



AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ

# Eolien et biodiversité

Séminaire  
2017



21 et 22 novembre

Artigues-près-Bordeaux



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE





AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ

Eolien et biodiversité

Séminaire  
2017



21 et 22 novembre

Artigues-près-Bordeaux

# Deux applications web en libre accès pour calibrer et évaluer la pertinence des suivis de mortalités sous les éoliennes

Besnard Aurélien & Bernard Cyril

UMR5175 Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive – Montpellier  
Ecole Pratique des Hautes Etudes - Paris





# Principes généraux de l'estimation des mortalités

---

- Prospections répétées sous les éoliennes
- Collecte de cadavres

**...comment passer d'un nombre de cadavres trouvés à un nombre total de mortalités?**

---





# Principes généraux de l'estimation des mortalités

- Prospections répétées sous les éoliennes
- Collecte de cadavres

**...comment passer d'un nombre de cadavres trouvés à un nombre total de mortalités?**

---

- (i) Prospection non-exhaustive (on ne passe pas en continu) → échantillonnage nécessitant l'estimations de paramètres avec un degré de confiance déterminé
- (ii) Existence de nombreux biais liés aux prospections → nécessite de corriger ces biais



Deux composantes classiques à gérer pour l'estimations des mortalités :  
**Corriger les biais, caractériser la précision des estimateurs**





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Les biais liés à la persistance des cadavres

Les charognards consomment les cadavres, les cadavres se dégradent

- ils ne sont donc plus **observables**
- le nombre de cadavres « disponibles » **est une sous-estimation du nombre réel**





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Les biais liés à la persistance des cadavres

Les charognards consomment les cadavres, les cadavres se dégradent

- ils ne sont donc plus **observables**
- le nombre de cadavres « disponibles » **est une sous-estimation du nombre réel**

Ce biais est **très hétérogène** dans l'espace et le temps, il dépend:

- de l'abondance et du type de charognards
- de la saison (abondance de proies alternatives, rythme d'activité, etc)
- de la taille des espèces
- de « l'âge » des cadavres
- de la localisation même du cadavre (« micro-habitat »)





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Les biais liés à la persistance des cadavres

Les charognards consomment les cadavres, les cadavres se dégradent

- ils ne sont donc plus **observables**
- le nombre de cadavres « disponibles » **est une sous-estimation du nombre réel**

Ce biais est **très hétérogène** dans l'espace et le temps, il dépend:

- de l'abondance et du type de charognards
- de la saison (abondance de proies alternatives, rythme d'activité, etc)
- de la taille des espèces
- de « l'âge » des cadavres
- de la localisation même du cadavre (« micro-habitat »)

Recommandation : **estimer localement la durée de persistance** des cadavres avec des expérimentations spécifiques (dépose de cadavres) mais :

- Des problèmes de **crédibilité** (où sont placés les cadavres, odeur de l'observateur ou du cadavre, densité de cadavres mis en place)
- Ce sont des estimations qui doivent être **associées à un intervalle de confiance** qui dépend du nombre de cadavres (taille de l'échantillon) et de l'hétérogénéité



# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

---

## Les biais de détection des cadavres (toujours présents)

Tous les cadavres présents **ne sont pas trouvés** par les observateurs

Conséquence: le nombre de cadavres trouvés est **une sous-estimation du nombre réel**





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Les biais de détection des cadavres (toujours présents)

Tous les cadavres présents **ne sont pas trouvés** par les observateurs

Conséquence: le nombre de cadavres trouvés est **une sous-estimation du nombre réel**

Ce biais est **très hétérogène** dans l'espace et le temps, il dépend:

- du milieu (fermé, ouvert)
- des observateurs (expérimentés ou pas, méthode de prospection, etc)
- de l'état de l'observateur (fatigue, concentration, etc)
- de la taille, de la couleur des cadavres





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Les biais de détection des cadavres (toujours présents)

Tous les cadavres présents **ne sont pas trouvés** par les observateurs

Conséquence: le nombre de cadavres trouvés est **une sous-estimation du nombre réel**

Ce biais est **très hétérogène** dans l'espace et le temps, il dépend:

- du milieu (fermé, ouvert)
- des observateurs (expérimentés ou pas, méthode de prospection, etc)
- de l'état de l'observateur (fatigue, concentration, etc)
- de la taille, de la couleur des cadavres

Recommandation : **estimer localement la probabilité de détection** des cadavres avec des expérimentations spécifiques (dépose de cadavres) mais :

- Des problèmes de **crédibilité** (où sont placés les cadavres, l'observateur sait qu'il y en a, etc)
- Ce sont des estimations qui doivent être **associées à un intervalle de confiance** qui dépend du nombre de cadavres (taille de l'échantillon) et de l'hétérogénéité





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

---

## Les biais de prospection surfacique

Toute la **surface** dans laquelle peuvent tomber les cadavres **n'est pas couverte**.

Conséquence: le nombre de cadavres trouvés est **une sous-estimation du nombre réel**.





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Les biais de prospection surfacique

Toute la **surface** dans laquelle peuvent tomber les cadavres **n'est pas couverte**.

Conséquence: le nombre de cadavres trouvés est **une sous-estimation du nombre réel**.

Un biais **très hétérogène** dans l'espace et le temps:

- entre milieux (fermés, ouverts)
- entre observateurs (selon méthode de prospection, etc)

Recommandation : **corriger pour les surfaces vraiment prospectées**





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Le « Crippling loss »

Terme dérivé de la littérature scientifique en modélisation des impacts de la chasse.

Il s'agit de tous les individus qui **meurent en dehors de la zone prospectée**

- soit à proximité
- soit dans les heures ou jours qui suivent, donc à de grandes distances

Conséquence : le nombre de cadavres trouvés **est une sous-estimation du nombre réel**

Recommandation : **pas de solution**, aucune étude disponible...





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Bilan des sources de biais :

- Persistance des cadavres
- Détection des cadavres
- Biais surfacique
- « Crippling loss »





# Des sources de biais nombreuses et hétérogènes

## Bilan des sources de biais :

- Persistance des cadavres
- Détection des cadavres
- Biais surfacique
- « Crippling loss »

## Conséquences :

- Tous conduisent à une **sous-estimation des mortalités**
- Leur hétérogénéité impose de **les caractériser localement**
- Ils doivent être **gérés par l'utilisation de formules** permettant de corriger le nombre de cadavres effectivement détectés





# L'estimation des mortalités corrigées pour les biais

## Les quatre formules proposées par le Ministère

Formule de Winkelmann

$$N = \left( \frac{C}{p \times d} \right) \times A$$

Formule d'Erickson (2004)

$$N = \left( \frac{I \times C}{t \times d} \right) \times A$$

Formule de Jones (2009)

$$N = \frac{C}{d \times \exp^{-0.5 \times I/t} \times \hat{e}} \times A \text{ avec } p = \exp^{-0.5 \times \frac{I}{t}}$$

Formule de Huso (2010)

$$N = C / \left( d \times \frac{t \times \left( 1 - \exp^{-\frac{I}{t}} \right)}{I} \right) \times \hat{e} \times A \text{ avec } p = t \times \left( 1 - \exp^{-\frac{I}{t}} \right) / I$$



# L'estimation des mortalités corrigées pour les biais

## Une hétérogénéité des résultats entre formules

- Les quatre formules produisent des estimations souvent très différentes (parfois un facteur 10, voire même plus dans certaines situations)
- Toutes ces formules reposent sur des hypothèses de modélisation plus ou moins simplificatrices
- Plusieurs autres formules existent reposant sur d'autres hypothèses
- Les conditions d'application de ces méthodes, ou les biais attendus dans telle ou telle situation sont globalement inconnues.





# L'estimation des mortalités corrigées pour les biais

**Table 1** Comparative analysis of the adjustment terms and assumptions associated with the fatality estimators regarding searched area, search interval, carcass removal and searcher detection probability.

Estimator	Potential error sources			
	Search area	Search interval	Carcass removal	Search detection probability
Erickson et al. 2000 (eq. 1/3)	Adjustment term based on the proportion of turbines searched.	No explicit requirements.	Adjustment term based on the mean persistence time (in days). Considers right-censored observations. Assumes that removal times follow an exponential distribution.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by the searchers. Carcass not found during the first search can be found in a subsequent search.
Shoenfeld 2004 (eq. 4/5)	Adjustment term based on the proportion of turbines searched.	In eq. 4 the number of searches is assumed to follow a Poisson model with a rate $1/\lambda$ (with $\lambda$ being the mean time between searches). Eq. 5 implies regular search intervals.	Adjustment term based on the mean persistence time (in days). Considers right-censored observations. Assumes that removal times follow a Poisson distribution, with a rate $1/\bar{t}$ (eq. 4), or an exponential distribution (eq. 5).	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcass not found during the first search can be found in a subsequent search.
Kerns et al. 2005 (eq. 6/7)	Adjustment term ( $A$ , see eq. 7) accounts for the area that is not searched.	Implies regular search intervals.	Carcass persistence probability is estimated by the empirical survivor function represented by $S_T(t) = 1 - P[T \leq t]$ .	Detection probability estimated by distance sampling analysis. Carcass not found during the first search can be found in a subsequent search. Assumes constant carcass detectability over time.
Jain et al. 2007 (eq. 8)	Adjustment term based on the proportion of turbines searched.	No explicit requirements.	Adjustment term based on the empirical proportion of persisting carcasses after approximately half of the search interval.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcasses overlooked are assumed to have zero probability to be detected in subsequent searches.

Bernardino et al 2013





# L'estimation des mortalités corrigées pour les biais

**Table 1** Comparative analysis of the adjustment terms and assumptions associated with the fatality estimators regarding searched area, search interval, carcass removal and searcher detection probability.

Estimator	Potential error sources			
	Search area	Search interval	Carcass removal	Search detection probability
Erickson et al. 2000 (eq. 1/3)	Adjustment term based on the proportion of turbines searched.	No explicit requirements.	Adjustment term based on the mean persistence time (in days). Considers right-censored observations. Assumes that removal times follow an exponential distribution.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by the searchers. Carcass not found during the first search can be found in a subsequent search.
Shoenfeld 2004 (eq. 4/5)	Adjustment term based on the proportion of turbines searched.	In eq. 4 the number of searches is assumed to follow a Poisson model with a rate $1/\lambda$ (with $\lambda$ being the mean time between searches). Eq. 5 implies regular search intervals.	Adjustment term based on the mean persistence time (in days). Considers right-censored observations. Assumes that removal times follow a Poisson distribution, with a rate $1/\bar{t}$ (eq. 4), or an exponential distribution (eq. 5).	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcass not found during the first search can be found in a subsequent search.
Kerns et al. 2005 (eq. 6/7)	Adjustment term ( $A$ , see eq. 7) accounts for the area that is not searched.	Implies regular search intervals.	Carcass persistence probability is estimated by the empirical survivor function represented by $S_T(t) = 1 - P[T \leq t]$ .	Detection probability estimated by distance sampling analysis. Carcass not found during the first search can be found in a subsequent search. Assumes constant carcass detectability over time.
Jain et al. 2007 (eq. 8)	Adjustment term based on the proportion of turbines searched.	No explicit requirements.	Adjustment term based on the empirical proportion of persisting carcasses after approximately half of the search interval.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcasses overlooked are assumed to have zero probability to be detected in subsequent searches.

Bernardino et al 2013





# L'estimation des mortalités corrigées pour les biais

Table 1 (Continued)

Estimator	Potential error sources			
	Search area	Search interval	Carcass removal	Search detection probability
Pollock (2007) (eq. 8/9)	Not considered in the original formula.	Implies regular search intervals.	Adjustment term based on the empirical proportion of persisting carcasses (see eq. 10). The author claims to assume that the number of verifications until the first carcass removal occurs follows a geometric model.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcasses overlooked are assumed to have zero probability to be detected in subsequent searches.
Huso 2010 (eq. 10)	Adjustment term based on the proportion of animals that die outside the search plot and the probability of including that plot in the sample of the turbines searched.	Considers the 'effective search interval' ( $v$ ) based on the $i$ (the length of time beyond which the probability of a carcass persisting is $\leq 1\%$ ).	Adjustment term based on the mean persistence time (in days). Considers right-censored observations. Assumes that removal times follow an exponential distribution.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcasses overlooked are assumed to have zero probability to be detected in subsequent searches.
Korner-Nievergelt et al. 2011 (eq. 11/12)	Not considered in the original formula.	Implies regular search intervals.	Adjustment term based on daily persistence probability. Carcass removal is assumed to be constant over time.	Adjustment term based on the empirical proportion of carcasses detected by searchers. Carcasses not found during the first search can be found in a subsequent search. Assumes constant (eq. 11) or decreasing (eq. 12) carcass detectability over time.

Bernardino et al 2013



# L'estimation des mortalités et sa précision

## L'estimation des mortalités, un processus statistique

- Les facteurs de correction sont des estimations
- Ils sont associés à un certain degré d'erreur car issus de processus aléatoires





# L'estimation des mortalités et sa précision

## L'estimation des mortalités, un processus statistique

- Les facteurs de correction sont des estimations
- Ils sont associés à un certain degré d'erreur car issus de processus aléatoires

### Exemple de la vie courante :

- Le sexe-ratio chez l'homme est de 0.5
- Si on prend une famille au hasard à Bordeaux on peut très bien obtenir une fratrie de 4 garçons et 0 filles – le sexe-ratio est alors estimé à 1 !
- On peut calculer la probabilité d'avoir 4 garçons dans une fratrie de 4 enfants, elle est de 0.06, ça n'est donc pas très fréquent, mais pas totalement impossible.



# L'estimation des mortalités et sa précision

---



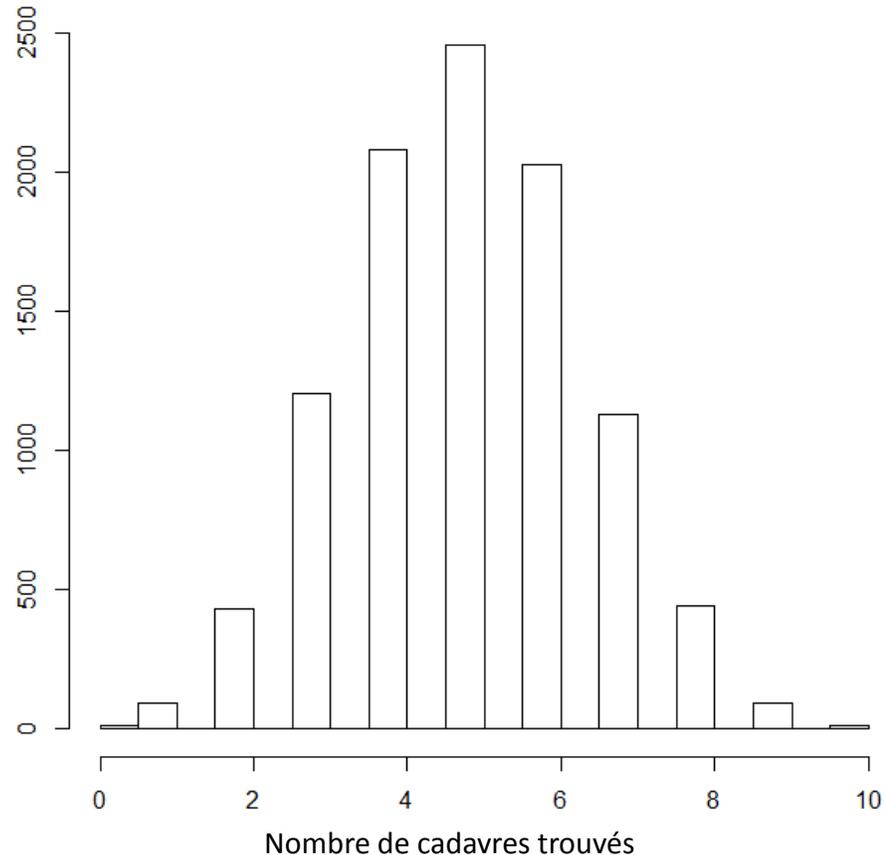
Probabilité de détection des cadavres de 0,50 (1 chance sur 2)  
10 cadavres placés sur le terrain – 10.000 essais





# L'estimation des mortalités et sa précision

Probabilité de détection des cadavres de 0,50 (1 chance sur 2)  
10 cadavres placés sur le terrain – 10.000 essais



Moyenne estimée : 0,50 (ouf!)

Intervalle de confiance à 95% : [0,20-0,80]

Valable pour la détection ET la persistance.



Les deux sources d'incertitude se « cumulent ».





50 cadavres répartis sur toute l'année  
Probabilité quotidienne d'avoir une mortalité est de 0,14  
Si on échantillonne 10 jours... (10.000 essais)





# L'estimation des mortalités et sa précision

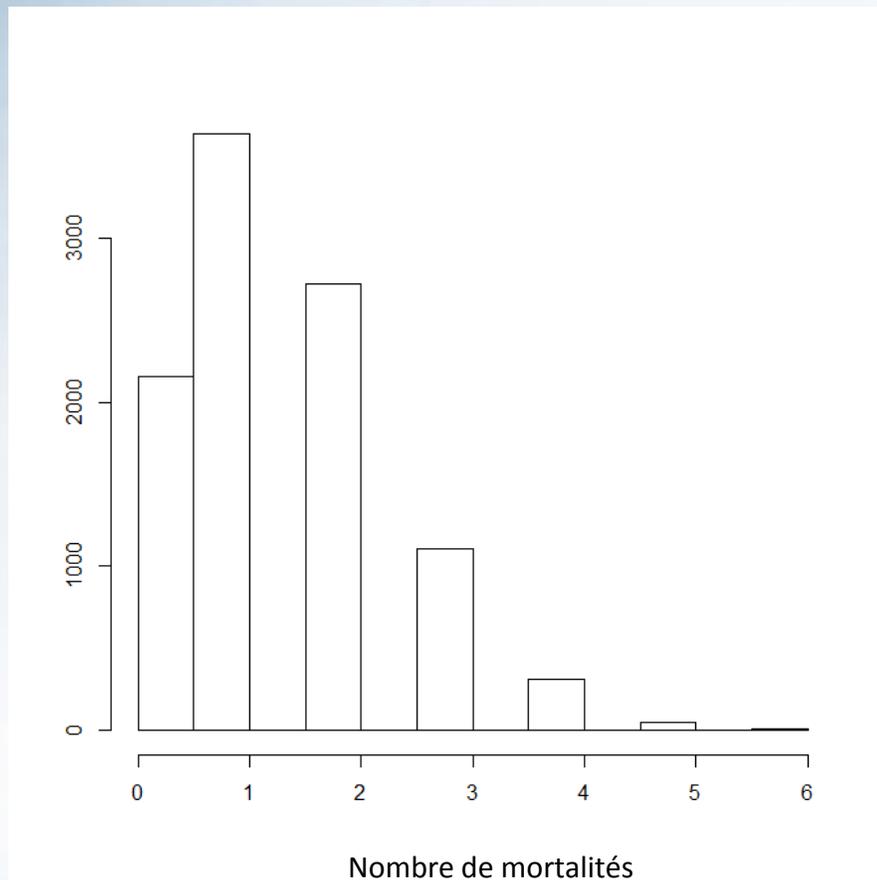
50 cadavres répartis sur toute l'année

Probabilité quotidienne d'avoir une mortalité est de 0,14

Si on échantillonne 10 jours... (10.000 essais)

...dans 20% des cas il n'y a aucun cadavre à trouver.

Avec 10 mortalités sur l'année, dans 76% des cas il n'y a pas de cadavre à trouver.





# L'estimation des mortalités et sa précision

## Des incertitudes (ou « erreurs standards ») à propager

➤ Trois paramètres estimés :

- La probabilité de détection
- La persistance
- Le nombre moyen de cadavres trouvés par jour de prospection

...dont la précision dépend de la taille de l'échantillon et de l'hétérogénéité du processus.

➤ Il faut combiner toutes les (im)précisions de ces estimations pour obtenir la précision globale à travers les formules proposées.

➤ Mais pas de calcul analytique

→ Le calcul des intervalles de confiance implique du « bootstrapping » (on répète un grand nombre de fois le calcul de la formule en prenant des valeurs aux hasard dans la distribution de chaque estimation).





# Quelques situations tests

Nombre de visites	100	100	100	50	50	50	12	12	12
Intervalles de temps	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistance	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25
Détection	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nombre de mortalités annuelles	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Estimation Huso	58	55	105	27	26	49	7	5	7
intervalle confiance à 95% inf	29	14	15	13	5	0	0	0	0
intervalle confiance à 95% sup	134	153	2318	52	92	1466	25	35	489
Nombre d'estimations à 0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,11	0,32	0,44



# Quelques situations tests



Nombre de visites	100	100	100	50	50	50	12	12	12
Intervalles de temps	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistance	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25
Détection	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nombre de mortalités annuelles	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Estimation Huso	58	55	105	27	26	49	7	5	7
intervalle confiance à 95% inf	29	14	15	13	5	0	0	0	0
intervalle confiance à 95% sup	134	153	2318	52	92	1466	25	35	489
Nombre d'estimations à 0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,11	0,32	0,44





# Quelques situations tests

Nombre de visites	100	100	100	50	50	50	12	12	12
Intervalles de temps	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistence	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25
Détection	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nombre de mortalités annuelles	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Estimation Huso	58	55	105	27	26	49	7	5	7
intervalle confiance à 95% inf	29	14	15	13	5	0	0	0	0
intervalle confiance à 95% sup	134	153	2318	52	92	1466	25	35	489
Nombre d'estimations à 0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,11	0,32	0,44





# Quelques situations tests

Nombre de visites	100	100	100	50	50	50	12	12	12
Intervalles de temps	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistance	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25
Détection	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nombre de mortalités annuelles	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Estimation Huso	58	55	105	27	26	49	7	5	7
intervalle confiance à 95% inf	29	14	15	13	5	0	0	0	0
intervalle confiance à 95% sup	134	153	2318	52	92	1466	25	35	489
Nombre d'estimations à 0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,11	0,32	0,44



# Quelques situations tests



Nombre de visites	100	100	100	50	50	50	12	12	12
Intervalles de temps	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistence	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25
Détection	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nombre de mortalités annuelles	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Estimation Huso	58	55	105	27	26	49	7	5	7
intervalle confiance à 95% inf	29	14	15	13	5	0	0	0	0
intervalle confiance à 95% sup	134	153	2318	52	92	1466	25	35	489
Nombre d'estimations à 0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,11	0,32	0,44





# Quelques situations tests

Nombre de visites	100	100	100	50	50	50	12	12	12
Intervalles de temps	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistence	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25	0,8	0,5	0,25
Détection	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nombre de mortalités annuelles	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Estimation Huso	58	55	105	27	26	49	7	5	7
intervalle confiance à 95% inf	29	14	15	13	5	0	0	0	0
intervalle confiance à 95% sup	134	153	2318	52	92	1466	25	35	489
Nombre d'estimations à 0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,11	0,32	0,44





Une pour obtenir les estimations et leurs intervalles de confiance à partir de données de suivis :

**<https://shiny.cefe.cnrs.fr/EolApp/>**

Gratuit, libre d'accès, sans inscription, illimité, sans cookies, sans enregistrement des données.



# Estimation des mortalités induites par les éoliennes



Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse... No file selected

Nb lignes lues = 0

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse... No file selected

Nombre de lignes lues = 0

## A propos de cette page

• [Comment utiliser cette page ?](#)

• Exemples de fichier CSV '*Nombre de cadavres trouvés*' et '*Durée de persistance*' à télécharger.

## Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

-

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

-

## Estimations avec leurs intervalles de confiance





## Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse... cadavres.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 50

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse... persistence.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 50

Méthode de calcul des intervalles de confiance

Non-paramétrique

Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

4

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

20

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

10

Pourcentage de la surface prospectée =

1

CALCULER

A propos de cette page

• [Comment utiliser cette page ?](#)

• Exemples de fichier CSV '[Nombre de cadavres trouvés](#)' et '[Durée de persistance](#)' à télécharger.

Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

4, 3, 0, 0, 2, ..., 1, 3, 0, 0, 1

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

10, 8, 5, 10, 3, ..., 2, 1, 8, 5, 4

Estimations avec leurs intervalles de confiance

# Estimation des mortalités induites par les éoliennes

Sélectionner un fichier avec le nombre de cadavres trouvés :

Browse... cadavres.csv

Upload complete

Nb lignes lues = 50

Sélectionner un fichier avec la durée de persistance des cadavres déposés :

Browse... persistence.csv

Upload complete

Nombre de lignes lues = 50

Méthode de calcul des intervalles de confiance

- Non-paramétrique  
 Paramétrique

Intervalle de temps entre les passages =

4

Nombre de cadavres déposé pour étude de la détection =

20

Nombre de cadavres trouvé pour étude de la détection =

10

Pourcentage de la surface prospectée =

1

CALCULER

A propos de cette page

• [Comment utiliser cette page ?](#)

• Exemples de fichier CSV '[Nombre de cadavres trouvés](#)' et '[Durée de persistance](#)' à télécharger.

## Données en entrée

Nombre de cadavres trouvés sous les éoliennes (une valeur par visite de terrain) :

4, 3, 0, 0, 2, ..., 1, 3, 0, 0, 1

Durée de présence de cadavres déposés par les expérimentateurs (une valeur par cadavre déposé)

10, 8, 5, 10, 3, ..., 2, 1, 8, 5, 4

## Estimations avec leurs intervalles de confiance

Formule	Médiane	IC 2.5	IC 97.5
Erickson	100.00	60.48	189.09
Huso	195.45	120.33	363.82
Winkelmann	200.00	120.11	380.97
Jones	199.80	123.04	371.62



Une pour obtenir les simuler des protocoles de terrain et anticiper leur potentiel en termes de précision.

**<https://shiny.cefe.cnrs.fr/Eol2App/>**

Gratuit, libre d'accès, sans inscription, illimité, sans cookies, sans enregistrement des données.





## Préparer un protocole de suivi de mortalité

Nombre de visites sur le terrain =	10	Nombre de cadavres posés pour le test de persistance =	15
Intervalle de temps entre les visites =	4	Taux de persistance quotidien des cadavres =	0.75
Nombre de mortalités attendues par an =	80	Nombre de cadavres posés pour le test de détection =	15
Nombre de simulations =	1000	Taux de détection des cadavres =	0.75

A propos de cette page  
[Comment utiliser cette page ?](#)

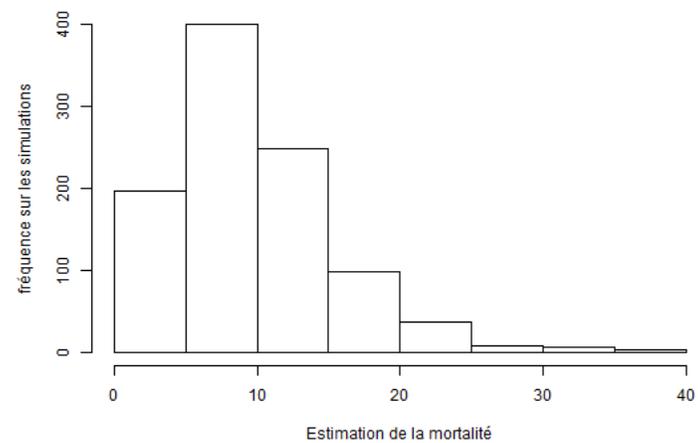
Estimations et leurs intervalles de confiance



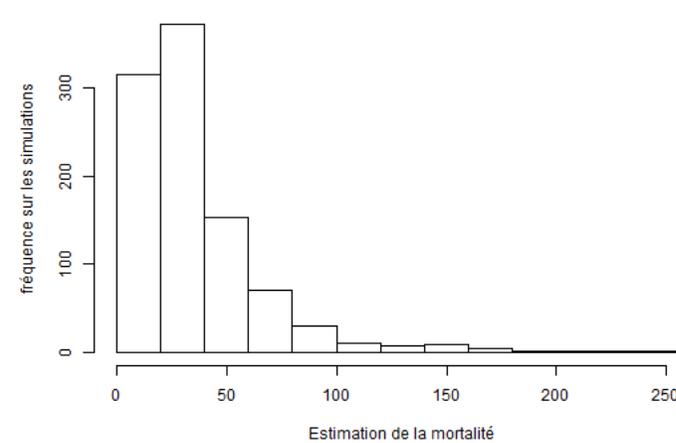
## Estimations et leurs intervalles de confiance

Méthode	Médiane	IC 2.5	IC 97.5	Proportion simulations sans Mortalité
Erickson	8.79	2.04	23.38	0.01
Huso	11.83	2.66	27.43	0.01
Winkelmann	28.12	5.68	121.15	0.01
Jones	13.12	3.02	34.62	0.01

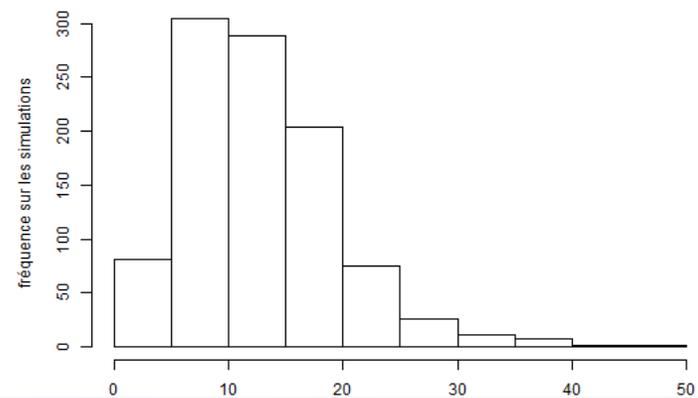
Formule de Erickson



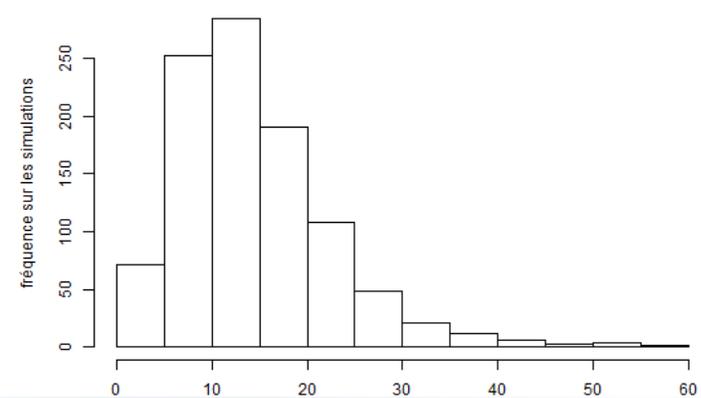
Formule de Winkelmann



Formule de Huso



Formule de Jones





AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ

# Eolien et biodiversité

Séminaire  
2017



21 et 22 novembre

Artigues-près-Bordeaux

## Merci pour votre attention

