



# Lépinoc, le suivi automatisé des papillons de nuit

*Rencontre Technique "Trame noire & Biodiversité"*  
18/11/2021

**Jérémie Goulnik** - Chargé de programme Pollinisateurs sauvages – [jgoulnik@noe.org](mailto:jgoulnik@noe.org)

**Caroline Vickridge** – Chargée du programme Nuits de Noé – [cvickridge@noe.org](mailto:cvickridge@noe.org)



Un projet financé par :



# Noé, en quelques mots

- **Association d'intérêt général** à but non lucratif fondée en 2001
  - Sa mission : **sauvegarder la biodiversité**
- 
- **2 pôles : un pôle actif au national et un pôle actif à l'international**
  - **120 collaborateurs sur 9 implantations :**
    - Le siège à Paris
    - 8 autres implantations en Europe, Outre-Mer et Afrique
  - **Financements 2020 : 4,2 M€**
- 
- **Le pôle national : un triple ADN**
    - Protéger la biodiversité ordinaire
    - Faire l'interface entre le monde scientifique et les acteurs de terrain
    - Construire des outils et accompagner les différents acteurs (particuliers, entreprises, territoires...)



# Noé en France, 5 domaines d'action

## 1. Observatoires de la biodiversité

- *La mission* est d'améliorer les connaissances scientifiques tout en reconnectant les humains à la nature

## 2. Pollinisateurs et milieux ouverts

- *La mission* est de sensibiliser les différents acteurs aux enjeux du déclin des pollinisateurs sauvages et de mettre en œuvre les moyens pour l'enrayer

## 3. Transition agroécologique

- *La mission* est d'accélérer la transition agroécologique des filières agricoles et des territoires en redonnant sa place à la biodiversité

## 4. Gestion écologique des espaces verts

- *La mission* est de développer la gestion écologique des espaces verts privés et publics en France

## 5. Biodiversité nocturne

- *La mission* est de mettre la biodiversité nocturne au cœur des préoccupations environnementales

# Le projet Lépinoc



# Un projet multi-partenarial

- Lépinoc, un projet développé grâce à la Région Ile-de-France



- De nombreux autres partenaires



# Contexte général et spécificité des papillons de nuit

## Un déclin avéré des insectes :



- **Déclin mondial de leur abondance d'environ 11% par décennie** (van Klink et al., 2020)
- **Déclin des pollinisateurs sauvages : 9 % des espèces d'abeilles sont menacées d'extinction en Europe** (Nieto et al., 2014)



# Contexte général et spécificité des papillons de nuit

## Les causes de ce déclin (Eggleton, 2020) :

- Destruction et dégradation de leur habitat en lien avec l'intensification agricole, l'urbanisation...
- Pollution, dont celle liée aux fertilisants, pesticides et pollution lumineuse
- Espèces exotiques envahissantes
- Réchauffement climatique



# Contexte général et spécificité des papillons de nuit

## Le cas des « papillons de nuit » :

- Environ 5 000 espèces en France (environ 95% des espèces de papillons) (Gadoum et Roux-Fouillet, 2016)
- Essentiels comme nourriture pour les autres animaux et un rôle de plus en plus reconnu dans la pollinisation des plantes sauvages (Walton et al., 2020)
- Un déclin avéré dans certains pays (ex : nord de l'Europe ; Wagner et al., 2021), mais une absence de réseau de suivi national en France !
- Sciences participatives et nouvelles technologies : 2 solutions pour acquérir des données massives (spatialement, temporellement... ; Didham et al., 2020)



→ Pour mieux protéger ces insectes, il faut mieux les connaître et donc mettre en place un réseau de suivi !



## Un projet avec deux objectifs :

- ➔ Améliorer l'état des connaissances sur les papillons de nuit
- ➔ Sensibiliser aux enjeux de protection de la biodiversité



# Lépinoc, un démonstrateur francilien

- Démonstrateur en Ile-de-France, sur 15 sites pilotes
- Protocole de sciences participatives à destination des gestionnaires d'espaces verts et naturels, à l'aide d'un dispositif automatisé
- 1 COS réunissant de nombreux experts et le soutien de chercheurs du MNHN
- 1 question scientifique : quelles sont les influences à l'échelle locale des pratiques de gestion, y compris d'éclairage, et des caractéristiques environnementales sur la structure des communautés de Lépidoptères nocturnes au sein des espaces verts et naturels

→ **Nécessitera un déploiement national et plusieurs années de suivi**

## Encadré 1 : Des experts scientifiques qui nous accompagnent :

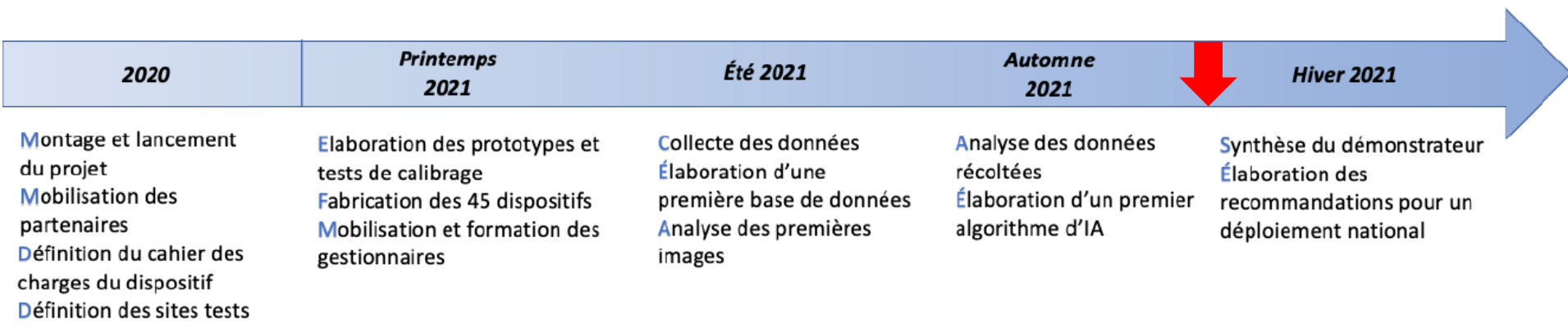
- Dr. Colin Fontaine - CESCO - Chercheur et directeur scientifique de Vigie-Nature
- Pr. Romain Julliard - UMS Mosaic - Chercheur et directeur de l'UMS Mosaic
- Antoine Lévêque - UMS PatriNat - Directeur de projet "Surveillance de la biodiversité terrestre"
- François Fournier - Indépendant Lépidoptériste - Président de l'Association des Entomologistes d'Auvergne
- Dr. Antoine Gardarin - UMR Agronomie - Maître de conférence
- Olivier Rovellotti - Natural Solutions - Ingénieur informatique, créateur et gérant de Natural Solutions
- Dr. Alexis Joly - Inria - Chercheur
- Caroline de Zutter - Crigen - Ingénieure de recherche environnement
- Hemminki Johan - ARB Ile de France - Chargé d'études



# Lépinoc, 5 grands objectifs

- **5 « chantiers » :**

- **Dispositif :** Développer un dispositif d'acquisition des données puis le valider ou non et établir une liste de recommandations pour un dispositif déployable au niveau national
- **Protocole :** Concevoir et tester un protocole standardisé de collecte de données et formuler des lignes directrices pour un déploiement national de ce protocole
- **Réseau d'observateurs :** Tester et évaluer la mobilisation des gestionnaires d'espaces verts et naturels, définir les freins et les leviers et établir des recommandations
- **Valorisation des données :** Analyser les données récoltées via le dispositif (qualité et pertinence). Identifier les conditions de mise en place d'une reconnaissance automatique par un algorithme d'intelligence artificielle
- **Synthétiser** ces préconisations pour le déploiement national du protocole et du dispositif



# Un prototype développé avec notre partenaire industriel



**ENGIE**  
Lab  
CRIGEN

**storengy**



## Un dispositif simple et peu onéreux



## 15 sites mobilisés en Ile de France





# Des formations et un accompagnement rapproché auprès de nos participants



# Protocole : un protocole de terrain et un protocole de comptage

- **Développement d'un protocole terrain pour le démonstrateur :**
  - 3 dispositifs par site, si possible dans un même habitat
  - Photographie toutes les 15 minutes, de la tombée de la nuit jusqu'à environ 5h
  - 6 sessions en 2021 de juin à septembre
  - 14 jours entre chaque, selon calendrier lunaire
  - Métadonnées collectées :
    - Date et heure de chaque photographie,
    - Coordonnées GPS de chaque dispositif
    - Données environnementales (type Propage)
  - Ensemble des données transmises par les gestionnaires
    - Fin de chaque session, par lien type WeTransfer
- **Développement d'un protocole de comptage des papillons**
  - Pointage sous ImageJ des seuls papillons
  - Chaque papillon : identifiant unique
  - Identifications taxonomiques par un expert (André Claude)



→ **Protocole fonctionnel et répliquable**

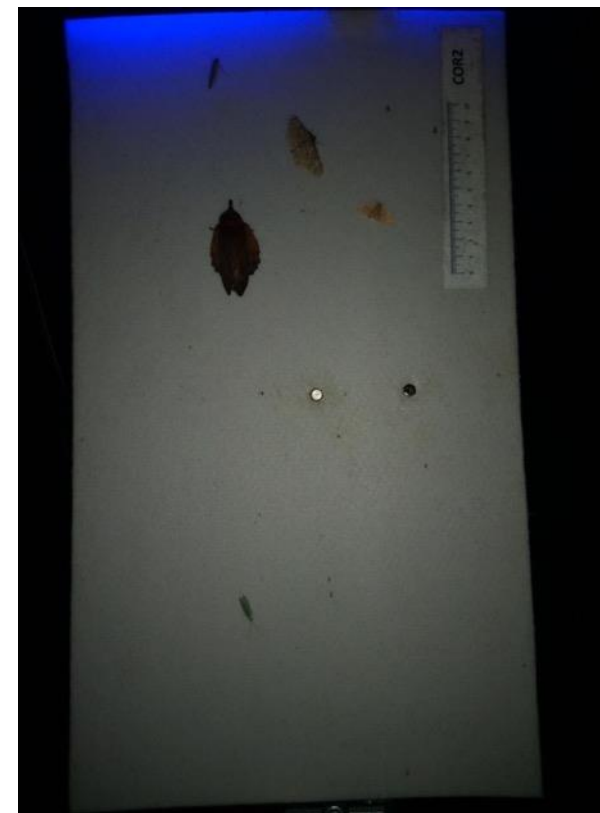


# Résultats



# De nombreuses observations pour cette première campagne

- ➔ Près de 10 000 papillons photographiés
- ➔ Un taux d'identification très satisfaisant pour un prototype : **plus de 50%** au moins à la famille taxonomique



## 5 espèces non-référencées à Paris sur l'INPN

- *Perinephela lancealis* : pyrale de l'eupatoire



- *Dolicharthria punctalis* : la sténie ponctuée



- *Archips xylosteana* : tordeuse du xylostéron



- *Colocasia coryli* : noctuelle du coudrier



- *Spilonota ocellana* : pyrale des bourgeons



# Un dispositif utile pour mieux connaître les espèces rares et déterminantes ZNIEFF et les indésirées



Écaille fermière



Pyrale du jasmin

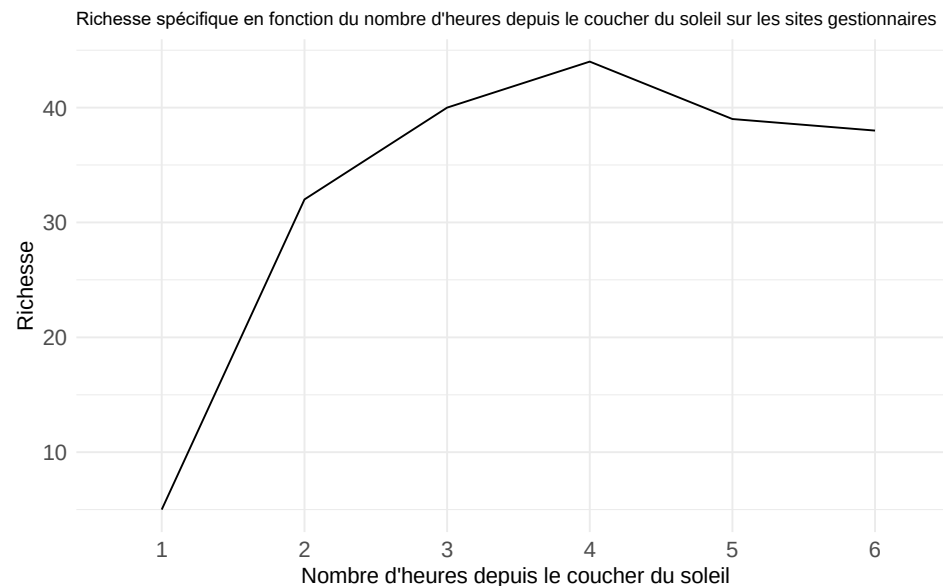
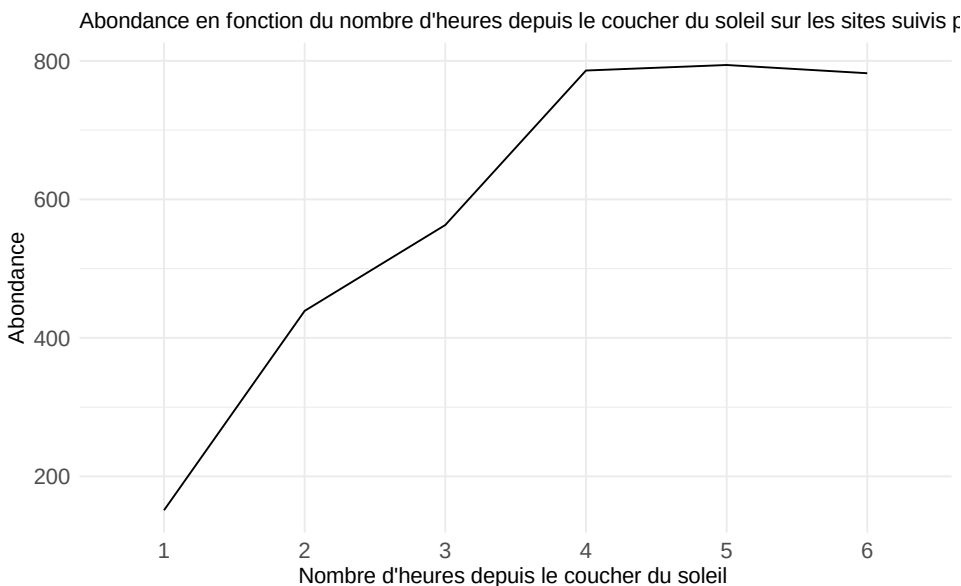


Pyrale du buis



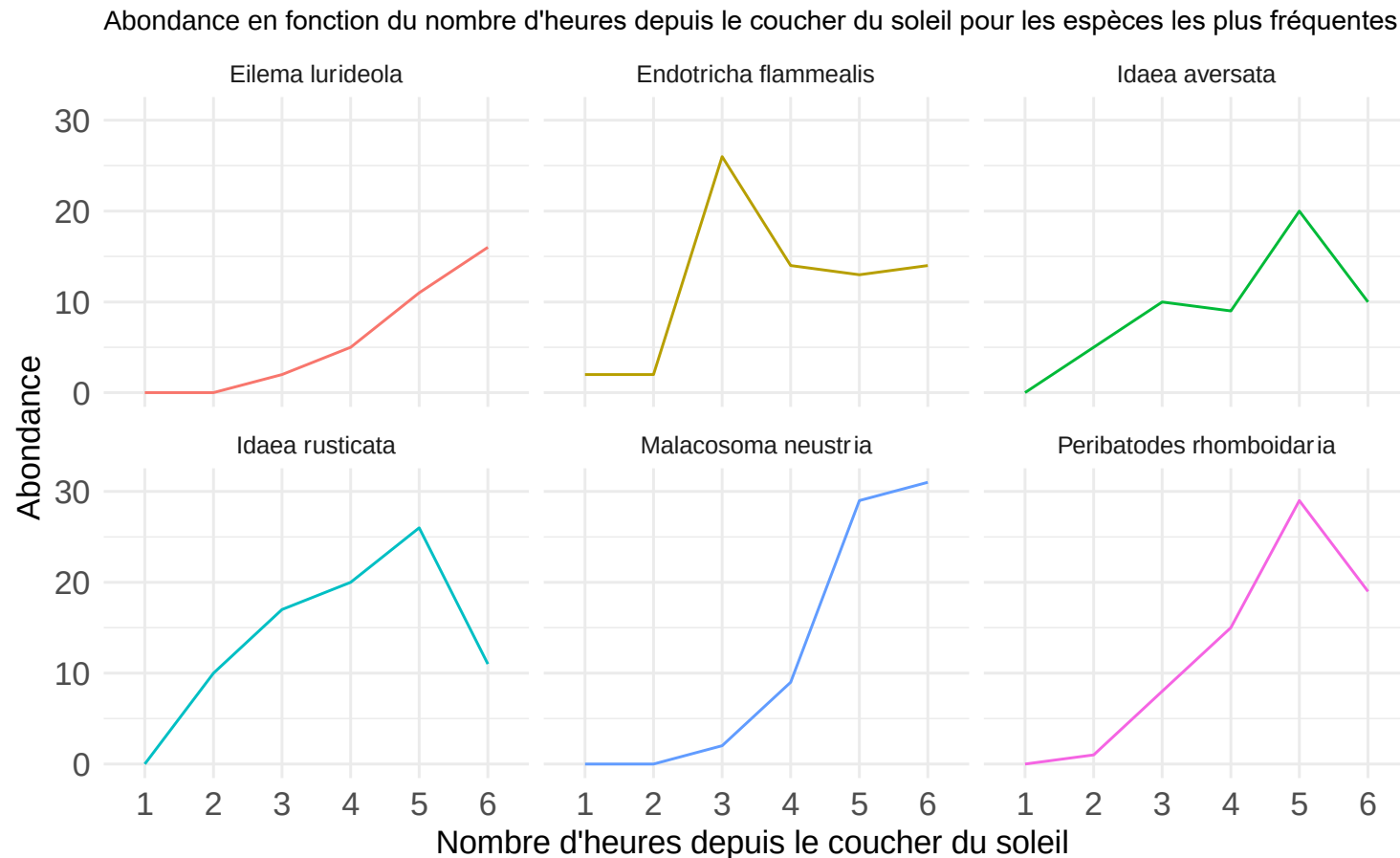
# Des résultats scientifiques prometteurs sur l'abondance et la richesse des papillons

➔ Abondance et richesse des papillons varient selon de l'heure de la nuit



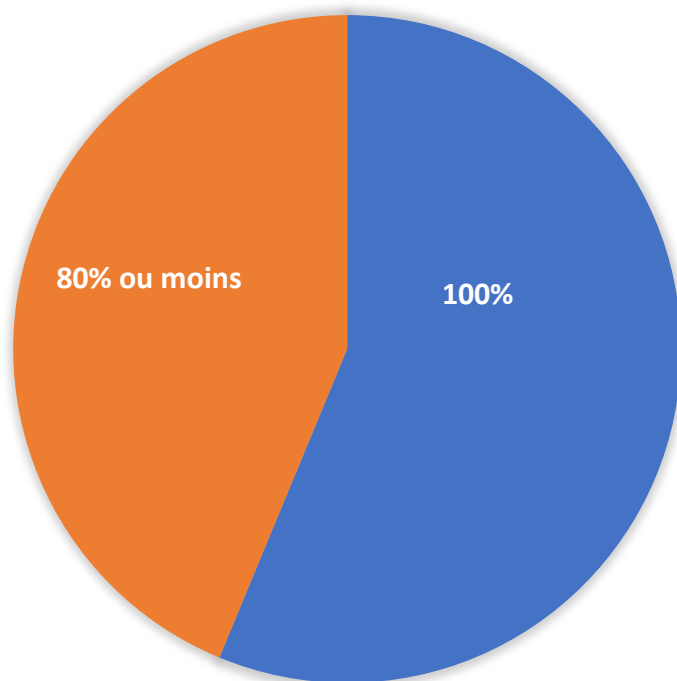
# Des résultats scientifiques prometteurs sur l'activité des espèces de papillons

➔ Activité des espèces varie selon de l'heure de la nuit et varie fortement entre espèces



# Des participants motivés : 2/3 d'entre eux ont réalisées l'ensemble des relevés

## POURCENTAGE DE SESSIONS COMPLÉTÉES PAR LES PARTICIPANTS



Causes principales des sessions non réalisées :

- 1) Le matériel défectueux ou dysfonctionnel
- 2) Les contraintes de plannings (congrés, charge de travail, horaires...)
- 3) Protocole trop long ou trop compliqué

# Un projet qui mobilise

- Lauréat du hackathon Hack4Nature porté par l'entreprise Natural Solutions
- Un article paru dans Passion-Entomologie
- Une exposition présentée à CY Cergy Paris Université et Puisseux-Pontoise
- Un atelier lors du 5ème Séminaire Biodiversité Entomologique de l'Oise
- Des sollicitations de communes, parcs nationaux et d'associations dans toute la France





## Des résultats prometteurs et des perspectives concrètes

- **Un projet riche, avec de nombreux aboutissements**
- **Des données récoltées prometteuses dans le cadre d'un déploiement**
- **Une large mobilisation des partenaires et des participants**
- **Un plan de travail pour 2022-24 bien défini et chargé !**

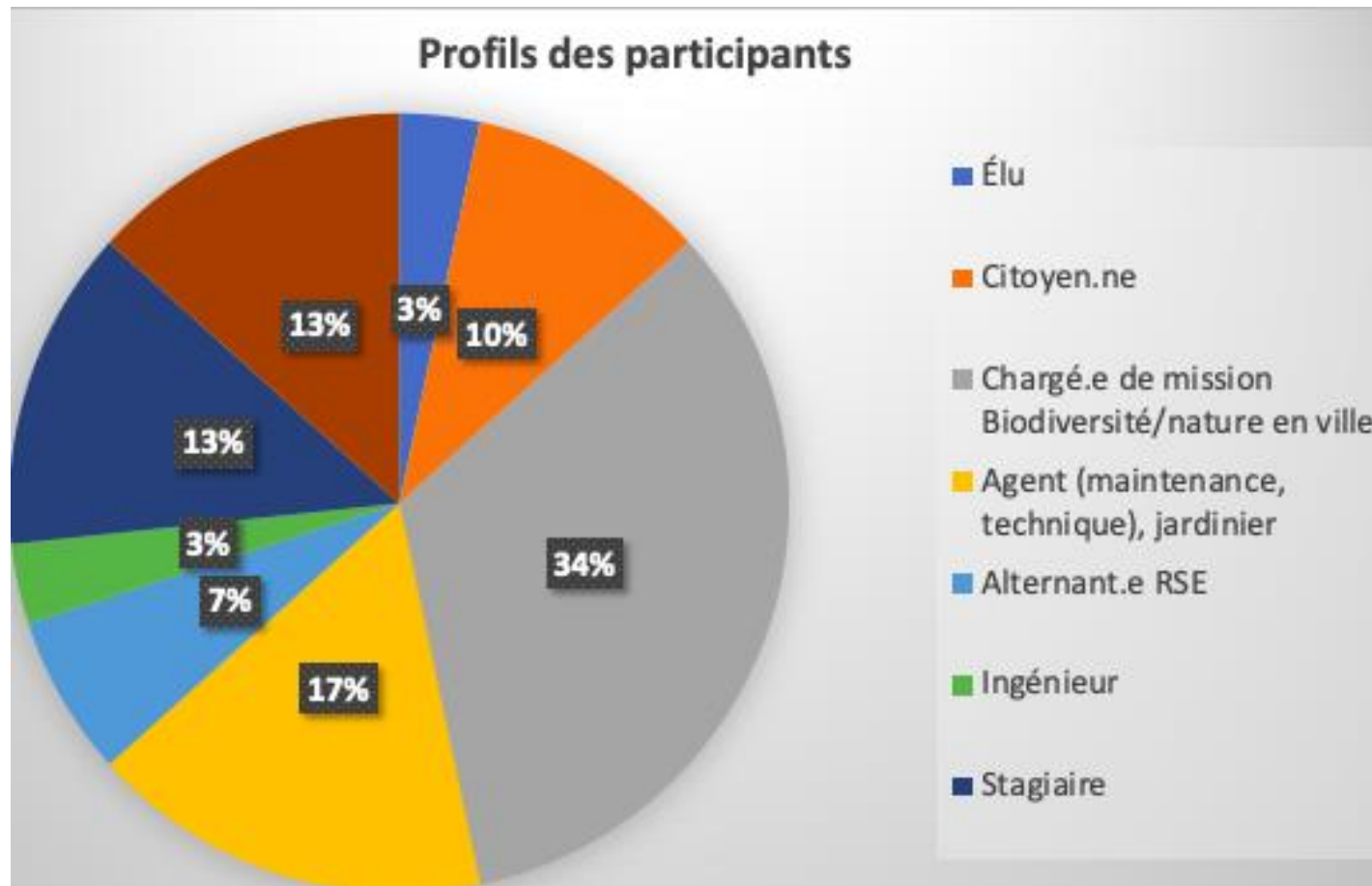


Merci pour votre attention !



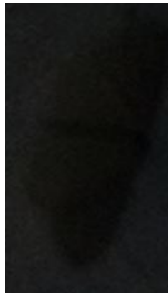
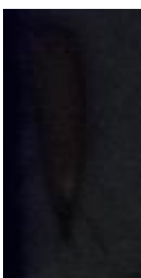
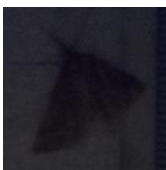


## Des profils de participants très variés



## Des photos encore améliorables



|         | Boarmie                                                                           | Lithosie complanule                                                                 | Réseau                                                                              | <i>Ethmia terminella</i>                                                            | Céladon                                                                             | Livrée des arbres                                                                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Centre  |  |  |  |  |  |  |
| Bordure |  |  |  |  |  |  |

- Objectif du démonstrateur : Produit minimum viable
- Pas que des papillons (ex : Trichoptères, Coléoptères, interactions P-P)
- Des améliorations à prévoir :
  - Application spécialement dédiée pour optimiser les photographies
  - Montage simplifié pour améliorer la qualité des photographies
  - Eclairage amélioré pour couvrir l'ensemble de la surface ou réduction de celle-ci
  - Système d'alimentation à reprendre : actuellement DIY mais risque potentiel
  - Environ 350€/dispositif hors montage -> à réduire  
(coût piège du commerce : 100€ à plusieurs centaines d'€)

# Des réglages à améliorer

Feutrine mal orientée



Probable écran rayé



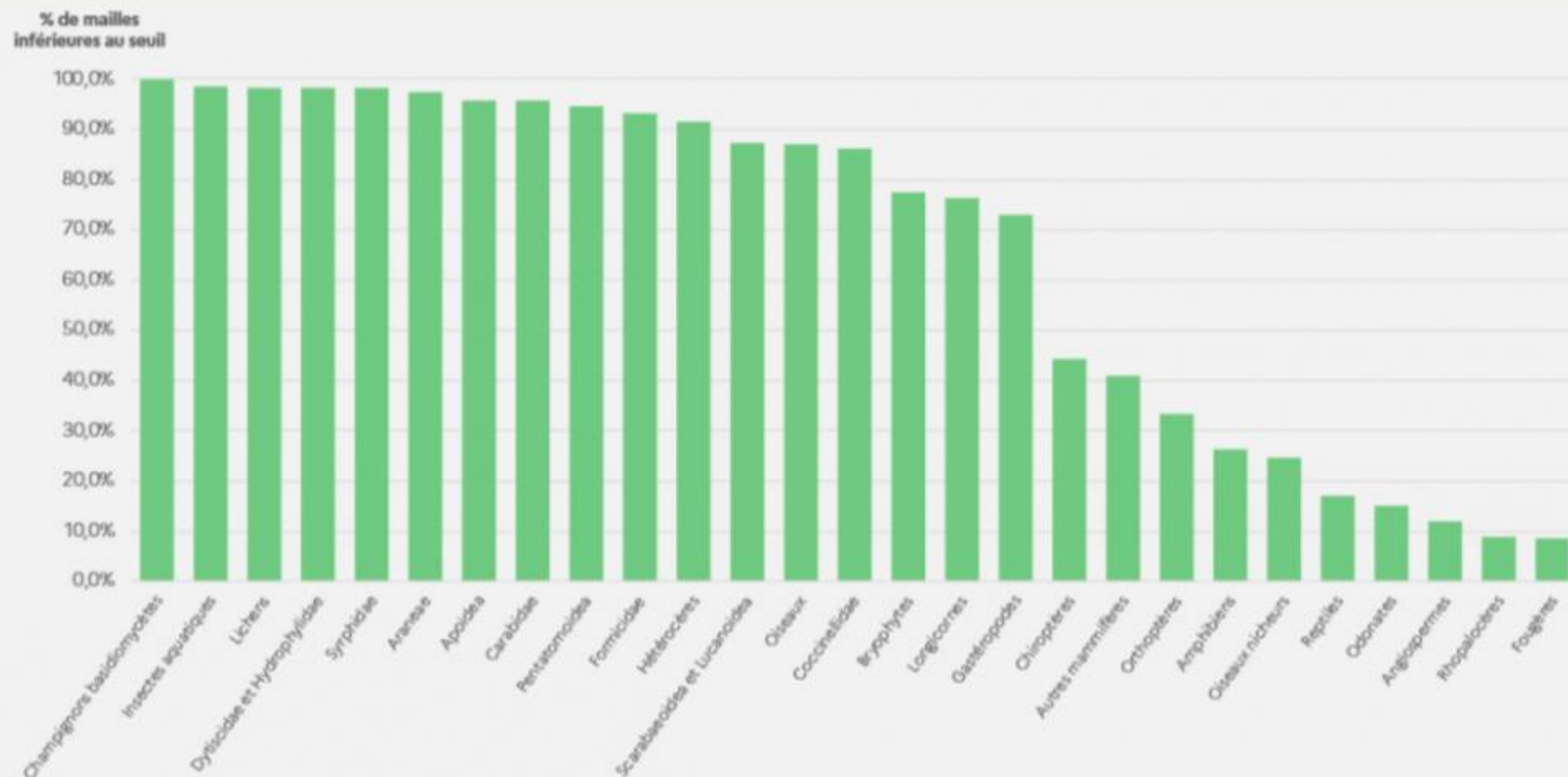
Inexpliqué





# Un projet pour palier les lacunes de connaissances

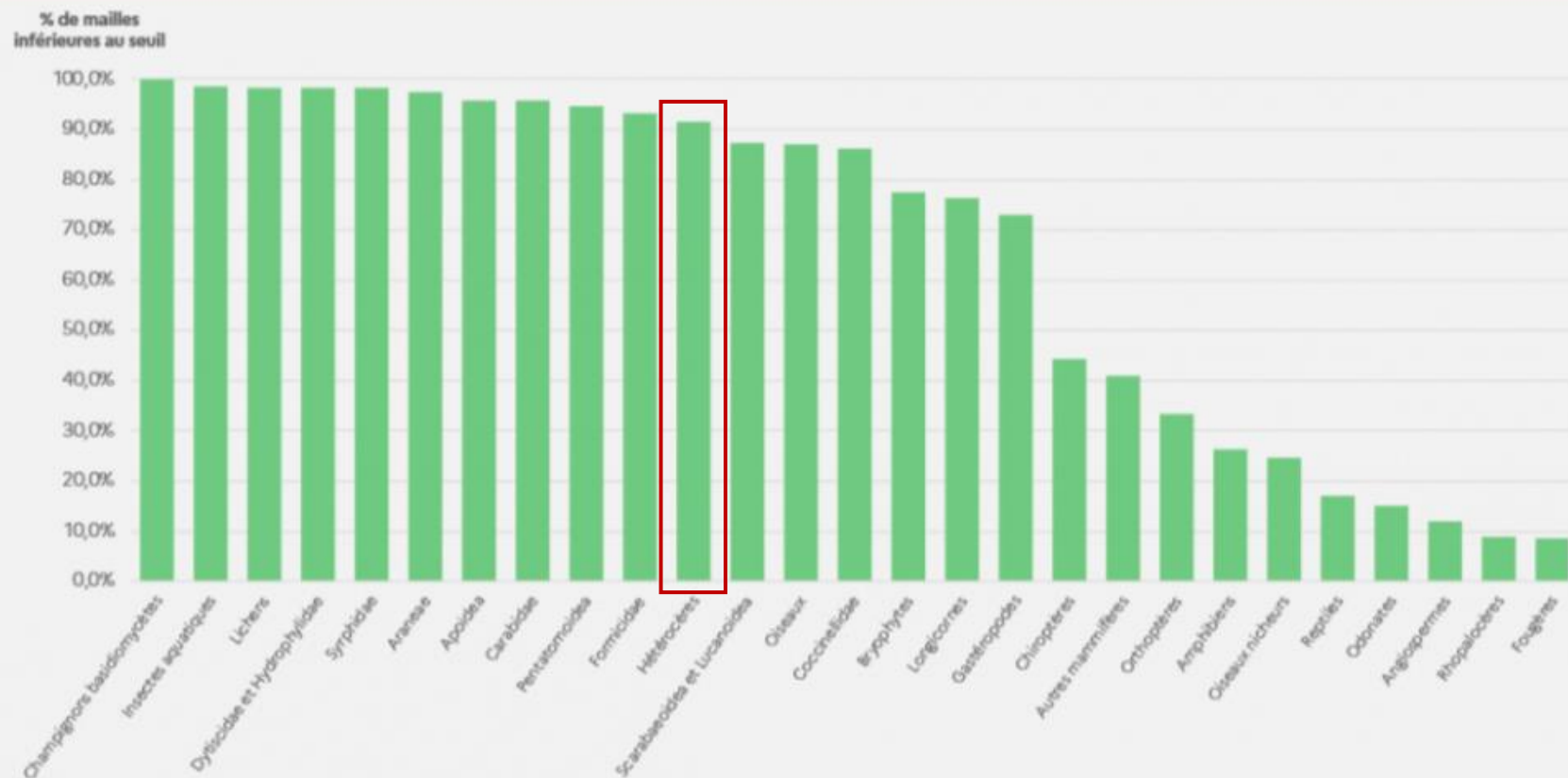
## Proportion des mailles avec un nombre d'espèces observées inférieur au seuil d'expert



**Note :** Une maille (10 x 10 km) est considérée inférieure au seuil pour un groupe taxonomique si le nombre d'espèces inventoriées pour ce groupe dans la maille est en dessous d'un seuil déterminé par dire d'expert. Le nombre total de mailles 10 x 10 km est de 5875 pour la France métropolitaine.

# Un projet pour palier les lacunes de connaissances

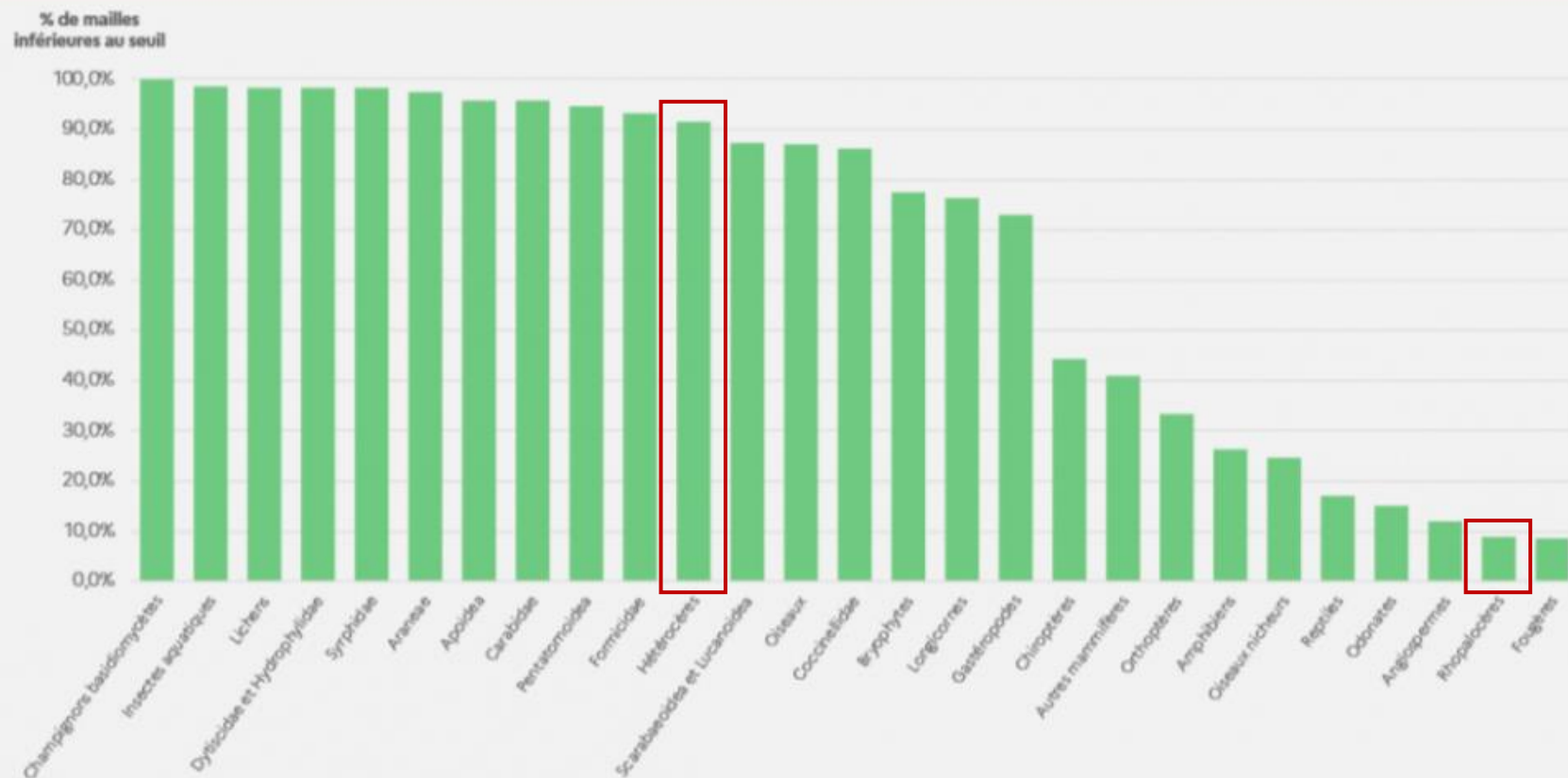
## Proportion des mailles avec un nombre d'espèces observées inférieur au seuil d'expert



**Note :** Une maille (10 x 10 km) est considérée inférieure au seuil pour un groupe taxonomique si le nombre d'espèces inventoriées pour ce groupe dans la maille est en dessous d'un seuil déterminé par dire d'expert. Le nombre total de mailles 10 x 10 km est de 5875 pour la France métropolitaine.

# Un projet pour palier les lacunes de connaissances

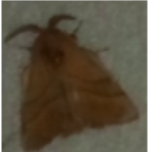
## Proportion des mailles avec un nombre d'espèces observées inférieur au seuil d'expert



**Note :** Une maille (10 x 10 km) est considérée inférieure au seuil pour un groupe taxonomique si le nombre d'espèces inventoriées pour ce groupe dans la maille est en dessous d'un seuil déterminé par dire d'expert. Le nombre total de mailles 10 x 10 km est de 5875 pour la France métropolitaine.

# L'IA d'iNaturalist atteint un niveau taxonomique satisfaisant pour les espèces les plus abondantes

| Identification par expert       | Proposition IA inat    | Niveau taxonomique | Niveau de certitude |
|---------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Peribatodes rhomboidaria</i> | <i>Peribatodes</i> sp. | Genre              | quasi certain       |
| <i>Eilema lurideola</i>         | <i>Eilema</i> sp.      | Genre              | quasi certain       |
| <i>Endotricha flammaealis</i>   | <i>Endotricha</i> sp.  | Genre              | quasi certain       |
| <i>Idaea rusticata</i>          | <i>Idaea</i> sp.       | Genre              | quasi certain       |
| <i>Lidgia adustata</i>          | <i>Lidgia</i> sp.      | Genre              | quasi certain       |
| <i>Malacosoma neustria</i>      | <i>Malacosoma</i> sp.  | Genre              | quasi certain       |





# Résultats Lépinoc

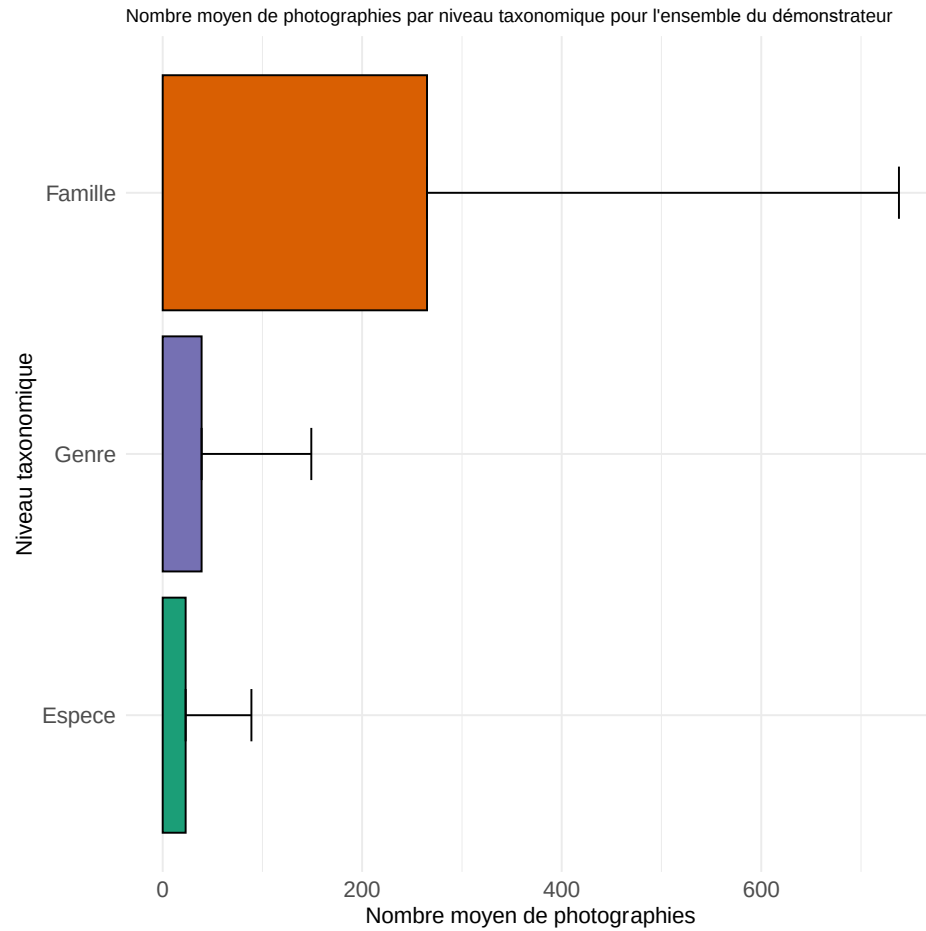
10/11/2021

# 1. Résultats généraux

De nombreuses observations pour une seule campagne et un faible nombre de sites, dont des espèces non-répertoriées

- 9819 observations, de juin à août 2021
- Au moins 22 familles, 100 genres, 107 espèces
- Des espèces “rares” → ex : Feuille morte du chêne ; Pyrale du jasmin
- 1 espèce déterminante ZNIEFF pour la région IdF : l'écaille fermière
- Des espèces “nuisibles” → Pyrale du maïs ; Processionnaire du pin
- Potentiellement 5 nouvelles espèces pour Paris (source : INPN) : *Perinephela lancealis* ; *Dolicharthria punctalis* ; *Archips xylosteana* ; *Spilonota ocellana* ; *Colocasia coryli*

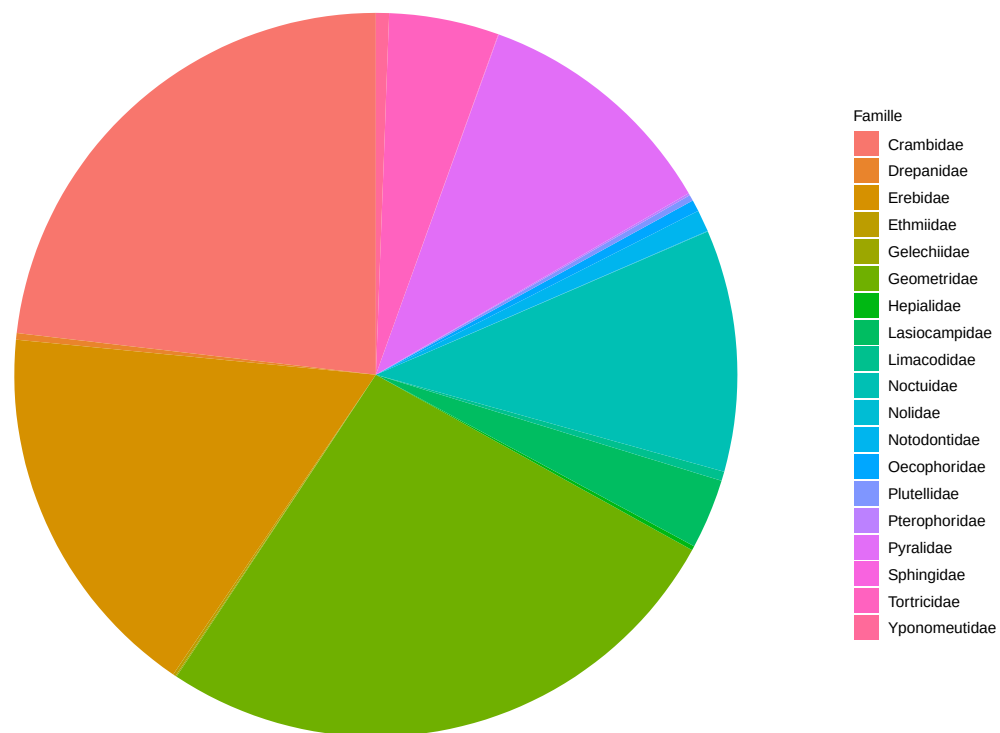
# Un nombre très variable d'individus par taxon





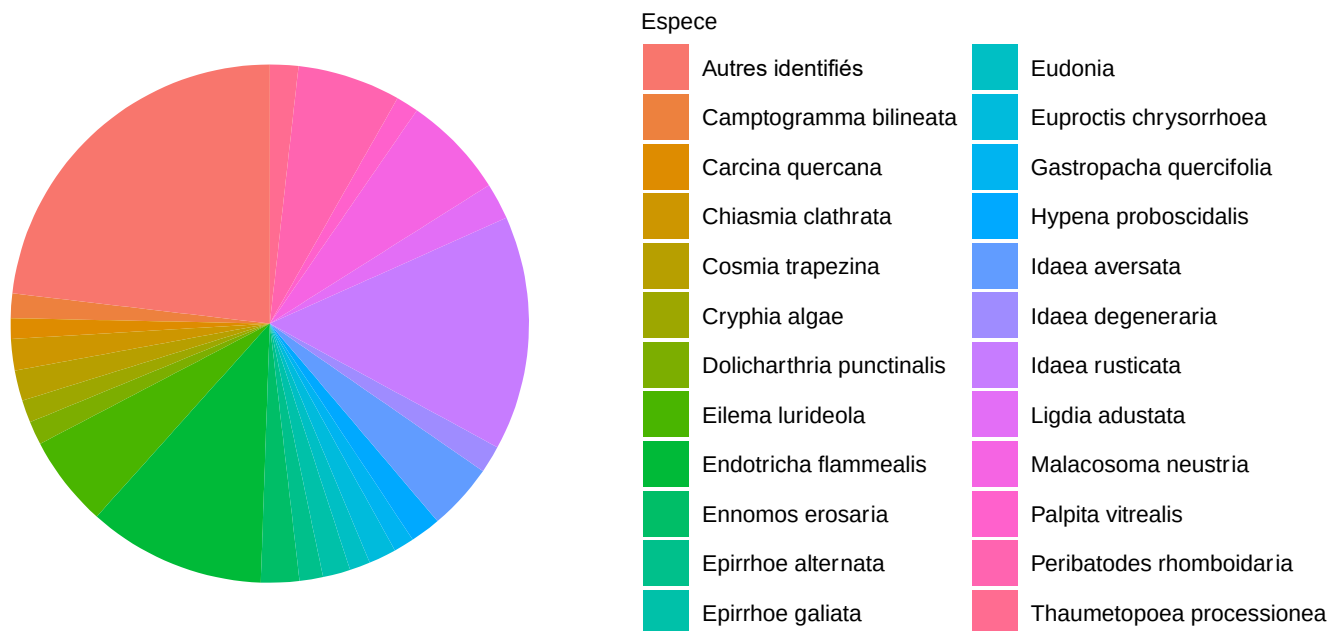
## Quelques taxons dominant largement le jeu de données : cas des familles

Repartition par famille sur les sites suivis par les gestionnaires



## Quelques taxons dominant largement le jeu de données : cas des espèces

Répartition par espèce sur les sites suivis par les gestionnaires

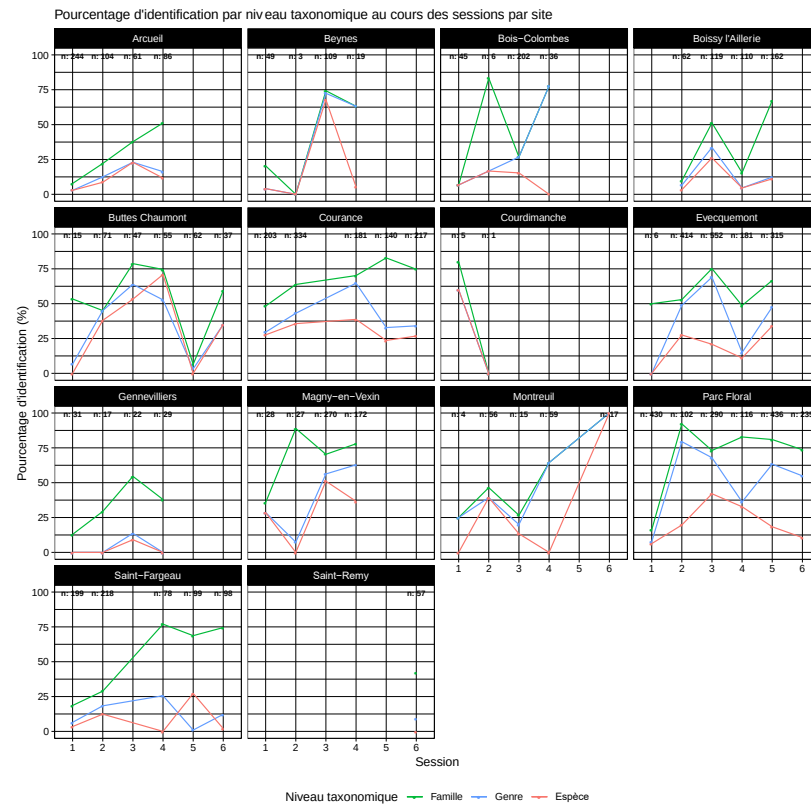


# Conclusion de cette première partie

- Le dispositif Lépinoc permet de prendre en photographies de nombreux papillons, dont des espèces peu ou pas relevés jusqu'ici dans certaines zones, des espèces impressionnantes pouvant certainement stimuler l'intérêt des observateurs, des espèces ZNIEFF et des espèces connues pour leur impact économique, confirmant l'intérêt de Lépinoc pour suivre ces insectes
- Parmi ces papillons, un petit nombre de taxons dominant le jeu de données. Ce type de distribution est conforme à ce qui est habituellement observé en écologie, mais pourrait avoir des implications par la suite pour l'identification des espèces les moins abondantes

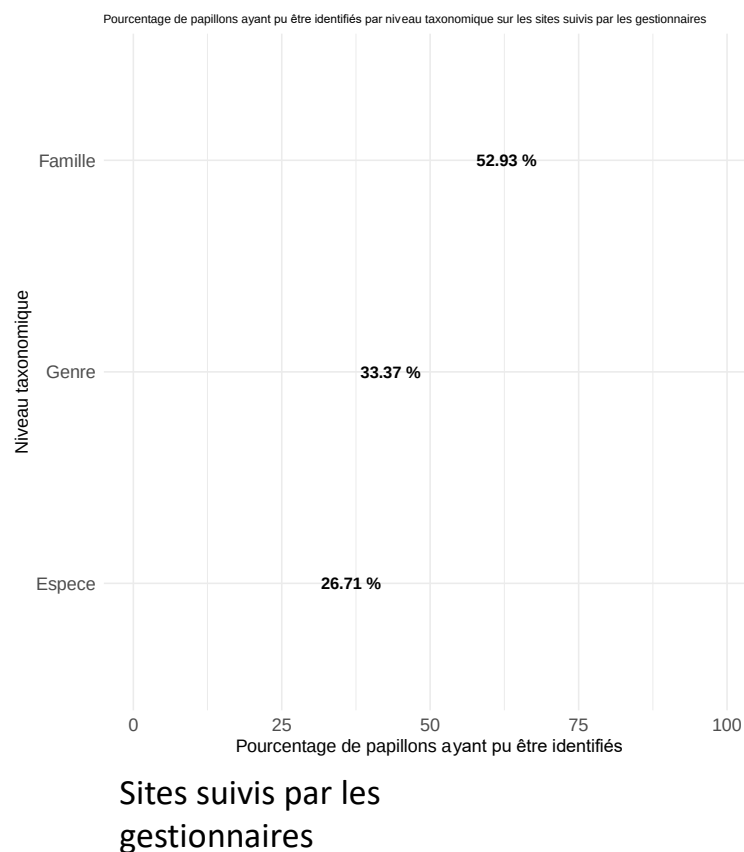
2. Capacité du dispositif à être prise en main et à prendre des photographies identifiables

# Une prise en main rapide avec un niveau d'identification relativement stable dès la seconde session

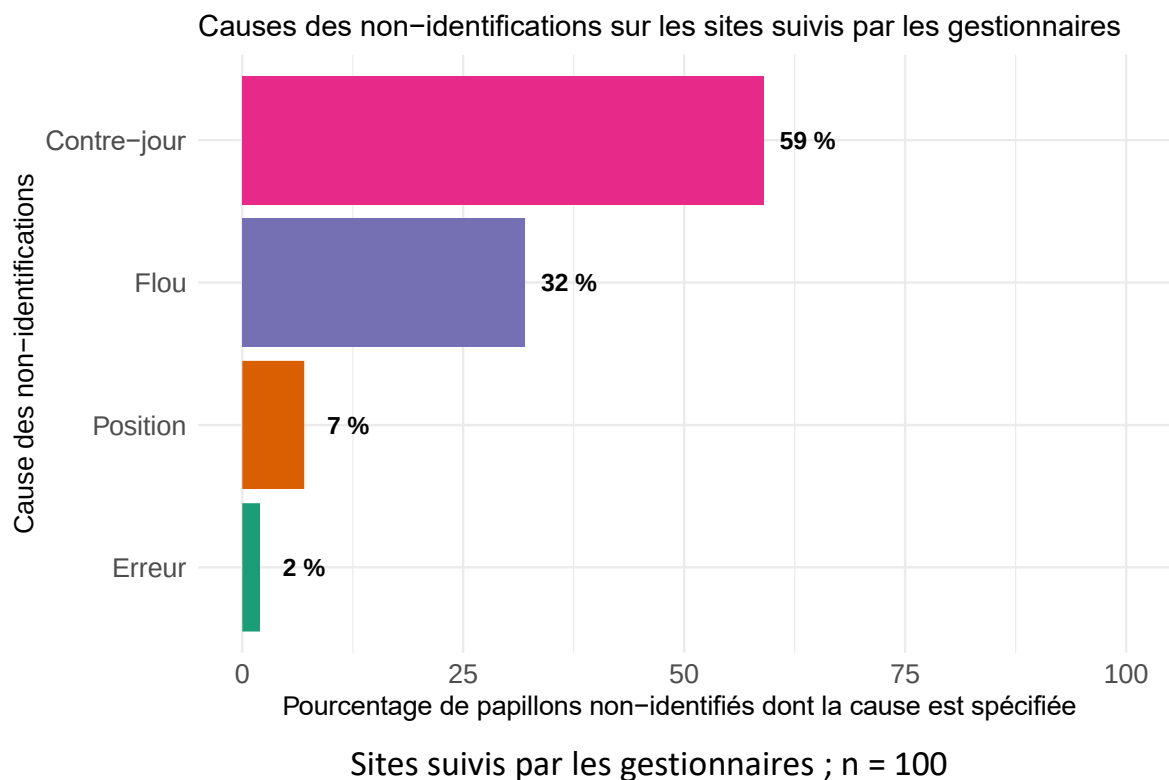




Des capacités correctes du dispositif à prendre des photographies identifiables à la famille, mais à améliorer au genre et à l'espèce

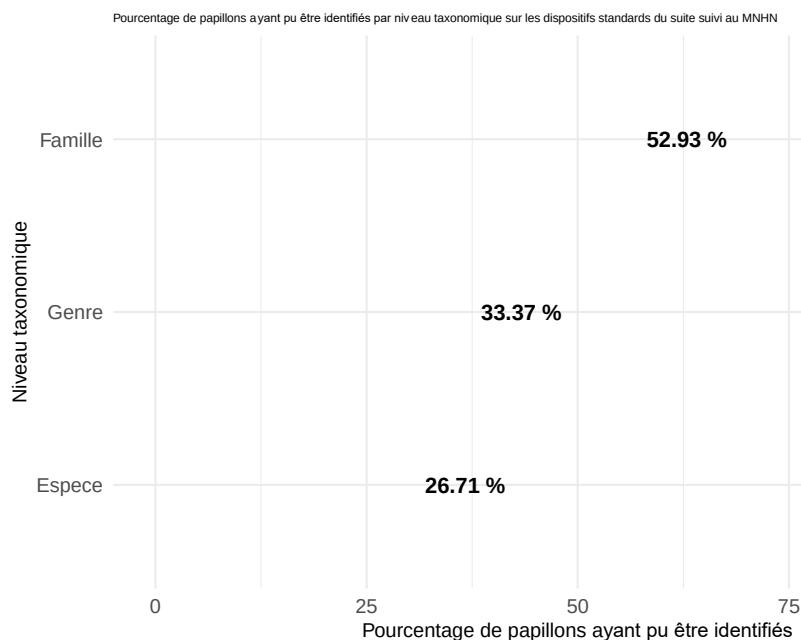


# Contre-jour et flou sont les causes principales de non-identification

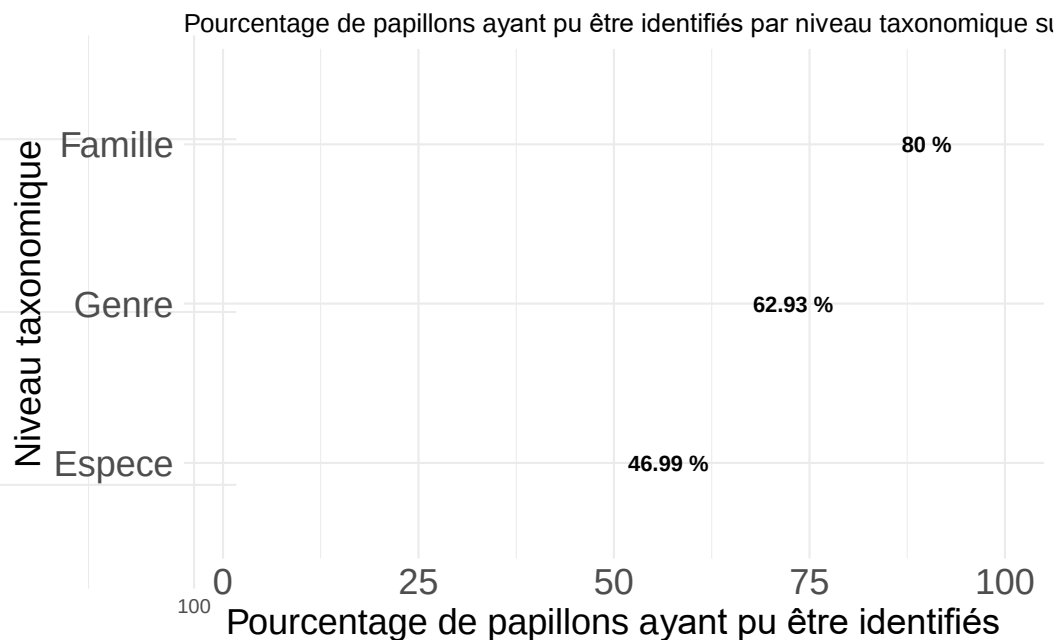


# Résultats confirmés au MNHN où un dispositif est rapproché pour réduire le contre-jour et améliorer la netteté

- Nombre de papillons totaux sur T1 = 497 ; T2 = 1157 ; T3 = 96 ; T4 = 612

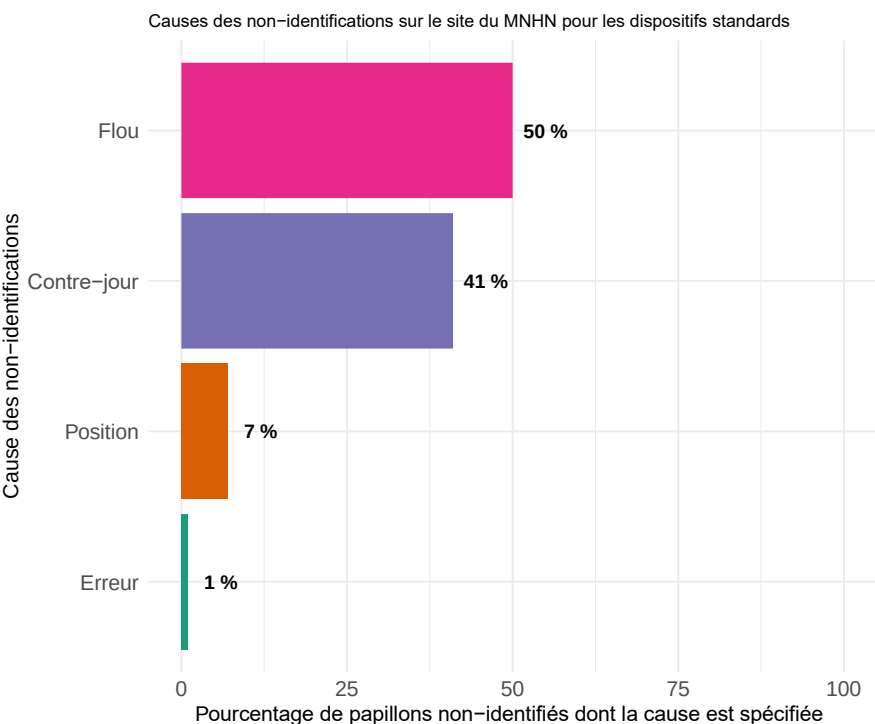


Site suivi au MNHN en position standard

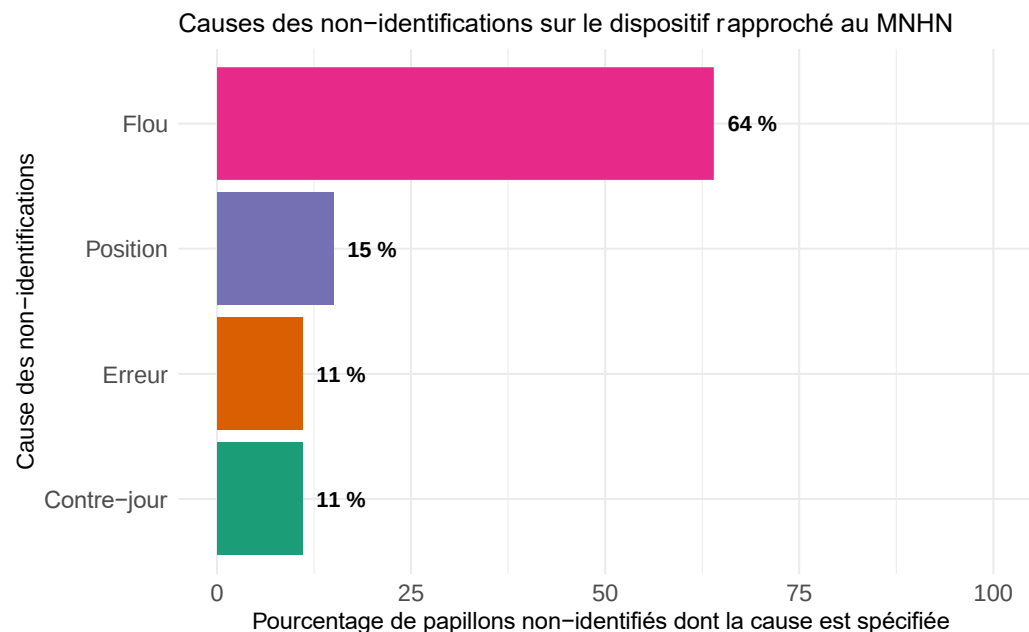


Site suivi au MNHN en position rapproché

Le flou devient la cause de non-identification principale quand le dispositif est rapproché, malgré une amélioration globale de la qualité des photographies



MNHN standards ; n = 99



MNHN rapproché ; n = 47

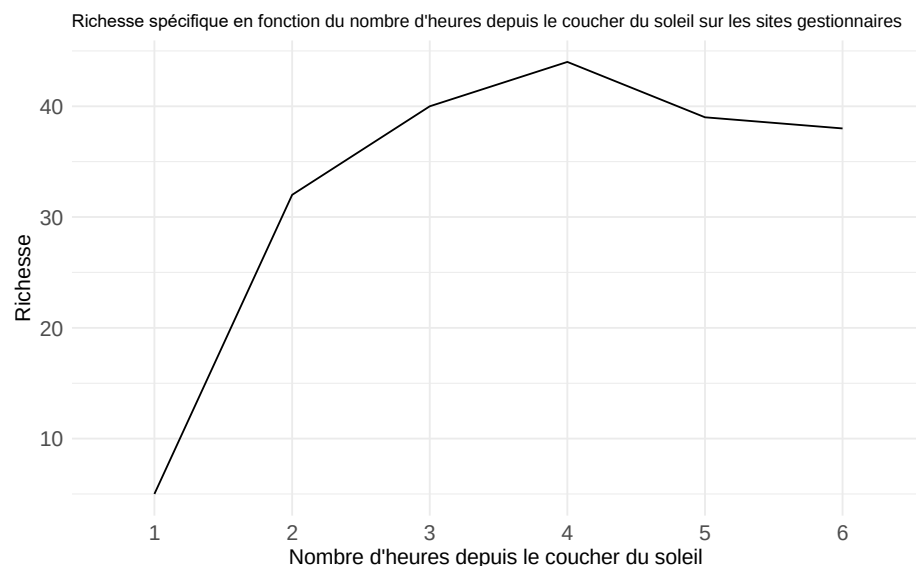
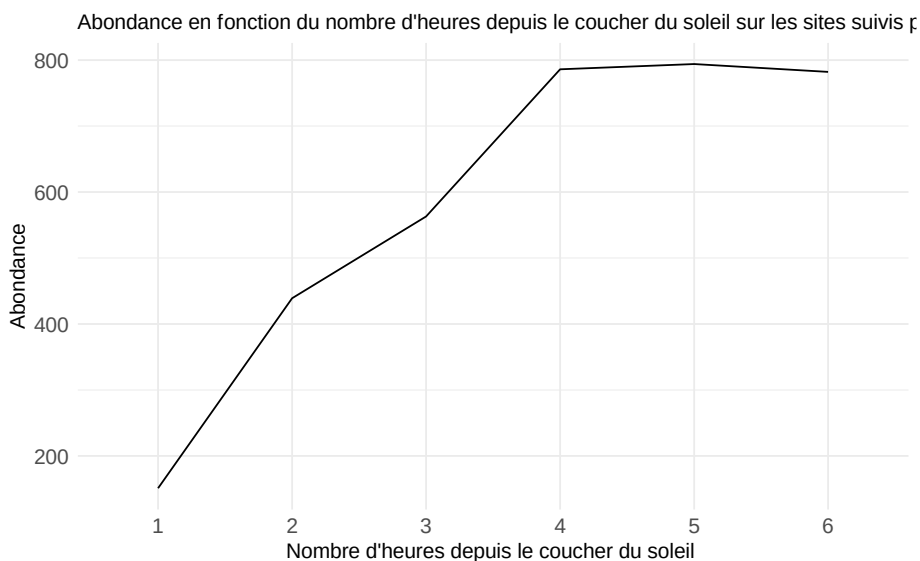
# Conclusion de cette deuxième partie

- Le dispositif Lépinoc a pu être pris en main avec succès par les participants
- Bien que le niveau d'identification soit satisfaisant à la famille, le niveau d'identification au genre ou à l'espèce reste moyen, même sur le site pilote au MNHN
- Les causes de non-identifications sont essentiellement le contre-jour lié à la lampe UV et le flou
- Rapprocher le téléphone augmente sensiblement la qualité des identifications et permet d'atteindre pratiquement 50% d'identification à l'espèce, ce qui pourrait être un moyen à **très bas coût** d'améliorer le dispositif, une autre piste étant d'améliorer l'éclairage (**potentiellement bas coût**) ou la résolution de la caméra (**potentiellement coût élevé**).
- Cette première solution ne semble pas s'accompagner d'une diminution du nombre de papillons observés

### 3. Heure d'activité des papillons de nuit et affinage de la durée d'échantillonnage



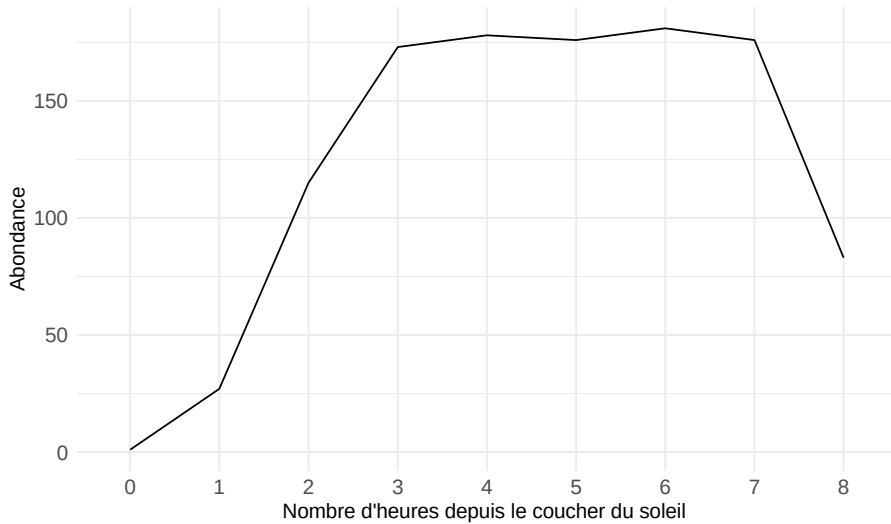
Abondance et richesse des papillons semblent maximaux 4h après la tombée de la nuit : réduire la durée d'éclairage et de photographies est possible



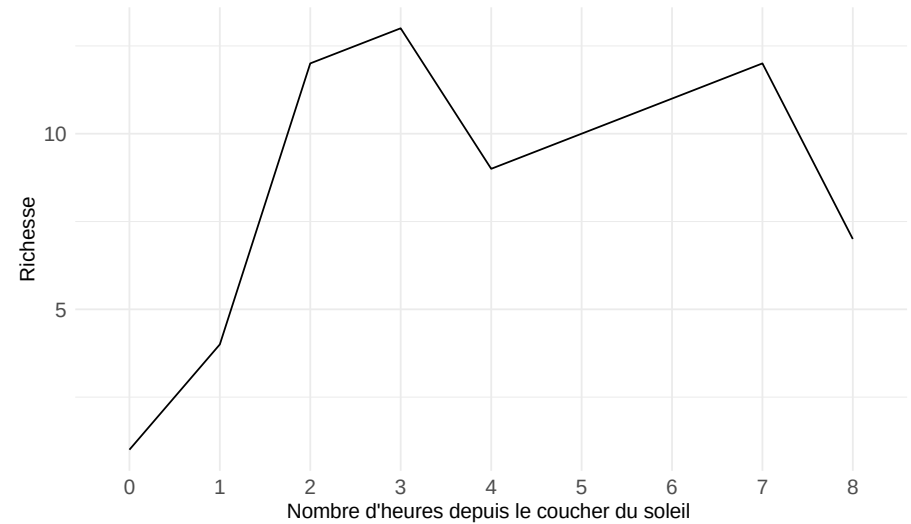
Sites suivis par les gestionnaires ; n = 3515

Sur un créneau horaire plus important, ces tendances semblent être confirmées au MNHN

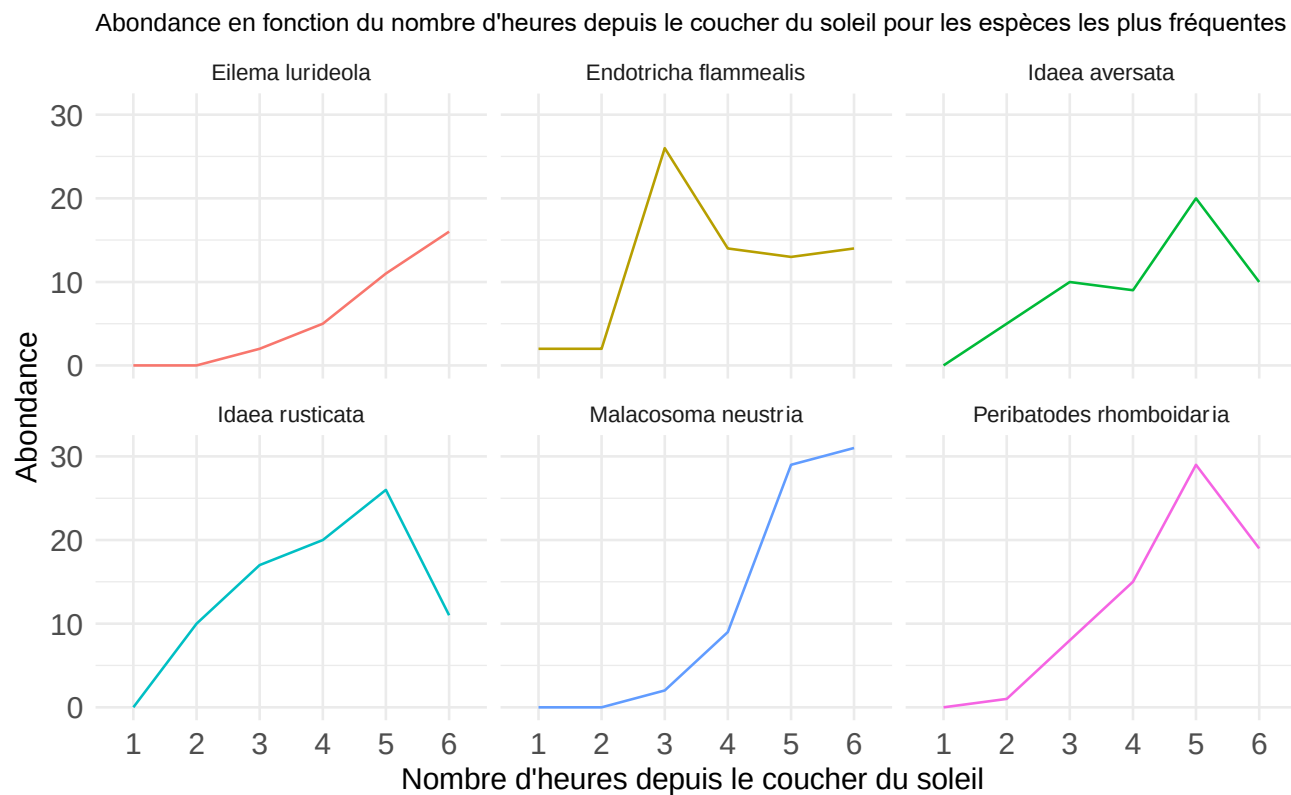
Abondance en fonction du nombre d'heures depuis le coucher du soleil sur le site suivi au MNHN



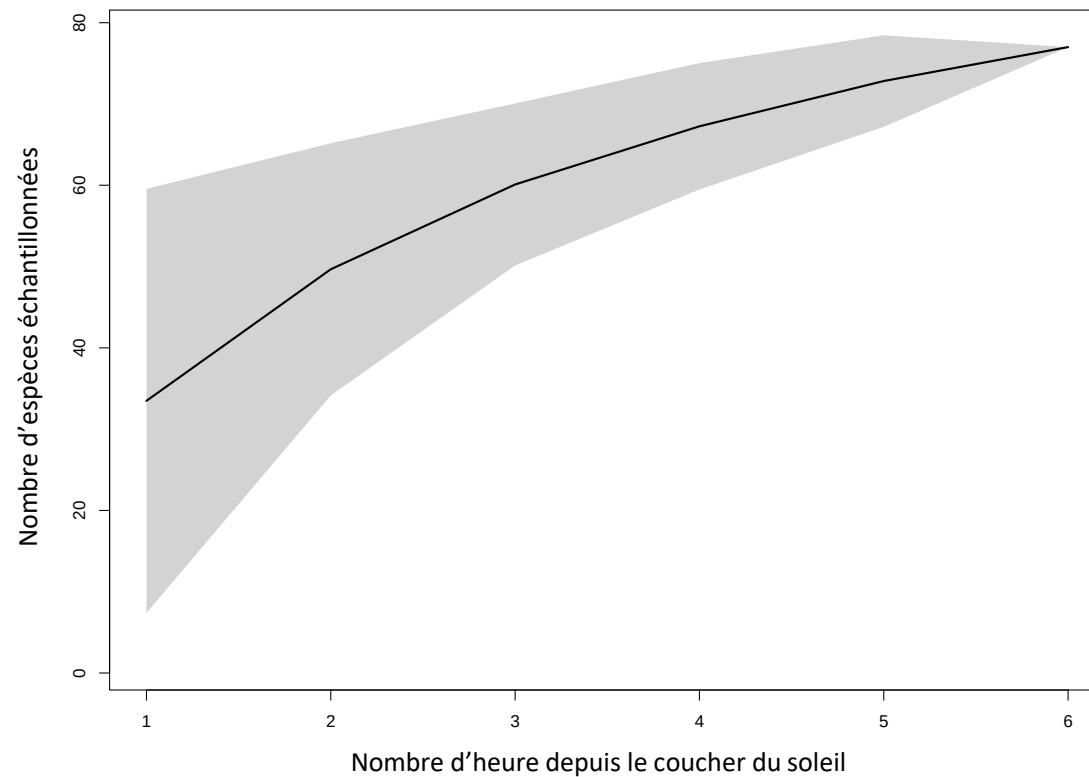
Richesse spécifique en fonction du nombre d'heures depuis le coucher du soleil sur le site suivi au MNHN



Cette activité est cependant variable selon les espèces, même pour les plus abondantes : le choix des heures de suivi aura des conséquences sur l'abondance relative des espèces échantillonnées



Après 6h de suivi, de nouvelles espèces sont échantillonnées, confirmant que le dispositif n'est pas adapté pour effectuer des inventaires



# Conclusion de la troisième partie

- L'abondance et la diversité des papillons sont maximaux aux alentours de 4h après la tombée de la nuit. Cependant, l'activité dépend fortement selon les espèces
- Réduire la durée de suivi pour réduire le coût des dispositifs est donc une piste à envisager, mais impactera forcément l'abondance relative des espèces échantillonnées
- Dans tous les cas, le dispositif Lépinoc n'est pas adapté aux inventaires : même en échantillonnant toute la nuit, des espèces ne sont pas détectées
- Réduire la durée de suivi pourrait être un bon compromis pour échantillonner sur le plus de sites possibles grâce à une réduction des coûts, et en ciblant les heures d'activité les plus importantes

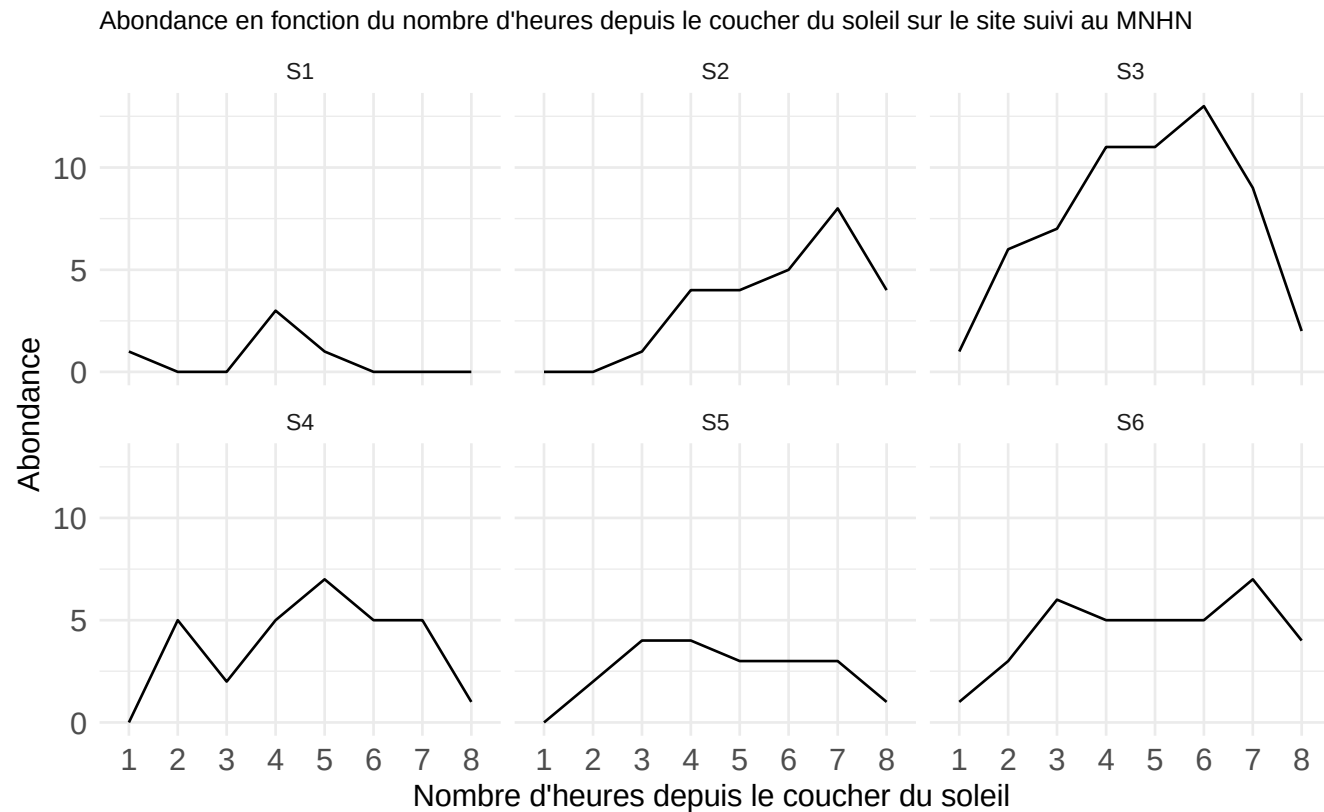
4. Capacité du dispositif à effectuer un échantillonnage représentatif et répliquable



Pas de différence entre les 3 dispositifs par site pour l'abondance et la diversité des papillons de nuit

- A finaliser

# Des abondances fortement variables lorsque les relevés sont effectués sur plusieurs nuits consécutives



# Conclusion de la quatrième partie

- Un seul dispositif pourrait être appliqué par site
- Le choix de la date d'échantillonnage aura un impact important sur les relevés : deux options seront possibles :
  - maximiser le nombre de points d'échantillonnage en maintenant une flexibilité de date
  - Imposer une uniformité des dates et des conditions météo d'échantillonnage, mais au risque de réduire fortement le nombre de points d'échantillonnage
- Par rapport aux retours des gestionnaires, la première option semble la plus envisageable