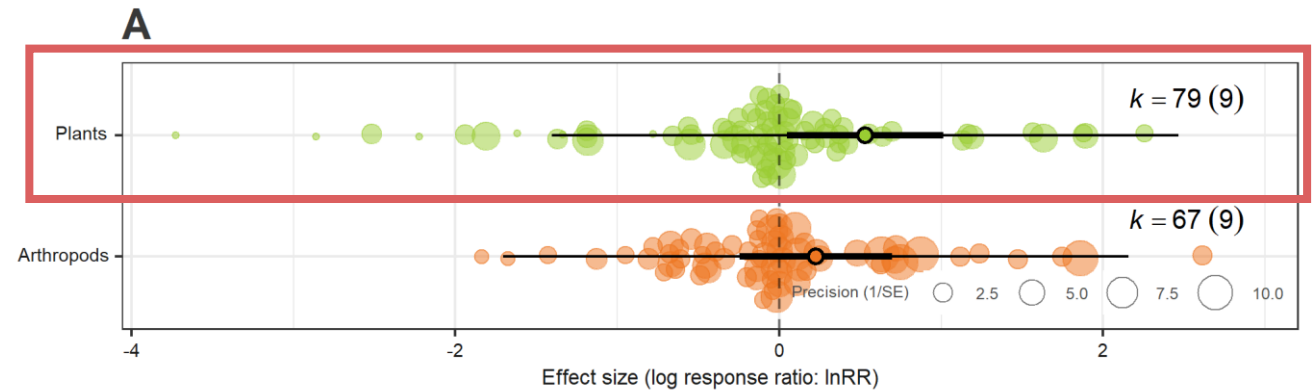
Comparaison intérieur centrale vs. extérieur



Comparaison par rapport à un site externe

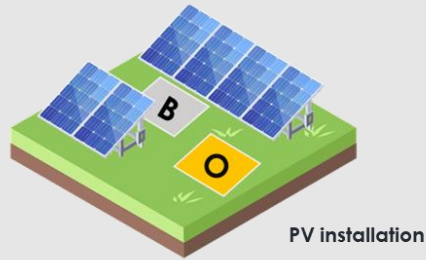
Effet + sur les plantes

Mais résultats à **fort niveau de biais** (rarement un « vrai » site naturel de référence...)



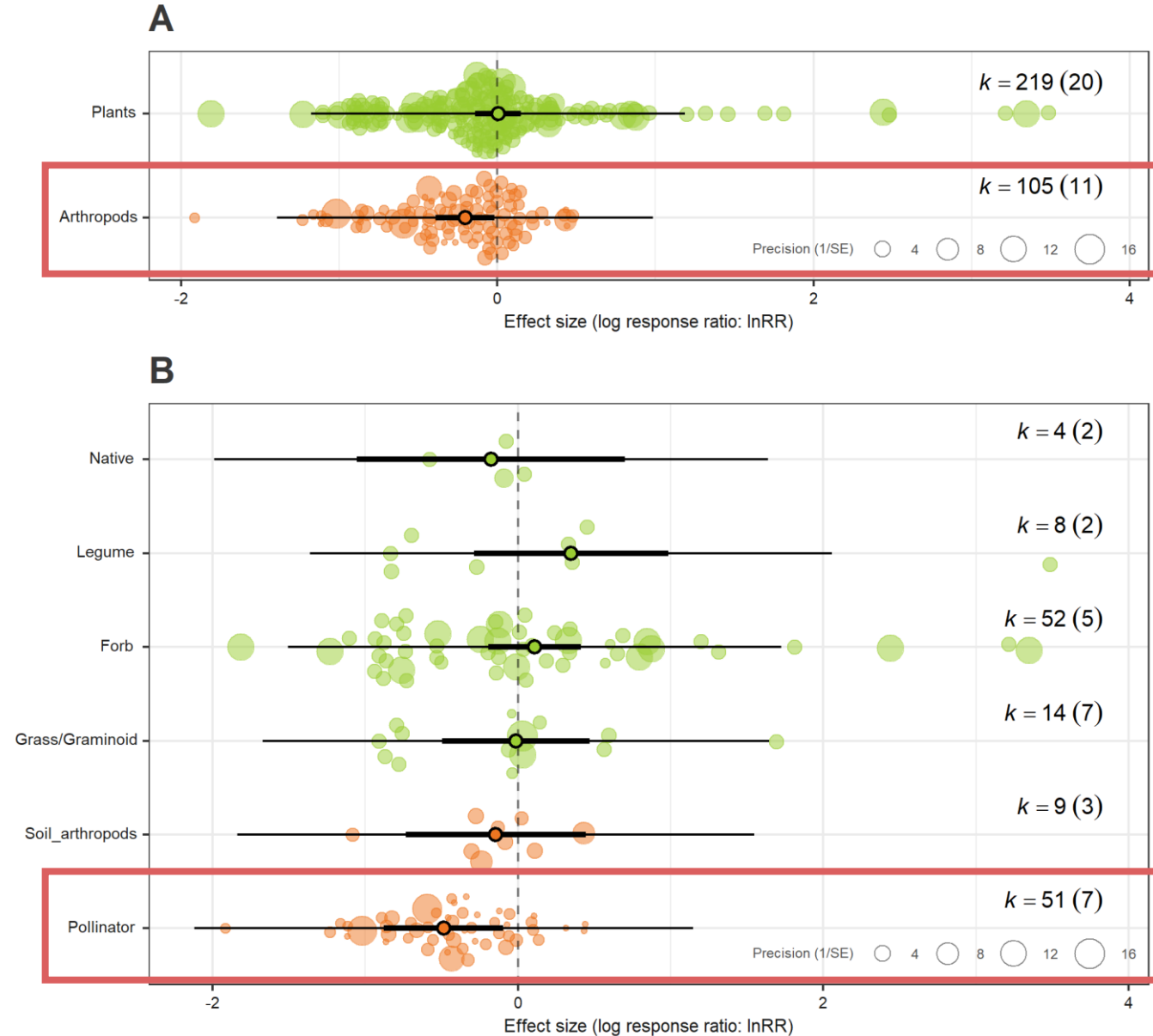
Résultats – Méta-analyses

Comparaison Between vs. Open



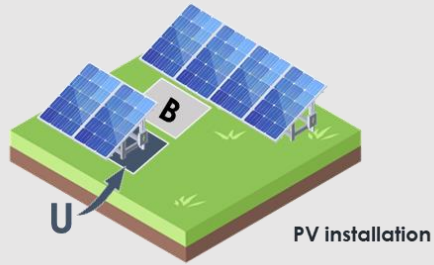
Effet ■

Les **arthropodes** et en particulier les **insectes pollinisateurs** sont **négativement impactés** entre les rangs par rapport au témoin



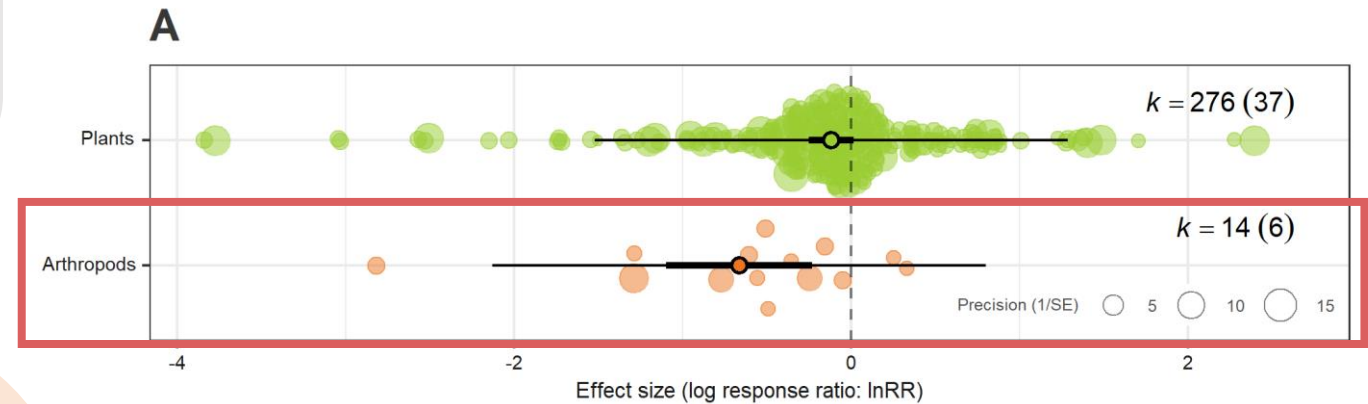
Résultats – Méta-analyses

Comparaison Under vs. Between



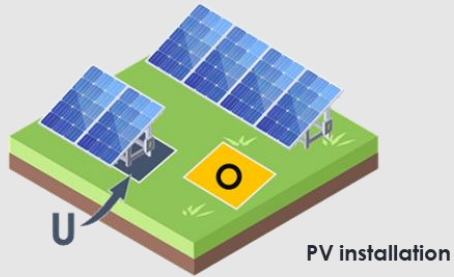
Effet ■

Les **arthropodes** sont **négativement impactés** sous les panneaux par rapport à la zone inter-rang



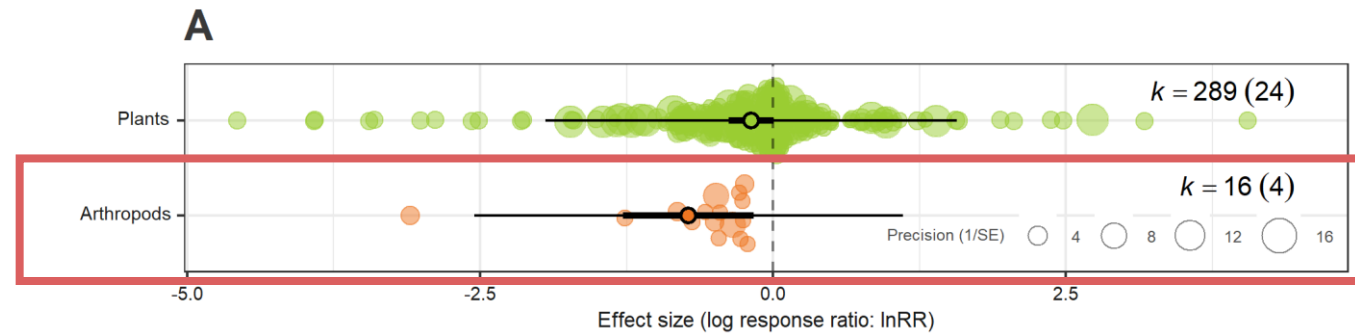
Résultats – Méta-analyses

Comparaison Under vs. Open



Effet ■

Les **arthropodes** sont **négativement impactés** entre les panneaux par rapport à la zone témoin à l'intérieur de la centrale



Résultats – Méta-analyses

Influence de la durée depuis l'installation

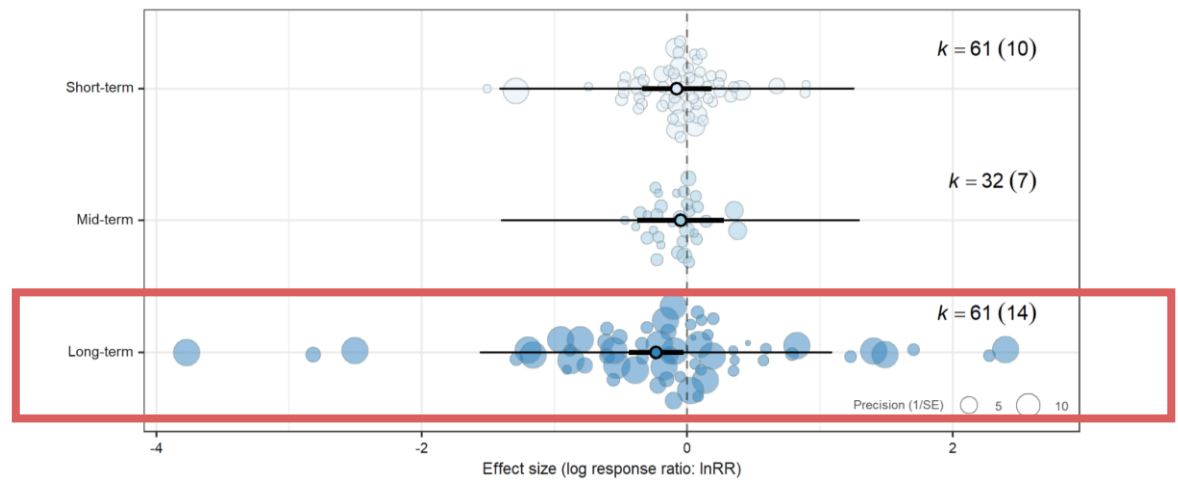
Effet =

Sous les panneaux, l'effet négatif est d'autant marqué que la centrale est âgée (≥ 5 ans)

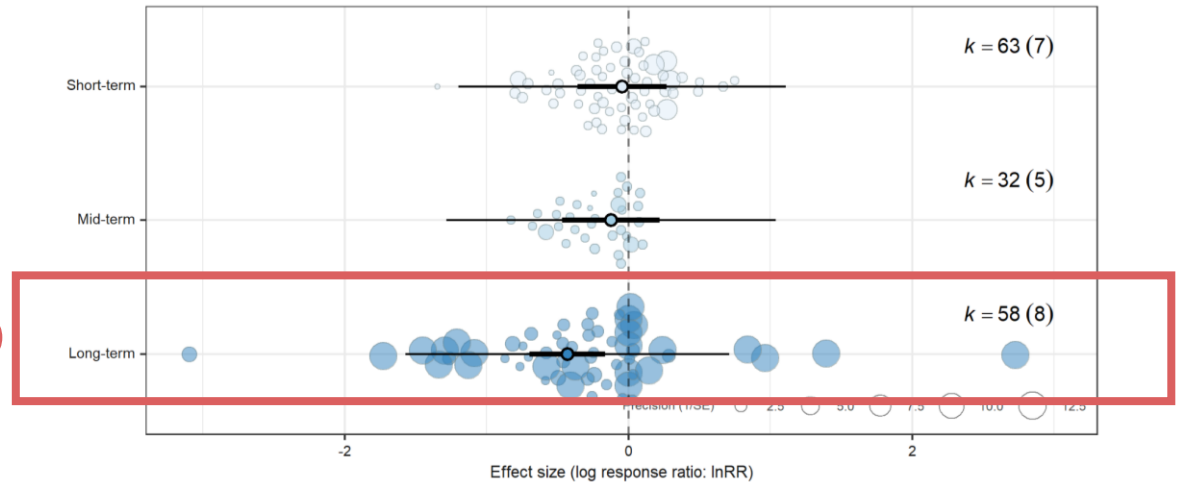


PV age

UB



UO



UO

Influence du type de PV

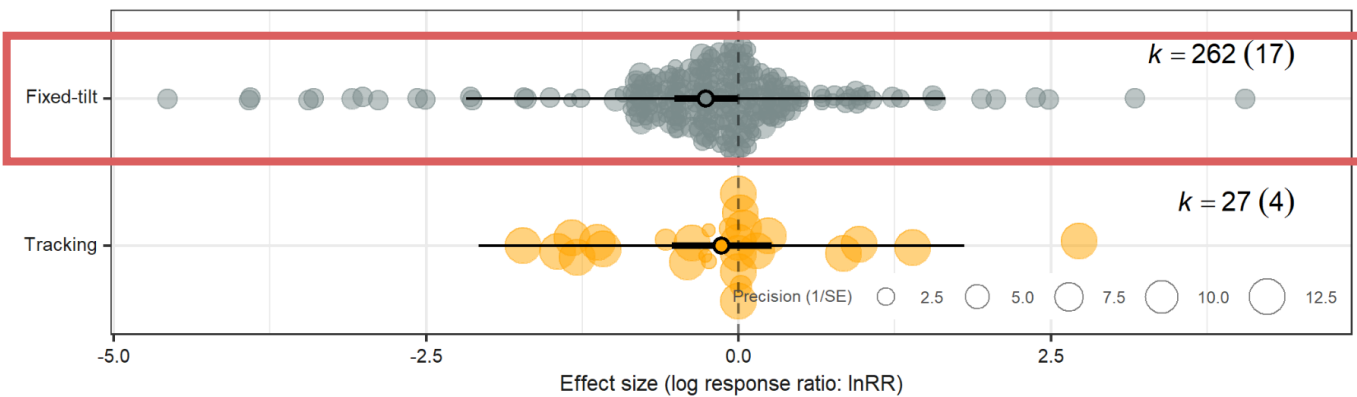
Effet =

sous **panneaux fixes** comparé aux trackers


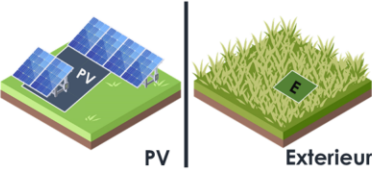



















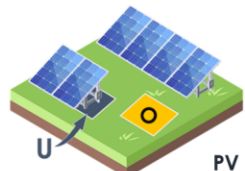








PV type

A



Synthèse générale et limites

Type de comparateur	Illustration	Résultats principaux	Variables liées à la centrale photovoltaïque	Validité des résultats	Limites des résultats
 PVE		 <p>Les mesures d'abondance et diversité végétales sont statistiquement supérieures dans les traitements PV par rapport aux témoins externes</p>			 <p>Effet lié aux études à faible validité</p>  <p>Un biais de publication significative (effet devenant nul avec le temps)</p>
 PVO		 <p>Les mesures d'abondance et diversité d'arthropodes et pollinisateurs sont statistiquement inférieures dans les traitements PV par rapport aux témoins ouverts</p>	 <p>Habitat initial : — pour les toits verts (k = 23 (2))</p>	<ul style="list-style-type: none">Une imputation des mesures de variation manquantes qui permet d'obtenir des résultats non biaisés	 <p>Effet lié aux études à faible validité</p> <ul style="list-style-type: none">1 étude biaisant les résultats
 UB		 <p>Les mesures d'abondance et diversité d'arthropodes sont statistiquement inférieures sous les panneaux par rapport à l'inter-rang</p>	 <p>Climat : — climat tempéré (k = 290 (39))</p>  <p>Age : — centrales > 5ans (k = 154 (27))</p>  <p>Gestion : — centrales fauchées (k = 154 (26))</p>	 <p>Effet lié aux études à forte validité</p>	<ul style="list-style-type: none">2 étude biaisant les résultats
 BO		 <p>Les mesures d'abondance et diversité d'arthropodes et pollinisateurs sont statistiquement inférieures dans les inter-rangs par rapport aux témoins ouverts</p>		<ul style="list-style-type: none">Une imputation des mesures de variation manquantes qui permet d'obtenir des résultats non biaisés	
 UO		 <p>Les mesures d'abondance et diversité d'arthropodes et pollinisateurs sont statistiquement inférieures sous les panneaux par rapport aux témoins ouverts</p>  <p>Les mesures d'abondance et diversité végétales sont marginalement inférieures sous les panneaux par rapport aux témoins ouverts</p>	 <p>Climat : — climat tempéré (k = 305 (26))</p>  <p>Type : — panneaux fixes (k = 305 (26))</p>  <p>Age : — centrales > 5ans (k = 153 (16))</p>	 <p>Effet lié aux études à forte validité</p>	

Conclusions

Effet global ■

sous les panneaux

Effet marqué ■

pour les arthropodes et en particulier les insectes pollinisateurs

Variabilité des résultats liée à certains **facteurs environnementaux** (p. ex. **climat**) ou à l'âge de la **centrale**

Recommandations

- **Choix stratégique de la localisation** des futures centrales PV
- Réalisation d'études **protocolées (+ design type BACI)**, sur d'autres groupes taxonomiques, avec des vrais sites naturels de référence en dehors de la centrale

Merci de votre attention

