



RESULTATS DES TRAVAUX sur la saisine* relative à la brucellose des bouquetins du massif du Bargy

Saisine n ° 2014-SA-0218

Questions après reformulation

- 1.1 Objectiver la situation épidémiologique de la brucellose dans la population de bouquetins du massif du Bargy
- 1.2 Si une évolution du taux de prévalence est objectivée, quelles sont les hypothèses permettant de l'expliquer?
- 1.3 En l'absence de mesures de gestion, quelle est l'évolution possible de la maladie dans la population de bouquetins ?
- 1.4 Quels seraient les impacts sanitaires sur la faune et sur l'élevage ?

Analyse des données
« ne rien faire »
Scénario

Questions après reformulation

2.1 Peut-on avancer des hypothèses sur les différents modes de transmission de la bactérie et leur hiérarchisation ?

2.2 Existe-t-il des pistes non explorées concernant le rôle des différents compartiments de l'environnement dans l'épidémiologie de la maladie ?

Transmission intra- et inter-espèces
Risque de transmission aux cheptels

Questions après reformulation

3.1 Réévaluer les options de gestion abordées en urgence

3.2 La vaccination des bouquetins pourrait-elle constituer une solution envisageable ?

3.3 Si une des mesures de gestion devait être retenue, quels en seraient les impacts sur l'agro-écosystème ?

Options de gestion

Auditions

- Demandeurs de la saisine : FNE, LPO, ASPAS
- ONCFS : équipe scientifique de suivi et de gestion du dossier
- DDPP 74
- Représentants des éleveurs et de la filière Reblochon
- ONCFS : service départemental 74

Vaccination : éléments techniques et réglementaires



- Existence d'un vaccin : notamment vaccin Rev.1 AMM pour ovins et caprins contre *B. melitensis*
- Efficacité et innocuité de ces vaccins pour les Caprins et ovins, satisfaisantes (conditions d'emploi)
 - ➔ Aucune étude à ce jour chez les bouquetins, mais espèce très proche phylogénétiquement de la chèvre, on peut donc s'attendre à des réactions immunologiques proches
 - ➔ Expériences de sensibilité des bouquetins à la souche vaccinale nécessaires (innocuité et dispersion dans l'environnement)
- Risque de contamination environnementale à partir de la souche vaccinale à mettre en parallèle avec le risque actuel de diffusion de la brucellose sauvage
 - Eviter de vacciner les femelles gestantes
 - Un risque de séroconversion

Analyse des scénarios de gestion

- Liste primaire de 19 scénarios : propositions d'experts + auditions
 - Motifs d'exclusion : non réalisables, variante sans apport nouveau au plan sanitaire
- Liste de 10 scénarios étudiés qualitativement

**Scénario de base 1: Suivi,
sans abattage**

**Scénario de base 2: Capture/
Contrôle sérologique/
Élimination des séropositifs**

**Scénario de base 3: Capture/
Contrôle sérologique/
Élimination des séropositifs
+ Abattage des animaux non
marqués**

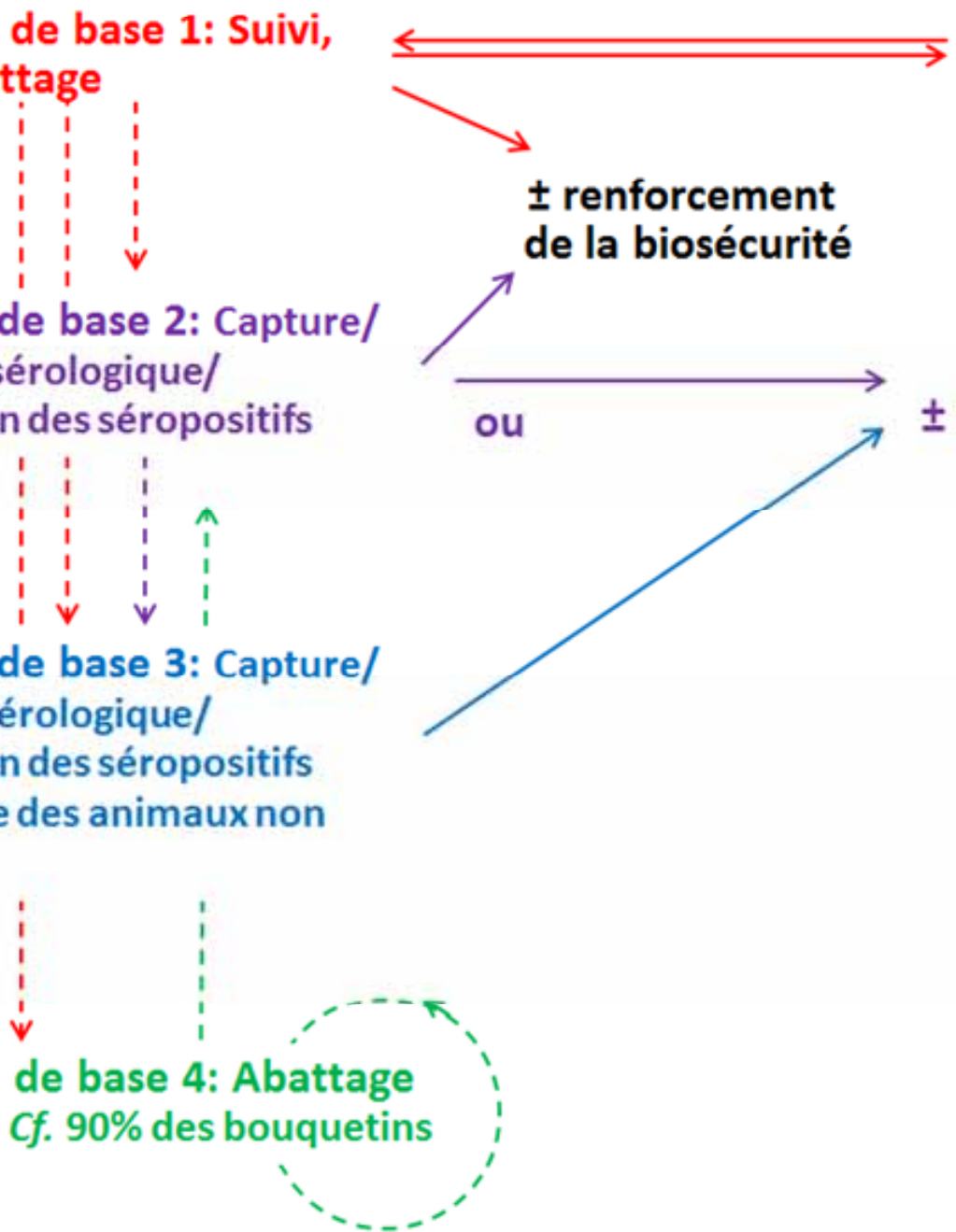
**Scénario de base 4: Abattage
de masse Cf. 90% des bouquetins**

**Option :
± vaccination de masse
(avec ou sans capture)**

**Option :
± vaccination des séronégatifs
(tous âges)**

**± renforcement
de la biosécurité**

ou



Méthodologie employée : ER qualitative

Utilisation de l'échelle de probabilité développée par l'Anses

(Méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale, 2008)

Estimation des risques et leur évolution, séparément pour :

- Les bouquetins du Bargy
- Les bouquetins des autres massifs
- Les animaux sauvages
- Les animaux domestiques
- L'Homme

Appréciation : augmentation, diminution ou stabilisation du risque à ...

- Très court terme : moins de 3 ans
- Court terme : 3 à 5 ans
- Moyen terme : 5 à 10 ans
- Long terme : plus de 10 ans

Avantages et inconvénients (autres que risque brucellique)

Echelle ordinale	Qualitatifs
0	Nulle (N)
1	Quasi-nulle (QN)
2	Minime (M)
3	Extrêmement faible (EF)
4	Très faible (TF)
5	Faible (F)
6	Peu élevée (PE)
7	Assez élevée (AE)
8	Elevée (E)
9	Très élevée (TE)

Méthodologie employée : ER quantitative

Modélisation de la Brucellose chez les bouquetins du massif du Bargy :

Thebault A, Toïgo C, Gaillard JM, Gauthier D, Ganière JP, Garin-Bastuji B, Gilot-Fromont E. (sous-groupe)

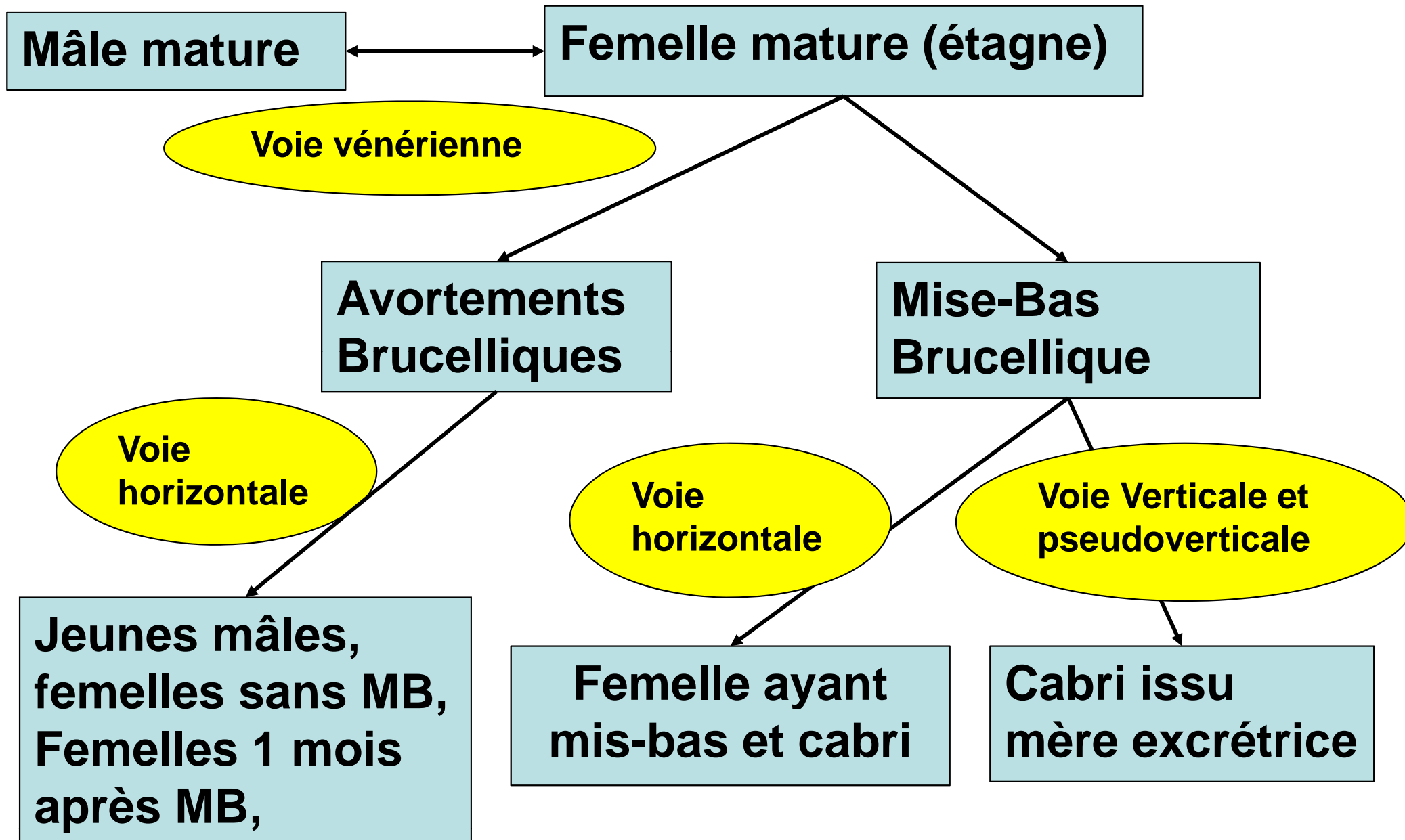
+Amélie Vaniscotte et E. Vergu



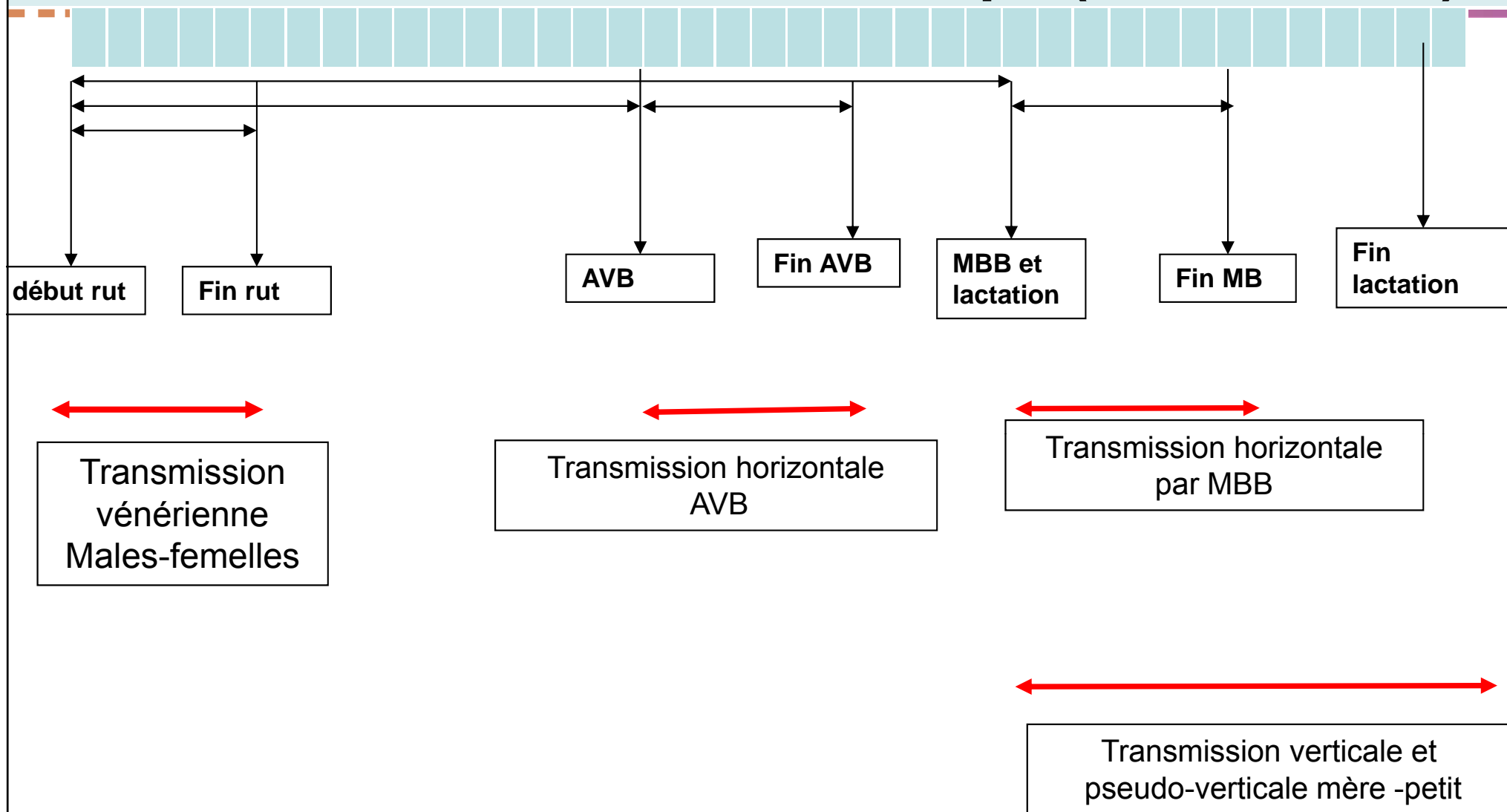
- Individu-centré (individual-based-model)
 - Petite population (<1000 à quelques dizaines)
 - Un individu à beaucoup d'états possibles, qui dépendent de son âge, de son sexe, de son état physiologique, de son statut infectieux
 - Comportement, filiation, historique individuel de vie à prendre en compte
 - Modèle individu-centré déjà choisi pour Brucellose /faune sauvage (Brucellose/Bison/vaccin/Treanor 2010)
 - De 1999 à 2020
 - Modèle probabiliste



Transmission de la Brucellose



Transmission au cours du temps (saisonnalité)



Approche probabiliste

Pour chaque individu (individu-centré) :

- Probabilités de décès (lié statut symptomatique brucellique, âge, peut être variable, sexe, période année)
 - Probabilité de contracter la brucellose
 - Probabilité de contracter telle ou telle forme de la Brucellose (organe cible, statut sérologique)
 - Probabilité d'avorter, de mettre bas
 - Probabilité de participer au rut
- Les paramètres sont supposés connus (ex durée de gestation) et de valeur fixe sauf ceux liés à la transmission



Prérequis à l'évaluation qualitative

Points communs et hypothèses communes à tous les scénarios :

- **Mesure commune incluse** : poursuite de la surveillance de la population de bouquetins du massif du Bargy ET des massifs voisins (cf. animal séropositif dans les Aravis) + surveillance saisonnière renforcée chez les cheptels domestiques ;
- **Supposition de massifs adjacents indemnes** de brucellose chez les bouquetins (surveillance à mettre en place rapidement afin de vérifier) ;
- **Voies de transmission inter-bouquetins**: voie sexuelle n'est pas l'unique voie de transmission, rôle des mises bas et avortements à prendre en compte ;
- **Capture de bouquetins** : maximum de 100 animaux capturables chaque année sans condition d'âge, sexe et statut de marquage selon les techniques de capture actuelles sur le Bargy. Mettre en place des méthodes alternatives si captures répétées ?

Prérequis à l'évaluation qualitative

Points communs et hypothèses communes à tous les scénarios :

- **Vaccin** : innocuité et efficacité comparables à celles connues chez la chèvre
- **Risque de transmission au cheptel domestique**: risque actuel « quasi nul à minime » (1-2 sur une échelle 0-9); risque pour l'humain découle directement de ce risque, mais inférieur ;
- **Effectif actuel de la population** : 350 bouquetins sur le massif ;
- **Mesures de biosécurité** : éviter les points d'agrégation, ségrégation spatiale domestique/sauvage, rotation des pâtures pour la mise à l'herbe, mise en défens de zones-refuges pour la faune sauvage ;
- **Durée d'application** : aucun scénario ne peut s'envisager sur une seule année → possibilité de faire se succéder différents scénarios.

Scénario de base 1

Suivi, sans abattage,
de la population de bouquetins

Bouquetins du Bargy	Maladie à l'équilibre dans la population ? ? Extinction naturelle peu probable compte tenu de la prévalence et de la spécificité de ce foyer.
Bouquetins autres massifs	Maintien du risque. Absence de déstructuration de la population limite les mouvements inter-massifs.
Animaux domestiques	Maintien du risque au niveau évalué aujourd'hui : quasi-nul à minime

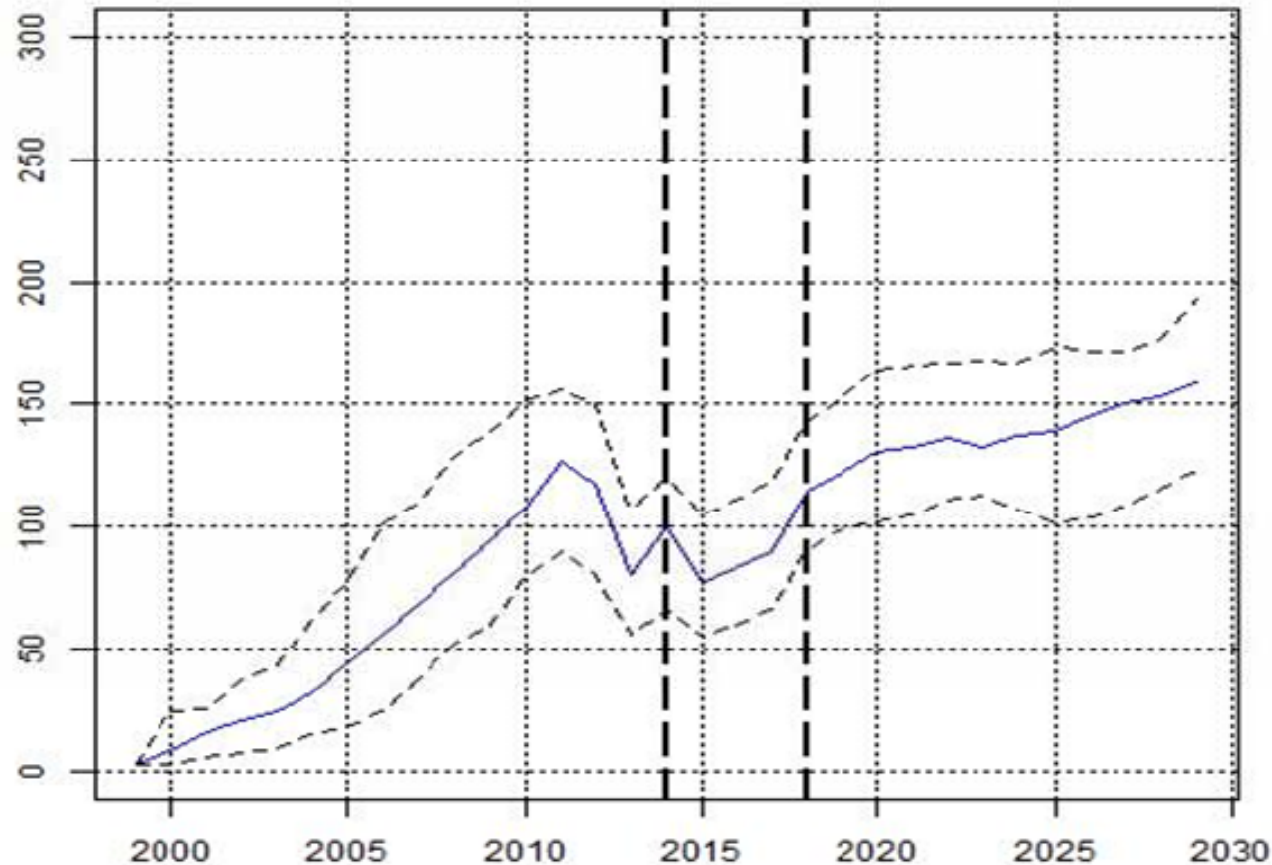
Option 1 : Mesures de biosécurité

- Réduit le risque de transmission aux cheptels domestiques
- Faisabilité et acceptabilité discutées

Option 2 : vaccination de masse

- La vaccination du plus grand nombre possible d'animaux suppose la télé-injection
- Déconseillé par les experts

Scénario de base 1 : modélisation



Prédictions du nombre d'excréteurs dans la population

Les prédictions montrent que sans gestion, après de fortes perturbations liées aux anciennes mesures, le nombre d'individus excréteurs pourrait encore légèrement augmenter. Après 2020, l'augmentation du nombre d'excréteurs est cependant moins rapide que l'augmentation de la taille de la population.

Scénario de base 2

Capture avec abattage sélectif des bouquetins séropositifs et marquage des séronégatifs

Bouquetins du Bargy	Le résultat dépend du rapport entre le taux de capture et la vitesse de propagation de l'infection , car les séronégatifs relâchés peuvent être infectés entre deux périodes de capture. Modalités alternatives de capture ?
Bouquetins autres massifs	La diminution du risque dépend également du rapport évoqué ci-dessus. Difficile de caractériser le niveau de mouvements inter-massifs au regard de la suppression des séropositifs.
Animaux domestiques	Diminution du risque dépendante du rapport ci-dessus.

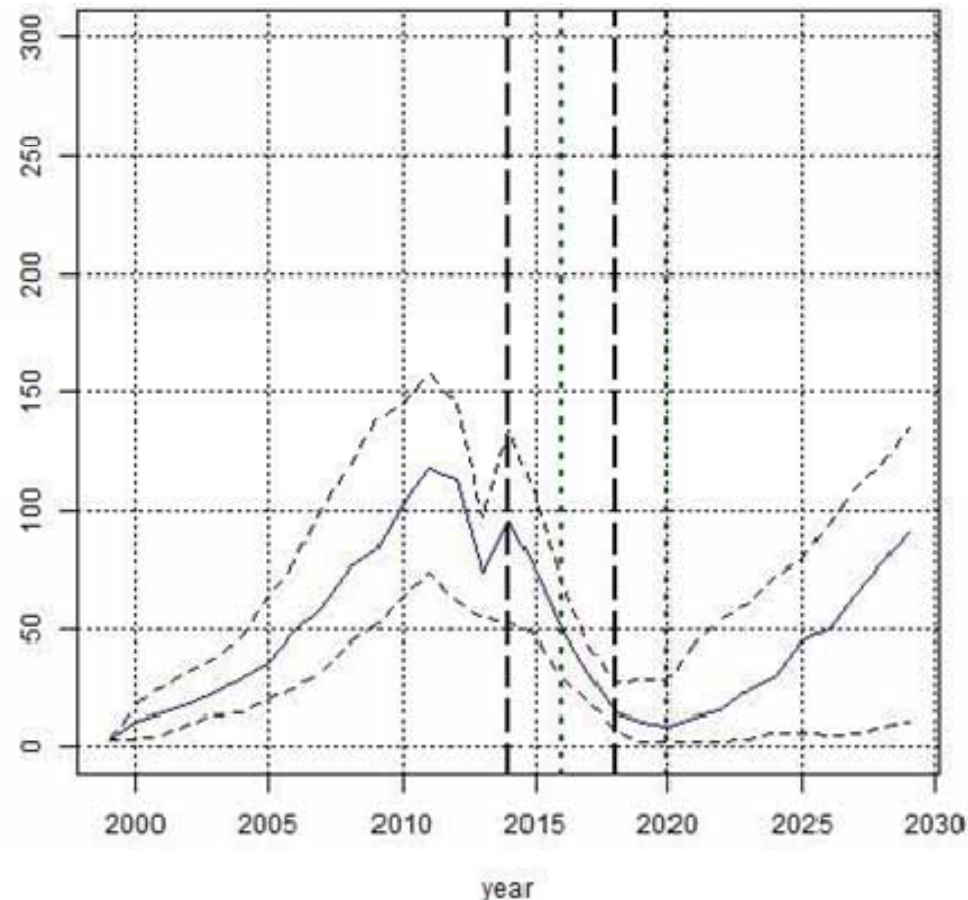
Option 1 : Mesures de biosécurité

- Réduit le risque de transmission aux cheptels domestiques
- Faisabilité et acceptabilité discutées

Option 2 : vaccination des séronégatifs

- Réduit le risque de contamination des séronégatifs relâchés
- Les animaux étant capturés, la vaccination peut être conjonctivale et maîtrisée
- Innocuité du vaccin pour les femelles gestantes ?
- Suivi sérologique des vaccinés impossible.

Scénario de base 2 : modélisation



Prédictions du nombre d'excréteurs dans la population

De cette analyse, il ressort globalement que dans le cadre d'une gestion sanitaire consistant à euthanasier les animaux capturés séropositifs, un individu ou quelques individus peuvent faire redémarrer l'épizootie.

Scénario de base 3

Capture avec abattage sélectif des séropositifs, marquage des séronégatifs puis abattage de masse des animaux restants.

Bouquetins du Bargy	Pour diminuer le risque : conditions de réussite incontournables mais difficilement réalisables (capture immédiatement suivie de l'abattage, hors printemps et rut ; abattage d'au moins 90% population restante).
Bouquetins autres massifs	Diminution du risque sauf si mouvements inter-massifs augmentés (fuites lors de l'abattage + individus colonisateurs car déstructuration de la population), avec un résidu d'animaux infectés à la fin des opérations.
Animaux domestiques	Diminution du risque mais persistance avec le maintien de la source.

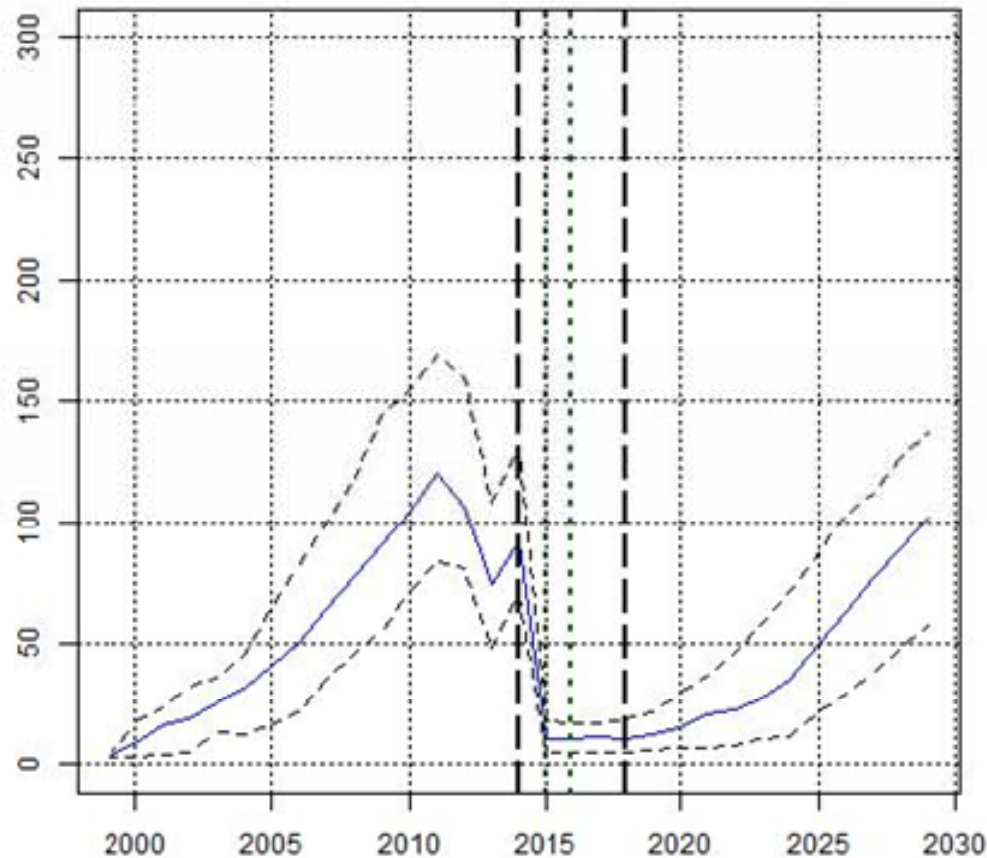
Option 1 : vaccination des séronégatifs

- Réduit le risque de contamination des séronégatifs relâchés
- Les animaux étant capturés, la vaccination peut être conjonctivale et maîtrisée
- Innocuité du vaccin pour les femelles gestantes ?
- Suivi sérologique des vaccinés impossible.

Option 2 : 3.1 + 2.2

- Permet de tenter de capturer les animaux infectés restant, ayant échappé à la 1^{ère} phase de capture et à l'abattage massif qui a suivi.
- Aucun scénario n'est envisageable sur une seule année

Scénario de base 3: modélisation



Prédictions du nombre d'excréteurs dans la population

De cette analyse, il ressort qu'avec le scénario 3, il reste suffisamment d'individus excréteurs, pour faire redémarrer l'épizootie..

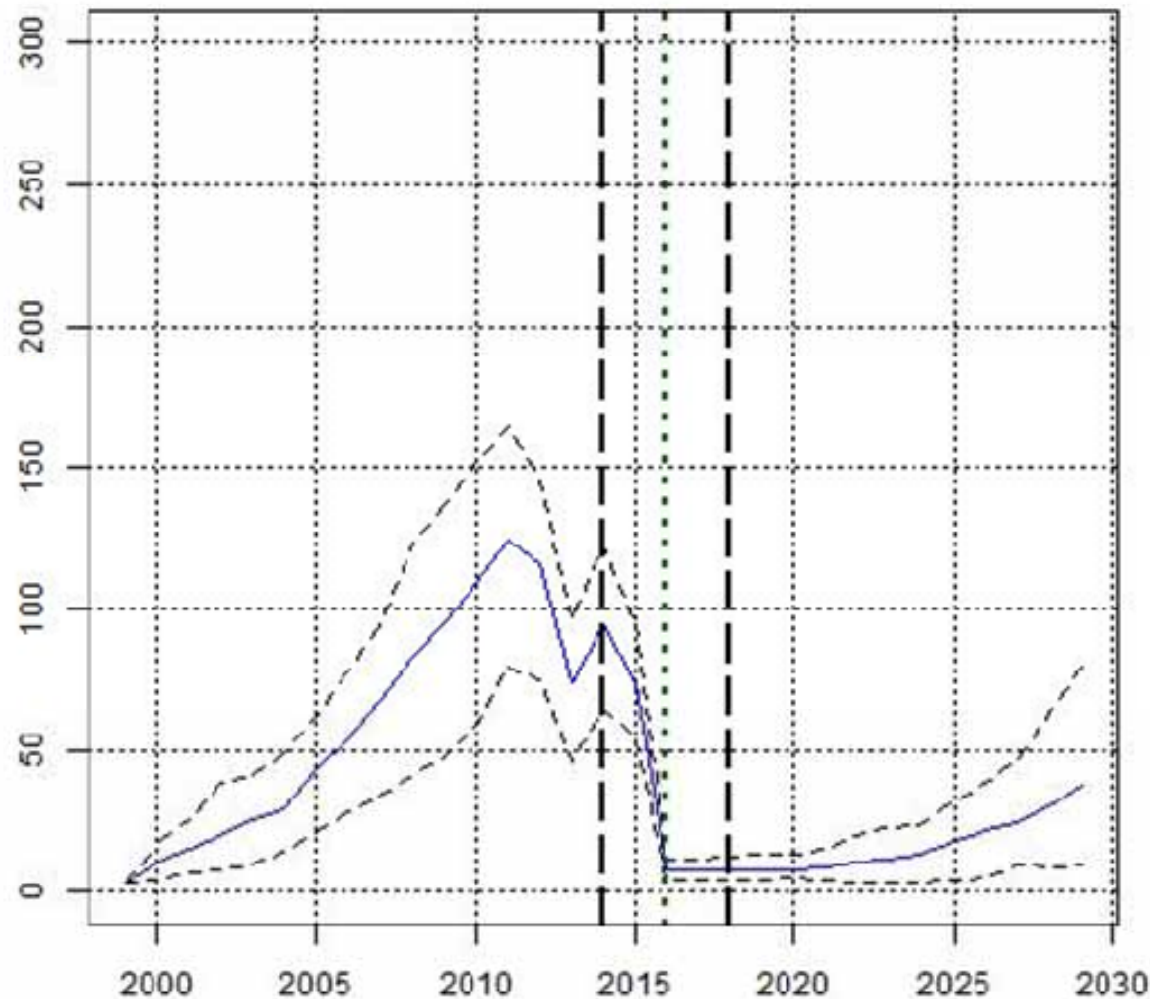
Scénario de base 4

Abattage de masse* de la population de bouquetins

Bouquetins du Bargy	Abattage non sélectif → la prévalence attendue est constante. Risque immédiatement diminué uniquement du fait de la diminution massive de la population. Mais risque à long terme ? ? ? Extinction naturelle ou ré-augmentation ?
Bouquetins autres massifs	Diminution du risque sauf si mouvements inter-massifs augmentés (fuites lors de l'abattage + individus colonisateurs car déstructuration de la population), avec un résidu d'animaux infectés à la fin des opérations.
Animaux domestiques	La fréquence déjà apparemment minime des situations propices à la transmission de la brucellose entre bouquetins et animaux domestiques sera encore réduite, mais le risque demeurera aussi longtemps qu'il n'y aura pas éradication de la brucellose.

* L'abattage total n'est pas réaliste. Les experts se sont basés sur un objectif très optimiste de 90% de la population abattue.

Scénario de base 4: modélisation



Prédictions du nombre d'excréteurs dans la population

Suite à un abattage massif de 90 % de la population de bouquetins, il reste suffisamment d'individus excréteurs dans la population pour faire redémarrer l'épizootie.

Tableau récapitulatif des perspectives sur le risque annuel par rapport à la situation actuelle

¹ Utilisation de l'échelle qualitative (Tableau 1) d'évaluation du risque en santé animale développée par l'Anses.

² Le risque pour l'Homme est directement lié au risque pour le cheptel domestique mais reste inférieur à ce dernier (évaluation du risque actuel à 1).

³ Utilisation d'une échelle qualitative de 0 à +++. La perspective d'élimination ou d'extinction de la maladie est envisagée à long terme, en considérant chaque scénario appliqué sur la durée prévue dans sa description. Les croix entre parenthèses signifient une demi-valeur : par exemple +++(+) signifie 3 croix et demi.

⁴ Point d'interrogation seul : celui-ci signifie qu'il n'a pas été possible pour les experts de qualifier le risque considéré, dans l'état actuel des connaissances.

⁵ Valeur accompagnée d'un point d'interrogation : le groupe d'experts a qualifié le risque en se fondant sur l'hypothèse la plus probable d'évolution pour le scénario envisagé. Cependant, il souligne la possibilité qu'un mécanisme difficilement prévisible dans l'état actuel des connaissances, modifie sensiblement cette qualification. A ce titre, les points d'interrogations des lignes de scénarios 3, 3.1 et 3.2 au niveau de la maîtrise du risque de contamination du cheptel domestique sont directement liés aux incertitudes sur les mouvements de bouquetins inter-massifs.

⁶ Intervalle de valeurs : le groupe d'experts a pu qualifier le risque, mais du fait des incertitudes sur certains facteurs, il ne peut estimer le risque de façon univoque.

Scénarios	Futur risque annuel dans les différents compartiments ¹									Perspective d'élimination ou d'extinction de la maladie à long terme ³	Maîtrise du risque de contamination du cheptel domestique à long terme ³
	Bouquetins Bargy			Bouquetins autres massifs			Cheptel domestique ²				
	Risque initial : [8-9]			Risque initial : [3-5]			Risque initial : [1-2]				
	Court terme	Moyen terme	Long terme	Court terme	Moyen terme	Long terme	Court terme	Moyen terme	Long terme		
Scénario de base 1 : Suivi sans abattage de la pop. bouquetins	9	9 ?	? ⁴	[3-5]	[4-6]	?	[1-2]	[1-2]	?	≈0 ?	≈0 ?
Scénario 1.1 : Suivi sans abattage de la pop. bouquetins + mesures de biosécurité renforcées	9	9 ?	?	[3-5]	[4-6]	?	1	1	[0-1]	≈0 ?	+++ ?
Scénario de base 2 : Surveillance avec abattage sélectif progressif des séropositifs	7	6	<6 ? ⁵	[2-4] ⁶	[2-4]	<2 ?	1 ?	[0-1] ?	[0-1] ?	0/+	+
Scénario 2.1 : Surveillance avec abattage sélectif progressif des séropositifs + mesures de biosécurité renforcées	7	6	<6 ?	[2-4]	[2-4]	<2 ?	[0-1]	[0-1]	[0-1] ?	+	+++
Scénario 2.2 : surveillance avec abattage sélectif progressif des séropositifs + vaccination des animaux séronégatifs	6	<4 ?	<3 ?	[2-4]	[2-3]	<2 ?	1	[0-1]	[0-1]	++(+)	+++(+)
Scénario de base 3 : Capture et maintien d'un noyau d'animaux séronégatifs et abattage massif des autres bouquetins sur une seule année	3	4	6 ?	[4-6]	4	<4 ?	[0-1]	1	<2 ?	+	++ ?
Scénario 3.1 : Capture et maintien d'un noyau d'animaux séronégatifs et abattage massif des autres bouquetins sur une seule année + vaccination des animaux séronégatifs	2	3	[5-6] ?	[4-6]	<4	<4 ?	[0-1]	[0-1]	[0-1] ?	+(+)	+++ ?
Scénario 3.2 : Capture et maintien d'un noyau d'animaux séronégatifs et abattage massif des autres bouquetins sur une seule année la 1ère année puis surveillance avec abattage sélectif progressif des séropositifs + vaccination des animaux séronégatifs les années suivantes	2	<2 ?	[0-1] ?	[4-6]	[2-3]	<2 ?	[0-1]	[0-1]	[0-1]	+++	+++(+) ?
Scénario de base 4 : Abattage de masse indiscriminé de la pop. de bouquetins (au mieux 90 % de la population de bouquetins)	3	3	?	[4-5]	3	?	[0-1]	[0-1]	?	(+) ?	+ ?
Scénario 4.1 : Abattage de masse indiscriminé sur plusieurs années	2	1	[0-1] ?	[4-5]	1	?	[0-1]	?	?	+(+) ?	++ ?

Points d'attention

- La prise en compte des coûts (humains et financiers) constitue un critère supplémentaire de l'évaluation, dans le cadre de la prise de décision. Ne relève pas des compétences du groupe d'expertise mis en place.
- Maintien de la surveillance sur le Bargy et les massifs voisins.
- Inéluctabilité d'une gestion sur plusieurs années.
- Intérêt de la vaccination, non pas seule, mais dans des scénarios de gestion médico-sanitaires.
- Le modèle est appelé à évoluer pour intégrer les dernières données d'études de l'ONCFS, notamment sur la spatialisation de l'infection.

AST pour « définir et évaluer bibliographiquement les critères préalables à une approche vaccinale contre la brucellose chez les bouquetins du massif du Bargy »



Sophie ROSSI , Charlotte DUNOYER, Claire PONSART & Bruno GARIN-BASTUJI



LA BRUCELLOSE DES PETITS RUMINANTS

Ovirev[®]

vaccin en un clin d'œil

CONCEPT
Le vaccin Rev 1 agit comme immunisant, l'application du produit se traduit à partir d'un certain nombre de jours par une immunité.

INDICATIONS SOULÈS ET DURÉE
Le Rev 1 est un vaccin préventif à action immédiate, mais aussi contre l'infection à Brucella (B. abortus) et B. melitensis.

ADMINISTRATION FACILE ET RAPIDE
Le vaccin est administré par voie oculaire, sans anesthésie et sans douleur.

INDICATIONS DE SECURITE
Ce vaccin est exempt de tout produit chimique, de tout antibiotique et de tout produit de synthèse.

Sérologie (PC) post-vaccinale
Bovins vaccinés à 4 mois



TRACES SÉROLOGIQUES LIMITÉES
Chez les animaux vaccinés, la réaction immunitaire est limitée pendant les 4 premiers mois de la vie.



POSSIBILITE PRECOISE ET VISUALISEE
Le vaccin Ovirev permet de détecter et de traiter les animaux atteints de brucellose avant qu'ils ne soient vaccinés.

SECURITE POUR L'ENVIRONNEMENT
Ce vaccin est exempt de tout produit chimique, de tout antibiotique et de tout produit de synthèse.

INNOCUITE SUR LES ESPÈCES GESTANTES
Le vaccin Ovirev est administré par voie oculaire, sans anesthésie et sans douleur.

INDICATIONS
Le vaccin Ovirev est administré par voie oculaire, sans anesthésie et sans douleur.




LA BRUCELLOSE DES PETITS RUMINANTS

Ovirev[®]
vaccin en un clin d'œil

VÉTOQUINOL
VIA LUTP OCEANPARADISE - TEL. 04 67 52 52 52

Innocuité : de quoi parle-t-on?

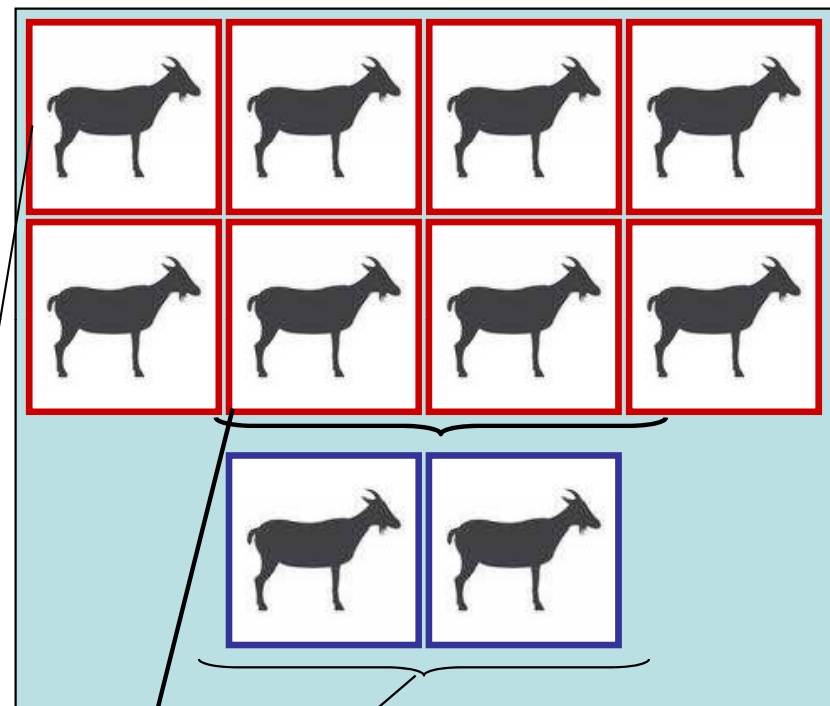
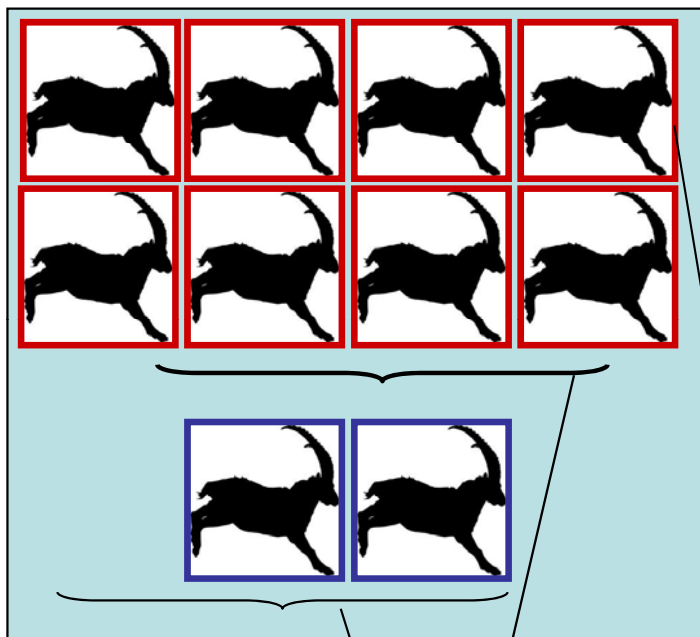
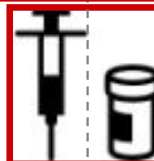
Pathogénicité résiduelle :

- *avortement femelle (OV-CP)*
- possibilité d'envahissement
- possibilité d'excrétion (+/- ind contacts)

Capra ibex

Capra hircus

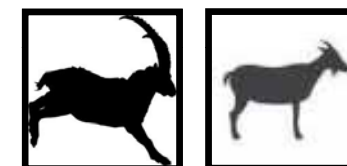
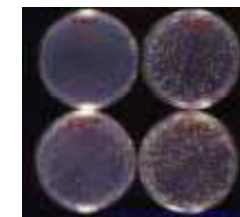
Rev1



Euthanasie et culture/quantification bactérienne à +45J

Euthanasie et culture/quantification bactérienne à +90J

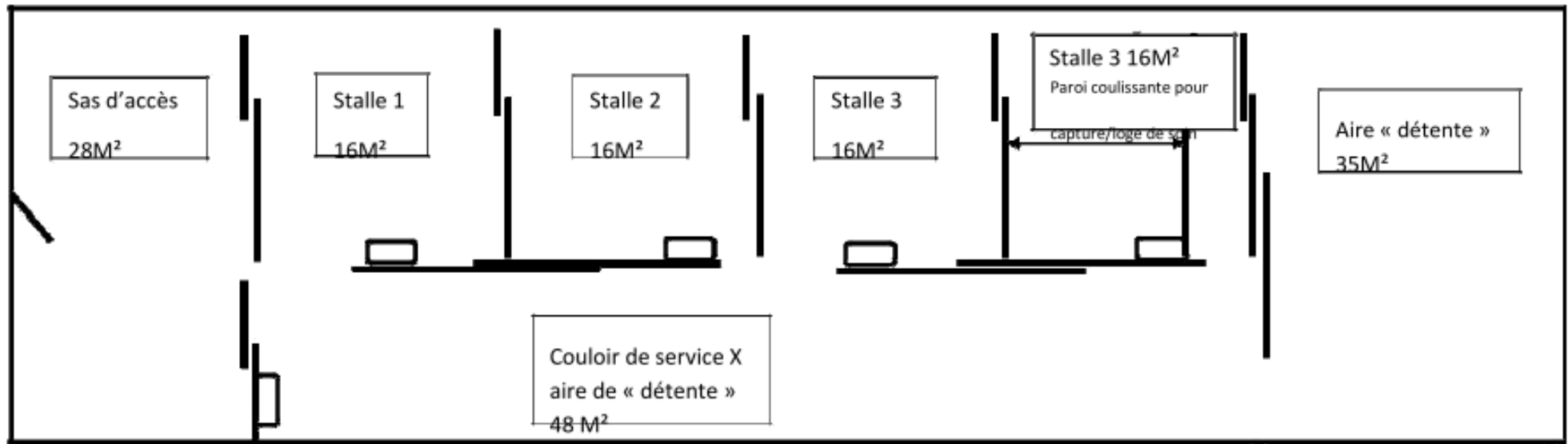
Système de scoring basé sur quantification colonies/organes



Espèce/Confinement	In natura (contexte Bargy)	Confinement A1	Confinement A2
bouquetin	Capture de 16-20 individus pour 10-12 seronégatifs Risque de faux séronégatif Risque de non recapture Pas d'agrément problème ou frais d'hébergement	12 individus à trouver en parc nés en captivité Agrément et travaux parc de la Haute Touche Réglementation MOT	Non réalisable
chèvre	Non réalisable	À coupler avec expérimentation bouquetin	Réalisable

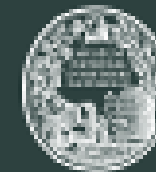
En France, la seule structure capacitaire habilitée à héberger des bouquetins et agréée pour l'utilisation des animaux à des fins scientifiques est la Réserve Zoologique de la Haute Touche qui combine les statuts de parc zoologique et de station expérimentale.

de
et de



(R. Simmon & Y Locatelli)

Rehausse grilles,
doublage grillage/grille



RÉSERVE ZOOLOGIQUE
DE LA HAUTE-TOUCHE



Merci de votre attention