



APPEL A PROJETS FRB-MTE-OFB 2021

Pressions anthropiques et impacts sur la biodiversité terrestre

Axe CARTE SYSTEMATIQUE

Restitution du projet SOLAIRE-PB

Systematic Overview of Literature About the Impacts of Renewable Energy : Photovoltaic and Biodiversity

Alix Lafitte

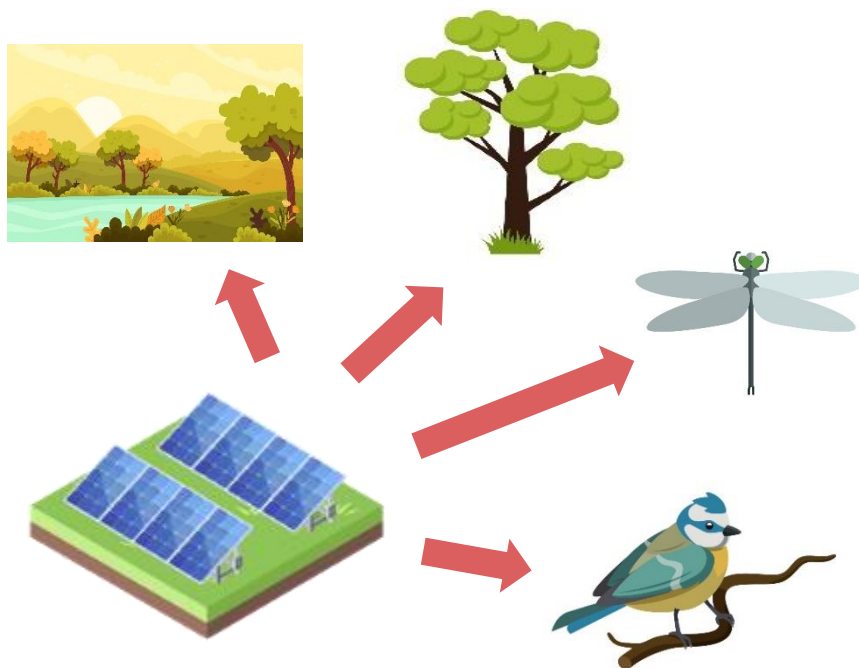
Chargé d'études Photovoltaïque & Biodiversité
PatriNat (OFB–MNHN –CNRS –IRD)

Equipe projet

Jérémy Froidevaux, Philippe Gourdain, Christian Kerbiriou, Geoffroy Marx, Dakis-Yaoba Ouédraogo, Yorick Reyjol, Bertrand Schatz, Romain Sordello & Chloé Thiery



Changement climatique → + énergies renouvelables
→ + panneaux **photovoltaïques** (PV)



Mais pourtant, PV peuvent impacter la biodiversité

- perte d'**habitats naturels**
- Changement **communautés végétales et fonctionnalité écosystèmes**
- **Communautés d'arthropodes** et reproduction insectes aquatiques
- **Activité chiroptères**

QUESTION PRELIMINAIRE

Quel est l'état actuel de la connaissance concernant **les effets des panneaux photovoltaïques** sur la **biodiversité** ?

QUESTION PRELIMINAIRE

Quel est l'état actuel de la connaissance concernant **les effets des panneaux photovoltaïques** sur la **biodiversité** ?

Lafitte et al. *Environmental Evidence* (2023) 12:25
<https://doi.org/10.1186/s13750-023-00318-x>

Environmental Evidence

SYSTEMATIC MAP

Open Access

Existing evidence on the effects of photovoltaic panels on biodiversity: a systematic map with critical appraisal of study validity

Alix Lafitte^{1*}, Romain Sordello¹, Dakis-Yaoba Ouédraogo¹, Chloé Thierry¹, Geoffroy Manx², Jérémy Froidevaux^{3,4,5}, Bertrand Schatz⁶, Christian Kerbiriou³, Philippe Gourdain¹ and Yorick Reyjol¹

Abstract

Background To phase out fossil fuels and reach a carbon-neutral future, solar energy and notably photovoltaic (PV) installations are being rapidly scaled up. Unlike other types of renewable energies such as wind and hydroelectricity, evidence on the effects of PV installations on biodiversity has been building up only fairly recently and suggests that they may directly impact ecosystems and species through, for instance, habitat change and loss, mortality, behaviour alteration or population displacements. Hence, we conducted a systematic map of existing evidence aiming at answering the following question: what evidence exists regarding the effects of PV installations on wild terrestrial and semi-aquatic species?

Methods We searched for relevant citations on four online publication databases, on Google Scholar, on four specialised websites and through a call for grey literature. Citations were then screened for eligibility in order to only retain citations referring to wild terrestrial and semi-aquatic species as well as PV and solar thermal installations, therefore excluding concentrated solar power. Accepted articles were first split into studies (corresponding to one experimental design) subjected to critical appraisal and then further split into observations (i.e. one population and one outcome) during metadata extraction. The current state of the literature was characterised and knowledge clusters and gaps identified.

Review findings Searching captured 8121 unique citations, which resulted in 158 relevant articles being accepted after screening. Even though the first article was published in 2005, the publication rate increased rapidly in 2020. The 97 included primary research and modelling articles were split into 137 unique studies and rated with either a low (43.98%), a high (41.69%) or an unclear overall risk of bias (14.65%) after internal validity assessment. Studies were further split into 434 observations, mainly carried out in the United States (23.0%) and the United Kingdom (21.0%), preferentially in temperate climates (64.5%). Plants and arthropods were the two most studied taxa (41.7% and 26.3%, respectively). Utility-scale solar energy (USSE) facilities were most often investigated (70.1%). Observations mainly focused on the effect of the presence of PV installations (51.8%). Species abundance, community composition and species diversity were the most common outcomes assessed (23.0%, 18.4% and 16.1%, respectively).

*Correspondence:
Alix Lafitte
alix.lafitte@mhfr.fr
Full list of author information is available at the end of the article



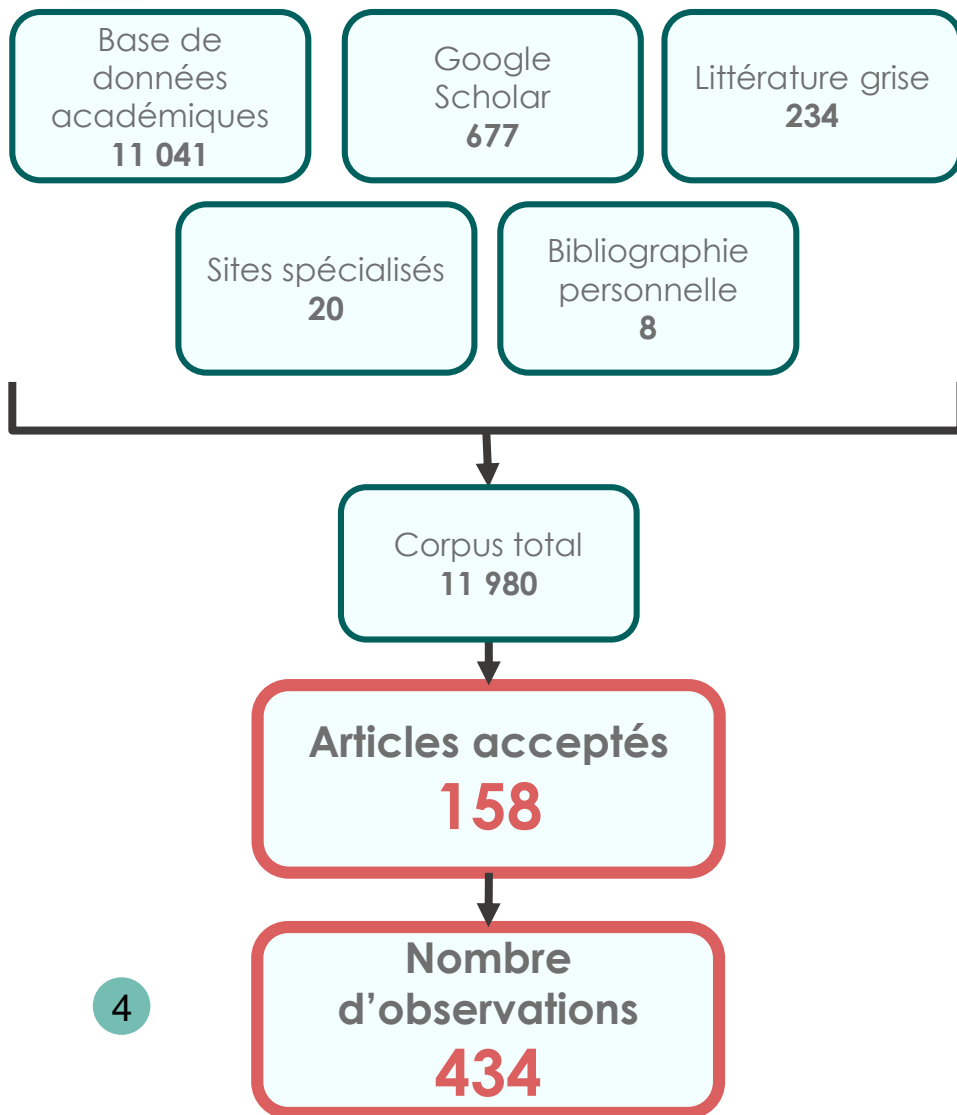
1^{ère} étape =
CARTE systématique

Lafitte et al. (2023).

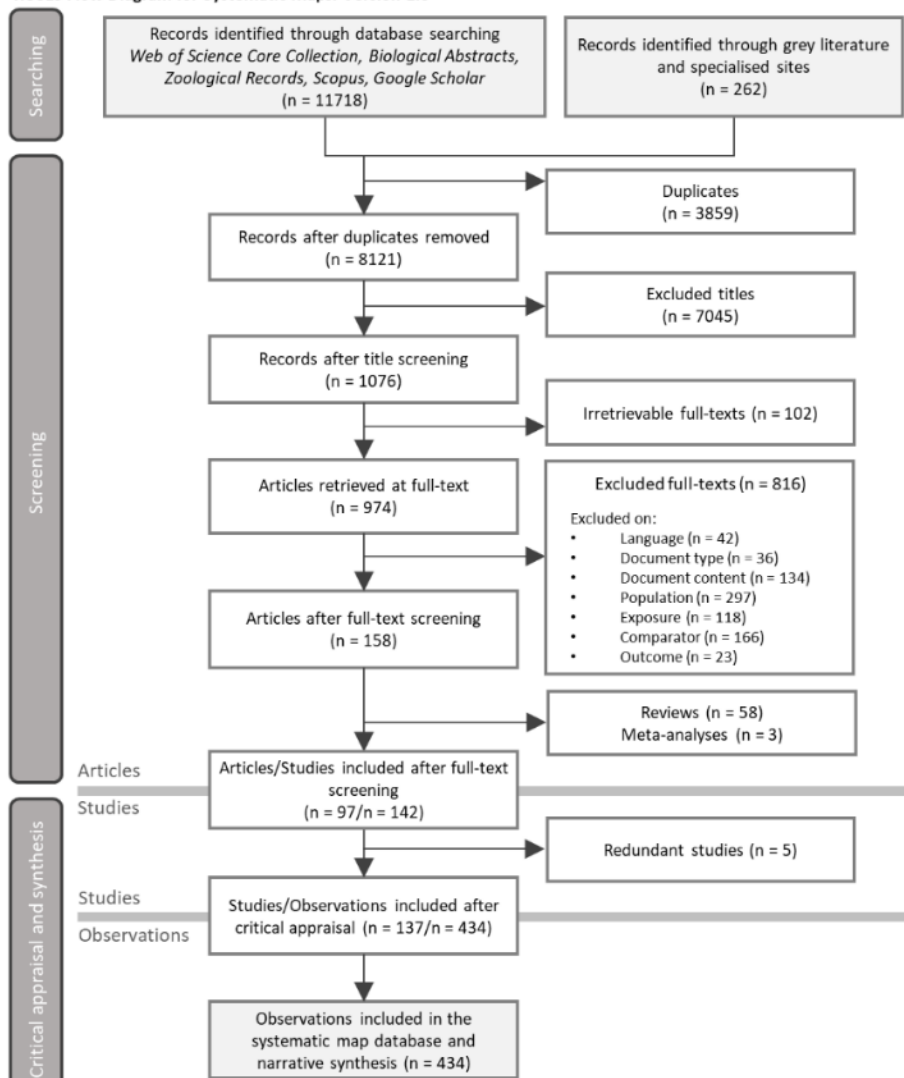
Existing evidence on the **effects of photovoltaic panels on biodiversity: a systematic map** with critical appraisal of study validity.

doi: 10.1186/s13750-023-00318-x

→ Une **base de données exhaustive et objective** des publications disponibles et des **protocoles existants** utilisés dans la littérature



ROSES Flow Diagram for Systematic Maps. Version 1.0

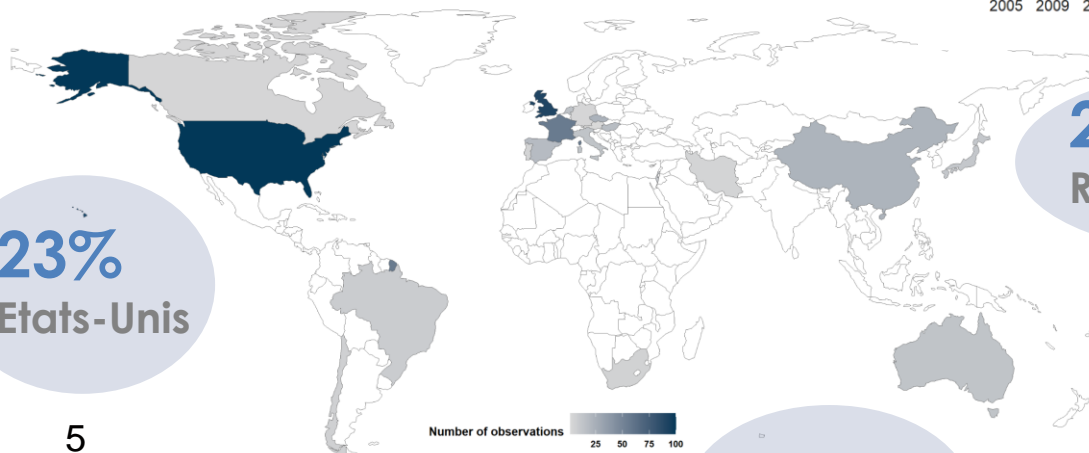
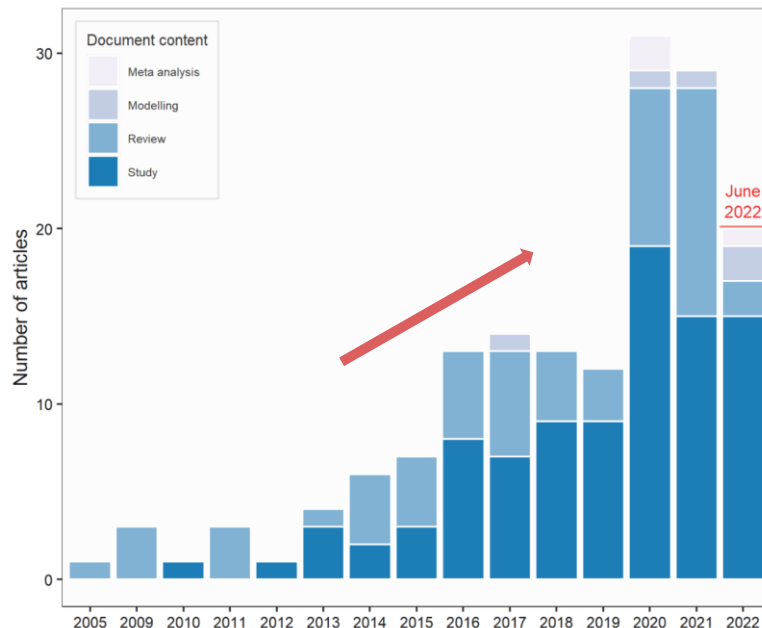


2005

Première publication: une revue

2010-2022

Accélération progressive de la recherche empirique



23%
Etats-Unis

21%
Royaume-Uni

13%
France

66%
Climat tempéré

16%
Climat aride

44%

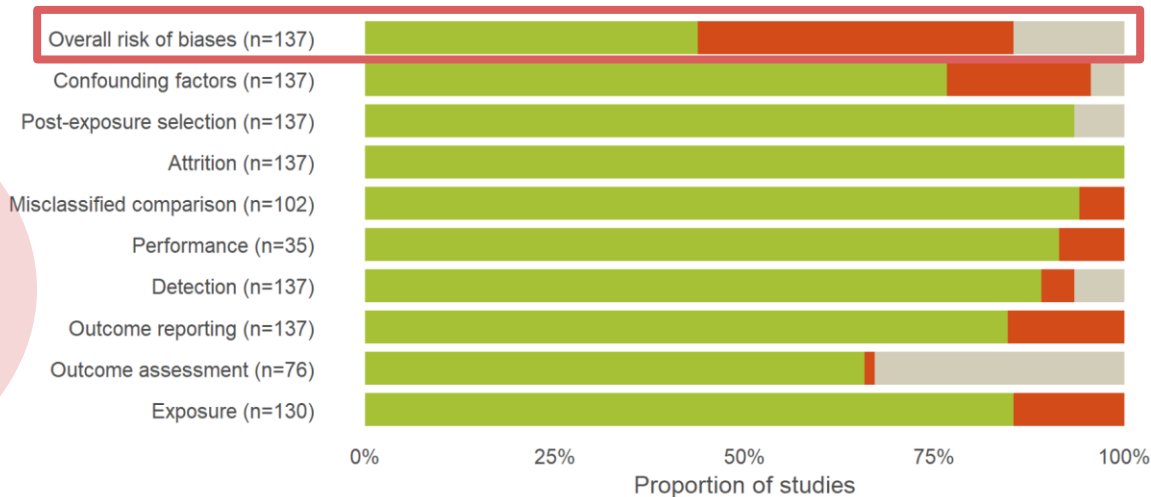
Risque de biais **élevé**

41%

Risque de biais **faible**

15%

Risque de biais **inconnu**



Type of comparator	Illustrated example	Other examples
Presence	<p>Control natural habitat Exposed USSE facility</p>	<ul style="list-style-type: none"> Under PV panels, between and in open areas Inside USSE facilities and in reference natural habitat With or without PV panels
Management	<p>Control without management Grazing management</p>	<ul style="list-style-type: none"> Grazing Mowing Different seed mixes Conventional roof or green roof PV panel cleaning
Type of PV installations	<p>Fixed-tilt One-axis tracking</p>	<ul style="list-style-type: none"> Different sizes and shapes Different heights Different inter-row spaces and packing factors Tracking system Different technologies Varying angles Different orientations
Construction or Presence & Construction	<p>Before During After → time</p>	<ul style="list-style-type: none"> Changes of land use Alteration of habitat quality Changes in habitat connectivity
Context	<p>Desert habitat Grassland habitat</p>	<ul style="list-style-type: none"> Different locations Different climatic zones Different pre-installation habitats Different surrounding habitats

Low High Unclear

52%

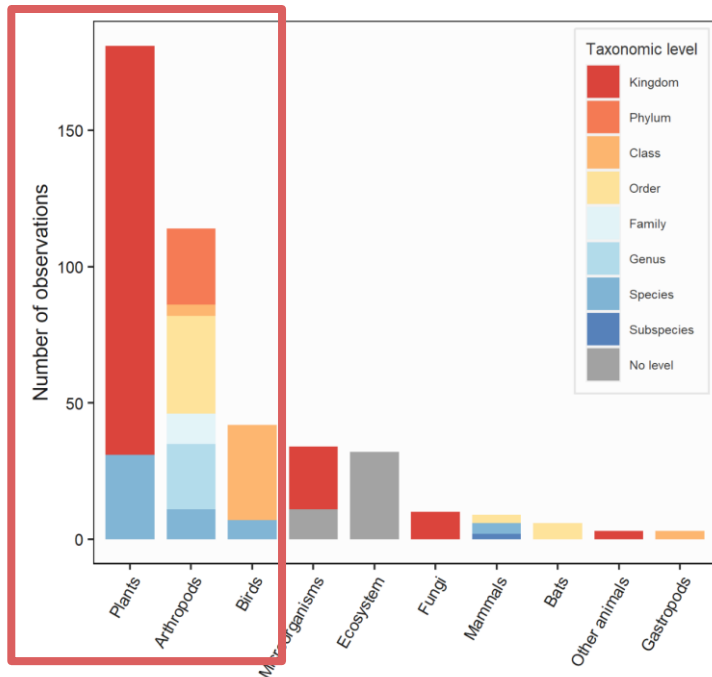
Sur les effets de la **présence des PV**

18%

Sur les effets de la **gestion**

15%

Sur les différents **types des PV**



42%
Sur les plantes

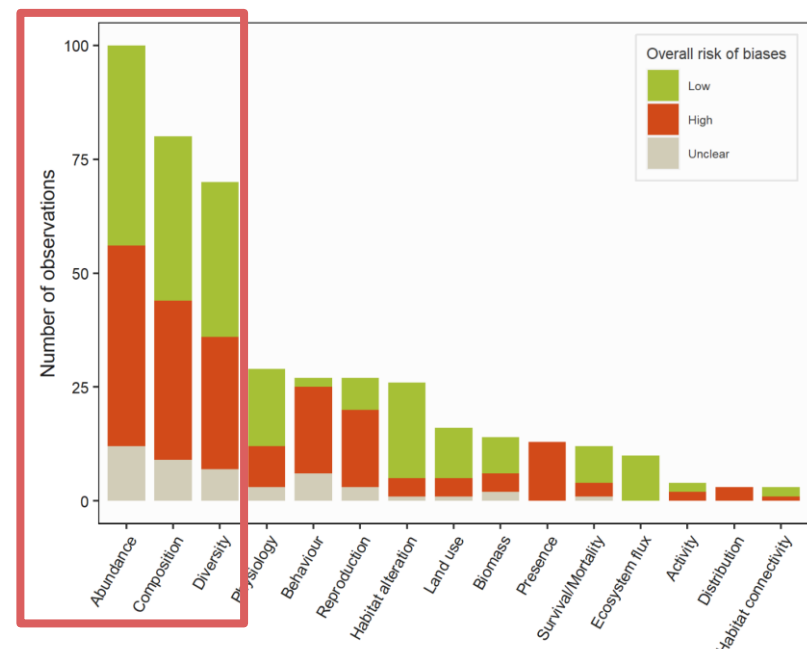
26%
Sur les arthropodes

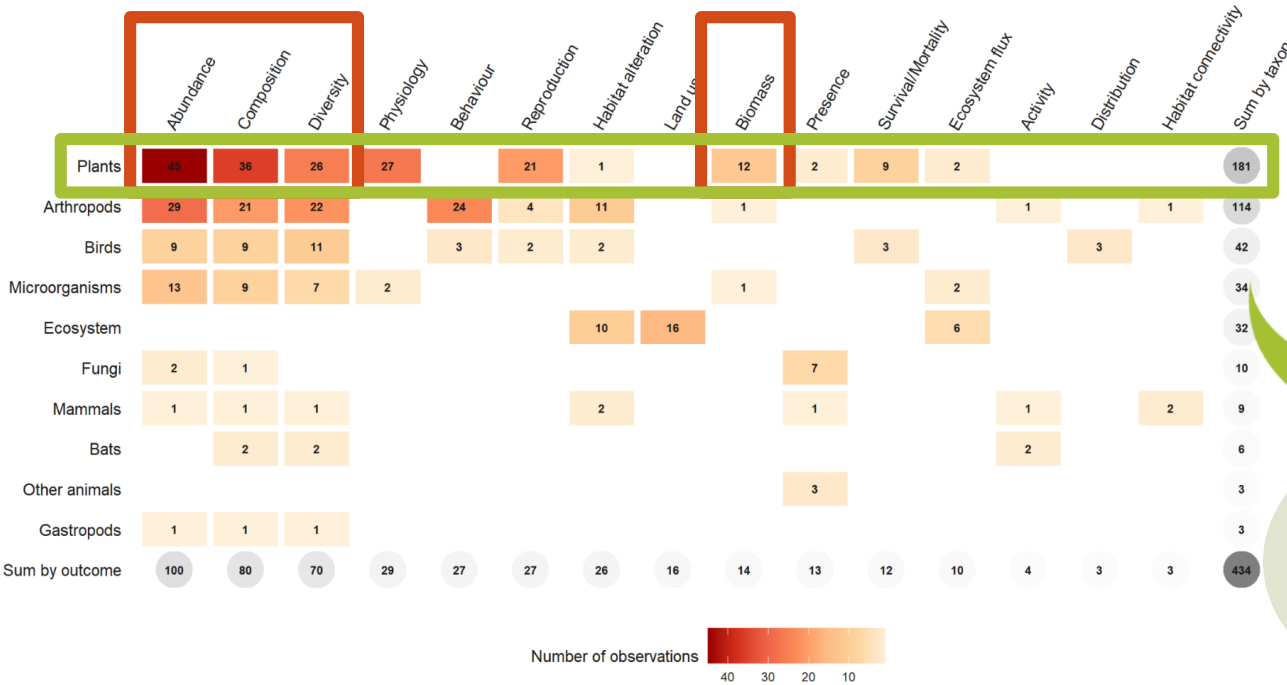
10%
Sur les oiseaux

23%
De mesures d'abondance

18%
De mesures de composition

16%
De mesures de diversité





1 cluster
Abondance & Diversité des communautés végétales

QUESTION DE REVUE SYSTEMATIQUE

Quels sont les impacts de la **présence** des installations photovoltaïques sur l'**abondance et la diversité** des communautés végétales ?

QUESTION DE REVUE SYSTEMATIQUE

Quels sont les impacts de la **présence** des **installations photovoltaïques** sur l'**abondance et la diversité** des **communautés végétales** ?



Espace Naturel Sensible du Marais de Misery, Essone.



Population

→ Communautés **végétales**

QUESTION DE REVUE SYSTEMATIQUE

Quels sont les impacts de la **présence** des **installations photovoltaïques** sur l'**abondance** et la **diversité** des **communautés végétales** ?



Pression

→ **Présence** de panneaux
photovoltaïques

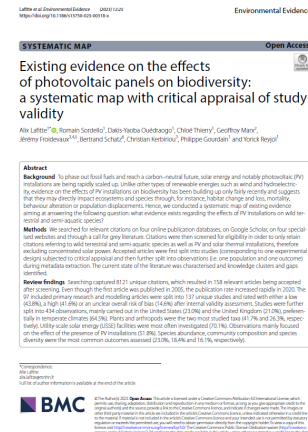
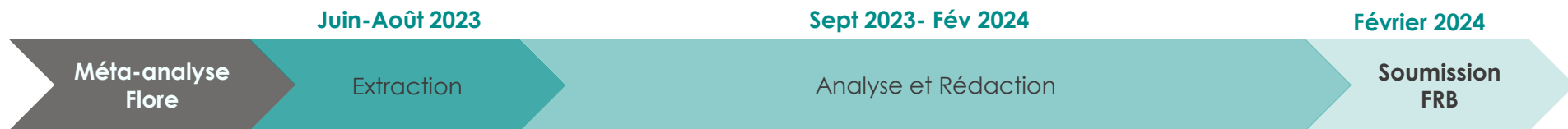
Impacts



→ Changement d'**abondance**,
de **biomasse** ou de **diversité**
végétale






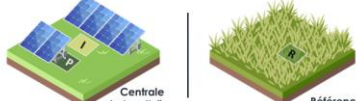

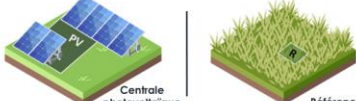
Centrale photovoltaïque avec trackers de la CNR, Pouzin, Ardèche.



Nombre de publications de la carte
97

Nombre de métadonnées de la carte
434

Nombre de métadonnées acceptées
80 (30)

Type de comparaison	Exemple illustré	Description
<i>PII</i>	 Centrale photovoltaïque	• Comparaison des traitements P sous les panneaux photovoltaïques et I en inter-rang entre les panneaux et du témoin T en zone ouverte au sein des centrales mais hors de l'influence des panneaux
<i>PT</i>	 Centrale photovoltaïque	• Comparaison du traitement P sous les panneaux photovoltaïques et du témoin T en zone ouverte au sein des centrales mais hors de l'influence des panneaux
<i>PI</i>	 Centrale photovoltaïque	• Comparaison des traitements P sous les panneaux photovoltaïques et I en inter-rang entre les panneaux
<i>PIR</i>	 Centrale photovoltaïque Référence	• Comparaison des traitements P sous les panneaux photovoltaïques et I en inter-rang entre les panneaux et de la référence R située hors de la centrale photovoltaïque
<i>PVT</i>	 Centrale photovoltaïque	• Comparaison du traitement PV correspondant à l' installation photovoltaïque et du témoin T en zone ouverte au sein des centrales mais hors de l'influence des panneaux photovoltaïques
<i>PVR</i>	 Centrale photovoltaïque Référence	• Comparaison du traitement PV correspondant à l' installation photovoltaïque et de la référence R située hors de la centrale photovoltaïque

1

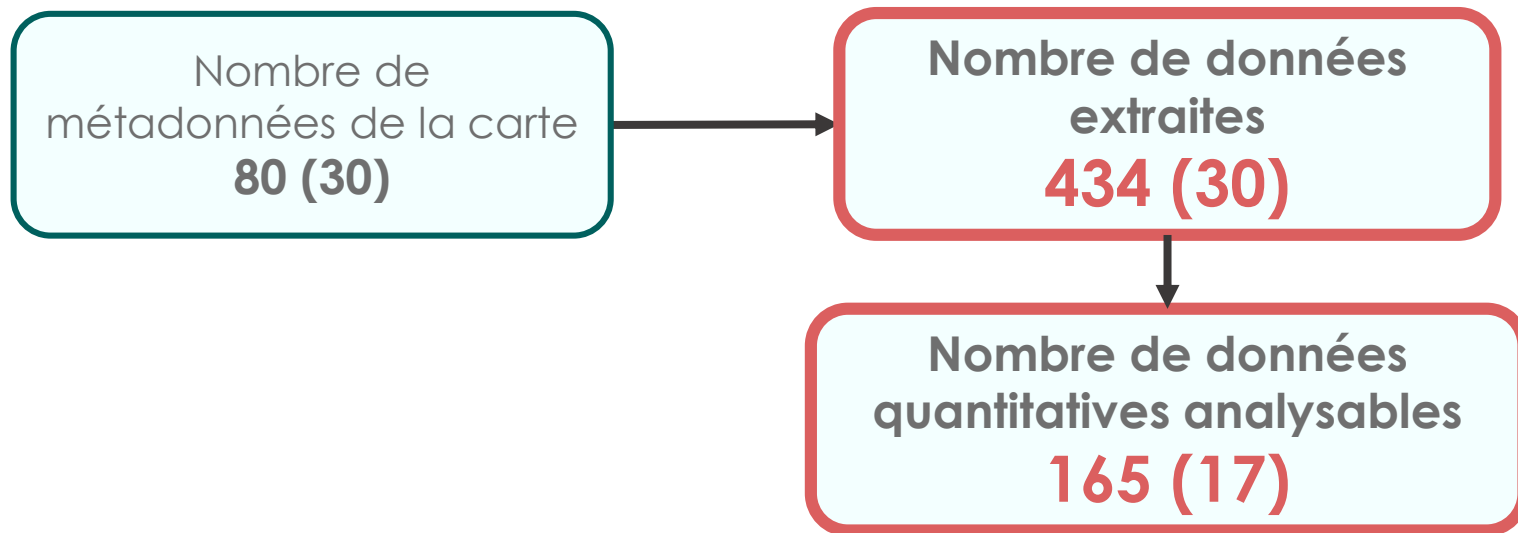
Sélection des métadonnées de la carte

- Effet sur les communautés **végétales**
- Effet sur l'**abondance**, la **biomasse** et la **diversité**
- Effet de la **présence** des installations photovoltaïques
- Comparaisons homogènes: **Panneau**, **Inter-rang**, **Témoin**, **Référence**...

2

Extraction des résultats

- Données qualitatives : effet **+**, effet **-**, effet **ns**
- **Données quantitatives**: base de données en libre accès



3

Sélection des données quantitatives pour la méta-analyse

- Données **complètes** et analysables

4

Méta-analyse

- Calcul des **tailles d'effet**
- Comparaison des traitements : **Panneau, Inter-rang, Témoin**
- **Modélisation**
- Effet des modérateurs : **Climat**, Type de mesure, différents types de **biais**
- Analyses de **sensibilité**

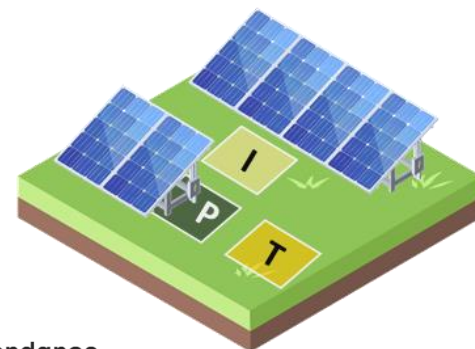
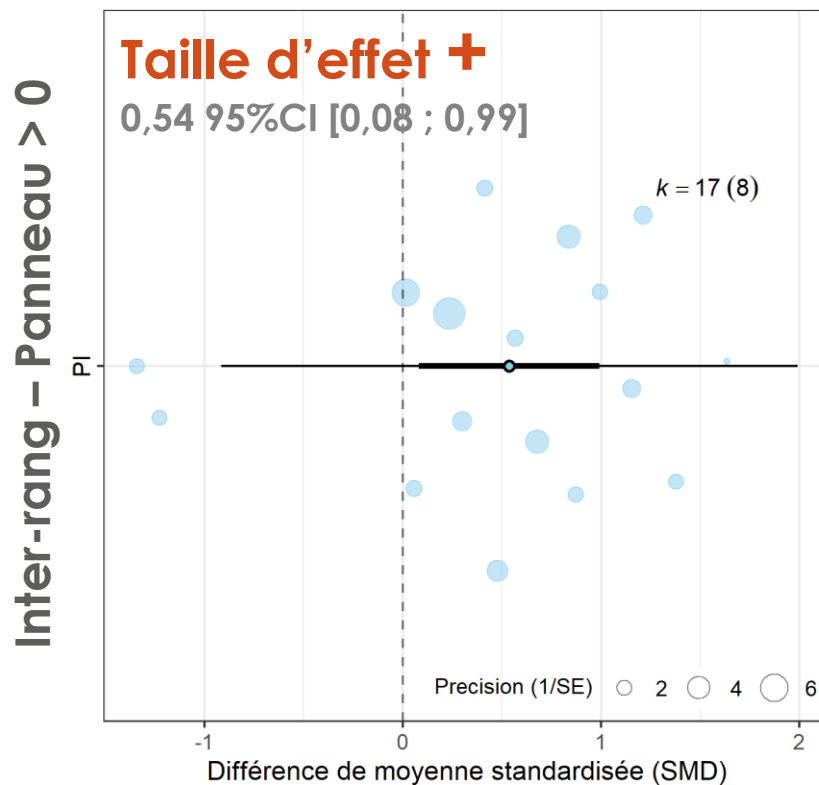


Tableau 1. Modèle de méta-régression complet testé pour les deux variables de réponse d'abondance et de diversité ainsi que pour chaque type de comparaison.

Structure du modèle	Variable à expliquer ~ Paramètres du modèle (variables explicatives ou « modérateurs »)
Modèle complet testé	Taille d'effet ~ Climat + Type de mesure + Taille des placettes expérimentales + Biais de publication + Risque de biais

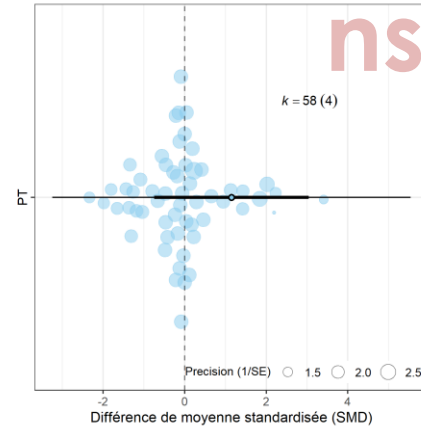
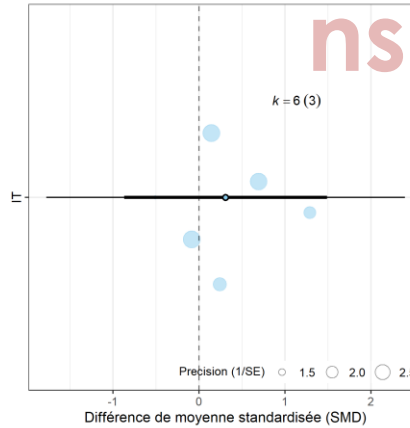
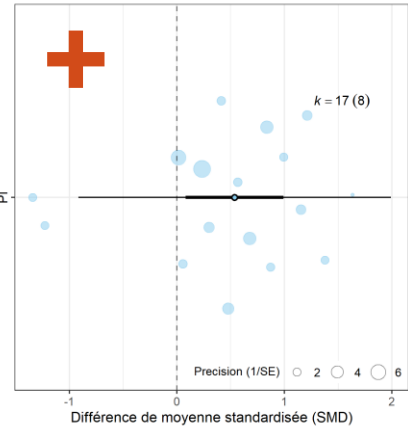
Les biais de publication correspondent au biais lié à la taille d'échantillon appelée « effet des petites études » (les études qui ont de faibles tailles d'échantillon ayant moins de chance de trouver un effet statistiquement significatif et donc d'être publiées), et au biais lié à l'année de publication appelée « effet de déclin » (les études trouvant un effet statistiquement significatif ayant plus de chance d'être publiées rapidement). Les risques de biais proviennent des résultats de la carte systématique [15].

Une diversité végétale significativement **INFERIEURE** sous les panneaux photovoltaïques par rapport à l'inter-rang

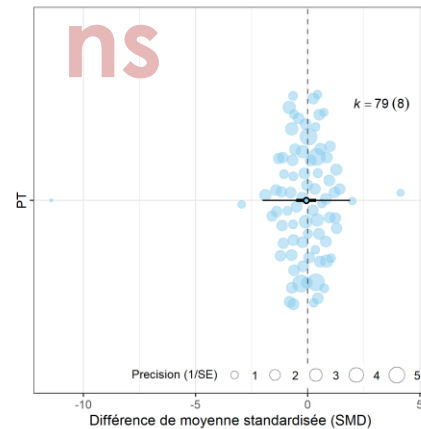
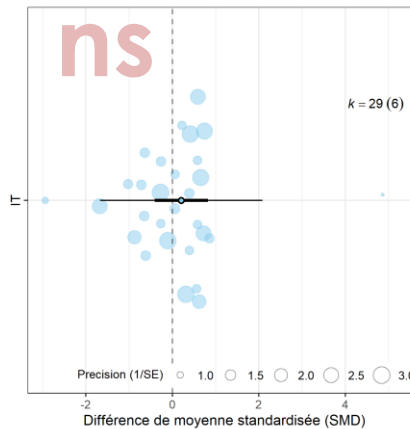
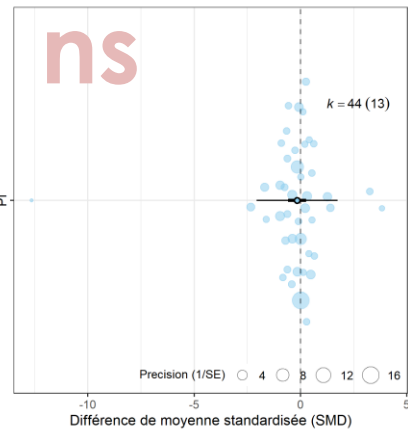


Centrale photovoltaïque avec trackers de la CNR, Caderousse, Vaucluse.

Diversité

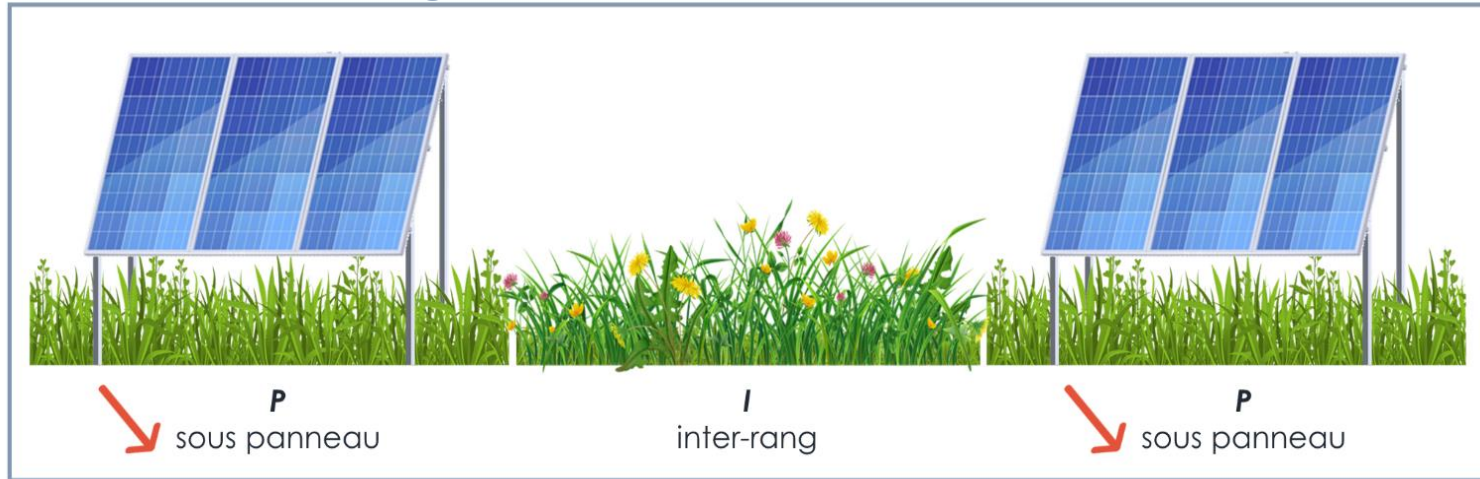


Abondance et Biomasse



Pas d'effet statistiquement significatif sur l'abondance
 Quand testé, **pas d'effets des modérateurs ou des biais**

Diversité Inter-rang > Panneau



CONCLUSION

- **Perte de diversité floristique** sous les panneaux
- **Sensibilité** des communautés végétales aux PV
 - ➔ **une nécessaire surveillance** des impacts sur le long terme
- **Trop peu de données** encore disponibles pour tester l'effet du climat, ou des différents types de biais
- **Base de données à actualiser** avec les résultats > 2022