

SURVEILLANCE DES MALADIES DES ANIMAUX AQUATIQUES

Charles Caraguel DVM MSc PhD MANZCVS (Epidemiologie)



Formation des points focaux nationaux pour
la santé des animaux aquatiques (Cycle IV)

8 - 10 juillet 2024 Tunis, Tunisie



Dr Prof Caraguel



Organisation mondiale
de la santé animale
Fondée en 1924

Accès en ligne au code aquatique

Code sanitaire pour les animaux aquatiques (2023)

Sommaire

	Préface
	Guide de l'utilisateur
	Glossaire
TITRE 1.	NOTIFICATION, MALADIES LISTÉES PAR L'OMSA ET SURVEILLANCE DES ANIMAUX AQUATIQUES
Chapitre 1.1.	Notification des maladies et communication des informations épidémiologiques
Chapitre 1.2.	Critères d'inclusion des maladies des animaux aquatiques
Chapitre 1.3.	Maladies listées par l'OMSA
Chapitre 1.4.	Surveillance des maladies des animaux aquatiques
Chapitre 1.5.	Critères d'inclusion dans la liste des espèces sensibles à une infection par un agent pathogène spécifique

<https://www.woah.org/fr/ce-que-nous-faisons/normes/codes-et-manuels/acces-en-ligne-au-code-aquatique/>

CHAPITRE 1.4.

SURVEILLANCE DES MALADIES DES ANIMAUX AQUATIQUES

Article 1.4.1.

Objet

Le présent chapitre propose des orientations relatives aux approches en matière de *surveillance* qu'une *Autorité compétente* doit utiliser pour faire une *auto-déclaration d'absence de maladie* et conserver un statut indemne de maladie ou pour confirmer l'apparition d'une *maladie listée* ou d'une *maladie émergente*.

Article 1.4.2.

Introduction et champ d'application

Le présent chapitre permet d'aider une *Autorité compétente* à satisfaire aux exigences pour l'*auto-déclaration d'absence de maladie* au niveau d'un pays, d'une zone ou d'un *compartiment*, et pour la conservation du statut indemne, qui sont présentées dans chacun des chapitres spécifiques à des maladies. Il met également à disposition d'une *Autorité compétente* des orientations pour répondre aux exigences en matière de *notification d'une maladie listée* ou d'une *maladie émergente* conformément au chapitre 1.1.

Le présent chapitre n'est pas destiné à proposer des orientations techniques détaillées ayant trait à la conception ou à l'analyse de la *surveillance*. Les *Autorités compétentes* sont invitées à consulter les informations publiées et à solliciter l'expertise appropriée pour concevoir et analyser les programmes de *surveillance* qui répondent aux exigences du Code aquatique.

- 1) Les exigences générales relatives à un système de *surveillance* nécessaire pour étayer une *auto-déclaration d'absence de maladie* sont précisées aux articles 14.5. à 14.8.
- 2) Les critères utilisés pour établir les périodes spécifiées dans chacun des chapitres spécifiques à des maladies, durant lesquelles les *conditions élémentaires de sécurité biologique* doivent avoir été appliquées, ou pour la *surveillance ciblée* qu'il convient d'entreprendre avant de revendiquer un statut indemne, figurent dans les articles 1.4.9. et 1.4.10.
- 3) Les exigences relatives à chacune des quatre procédures régissant la revendication d'un statut indemne, et la conservation du statut indemne, sont introduites dans l'article 1.4.3. et décrites de manière détaillée dans les articles 1.4.11. à 1.4.15.
- 4) Les orientations en matière de conception des études visant à démontrer l'absence de *maladie*, et pour la combinaison de plusieurs sources d'informations issues de la *surveillance* sont présentées respectivement dans les articles 1.4.16. et 1.4.17.
- 5) L'article 1.4.18. contient les orientations relatives à la confirmation du diagnostic des *maladies listées* ou d'une *maladie émergente*.

S'agissant des recommandations sur la collecte d'échantillons et les méthodes de diagnostic appropriées pour la *surveillance* et le *diagnostic des maladies listées*, les *Autorités compétentes* doivent se référer au chapitre spécifique à une maladie pertinent figurant dans le Manuel aquatique. Le chapitre spécifique à une maladie pertinent du Manuel aquatique doit également être consulté pour obtenir les informations nécessaires relatives à l'épidémiologie et aux performances en matière de diagnostic des essais requis pour la conception du programme de *surveillance*.

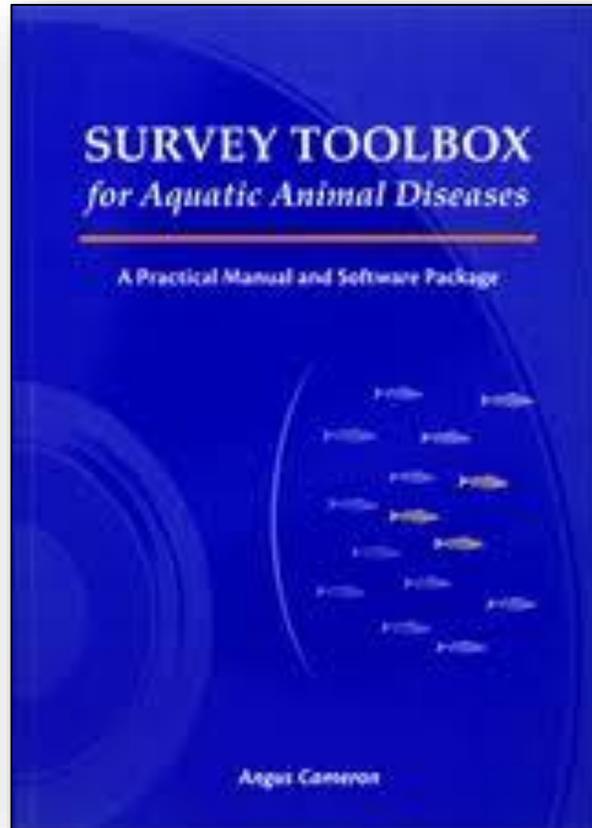
Article 1.4.3.

Procédures visant à démontrer l'absence de maladie

Les *Autorités compétentes* peuvent avoir recours à une des quatre procédures ci-dessous pour déposer une *auto-déclaration d'absence de maladie*. Chaque procédure décrit les circonstances et les exigences relatives à la santé des animaux aquatiques qui doivent être satisfaites pour qu'une *auto-déclaration* puisse être effectuée. Chacune de ces quatre procédures peut être utilisée ; une *Autorité compétente* doit toutefois présenter des éléments prouvant que

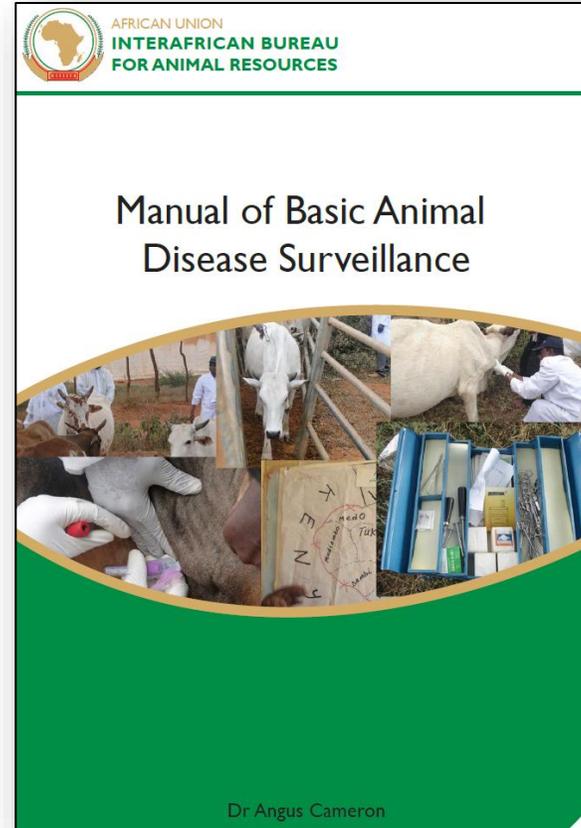
Manuels de Référence pour la Surveillance des Maladies Animales

2002



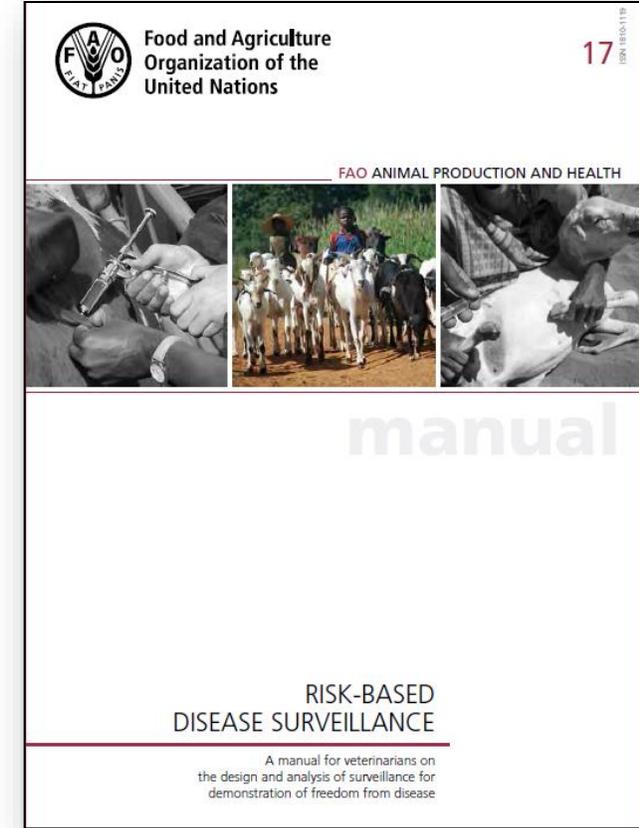
<https://www.aciar.gov.au/publication/books-and-manuals/survey-toolbox-aquatic-animal-diseases-practical-manual-and-software-package>

2013



https://www.au-ibar.org/sites/default/files/2020-10/doc_20160307_stsd_booklet_disease_reporting_ad_en.pdf&ved=2ahUKewjZ7sGC5Y6HAXWzTaQEHeaYDHUQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw3SPYLMlQpa87Ewj-h3Zcju

2014



<http://www.fao.org/3/a-i4205e.pdf>

Définitions de la 'Surveillance'

Organisation mondiale de la santé animale [2024](#)

désigne un ensemble de recherches menées systématiquement sur une population d'animaux [aquatiques] donnée en vue de détecter, à des fins de contrôle sanitaire, l'existence de maladies; ces recherches peuvent prévoir de soumettre une population à des examens.



[2013](#)

La mesure, la collecte, la compilation, l'analyse, l'interprétation et la diffusion systématiques (continues ou répétées) et en temps opportun des données sur la santé et le bien-être des animaux provenant de populations définies. Ces données sont essentielles pour évaluer les risques pour la santé animale et pour contribuer à la planification, à la mise en œuvre et à l'évaluation de la gestion des risques.

Etape 1 - La mesure, le prélèvement et la compilation des données sur la santé et bien-être des animaux

L' acquisition de données peut être:

Active - les données ont été collectées pour le seul but de la surveillance

Passive - les données ont été collectées pour des raisons autres

Surveillance passive ([OMSA, 2024](#))

désigne la surveillance de la santé des animaux aquatiques reposant généralement sur **les observations de signes cliniques ou comportementaux**, ou **sur une évaluation des données relatives à la mortalité ou à la production**, qui sont générées par un **système de détection précoce** ou sont issues d'autres informations qui sont mises à disposition de l'Autorité compétente.

Système de détection précoce ([OMSA, 2024](#))

désigne un système, tel que décrit dans l'article 1.4.7., qui permet d'assurer **la reconnaissance rapide** des signes qui évoquent une maladie listée ou une maladie émergente ou bien une mortalité inexplicée, dans des populations d'animaux aquatiques détenues dans un établissement d'aquaculture ou dans des populations sauvages d'animaux aquatiques, et de **notifier avec célérité** le fait observé à l'Autorité compétente, en vue de faire entreprendre, dans les plus brefs délais, les investigations nécessaires par les Services chargés de la santé des animaux aquatiques.

Définitions de la 'Surveillance'

Organisation mondiale de la santé animale 2024

désigne un ensemble de recherches menées systématiquement sur une population d'animaux [aquatiques] donnée en vue de détecter, à des fins de contrôle sanitaire, l'existence de maladies; ces recherches peuvent prévoir de soumettre une population à des examens.



2013

La mesure, la collecte, la compilation, l'analyse, l'interprétation et la diffusion systématiques (continues ou répétées) et en temps opportun des données sur la santé et le bien-être des animaux provenant de populations définies. Ces données sont essentielles pour évaluer les risques pour la santé animale et pour contribuer à la planification, à la mise en œuvre et à l'évaluation de la gestion des risques.

Apport/effort de surveillance (inputs)

Etape 1 - La mesure, le prélèvement et la compilation des données sur la santé et bien-être des animaux
L' acquisition de données peut être:
Active - les données ont été collectées pour le seul but de la surveillance
Passive - les données ont été collectées pour des raisons autres

Produit de la surveillance (outputs)

Etape 2 - L' analyse, l'interprétation et la diffusion des données
Peut inclure l' évaluation de la performance de la surveillance

Aboutissement de la surveillance (outcomes/impacts)

Etape 3 - La planification, à la mise en œuvre et à l'évaluation de la gestion (**actions**) des risques

Les buts de la 'Surveillance'



2013

L'infection est considérée comme
ABSENTE

L'infection est considérée comme
PRESENTE

Organisation mondiale
de la santé animale

**Auto-déclaration
d'absence**

**Détection
précoce**

**Estimer sa
prévalence, sa
distribution et
son impacte**

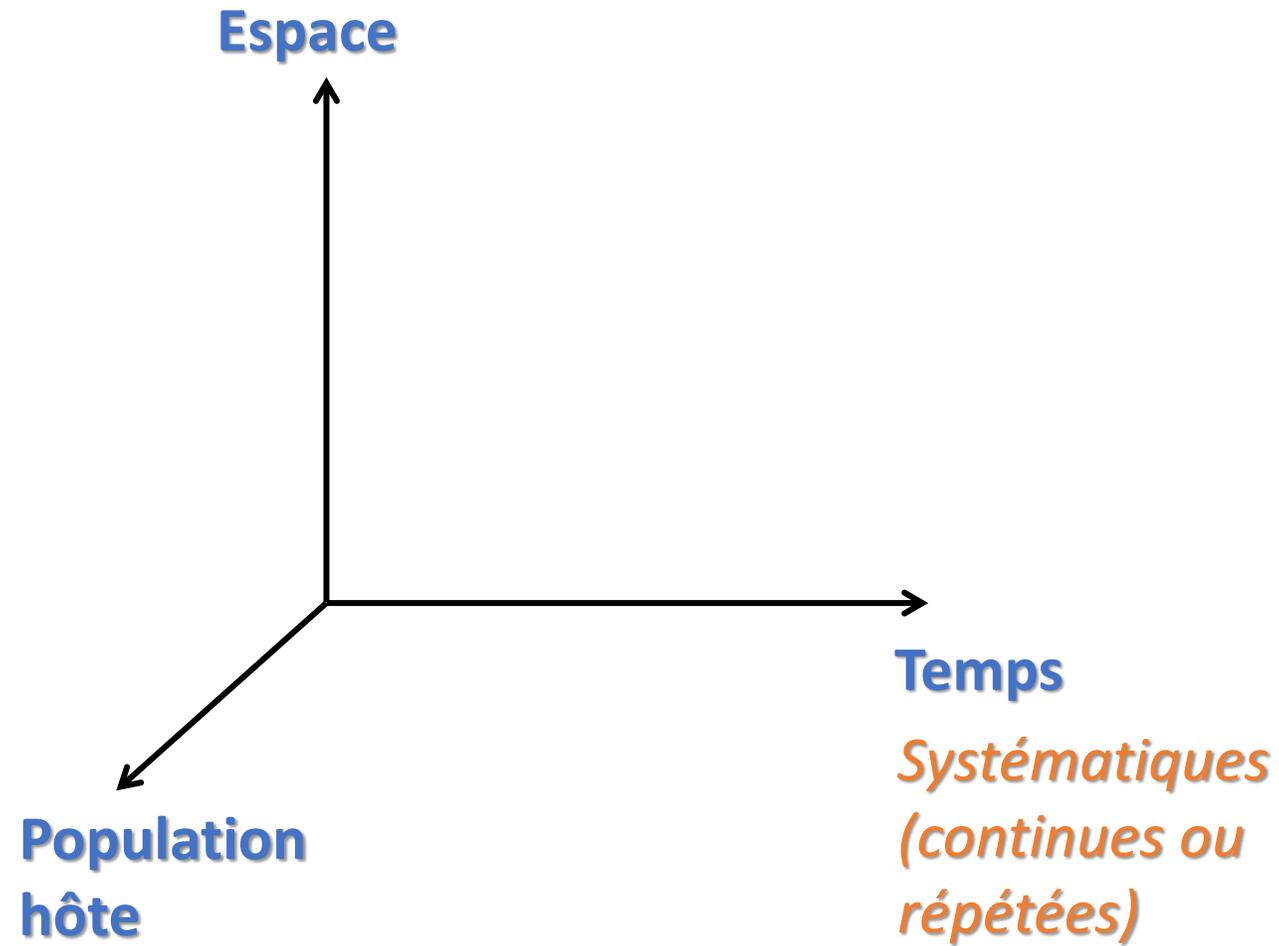
**Suivre ses
changements au
cours du temps**

**Suivre les
changements des
risques sanitaires
au cours du
temps**

**Trouver les
cas pour la
contrôler**

Absence d'espèces sensibles **Absence historique de maladie** **Surveillance ciblée** **Recouvrement du statut indemne**

La couverture de la 'Surveillance'



Les buts de la 'Surveillance'

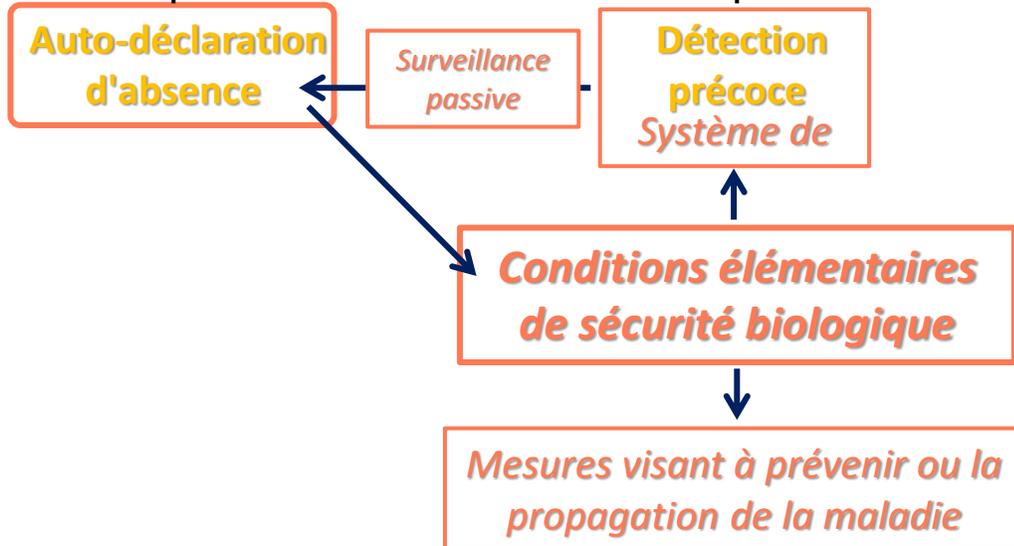


2013

La maladie est considérée comme
ABSENTE

La maladie est considérée comme
PRESENTE

Organisation mondiale
de la santé animale



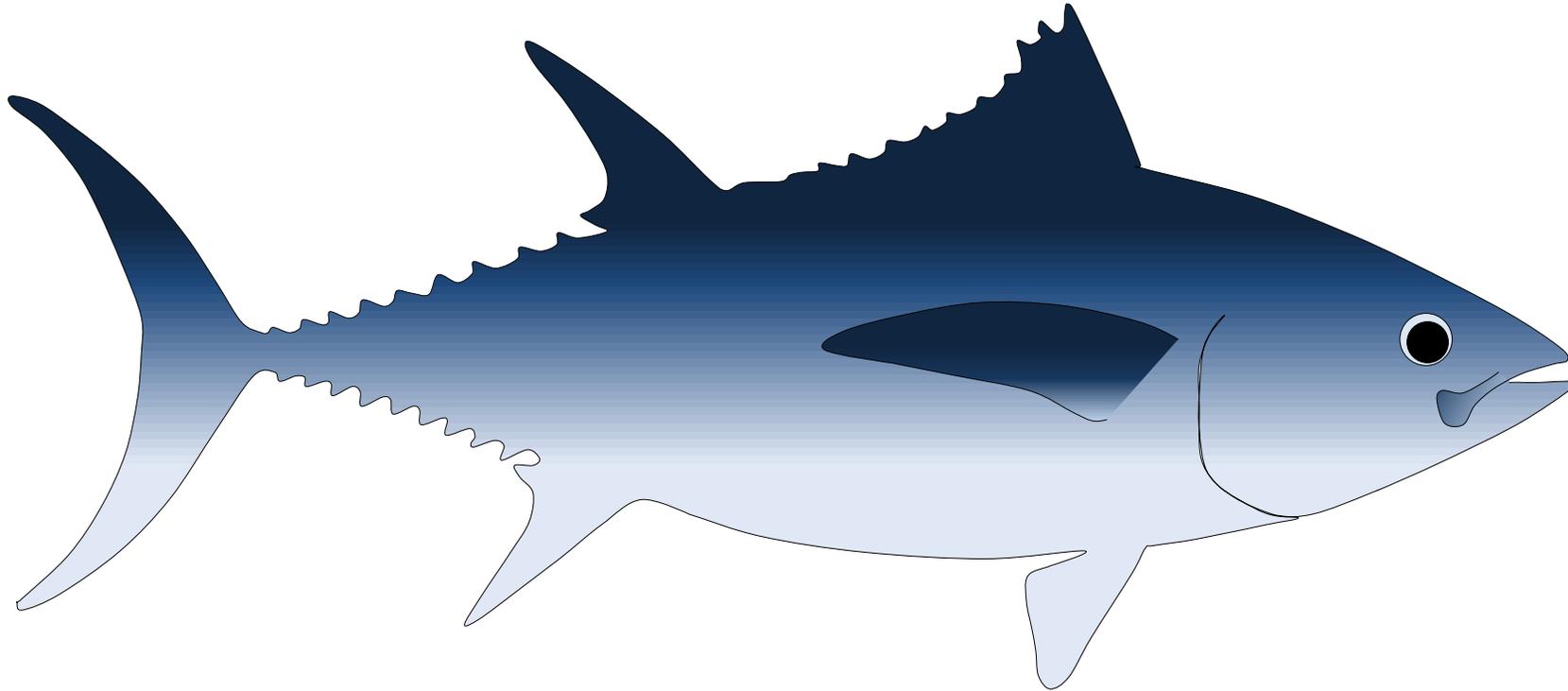
Estimer sa
prévalence, sa
distribution et
son impacte

Suivre ses
changements au
cours du temps

Suivre les
changements des
risques sanitaires
au cours du
temps

Trouver les
cas pour la
contrôler

Est-ce que ce thon rouge est infecté avec un virus?



Si le thon est infecté, au moins une de ses cellules est infectée

Détecter une infection chez un animal

Option A

Etape 1 - Prélever **toutes les cellules** du thon

Etape 2 - Tester chacune des cellules individuellement pour déterminer si l'une d'elles est infectée

Avantage: la couverture et la représentation du thon est **parfaite** (si une cellule est infectée, elle sera échantillonnée)

Inconvénient: très gourmand en ressources (argent, travail, temps) et en logistique -> **pas réaliste**

Option B

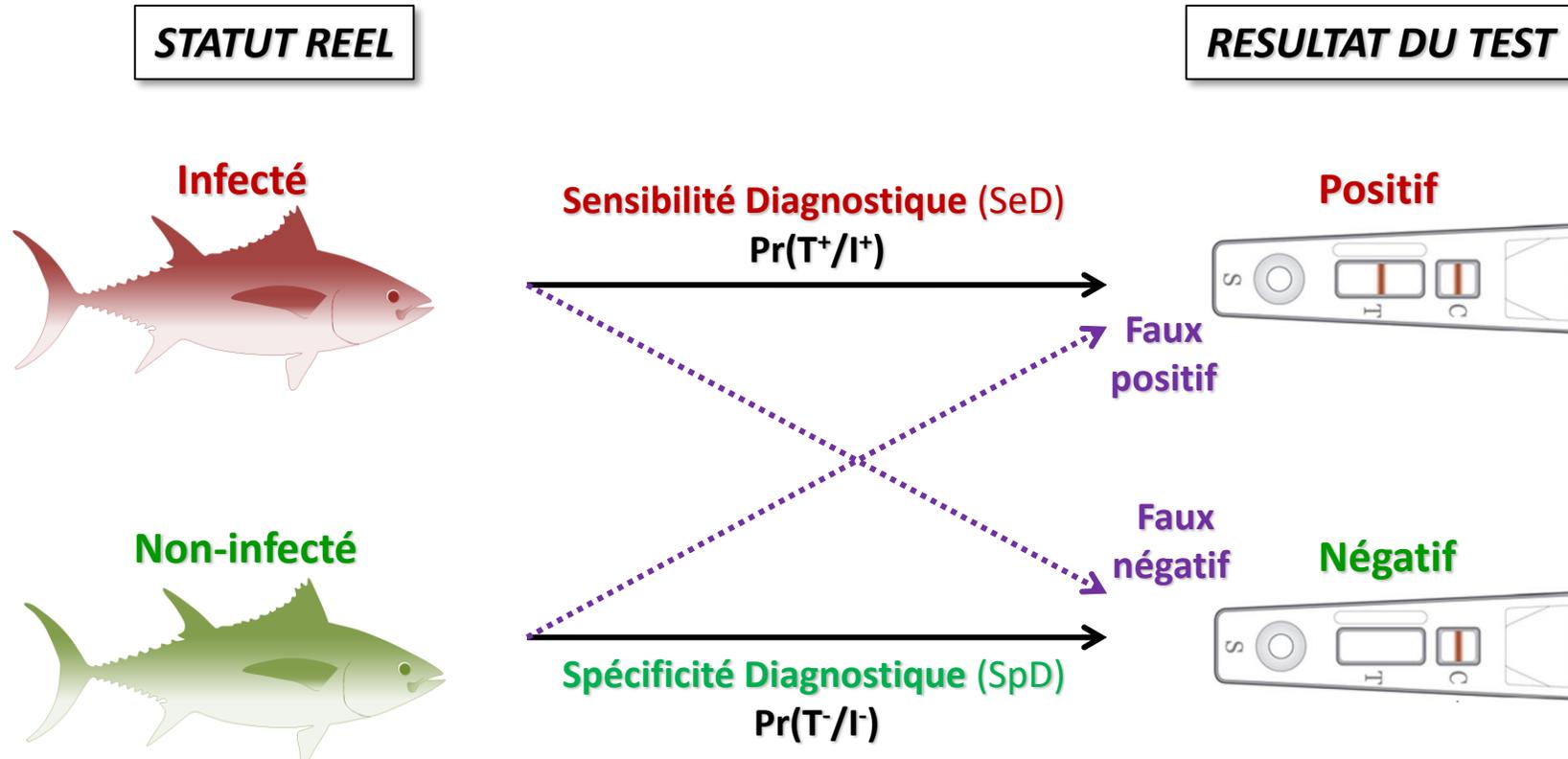
Etape 1- Prélever une fraction des cellules du thon (e.g., un morceau de tissu)

Etape 2- Tester les cellules prélevées pour déterminer si l'une d'elles est infectée

Avantage: **réaliste** en ressources et logistiquement

Inconvénient: la couverture et la représentation du thon est **imparfaite** (si le virus est présent dans le thon, il se peut qu'il ne soit pas prélevé et donc détecté)

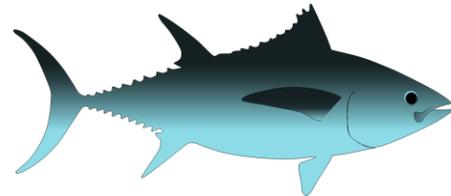
Performance de détection chez un animal



Perspective: Unité Epidémiologique

Echelle Individuelle

Patho-physiologie



Animal

Organe

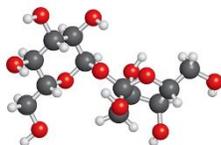


Tissu

Cellule



Molécules



Echelle de Population

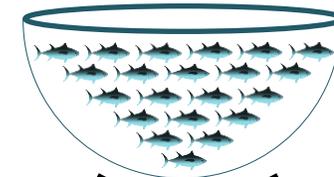
Epidémiologie

Région (zone)

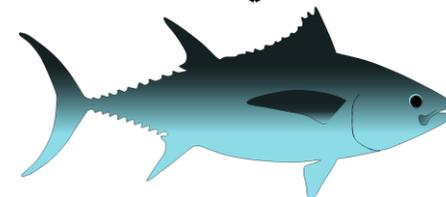
Pays



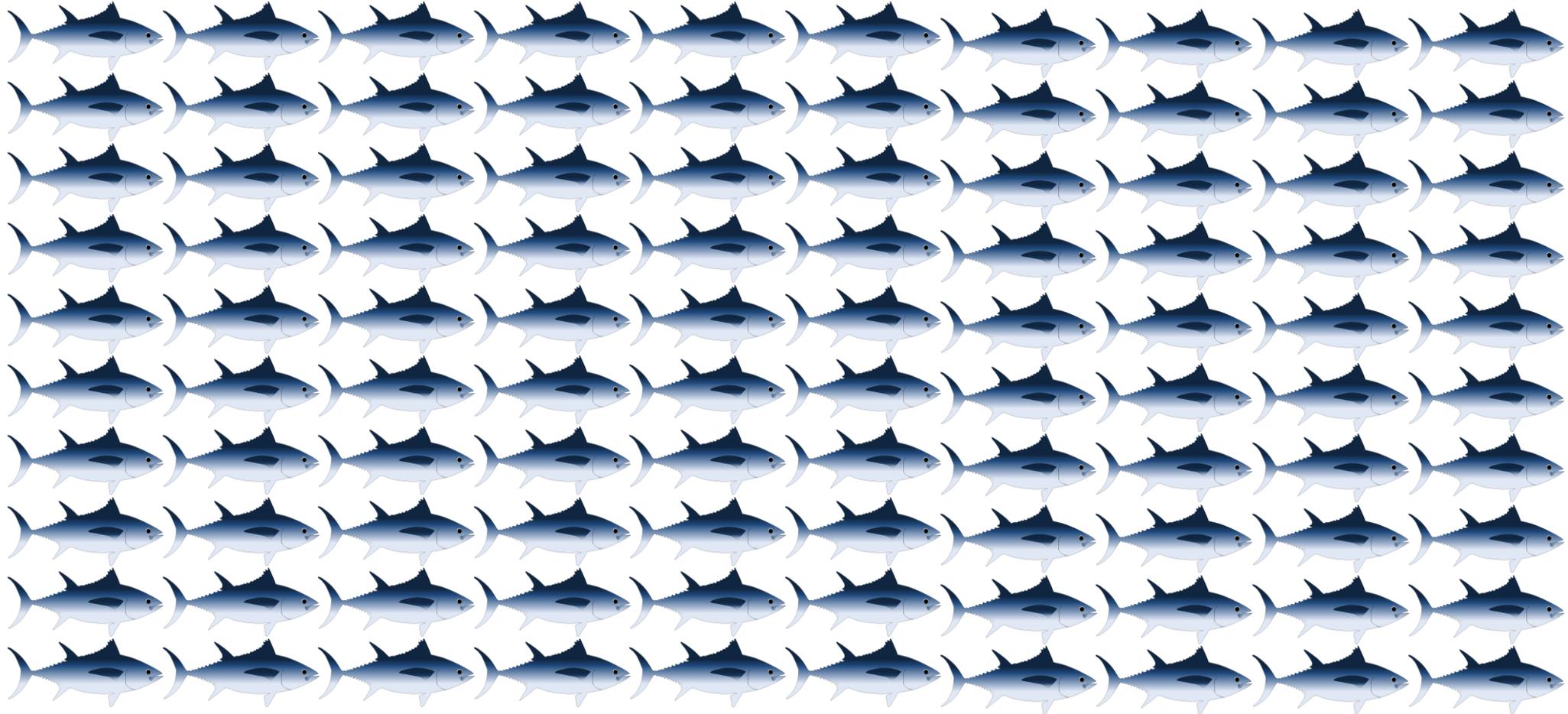
Ferme



Cage



Est-ce que ce banc de thons rouges est infecté avec un virus?



Si le banc est infecté, au moins un des thons est infecté

Détecter une infection dans une cage

Option A

Etape 1 - Echantillonner **tous les thons**

Etape 2 - Tester chaque thon individuellement pour déterminer si il est infecté

Avantage: la couverture et la représentation de la cage est **parfaite** (si un thon est infecté, il sera échantillonné)

Inconvénient: très gourmand en ressources (argent, labeur, temps) et en logistique -> **pas réaliste**

Option B

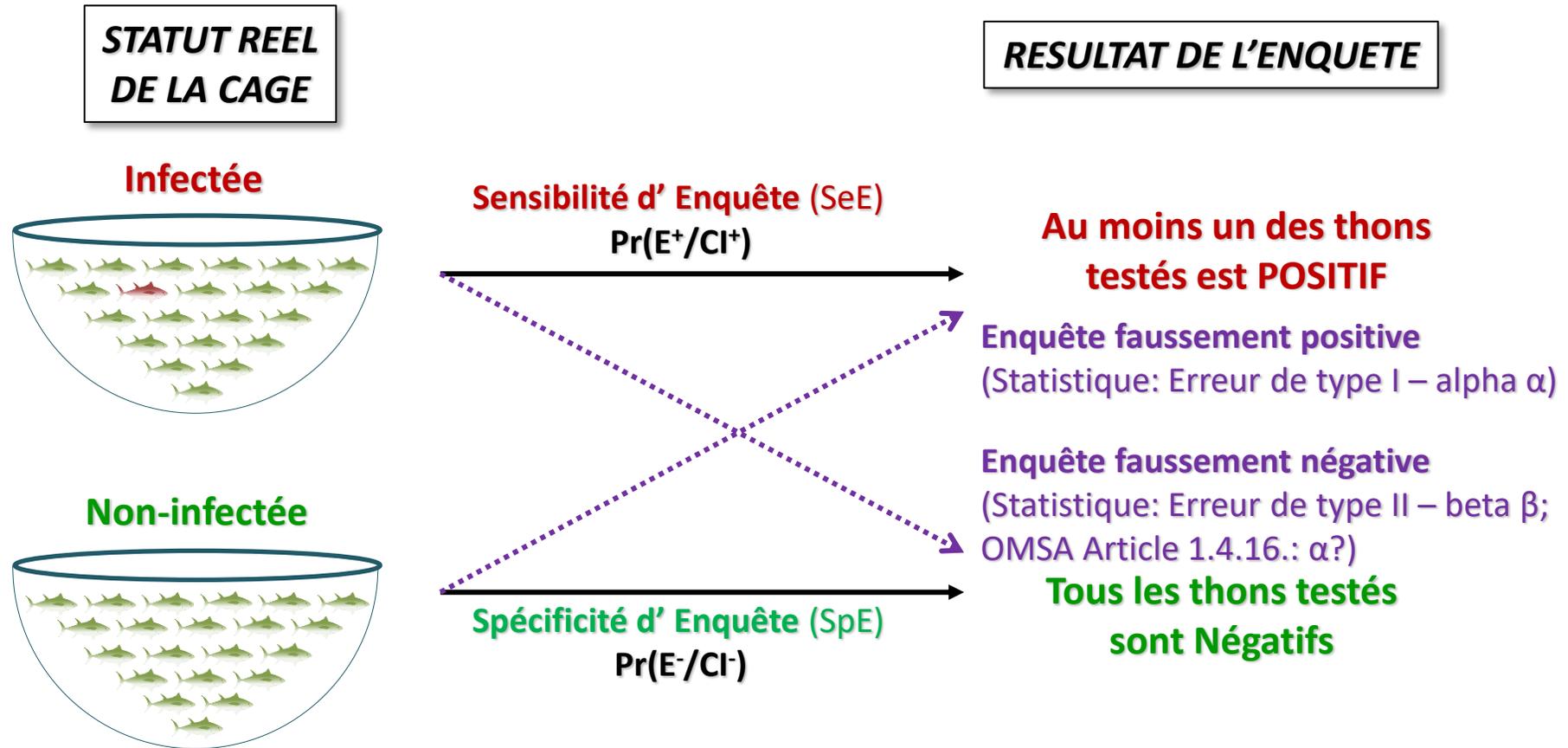
Etape 1- Echantillonner une fraction de la cage (i.e., quelques thons)

Etape 2- Tester les thons échantillonnés pour déterminer si l'un d'eux est infecté

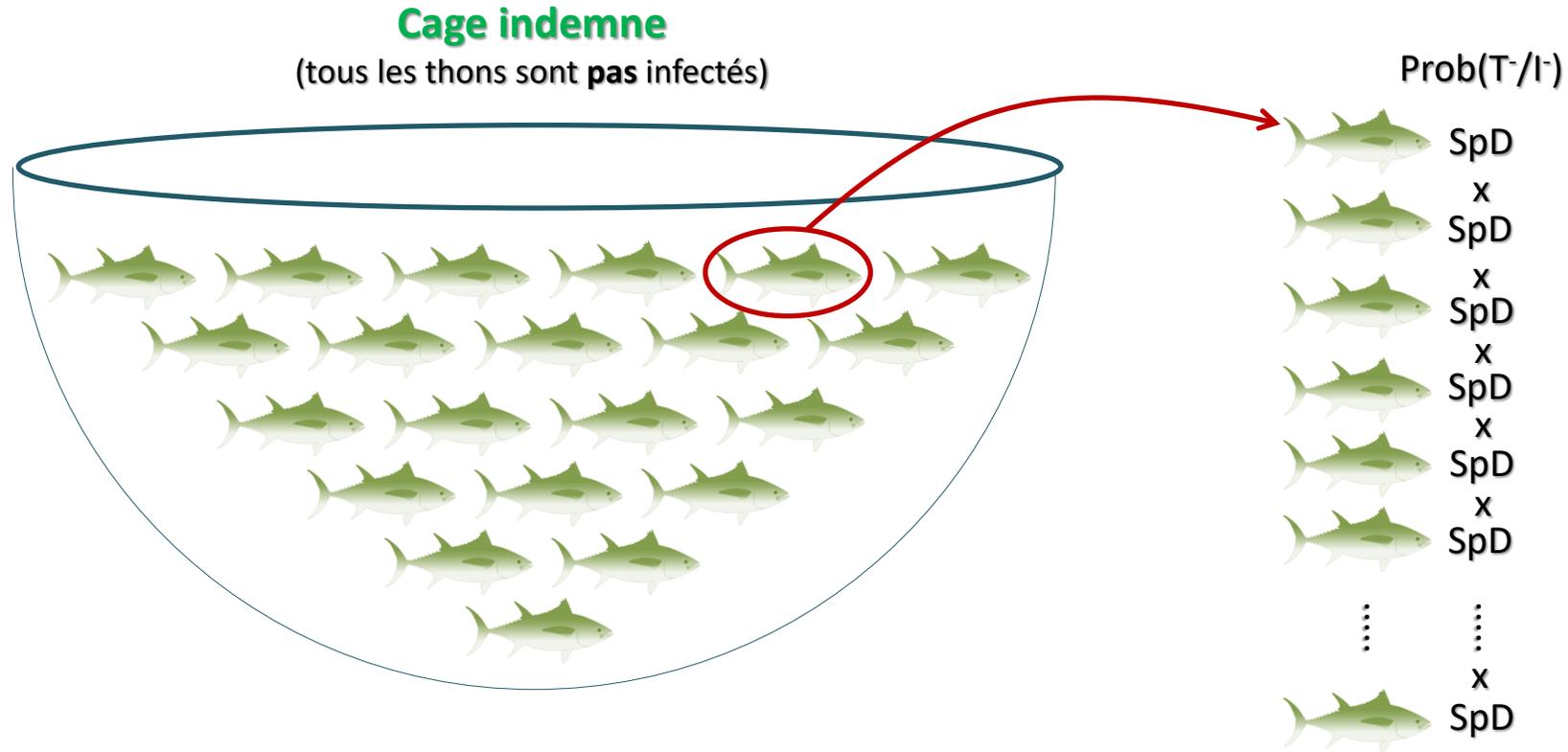
Avantage: **réaliste** en ressources et logistiquement

Inconvénient: la couverture et la représentation de la cage est **imparfaite** (si le virus y est présent, il se peut qu'il ne soit pas échantillonné et donc détecté)

Performance de détection d'une enquête



Spécificité d'une enquête (SpE)



$$\text{SpE} = \text{Prob}(\text{tous les } n \text{ thons échantillonnés } T^-/I^-) = \text{SpD}^n$$

$$\text{SpD} \uparrow \rightarrow \text{SpE} \uparrow$$

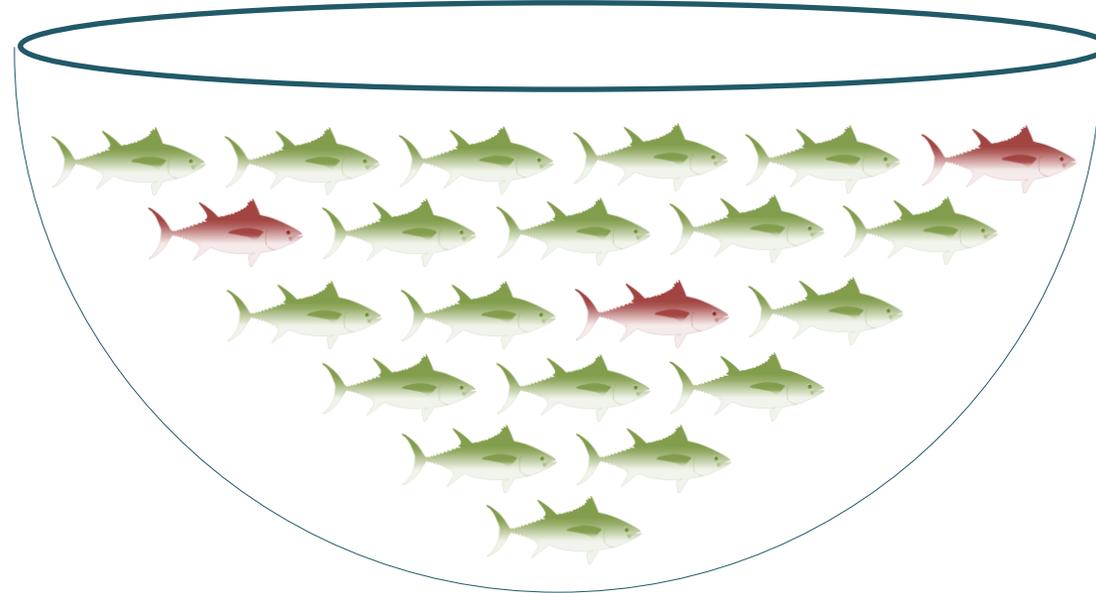
$$n \uparrow \rightarrow \text{SpE} \downarrow$$

*Plus on échantillonne de thons,
plus le risque d'au moins un faux positif augmente!*

Sensibilité d'une enquête (SeE)

Cage infectée

(au moins un des thons est infectée)



$$\text{SeE} = \text{Prob}(\text{au moins un } T^+/\text{CI}^+) = 1 - [1 - ((\text{Prev.} * \text{SeD}) + (1 - \text{Prev.}) * (1 - \text{SpD}))]^n$$

Les paramètres influençant la sensibilité d'une enquête

$$\text{SeE} = \text{Prob}(\text{au moins un T}^+/\text{CI}^+) = 1 - [1 - ((\text{Prev.} * \text{SeD}) + (1 - \text{Prev.}) * (1 - \text{SpD}))]^n$$

**Etape 1 –
Echantillonnage
d'individus**

&

**Etape 2 –
Prélèvement
et analyse**

n = la taille de l' échantillon

Prev. = prévalence de thons infectés dans la cage

SeD ↑ → **SeE** ↑

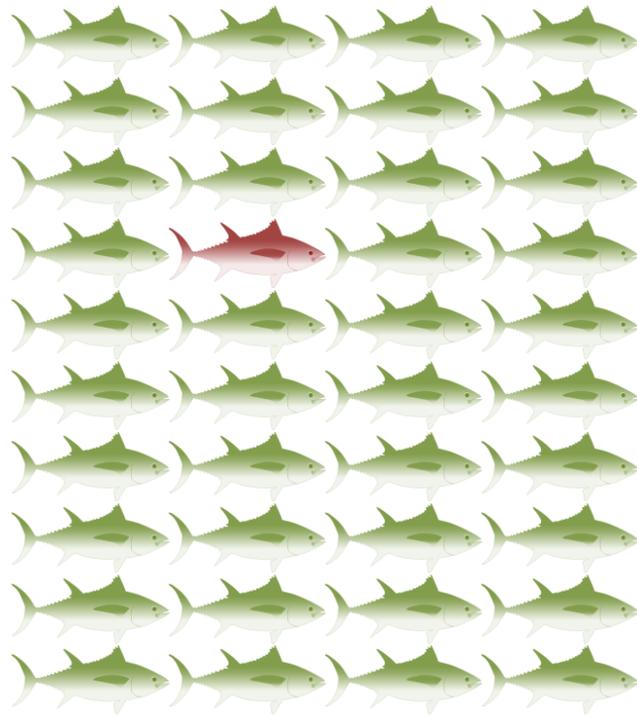
SpD ↑ → **SeE** ↓



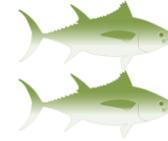
A/Prof Caraguel

Impact de la taille d'échantillon

Cage A – prévalence à 2.5%

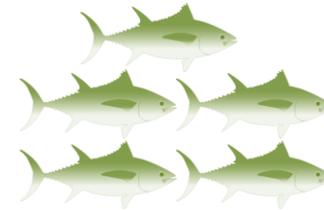


échantillonnage



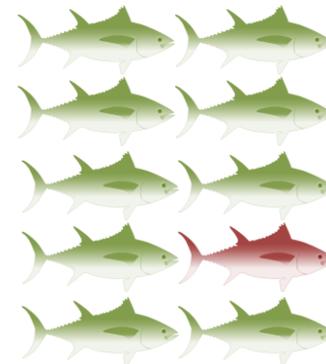
n = 2

Très improbable
d'échantillonner un infecté



n = 5

Improbable
d'échantillonner un infecté



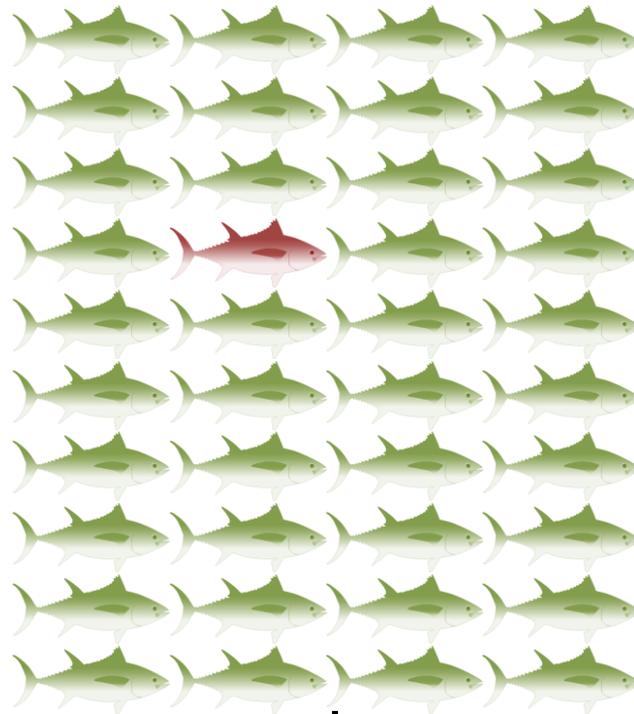
n = 10

Probable
d'échantillonner un infecté

Taille d'échantillon (n) ↑ → SeE ↑

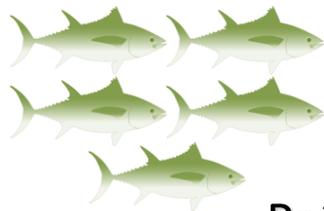
Impact de la prévalence

Cage A – prévalence à 2,5%



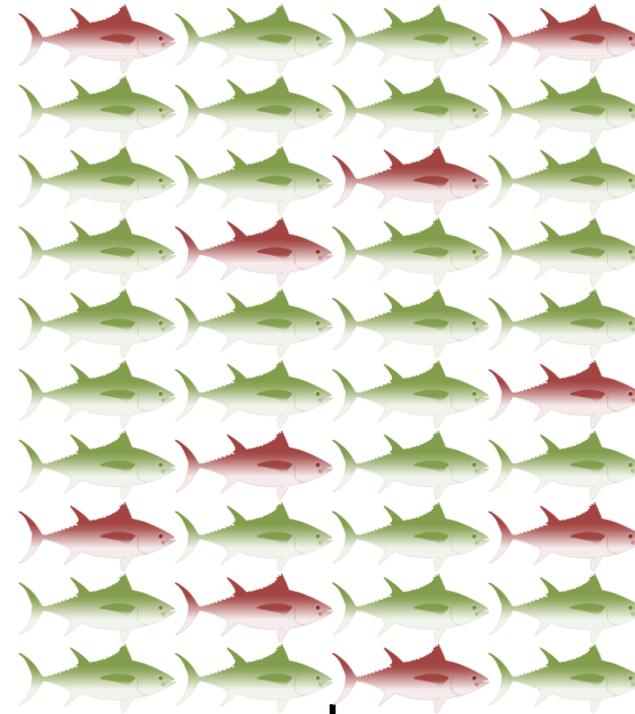
échantillonnage ↓

Improbable
d'échantillonner
au moins un
infecté



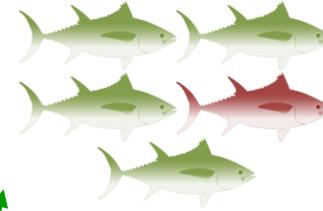
Prévalence ↑ → SeE ↑

Cage B – prévalence à 25%



échantillonnage ↓

Probable
d'échantillonner
au moins un
infecté



Calcul de la taille d'échantillon

Tableau 1.2. Taille des échantillons pour différentes prévalences attendues et différentes caractéristiques du test

Prévalence attendue (%)	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	Taille de l'échantillon	Nombre maximum de faux positifs si la population est indemne
2	100	100	149	0
2	100	99	524	9
2	100	95	1671	98
2	99	100	150	0
2	99	99	528	9
2	99	95	1707	100
2	95	100	157	0
2	95	99	542	9
2	95	95	1854	108
2	90	100	165	0
2	90	99	607	10
2	90	95	2 059	119
2	80	100	186	0
2	80	99	750	12
2	80	95	2 599	148
5	100	100	59	0
5	100	99	128	3
5	100	95	330	23
5	99	100	59	0
5	99	99	129	3
5	99	95	331	23
5	95	100	62	0
5	95	99	134	3
5	95	95	351	24
5	90	100	66	0
5	90	99	166	4
5	90	95	398	27
5	80	100	74	0
5	80	99	183	4
5	80	95	486	32

Tableau 1.2. Taille des échantillons pour différentes prévalences attendues et différentes caractéristiques du test

Prévalence attendue (%)	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	Taille de l'échantillon	Nombre maximum de faux positifs si la population est indemne
2	100	100	149	0
2	100	99	524	9
2	100	95	1671	98



La prévalence **minimale** présente si la maladie est **établie** dans la population cible.

Utiliser une valeur de 2% par défaut.



Les valeurs de sensibilité et spécificité diagnostique du test ou série de tests choisis.



La taille d'échantillon **minimum** pour atteindre une sensibilité d'enquête d'au moins 95%.



Le nombre maximum attendu de faux positifs si la population cible n'est pas infectée.

Les paramètres influençant la sensibilité d'une enquête

$$\text{SeE} = \text{Prob}(\text{au moins un T}^+/\text{CI}^+) = 1 - [1 - ((\text{Prev.} * \text{SeD}) + (1 - \text{Prev.}) * (1 - \text{SpD}))]^n$$

**Etape 1 –
Echantillonnage
de thons**

&

**Etape 2 –
Analyse des
prélèvements**

$n \uparrow \rightarrow \text{SeE} \uparrow$

$\text{Prevalence} \uparrow \rightarrow \text{SeE} \uparrow$

Cibler les individus les plus à risque d'être infectés (échantillonnage basé sur le risque)

$\text{SeD} \uparrow \rightarrow \text{SeE} \uparrow$

$\text{SpD} \uparrow \rightarrow \text{SeE} \downarrow$

Représentation d'échantillon

**Echantillonnage
représentatif (aléatoire)**

Le statut et la prévalence
de la **population cible**

=

Le statut et la prévalence dans
la **population échantillonnais**

Echantillonnage biaisé

Le statut et la prévalence
de la **population cible**

≠

Le statut et la prévalence dans
la **population échantillonnais**

**Echantillonnage basé
sur le risque d'infection**

Le statut et la prévalence
de la **population cible**

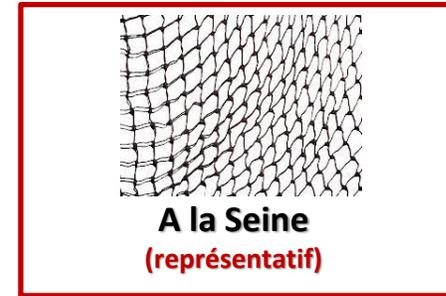
<

Le statut et la prévalence dans
la **population échantillonnais**

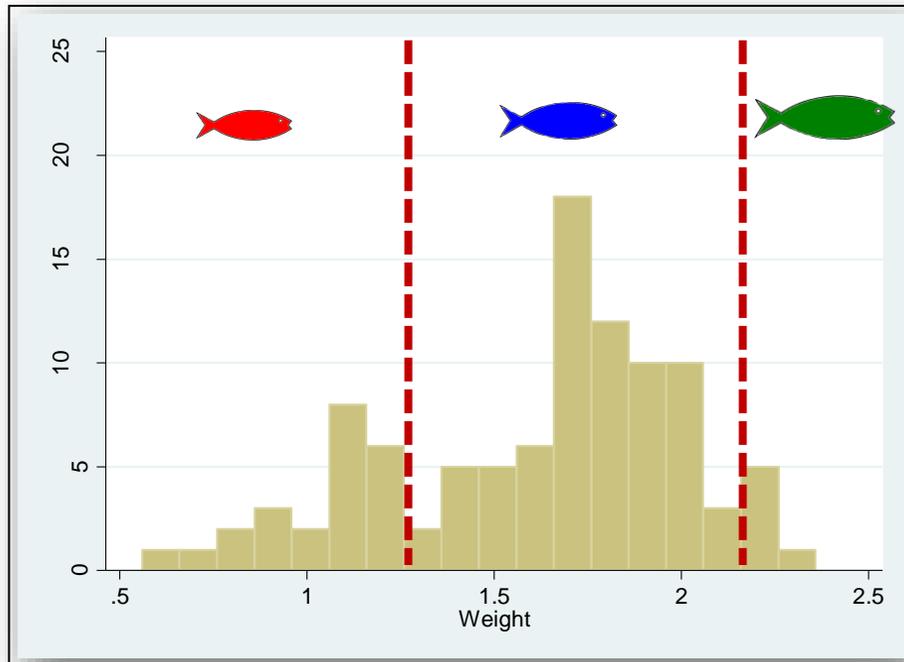
Exemple d'échantillon biaisé



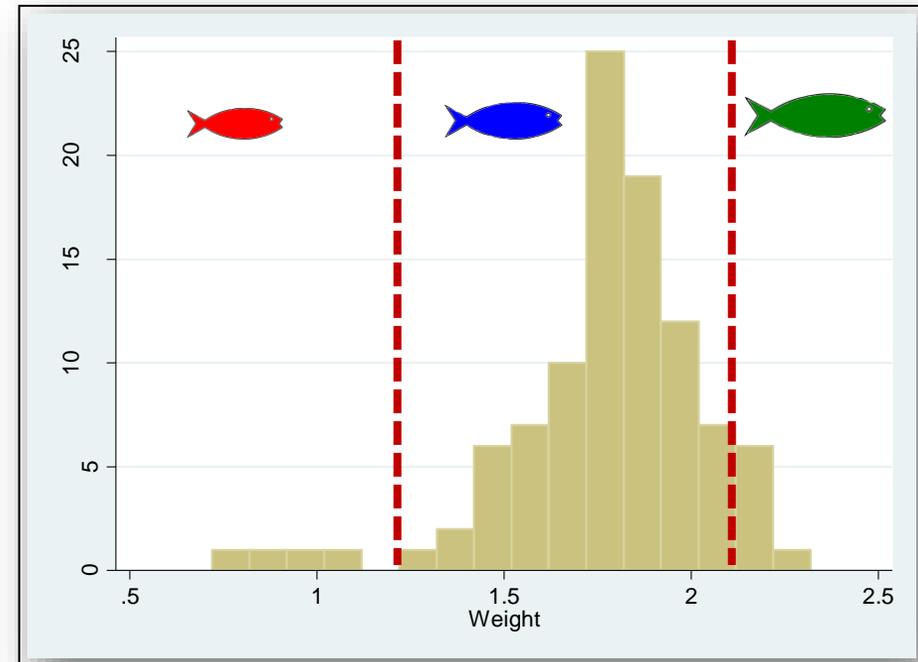
Modes
d'échantillonnage



Poids (Kg)



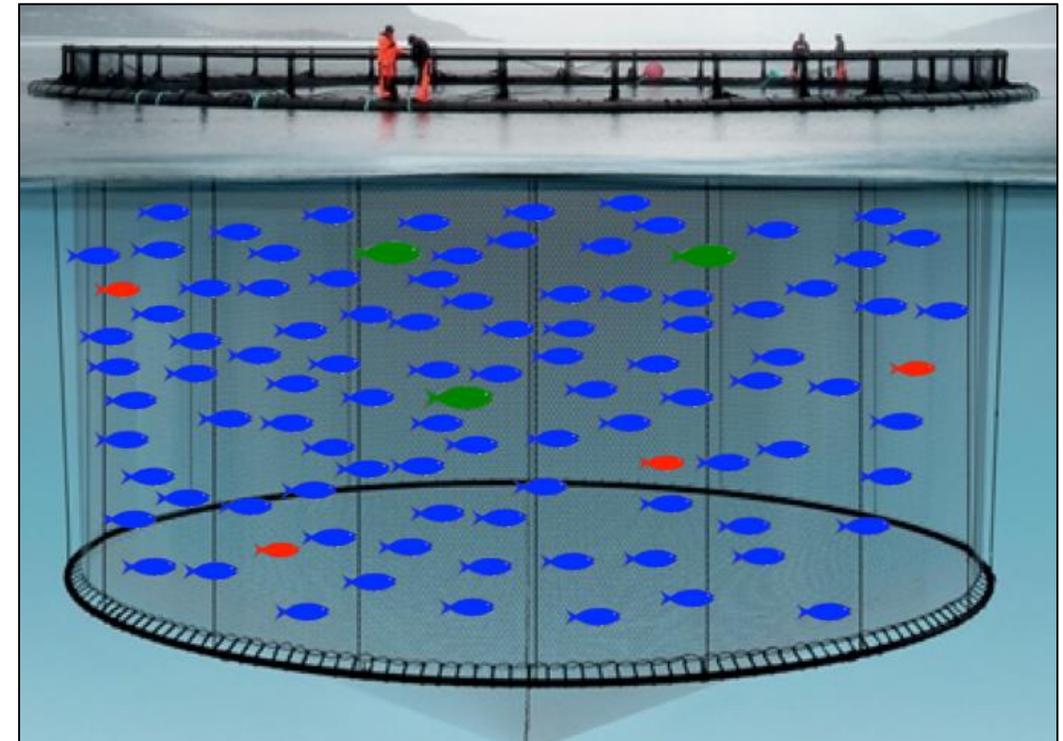
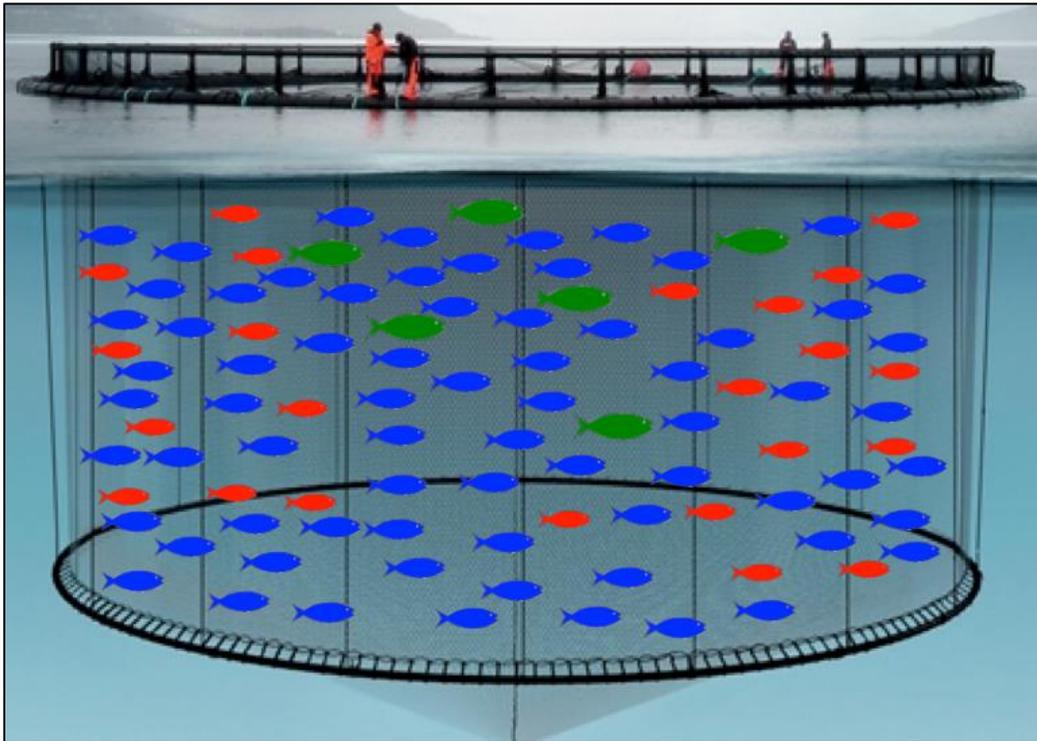
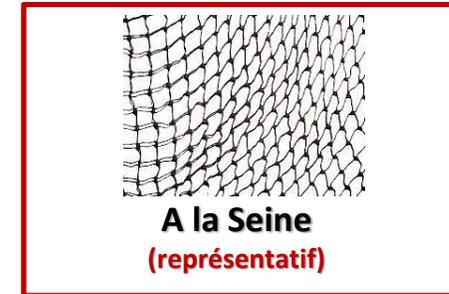
Poids (Kg)



Exemple d'échantillon biaisé



Modes
d'échantillonnage



Preuve en images



Evaluation de la Surveillance Passive

Epidemiol. Infect. (2014), **142**, 172–186. © Cambridge University Press 2013
doi:10.1017/S0950268813000484

Influences of farmer and veterinarian behaviour on emerging disease surveillance in England and Wales

<https://doi.org/10.1017/S0950268813000484>

W. H. GILBERT*, B. N. HÄSLER AND J. RUSHTON

Department of Veterinary Clinical Sciences, Royal Veterinary College, Hatfield, UK

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Preventive Veterinary Medicine

ELSEVIER

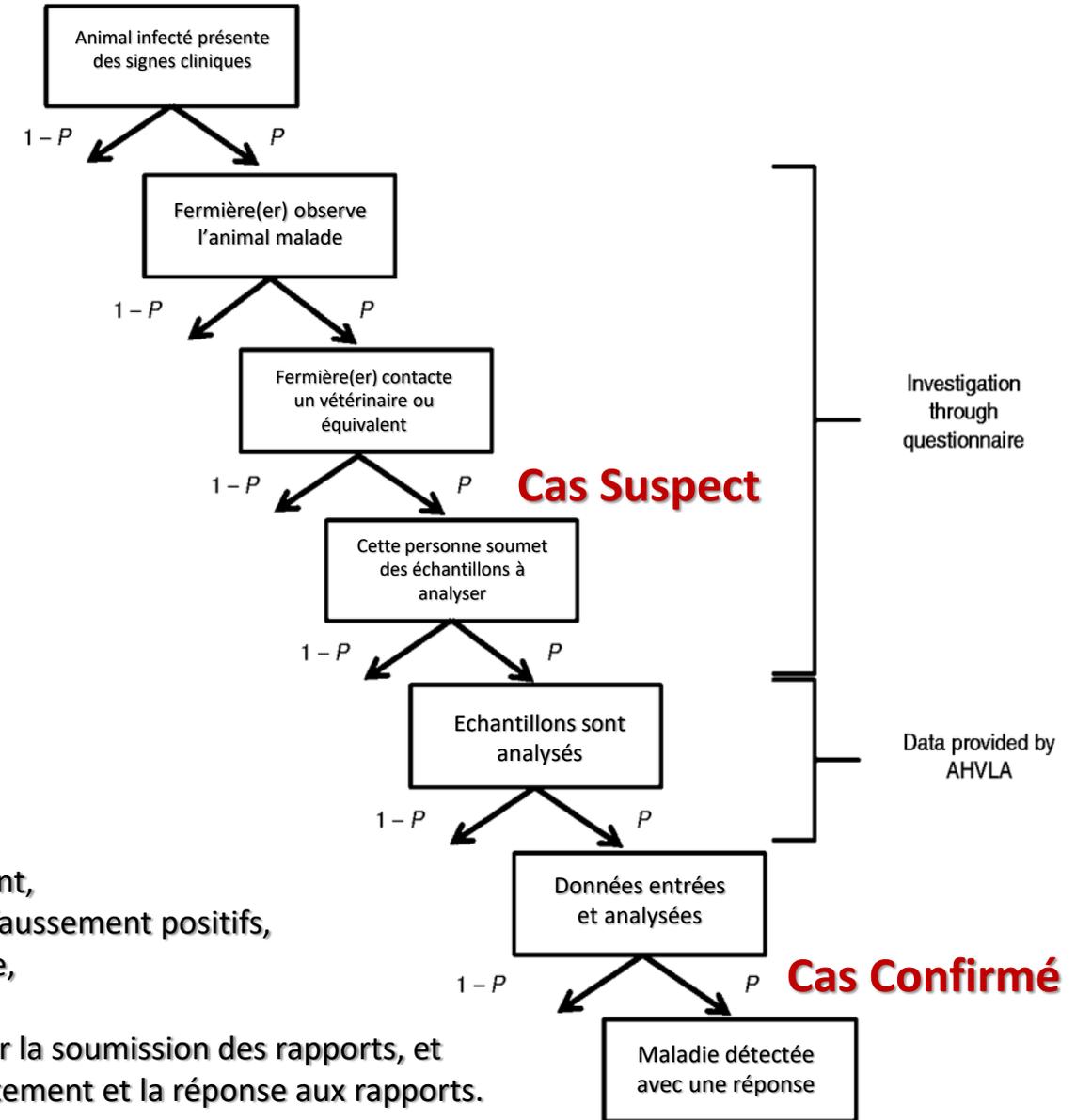
journal homepage: www.elsevier.com/locate/prevetmed

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105487>

Factors influencing the performance of voluntary farmer disease reporting in passive surveillance systems: A scoping review

M. Carolyn Gates^{a,*}, Lynsey Earl^b, Gareth Enticott^c

- (1) incertitude quant aux signes cliniques et aux situations qui justifient un signalement,
- (2) crainte quant aux conséquences sociales et économiques des rapports positifs et faussement positifs,
- (3) croyances négatives concernant l'efficacité et les résultats des mesures de réponse,
- (4) méfiance et l'insatisfaction à l'égard des autorités de santé animale,
- (5) l'absence d'incitations financières et non financières suffisamment attractives pour la soumission des rapports, et
- (6) une mauvaise connaissance des procédures impliquées dans la soumission, le traitement et la réponse aux rapports.



Interprétation du résultat de l'enquête

Les n poissons nécessaire ont été **échantillonnés & analysés**

Tous étaient négatifs

La population est considérée **indemne**
au moment de l'enquête.

La maladie peut être présente à une prévalence
en dessous de la *prévalence attendue*!

On assume qu'une faible prévalence n'est que
transitoire dans la population, i.e., la maladie
disparaîtra ou augmentera avec le temps.

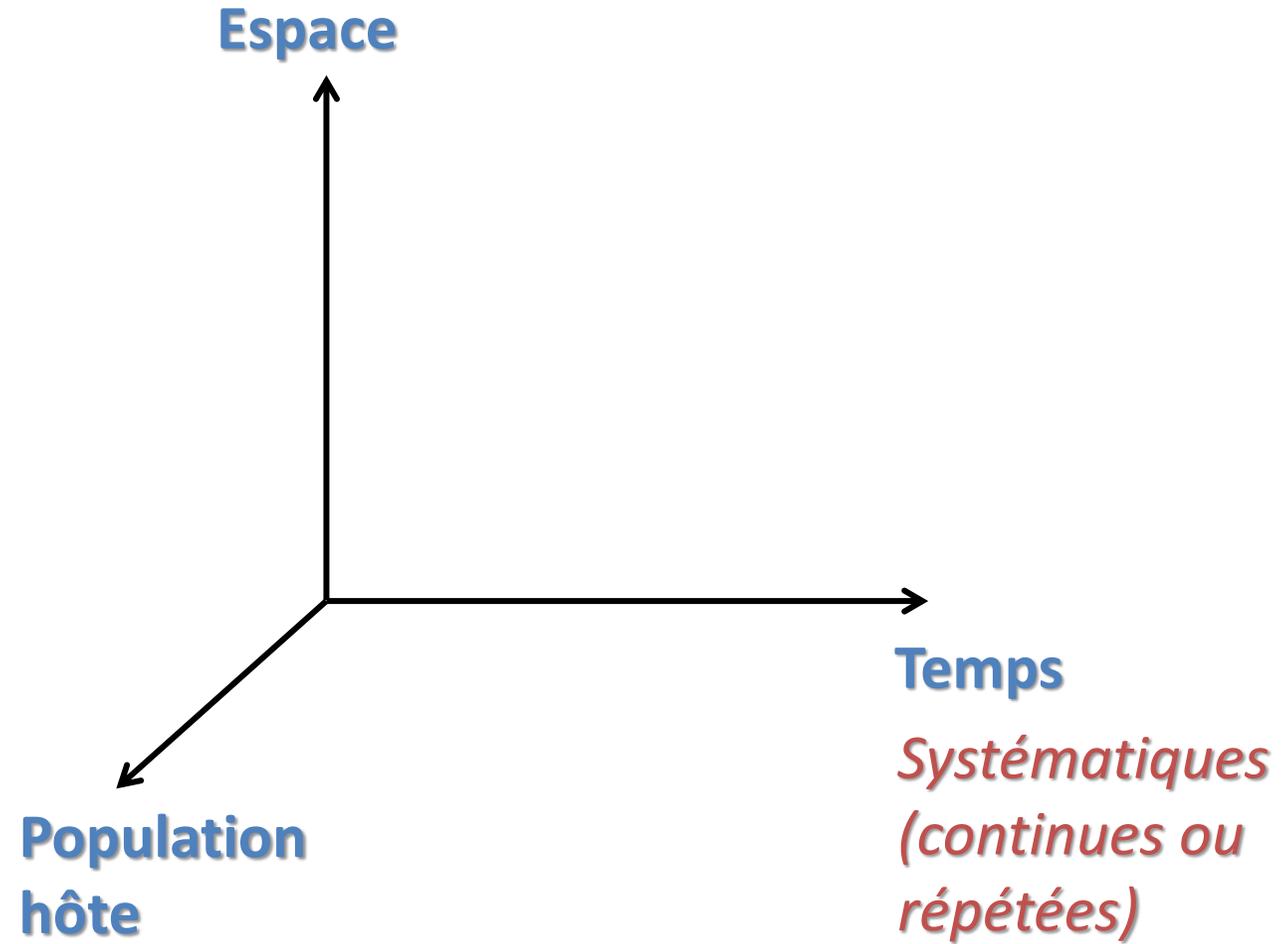
Au moins un était positif

La population n'est **pas indemne**
sauf si la spécificité de votre diagnostique et de
votre enquête n'est pas parfaite et le nombre de
positifs est inférieur au nombre maximum de faux
positifs si la population est indemne.

Tableau 1.2. Taille des échantillons pour différentes *prévalences* attendues et différentes caractéristiques du test

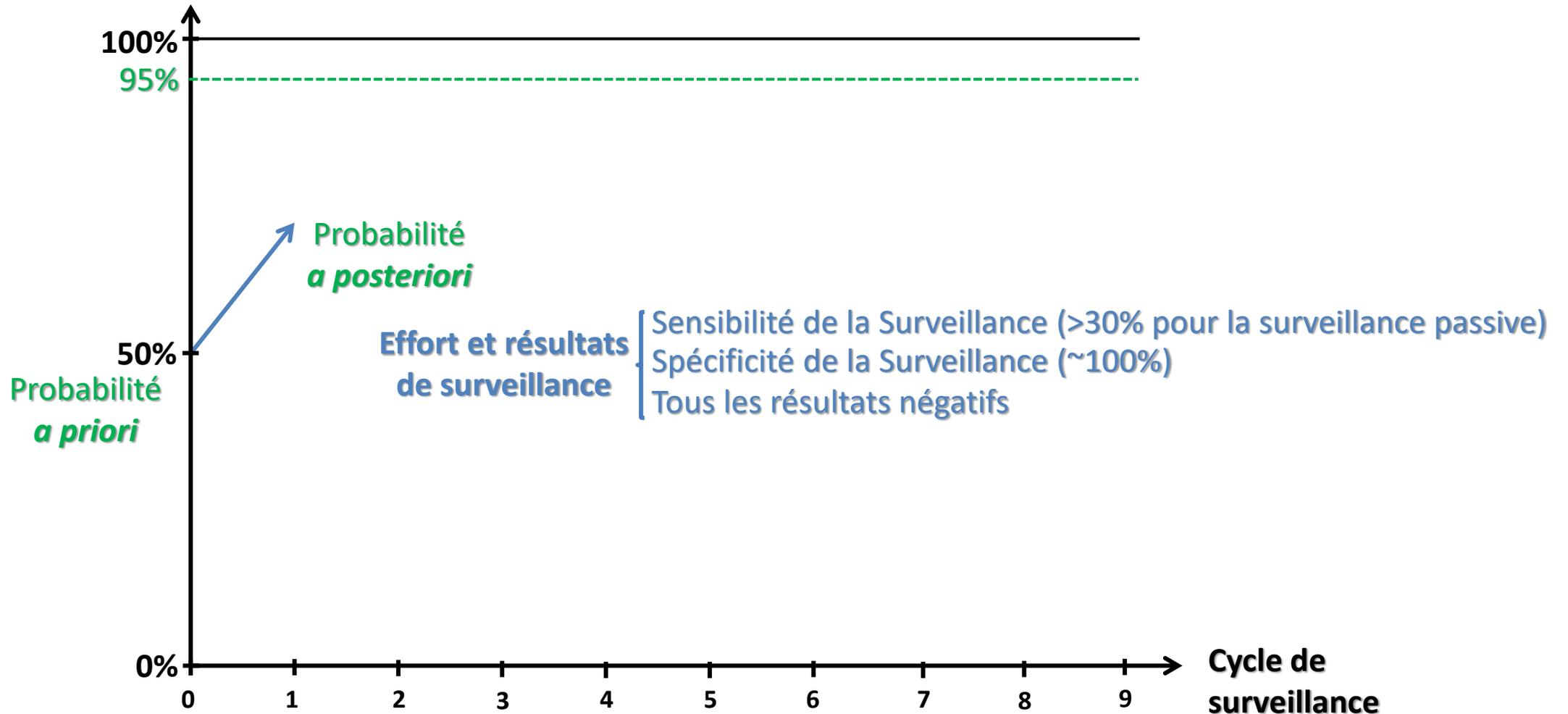
Prévalence attendue (%)	Sensibilité (%)	Spécificité (%)	Taille de l'échantillon	Nombre maximum de faux positifs si la population est indemne
2	100	100	149	0
2	100	99	524	9
2	100	95	1671	98

La couverture de la 'Surveillance'



Surveillance Cumulée

Probabilité de l'absence de maladie



Deux scenarios

FERME A

> Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Niveau de sécurité sanitaire (exclusion)

- > 10 étants (système semi-fermé)
- > Géniteurs & reproduction intégré
- > Pas de fermes voisines

n = 150 tilapias testés → tous négatifs

FERME B

> Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

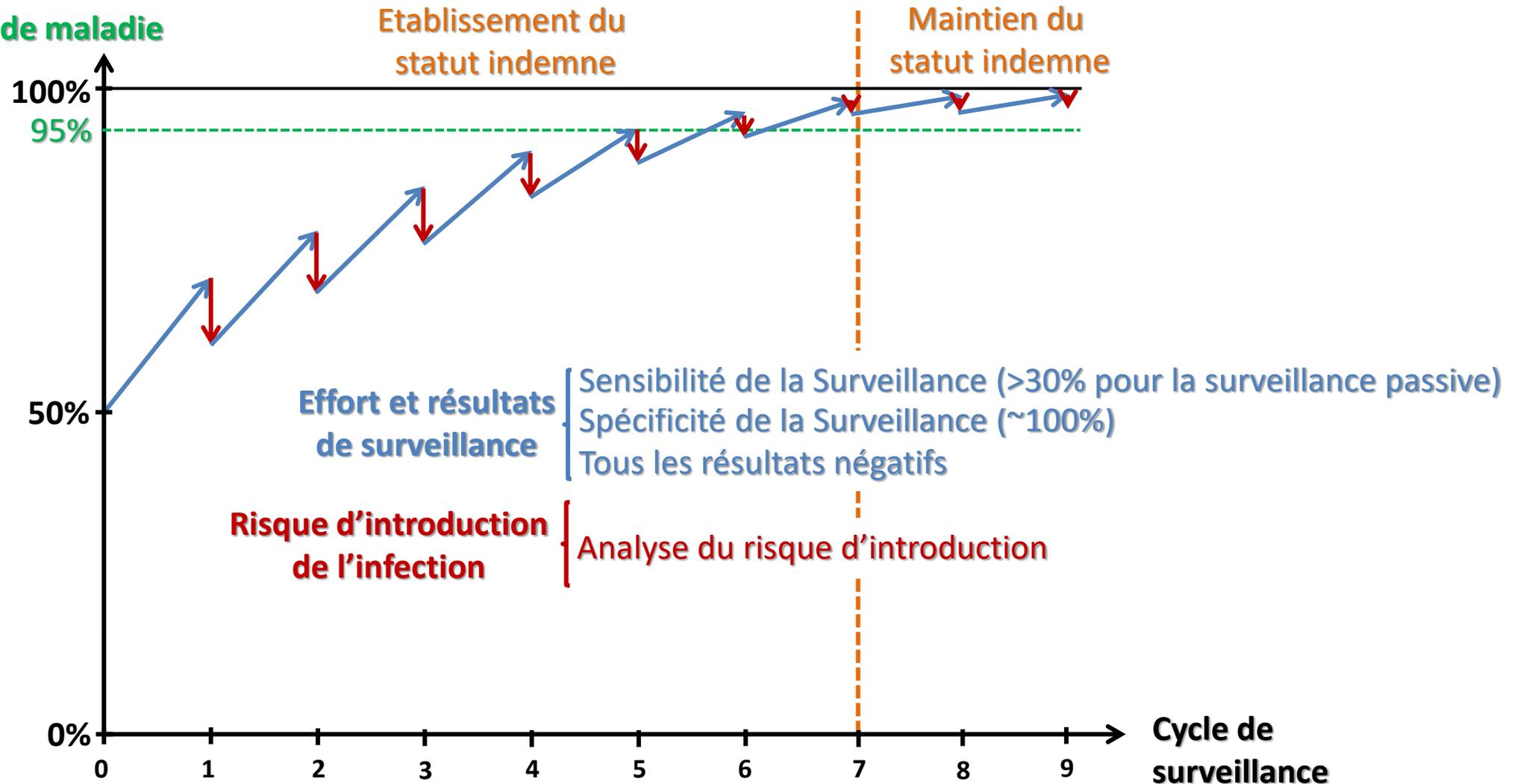
Niveau de sécurité sanitaire (exclusion)

- > 10 cages (système ouvert)
- > Achète des alevins en externe
- > Partage travailleurs et matériel avec fermes voisines

n = 150 tilapias testés → tous négatifs

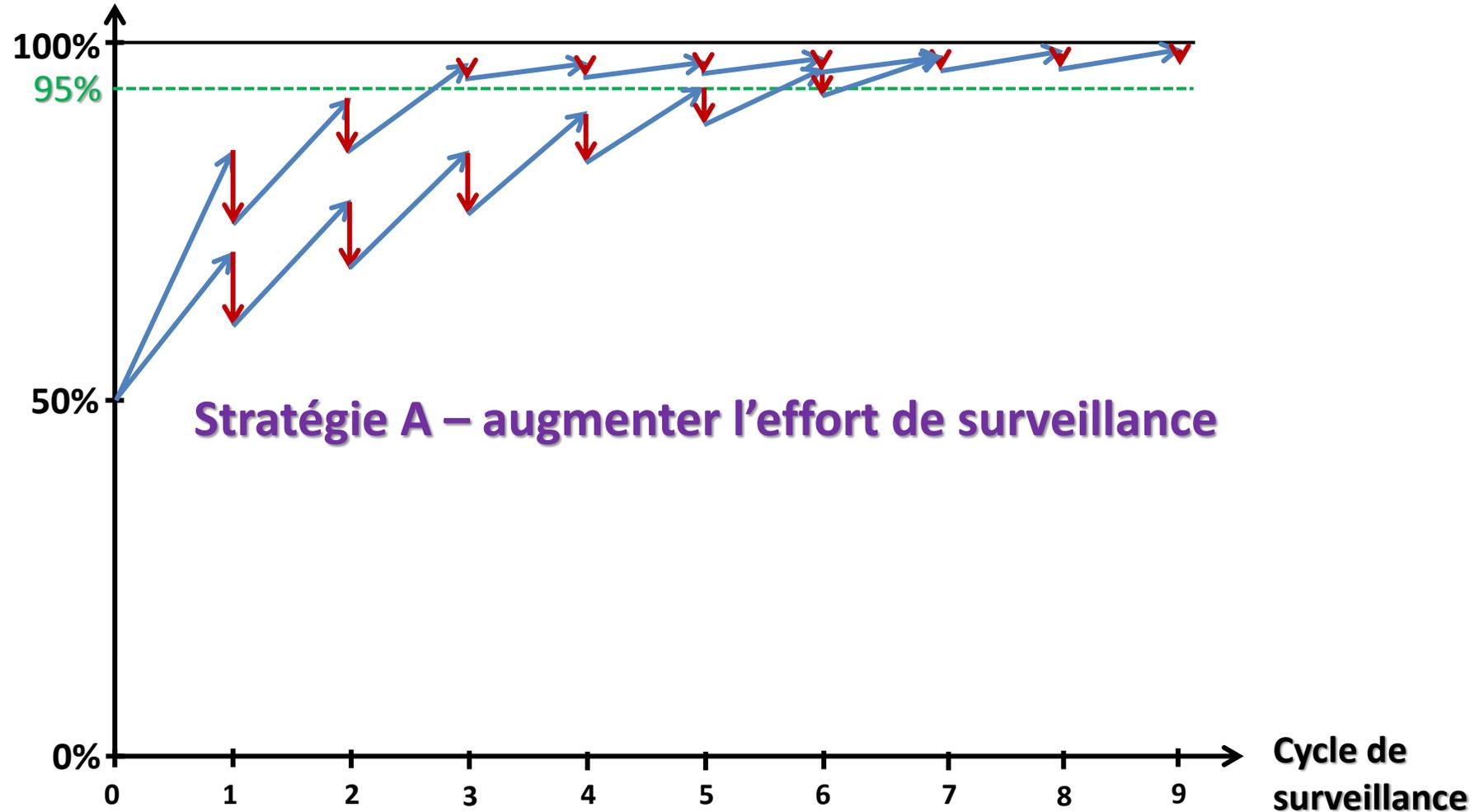
Surveillance Cumulée

Probabilité de l'absence de maladie



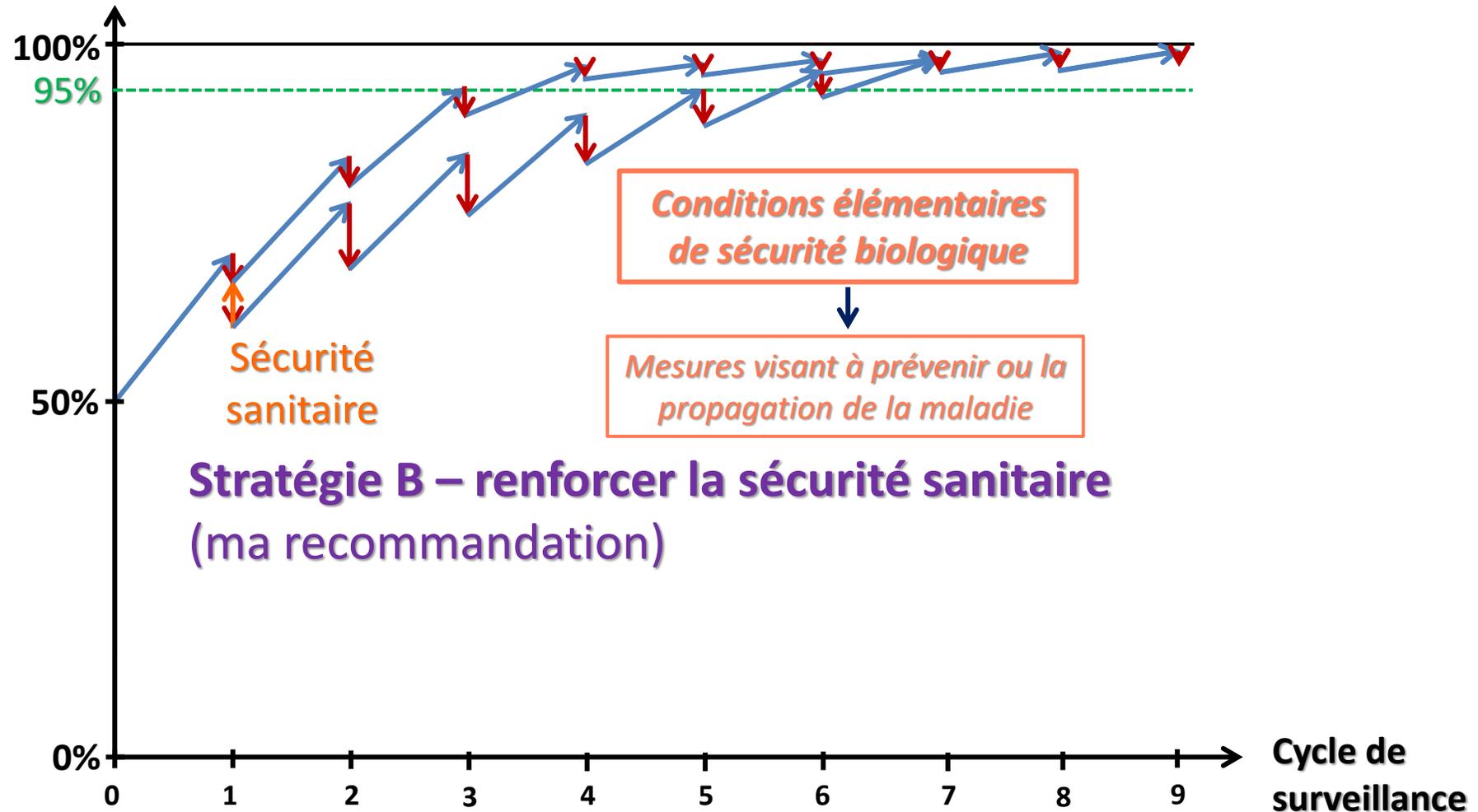
Surveillance Cumulée

Probabilité de l'absence de maladie



Surveillance Cumulée

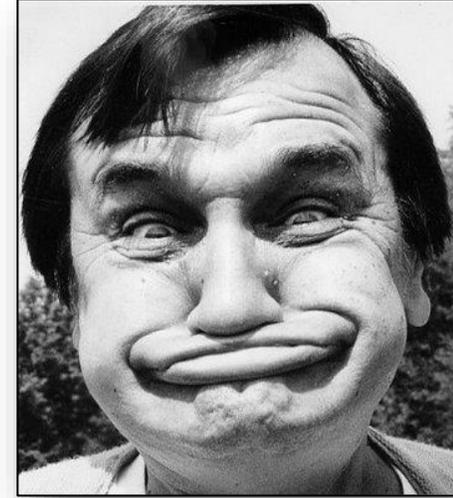
Probabilité de l'absence de maladie



Stratégie B – renforcer la sécurité sanitaire
(ma recommandation)

Concepts clés

1. Eviter les **enquêtes faussement positives** à tout prix – développer des protocoles de dépistage et de définitions de cas confirmés robustes (e.g., tester et interpréter en série – tous les tests doivent être positifs pour déclarer un animal positif)
2. Optimiser la **sensibilité de votre system de surveillance**:
 - La sensibilité diagnostique est importante mais pas autant que la **sensibilité de l' échantillonnage**
 - Une stratégie d' **échantillonnage basés sur les risques** d'infection est plus important que votre taille d' échantillon
 - Améliorer la couverture de votre surveillance avec de la surveillance passive optimisée
3. Facilitez votre tâche de surveillance à long terme en investissant dans des **mesures de sécurité sanitaire efficaces**



Thanks for your attention



Groupe A – feuille de route

Avec l'aide de vos collègues des points focaux voisins, vous êtes responsable de quantifier la sensibilité (probabilité qu'un système surveillance détecte une maladie si elle est présente) d'un *système de détection précoce* au cas où le **Virus du Tilapia Lacustre (TiLV)** s'introduit dans une de vos fermes de tilapias du Nile (*Oreochromis niloticus*). Cette information peut être utilisée pour évaluer la probabilité de votre pays d'être indemne du TiVL et documenter un dossier d'auto-déclaration.

Quelle que soit la maladie aquatique, un système de détection précoce se base principalement sur une *surveillance passive*, c'est-à-dire l'observation et la déclaration par les fermiers de signes cliniques ou comportementaux, de mortalités ou de baisse de production inexplicables.

Pour ce projet, vous devez modéliser la sensibilité du système de détection précoce en utilisant un 'arbre de scénario'. Après avoir relu l' [Article 1.4.8. du Code sanitaire des animaux aquatiques](#), votre mission (si vous l'acceptez) est donc:

1. De définir les critères pour un cas suspect et pour un cas confirmé de TiLV.
2. De dessiner l'arbre de scénario correspondant l'observation et la déclaration du TiVL à partir d'un fermier. *Note: inspirez-vous de l'arbre de Gilbert et al. (2014) en vous focalisant sur la branche de l'arbre ou le scénario se passe comme voulu.*
3. A chaque embranchement, d'évaluer la probabilité (valeur entre 0% et 100%) si l'évènement en question se produisait au jours d'aujourd'hui.
4. Ensuite, en multipliant les probabilités les unes aux autres le long de la branche, de calculer la probabilité cumulée que votre surveillance passive détecte le TiLV s'il est présent. Cette valeur correspond à la sensibilité de votre système.
5. Enfin, d'identifier de possibles stratégies à mettre en place pour optimiser à chaque embranchement de l'arbre la probabilité des évènements de se produire.

Evaluation de la Surveillance Passive

Epidemiol. Infect. (2014), **142**, 172–186. © Cambridge University Press 2013
doi:10.1017/S0950268813000484

Influences of farmer and veterinarian behaviour on emerging disease surveillance in England and Wales

<https://doi.org/10.1017/S0950268813000484>

W. H. GILBERT*, B. N. HÄSLER AND J. RUSHTON

Department of Veterinary Clinical Sciences, Royal Veterinary College, Hatfield, UK

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Preventive Veterinary Medicine

ELSEVIER

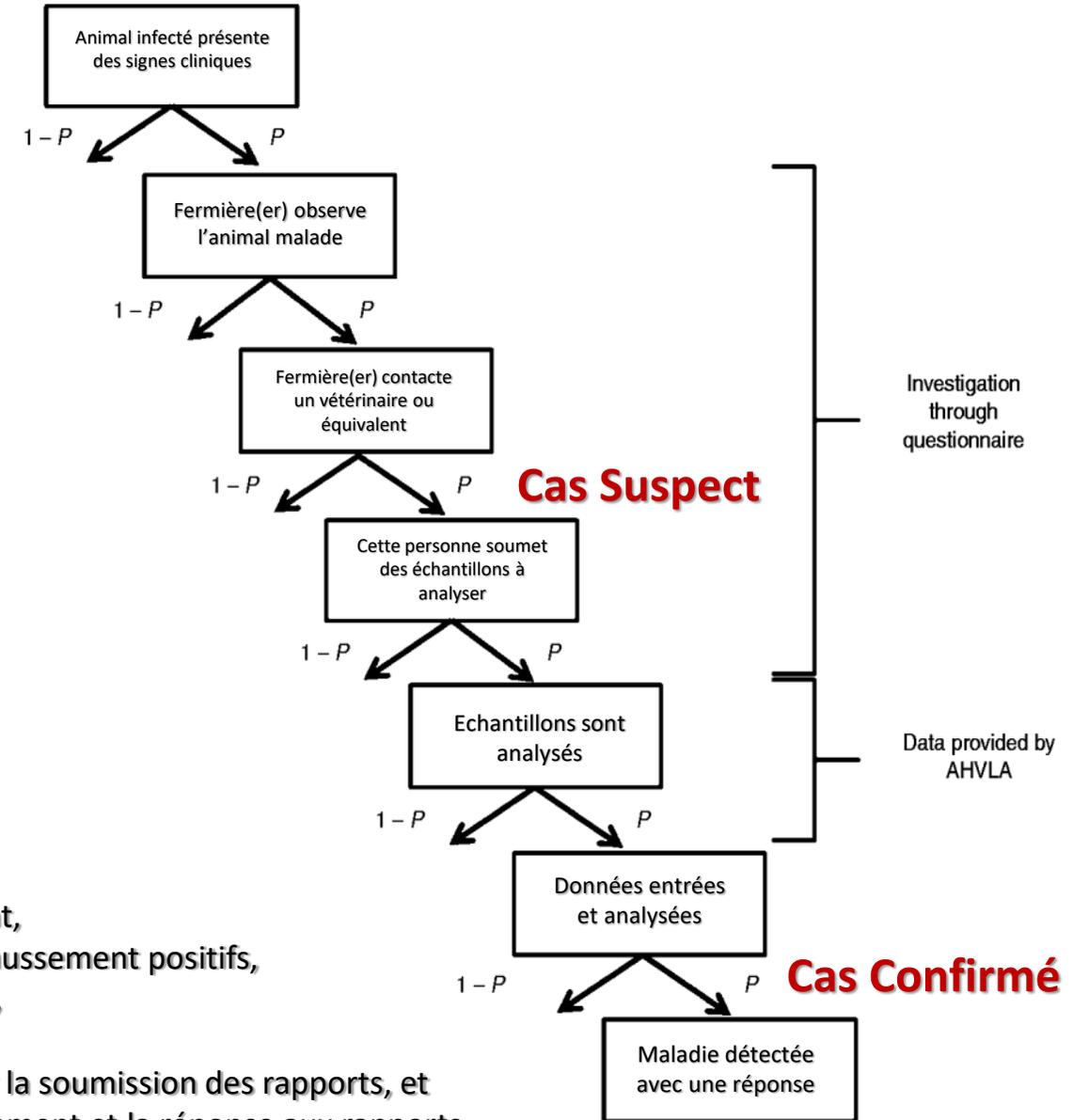
journal homepage: www.elsevier.com/locate/prevetmed

<https://doi.org/10.1016/j.pvetmed.2021.105487>

Factors influencing the performance of voluntary farmer disease reporting in passive surveillance systems: A scoping review

M. Carolyn Gates^{a,*}, Lynsey Earl^b, Gareth Enticott^c

- (1) incertitude quant aux signes cliniques et aux situations qui justifient un signalement,
- (2) crainte quant aux conséquences sociales et économiques des rapports positifs et faussement positifs,
- (3) croyances négatives concernant l'efficacité et les résultats des mesures de réponse,
- (4) méfiance et l'insatisfaction à l'égard des autorités de santé animale,
- (5) l'absence d'incitations financières et non financières suffisamment attractives pour la soumission des rapports, et
- (6) une mauvaise connaissance des procédures impliquées dans la soumission, le traitement et la réponse aux rapports.



Groupe B – feuille de route

Avec l'aide de vos collègues des points focaux voisins, vous êtes responsable de quantifier la sensibilité (probabilité qu'un système surveillance détecte une maladie si elle est présente) d'un *système de détection précoce* au cas où le **Virus de la Nécrose Infectieuse Rénale et Splénique (ISKNV)** s'introduit dans une de vos fermes de tilapias du Nile (*Oreochromis niloticus*). Cette information peut être utilisée pour évaluer la probabilité de votre pays d'être indemne du ISKNV et documenter un dossier d'auto-déclaration.

Quelle que soit la maladie aquatique, un système de détection précoce se base principalement sur une *surveillance passive*, c'est-à-dire l'observation et la déclaration par les fermiers de signes cliniques ou comportementaux, de mortalités ou de baisse de production inexplicables.

Pour ce projet, vous devez modéliser la sensibilité du système de détection précoce en utilisant un 'arbre de scénario'. Après avoir relu l' [Article 1.4.8. du Code sanitaire des animaux aquatiques](#), votre mission (si vous l'acceptez) est donc:

1. De définir les critères pour un cas suspect et pour un cas confirmé de ISKNV.
2. De dessiner l'arbre de scénario correspondant l'observation et la déclaration du ISKNV à partir d'un fermier. *Note: inspirez-vous de l'arbre de Gilbert et al. (2014) en vous focalisant sur la branche de l'arbre ou le scénario se passe comme voulu.*
3. A chaque embranchement, d'évaluer la probabilité (valeur entre 0% et 100%) si l'évènement en question se produisait au jours d'aujourd'hui.
4. Ensuite, en multipliant les probabilités les unes aux autres le long de la branche, de calculer la probabilité cumulée que votre surveillance passive détecte le ISKNV s'il est présent. Cette valeur correspond à la sensibilité de votre système.
5. Enfin, d'identifier de possibles stratégies à mettre en place pour optimiser à chaque embranchement de l'arbre la probabilité des évènements de se produire.

Evaluation de la Surveillance Passive

Epidemiol. Infect. (2014), **142**, 172–186. © Cambridge University Press 2013
doi:10.1017/S0950268813000484

Influences of farmer and veterinarian behaviour on emerging disease surveillance in England and Wales

<https://doi.org/10.1017/S0950268813000484>

W. H. GILBERT*, B. N. HÄSLER AND J. RUSHTON

Department of Veterinary Clinical Sciences, Royal Veterinary College, Hatfield, UK

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Preventive Veterinary Medicine

ELSEVIER

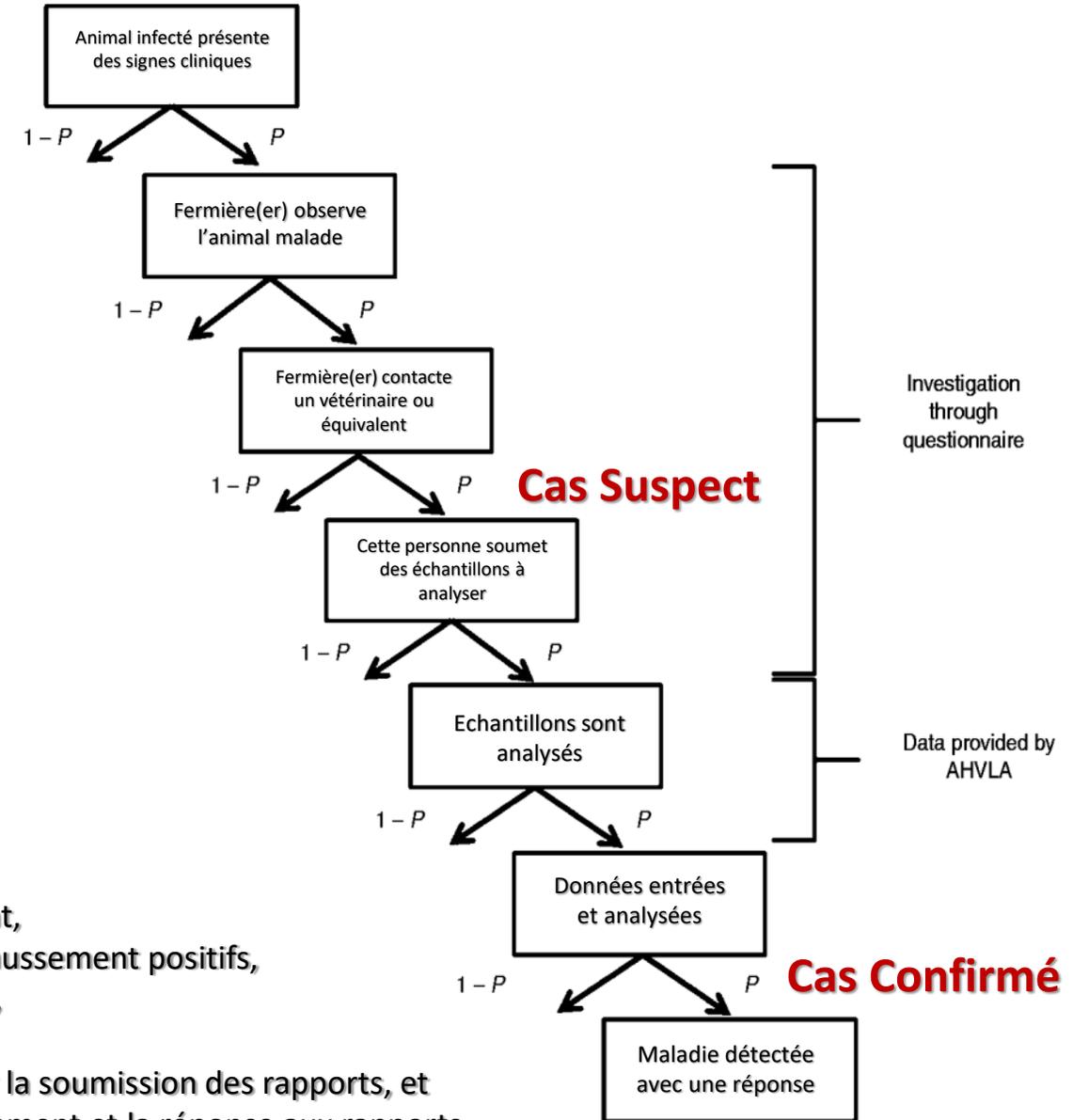
journal homepage: www.elsevier.com/locate/prevetmed

<https://doi.org/10.1016/j.pvetmed.2021.105487>

Factors influencing the performance of voluntary farmer disease reporting in passive surveillance systems: A scoping review

M. Carolyn Gates^{a,*}, Lynsey Earl^b, Gareth Enticott^c

- (1) incertitude quant aux signes cliniques et aux situations qui justifient un signalement,
- (2) crainte quant aux conséquences sociales et économiques des rapports positifs et faussement positifs,
- (3) croyances négatives concernant l'efficacité et les résultats des mesures de réponse,
- (4) méfiance et l'insatisfaction à l'égard des autorités de santé animale,
- (5) l'absence d'incitations financières et non financières suffisamment attractives pour la soumission des rapports, et
- (6) une mauvaise connaissance des procédures impliquées dans la soumission, le traitement et la réponse aux rapports.



Groupe C – feuille de route

Avec l'aide de vos collègues des points focaux voisins, vous êtes responsable de concevoir les grandes lignes d'une enquête épidémiologique visant à démontrer l'absence du **Virus de la Nécrose Infectieuse Rénale et Splénique (ISKNV)** dans une ferme de tilapias du Nile (*Oreochromis niloticus*). En particulier, vous devez décider de (i) quand faire l'enquête, (ii) combien de tilapias échantillonner au total et (iii) de quels bassins ou quels poissons cibler pour optimiser la probabilité de votre enquête de détecter ce virus si il est présent dans la ferme (sensibilité de votre enquête).

Après avoir relu l' [Article 1.4.16. du Code sanitaire des animaux aquatiques](#), votre mission (si vous l'acceptez) est donc:

1. De définir les critères pour un cas confirmé de ISKNV, incluant les tests nécessaires pour vérifier un premier test positif.
2. De définir la structure de la population à enquêter et de décider en fonction de vos unités épidémiologiques si vous devez utiliser .
3. De choisir dans le Tableau 1.2. de l' Article le nombre total de tilapia a échantillonner pour atteindre une probabilité de 95% que votre enquête détecte le ISKNV s'il y est présent (sensibilité de votre enquête) à une prévalence d' au moins 2% (prévalence attendue). *Note: choisissez des valeurs de sensibilité et spécificité diagnostique en fonction de votre définition d'un cas confirmé faite auparavant.*
4. D' identifier les conditions (biotiques et abiotiques) propices à l'introduction ou à l'expression de la maladie et, donc, à sa détection. Ces facteurs de risque peuvent être associé, par exemple, à un certain stade de production des tilapias, à la gestion zootechnique ou un site sur la ferme ou, encore, une certaine saison de l'année.
5. Enfin, d' optimiser la détection du ISKNV s'il est présent (sensibilité de votre enquête) en basant (ou biaisant) votre stratégies d' échantillonnage sur les facteurs de risque listés auparavant.

Groupe D – feuille de route

Avec l'aide de vos collègues des points focaux voisins, vous êtes responsable de concevoir les grandes lignes d'une enquête épidémiologique visant à démontrer l'absence du **Virus du Tilapia Lacustre (TiLV)** dans une ferme de tilapias du Nile (*Oreochromis niloticus*). En particulier, vous devez décider de (i) quand faire l'enquête, (ii) combien de tilapias échantillonner au total et (iii) de quels bassins ou quels poissons cibler pour optimiser la probabilité de votre enquête de détecter ce virus si il est présent dans la ferme.

Après avoir relu l' [Article 1.4.16. du Code sanitaire des animaux aquatiques](#), votre mission (si vous l'acceptez) est donc:

1. De définir les critères pour un cas confirmé de TiLV, incluant les tests nécessaires pour vérifier un premier test positif.
2. De définir la structure de la population à enquêter et de décider en fonction de vos unités épidémiologiques si vous devez utiliser .
3. De choisir dans le Tableau 1.2. de l' Article le nombre total de tilapia a échantillonner pour atteindre une probabilité de 95% que votre enquête détecte le TiLV s'il y est présent (sensibilité de votre enquête) à une prévalence d' au moins 2% (prévalence attendue). *Note: choisissez des valeurs de sensibilité et spécificité diagnostique en fonction de votre définition d'un cas confirmé faite auparavant.*
4. D' identifier les conditions (biotiques et abiotiques) propices à l'introduction ou à l'expression de la maladie et, donc, à sa détection. Ces facteurs de risque peuvent être associé, par exemple, à un certain stade de production des tilapias, à la gestion zootechnique ou un site sur la ferme ou, encore, une certaine saison de l'année.
5. Enfin, d' optimiser la détection du TiLV s'il est présent (sensibilité de votre enquête) en basant (ou biaisant) votre stratégies d' échantillonnage sur les facteurs de risque listés auparavant.

Deux scenarios

n = 150 tilapias testés → tous négatifs

FERME A

> Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Niveau de sécurité (exclusion) biologique

- > 10 étants (système semi-fermé)
- > Géniteurs & reproduction intégré

Surveillance cumulée

- > Etablie depuis 15 ans
- > Systématiquement négative depuis 10 ans

Niveau de contention biologique (conséquences)

- > Ne vend jamais de poisson vivant
- > Pas d'autre ferme de tilapia en aval

n = 150 tilapias testés → tous négatifs

FERME B

> Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Niveau de sécurité (exclusion) biologique

- > 10 cages (système ouvert)
- > Achète des alevins et nourriture en externe

Surveillance cumulée

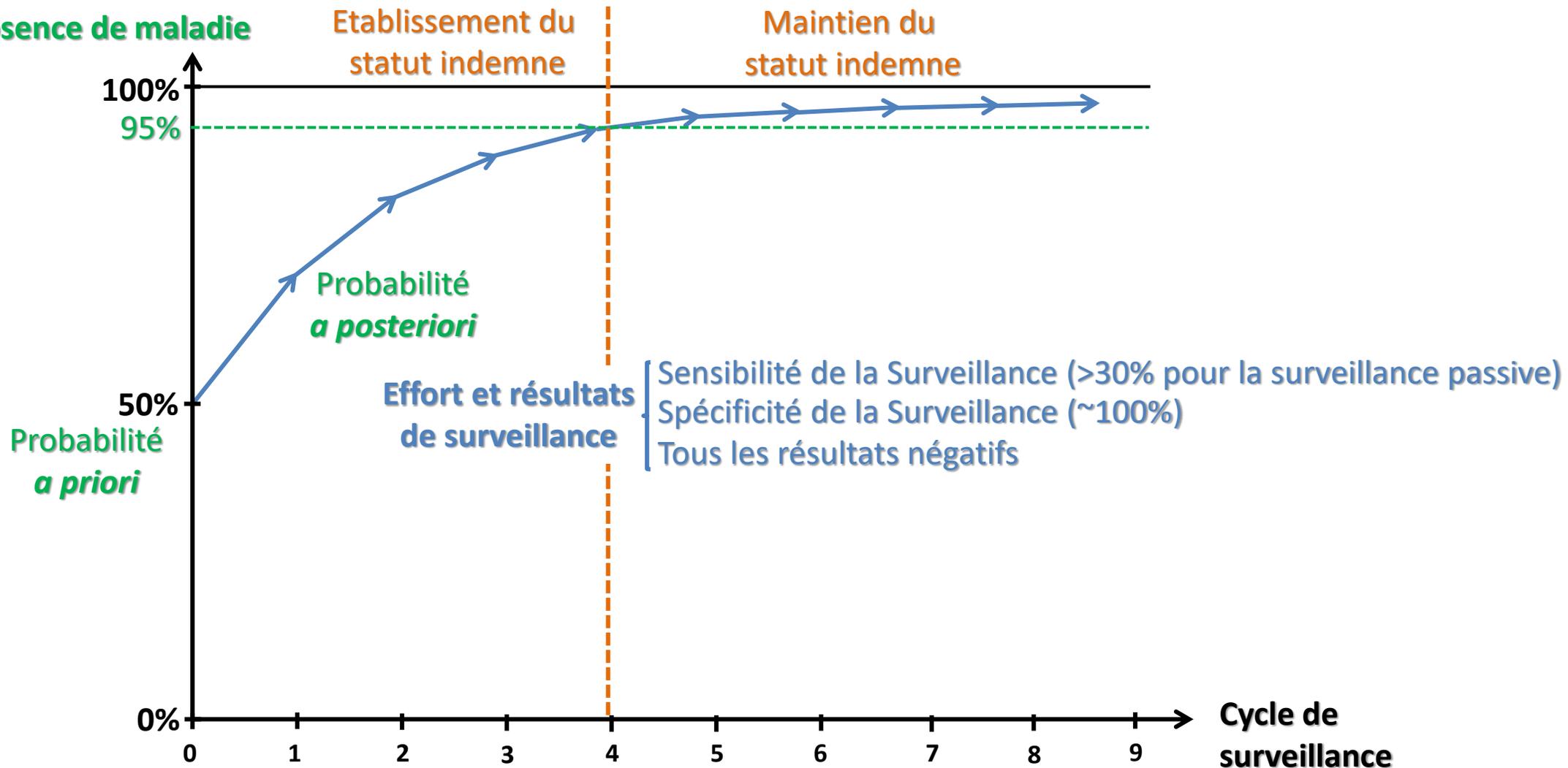
- > Etablie depuis 2 ans
- > Systématiquement négative depuis 1 an

Niveau de contention biologique (conséquences)

- > Partage ses travailleurs et son matériel avec des fermes voisines
- > Plusieurs fermes de tilapia en aval

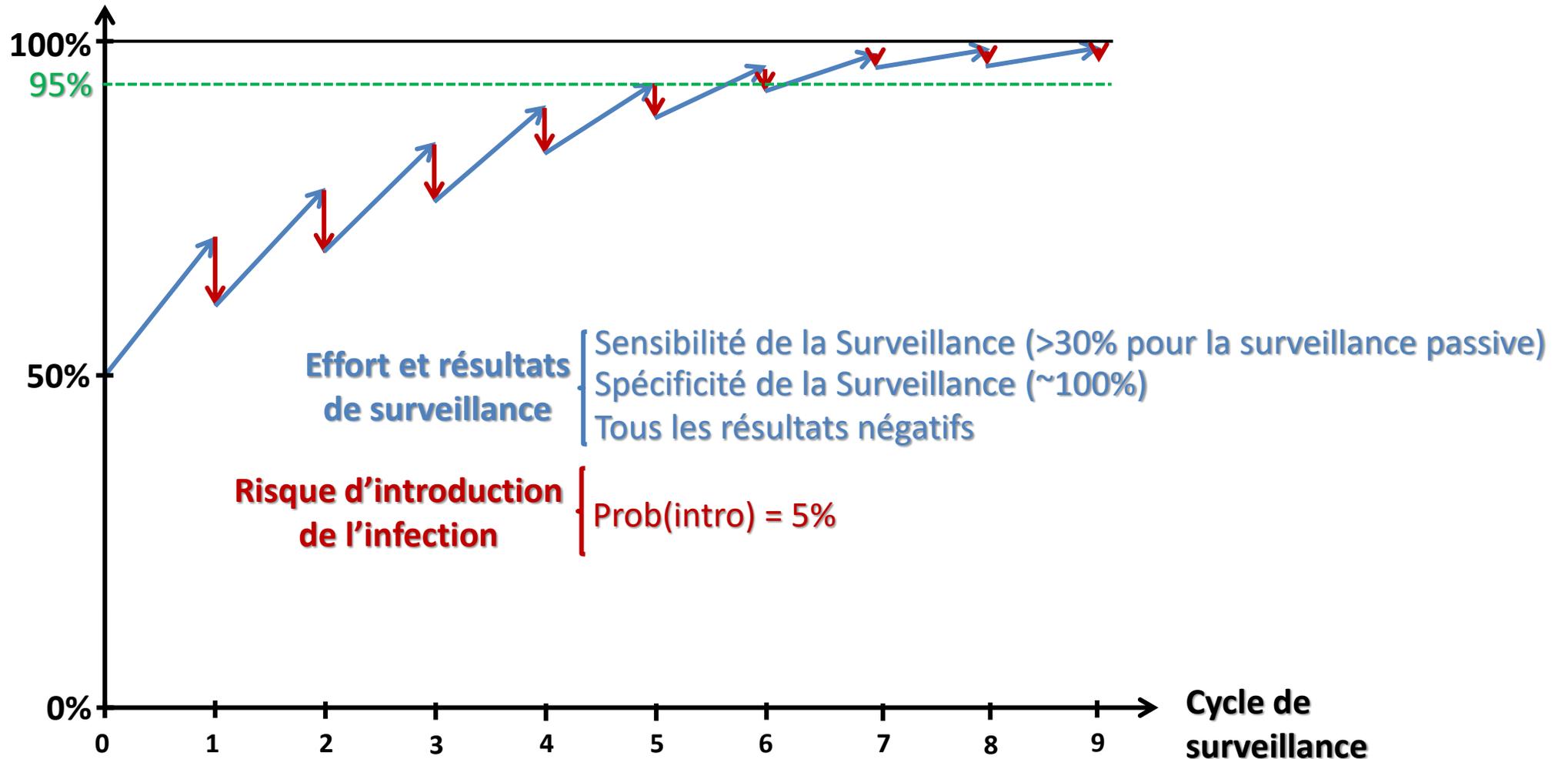
Surveillance Cumulée

Probabilité de l'absence de maladie

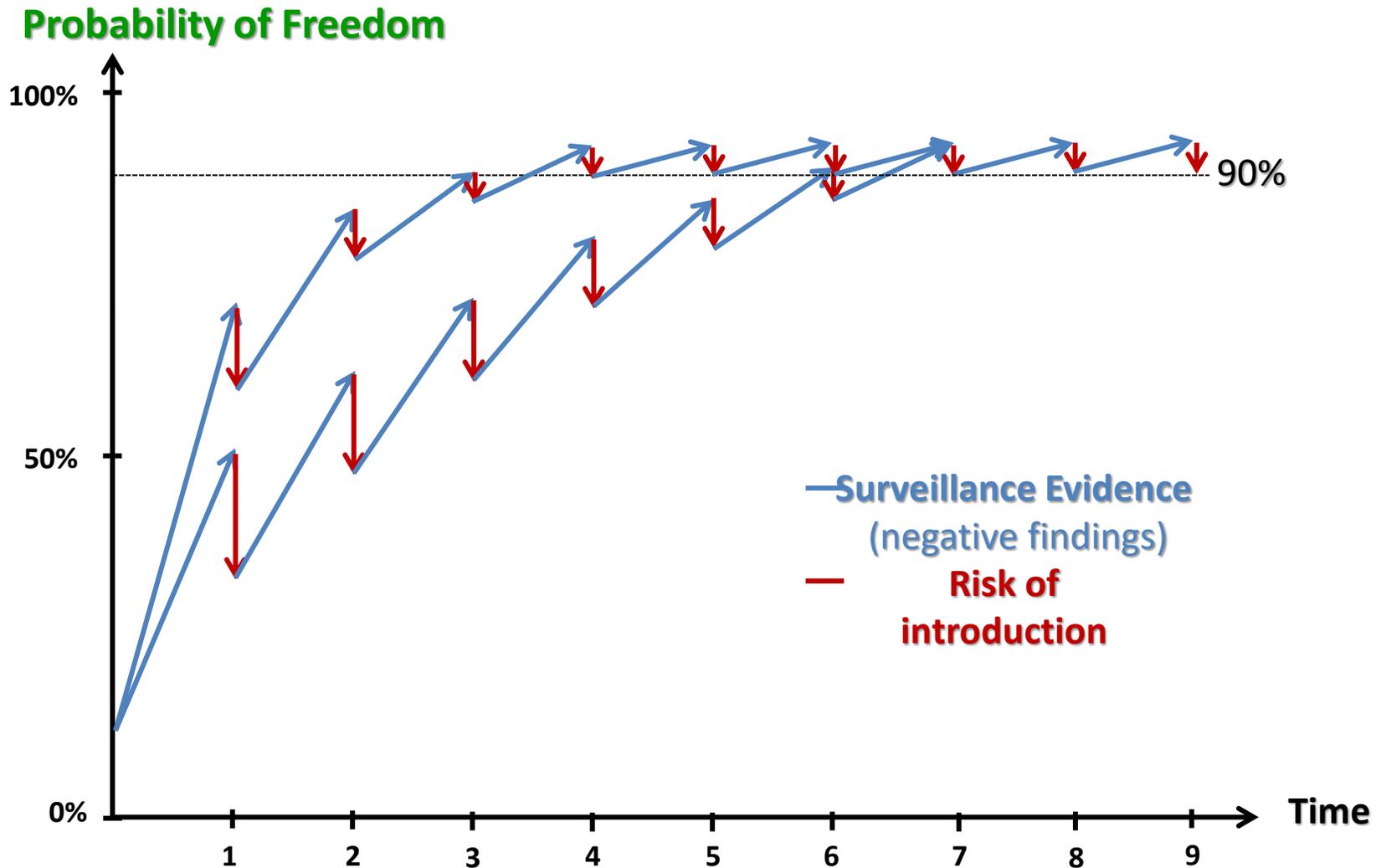


Surveillance Cumulée

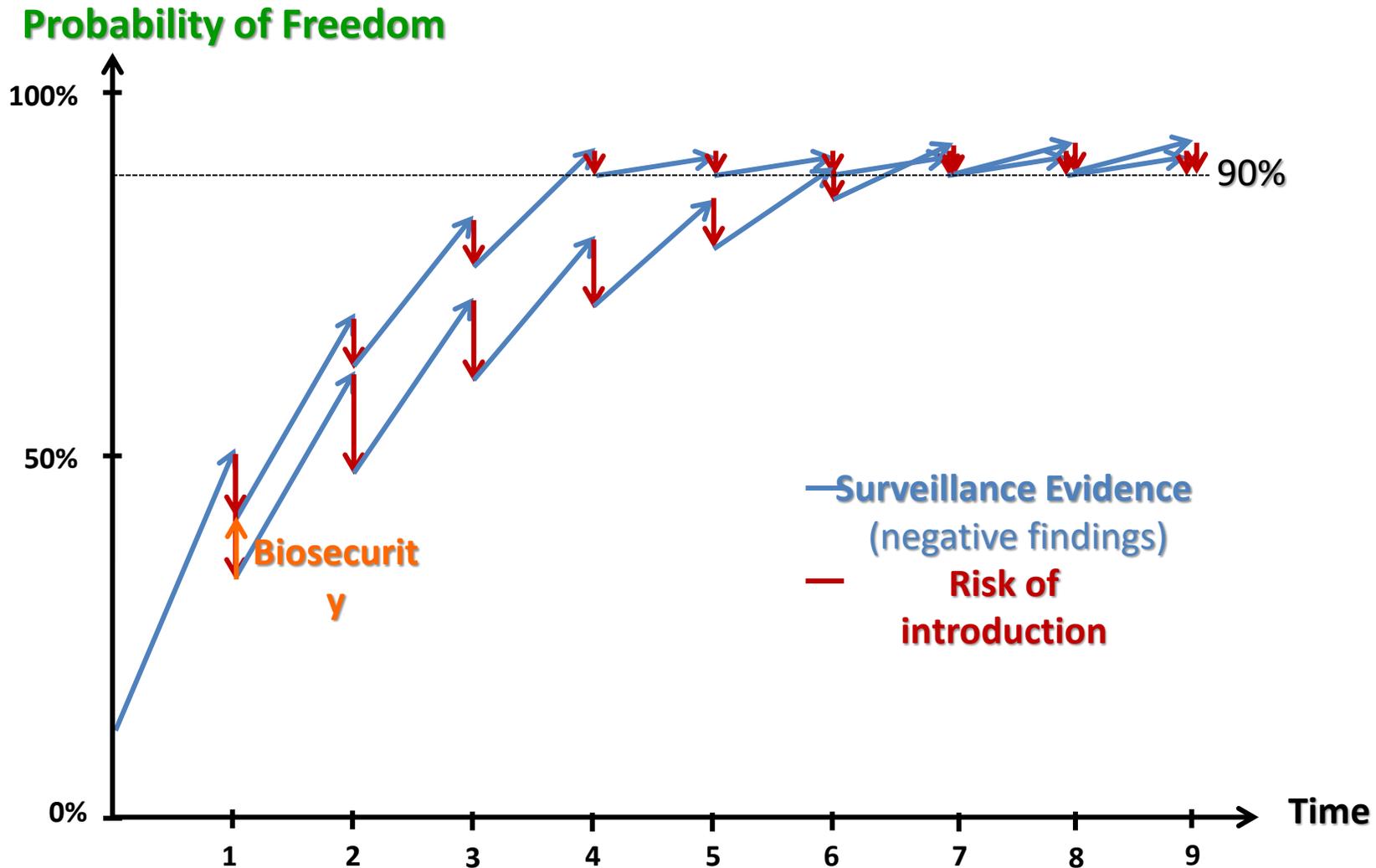
Probabilité de l'absence de maladie



Historical Surveillance



Historical Surveillance





Sample Size Calculation to detect disease in an animal population *(Demonstration of freedom)*

Investigation/Certification

Infinite Population

> 1000 individuals

Minimum sample size to detect the presence of infection/disease in an **infinite** population :

$$n = \frac{\ln(1 - HSe)}{\ln(1 - P^*)}$$

! This assumes perfect DSe and DSp and representative (random) from the population!

Where,

HSe: Herd (Flock) Sensitivity (probability to detect the condition if present in the population)

P*: Design prevalence (minimum disease prevalence expected in the population if the disease was established – detectable level)

Finite Population

< 1000 individuals

Minimum sample size to detect the presence of infection/disease in a **finite** population :

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

! This assumes perfect DSe and DSp and representative (random) from the population!

Where,

HSe: Herd (Flock) Sensitivity (probability to detect the condition if present in the population)

N: Total population size

D: Expected minimum number of diseased individual in the population if the disease was established – detectable level

What if the test is **NOT** perfect?

When the diagnostic test used for detection is not perfect
(DSe or $DSp \neq 100\%$)

two possible approaches:

> **Approximation**

$$n' = n / DSe$$

> **Exact estimation**

Finite population

< 1000 individuals

$$D_{adj} = N[DSe * P^* + (1 - DSp) * (1 - P^*)]$$

Infinite population

> 1000 individuals

$$P_{adj}^* = DSe * P^* + (1 - DSp) * (1 - P^*)$$

Using online FreeCalc 2 in Epi Tools website

(<http://epitools.ausvet.com.au/content.php?page=FreeCalc2>)

FreeCalc: Calculate sample size for freedom testing with imperfect tests

Input Values

Population Size:

Test Sensitivity:

Test Specificity:

Design prevalence:

Number of diseased elements

Proportion (prevalence) of diseased elements

Design prevalence value:

Analysis options:

Desired type I error (1 - minimum herd-sensitivity):

Desired type II error (1 - minimum herd-specificity):

Calculation method:
(these settings can usually be left as default values)

Modified hypergeometric exact

Simple binomial (large population)

Population threshold for binomial method:

Maximum limit for sample size:

Precision (significant digits):

Calculate the required sample size and cut-point for testing to demonstrate population freedom from disease.

This utility uses the methods described by:
Cameron and Baldock (1998): A new probability formula for surveys to substantiate freedom from disease.
Cameron (1999): *Survey Toolbox for Livestock Diseases - A practical manual and software package for Windows*. Canberra, Australia.
These methods are also the same as those used in the [FreeCalc Program](#).

Inputs include:

- Size of the population sampled;
- Test sensitivity and specificity;
- Design prevalence (the hypothetical prevalence to be detected). Design prevalence can be specified as a proportion of the population or as a number of diseased elements.
- Type I (1 - herd-sensitivity) and Type II (1 - herd-specificity) error values for determining whether freedom from disease has been achieved.
- Calculation method: hypergeometric (for small populations), or simple binomial (for large populations).
- The population size threshold, above which the simple binomial method is used regardless of whether the population size is known or estimated.
- The maximum upper limit for required sample size; and
- The desired precision of results (number of digits to be displayed after the decimal point).

The results are presented as:

- The minimum sample size and corresponding cut-point number of reactors to achieve the specified error levels.
- Achieved type I and Type II error levels and corresponding herd-level sensitivities and specificities.
- A descriptive interpretation of the results; and
- An error message if the desired error levels cannot be achieved within the limits of population size and sample size.

Interpretation of survey result

The required n animal were **sampled & tested**

All tested negative

≥ 1 tested positive

The number or prevalence of infected/diseased in the population is below the minimum expected and detectable level, therefore we consider the **population free** (except false negative).

The population is certainly **not free** (except false positive). The prevalence of infection/disease can be computed subsequently.

Validation process

Phase 1 - “Bench” evaluation

- Development, optimization, standardization
- Robustness & ruggedness
- Analytical Sensitivity (ASe) & Specificity (Asp)

Phase 2 - “Field” evaluation (epidemiology)

- “Precision”: repeatability & reproducibility
- “Accuracy”: diagnostic sensitivity & specificity



Individual/organ
sampling protocol

+

Sample processing
& testing procedure

+

Reading of
test outcome

Phase 3 – Do test performances match purpose?