

Développement de méthodes pour étudier et diminuer le risque de collision des chauve-souris avec des éoliennes

Robert Brinkmann
Oliver Behr
Boris de Wolf
Fränzi Korner-Nievergelt
Jürgen Mages
Ivo Niermann
Michael Reich

Leibniz Universität Hannover
Friedrich-Alexander Universität Erlangen
ENERCON
oikostat GmbH
Friedrich-Alexander Universität Erlangen
Leibniz Universität Hannover
Leibniz Universität Hannover

Janvier 2007 – Décembre 2009 -> Publication Octobre 2010

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Leibniz
Universität
Hannover

oikostat.ch

FGAN-FOM

ENERCON
ENERGY FOR THE WORLD

Motivation

- chauve-souris meurent à cause des éoliennes
- peu de jeunes par année -> grand effect de mortalité augmenté
- protégée par la loi
- les investisseurs et l'administration sont embarrassés



Contenu de project

- Développement de méthodes pour mesurer les collisions de chauve-souris
- Quels espèces meurent aux éoliennes?
- Combien de chauve-souris meurent aux éoliennes? Quand? Où?
- Comment peut-on soutenir une éolienne avec un risque de collision bas?



Contenu de project

- Quels espèces meurent aux éoliennes?



Recherches pour chauve-souris tuées

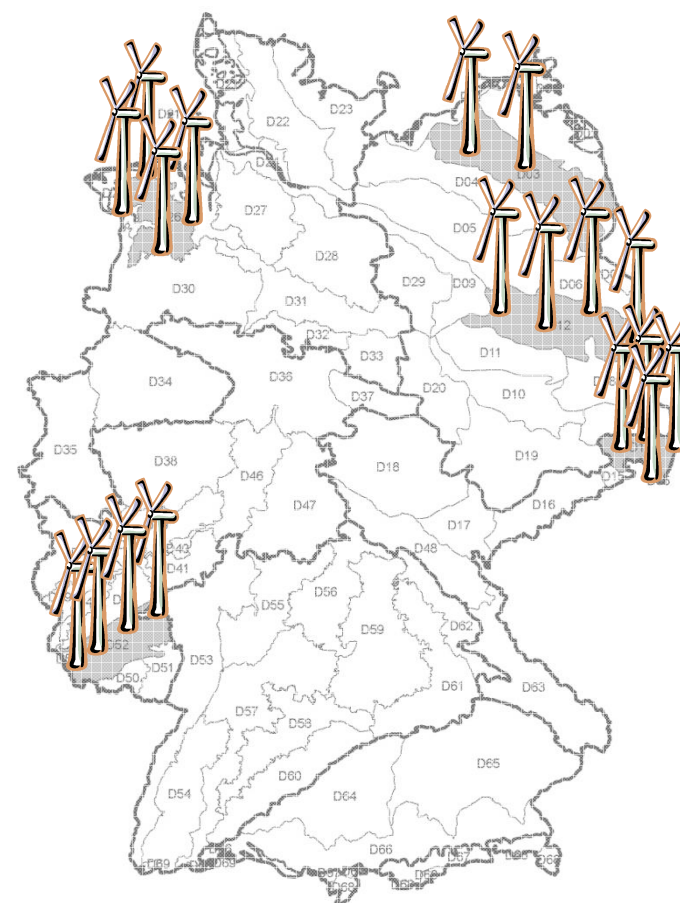
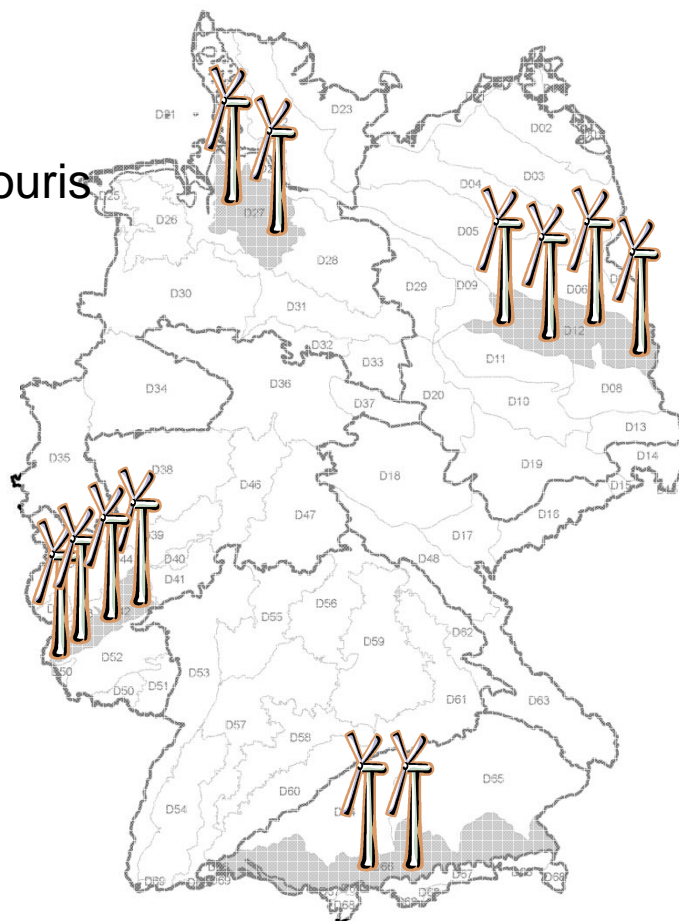
2007: 12 éoliennes

2008: 18 éoliennes

1 recherche par jour

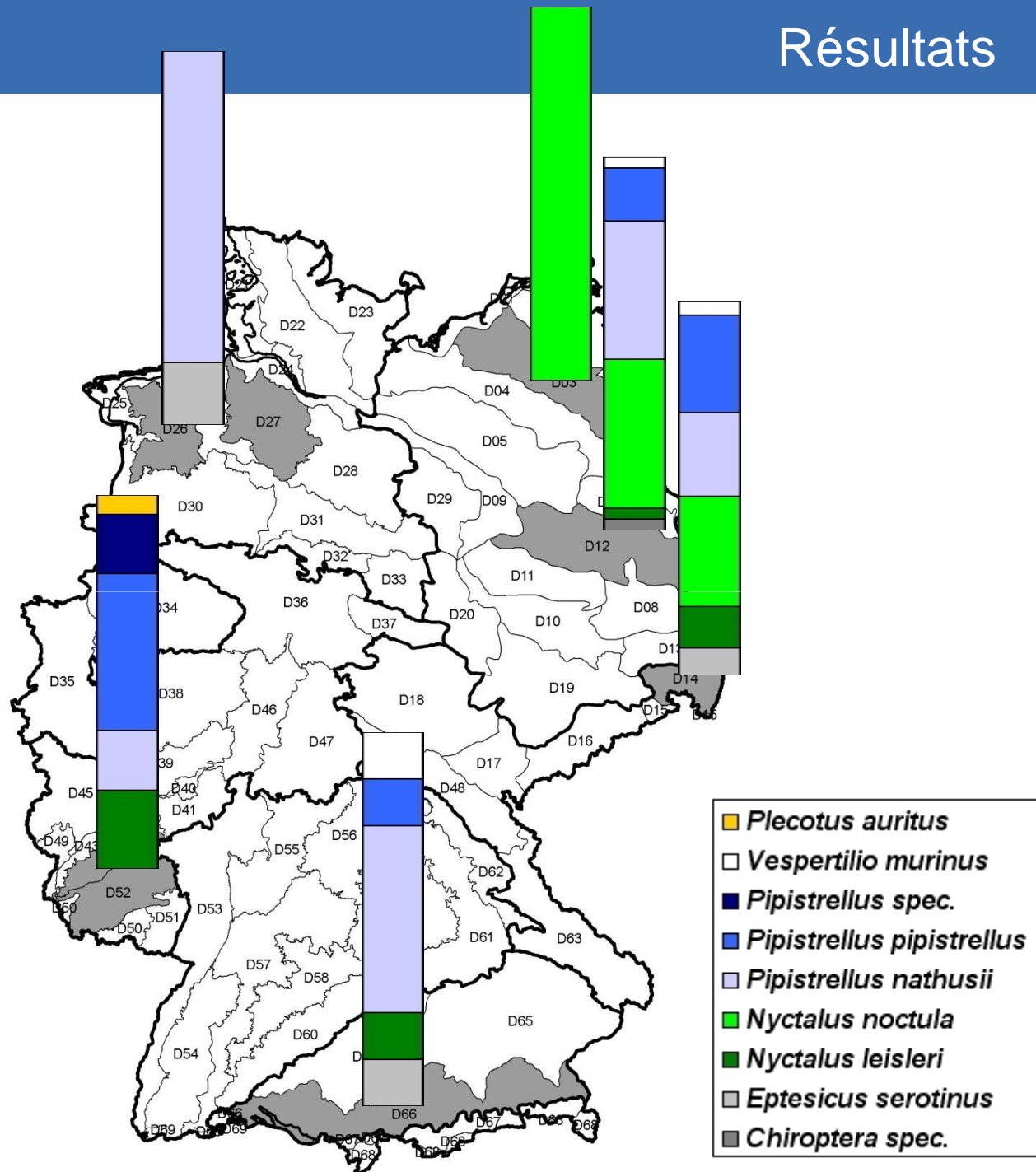
2053 nuits
juillet – sept.

100 chauve-souris
trouvées



Composition d'espèces

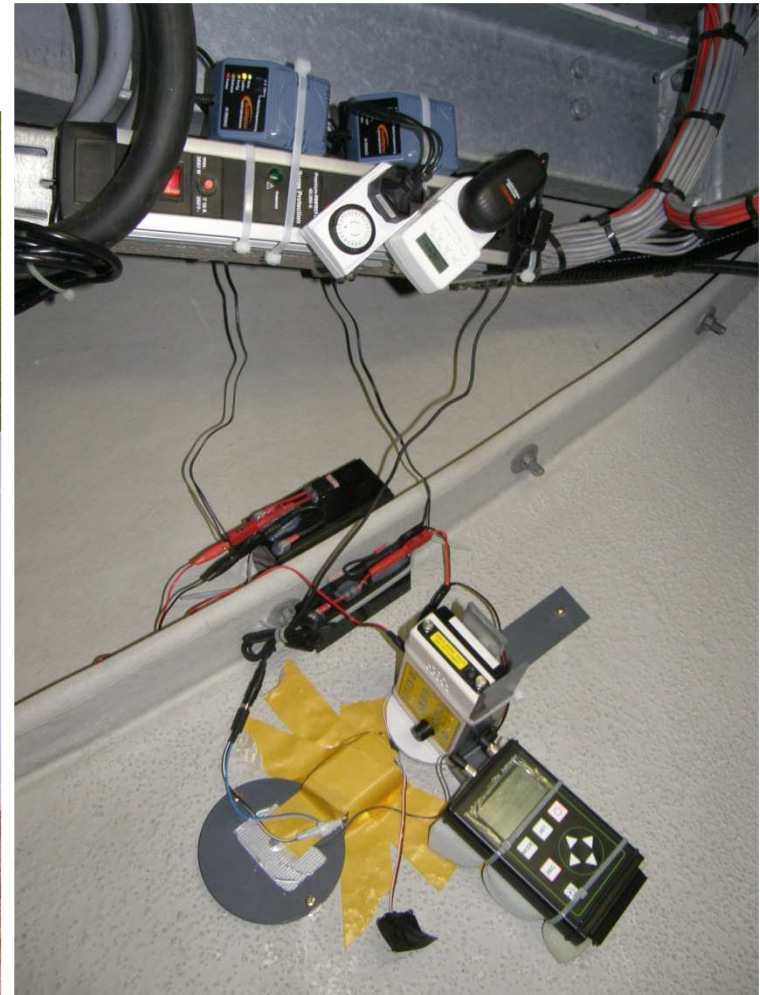
n= 100 chauve-souris





Mesure d'activité acoustique des chauve-souris

70 éoliennes, 13091 nuits (416 GByte)



données

Par éolienne et nuit



-nombre de cris



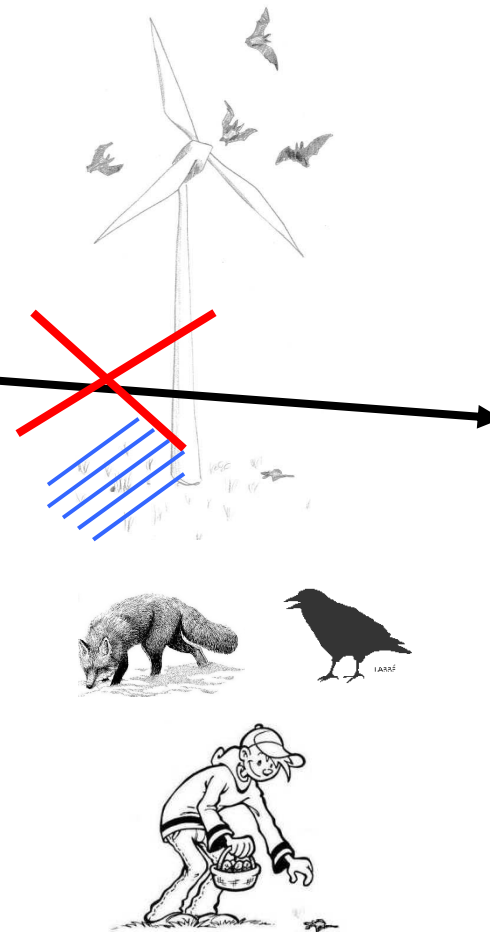
-vitesse du vent



-nombre de cadavres

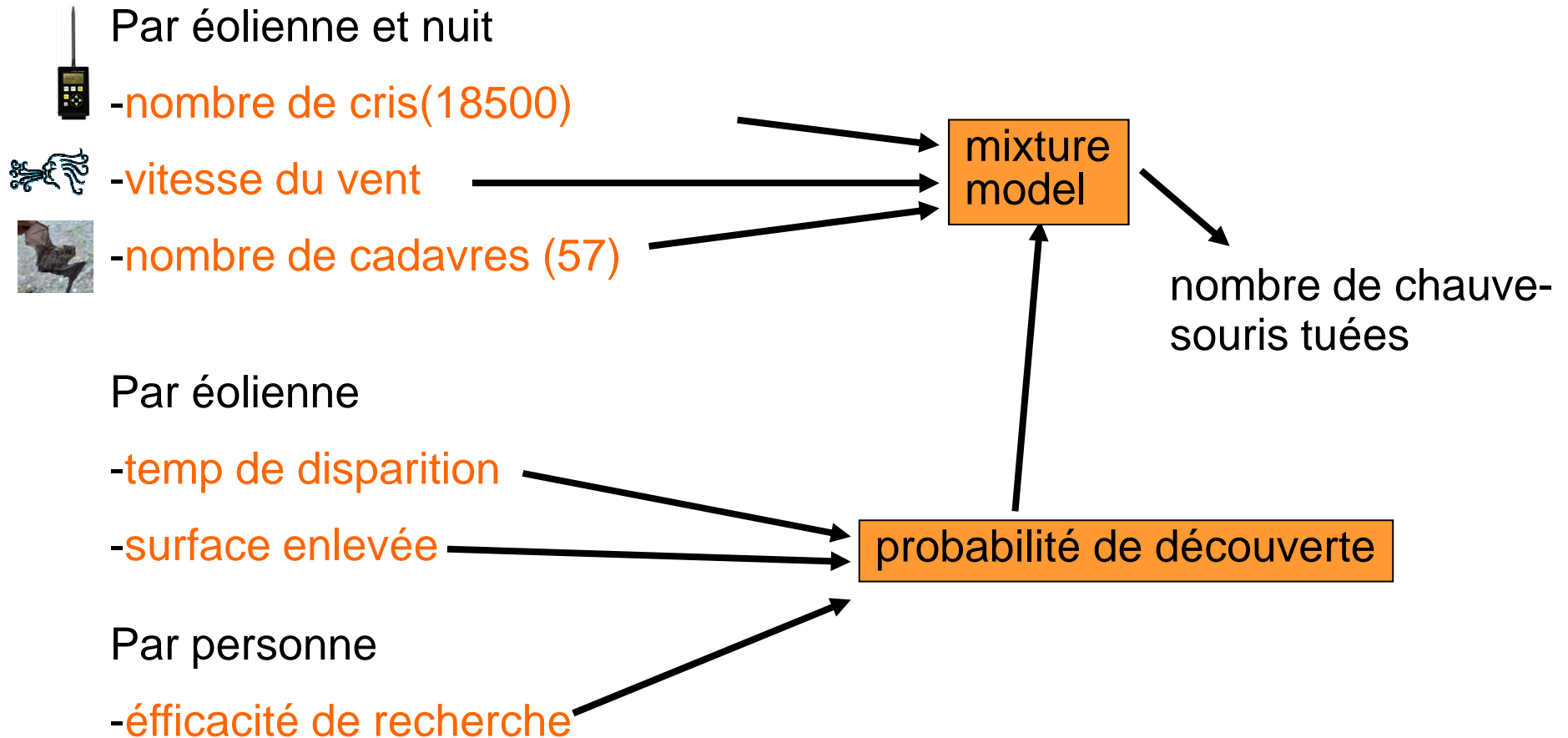
inconnu

nombre de chauve-souris tuées

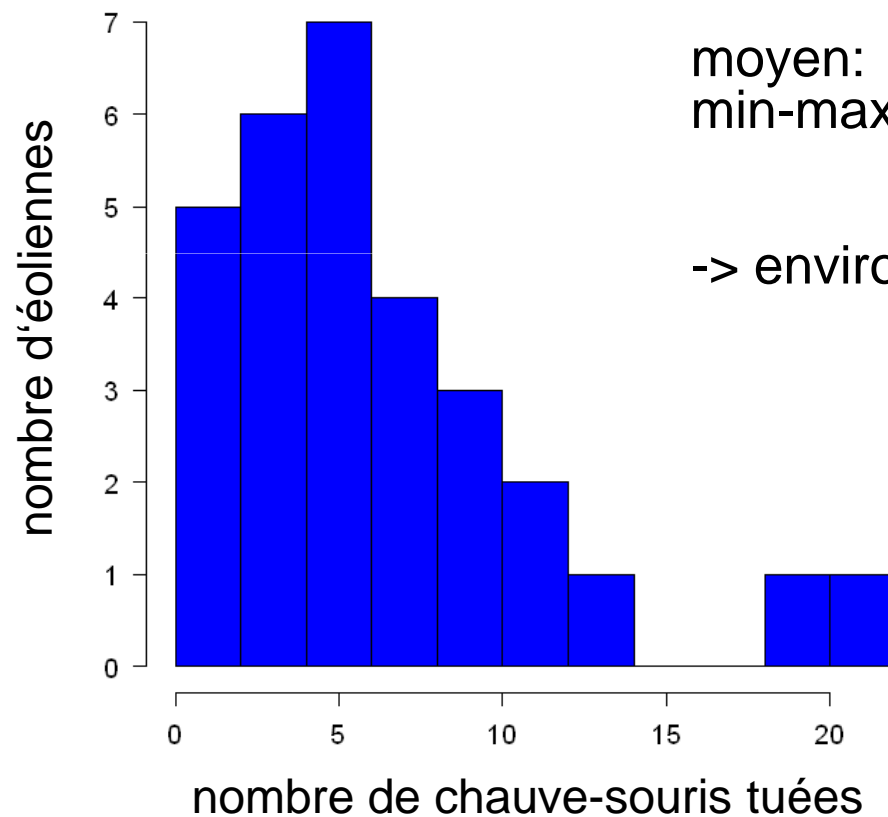


données

inconnu



Nombres de chauve-souris mortes par éolienne pendant juillet - septembre (92 jours)



moyen: 6.02 par 92 jours
 min-max: 0.4 – 20.5

-> environ 1 – 40 par année (en moyen!)

Contenu de project

- Développement de méthodes pour mesurer les collisions de chauve-souris
- Quels espèces meurent aux éoliennes?
- Combien de chauve-souris meurent aux éoliennes? Quand? Où?
- Comment peut-on soutenir une éolienne avec un risque de collision bas?



Règle d'arrêt

modèle d'activité

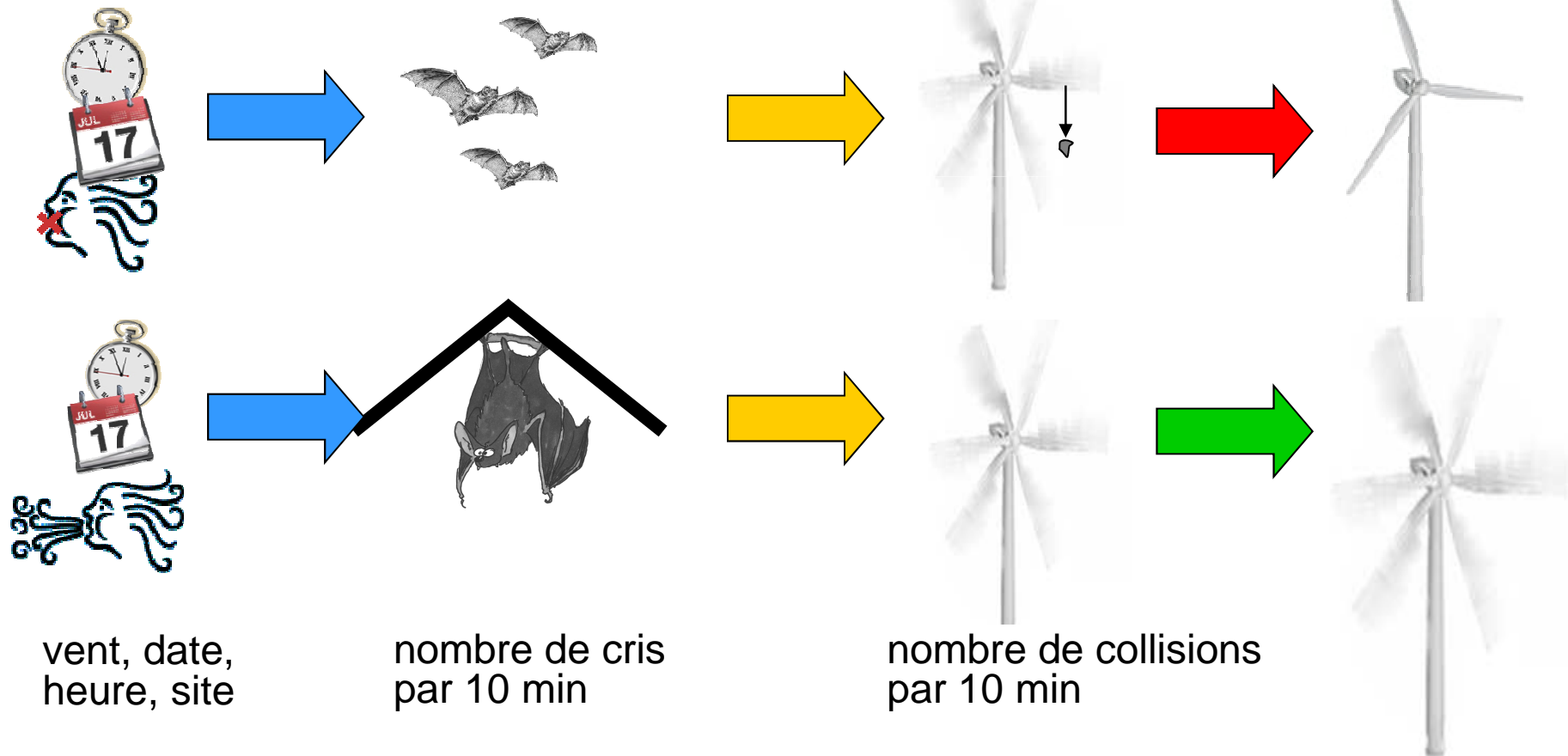
mesures acoustiques
70 éoliennes, 13091 nuits (416 GByte)

modèle de collision

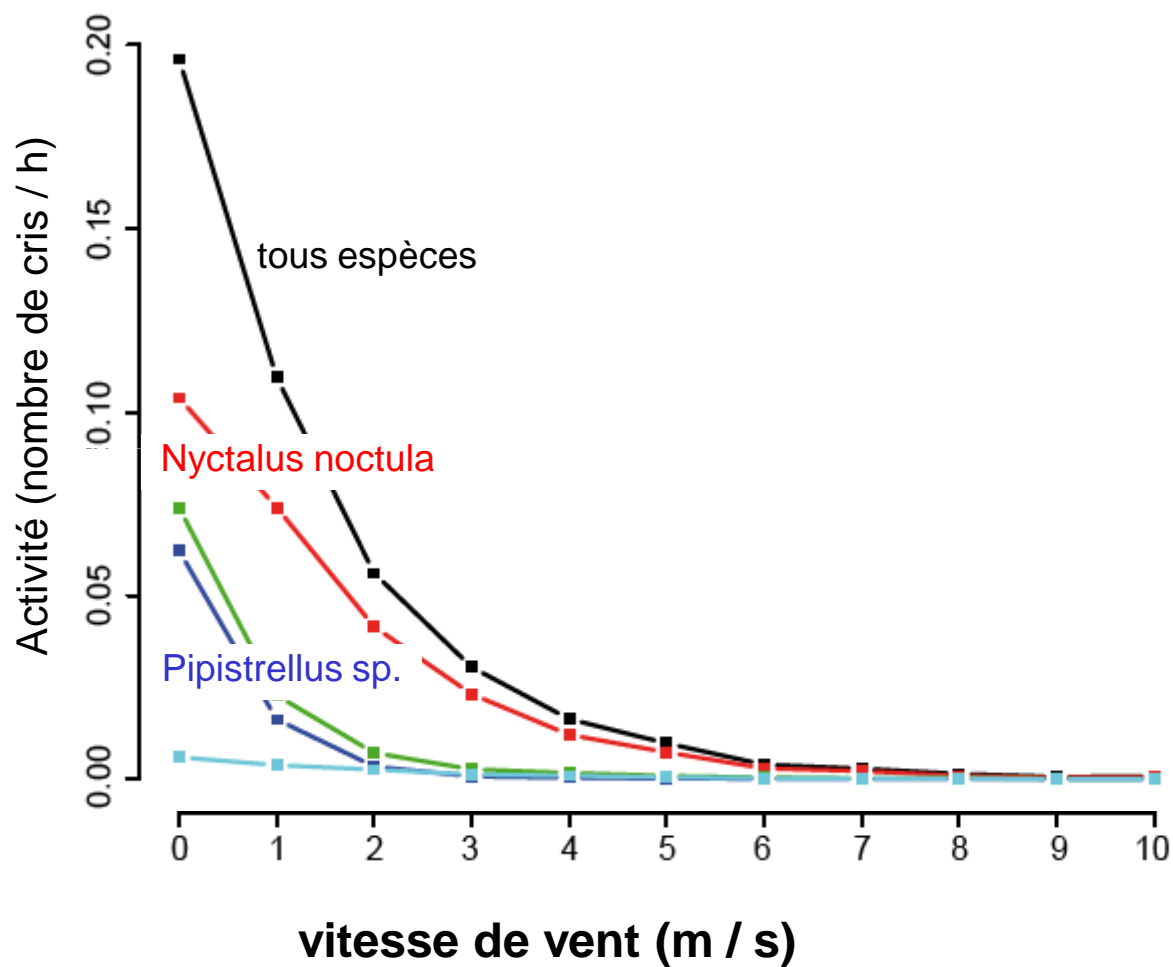
mixture model

décision d'arrêter

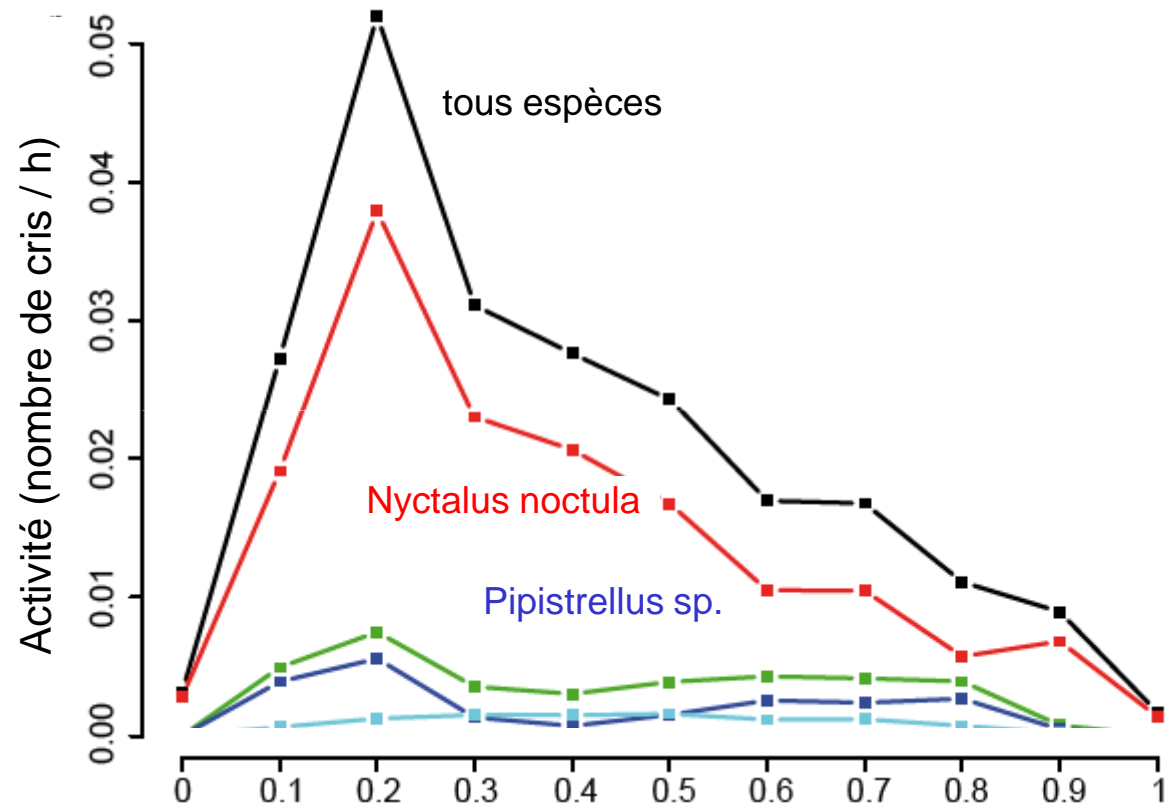
production d'énergie / risque de collision



Modèle d'activité



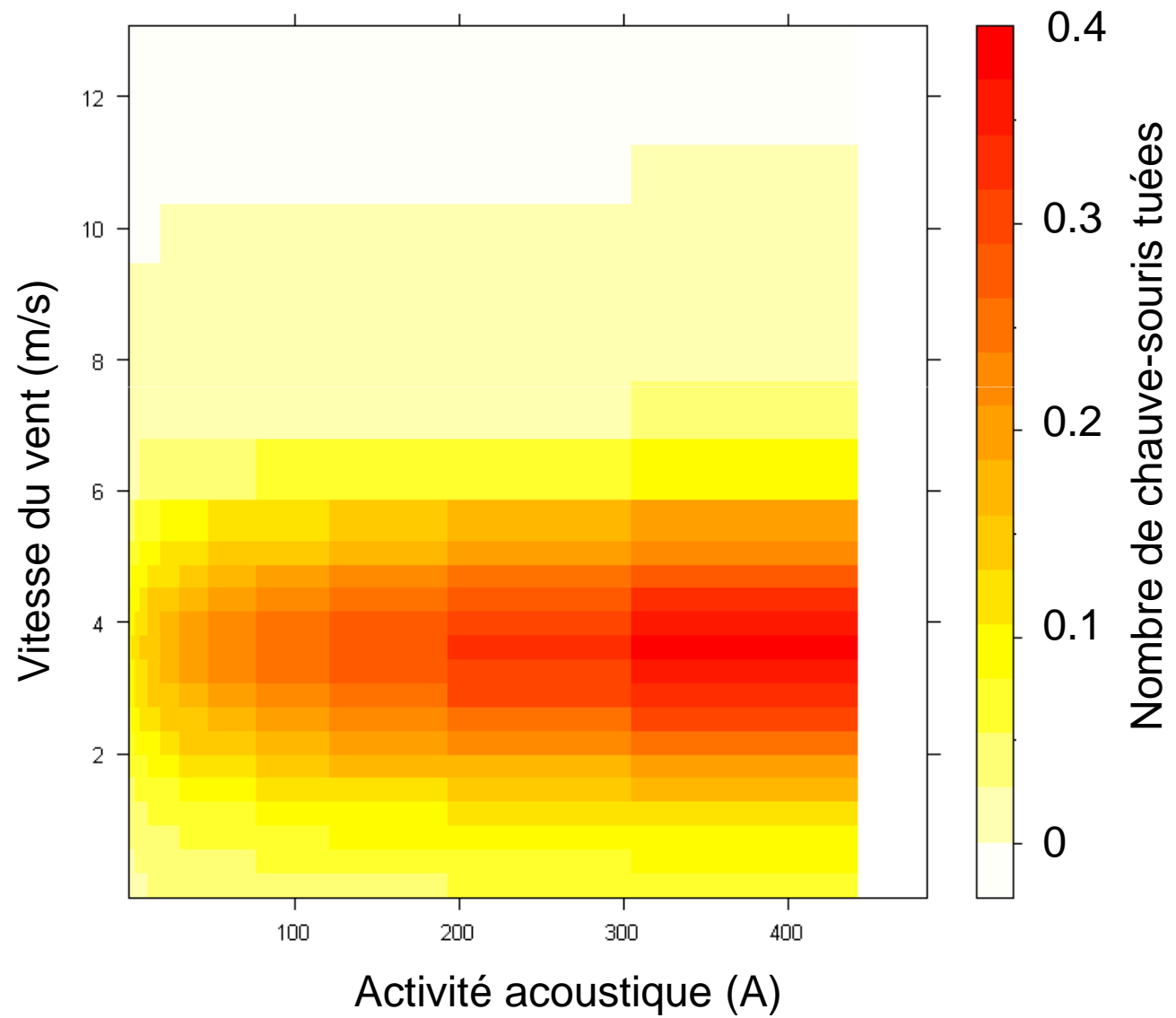
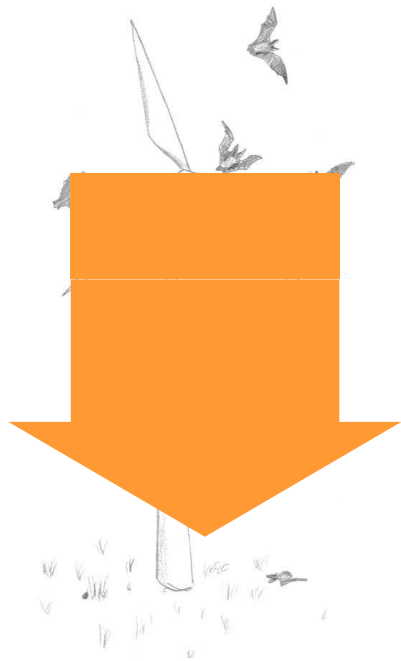
Modèle d'activité



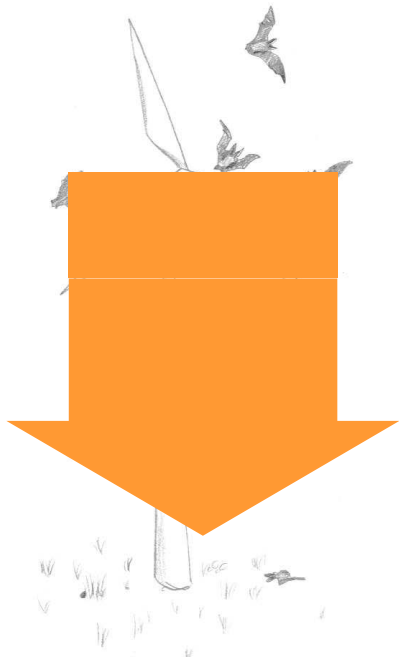
Heure (0 = coucher du soleil, 1 = lever du soleil)



Risque de collisions



Décision d'arrêter



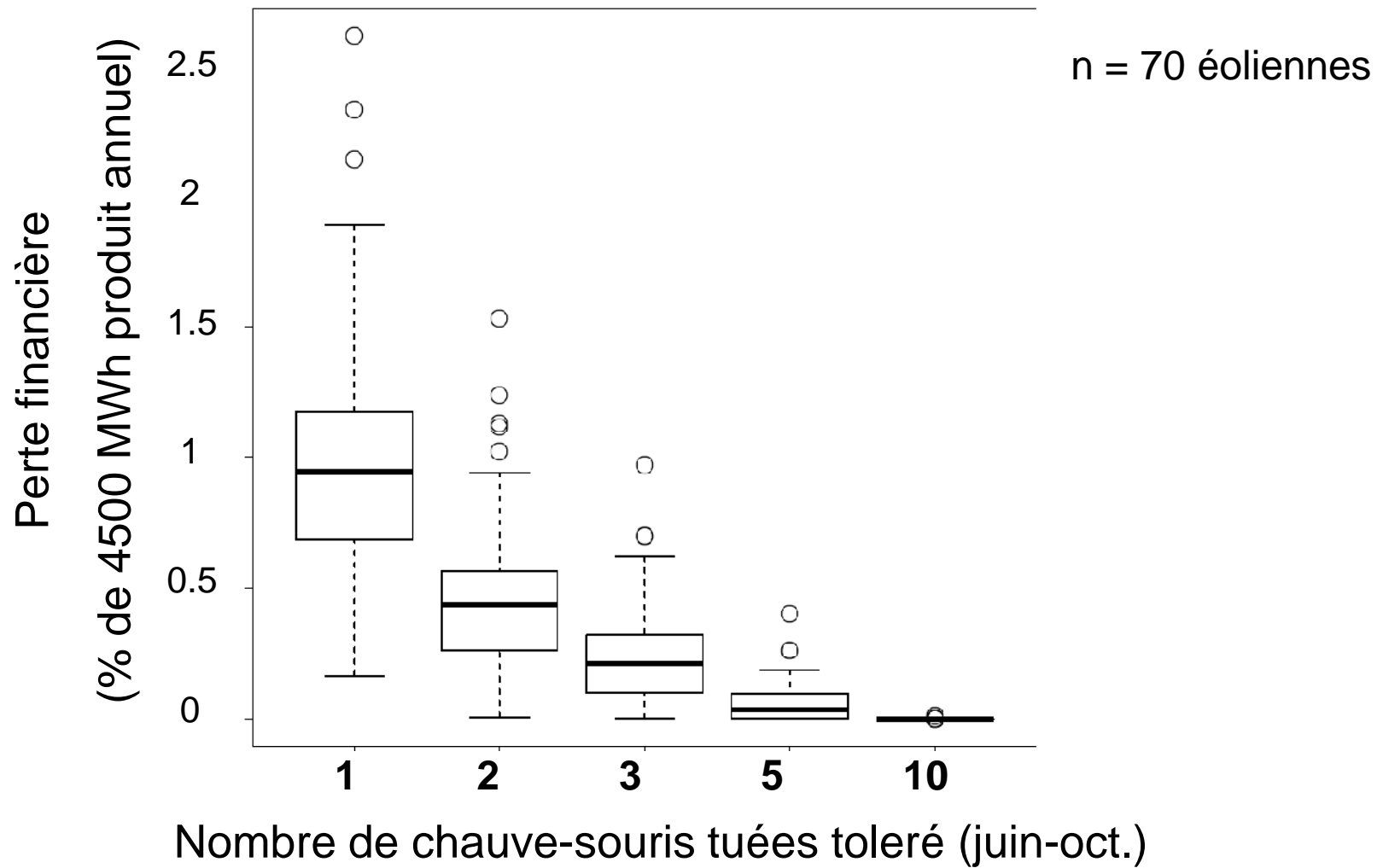
critère

production d'énergie

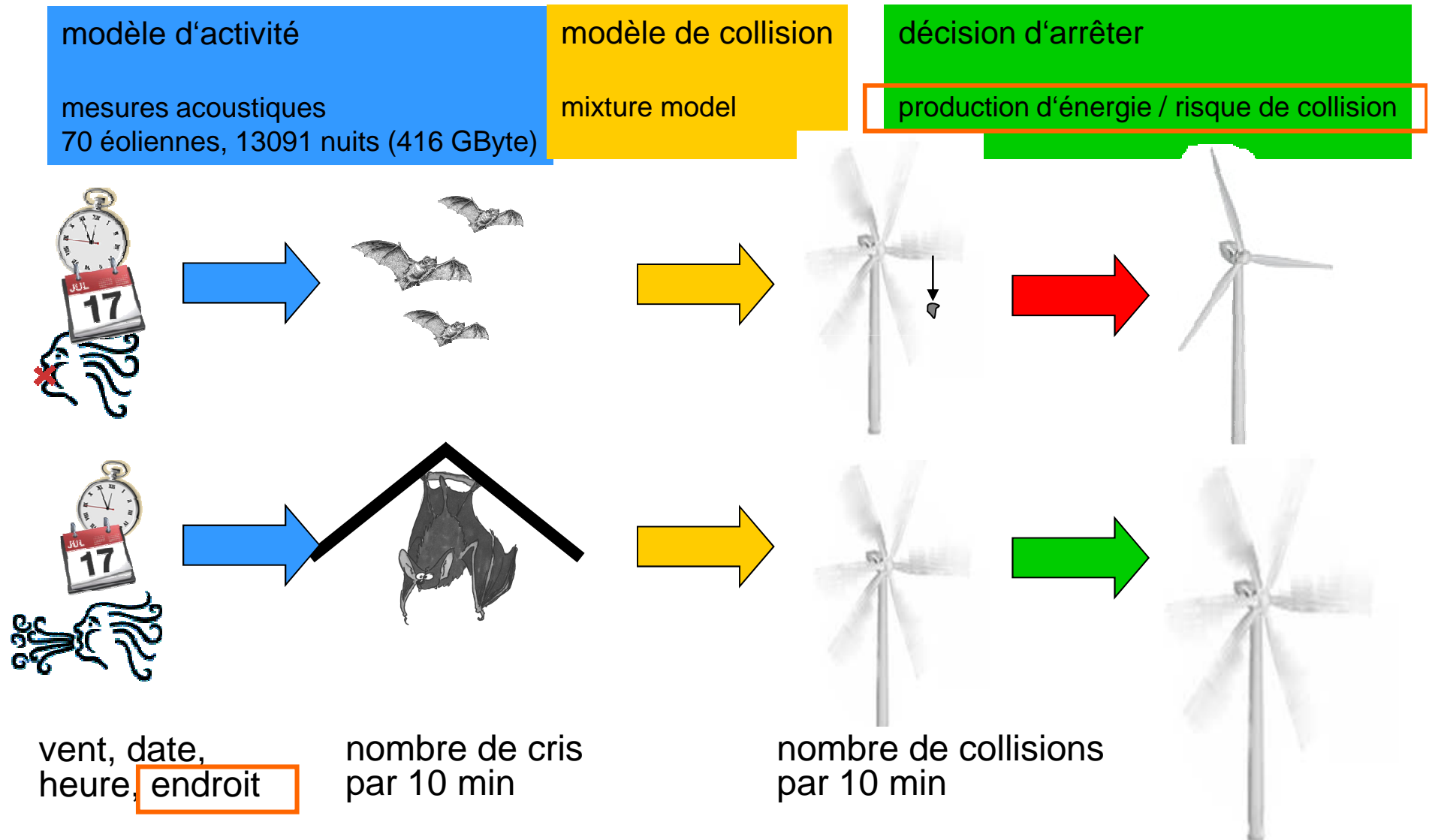
risque de collision

- > perte financière minimale
- > nombre de chauves-souris sauvées maximal

Décision d'arrêter



Règle d'arrêt: 1-2 années de calibrage

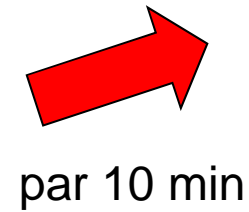
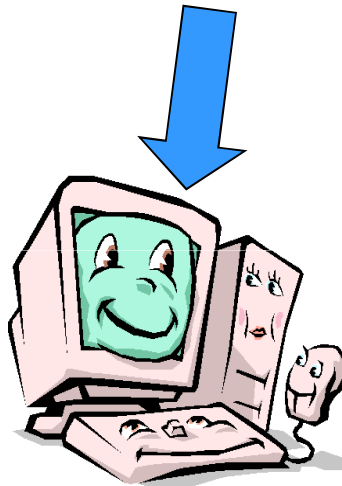
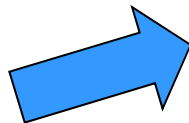
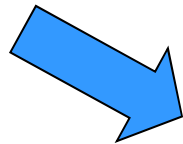


Règle d'arrêt calibrée

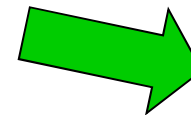
nombre tolérable de
chauve-souris tuées par année



vent, date,
heure



par 10 min



Prochains pas

Pour éoliennes existantes

- > implémentation de la règle d'arrêt
- > contrôle d'efficacité

Développer une méthode pour juger des sites nouveaux

- > comparabilité des mesures acoustiques avant et après la construction?
- > influence du site, caractères du site?
- > influence de la type d'éolienne?

Totfundnachsuchen und Betreuung der Akustik vor Ort: Volker Brunckhorst, Rüdiger Dittmann, Uwe Gerhardt, Marion Gerhardt, Michael Götsche, Axel Griesau, Christine Griesau, Anne-Katrin Hagendorf, Peter Harsch, Marta Lein, Gerhardt Liebert, Kristine Mayer, Anne Koch, Sandra Möller, Sarina Pils, Wolfram Poick, Miriam Puscher, Axel Roschen, Horst Schauer-Weisshahn, Anne Simang, Christian Sparn, Katha Talacek, Kilian Weixler, Petra Wiese-Liebert, Andreas Wilczek und Tina Zipf.

Wissenschaftliche Mitarbeit: Prof. Dr. Otto v. Helversen †, Uwe Adomeit, Jürgen Mages, Michael Reich Pascal Baumann, Dagmar Dachlauer, Patrick Daum, Volker Hahn, Barbara Hellriegel, Christian Jobst, Nicolai Kondratiev, Philipp Malz, Stephanie Müller, Peter Übel, Eveline Schmidt, Maja Schmidt, Wolfram Schulze, Johannes Thein, Wolfgang Zierer, Michael Charbonnier, Hilda Frank, Christopher Groß, Tomasz Kniola, Kristine Mayer, Johannes Rehhausen, Dorothea Schwarze, Anne Sennhenn, Janine Syberts, Stefanie von Felten und Stefanie Wilke

Wissenschaftliche Diskussionen: Lothar Bach, Fabio Bontadina, Jasja Decker, Klaus Echle, Thomas Grünkorn, Hermann Hötcker, Ommo Hüppop, Manuela Huso, Marc Kéry, Pius Korner, Ulrich Marckmann, Gerhard Mäscher, Ulf Rahmel, Tobias Roth, Andrea Schaub, Claus Schuster, Björn Siemers, Volker Runkel, Michael Vock, Frank Willutzki

Projektbegleitende Arbeitsgruppe: Tobias Dürr, Susanne Findeisen, Thomas Frank, Friedhelm Igel, Friedrich Kretzschmar, Günter Ratzbor, Hartwig Schlüter

Vertreter Projektträger: Stefanie Hofmann, Gert Heider, Antje Radecke, Tobias Petrovic

Sommaire du project part 1

- Développement de méthodes pour mesurer les collisions de chauve-souris



Comparisons:

- 5 différents détecteurs d'ultra-son
- 2 localisations de détecteur (nacelle vs. en bas)
- acoustique vs. optique (infrarouge)

Résultats:

- > Batcorder ou Anabat
- > mesurer à la nacelle
- > acoustique est representative



données

inconnu



Par éolienne et nuit

-nombre de cris (18500)

-vitesse du vent

-nombre de cadavres (

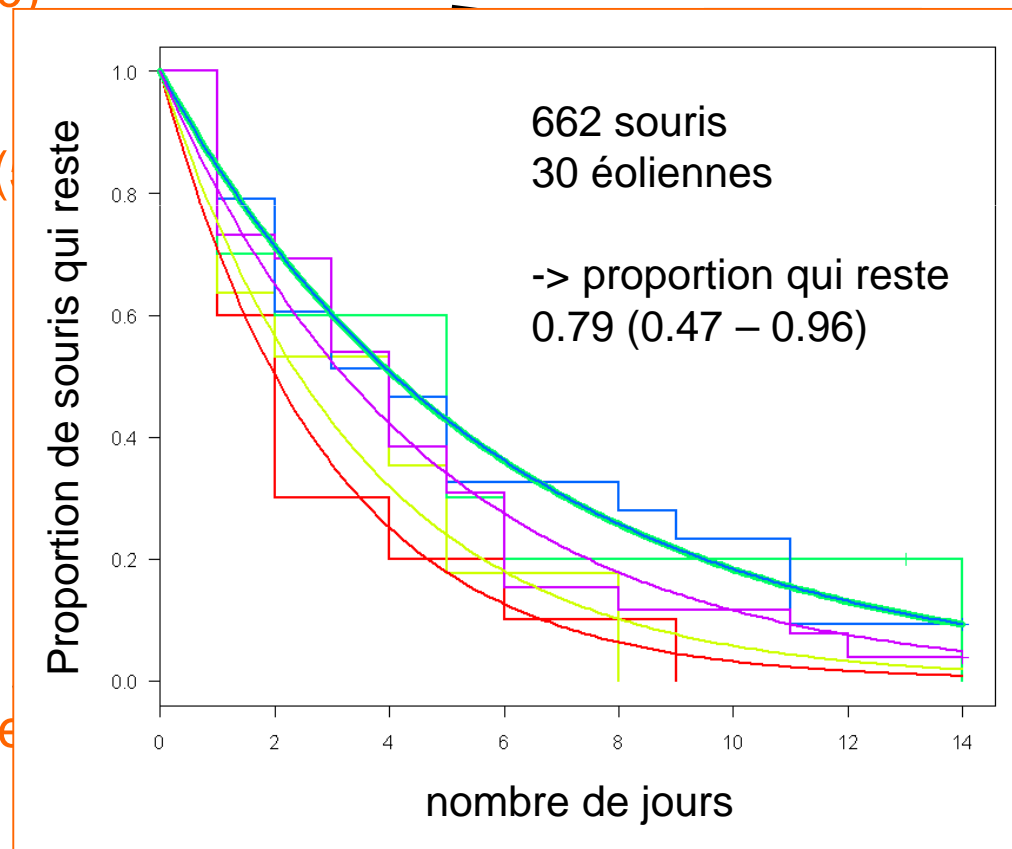
Par éolienne

-temp de disparition

-surface enlevée

Par personne

-efficacité de recherche



auve-

données

inconnu



Par éolienne et nuit

-nombre de cris (18500)

-vitesse du vent

-nombre de cadavres

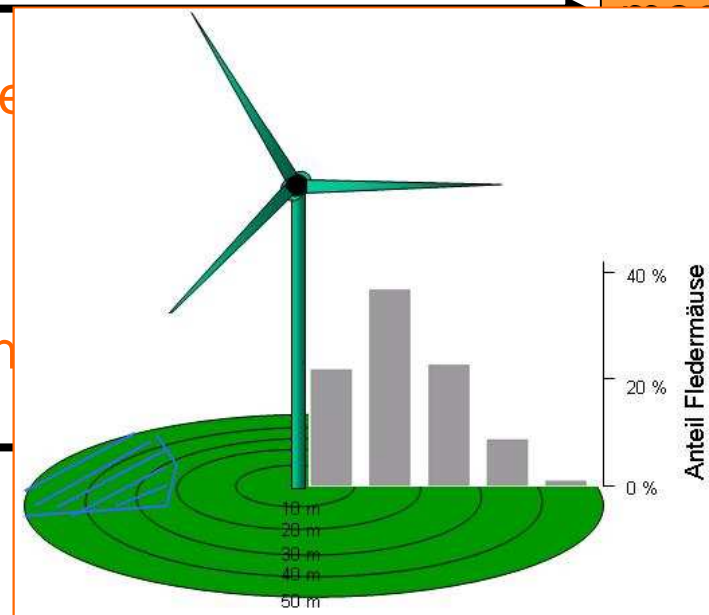
Par éolienne

-temp de disparition

-surface enlevée

Par personne

-efficacité de recherche



mixture
total

nombre de chauve-
souris tuées

de découverte

données

inconnu



Par éolienne et nuit

-nombre de cris(18500)

-vitesse du vent

-nombre de cadavres (57)

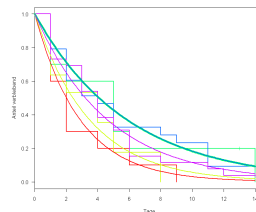
Par éolienne

-temp de disparition

-surface enlevée -

Par personne

-**efficacité de recherche**



mixture model

nombre de chauve-souris tuées

expériment de recherche

682 imitations, 336 souris, 37 chauve-souris
25 personnes

-> efficacité de recherche = 45 % - 84 %

Sucheffizienz



Auslegeexperimente bei Sucherwechsel

-3 Vegetationsdichte-Klassen
-Objekte (Labormaus, Attrappe, Fledermaus)

n = 682 Attrappen, 336 Labormäuse, 37 Flederm.
25 Personen

- > keine Unterschiede zwischen den Objekten
- > signifikante Unterschiede zwischen den Vegetationsdichte-Klassen
 - offen: 0.75 (0.64 – 0.84)
 - überwachsen: 0.66 (0.54 – 0.77)
 - stark überwachsen: 0.58 (0.45 – 0.70)
- > Sucheﬃzienz pro Person und Vegetationsdichte-Klassen

Daten **Unbekannt** Modell

für 1700 Nächten an 30 WEA:

ca. 18500 aufgenommene Rufsequenzen
Windgeschwindigkeit



Fledermaus-
schlag

$$M_{i,T} \sim \text{Pois}(\lambda_{i,T})$$

$$\log(\lambda_{i,T}) = a_0 + a_1 * A_{i,T} + a_2 * W_{i,T} + a_3 * W_{i,T}^2$$

$$C_{i,T} \sim \text{Binom}(p_T, M_{i,T})$$

$$p_T \sim \text{Beta}(\alpha_T, \beta_T)$$

Zahl verunglückter Fledermäuse

Suchprozess

Entdeckungswahrscheinlichkeit
aus Experimenten

57 Totfunde

Daten **Unbekannt** Modell

für 1700 Nächten an 30 WEA:

ca. 18500 aufgenommene Rufsequenzen
Windgeschwindigkeit



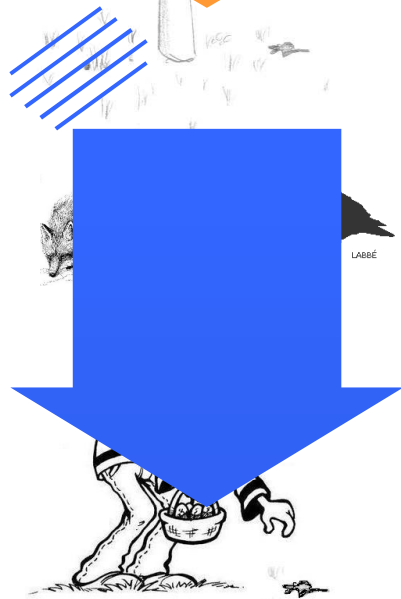
Fledermaus-
schlag

...

$$\log(\lambda_{i,T}) = a_0 + a_1 * A_{i,T} + a_2 * W_{i,T} + a_3 * W_{i,T}^2$$

...

Zahl verunglückter Fledermäuse



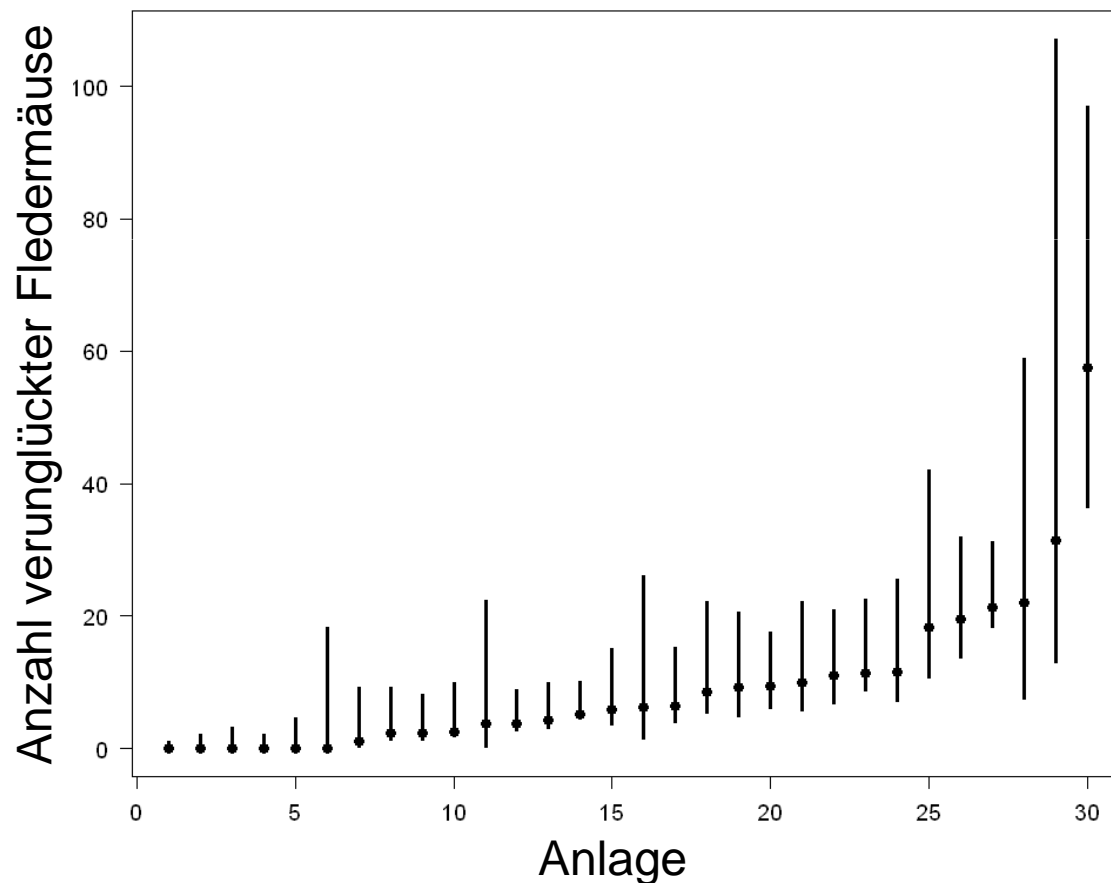
Suchprozess

Entdeckungswahrscheinlichkeit
aus Experimenten

57 Totfunde

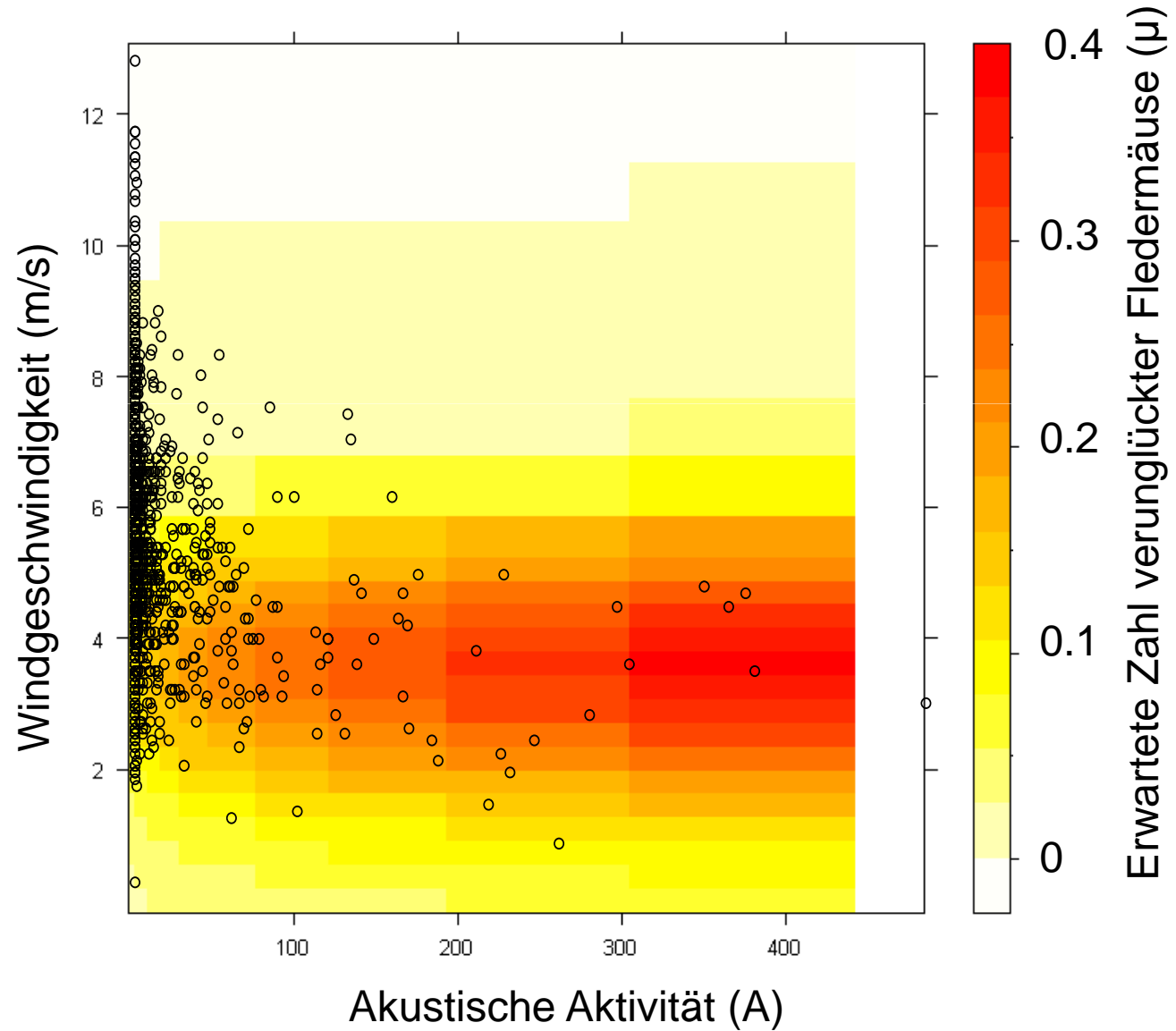
Schätzungen für die Zahl verunglückter Fledermäuse

Mittlere Anzahl verunglückter Fledermäuse $M = 9.5$ (0 - 57) pro 92 d



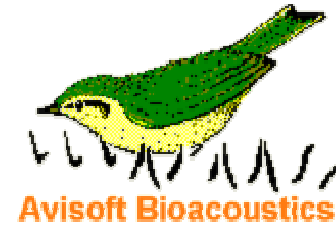
Mittelwert und
95 % Intervall
für die
Anzahl verunglückter
Fledermäuse pro Anlage
während 92 Sommertagen

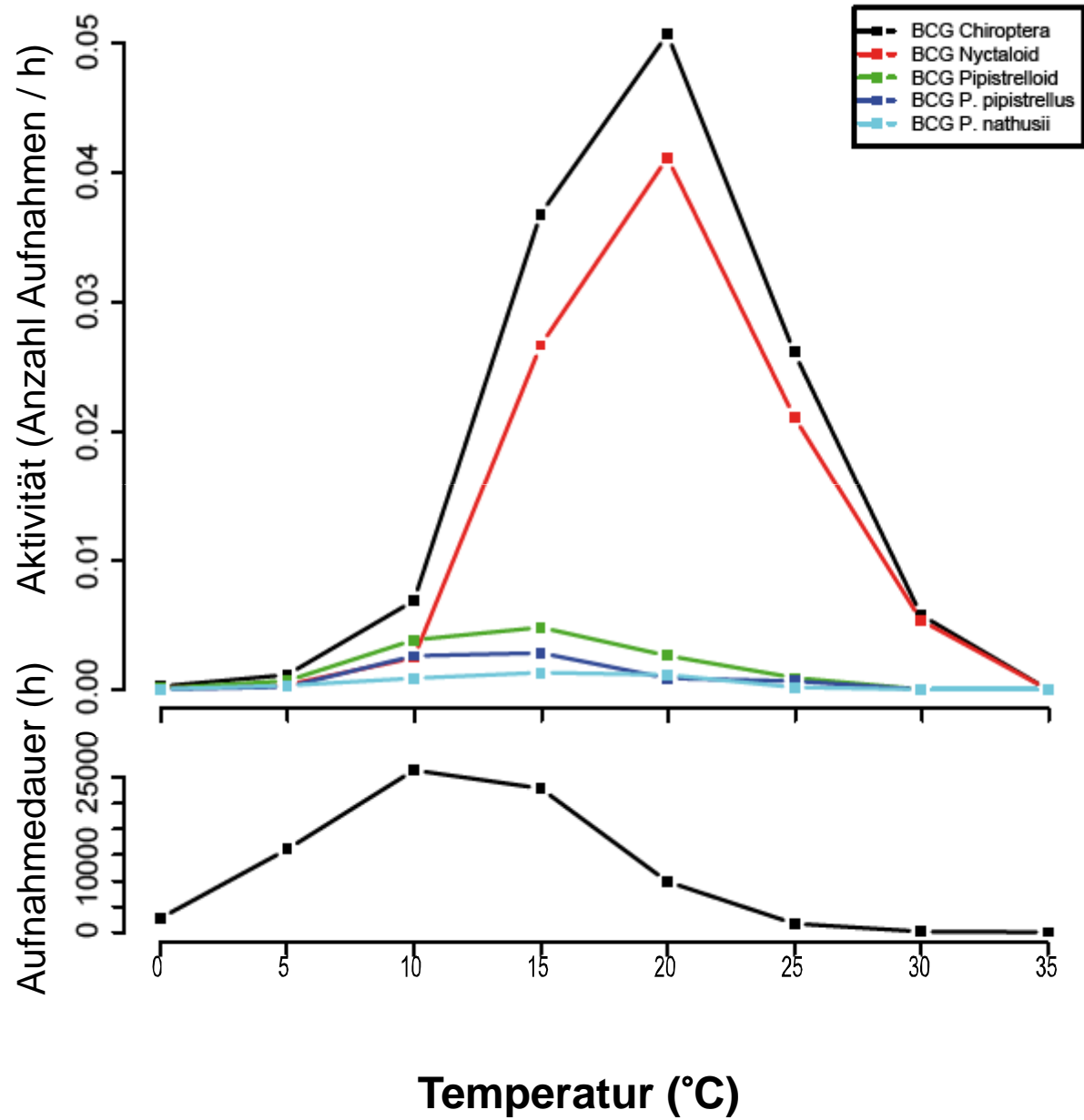
Erwartete Zahl verunglückter Fledermäuse

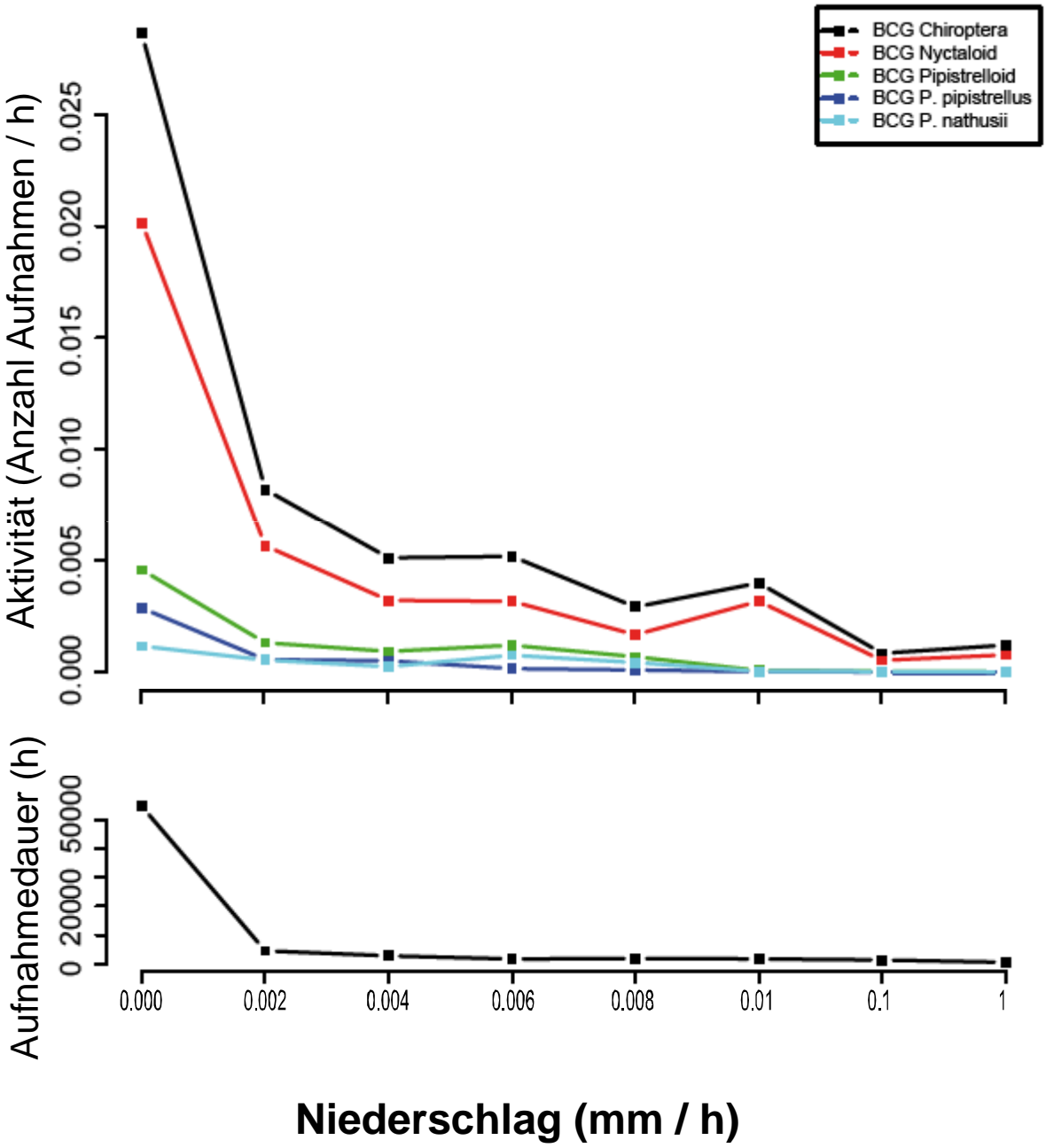




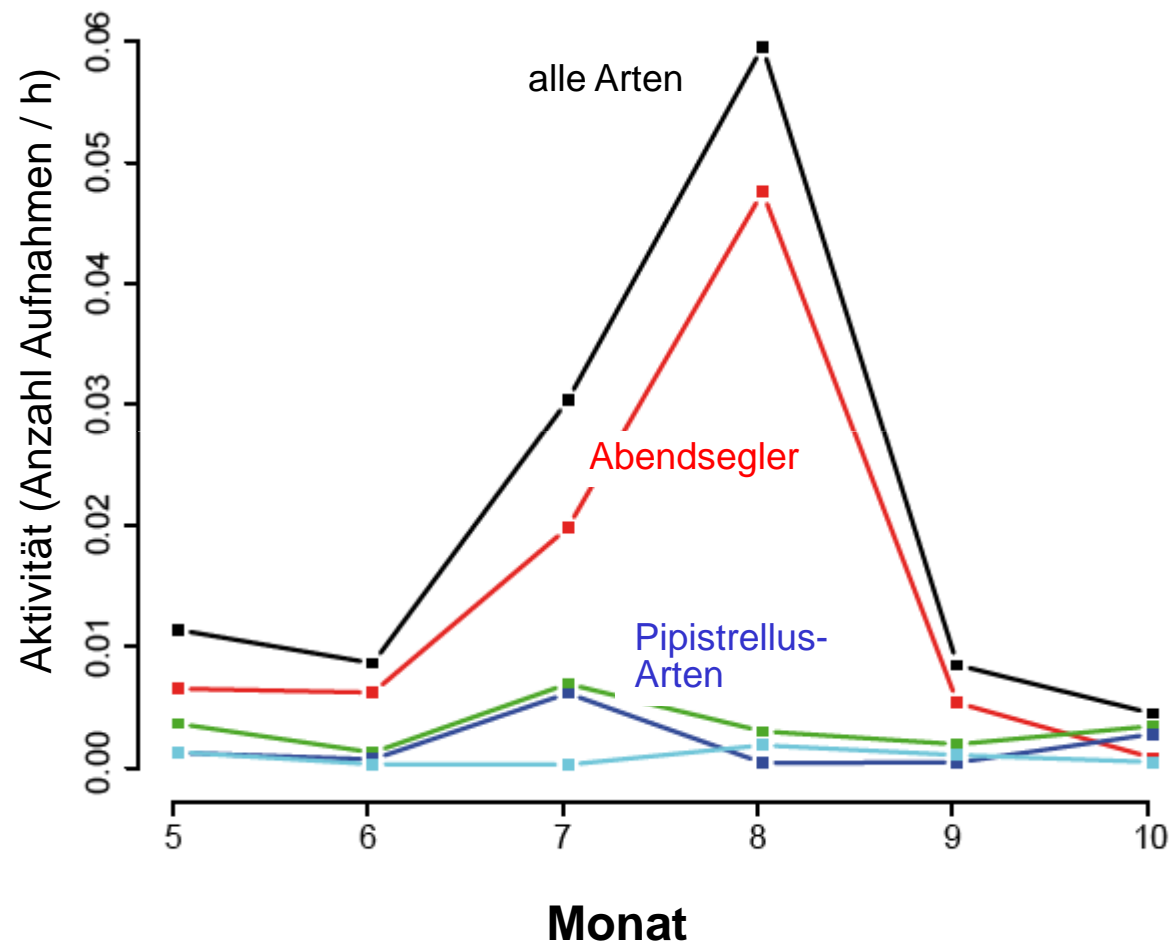
- Batcorder
- Anabat SD1
- System Avisoft
- Pettersson D1000X
- System von Laar



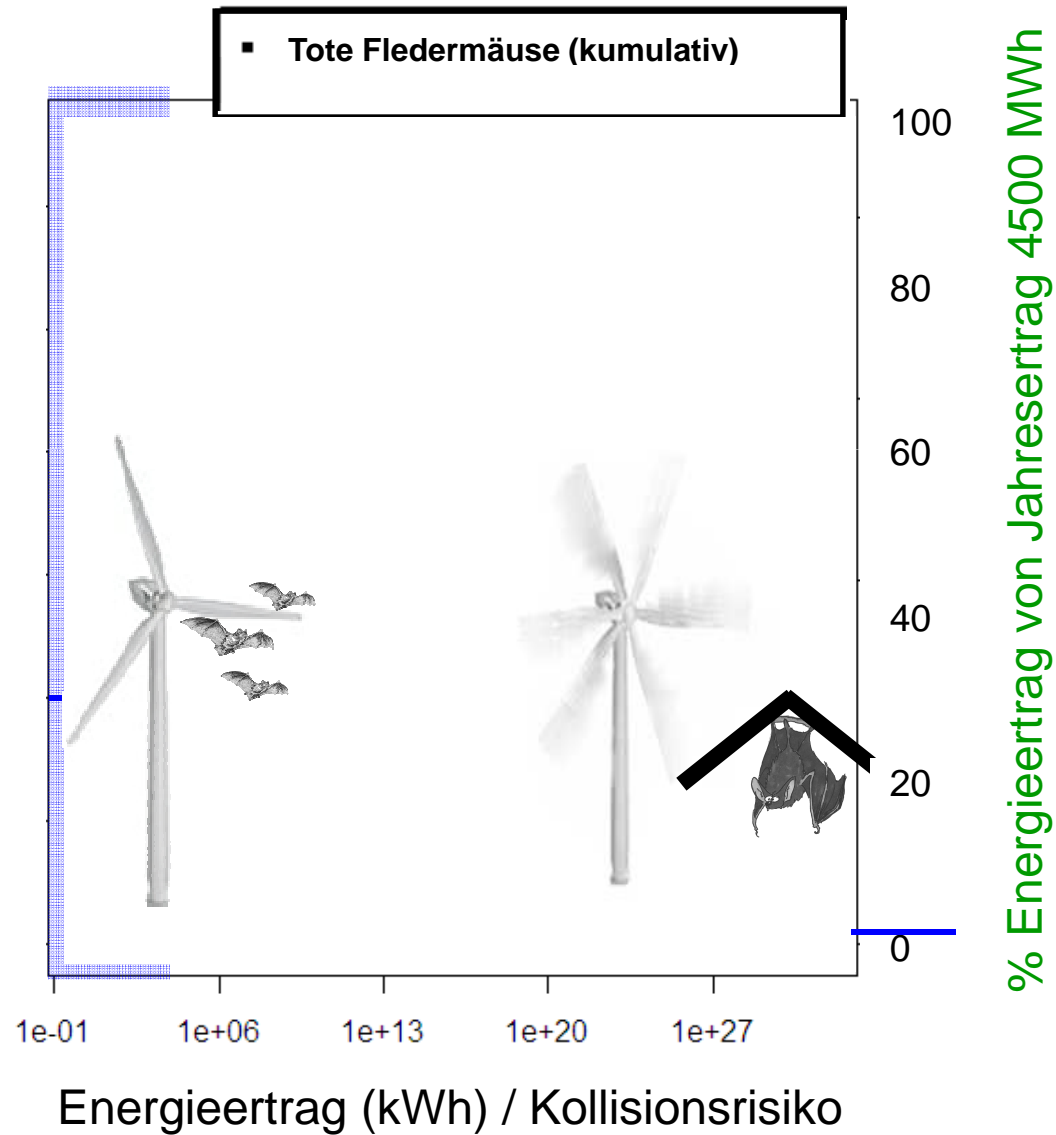




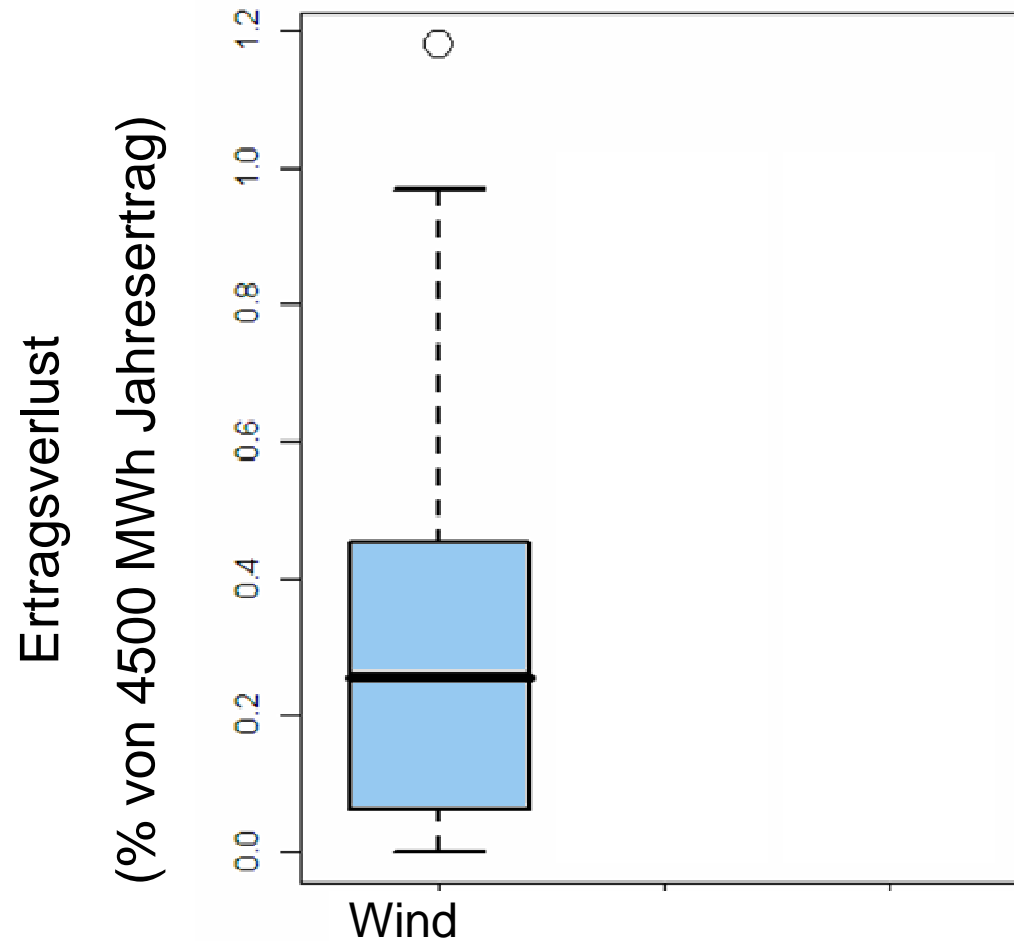
1) Vorhersage der Fledermausaktivität



3) Wann ist ein Kollisionsrisiko hoch?



Abschaltalgorithmus: je genauer, desto effizienter



z.B. im Mittel 2 tote
Fledermäuse toleriert

15.06.2008 bis 31.10.2008

(n = 70 Anlagen)



Hochrechnung (neue Formel)

a: Anteil in absuchbarer Fläche liegende Fledermäuse

s: Verbleibrate

f: Sucheffizienz (nach Anzahl Nachsuchen per Suchperson und Flächenanteil der Sichtbarkeitsklassen gewichtetes Mittel pro Anlage)

d: Anzahl Tage zwischen zwei Nachsuchen

n: Anzahl Nachsuchen total

Wahrscheinlichkeit, dass eine während des Untersuchungszeitraums verunglückte Fledermaus gefunden wird:

$$p = \frac{a}{nd} \frac{fs(1-s^d)}{1-s} \sum_{i=0}^n (n-i) [(1-f)s^d]^i$$

Schätzung Zahl verunglückter Fledermäuse mittels Satz von Bayes