



HAL
open science

Bioc@pt : Capteurs automatiques de biodiversité en forêt

Christophe Bouget, Marion Gosselin, Bernard Benet, Lucie Vincenot, Carlos Lopez-Vaamonde, Aurélien Sallé, Frédéric Archaux, Guilhem Parmain, Yann Dumas, Carl Moliard

► **To cite this version:**

Christophe Bouget, Marion Gosselin, Bernard Benet, Lucie Vincenot, Carlos Lopez-Vaamonde, et al.. Bioc@pt : Capteurs automatiques de biodiversité en forêt. Séminaire de lancement des projets exploratoires du MP Biosefair, MP Biosefair, Oct 2021, Lyon, France. hal-04186438

HAL Id: hal-04186438

<https://hal.inrae.fr/hal-04186438>

Submitted on 23 Aug 2023

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.

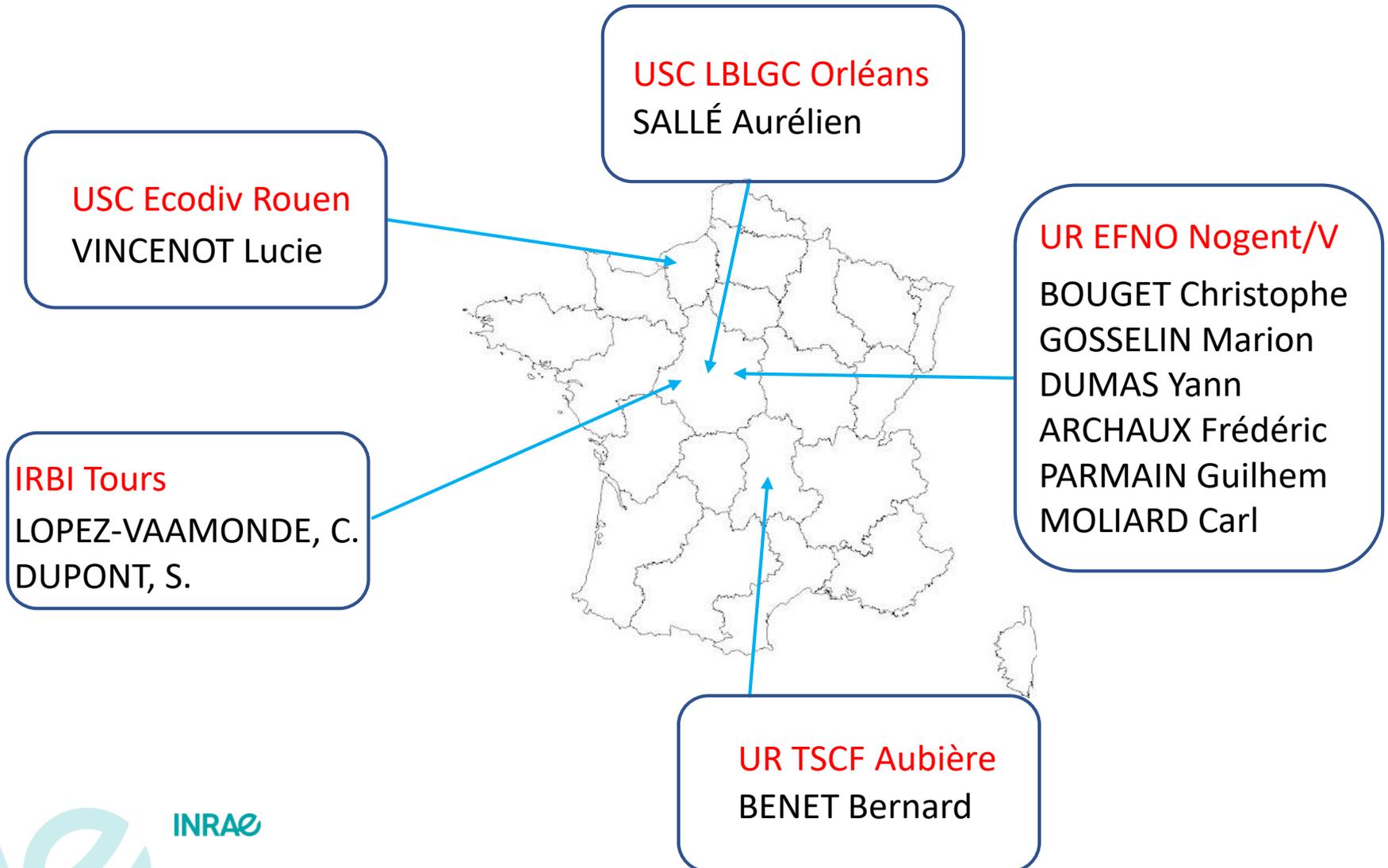
INRAE



➤ **Bioc@pt**
= Capteurs automatiques
de biodiversité en forêt

Bouget C., Benet B., Gosselin M., Dumas Y., Archaux F., Parmain G., Moliard C., Vincenot L., Sallé A., Lopez-Vaamonde C.

➤ L'équipe projet



➤ Carence de données, querelles de chiffres et controverses : l'exemple de l'*Insectageddon*

Received: 26 February 2019 | Accepted: 26 February 2019

DOI: 10.1111/gcb.14608

INVITED LETTER TO THE EDITOR

WILEY 

“Insectageddon”: A call for more robust data and rigorous analyses



Insect Conservation and Diversity (2020) doi: 10.1111/iced.12408

SPECIAL ISSUE ARTICLE

Interpreting insect declines: seven challenges and a way forward

RAPHAEL K. DIDHAM,^{1,2}  YVES BASSET,^{3,4,5,6}  C. MATILDA COLLINS,⁷ 
SIMON R. LEATHER,⁸  NICK A. LITTLEWOOD,⁹  MYLES H. M. MENZ,^{1,10,11,12} 
JÖRG MÜLLER,^{13,14}  LAURENCE
KARSTEN SCHÖNROGGE,¹⁷  A
STEPHEN P. YANOVIK,^{3,19}  an

[Explore our content](#) ▾ [Journal information](#) ▾

[nature](#) > [nature ecology & evolution](#) > [correspondence](#) > [article](#)

Correspondence | Published: 06 January 2020

International scientists formulate a roadmap for insect conservation and recovery

Jeffrey A. Harvey , Robin Heinen, [...] Hans de Kroon

Nature Ecology & Evolution **4**, 174–176(2020) | [Cite this article](#)


RESPONSES

Alarmist by bad design: Strongly popularized unsubstantiated claims undermine credibility of conservation science

Atte Komonen¹, Panu Halme¹, Janne S. Kotiaho¹

➤ Des besoins de suivi

- Quels effets du CC et de la foresterie ?
- 6^e crise d'extinction majeure ?
 - quantification de l'érosion de biodiversité
- Quels effets des mesures de conservation ?
 - Suivi des espèces protégées
- Suivi des auxiliaires ?
- Biovigilance espèces invasives ?

➤ Des besoins de suivi

- déployer des suivis à larges échelles (**upscaling**)
- détecter des évolutions rapidement par acquisition de données à **haut débit** (réponse à **l'urgence**)
- déployer des suivis à moindres coûts (**moyens** humains et financiers en **baisse**)

➤ Un verrou : le handicap taxinomique

Effectifs insuffisants / pénurie croissante de taxinomistes



Identification taxinomique automatique à **haut débit**, une réponse à **l'urgence**

➤ Quelles opportunités ?

Emergence de nouvelles technologies accessibles

(informatique, génomique, IA, capteurs multi-sources)

pour des **suivis environnementaux 2.0**

Compatibles avec logistique des suivis répétés à grande échelle avec lourd effort d'échantillonnage ?

Pistes

- Métagénomique
- Détection sonore
- Reconnaissance visuelle autonome

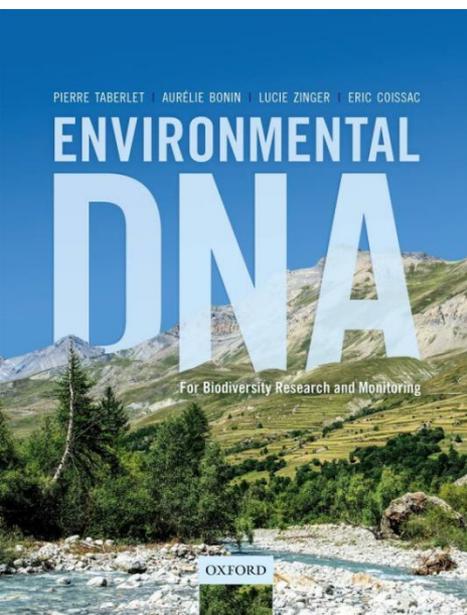


➤ Opportunité n°1 = Des outils génomiques récents



Méthodes de **détection** et **d'identification**

- fondées sur la **signature génomique** des espèces
- issues de la convergence **d'innovations technologiques** autour
 - des **séquenceurs** ADN rapides (NGS)
 - des **calculateurs** informatiques accessibles



à l'échelle individuelle

Barcoding (2003)

à l'échelle multi-spécifique

Métabarcoding (principe 2009, terme 2012)

eDNA

➤ Opportunité n°1 = Le métabarcoding en plein essor

Carew et al. *Frontiers in Zoology* 2013, **10**:45
<http://www.frontiersinzoology.com/content/10/1/45>



FRONTIERS IN ZOOLOGY

RESEARCH Open Access

Environmental monitoring using next generation sequencing: rapid identification of macroinvertebrate bioindicator species

Melissa E Carew^{1*}, Vincent J Pettigrove¹, Leon Metzeling² and Ary A Hoffmann^{1,3}

ECOLOGY LETTERS

Ecology Letters, (2013) doi: 10.1111/ele.12162

IDEA AND PERSPECTIVE

Reliable, verifiable and efficient monitoring of biodiversity via metabarcoding

Abstract
 To manage and conserve biodiversity, one must know what is being lost, where, and remedies are likely to be most effective. Metabarcoding technology can characterize regions of mass samples of eukaryotes or of environmental DNA. Here, we validate

Yinqiu Ji,^{1,2} Louise Ashton,^{2†} Scott M. Pedley,^{3†} David P. *et al.*

PLOS ONE

Methods in Ecology and Evolution doi: 10.1111/j.2041-210X.2012.00198.x

Biodiversity soup: metabarcoding of arthropods for rapid biodiversity assessment and biomonitoring

Douglas W. Yu^{1,2*†}, Yinqiu Ji^{1†}, Brent C. Emerson^{2‡}, Xiaoyang Wang¹, Chengxi Ye¹, Chunyan Yang¹ and Zhaoli Ding³

MOLECULAR ECOLOGY

Molecular Ecology (2012)

NEWS AND VIEWS

OPINION

Biomonitoring 2.0: a new paradigm in ecosystem assessment made possible by next-generation DNA sequencing

DONALD J. BAIRD* and MEHRDAD HAJIBABAEI†

*Department of Biology, Environment Canada @ Canadian

combin goods unprec versibl lenge assessn ogies, c more r structu

RESEARCH ARTICLE

Species Identification in Malaise Trap Samples by DNA Barcoding Based on NGS Technologies and a Scoring Matrix

Jérôme Morinière^{1*}, Bruno Cancian de Araujo¹, Athena Wai Lam¹, Axel Hausmann^{1,2}, Michael Balke^{1,3}, Stefan Schmidt¹, Lars Hendrich¹, Dieter Doczkal¹, Berthold Fartmann², Samuel Arvidsson², Gerhard Haszprunar^{1,3}

➤ Opportunité n°2 = outils de l'intelligence artificielle (IA) au service de l'automatisation des suivis

- Perspectives d'innovation
 - Convergences technologiques : IA, mécatronique
 - Automatiser l'échantillonnage et la discrimination



scientific reports

OPEN **Advances in automatic identification of flying insects using optical sensors and machine learning**

Carsten Kirkeby^{1,2,7,8,9}, Klas Rydhmer^{2,7}, Samantha M. Cook³, Alfred Strand², Martin T. Torrance³, Jennifer L. Swain³, Jord Prangmsma², Andreas Johnen⁴, Mikkel Jensen², Mikkel Brydegaard^{2,5} & Kaare Græsbeil⁶

Deep learning and computer vision will transform entomology

Toke T. Høye^{a,b,1}, Johanna Årje^{a,b,c}, Kim Bjerge^d, Oskar L. P. Hansen^{a,b,e,f,g}, Alexandros Iosifidis^h, Florian Leeseⁱ, Hjalte M. R. Mann^{a,b}, Kristian Meissnerⁱ, Claus Melvad^{b,d}, and Jenni Raitoharju^o

Edited by Matthew L. Forister, University of Nevada, Reno, NV, and accepted by Editorial Board Member May R. Berenbaum October 23, 2020 (received for review March 24, 2020)

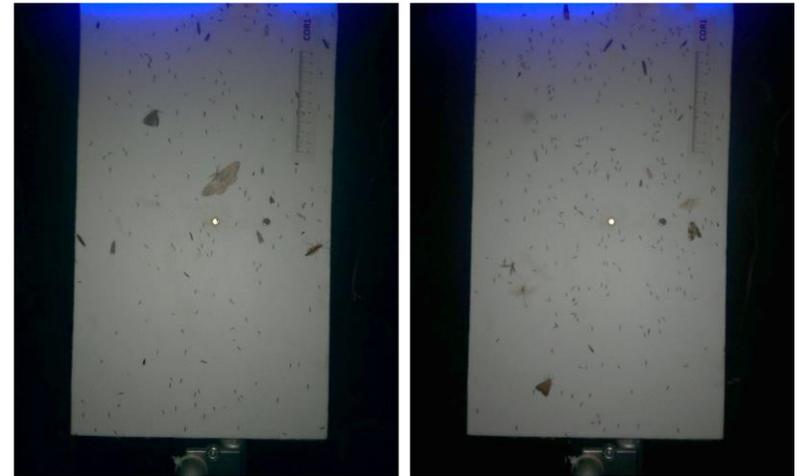
➤ Opportunité n°2 = des modèles déjà commercialisés pour le suivi d'insectes ravageurs



- Opportunité n°2 = des modèles émergents pour le suivi de la biodiversité entomologique



➤ LEPINOC, démonstrateur francilien de suivi automatisé des Lépidoptères nocturnes (*NOE conservation*)



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

➤ Bioc@pt - 3 volets

- (i) le développement mécatronique de capteurs entomologiques forestiers sélectifs ou générique
- (ii) la mise en œuvre de capteurs de biodiversité forestière (entomologiques et bryologiques)
- (iii) les tests de classification automatique des données de ces capteurs de biodiversité par intelligence artificielle ou métabarcoding

➤ Capteurs automatiques de bryophytes en forêt



1. Mise en œuvre de capteurs automatiques de bryophytes en forêt

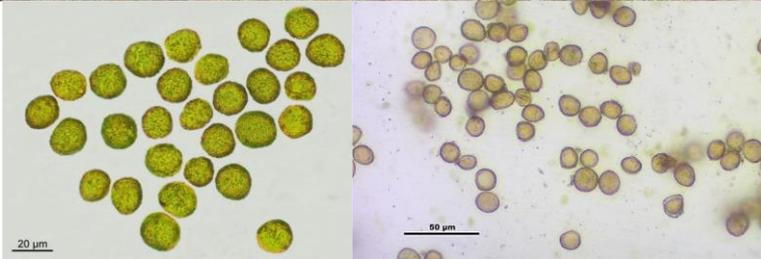
aspirateurs à spores de type Cyclone Sampler (Burkard Manufacturing Co Ltd), projet LIFEPLAN, Tours-Grandmont

2. Test d'identification par reconnaissance visuelle autonome (IA) de spores de Bryophytes

Création d'une bibliothèque de référence.

Création et calibration d'un réseau de neurones.

Application du réseau de neurones sur des échantillons prélevés par cyclone sampler.

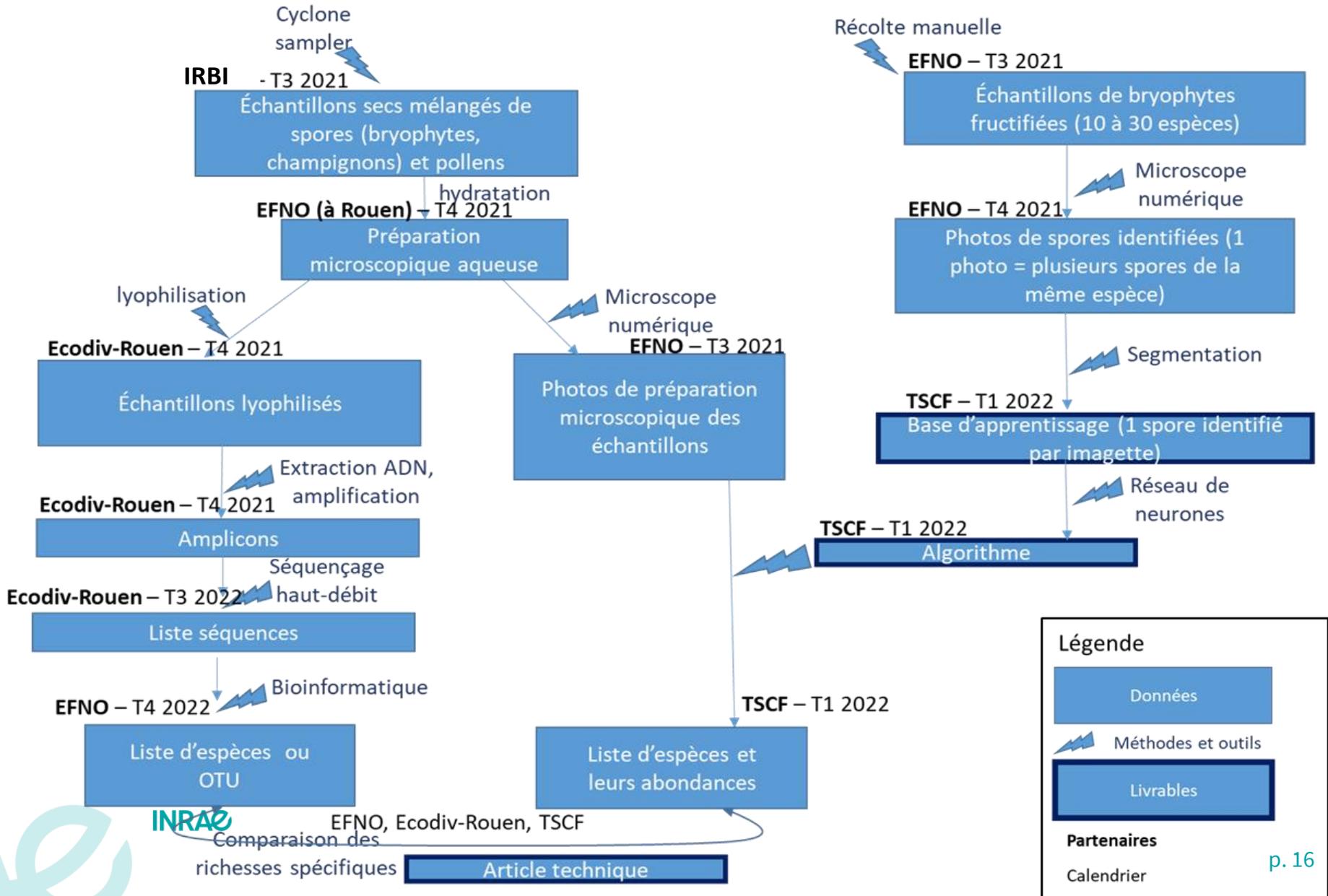


3. Test d'identification des spores et diaspores de bryophytes par métabarcoding

Test de faisabilité (extraction ADN, amplification, séquençage à haut débit, assignation taxonomique avec base de données BOLD)



➤ Schéma d'organisation du test comparatif de reconnaissance autonome visuelle ou génétique des échantillons bryologiques issus de capteurs automatiques



➤ Capteurs automatiques d'insectes en forêt

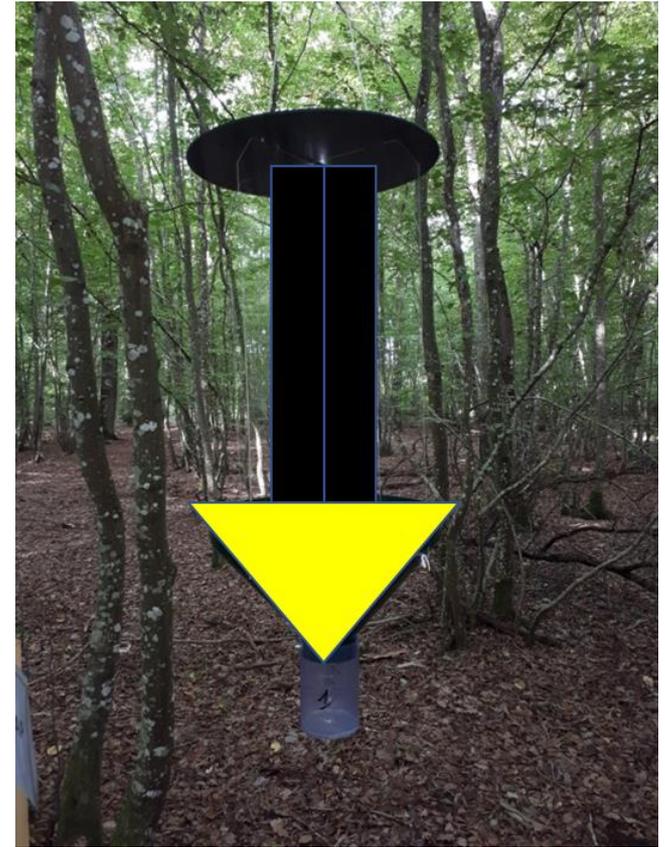
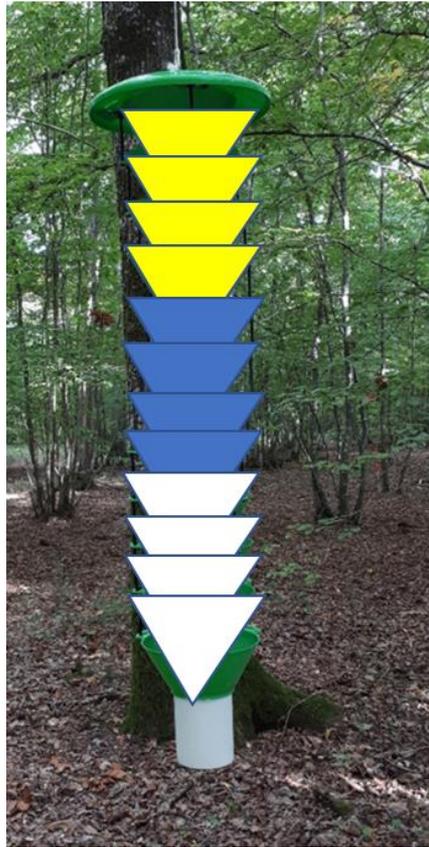
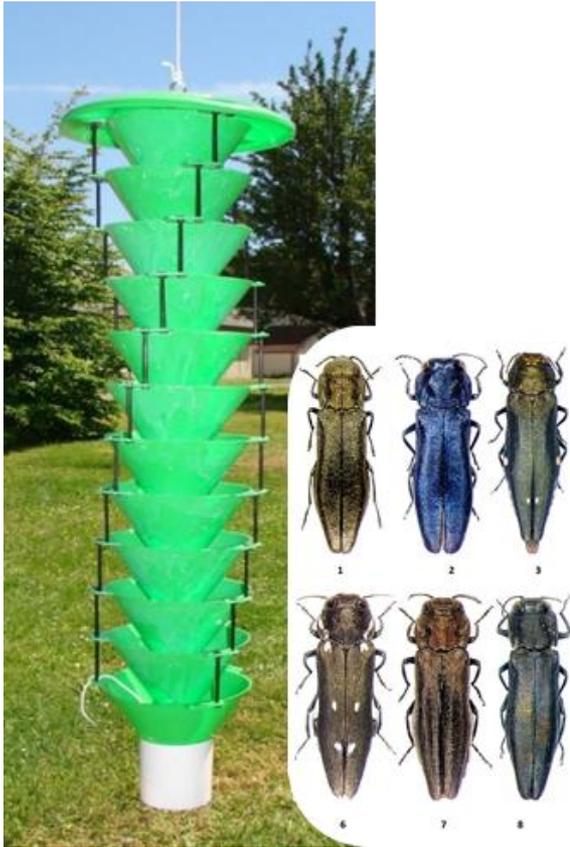
1. **Développement mécatronique** de capteurs entomologiques forestiers sélectifs ou génériques comme preuve de concept
2. **Mise en œuvre** de capteurs de biodiversité forestière
3. **Reconnaissance visuelle autonome (IA)** des échantillons entomologiques issus de capteurs automatiques

➤ Développement mécatronique et mise en œuvre de capteurs entomologiques forestiers sélectifs ou générique

- i) **Prototype** de capteur sélectif à coléoptères forestiers xylophages Buprestes (notamment *Agrilus* sp.), qui comportent des espèces invasives, ou patrimoniales ou impliquées dans des dépérissements majeurs en Europe
- ii) **Prototype** de capteur générique des insectes forestiers volants
- iii) **Prototype** de capteur sélectif à insectes floricoles, visant les auxiliaires pollinisateurs, dans une optique de généralisation de la méthode à un groupe d'intérêt forestier et agronomique
- iv) pièges photos entomologiques avec plaque à glu TMAvansee e-Gleek
- v) capteurs photo-vidéo TMAvansee Beecam



➤ Prototypage mécatronique



Micro-ordinateurs de type
RaspberryPi + caméra

➤ Prototypage mécatronique

automatiques

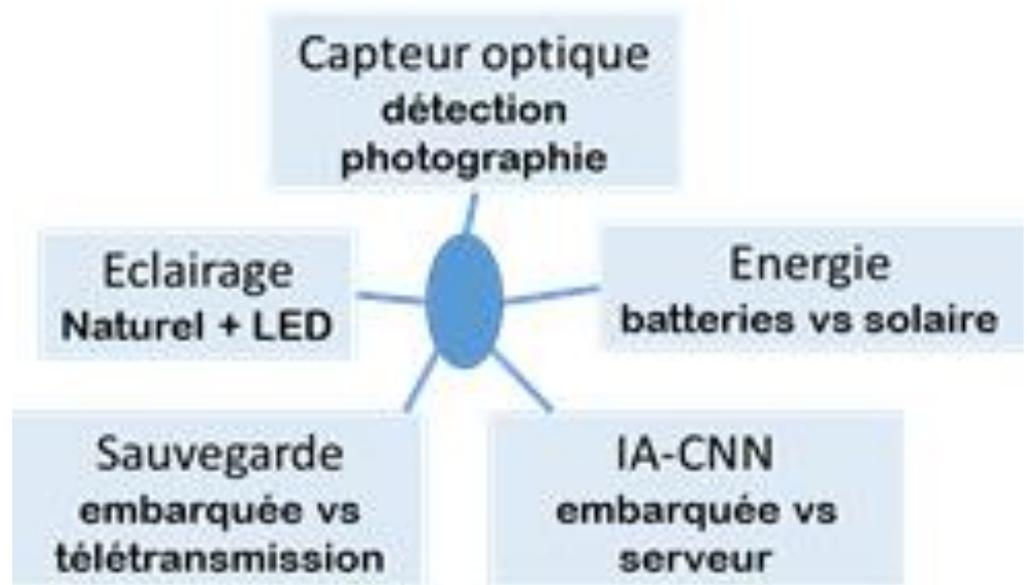
intelligents et autonomes

non intrusifs

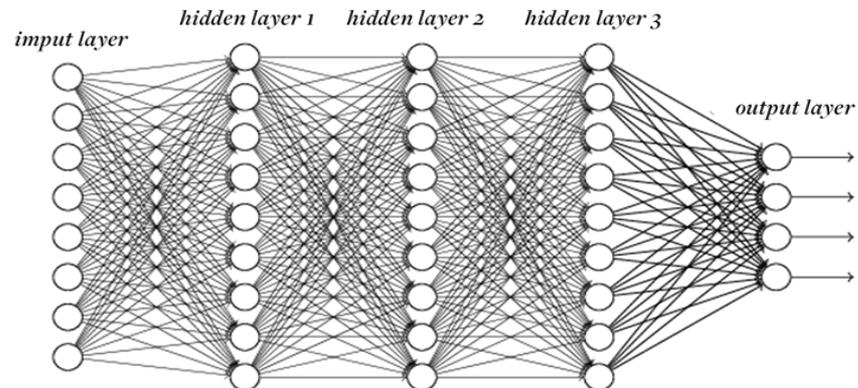
non destructifs

fiables

connectés



➤ Reconnaissance visuelle autonome (IA) : test 1 (I@nsect 2020)

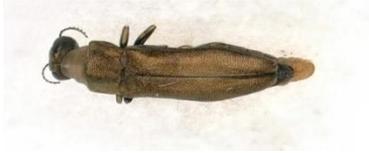


➤ Reconnaissance visuelle autonome (IA) : test 1 (I@nsect 2020)

Taux de réussite (Images bien classées)	Nombre d'images test mal classées	Nombre d'images test	Taux d'échec d'identification	Taux de Réussite
6 classes Hylis <u>Olexai</u> , Hylis <u>Foveolatus</u> , Salpingidae <u>Rabocerus</u> , Salpingidae <u>Salpingus</u> , Microrhagus <u>Lepidus</u> , Microrhagus <u>Pygmaeus</u>	205	855	24 %	76%
3 classes non voisines Hylis <u>Microrhagus</u> - <u>Salpingidae</u>	83	875	9,4 %	90,6 %
2 classes inter <u>Hylis</u>	75	294	25,5 %	74,5 %
2 classes inter <u>Microrhagus</u>	35	327	10 %	90 %
2 classes inter <u>Salpingidae</u>	38	234	16 %	84 %
2 classes <u>Hylis</u> <u>Microrhagus</u>	79	641	12,3 %	87,7 %
2 classes <u>Hylis</u> <u>Salpingidae</u>	9	539	1,6 %	98,4 %
2 classes <u>Microrhagus</u> - <u>Salpingidae</u>	8	570	1,4 %	98,6 %



➤ Reconnaissance visuelle autonome (IA) : test 2 (Bioc@pt 2021)



A.angustulus



A.biguttatus



A.hastulifer



A.laticornis

VS



A.obscuricollis



A.olivicolor



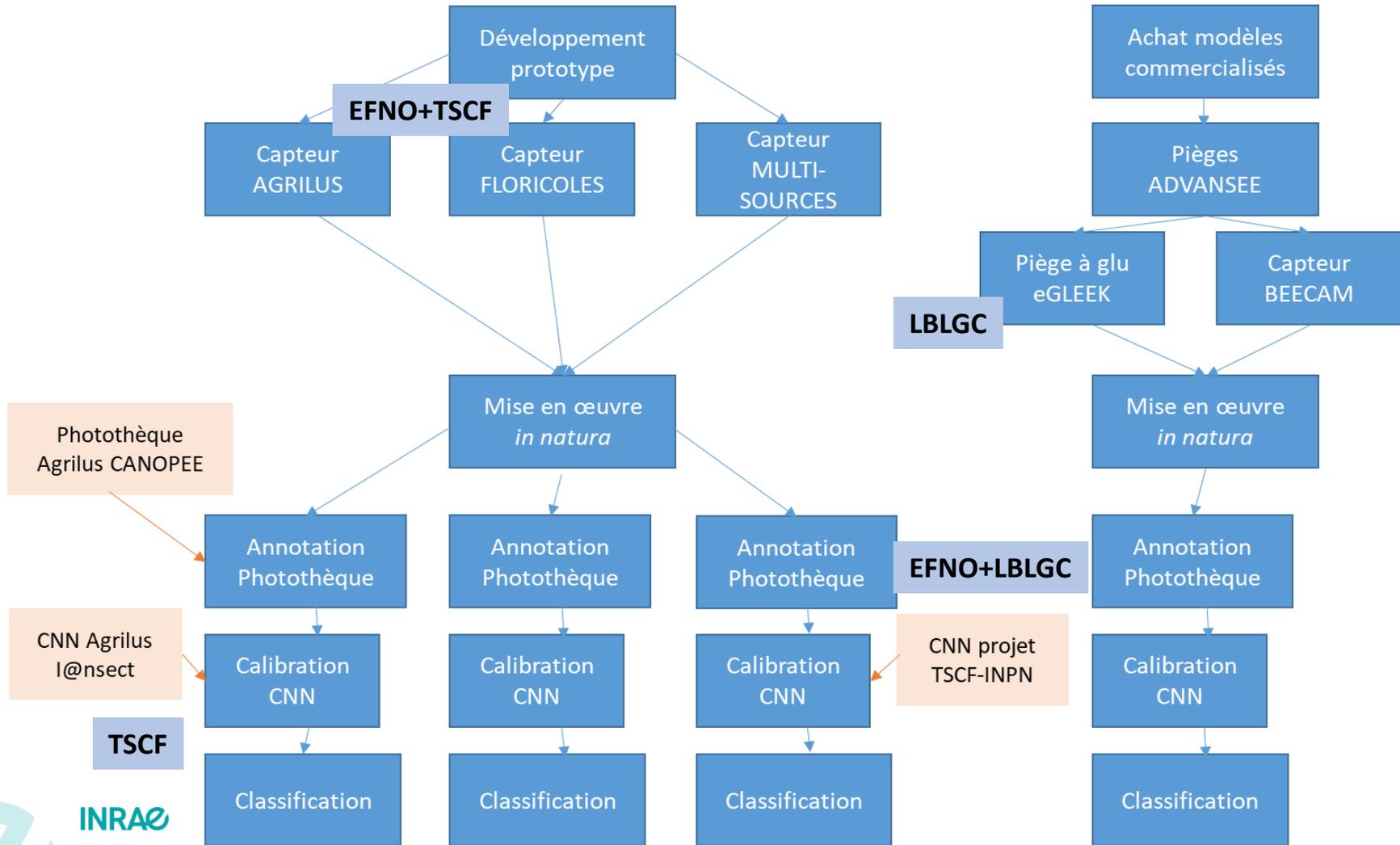
A.sulcicollis



➤ Reconnaissance visuelle autonome (IA) : test 2

Type image	Espèces	Taux de réussite (Images bien classées)
Toutes		80 %
Profil		78 %
Dos	angustulus + biguttatus	100 %
	+ laticornis	94 %
	+ obscuricollis	88 %
	+ olivicolor	81 %
	+ sulcicollis = Toutes	79 %
Ventre	angustulus + biguttatus	98 %
	+ laticornis	91 %
	+ obscuricollis	87 %
	+ olivicolor	79 %
	+ sulcicollis = Toutes	77 %

➤ Développement mécatronique et du test de capteurs entomologiques forestiers sélectifs ou génériques avec reconnaissance visuelle autonome



➤ Merci de votre attention !

