



# Surveillance ciblée de la faune sauvage

Photo B.  
Chardonnet

2<sup>nd</sup> atelier de formation OIE Afrique – Jour 2

# La surveillance ciblée de la santé des animaux sauvages

2

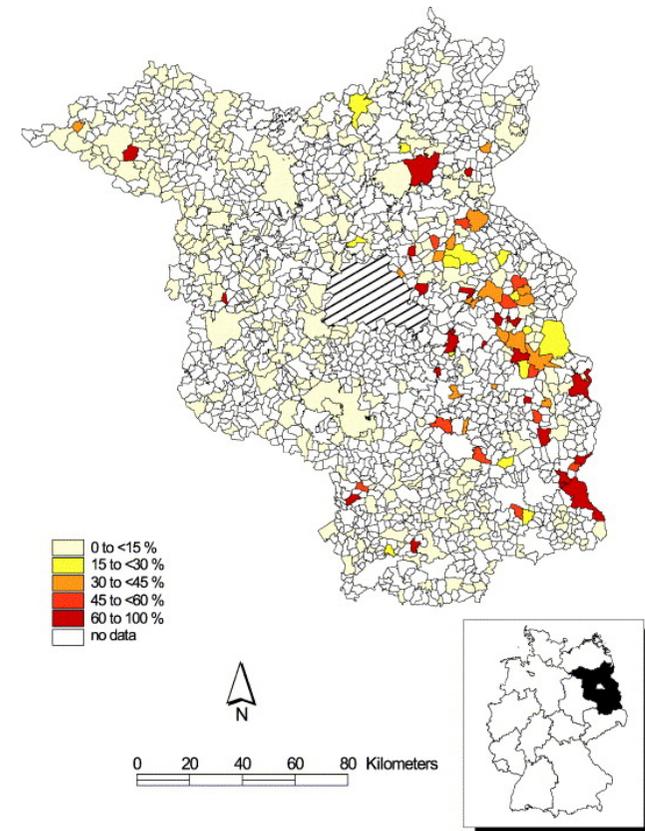
## Se focaliser sur

- Un (ou quelques) agents pathogènes
- Une (ou quelques) espèces
- Choix de l'a. pathogène?
  - ▣ Importance pour la santé publique
  - ▣ Importance pour la santé du bétail, de la volaille...
  - ▣ Importance conservation de la nature
  
  - ▣ autres informations

# Utilité de la Surveillance Ciblée

3

- Démontrer un statut indemne d'infection
- Détecter les a. pathogènes
  - ▣ Nouveaux ou « émergeant »
- Détecter des tendances/  
« patrons »
  - ▣ Prévalence and incidence



Observed prevalences of pseudorabies infections of wild boars per municipality (Staubach et al, 2002)

# Composantes de la Surveillance ciblée

4



*Quelles différences entre la surveillance généraliste et la surveillance ciblée ?*

# Tests Diagnostiques

5

- Tests de Laboratoire
  - ▣ sur tissus, fèces, sérums ou autres
  - ▣ Infection/ infestation ou exposition à un a. pathogène
- Interprétation du résultat du test
  - ▣ Aucun test ne fonctionne de façon parfaite
    - Qualité de l'échantillon
    - Qualité des procédures, des installations, du personnel
    - La conception du test lui même

# Quel test utiliser ?

6

- En fonction de
  - ▣ Destination des résultats et objectif
  - ▣ Le ou les indicateurs
    - infection/infestation
    - exposition
  - ▣ Caractéristiques du test
    - « Fiabilité » du test
  - ▣ Validité (pour la faune sauvage)
  - ▣ Pratique
    - Coûts, spécimens et conservation, équipement, personnel

# La sélection d'un test diagnostique pour la faune sauvage

7

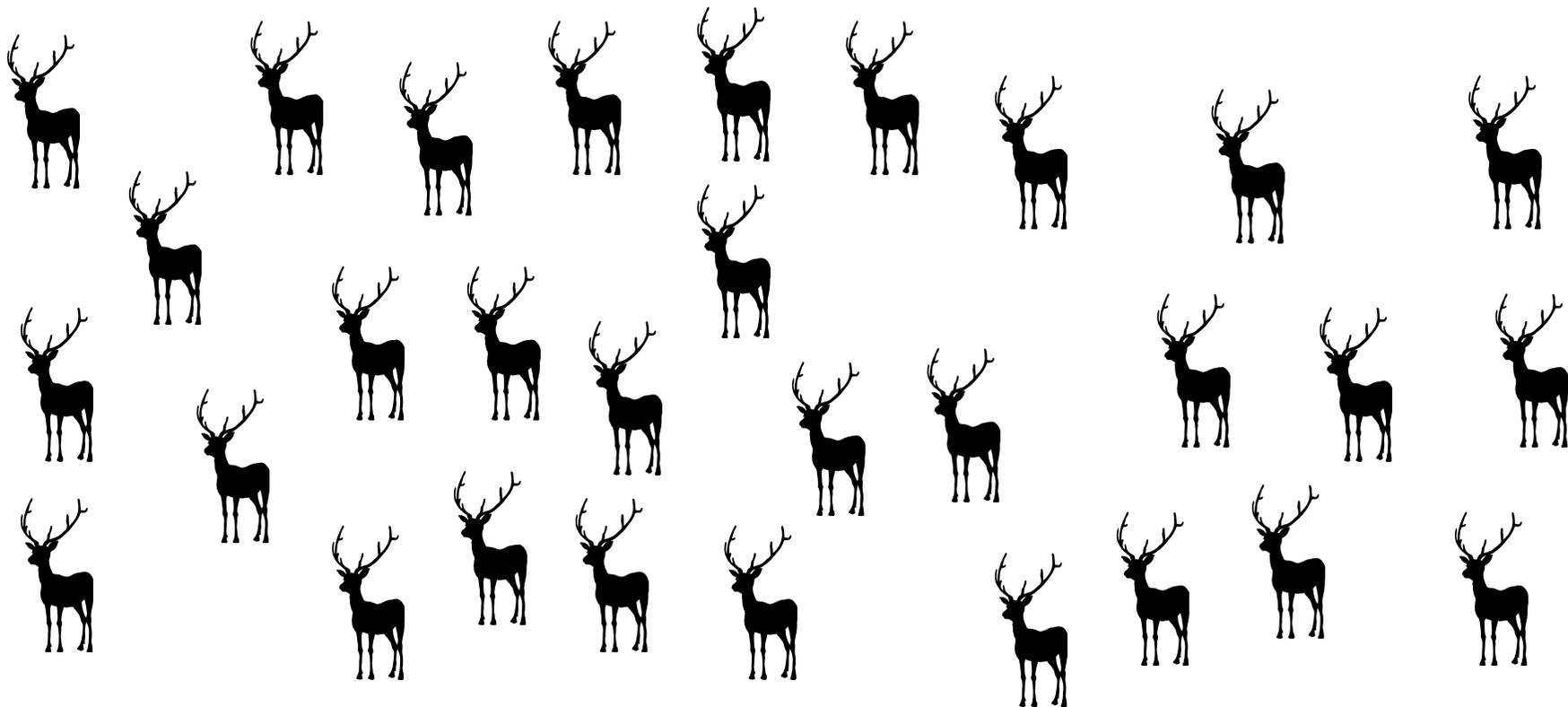
## Choisir des tests diagnostiques pour les Agents Pathogènes des Animaux Sauvages

	Risquent <b>MOINS</b> d'être affectés par l'espèce hôte	Intermédiaire	Risquent <b>PLUS</b> d'être affectés par l'espèce hôte
<b>Tests pour les agents pathogènes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification directe: ex: parasites</li> <li>• Culture bactérienne, fongique, protozoaire</li> <li>• PCR</li> <li>• Immuno-histochimie</li> <li>• Analyses chimiques (toxicologie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultures virales</li> </ul>	
<b>Tests pour les Anticorps ou une réponse immunitaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralisation virale</li> <li>• ELISA de compétition (Blocking -competitive-ELISA)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests sérologiques plus standard:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ELISA</li> </ul> </li> <li>• Réactions intradermiques à l'antigène (TB)</li> </ul>
<b>Autre</b>		Cholinestérase du cerveau	

# Caractéristiques des tests diagnostiques

8

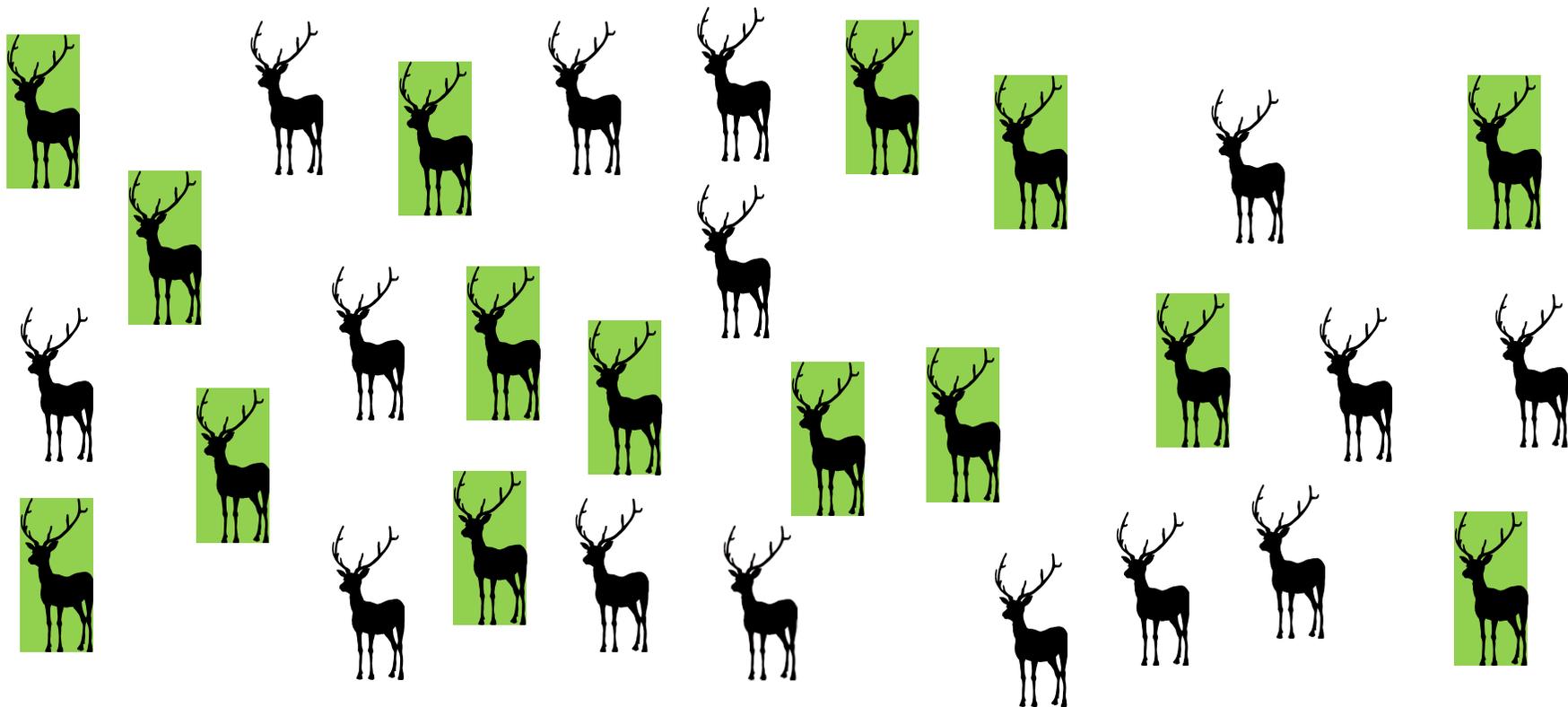
- (fiabilité) A quel point le test fonctionne ?
- Exemple 1: Technique de Baermann – *P. tenuis* chez les cerfs



# Caractéristiques des tests diagnostiques

9

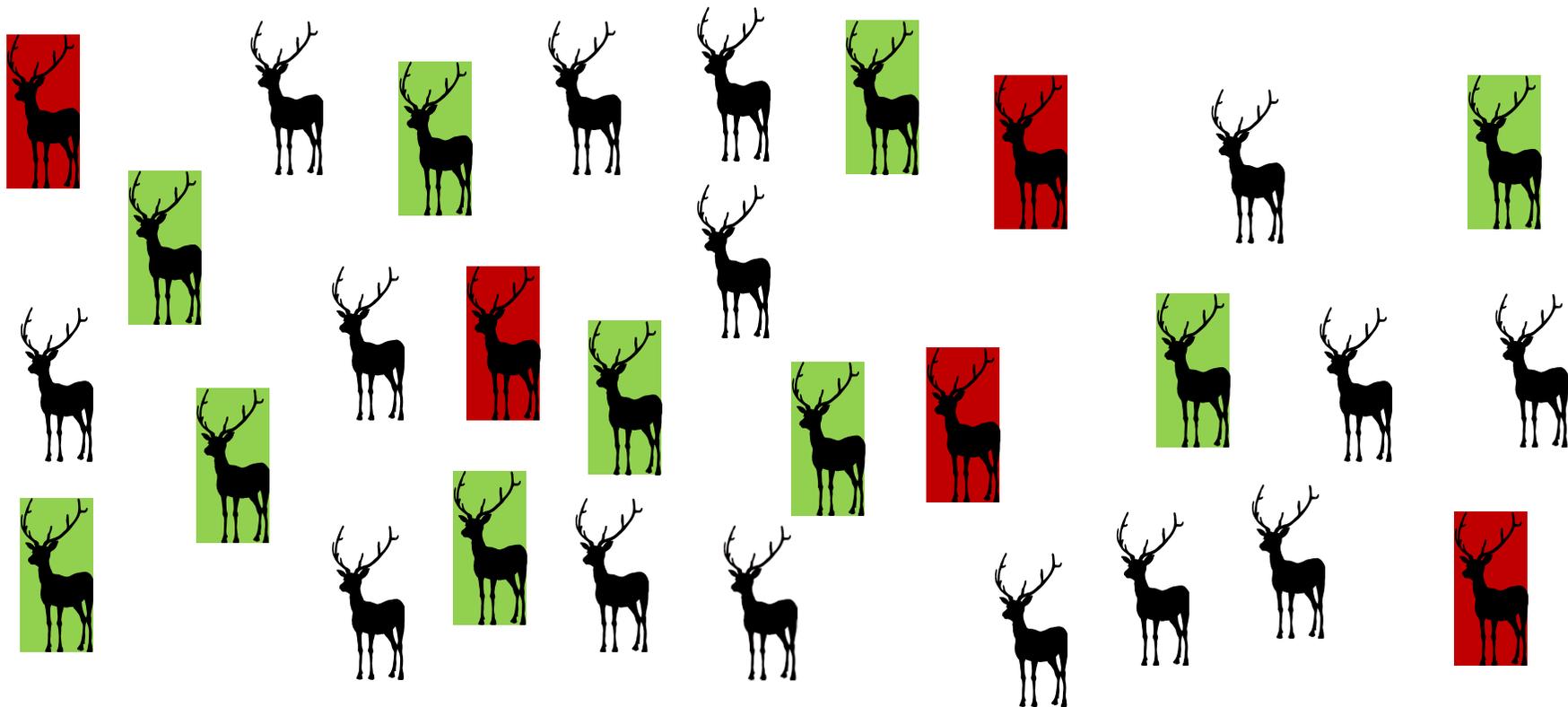
- À quel point le test fonctionne
- Exemple 1: Technique de Baermann – *P. tenuis* chez les cerfs



# Caractéristiques des tests diagnostiques

10

- À quel point le test fonctionne
- Exemple 1: Technique de Baermann – *P. tenuis* chez les cerfs



# Caractéristiques des tests diagnostiques

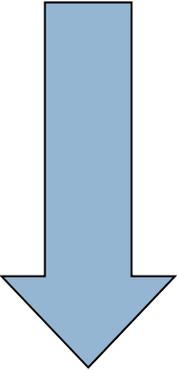
11

- Exemple 2: Tuberculose Bovine chez le bétail  
Intra Dermo réaction Simple = IDS
  - 1 000 têtes de bétail
    - 500 ont la tuberculose et 500 ne sont pas infectés
  - 80% des animaux infectés = IDS positive
    - (20% de faux négatif)
  - 99.5% du bétail non-infecté = IDS négative
    - (0,5% de faux positif)

# Caractéristiques des tests diagnostiques

12

- Exemple 2: : Tuberculose Bovine chez le bétail
  - ▣ Tableau à double entrée



		Statut infectieux réel		Total
		Tub +	Non tub -	
Résultats du test diagnostique	+	400	2	402
	-	100	498	598
Total		500	500	1000

SEN

SPE

# Sensibilité et Spécificité

= **qualités intrinsèques du test**

13

- Sensibilité
  - ▣ la proportion d'animaux infectés fournissant une réponse positive au test
- Spécificité
  - ▣ la proportion d'animaux indemnes fournissant une réponse négatives au test
- Indépendantes de la prévalence
- dépendent des espèces hôtes et du stade de la maladie
  - ▣ **Important de valider un test**

# Interprétation des résultats du test

14

- Sensibilité et spécificité indique si le test fonctionne, mais **pas comment interpréter les résultats**
- L'interprétation dépend AUSSI de la proportion d'animaux infectés dans la population (prévalence)

La nouvelle question

- La réponse au test est positive, quelle est la probabilité que l'animal soit infecté ?

# Exemple 3 : la valeur prédictive

15

- Un test diagnostique validé
  - ▣ Sensibilité = 99%
  - ▣ Spécificité = 90%
  
- Prévalence  $\sim$  10%
  
- Population = 1000

*Que se passe-t-il si le test est utilisé pour une population avec différentes prévalences de l'a. pathogène (forte ou faible)?*

# Exemple 3

16

- **Faible** prévalence **réelle** (2%)
- Sensibilité = 99%; spécificité = 90%

		Statut infectieux réel		Total	
		+	-		
Résultats du test de diagnostic	+	20	98	118	VPP=20/118 = 17%
	-	0	882	882	VPN=882/882 = 100%
Total		20	980	1000	

- **Prévalence apparente** = 118/1000 = 12%

# Exemple 3

17

- **Forte** prévalence (40%)
- Sensibilité = 99%; spécificité = 90%

		Statut infectieux réel		Total	
		+	-		
Résultats du test de diagnostic	+	396	60	456	VPP=396/456 = 87%
	-	4	540	544	VPN=540/544 = 99%
Total		400	600	1000	

- Prévalence apparent =  $456/1000 = 46\%$

# Interprétation des résultats des tests

18

- Comment la sensibilité et la spécificité influence notre façon d'interpréter les résultats des tests?

***Que deviennent les valeurs prédictives lorsque les tests avec des caractéristiques différentes sont utilisées?***

*(lorsque les sensibilités et les spécificités ont été changées)*

# Exemple 3

19

- Prévalence = 10%
- **Sensibilité = 80%**; spécificité = 90%

		Statut infectieux réel		Total	
		+	-		
Résultats du test de diagnostic	+	80	90	170	VPP=80/170 = 47%
	-	20	810	830	VPN=810/830 = 98%
Total		100	900	1000	

- Prévalence apparente =  $170/1000=17\%$

# Exemple 3

20

- Prévalence = 10%
- Sensibilité = 80%; **spécificité = 99%**

		Statut infectieux réel		Total	
		+	-		
Résultats du test de diagnostic	+	80	9	89	VPP=80/89 = 90%
	-	20	891	911	VPN=891/911 = 98%
Total		100	900	1000	

- Prévalence apparente =  $89/1000 = 9\%$

# Quel test choisir ?

21

- *Quand souhaitez-vous utiliser un test à forte sensibilité?*
- *Quand souhaitez-vous utiliser un test à forte spécificité?*

# Défis en matière de surveillance de la faune

22

- Il est rare de connaître les caractéristiques des tests appliqués à la faune sauvage
  - ▣ Extrapoler à partir d'animaux domestiques
  - ▣ Enquête préliminaire
  - ▣ Procédures supplémentaires = tests de confirmation

# Améliorer les valeurs prédictives d'un test

23

- Appliquer le test à un sous-groupe d'animaux avec **un risque de prévalence plus élevé**
  - ▣ Seulement les animaux cliniquement atteints (malades)
  - ▣ Seulement les animaux chez qui l'agent pathogène est plus fréquemment observé
- Utiliser plus d'un test diagnostique
  - ▣ Définir ce qui est considéré comme un animal atteint
    - Les animaux atteints répondent positivement aux deux tests (ou à tous)
      - en général tous les animaux sont testés avec le test le moins cher/le plus facile, en premier
    - Les animaux qui répondent positivement à un ou plusieurs tests

# L'effectif de l'échantillon

24

- Combien doit-on inclure d'animaux?
- Ça dépend de:
  - ▣ L'objectif d'un programme de surveillance
  - ▣ Quelle confiance recherchez-vous pour les estimations
  - ▣ L'effectif de la population qui nous intéresse
  - ▣ Les caractéristiques des tests diagnostiques utilisés
- Les calculs de l'effectif de l'échantillon devraient être considérés comme l'effectif minimum.

# Echantillonner pour démontrer l'absence d'un agent pathogène (ou pour détecter une infection)

25

$$n = \left(1 - (\alpha)^{1/D}\right) \left(N - \frac{D-1}{2}\right)$$

$\alpha$  = 1 - niveau désiré de confiance (généralement = 0,05)

$N$  = Nombre d'animaux dans la population qui nous intéresse

$D$  = Nombre d'animaux infectés dans la population qui nous intéresse ( $N * \text{Prévalence}$ )

## Table 4. Effectif minimal nécessaire des échantillons (95% de confiance)

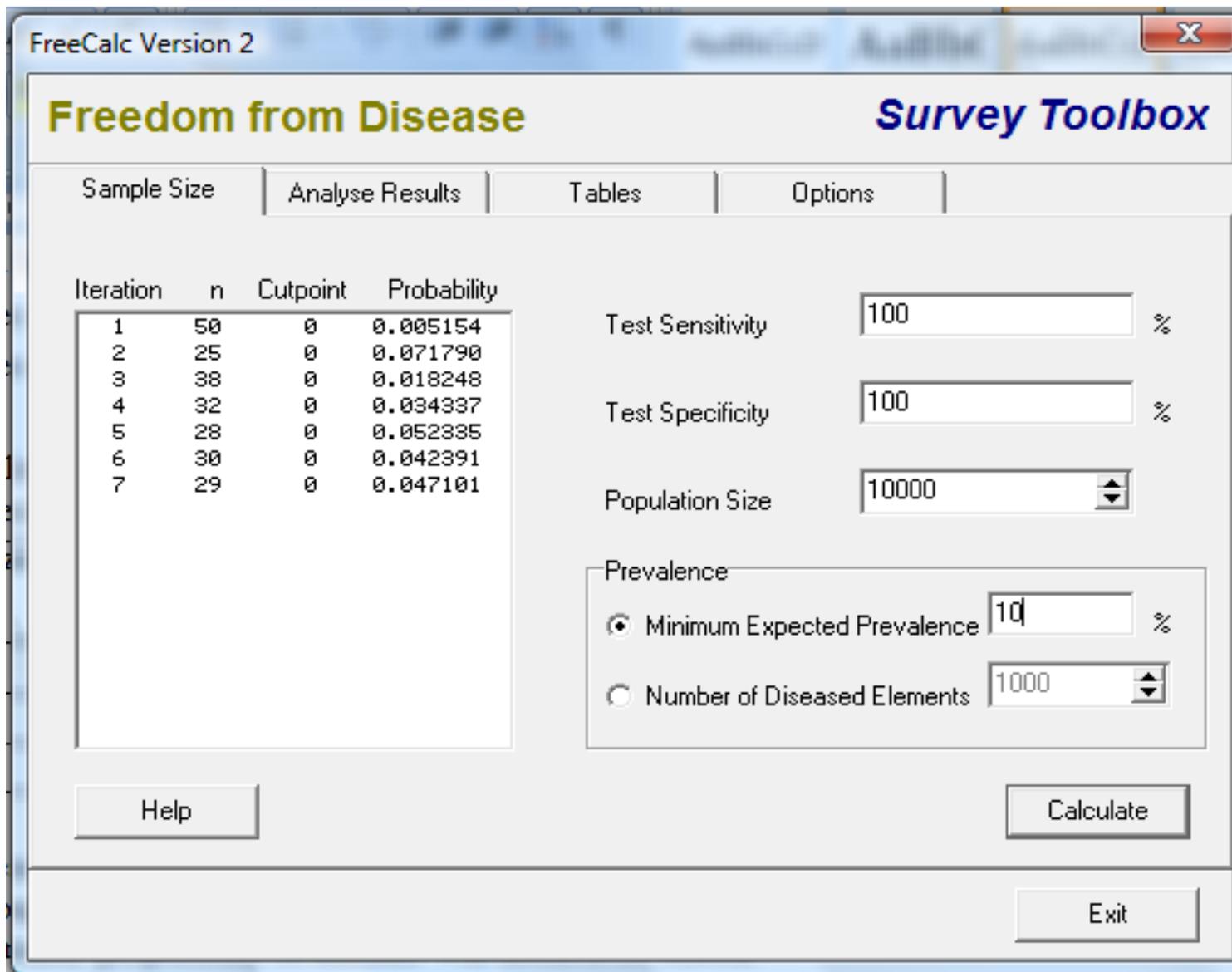
26

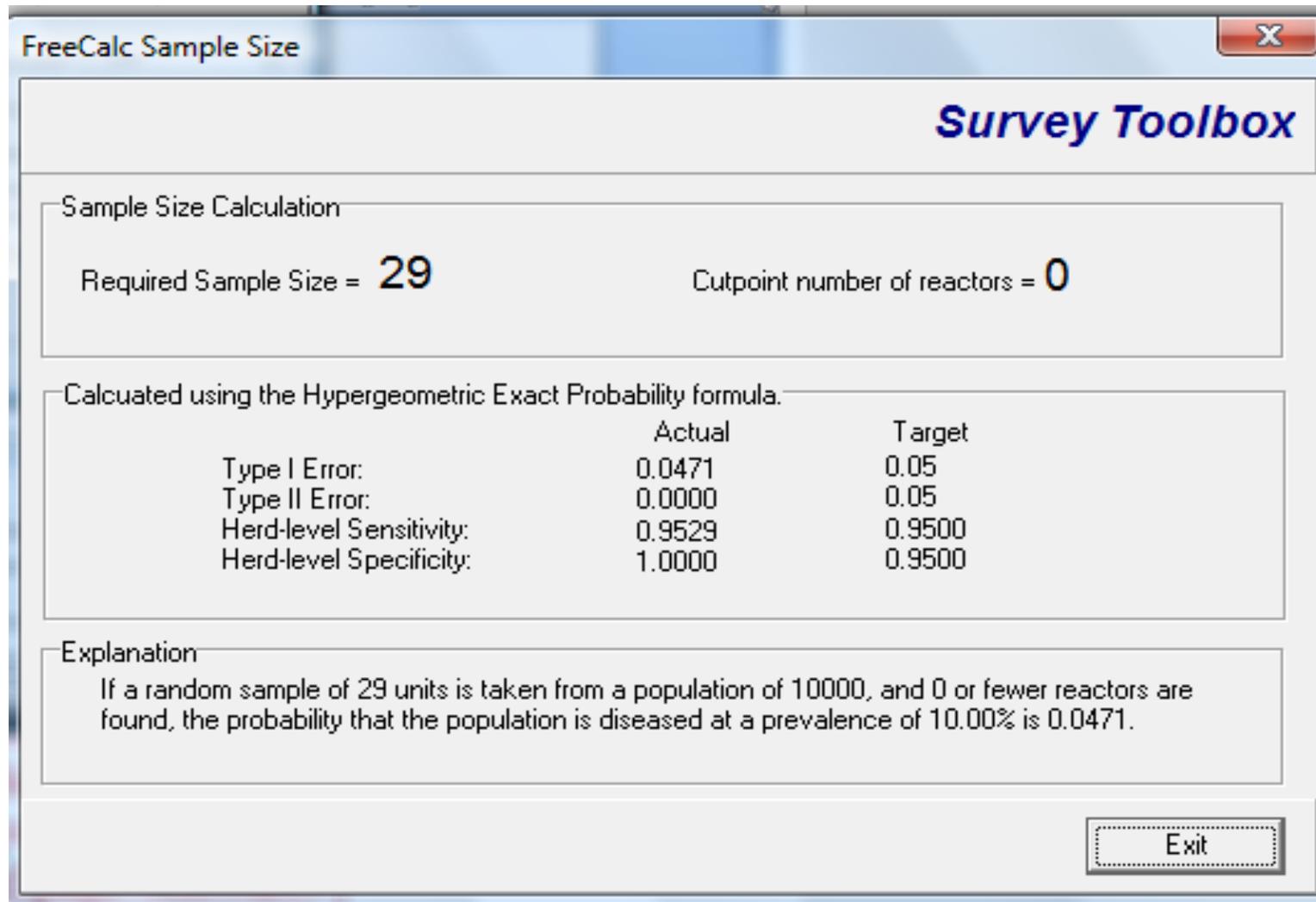
Effectif de la population	Prévalence estimée de l'agent pathogène			
	1%	5%	10%	50%
100	95	45	25	5
1000	258	58	29	5
10 000	294	59	29	5

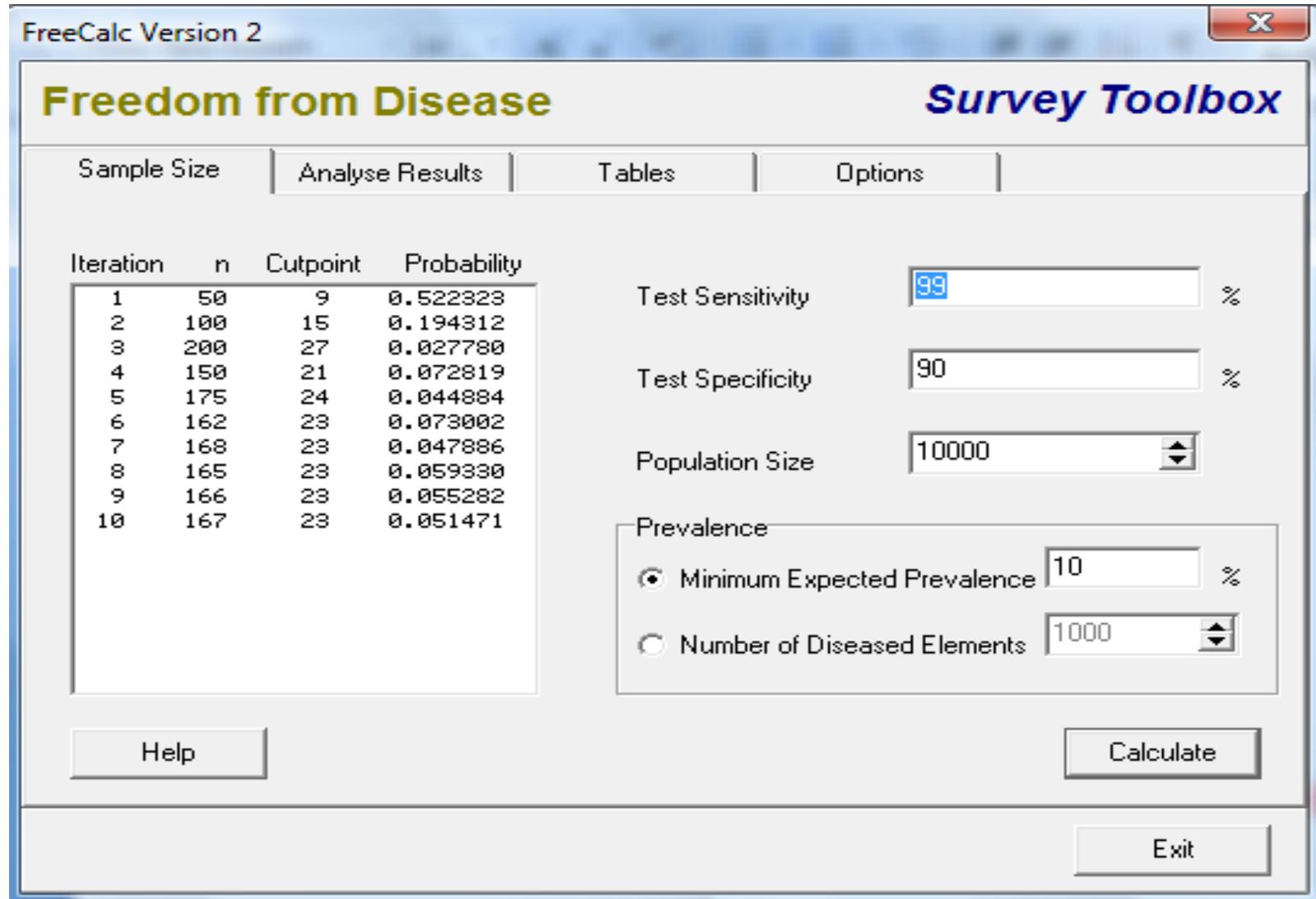
# Echantillonner pour démontrer l'absence d'un agent pathogène

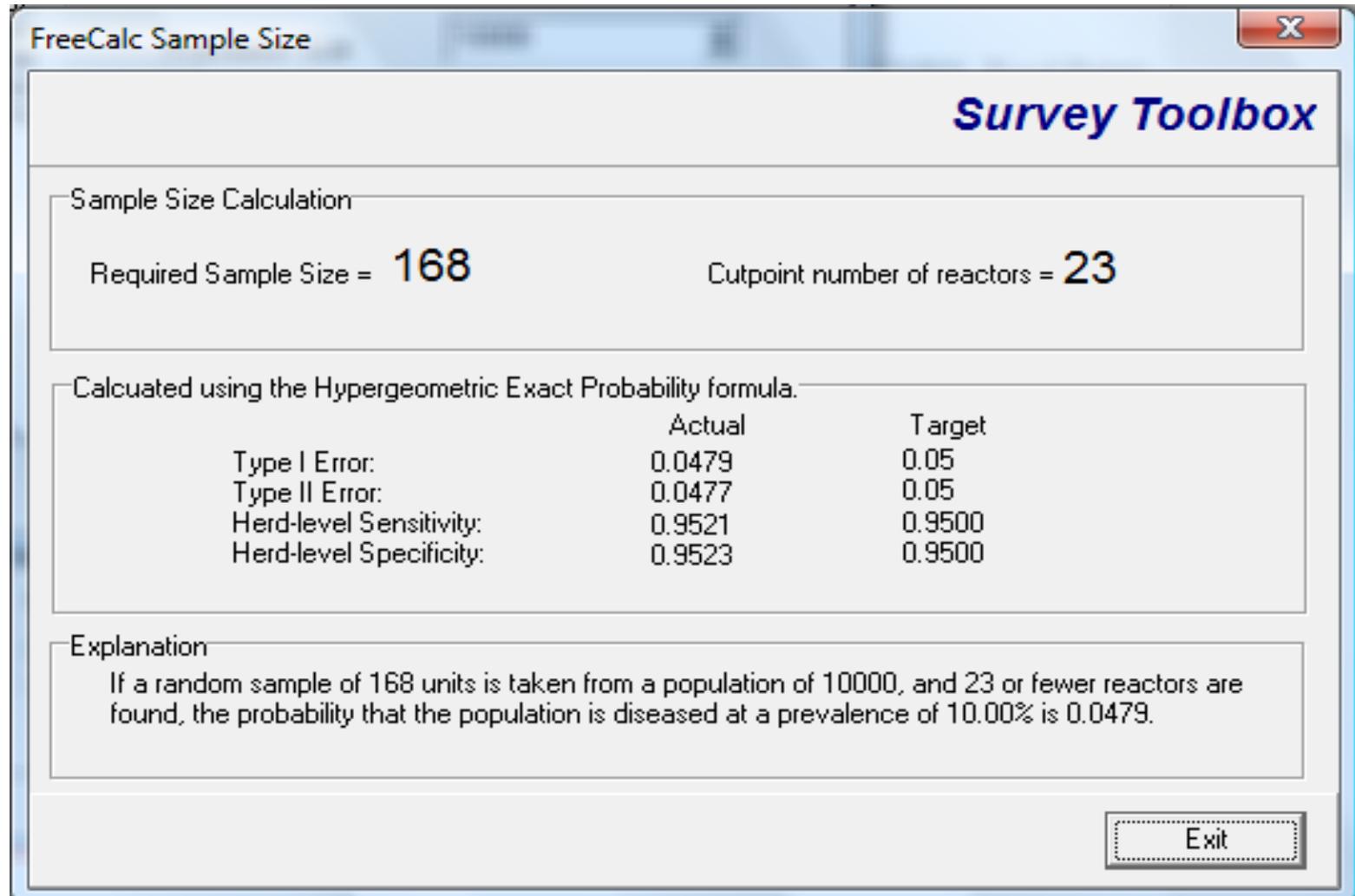
27

- Deux messages à retenir:
  - ▣ Plus une infection semble rare, plus le nombre d'animaux à tester sera élevé
  - ▣ Plus la population qui nous intéresse est grande, plus le nombre d'animaux qui devront être testés sera grand (mais plus la proportion sera petite).
  
- *Qu'est ce que cette équation a ignoré?*









# Calcul de l'effectif de l'échantillon pour estimer la prévalence

32

Pour une confiance de 95%:  $n=4P(1-P)/L^2$

P=estimation de la prévalence réelle de l'agent pathogène dans la population qui nous intéresse

L=marge d'erreur– ceci est une mesure de la proximité voulue entre la prévalence apparente et la prévalence réelle

# Calcul de l'effectif de l'échantillon pour estimer la prévalence

33

## □ En Général:

- Plus la prévalence estimée est extrême, plus le nombre d'échantillons nécessaires est petit pour atteindre le niveau de confiance désiré

Marge d'erreur	prévalence estimée de l'agent pathogène		
	2%	10%	45%
0.1%	78400	360000	990000
1%	784	3600	9900
10%	8	36	99

## Sample size to estimate a true prevalence with an imperfect test

### Input Values

Assumed true prevalence:

Assumed sensitivity:

Assumed specificity:

Population size (if known):

Confidence level:

Desired precision:

This utility calculates the sample size required to estimate true prevalence with a specified level of confidence and precision, assuming a test with imperfect sensitivity and/or specificity. The same method applies for estimating both animal- and herd-level prevalence, with herd-sensitivity and herd-specificity substituted for animal-level values to estimate true herd-prevalence. The method is as described by:

Humphry RW, Cameron A, Gunn GJ, 2004. A practical approach to calculate sample size for herd prevalence surveys. *Prev. Vet. Med.* 65: 173-188. Adjustment for finite population size is described by Thrusfield M, 2005. *Veterinary Epidemiology*, 3rd Edition, Blackwell Science, Oxford, UK (p 233-234).

Inputs are the assumed true prevalence, the desired level of confidence, the desired precision of the estimate and the assumed values for sensitivity and specificity of the testing regimen used. The desired precision of the estimate (also sometimes called the allowable or acceptable error in the estimate) is half the width of the desired confidence interval. For example if you would like the confidence interval width to be about 0.1 (10%) you would enter a precision of +/- 0.05 (5%).

To calculate sample size for herd-prevalence estimation, use herd-level values for assumed prevalence, sensitivity and specificity instead of animal-level values.

Sample size is calculated for an assumed large (infinite) population. If the optional population size is provided the sample size estimate is adjusted for the population specified.

The program outputs the sample size required to estimate the true prevalence with the desired precision and confidence. Tables of sample sizes for a range of values for prevalence and precision and for sensitivity and specificity are also produced.

## Sample size to estimate true prevalence

Analysed: Mon Sep 19, 2011 @ 11:03

### Inputs

Assumed true prevalence	0.1
Sensitivity	1
Specificity	1
Population size	Large population
Confidence	0.95
Desired precision	0.01

### Results

#### Sample size required

	Sample size
Large population	3458

## Sample size to estimate a true prevalence with an imperfect test

### Input Values

Assumed true prevalence:

Assumed sensitivity:

Assumed specificity:

Population size (if known):

Confidence level:

Desired precision:

This utility calculates the sample size required to estimate true prevalence with a specified level of confidence and precision, assuming a test with imperfect sensitivity and/or specificity. The same method applies for estimating both animal- and herd-level prevalence, with herd-sensitivity and herd-specificity substituted for animal-level values to estimate true herd-prevalence. The method is as described by:

Humphry RW, Cameron A, Gunn GJ, 2004. A practical approach to calculate sample size for herd prevalence surveys. *Prev. Vet. Med.* 65: 173-188. Adjustment for finite population size is described by Thrusfield M, 2005. *Veterinary Epidemiology*, 3rd Edition, Blackwell Science, Oxford, UK (p 233-234).

Inputs are the assumed true prevalence, the desired level of confidence, the desired precision of the estimate and the assumed values for sensitivity and specificity of the testing regimen used. The desired precision of the estimate (also sometimes called the allowable or acceptable error in the estimate) is half the width of the desired confidence interval. For example if you would like the confidence interval width to be about 0.1 (10%) you would enter a precision of +/- 0.05 (5%).

To calculate sample size for herd-prevalence estimation, use herd-level values for assumed prevalence, sensitivity and specificity instead of animal-level values.

Sample size is calculated for an assumed large (infinite) population. If the optional population size is provided the sample size estimate is adjusted for the population specified.

The program outputs the sample size required to estimate the true prevalence with the desired precision and confidence. Tables of sample sizes for a range of values for prevalence and precision and for sensitivity and specificity are also produced.

## Sample size to estimate true prevalence

Analysed: Mon Sep 19, 2011 @ 11:24

### Inputs

Assumed true prevalence	0.1
Sensitivity	0.99
Specificity	0.9
Population size	Large population
Confidence	0.95
Desired precision	0.01

### Results

#### Sample size required

	Sample size
Large population	7434

## Sample size to estimate true prevalence

Analysed: Fri Sep 23, 2011 @ 06:49

### Inputs

Assumed true prevalence	0.1
Sensitivity	0.99
Specificity	0.9
Population size	5000
Confidence	0.95
Desired precision	0.01

### Results

*Sample size required*

	Sample size
Large population	7434
Population = 5000	2990

*Qui? Quoi? Où? Quand?  
Pourquoi?.....Comment?*

37

## Préparer et mettre en place un programme de surveillance ciblée

Cible : quelle espèce?

Quel territoire (zone d'étude)

Quelle saison/ quelle période

Quelle classe/ catégorie/ sous population

Récolte des échantillons

# Choix et sélection des l'espèce cible

38

## □ Critères

- A. pathogène cible

- Chronologie et modalités de l'infection/  
infestation

- Objectif

- Accessibilité

## □ **ATTENTION**

- Parfois la surveillance des animaux domestiques est la plus utile

# Où et quand ?

39

- Fonction de :
  - ▣ Animaux présents
  - ▣ Ecologie et comportement =  
facteur de risque
  - ▣ Epidémiologie de l'a. pathogène
  - ▣ Objectif

# Sélection des types d'animaux ?

40

....Faut' il choisir (biais) ou tirer au hasard ?

□ Fonction de:

▣ Réceptivité des catégories d'animaux

▣ Objectif / indicateurs choisis

■ Échantillonnage aléatoire

■ Échantillonnage non probabiliste

■ Voire appariement ...

■ Atteints/ indemnes

■ Exposés/ non exposés

Impliquer un épidémiologiste

# Attention



- En français

## Échantillon

- ▣ = un prélèvement (prélevé sur un animal et placé dans un contenant)
- ▣ = un ensemble d'individus recruté dans une étude

# Comment obtenir les échantillons\* ?

42

- Fonction de :
  - ▣ A. pathogène visé
  - ▣ Animal visé
  - ▣ Le (les) tests

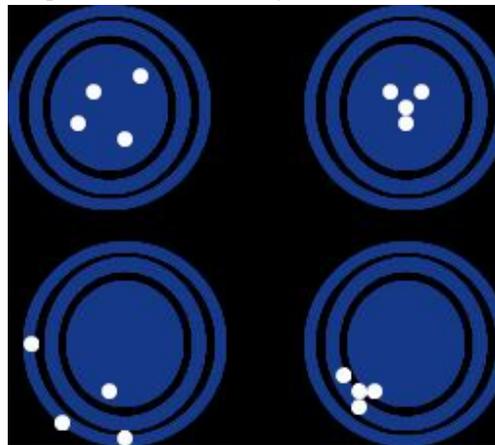
\* = *Prélèvements faits sur les animaux échantillonnés*

# Biais (de recrutement)

43

- Chance de tirer un individu dans le programme d'étude **est différente** de la proportion des individus dans la population
- Représentativité de l'échantillon
- Si on veut éviter les biais (et si on ne connaît pas la structure de la population) : **faire un échantillonnage aléatoire**

Accurate not  
Precise



Accurate and  
Precise

Not Accurate or  
Precise

Precise not  
Accurate

# *Post Scriptum*

- Effectif des individus échantillonnés (nombre) >> améliore la précision (détecter des maladies rares, comparer des zones ou des périodes avec une faible différence)
- Rien à voir avec la significativité!!!

# Scénario 1: Rage

45

- Au début de l'été 2014, un coyote (*Canis latrans*) a été trouvé mort dans le Parc National de Kejimikujik.
- La cause du décès a été identifiée comme étant la rage et le virus isolé est une nouvelle souche adaptée au coyote qui n'avait jamais été détectée dans un autre pays auparavant
- 4 autres coyotes ont été reconnus enragés



# Scénario 1: Rage

46

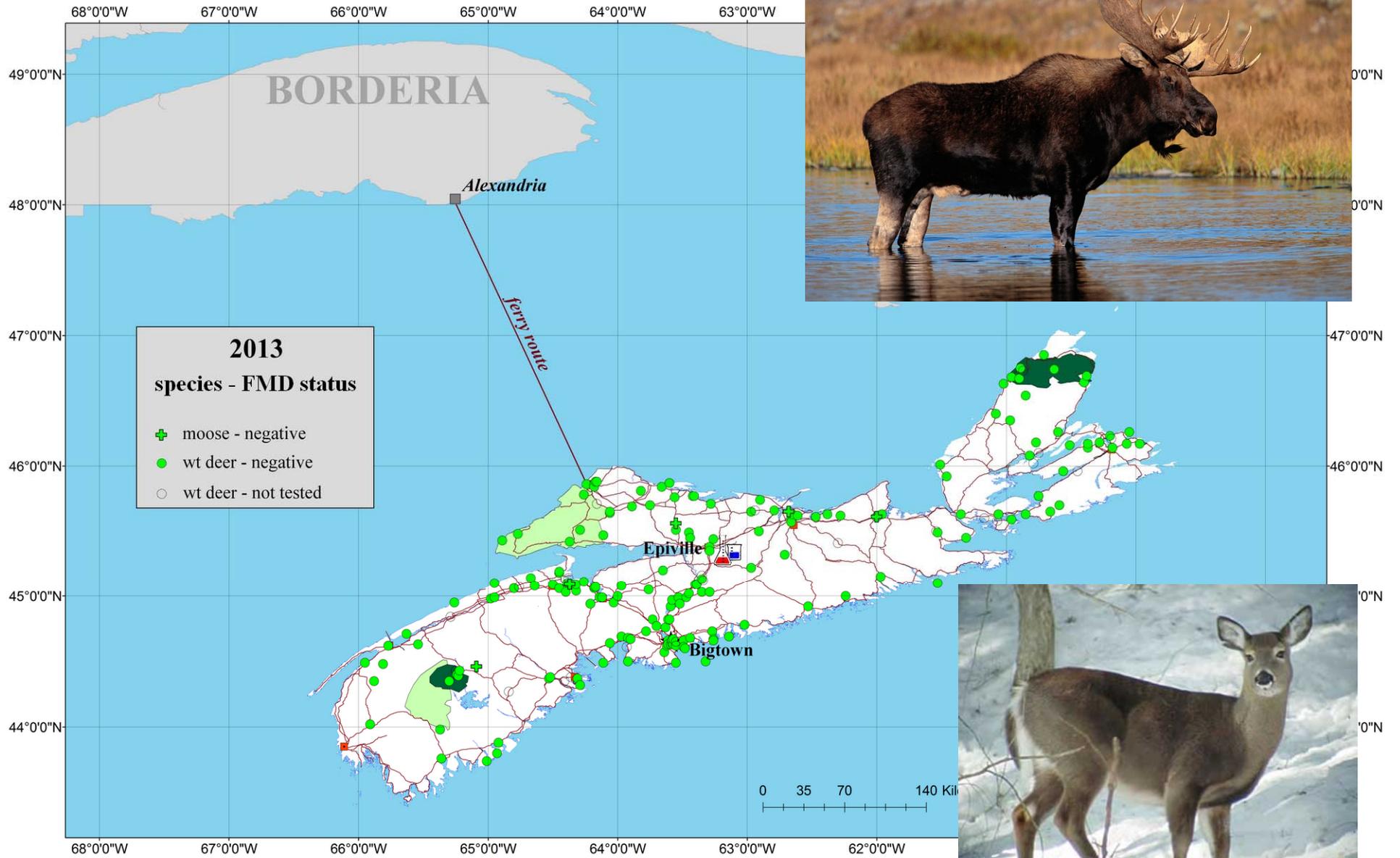
- ❑ On a signalé de nombreux coyotes au comportement anormal dans tout le sud-ouest d'Atlantis
- ❑ 2 chiens à Bigtown ont été euthanasiés car ils étaient suspects de rage et n'avaient jamais été vaccinés
- ❑ ...et 22 personnes dans Bigtown ont reçu un traitement après-exposition

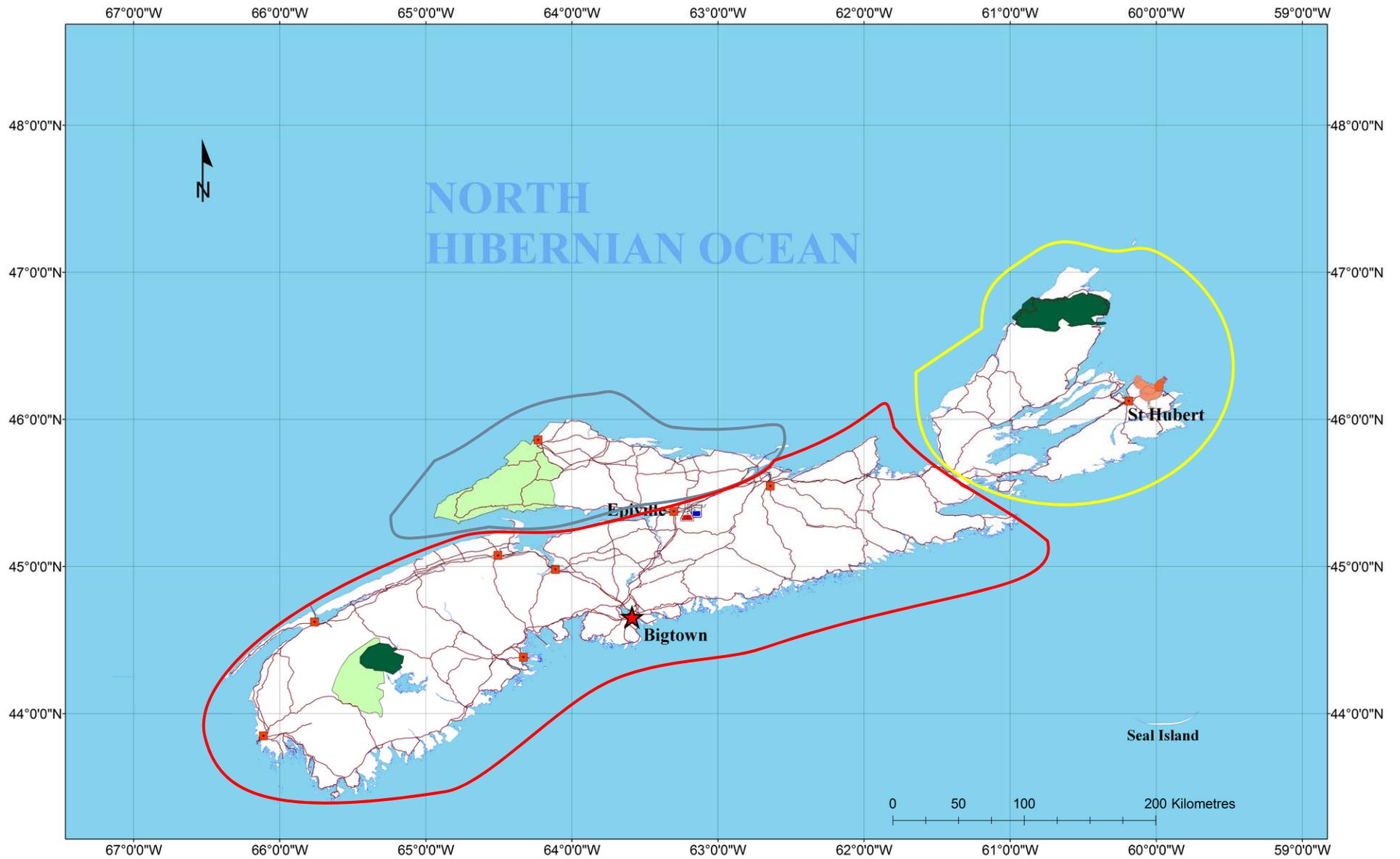


## Scénario 2: Fièvre aphteuse en Atlantis

47

- En 2012, la fièvre aphteuse (FA) a été détectée et confirmée sur un cerf à Borduria – situé sur l'autre rive de l'océan Ibérien par rapport à Atlantis.
- Puisque la FA pose un problème de santé du bétail, et au commerce, Atlantis a initié un programme de surveillance ciblée sur la FA dans la faune sauvage en 2013.





Unité de gestion des populations sauvages: Borderry   
 Cristolen   
 Mellen 

# Bilan: surveillance ciblée à Atlantis

50

1. Erreurs dans les données ?
2. Tendances (temporelles) et patron (spatial)  
Autres...
3. Assez d'informations pour interpréter ?  
? Des biais ?
4. Principales découvertes du programme ?  
Comment les déclarer ?

# Bilan: surveillance ciblée à Atlantis

51

1. ? Atteindre les objectifs du programme ?
  - ▣ Données collectées ? (adéquates)
  - ▣ Comment améliorer le programme ?