

CONFÉRENCE DE LA FONDATION D'ENTREPRISE HERMÈS  
ET DE L'INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES RELATIONS INTERNATIONALES  
AVEC LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE



CONFÉRENCE

# L'innovation au secours de la biodiversité



{BnF

13 juin 2014  
Bibliothèque nationale de France  
Grand auditorium | Quai François-Mauriac  
75013 Paris



# L'innovation en ingénierie écologique

## Quelques exemples concrets



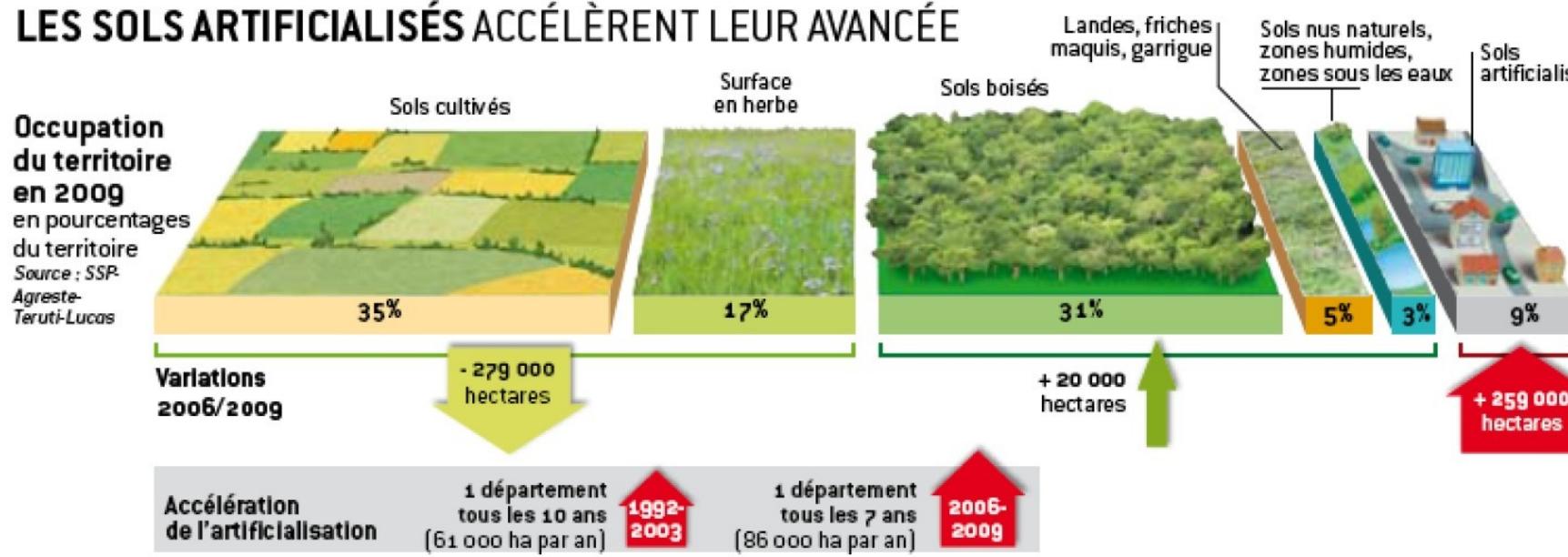
Rénald Boulnois - [✉ rboulnois@biotope.fr](mailto:rboulnois@biotope.fr) - [☎ +33 677 347 23](tel:+3367734723)  
Fabien Quétier - [✉ fquetier@biotope.fr](mailto:fquetier@biotope.fr) - [☎ +33 621 512 666](tel:+33621512666)

# L'artificialisation des sols

En France :

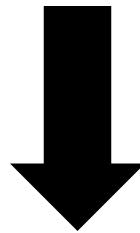
- 1992 > 2003 : 61 000 ha par an (1 département / 10 ans)
- 2006 > 2009 : 86 000 ha par an (1 département / 7 ans)

## LES SOLS ARTIFICIALISÉS ACCÉLÈRENT LEUR AVANCÉE

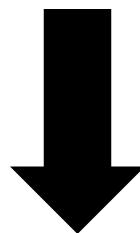


# Éviter > Réduire > Compenser

Éviter les impacts sur la biodiversité



Réduire les impacts non évités



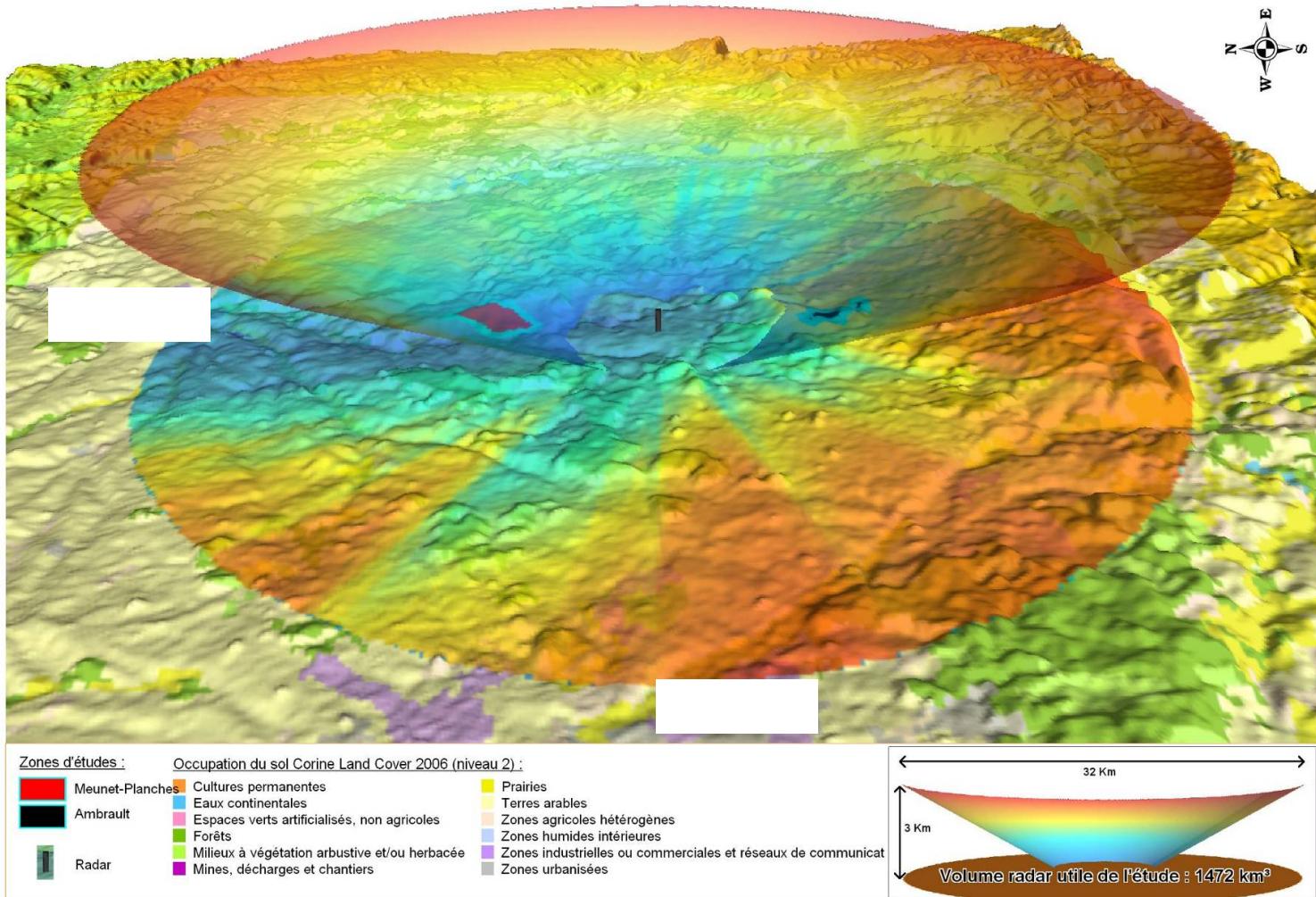
Compenser les impacts résiduels

# Éviter !

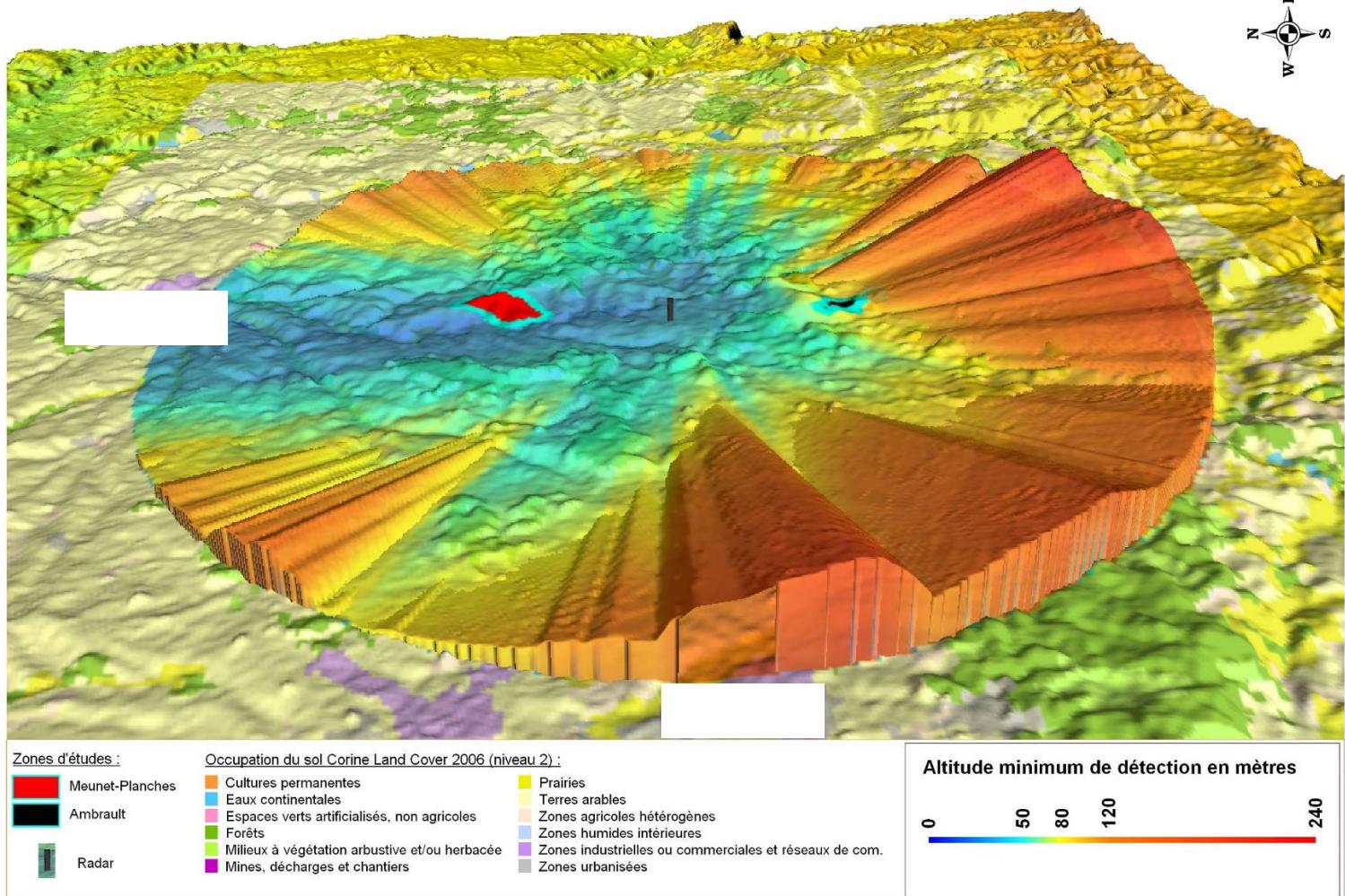


La technologie radar pour l'étude des flux  
d'oiseaux dans le cadre de projets éoliens  
AVISCAN®

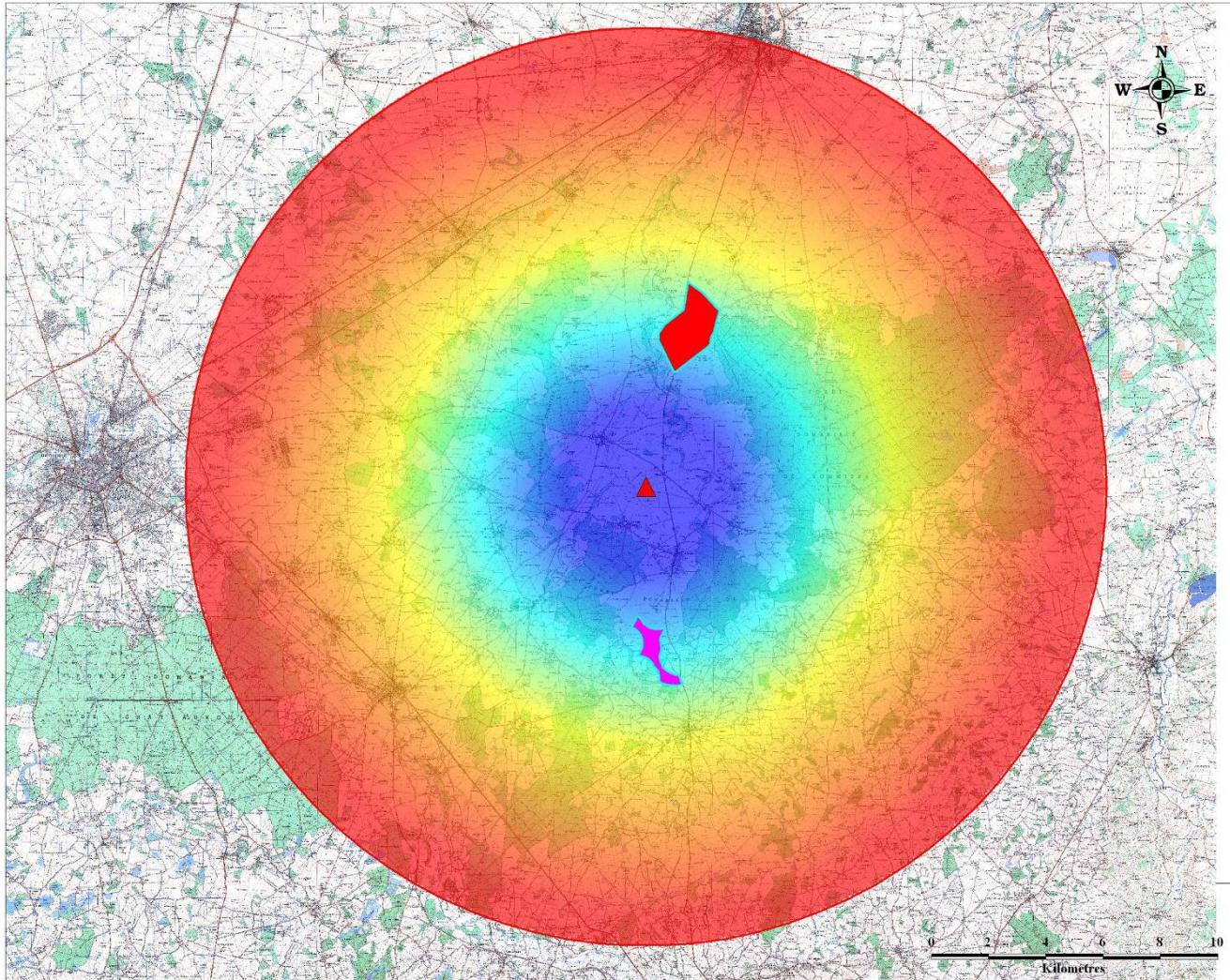
# Etude de faisabilité: modélisation de la capacité de détection du radar selon la configuration du terrain (présence d'obstacles)



# Etude de faisabilité : modélisation du seuil de détection (altitude plancher de détection)



# Etude de faisabilité : altitude de détection



## → distance minimale de détection de 6 km.

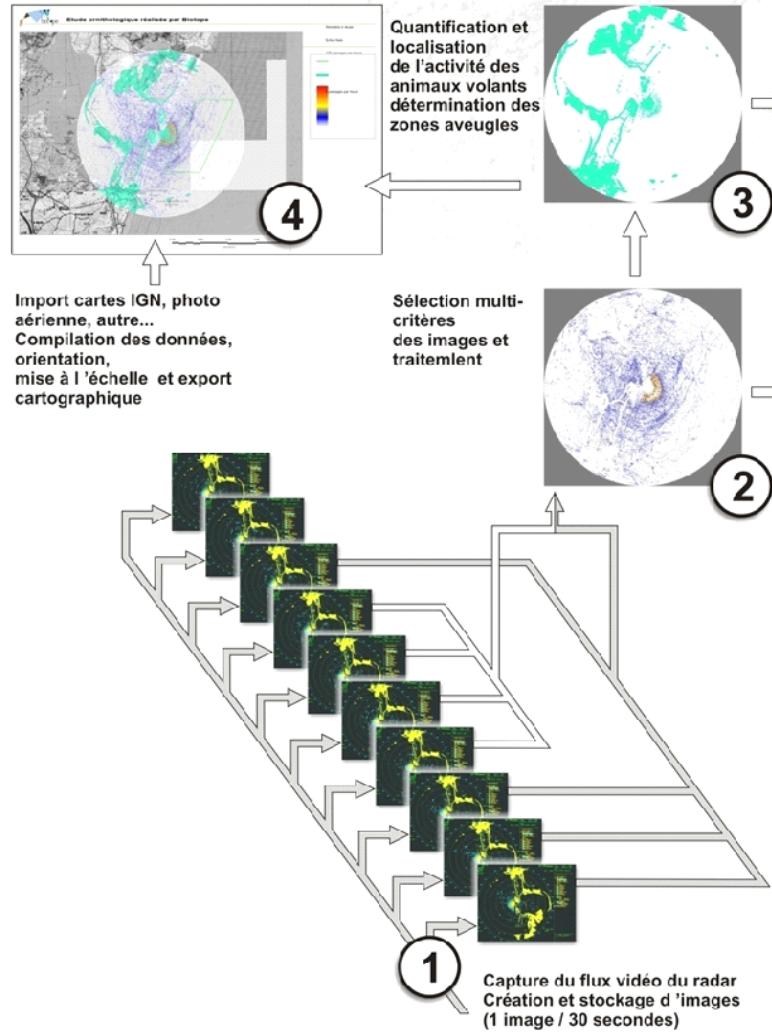
*La distance peut être bien plus grande selon les cas : les vols de Grue cendrée peuvent être détectés jusqu'à 16 km et certains vols d'oiseaux ont été enregistrés jusqu'à 32 km en Mer Méditerranée (Puffins, Goélands).*



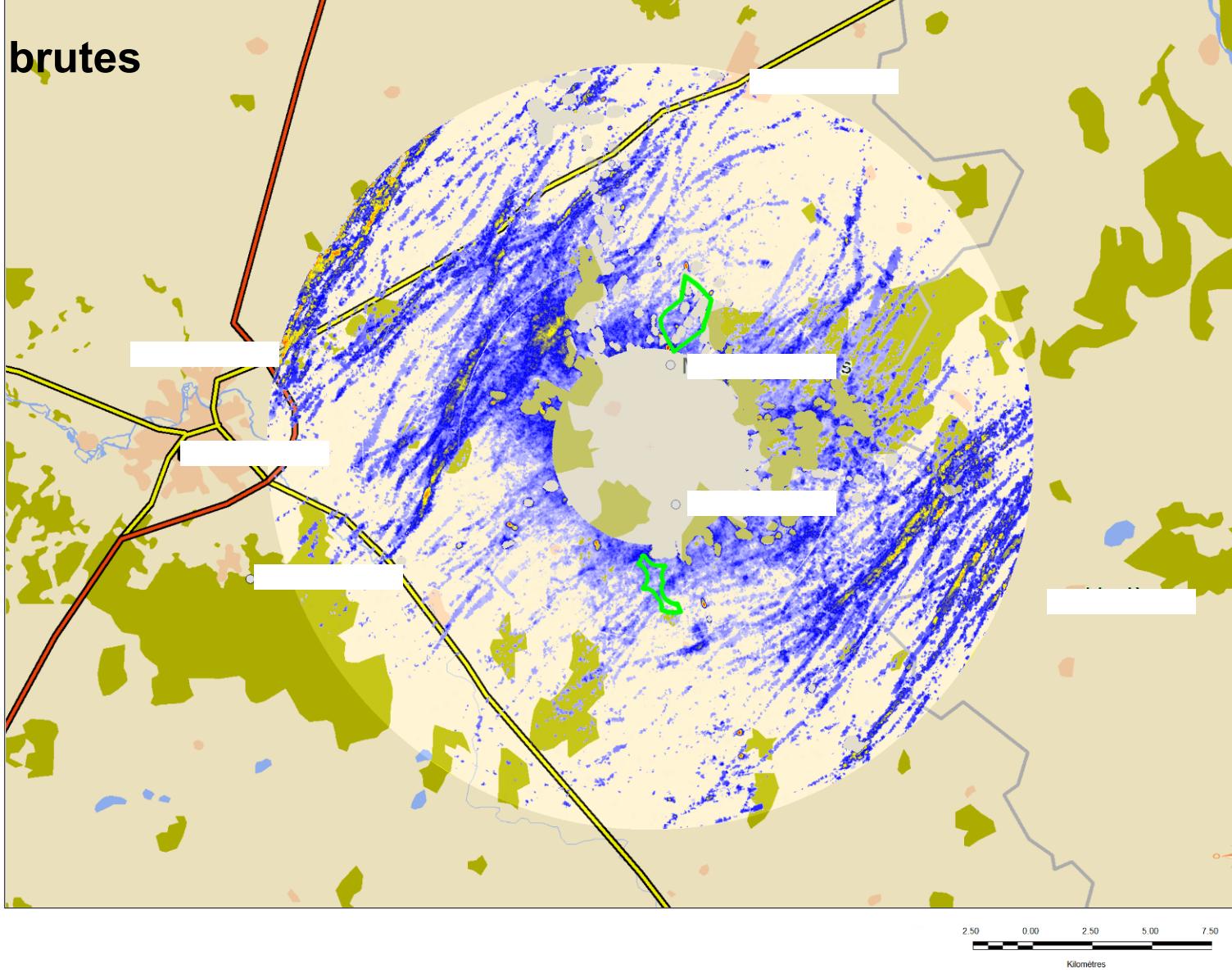
# Les volumes de données sont très importants → innovation logicielle pour un traitement automatisé des trajectoires de vols AVISCOPE®

- trajectoires des vols ;
- vitesses des vols.

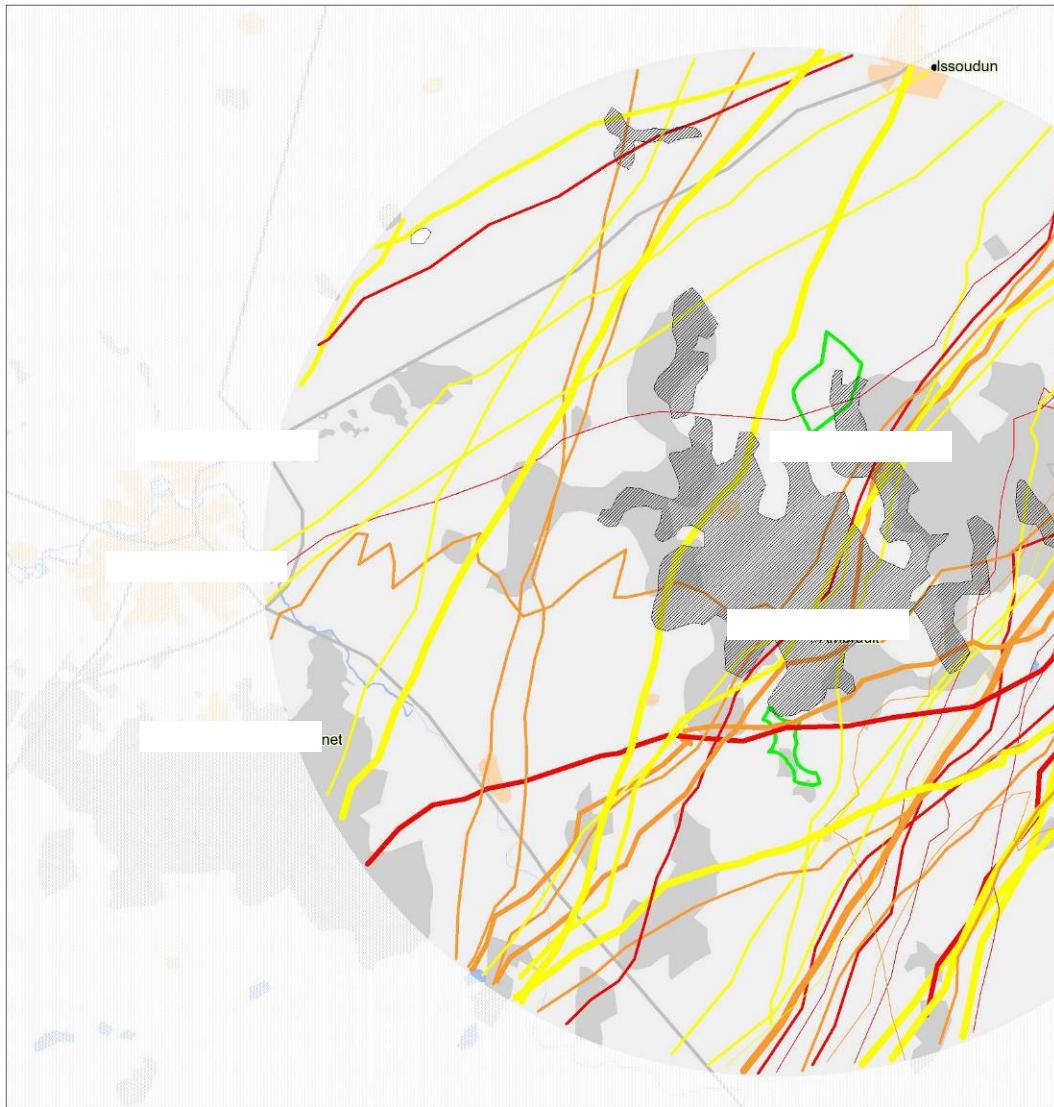
***Un exemple : 46 000 trajectoires de vol enregistrées pendant 10 jours à une distance de 15 km***



# Données brutes



# Hiérarchisation des enjeux / effectifs & altitudes de vol





## Étude des mouvements d'oiseaux par radar en France - Analyse des données existantes -

Arnaud GOVAERE<sup>1</sup>, Sébastien DEVOS<sup>1</sup>, cédric ELLEBOODE<sup>1</sup>, Yann ANDRE<sup>2</sup>, Vincent DELCOURT<sup>1</sup> et  
Hubert LAGRANGE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BIOTOP (contact : agovs@biotope.fr - www.biotope.fr)  
<sup>2</sup> LPO Mission Envol et Biodiversité (contact : yann.andre@polr - www.lpo.fr)

### Abstract

More than 60 sites have been surveyed by radar between 2003 and 2007 in France in order to understand bird's movements. Those surveys give accurate data on birds' displacement (trajectories, flow and height) as well on daytime as on night time. This analysis contributes to a significant improving of the knowledge of the bird migratory phenomenon in France.

Mots clés: migration, oiseaux, radar, France  
Keywords: migration, birds, radar technique, France

### Introduction

L'utilisation du radar pour la détection des oiseaux et le suivi de leurs déplacements a été initialement utilisée dans plusieurs pays : Pays-Bas (Eastwood, 1967 ; Spaans et al. 1995 ; 1996 ; van der Winden et al. 1996 ; Gautreaux, 1994 ; Bruderer, 1996, 1997a, b ; Bruderer & Liechti, 1998 ; Blaauw & Kenward, 1999), Allemagne (Christensen et al. 2004). En France, cette technique est utilisée depuis 2000 à l'installation de parcs éoliens. Plus d'une soixantaine de sites ont déjà fait ces cinq dernières années. L'objectif de cette synthèse est de produire une analyse des données à manière à alimenter les travaux en cours sur l'éolien et de compléter la connaissance des mouvements d'oiseaux en France.

### Matériel et méthode

#### Matériel :

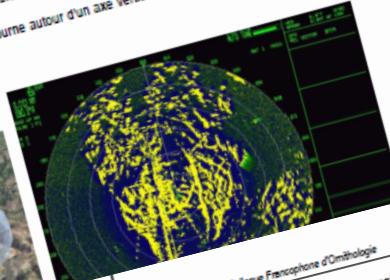
Le radar utilisé est un Furuno FR 2125 d'une puissance de 25 kW, monté sur une unité mobile baptisée AVISCAN I (Figure 1) (Govaere et al. 2007).



Figure 1 : Unité AVISCAN I en opération

Deux modes de fonctionnement sont utilisés au cours des expertises :

- Un mode « horizontal » où le faisceau tourne autour d'un axe vertical, localisant les animaux volant dans un plan horizontal (Figures 2 & 3).



Entre mai et juillet, d'importants mouvements nocturnes attribués à des sorties de martinets baissent les résultats.

Durant l'automne, la migration est principalement nocturne, avec un maximum en octobre (80%). À la fin de la période post-éclipse, les mouvements nocturnes sont plus faibles et la proportion du flux diurne augmente.

L'évolution générale des MTR moyen au cours d'un cycle de 24 heures montre plusieurs phases (Figure 12) :

- une augmentation du flux en soirée, jusqu'à 21h Temps Universel (TU) ;
- une diminution des flux au cours de la seconde partie de la nuit ;
- une reprise de l'activité dans la matinée ;
- une diminution de l'activité en fin d'après-midi.

À Falsterbo (Suède), Zehner et al. (2002) ont montré que le flux migratoire nocturne augmentait durant la première moitié de la nuit et diminuait ensuite jusqu'à l'aube. Les résultats de la présente étude sont conformes à ces travaux.

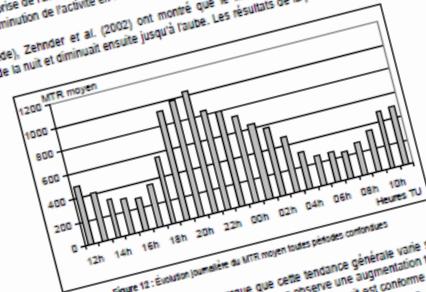


Figure 12 : Evolution journalière du MTR moyen toutes périodes confondues

En analysant les données plus en détails, on remarque que cette tendance générale varie selon la saison. Ainsi, en période de migration préprintanière (de mi-février à mi-mai), on observe une augmentation très rapide du flux vers 19h TU, un pic d'activité vers 21h. La diminution progressive en cours de nuit est conforme au schéma général du départ des hirondelles et de martinets, ainsi que la migration de rapaces qui attendent les heures chaudes pour démarrer la migration (Figure 13).

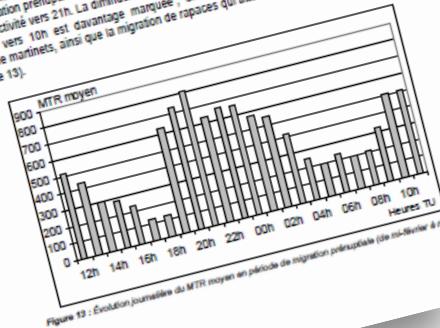


Figure 13 : Evolution journalière du MTR moyen en période de migration préprintanière (de mi-février à mi-mai)

Figure 11 : Evolution mensuelle de la proportion des flux diurnes et nocturnes

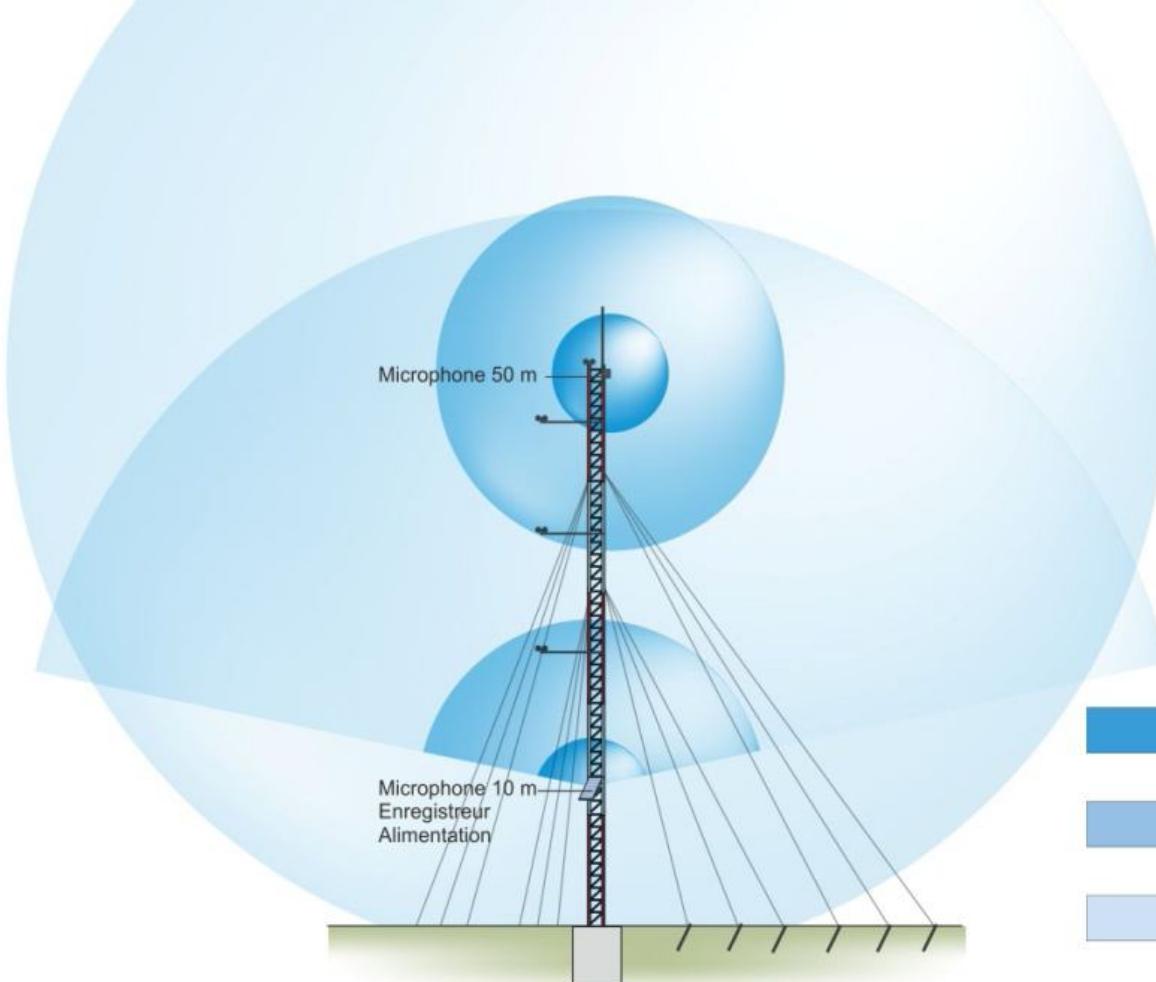


# Réduire !

Solution CHIROTECH® pour la réduction des impacts des éoliennes sur les chauves-souris

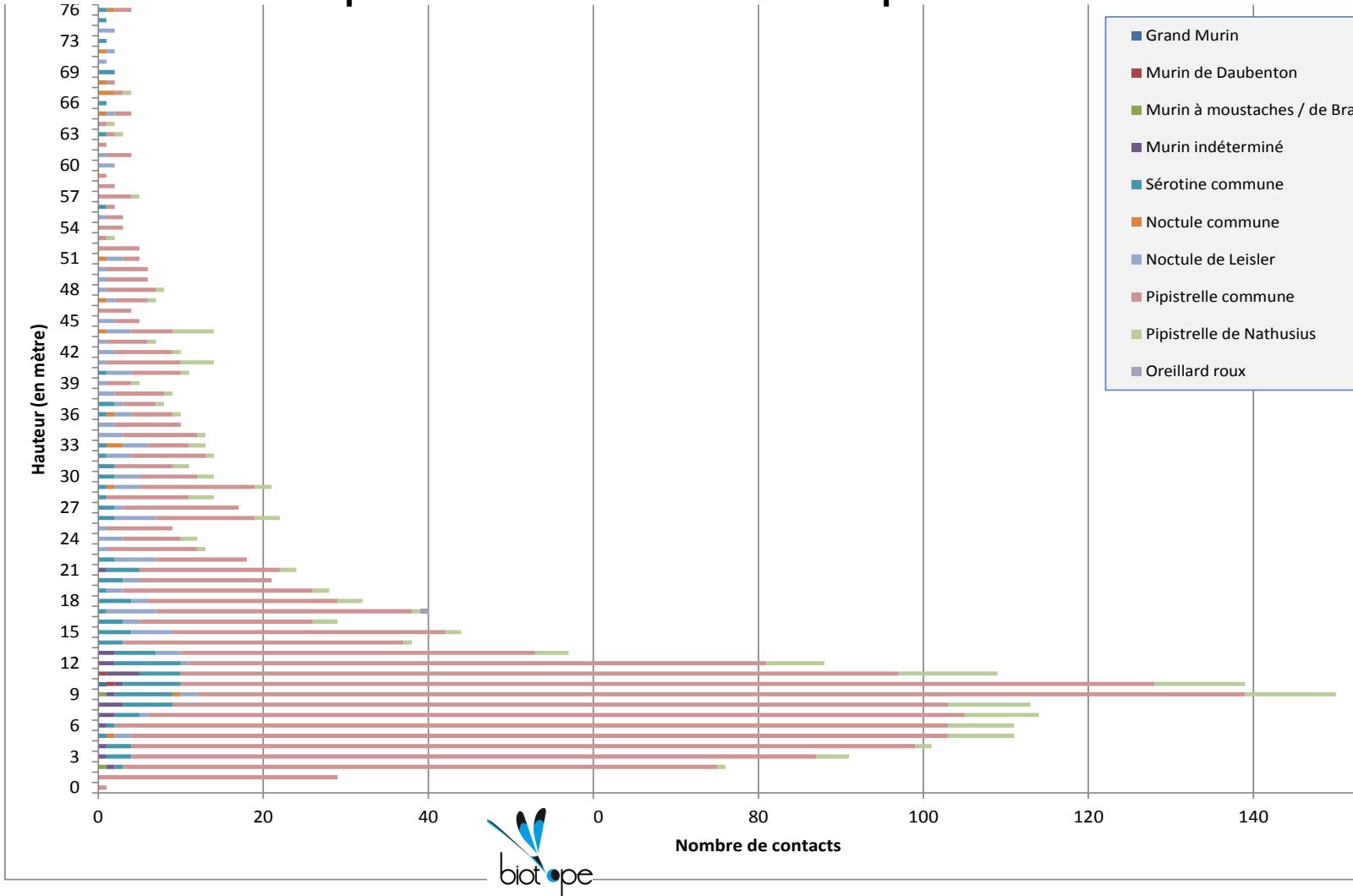


# Enregistrement automatisé de l'activité des chauves-souris au sol et en altitude sur un cycle annuel

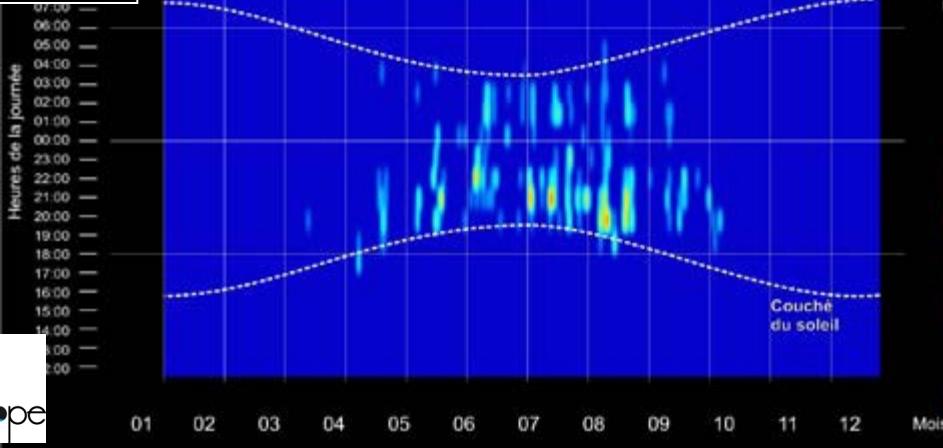
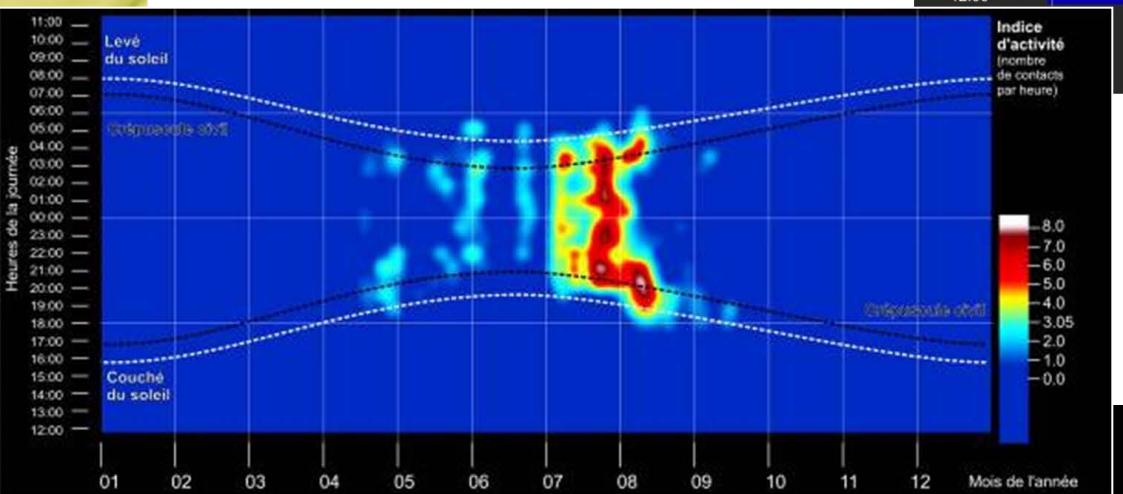
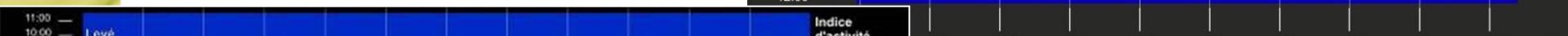


- Zone de détection rapprochée (rhinolophes)
- Zone de détection médiane (pipistrelles, murins...)
- Zone de détection distale (noctules, molosse...)

- Etude de l'activité des chauves-souris en altitude :
- 4 micros sur un mât de mesure ;
  - 4000 contacts / détermination des espèces ;
  - Détermination précise de l'altitude de chaque contact

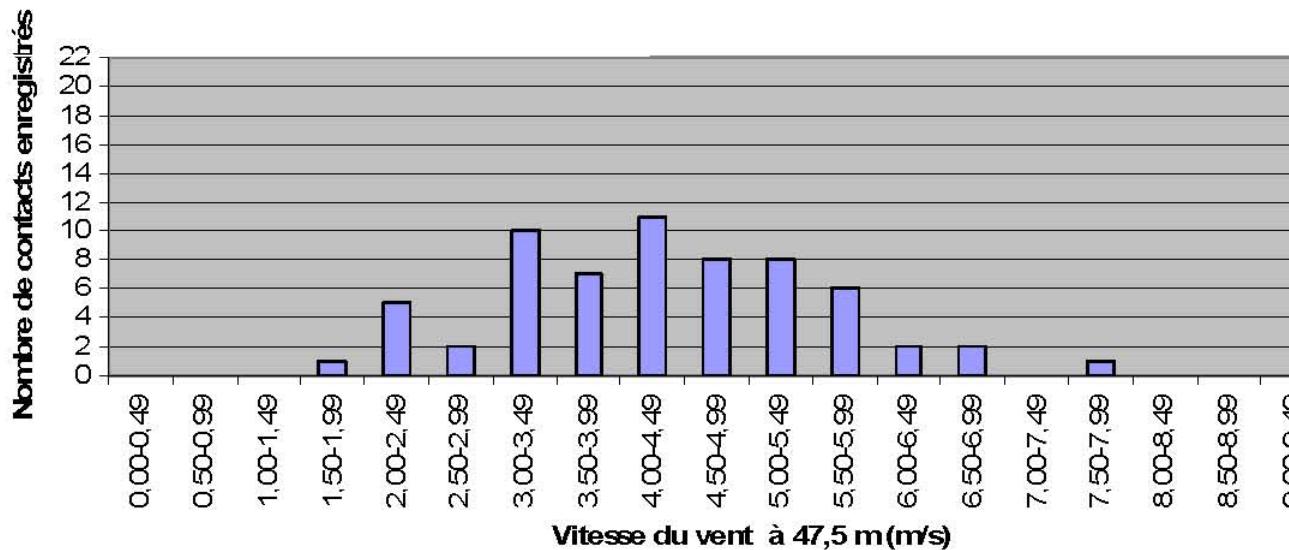


# Suivi de l'activité sur un cycle annuel

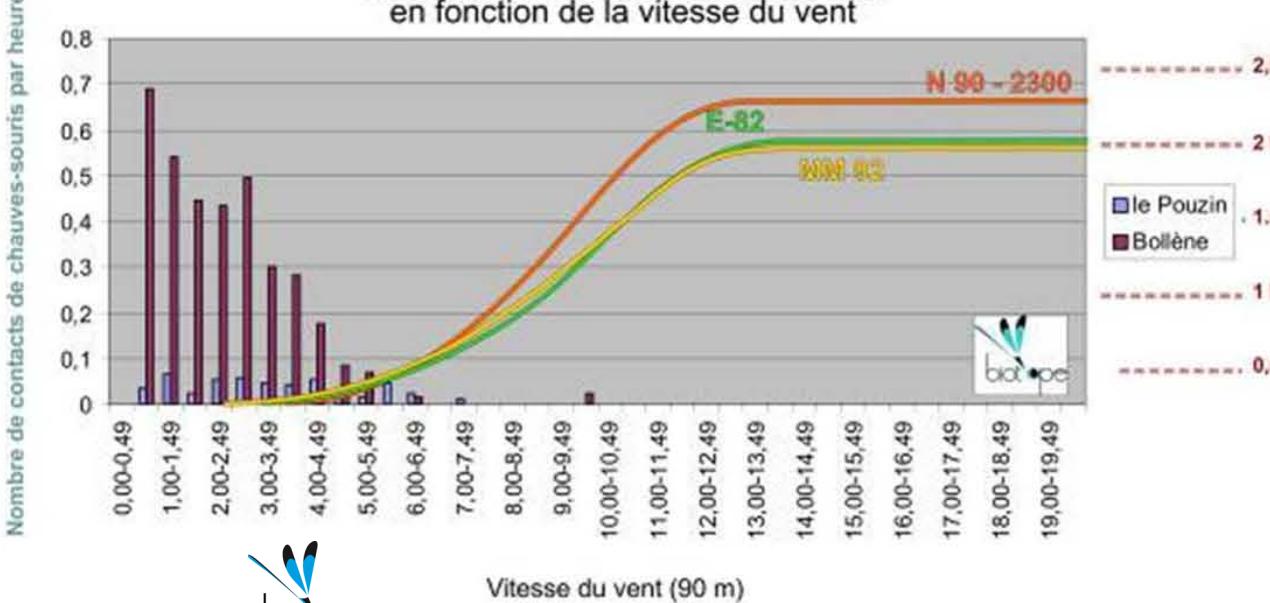


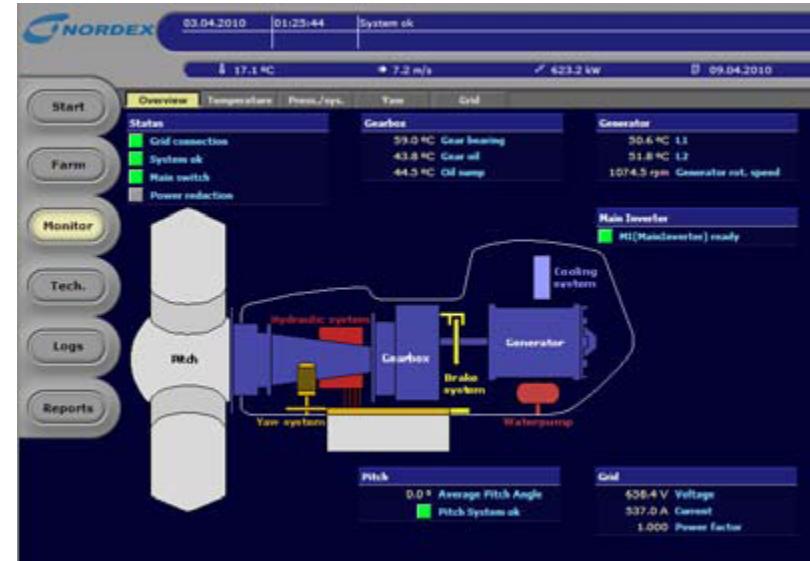
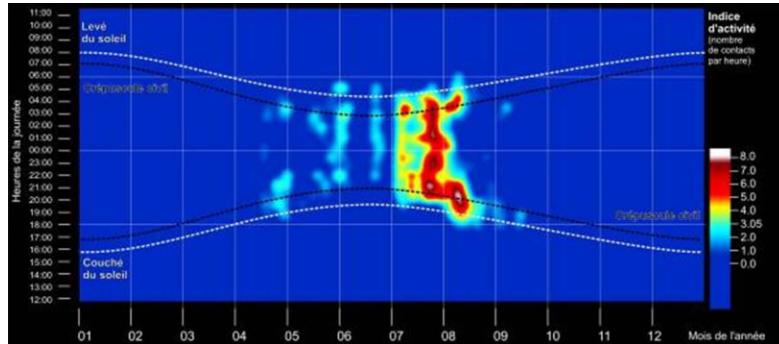
# Corrélation avec les paramètres climatiques

Indices d'activité de *P. Kuhli* & *P. Natusii*  
en fonction de la vitesse du vent



Indice d'activité des chauves-souris  
en fonction de la vitesse du vent





## Réduction du risque de collision

- Les éoliennes sont stoppées lors des périodes de risque élevé de collision (forte activité)
- Les sites pilotes ont montré que 95% du risque de collision étaient évités avec une perte de production inférieure à 1% sur un an (résultats validés par le MNHN)



# Compenser !

- souvent traduit par une sanction surfacique
- 1 ha détruit → n ha à compenser



Gains

# Compenser !

0

Pertes

Impacts

Pertes  
résiduelles

Eviter/  
Réduire

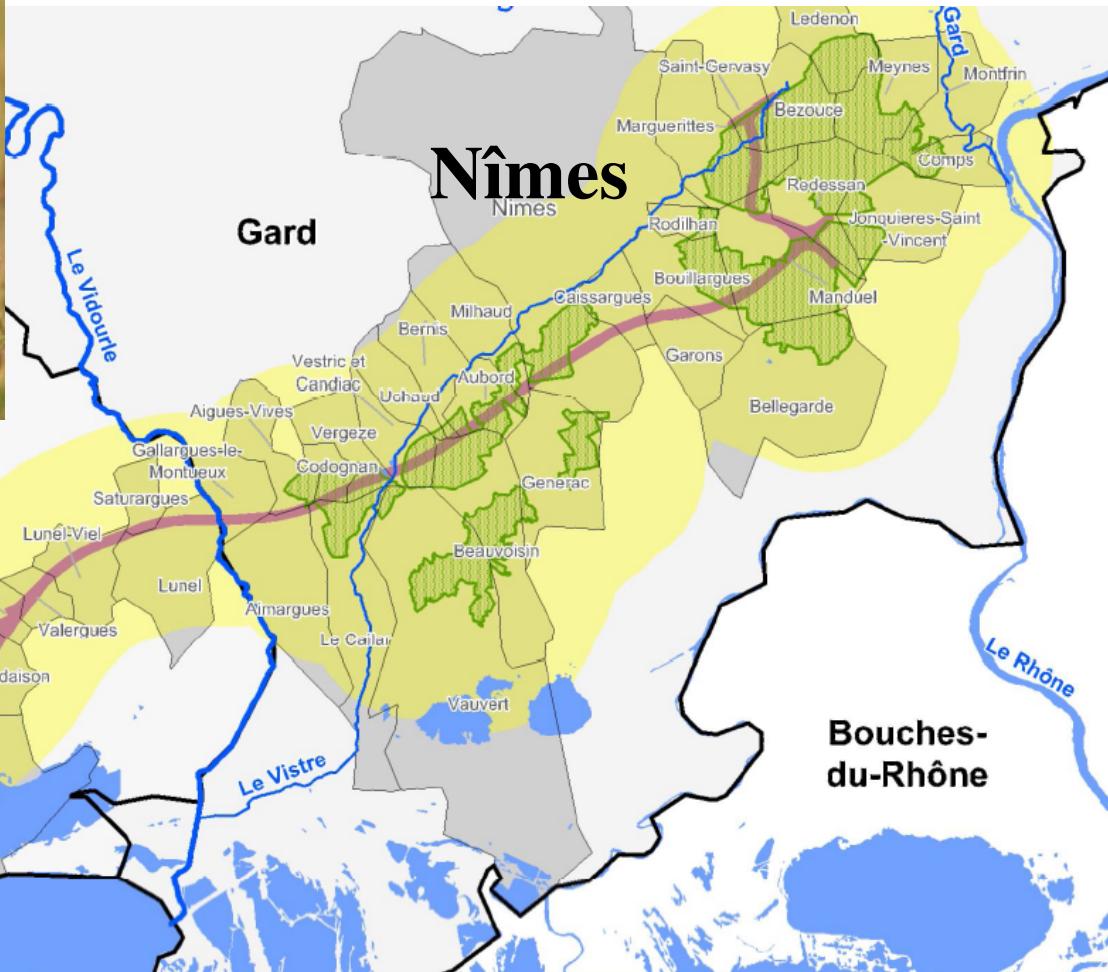


Equivalence  
entre  
« pertes » et  
« gains »

# Contournement Nîmes - Montpellier



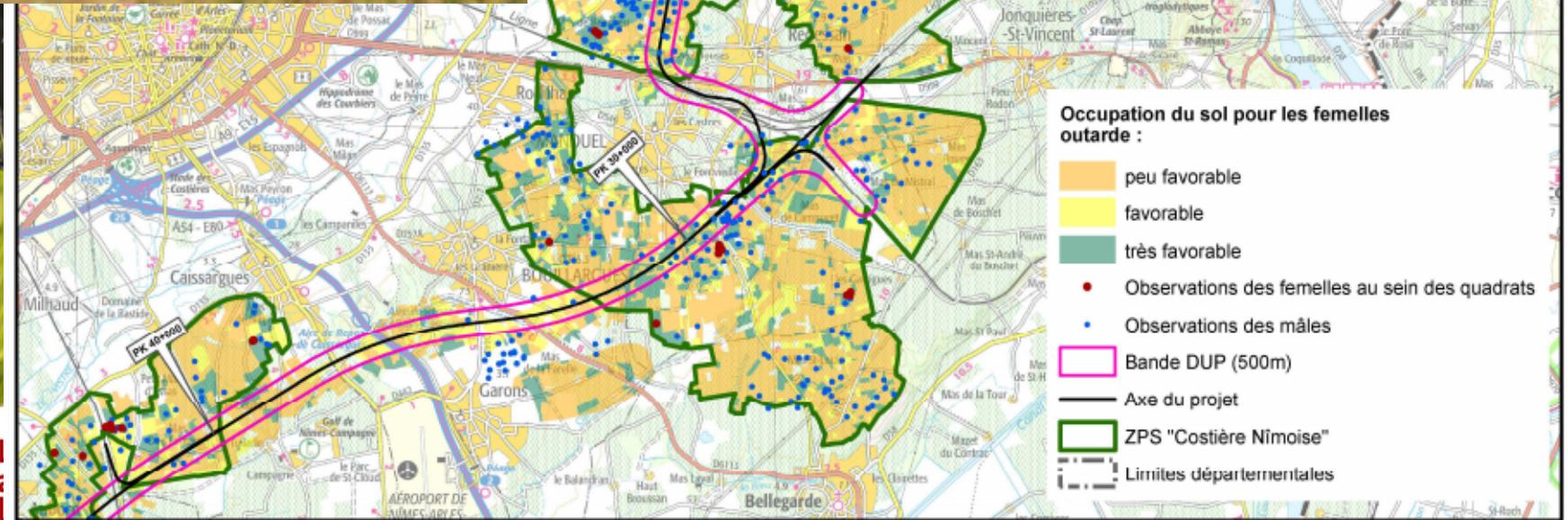
© Biotope



# La qualité de l'habitat



© Biotope



# Impacts : pertes de qualité d'habitat



© Biotope



# Compensation : gains de qualité d'habitat



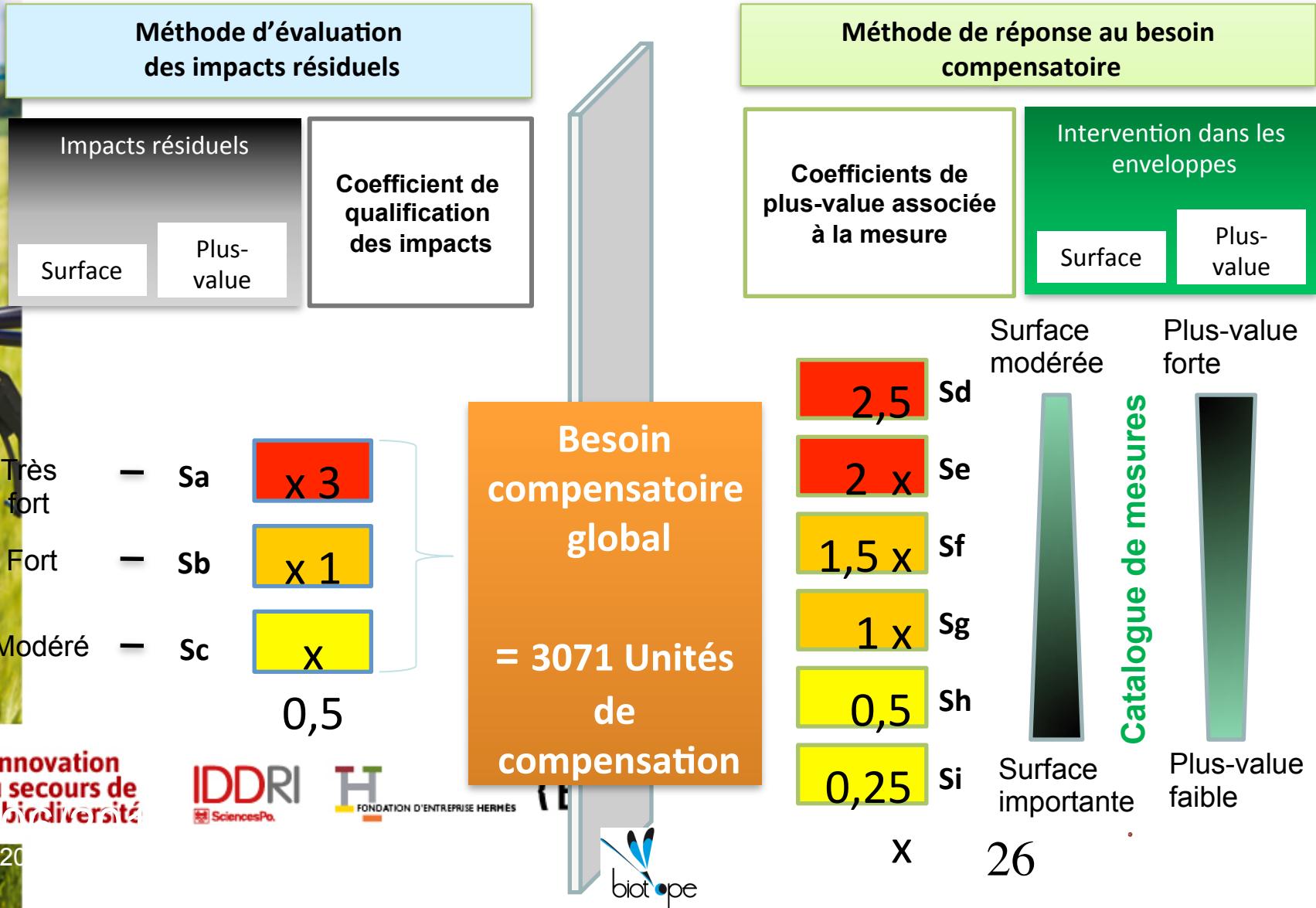
+2,5 unités/ha



+1 unités/ha



# Mesures compensatoires





# Suivre !

**SIMEO ®**

Station Instrumentale de Monitoring Ecologique  
dans l'Océan



# 1<sup>ère</sup> station marine orientée vertébrés (oiseaux, chauves-souris, cétacés, poissons) couplée à des applications métiers

## Innovations techniques :

- Radar embarqué dédié à l'étude des animaux volants
- Ingénierie énergétique avancée (solution renouvelable privilégiée)
- Transfert à terre d'un volume maximal de données
- Développement logiciel : traitement du signal, interface utilisateurs

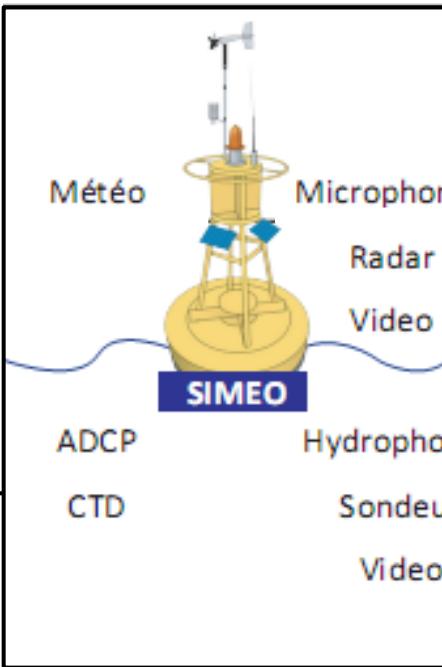
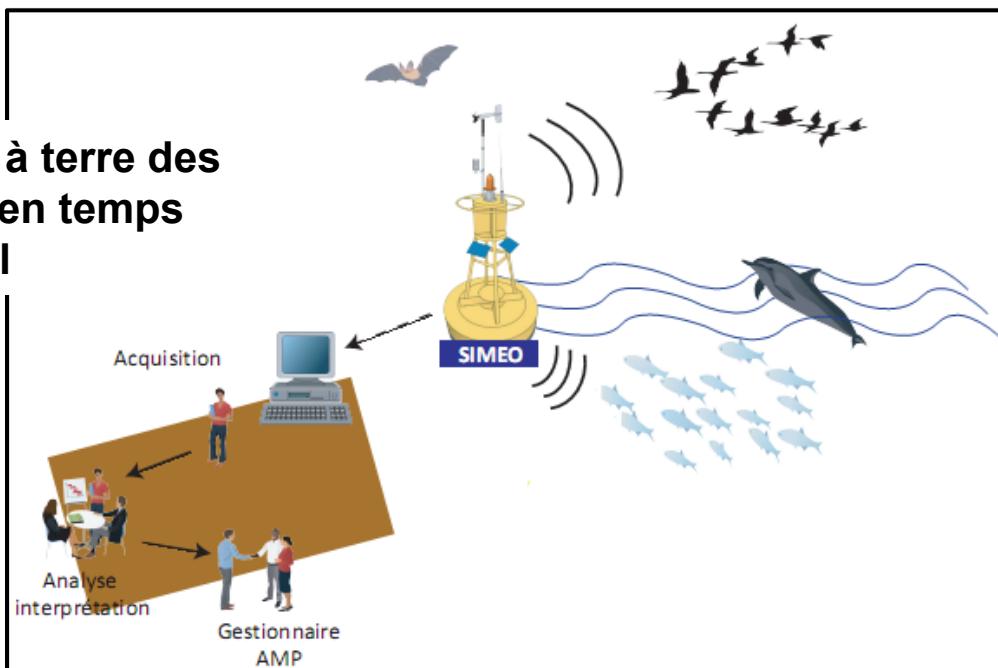
## Innovations scientifiques :

- Traitement de l'information : données radar, acoustique, vidéo
- Données temporelles à haute fréquence en longue durée
- Analyses statistiques : abondances, utilisation de l'espace
- Intégration des données écosystémiques : faisceaux d'indicateurs

- Intégration des populations de vertébrés marins :  
Oiseaux, Chauves-souris, Cétacés, Poissons
- Paramètres environnementaux aériens et sous-marins

- Transfert à terre des données en temps quasi-réel

- Synthèse des données par un faisceau d'indicateurs



- Données temporelles à haute fréquence en longue durée

- Station autonome, robuste et accessible financièrement



# En guise de conclusion...

- Acquisition rapide d'importants volumes de données, meilleure quantification et objectivation des enjeux, vers une approche systémique ;
- Nécessité d'encourager un « principe d'innovation » à l'échelle concrète des projets et de tous leurs acteurs.



***Merci !***



Rénald Boulnois - [rboulnois@biotope.fr](mailto:rboulnois@biotope.fr) - +33 677 347 236  
Fabien Quétier - [fquetier@biotope.fr](mailto:fquetier@biotope.fr) - +33 621 512 666