

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 4 septembre 2013

AVIS **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

relatif aux « mesures à prendre sur les bouquetins pour lutter contre la brucellose sur le massif du Bargy, Haute-Savoie ».

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses a été saisie le 9 juillet 2013 par le ministère chargé de l'Agriculture et le ministère chargé de l'Ecologie pour la réalisation de l'expertise suivante : saisine relative aux mesures à prendre pour les bouquetins pour lutter contre la brucellose sur le massif du Bargy, Haute-Savoie.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

La France a été confrontée en avril 2012 à un foyer de brucellose dans un élevage bovin laitier de la commune du Grand Bornand (sud du massif du Bargy) en Haute-Savoie, département considéré indemne depuis le dernier foyer recensé en 1999 au nord du même massif. Une souche de *Brucella melitensis* biovar 3 a été, en effet, isolée dans le lait d'une vache qui venait d'avorter et dans les nœuds lymphatiques d'une seconde vache du même cheptel. Trois autres bovins de l'exploitation ont été reconnus infectés par PCR. Un lien épidémiologique a ensuite été établi entre ce foyer bovin et deux cas de brucellose humaine dont le premier avait été détecté en janvier 2012, sur un enfant ayant consommé du fromage au lait cru produit avec le lait de ce troupeau.

Depuis cet évènement, de larges investigations ont été conduites et se poursuivent toujours à la date de cet avis, à la fois parmi les ruminants domestiques résidents permanents ou en estive, et parmi les ruminants sauvages du massif du Bargy. Elles ont permis de mettre en évidence des animaux sauvages infectés de brucellose, notamment des bouquetins (*Capra ibex*), et d'émettre l'hypothèse que ces animaux aient pu jouer le rôle de réservoir et ainsi assurer un relais « silencieux » entre le dernier foyer domestique de 1999 et ce foyer de 2012. En effet, l'analyse génétique des souches (technique MLVA (Multi-Loci VNTR

Analysis) a permis de démontrer un lien épidémiologique entre, d'une part, les souches humaines et animales (domestiques et sauvages) du Bargy en 2012 et d'autre part, les souches isolées lors du dernier foyer de 1999, voire de foyers plus anciens sur la région. En revanche, les résultats des investigations conduites en 2012 ont montré l'absence d'infection parmi tous les troupeaux de ruminants domestiques éventuellement exposés (12 118 bovins et petits ruminants répartis dans 211 troupeaux testés en automne 2012).

Les investigations sur les bouquetins ont été réalisées par l'ONCFS qui a mené des actions de surveillance sanitaire et populationnelle sur le massif du Bargy et des massifs environnants. Les résultats de ces investigations sont présentés dans l'avis Anses 2013-SA-0082 ainsi que dans l'annexe 1 de cet avis. Selon la saisine, les premiers résultats de ces opérations, commencées en septembre 2012 et toujours en cours, montrent que « *la brucellose circule activement chez les bouquetins depuis plusieurs années sur le massif du Bargy* ». La population de bouquetins occupant le Massif du Bargy a été estimée, lors des premières opérations de comptage, à environ 300 individus (précisions sur la taille de population ci-après).

Une saisine de la DGAL n°2013-SA-0082 en date du 6 mai 2013, portant sur le protocole de surveillance des troupeaux de ruminants domestiques de la zone, a conduit l'Anses à conduire une 1^{ère} évaluation du risque de transmission de la brucellose du bouquetin aux cheptels domestiques. Les experts ont, compte tenu du temps imparti et de la disponibilité incomplète des données sanitaires, estimé qualitativement ce risque (*probabilité de transmission*), sur une échelle de 0 à 9, comme minime (niveau 2) pour les bovins, extrêmement faible (niveau 3) pour les ovins et compris entre extrêmement faible (niveau 3) et faible (niveau 5) pour les caprins. Selon l'Avis correspondant, certains aspects du foyer de brucellose du Bargy (et notamment le fait qu'il n'y ait eu qu'un foyer bovin entre 1999 et 2012) « *laissent à penser que la transmission doit s'effectuer principalement par voie vénérienne et secondairement par contact avec des produits d'avortement et des urines contaminées* ».

Ce risque de transmission faible pose cependant la question des conséquences de cette infection pour les filières locales d'élevage, notamment du fait de la fabrication de fromages au lait cru et plus largement pour la filière bovine française, officiellement indemne de brucellose. La brucellose est un problème de santé publique comme en témoignent les deux infections humaines liées au foyer bovin.

Le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et le ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt proposent un protocole d'abattage des bouquetins dans le but de : « *Maîtriser la brucellose dans la faune sauvage en Haute-Savoie où le bouquetin semble jouer le rôle de réservoir primaire pour abaisser significativement le risque de transmission aux animaux domestiques notamment sur le massif du Bargy, et cela dès le début de l'automne, mais aussi pour protéger les autres massifs et maîtriser le risque de décantonement* ».

Les opérations d'abattage sont prévues de la façon suivante :

1. « *Opérations « flash » (sur un temps court, 5-20 jours maximum) avec pour objectif l'abattage d'un maximum d'animaux (de 80 à 95%) avec des agents en poste sur les zones de transit identifiées suite aux études populationnelles pour éviter les fuites vers les autres massifs* »
2. « *Phase de surveillance jusqu'à l'hiver pour éliminer les derniers bouquetins.* »

Les questions posées à l'Anses, au regard de ce protocole, sont :

1. « *Ces opérations d'abattage ainsi menées seront-elles efficaces et permettront-elles d'atteindre l'objectif recherché ?* »
2. « *Au regard des résultats dont on dispose, pourrait-on définir une typologie d'animaux les plus à risque d'infection et consécutivement orienter l'abattage sélectif de ces animaux ? Cette alternative à l'abattage total apporterait-elle les mêmes garanties ?* »
3. « *Hormis l'abattage total et l'abattage sélectif, d'autres solutions alternatives à ces scénarii permettraient-elles une maîtrise égale, sinon meilleure, de la maladie, de sorte que la population de bouquetins du massif du Bargy ne constitue plus une menace pour la santé publique et pour les cheptels domestiques ?* »

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise collective a été réalisée par le groupe d'expertise collective d'urgence (GECU) « Brucellose bouquetin Bargy », multidisciplinaire, regroupant des compétences complémentaires : épidémiologie et analyse de risque, biologie du bouquetin et de la faune sauvage de montagne, maladies de la faune sauvage, microbiologie, brucellose à *Brucella melitensis*, méthodes de diagnostic, méthodes de lutte contre les maladies infectieuses.

La saisine a été présentée et certains éléments précisés au cours de l'audition des demandeurs à la réunion du CES SANT du 10 juillet 2013.

Le GECU s'est réuni physiquement sur trois journées, le 25 juillet, les 21 et 27 août 2013 puis sur deux demi-journées les 29 août et 2 septembre 2013 et a régulièrement échangé entre ces réunions sur le contenu de l'avis.

Au cours de ces réunions, le GECU a procédé à quatre auditions dans le but d'améliorer sa connaissance du contexte :

- un agent de l'unité sanitaire de la faune (ONCFS) ayant participé au suivi sanitaire et populationnel des bouquetins du massif du Bargy (audition le 21 août 2013) ;
- un membre du groupe national bouquetin (chargé de la réintroduction du bouquetin et de sa conservation) ayant participé au suivi populationnel des bouquetins (audition le 21 août 2013) ;
- un agent du service départemental 74 de l'ONCFS ayant participé à l'élaboration du projet d'abattage total (audition le 27 août 2013) ;
- un technicien cynégétique de la fédération départementale des chasseurs de Haute-Savoie (audition le 27 août 2013).

Les questions posées aux différentes personnes concernaient principalement le suivi sanitaire et populationnel des bouquetins du massif du Bargy, la faisabilité technique des

méthodes de gestions envisagées, ainsi que les bénéfiques, inconvénients et risque liés à chacune d'entre elles.

Le GECU a disposé de plusieurs documents liés au foyer de brucellose du massif du Bargy :

- trois documents intitulés « *Contexte et justification d'une demande complémentaire d'autorisation d'abattage de bouquetins brucelliques dans les massifs des Aravis et de Sous-Dine/Glières* » datés de novembre 2012, février et juillet 2013 et émanant de l'ONCFS, reçus le 19 juillet 2013 ;
- la lettre et le dossier de « *demande d'avis au CNPN relatif à une autorisation d'abattage des bouquetins du massif du Bargy (74) préalable à une réintroduction de l'espèce, dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques, pour prévenir des dommages importants à l'élevage, pour des raisons économiques majeures et pour assainir l'enzootie de brucellose au sein de cette population* », émanant de la préfecture de Haute-Savoie, reçus le 19 juillet 2013 ;
- la lettre et le dossier comprenant les « *Eléments d'analyse complémentaires à la demande d'avis au CNPN relatif à une autorisation d'abattage des bouquetins du massif du Bargy (74), préalable à une réintroduction de l'espèce, dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques pour prévenir des dommages importants à l'élevage, pour des raisons économiques majeures et pour assainir l'enzootie de brucellose au sein de cette population* » reçus le 30 août 2013 ;
- une lettre de réponse de l'ONCFS à la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) « *concernant la demande d'autorisation de destruction (abattage) d'espèce protégée* », reçue le 19 juillet 2013 ;
- la convention passée entre le MAAF et l'ONCFS « *relative à la surveillance de la brucellose chez les ongulés sauvages du massif du Bargy (département de la Haute-Savoie) durant la période 2012-2014* », reçue le 19 juillet 2013 ;
- un rapport d'étape transmis par l'ONCFS et concernant le suivi démographique de la population de bouquetins du Bargy, reçu le 17 août 2013 ;
- la note Asters (mars 2013) concernant le foyer de brucellose sur les bouquetins dans le massif du Bargy, rédigée par le président de la commission « faune, flore, écosystèmes » d'Asters, également vice-président de la commission faune du Conseil national de la protection de la nature (CNP) et par la responsable de la mission expertise scientifique et technique d'Asters reçue le 19 juillet 2013.

Le GECU a également obtenu, un grand nombre d'informations sur le foyer auprès de l'ONCFS ainsi que des laboratoires départementaux concernés et du laboratoire national de référence.

Les connaissances sur la situation de la brucellose dans le massif du Bargy ainsi que les données disponibles sur les caractéristiques de la population de bouquetins et la configuration du massif pourraient permettre de mettre en place une modélisation de la circulation de la brucellose dans cette population. L'unité « méthodologie et études en microbiologie et santé animale » de l'Anses-DER est en train de réaliser cette modélisation dans le cadre d'un Appui Scientifique et Technique (AST) dont les travaux ont commencé en parallèle aux délibérations du GECU et sont appelés à continuer après le rendu de cet avis.

Le travail scientifique de compréhension des mécanismes impliqués et leur modélisation, une fois validée par des mesures de terrain, devraient permettre de s'assurer de la bonne compréhension de la situation rencontrée, au moins pour les paramètres majeurs de la dynamique de l'infection et d'étayer les mesures proposées avec davantage d'éléments scientifiques. Elle pourrait en outre permettre, si la situation est retrouvée ailleurs ou plus tard, de réagir plus vite et de façon raisonnée. Les premiers éléments de ce travail montrent qu'un certain nombre d'informations restent à acquérir ou à consolider pour proposer des mesures de gestion sur des bases quantitatives. Ce projet de modélisation est un travail de plus long terme que la présente saisine en urgence. Sa construction et son exploitation seront conditionnées aux réponses ou données qui pourront être apportées, provenant d'une analyse bibliographique approfondie et des études actuellement en cours sur le Massif du Bargy.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GECU

Dans le cadre des investigations autour du foyer bovin de brucellose, l'ONCFS a initié à partir de septembre 2012 un certain nombre d'opérations de suivi sanitaire et populationnel des bouquetins et des autres ruminants de montagne sur le massif du Bargy ainsi que sur les massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine. Ces opérations sont assurées par l'ONCFS en collaboration avec la fédération départementale des chasseurs de Haute-Savoie. L'ONCFS est mandaté par le MAAF (Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Direction Générale de l'Alimentation) pour l'ensemble de ces actions. Les données issues des opérations de surveillance sanitaire et populationnelle entreprises sur les ruminants des massifs du Bargy, des Aravis et de Sous-Dine sont présentées en annexe 1 de ce document.

3.1. Données sur la circulation de *B. melitensis* dans les massifs du Bargy, des Aravis et de Sous-Dine

Le programme de surveillance sanitaire a été construit autour de plusieurs objectifs :

- rechercher un réservoir sauvage de *B. melitensis* ;
- caractériser la circulation du pathogène dans ledit réservoir ;
- vérifier que le foyer de brucellose est bien circonscrit au massif du Bargy et ne concerne pas les massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine.

Ce programme a démarré en septembre 2012. Il est toujours en cours au 30 août 2013. Pour répondre aux objectifs fixés, il comporte plusieurs opérations :

1. surveillance clinique (massif du Bargy) : plusieurs opérations de surveillance clinique, visant à identifier les bouquetins ou chamois à clinique évocatrice (arthrites, orchites), avec abattage immédiat (ou capture) des animaux suspects ;
2. surveillance sérologique (massifs du Bargy, Aravis et Sous-Dine) des populations par capture (télé-anesthésie) ;
3. surveillance du gibier (massif du Bargy), par des prélèvements effectués par les chasseurs (convention entre l'ONCFS et la fédération départementale des chasseurs de

Haute-Savoie) sur des cerfs élaphe, chamois et chevreuils tués durant la saison de chasse 2012-2013.

Pour chaque animal (suspect clinique, surveillance sérologique, chasse), un échantillon de sang est prélevé pour rechercher une réponse sérologique à l'infection par *B. melitensis* ainsi qu'un écouvillon vaginal ou du prépuce lorsque possible (recherche directe de *B. melitensis*). Lorsqu'un animal présente des lésions ou une clinique évocatrice (surveillance clinique, chasse) ou présente une séropositivité (surveillance sérologique), cet animal, s'il n'est pas trouvé mort ou n'a pas été tué à la chasse, est euthanasié puis autopsié. Durant les autopsies, un certain nombre d'organes et de tissus est prélevé pour recherche directe de *B. melitensis* par bactériologie et/ou PCR.

Les analyses ont été effectuées par le laboratoire d'analyses de Haute-Savoie (LIDAL 74), le laboratoire départemental d'analyses vétérinaires 73 (LDAV 73) ainsi que par le Laboratoire National de Référence Brucellose de l'Anses Maisons-Alfort. Le LIDAL 74 a assuré les analyses sérologiques de première intention (EAT et FC sur sang et si nécessaire sur jus de poumon). Les mises en culture ont été assurées par le LDAV 73. Le LNR a assuré les analyses sérologiques de deuxième intention (ELISA indirect et compétition) ainsi que les PCR lorsque la bactériologie était négative sur les animaux séropositifs. Le LNR a également assuré la confirmation de souche et les typages phénotypique et moléculaire.

Les premiers résultats de ces opérations sont disponibles pour la période de septembre 2012 au 20 août 2013. Les opérations doivent continuer jusqu'à l'automne 2013. Les experts ont donc disposé, en temps réel, de données sanitaires et populationnelles partielles, pour procéder à l'évaluation des questions posées par la saisine.

Le foyer de brucellose touchant ces bouquetins est unique. En dehors de quelques cas sporadiques de portage de *B. melitensis* déjà rapportés, le seul foyer identifié concerne une population de bouquetins du Parc du Grand Paradis (Italie) qui s'était infectée auprès d'ovins transhumants. La situation de ce foyer était différente : la séoprévalence n'a jamais dépassé 5 à 6% des animaux analysés. A noter que ce foyer s'est éteint de lui-même sans qu'aucune mesure de maîtrise n'ait été entreprise.

Concernant le foyer du massif du Bargy, trois éléments majeurs ressortent des informations :

- la prévalence est actuellement élevée au sein de la population de bouquetins du Massif du Bargy ;
- la présence du pathogène est très marginale chez les autres ruminants sauvages du Massif ;
- le pathogène n'a pas été détecté chez les populations de bouquetins des massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine.

Ces trois points sont développés ci-dessous, sachant que le manque de recul ne peut encore donner qu'une image statique de l'infection.

3.1.1. Une prévalence actuellement élevée de *Brucella melitensis* au sein de la population de bouquetins du massif du Bargy

Les résultats issus des surveillances clinique et sérologique des bouquetins du massif du Bargy ont révélé la présence de sujets cliniquement atteints de brucellose et témoignent d'une prévalence élevée de *B. melitensis* au sein de cette population (données 2012 et 2013).

- **La majorité des bouquetins cliniquement atteints est porteuse de *B. melitensis***

Entre le 5 octobre 2012 et le 31 juillet 2013, sept bouquetins présentant des arthrites et/ou des orchites et à ce titre suspects d'être brucelliques ont été autopsiés. Six ont été confirmés comme brucelliques (bactériologie et/ou sérologie positives). *B. melitensis* a été retrouvée dans des organes uro-génitaux de quatre bouquetins positifs en bactériologie : ces animaux peuvent donc être considérés comme potentiellement excréteurs.

Les formes cliniques recensées sont néanmoins des manifestations subaiguës ou chroniques de la brucellose et leur observation ne permet pas de se prononcer sur les éventuels avortements (principales conséquences de la brucellose aiguë chez les ruminants) et leur importance dans les effectifs considérés.

- **Une séroprévalence élevée touchant toutes les classes d'âge et de sexe de façon hétérogène**

La surveillance sérologique a permis de mettre en évidence une prévalence élevée de *B. melitensis* au sein de la population de bouquetins du Bargy : la séroprévalence apparente cumulée entre 2012 et 2013 est de l'ordre de 40% (29 positifs sur 77 animaux testés).

Des animaux séropositifs ont été trouvés dans toutes les classes d'âge de 2 à 15 ans avec toutefois une prédominance pour les classes d'âge supérieures à 5 ans.

Les résultats de cette enquête montrent également que les femelles âgées de plus de 5 ans sont les plus touchées avec une séroprévalence qui atteint 73% (16 positifs sur 22 testés) versus 31% (5 positifs sur 16) pour les mâles de plus de 5 ans.

Il ressort en outre des données disponibles que *B. melitensis* a été isolée chez près de la moitié des animaux séropositifs, qu'une bonne partie de ces isolements a été obtenue à partir d'organes potentiellement excréteurs comme les organes uro-génitaux et/ou la mamelle.

Analyse des résultats

Les experts considèrent, à la lecture de ces résultats, que *B. melitensis* est bien implantée dans la population de bouquetins du Massif du Bargy. Le fait que la séroprévalence soit plus élevée chez les individus de plus de 5 ans, en particulier chez les femelles semble indiquer, en fonction des connaissances sur le comportement des bouquetins pendant la période du rut, que la voie de transmission au sein de la population est majoritairement vénérienne.

Il est néanmoins probable, comme cela est classique chez les ruminants domestiques, que cette prévalence plus forte dans les classes d'âge élevées soit aussi liée à une probabilité d'exposition (y compris non vénérienne) qui augmente au cours de la vie.

Une confirmation d'un mode préférentiel de transmission pourrait être obtenue au travers des études et de la modélisation actuellement en cours.

Les experts ne disposent pas d'éléments d'information sanitaire, pour cette population de bouquetins, antérieurs à 2012 et ne peuvent donc pas conclure sur l'évolution du foyer avant cette période. Il est possible que cette circulation ait graduellement augmenté à partir du moment de l'introduction de l'agent pathogène. Il est également possible que la prévalence ait augmenté brusquement, suite à des modifications au sein de la population, comme celles consécutives à une morbidité intercurrente par exemple.

3.1.2. Une présence très marginale du pathogène au sein des autres ruminants sauvages du massif du Bargy

La surveillance des autres espèces réceptives présentes dans le massif du Bargy a porté uniquement sur le gros gibier (chevreuil, cerf et chamois).

La surveillance du gros gibier a été entreprise en 2012-2013 par l'ONCFS en collaboration avec la fédération départementale des chasseurs de Haute-Savoie sur les espèces chassées sur le massif du Bargy. Les résultats sont les suivants :

- **Chevreuil (*Capreolus capreolus*)** : 44 individus ont été abattus et testés, aucun ne s'est avéré positif.
- **Cerf élaphe (*Cervus elaphus*)** : 30 cerfs ont été abattus et testés, aucun d'entre eux n'a été confirmé comme infecté par le LNR
- **Chamois (*Rupicapra rupicapra*)** : 55 individus ont été testés dont un seul (femelle de 7 ans tuée le 16 septembre 2012 et porteuse d'une arthrite brucellique purulente) était positif.

Toutes les études européennes ont, jusqu'à présent, montré que, même si des cas sporadiques d'infection brucellique avaient pu être observés sur des ruminants sauvages, de montagne notamment, ces cas ne perduraient pas dès lors que l'infection était éradiquée au sein de la population de ruminants domestiques. Pour le chamois, par exemple, les cas rapportés d'infection par *B. melitensis* sont rares (Garin-Bastuji *et al.* 1990; Ferroglio *et al.* 2007) et cette espèce est décrite comme transmettant peu la maladie du fait de sa grande sensibilité : l'individu atteint présente rapidement une atteinte clinique grave (difficultés locomotrices, iridocyclite, troubles neurologiques, perte de l'instinct grégaire, etc.), ce qui contribue sans doute à un faible niveau potentiel de transmission, tant au sein de l'espèce qu'aux autres espèces sensibles. Les cas d'infection brucellique du cerf signalés en Europe sont également rares : un cas rapporté en France dans un élevage de cerfs en contact avec un foyer bovin infecté par *B. melitensis*, et quelques cas sporadiques en Espagne de cerfs infectés par *B. abortus*. Cette situation contraste d'ailleurs avec celle observée en Amérique du nord où le cerf (Wapiti : *Cervus elaphus canadensis*) est reconnu, dans le parc du grand Yellowstone aux Etats-Unis par exemple, comme un foyer primaire d'infection par *B. abortus* (Davis and Elzer 2002).

Aucune autre espèce réceptive : sanglier, lièvre, lapin, marmotte, micromammifères ou carnivores sauvages, notamment le renard, n'a fait, en revanche, l'objet de recherche de brucellose. En fait, aucune documentation ne permet de penser que l'une ou l'autre de ces espèces puisse jouer le rôle de réservoir pour *B. melitensis*.

Le bouquetin est, à ce jour, la seule espèce sauvage présente sur le Massif du Bargy identifiée comme réservoir primaire de la maladie. La situation de ce massif semble exceptionnelle dans la mesure où le bouquetin n'avait pas non plus été décrit comme réservoir de brucellose avant ce foyer.

Les experts estiment que le risque qu'une autre espèce de mammifère du massif du Bargy soit ou devienne réservoir primaire est minime. Il serait prudent néanmoins de continuer la surveillance des espèces les plus à risque, c'est à dire cerfs, chevreuils et chamois.

3.1.3. Absence de détection de *B. melitensis* chez les bouquetins des massifs des Aravis et de Sous-Dine

Les opérations de surveillance sérologique menées sur les deux massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine n'ont pas permis d'identifier de bouquetin séropositif parmi les :

- 57 individus testés sur le massif des Aravis, pour une population estimée de 150 à 200 individus ;
- 30 animaux testés sur le massif de Sous-Dine, pour une population estimée d'une centaine d'individus.

Ces résultats permettent pour l'instant d'admettre que la séroprévalence a 95% de chance d'être inférieure à 5% sur le massif des Aravis et à 8% pour le massif de Sous-Dine.

Les experts concluent que la circulation du pathogène est, dans le pire des cas, marginale et plus probablement nulle sur ces massifs.

Conclusion sur les données de suivi sanitaire

Les experts constatent que la prévalence de *B. melitensis* est élevée au sein de la population de bouquetins du Bargy. Par ailleurs, la distribution de cette prévalence entre les classes d'âge et de sexe semble indiquer que la transmission serait majoritairement vénérienne. Le bouquetin n'a jamais été identifié comme un réservoir primaire de *B. melitensis* bien que de nombreuses populations alpines aient déjà été au contact de ce pathogène par le passé. Les raisons pour lesquelles le bouquetin est réservoir primaire de *B. melitensis* et la dynamique de l'infection sur le massif du Bargy mériteraient d'être investiguées dans la mesure où cette situation pour l'instant unique, pourrait se reproduire ailleurs.

Les experts notent également que l'agent pathogène ne semble pas circuler (ou de façon très marginale) au sein des autres populations de ruminants sauvages et estiment que le bouquetin est très probablement l'unique réservoir de *B. melitensis* sur le massif du Bargy.

Enfin il est rassurant de constater que l'infection ne semble pour l'instant concerner que le Massif du Bargy et pas les massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine.

3.2. Suivi démographique de la population de bouquetins du massif du Bargy

Le bouquetin n'a fait l'objet d'aucun suivi spécifique, ni dans le massif du Bargy (où il fut introduit en 1974), ni dans les massifs voisins, depuis plus d'une dizaine d'années. Les dernières données dans le Bargy remontent à l'année 1999. L'absence de suivi rend délicate l'interprétation des données actuellement collectées.

Lorsque le bouquetin a été identifié comme réservoir sauvage de *B. melitensis*, il a été nécessaire de suivre la population de bouquetins du Bargy afin de mieux connaître :

- la taille des populations de bouquetins du Bargy et des massifs avoisinants, la structure de la pyramide des âges de la population des bouquetins du Bargy et son indice de reproduction ;
- l'occupation spatiale des hardes de bouquetins, la détermination des zones de mise-bas, des zones et facteurs de risque de contacts avec le cheptel de ruminants domestiques.

Pour répondre à ces objectifs, l'ONCFS a mis en place trois opérations qui ont démarré au début de l'été 2013 et qui, compte tenu de la durée de vie des équipements, pourraient se poursuivre durant une année :

- des opérations de comptage et un suivi des déplacements des populations de bouquetins identifiés (massif du Bargy) : réalisation bimensuelle de sept parcours-échantillons (itinéraires de plusieurs centaines de mètres parcourus systématiquement par le même observateur, de la même manière, permettant de compter et d'identifier les animaux et de caractériser leurs déplacements) avec dénombrement des animaux ;
- un suivi télémétrique d'animaux équipés de colliers GPS et VHF (massifs du Bargy, Aravis et Sous-Dine) ;
- un suivi rapproché d'une dizaine d'alpages (massif du Bargy) pour caractérisation des interactions bouquetins-cheptels domestiques.

La surveillance populationnelle des bouquetins du Massif du Bargy dégage quatre éléments majeurs :

- il existe une incertitude importante sur la taille exacte de la population ;
- la population de bouquetins du Massif du Bargy a le profil d'une population vieillissante ;
- il semble ne pas y avoir de déplacements de bouquetins du Massif du Bargy vers les autres massifs voisins durant l'été 2013 ;
- les zones et les périodes de superposition de pâturage des bouquetins et des cheptels domestiques ont semblé limités durant l'été 2013.

Ces quatre éléments sont développés ci-dessous.

3.2.1. Incertitudes sur la taille de la population

Les estimations de la taille de la population du massif du Bargy ont été établies selon différentes méthodes. Les méthodes simples de comptage direct entreprises depuis 1999 par relevés pédestres ou par hélicoptère donnent les résultats suivants :

- 307 individus en suivi pédestre en 1999 ;
- 252 individus en comptage par hélicoptère en 2013 ;
- 289 individus comptés au cours des opérations de surveillance clinique mises en place en 2013 ;
- 287 individus comptés en moyenne sur 5 relevés pédestres entre le 3 juin et le 2 août 2013.

L'ONCFS estime, d'après ces comptages, que le massif compte au minimum 300 bouquetins et que ce chiffre est très probablement une sous-estimation du fait :

- de comptages tardifs dus à des mauvaises conditions météorologiques (décalage des survols par hélicoptère à des périodes de plus grande dispersion des animaux) ;
- de la présence de zones boisées où les bouquetins sont difficilement repérables ;

Ces résultats, obtenus par des méthodes simples, semblent toutefois montrer que la population est à peu près stable depuis 1999.

Des méthodes de comptage plus complexes, notamment fondées sur la fréquence d'observation d'individus marqués (techniques de capture-marquage-recapture (CMR)) donnent néanmoins des chiffres plus variables et plus élevés. Ces estimations seraient plus proches de 450 à 500 individus.

Les experts considèrent, à la lecture des résultats de comptages, que la taille de la population de bouquetins du Bargy a peu évolué entre 1999 et 2013. Compte tenu des estimations fournies, il est probable que l'effectif de la population soit compris entre 300 et 500.

Cette apparente expansion nulle de la population peut être consécutive à la présence de problèmes démographiques au sein de cette population ou peut être due à des défauts dans les méthodes de comptage utilisées. Les estimations de la densité de population effectuées à l'aide de comptages directs fournissent des résultats qui ne sont pas satisfaisants pour la plupart des espèces d'ongulés étudiées (Gaillard *et al.* 2003). La seule exception est le bouquetin, dont les comptages directs peuvent fournir des résultats fiables (Largo *et al.* 2008) car le bouquetin utilise des habitats ouverts et est facile à observer, à condition que les habitudes et la distribution spatiale de la population soient bien connues. Des études basées sur la méthode CMR appliquées au bouquetin devraient pouvoir fournir des indices d'observation de l'ordre de 85-90% (Brambilla *et al.*, in prep., selon B. Bassano, communication personnelle). Les données de comptage de la population de Bargy montrent un pourcentage de sous-estimation important, ce qui suggère que la population est encore très mal connue car peu suivie et sa répartition spatiale très peu connue.

3.2.2. Une population âgée

Le suivi de la population de bouquetins du massif du Bargy a permis de dégager les éléments suivants pour l'année 2013 :

- une population âgée, avec pour les mâles 68% d'individus de plus de 5 ans, 14% d'individus de 4 et 5 ans et 16% d'individus de 2 et 3 ans ;
- un succès de reproduction apparemment très faible : un maximum de 16% de femelles observées était suitées.

Ces éléments sembleraient indiquer que la population de bouquetins du Bargy est âgée et que ses performances reproductives sont très basses. A titre de comparaison, le taux de femelles suitées dans d'autres populations alpines est plus proche, également en 2013, de 30% (32% en Belledonne, 36% en Vanoise).

Il est cependant difficile d'interpréter la dynamique de cette population. Les auditions n'ont pas permis de dégager de jugement majoritaire permettant d'expliquer cette situation.

Des résultats plus complets permettraient une meilleure connaissance de la dynamique de population, et peut-être d'évaluer si *B. melitensis* a un impact sur cette dynamique (avortements, stérilité, mortalité d'animaux atteints cliniquement...). Ce suivi a d'ailleurs été envisagé sur une période allant au-delà de l'été 2013 par l'ONCFS.

3.2.3. Une population apparemment cantonnée au massif du Bargy

De mai 2013 au 15 août 2013, le suivi des bouquetins équipés de colliers GPS ou VHF et des bouquetins marqués (114 individus marqués sur les trois massifs dont 31 sur le massif du Bargy) n'avait pas mis en évidence de déplacements du Massif du Bargy vers les autres massifs.

L'étude bibliographique du bouquetin permet d'apporter plusieurs éléments :

- Contrairement à d'autres ongulés de montagne (Chamois), les jeunes bouquetins essaient peu vers d'autres massifs. Il faut souvent atteindre une densité très importante dans un massif pour que les massifs voisins commencent à être colonisés (B. Bassano, communication personnelle).
- Les déplacements de bouquetins sont le plus souvent cantonnés à trois zones : quartiers d'hiver (en altitude), descente dans les alpages en printemps-été (au moment de la repousse de l'herbe) et remontée vers d'autres quartiers en automne (pour le rut) (Parrini *et al.* 2003). Un bouquetin fréquentera, au cours de sa vie, le plus souvent les mêmes quartiers d'hiver, les mêmes quartiers d'été et les mêmes quartiers d'automne. En revanche, ces trois quartiers peuvent être très éloignés (jusqu'à 20 km) les uns des autres et parfois se trouve sur des massifs différents.

Les experts considèrent que les données en leur possession, qui portent sur un suivi organisé entre mai et août 2013, ne couvrent pas toutes les périodes de déplacement des bouquetins, notamment la période de rut, et ne permettent donc pas de s'assurer que les bouquetins ne se déplacent pas vers d'autres massifs. Les experts estiment cependant que l'absence d'infection détectable dans les massifs voisins constitue un élément suggérant que s'ils existent, les déplacements vers d'autres massifs doivent être limités.

3.2.4. Interactions bouquetins-cheptels domestiques

Le programme de surveillance des pâtures s'est étalé entre le 15 juin et le 15 août 2013.

Les résultats de ce programme de surveillance montrent que pour 9 alpages étudiés (sur 12 alpages où bouquetins et cheptels domestiques pourraient se rencontrer), seuls deux présentaient une exposition non nulle aux risques de transmission à la fois directe et indirecte, et deux autres au risque de transmission indirecte par succession sur les mêmes lieux. La majorité des sites n'avait donc pas présenté de situations d'exposition des cheptels domestiques au risque, du moins lors des heures d'observation.

Ce résultat est à replacer dans son contexte avec une année 2013 où la montée en alpage des cheptels domestiques a été relativement perturbée par la longueur de l'hiver et de ce fait le moindre intérêt zootechnique de certains sites, qui a amené certains éleveurs à ne pas du tout monter leurs troupeaux (exemple de la Colombière).

Il se place dans les niveaux classiques de cohabitation animaux domestiques – faune sauvage en alpage, si on compare ces données aux résultats obtenus lors d'une précédente étude portant sur 15 alpages des Parcs nationaux de la Vanoise, des Ecrins et des Pyrénées (D. Gauthier, communication personnelle).

Outre le fait que seuls quelques alpages ont été concernés par l'exposition au risque de transmission, le résultat le plus surprenant observé en 2013 est le décalage entre ces estimations théoriques et la contamination avérée : en effet, le seul passage identifié de la brucellose à un bovin est intervenu dans un site, celui de la Culaz, pour lequel le contexte épidémiologique (troupeau bovin dans un parc clôturé, cantonné en périphérie de l'exploitation, loin des zones de passage des bouquetins ou même simplement de leur habitat potentiel) est éloignée d'une la logique de transmission inter-spécifique. A ce titre, l'hypothèse d'un relais entre bouquetin et bovin (comme par exemple un canidé amenant du matériau virulent au sein de l'exploitation) pourrait être envisagée, sachant aussi que la contamination bovine datait au moins de 2 ans.

Ces résultats semblent indiquer que la contamination d'un cheptel domestique par des bouquetins du Bargy, qui s'est produite en une unique circonstance sur 12 ans de cohabitation animaux domestiques – faune sauvage dans le massif concerné, n'a pas répondu à une logique statistique de pression d'infection, mais correspondrait plutôt à un évènement de type accidentel et exceptionnel.

Par ailleurs, ces résultats permettent d'illustrer que le risque de transmission, pour faible qu'il apparaisse, n'est pas homogène sur l'ensemble du massif. Si des mesures de maîtrise étaient envisagées, il serait pertinent de cibler en priorité les zones d'alpages présentant des risques de contacts direct et indirect les plus importants.

Enfin ces données spatiales pourraient avantageusement être couplées à la modélisation en cours pour fournir des estimations plus précises du risque de transmission de l'infection.

Conclusion des experts sur le suivi des populations

Les experts soulignent les incertitudes relatives à la taille de la population et à sa dynamique. Cette population apparaît comme vieillissante avec notamment un taux de reproduction plus bas que celui constaté dans d'autres massifs, accentué par une année 2013 qui est considérée comme défavorable, sans que les facteurs à l'origine de ce vieillissement soient déterminés. Or, ces éléments sont importants pour évaluer l'évolution de la brucellose dans cette population et apprécier, si nécessaire en couplage avec une modélisation, l'efficacité des différents scénarios de maîtrise envisageables.

Les données fournies à ce jour par le suivi spatial des populations de bouquetins sur une période restreinte, et l'absence d'infection détectable dans les massifs voisins suggèrent le caractère limité des déplacements des bouquetins vers d'autres massifs.

La surveillance des pâtures et des interactions entre bouquetins et cheptels domestiques a montré qu'en 2013 ces interactions étaient rares et que le risque de transmission de la brucellose aux animaux domestiques était donc faible. Si ces observations ne sont valables que pour 2013 qui est, rappelons-le, une année particulière avec un enneigement printanier exceptionnel, elles montrent néanmoins que ce risque est variable d'une pâture à l'autre.

3.3. Estimation du risque de transmission de la brucellose des bouquetins aux cheptels domestiques en l'état actuel de la situation.

L'estimation du risque de transmission du bouquetin aux cheptels domestiques s'avère très difficile car il s'agit ici d'une situation unique à plusieurs titres :

- c'est la première fois qu'un réservoir sauvage de *B. melitensis* est identifié ;
- le couple *B. melitensis*-bouquetin est peu documenté et n'est pas comparable d'emblée à d'autres modèles, y compris au modèle caprin domestique ;
- le foyer concerne une zone de montagne avec un risque de transmission qui varie au gré de la saison, en fonction du cycle reproductif du bouquetin et des périodes d'estive des différents cheptels domestiques ;
- la conduite d'élevage est différente en fonction du type de cheptel avec des élevages de type transhumant (ovins, caprins, bovins), d'une part, et, d'autre part, au sein des élevages bovins, bon nombre de cheptels sédentaires en altitude, pour lesquels les animaux sortent quelques heures par jour autour des bâtiments, dès le printemps si les conditions le permettent.

Du fait de ces particularités, le risque de transmission n'est ici comparable à aucune autre situation épidémiologique classiquement connue pour la brucellose.

Les conclusions de l'analyse qualitative rendue dans l'avis 2013-SA-0082 évaluent le risque de transmission de la brucellose entre bouquetins et ruminants domestiques comme étant compris entre minime et faible (selon l'espèce de ruminant). Les contacts rapprochés entre bouquetins et ruminants domestiques sont en effet rares, bien que des accouplements soient possibles entre bouquetins et caprins domestiques (ces accouplements se produisent pas ailleurs uniquement dans le cas où les chèvres sont laissées au pâturage sans contrôle pendant une longue période).

Une approche probabiliste d'appréciation quantitative des risques de la situation actuelle a été effectuée sur la base des données transmises, en préalable à la modélisation de la dynamique d'infection en cours. Ces premiers résultats d'évaluation quantitative du risque n'ont pas pu être discutés par les experts dans les temps impartis.

L'objectif des gestionnaires étant de diminuer le risque de transmission de la brucellose des bouquetins aux cheptels domestiques, la valeur initiale de ce risque est nécessaire à connaître pour évaluer ensuite l'efficacité des différentes mesures de gestion.

En dépit d'une infection brucellique importante chez les bouquetins, ces premières conclusions recourent celles de l'analyse qualitative et sont en faveur d'un risque de transmission interspécifique extrêmement faible. Il est ainsi possible que le foyer bovin de 2011 soit de type accidentel.

3.4. Moyens de maîtrise

Le foyer de brucellose concerne ici le bouquetin des Alpes, espèce protégée qui avait disparu des Alpes françaises au 19^{ème} siècle et pour laquelle de gros efforts de réintroduction ont été effectués à partir des années 1970. Sur le massif du Bargy, l'espèce a été réintroduite entre 1974 et 1976 à partir de 14 individus provenant de Suisse, comme la grande majorité des premiers bouquetins réintroduits sur l'ensemble du massif alpin français.

La brucellose est une maladie, due aux bactéries zoonotiques du genre *Brucella* (hormis *Brucella ovis*), un micro-organisme classé dans le groupe III de risque biologique pour l'Homme ou l'animal (échelle de I, niveau de risque le plus faible, à IV, niveau de risque le plus élevé) et est inscrite sur la liste des agents potentiels de bioterrorisme. Cette infection chez les ruminants fait partie des dangers de première catégorie définis par le MAAF (MAAF 2013). Au-delà de la dangerosité du pathogène, la présence sur le territoire français d'un foyer de brucellose à *B. melitensis* peut mettre en cause le statut officiellement indemne de la France, avec des conséquences économiques et commerciales lourdes pour les filières d'élevage. Elle constitue aussi une menace sur la production du reblochon (fromage au lait cru en zone AOC) dans la zone considérée, où cette production est une des principales sources de revenu après le tourisme (secteur d'activité favorisé par la présence du bouquetin sur le massif).

Le choix d'une méthode de gestion est donc délicat et s'articule entre la prise en compte d'une espèce protégée et la gestion d'une maladie de premier plan.

Des données disponibles, il ressort que le risque pour les cheptels domestiques dépend de 2 facteurs différents sur lesquels il peut être envisagé d'agir :

- l'émission du danger, liée à la source (population de bouquetins), sur laquelle il est possible d'intervenir en diminuant le nombre d'animaux et/ou en réduisant la prévalence. Dans l'avis n°2013-SA-0082, les experts avaient évalué la probabilité d'émission comme « assez élevée à élevée » (note de 7 à 8 sur 9) ;
- l'exposition au danger des cheptels domestiques à la brucellose. Sachant que sa probabilité a été considérée « minime à très faible » dans l'avis 2013-SA-0082 (note de 2 à 4 sur 9 selon l'espèce domestique concernée), il sera difficile de la réduire davantage.

Les experts s'accordent sur la nécessité de mettre l'accent sur la réduction de l'émission.

La saisine pose trois questions qui sont développées dans le présent chapitre. Au préalable, les demandeurs rappellent leur objectif : « *Maîtriser la brucellose dans la faune sauvage en Haute-Savoie où le bouquetin semble jouer le rôle de réservoir primaire pour abaisser significativement le risque de transmission aux animaux domestiques notamment sur le massif du Bargy, et cela dès le début de l'automne, mais aussi pour protéger les autres massifs et maîtriser le risque de décantonement* ».

Quatre stratégies de maîtrise, pouvant être mises en place indépendamment ou de manière combinée, semblent envisageables aux experts qui se proposent d'évaluer leurs avantages, inconvénients et difficultés pratiques de mises en œuvre :

- l'abattage « total » des bouquetins qui aurait pour objectif d'éradiquer le foyer par élimination du réservoir sauvage ;
- l'abattage partiel et ciblé qui aurait pour résultat intermédiaire de réduire le risque de transmission en limitant la circulation du pathogène et, si la réduction de l'infection était suffisante, peut-être de favoriser l'extinction spontanée du foyer ;
- la vaccination des bouquetins, qui, couplée à d'autres mesures de maîtrise, réduirait davantage les risques d'extension de la maladie ;
- l'application de mesures de biosécurité qui, bien entendu, ne permettraient pas d'éradiquer le foyer et sont donc à envisager uniquement en accompagnement des trois mesures précédentes.

Le traitement curatif des bouquetins est peu envisageable pour des raisons pratiques : injections répétées d'antibiotiques sur des animaux sauvages, sans garantie de la disparition du portage des *Brucella* par les animaux ainsi traités.

3.5. Réponse à la question 1

Rappel de la question : « *Les opérations d'abattage ainsi menées seront-elles efficaces et permettront-elles d'atteindre l'objectif recherché ?* »

Un abattage total d'un réservoir sauvage de brucellose n'a jamais été documenté ; les experts disposent donc de très peu de recul sur une telle opération.

D'après le Groupe National Bouquetins, la France compterait une quarantaine de populations de bouquetins pour environ 10 000 individus. Ainsi, l'abattage des bouquetins du massif du Bargy ne remet pas en cause la conservation de l'espèce. Afin de maîtriser le foyer dans la faune sauvage, dans la mesure où le bouquetin semble être le seul réservoir primaire de la brucellose sur le massif du Bargy et où la maladie paraît circonscrite uniquement à ce massif, l'abattage total de la population de bouquetins du massif du Bargy, s'il atteint les objectifs de réduction fixés, apparaît être un moyen efficace de maîtriser le foyer et donc d'éliminer durablement le risque de transmission de la brucellose aux cheptels domestiques.

La saisine envisage l'abattage total de la façon suivante : dans un premier temps une opération « flash » d'abattage massif ayant pour objectif l'élimination de 80 à 95% des bouquetins présents en 5 à 20 jours, suivie d'opérations de surveillance pour abattre les derniers bouquetins avant l'hiver.

Les experts s'accordent sur le caractère peu réaliste de l'objectif d'élimination de la totalité des bouquetins du Massif du Bargy en quelques semaines. L'histoire des abattages massifs à visée sanitaire dans la faune sauvage montre que de telles opérations nécessitent plusieurs mois voire plusieurs années pour atteindre une éradication réelle de l'espèce sur la zone considérée (qui plus est, l'efficacité sanitaire d'une telle opération n'est en aucun cas transposable d'une situation à l'autre car impliquant des espèces/agents pathogènes/contextes et territoires différents). Par ailleurs, il faut souligner que l'absence de bouquetins visibles sur le massif ne serait pas synonyme d'élimination totale de l'espèce sur cette zone.

Les experts proposent donc une seconde lecture à l'intitulé de la saisine :

« Une opération « flash » d'abattage massif ayant pour objectif l'abattage de 80 à 95% de la population de bouquetins suivie d'opérations d'abattage des bouquetins restants qui seront stoppées lorsque aucun bouquetin ne sera plus visible ou lorsque aucun bouquetin brucellique n'aura été déposé pendant un certain temps. »

Cette deuxième version paraît plus réaliste aux experts qui précisent ainsi que l'objectif ne serait atteint qu'après un délai bien supérieur à quelques semaines et que, par ailleurs, la notion de suivi sanitaire ne devrait pas être exclue d'une telle opération.

C'est cette seconde version qui a été évaluée ci-dessous.

3.5.1. Avantages d'un abattage total

L'avantage principal d'un abattage total est la réduction immédiate et drastique du risque de transmission du bouquetin aux cheptels domestiques. L'abattage de 80 à 95% des bouquetins réduirait en effet, de façon significative la source de contamination (émission) et dans une certaine mesure la probabilité d'exposition des animaux de rente.

Il est possible que les densités de bouquetins soient suffisamment abaissées après l'opération flash d'abattage pour que la brucellose ne puisse pas se maintenir dans le reliquat de population. Il existe en effet, pour certaines maladies infectieuses, des seuils de densité en dessous desquels l'agent pathogène n'est plus en mesure d'infecter suffisamment de nouveaux individus pour continuer à circuler. Ces seuils sont parfois déterminés pour les cheptels domestiques mais ont rarement été décrits pour la faune sauvage. Par conséquent les experts insistent sur le caractère hypothétique de cette éventualité qui nécessiterait, pour être confirmée, un suivi sérologique des populations restantes.

La réduction rapide du risque devrait permettre un retour plus rapide à une situation normalisée pour les cheptels domestiques avec un allègement envisageable des mesures de suivi sanitaire et de biosécurité pour ces cheptels, qui ne pourrait, toutefois, être mis en place que lorsque l'efficacité des mesures appliquées à la faune sauvage serait avérée.

L'abattage total, tel qu'il est envisagé, serait probablement la solution la plus rapide et la moins coûteuse en termes de personnel, de moyens et de technique par rapport aux méthodes qui sont envisagées par la suite.

Enfin, le temps passé par les opérateurs sur le terrain pour mettre en œuvre cette méthode serait inférieur à celui que nécessiteraient les autres méthodes ayant recours à un abattage partiel ou ciblé. Pour cette raison, l'abattage total est la méthode qui fait courir le moins de risques (d'accident) aux opérateurs. Les experts précisent pour autant que ce risque reste important pour toute intervention de ce type en milieu montagnard.

3.5.2. Inconvénients d'un abattage total

L'abattage total tel qu'il est envisagé ne prévoit pas de suivi des animaux du massif. Au cours des opérations, surtout lors de l'opération initiale flash d'abattage, aucun prélèvement ni autopsie ne pourrait être effectué sur les bouquetins, et il n'y aurait plus de suivi télémétrique des individus marqués ou équipés. Les experts ont identifié, lors de l'analyse des données de suivi sanitaire et populationnel, un certain nombre d'éléments qui mériteraient d'être éclaircis pour mieux comprendre l'épidémiologie du foyer de brucellose. Ce foyer est unique en Europe et les mécanismes par lesquels la brucellose a pu s'installer de façon pérenne au sein de la population de bouquetins sont inconnus. Devant ce cas, il apparaît essentiel de collecter le maximum d'informations sur le foyer, quelle que soit la méthode de gestion envisagée, afin de pouvoir faire face à d'éventuelles autres émergences du même type et de mieux gérer ce foyer. A cet effet, il paraît utile de maintenir le suivi des déplacements des individus équipés (GPS et VHF) et par conséquent de les conserver jusqu'à la fin de l'abattage total (les abattre en dernier recours seulement). Le suivi de ces animaux permettrait également de repérer plus facilement les groupes d'animaux restants et de procéder aux mesures d'abattage complémentaires et de suivi sanitaire

3.5.3. Difficultés et risques d'un abattage total

L'objectif d'une première opération flash d'abattage est de diminuer suffisamment les populations de bouquetins pour réduire de façon immédiate et significative le risque de transmission de la maladie, intra-spécifique et aux cheptels domestiques, par abaissement de la densité de population. L'objectif opérationnel est également de réduire suffisamment la population pour pouvoir finir « d'éliminer » la population par des opérations nécessitant des moyens beaucoup moins importants.

Trois groupes de difficultés sont identifiés. Elles sont inhérentes :

1. à la faisabilité technique du dispositif (risque de ne pas atteindre les objectifs de réduction fixés) ;
2. aux perturbations que l'abattage flash pourrait engendrer au sein de la population, avec notamment un risque de fuite de bouquetins infectés et d'extension du foyer ;
3. à la gestion des carcasses de bouquetins.

L'évaluation de ces trois risques est présentée ci-dessous.

- **Est-il techniquement possible d'abattre 80 à 95% des bouquetins du Bargy en moins de 20 jours**

Certains secteurs du Massif du Bargy sont difficiles d'accès et de nombreuses zones sont inaccessibles pour un homme à pied. Par ailleurs, l'opération flash d'abattage aurait lieu au mieux à la fin du mois d'octobre (délai indiqué lors de l'audition des demandeurs du MAAF et du MEDDE au cours de la réunion du comité d'experts spécialisés du 10 juillet 2013). Les conditions climatiques à cette saison sont très variables et conditionneraient l'efficacité de l'abattage.

Le bouquetin est un ongulé de montagne qui, lorsqu'il se sent menacé, est capable d'atteindre rapidement des zones « refuges » où il serait plus difficile à tirer. Même si un repérage était effectué en amont pour déterminer les zones de regroupement des bouquetins où le tir serait facilité, il est possible que les bouquetins ne fréquentent plus les mêmes zones dès lors que les tirs auraient commencé. Les experts considèrent cependant

que l'automne est la meilleure saison, avec le printemps, pour effectuer l'abattage car les bouquetins se situent alors moins en altitude et sont plus regroupés, ce qui faciliterait un abattage rapide de nombreux individus.

Le bouquetin est une espèce peu craintive vis-à-vis de l'Homme ce qui faciliterait dans un premier temps un abattage massif. Toutefois, certains experts et personnes auditionnées soulignent que les distances de fuite des bouquetins risqueraient d'augmenter dans de telles circonstances. Au bout d'un délai plus ou moins long, les bouquetins restant sur le massif pourraient devenir beaucoup plus difficiles à approcher et donc à abattre.

Il est délicat d'estimer la taille de la population de bouquetins du massif du Bargy. Le chiffre avancé de 300 individus environ est très probablement une sous-estimation et la population réelle pourrait être de 450 à 500 individus. Dès lors que l'estimation initiale est difficile, il serait donc également difficile d'évaluer l'efficacité réelle de l'abattage. L'objectif minimal d'abattre 80% des bouquetins du massif représente, selon les estimations entre 240 et 450 individus.

Les auditions font apparaître que la réussite des opérations « flash » d'abattage (80 à 95% d'animaux éliminés) serait conditionnée par plusieurs facteurs :

- les moyens mobilisés pour l'abattage ;
- les conditions météorologiques ;
- la pertinence de l'estimation initiale de la taille de la population.

Le GECU rejoint le consensus qui s'est dégagé des auditions sur la capacité à abattre 80% de la population dans les délais prévus dans le cadre de l'opération « flash », si les conditions ci-dessus sont favorables. Des divergences existent parmi les personnes auditionnées, quant à la capacité à atteindre un pourcentage supérieur à 80 % de la population et au délai nécessaire à sa réalisation (selon les auditions entre 3 semaines et 1,5 mois).

Si les conditions étaient défavorables, le risque de ne pas atteindre l'objectif des 80% au cours de l'opération flash serait important. Une 2^{ème} opération d'abattage devrait alors s'envisager sur des bouquetins qui auront déjà été soumis à une forte pression cynégétique, avec les conséquences comportementales susceptibles d'en découler.

- **Risques de perturbation des populations de bouquetins du massif pendant et après l'abattage massif pouvant être à l'origine d'une fuite des bouquetins et donc d'extension du foyer de brucellose aux massifs voisins**

La réaction du bouquetin en cas de tirs massifs est imprévisible. Si le bouquetin a plutôt tendance à remonter en altitude quand il est mis en danger, il n'est pas possible de prévoir la réaction d'une population de bouquetins soumise à une telle pression de « chasse ». De même qu'ils peuvent gagner des zones inaccessibles du massif du Bargy, il faut envisager l'hypothèse qu'ils cherchent à fuir vers d'autres massifs. Il paraît en effet techniquement difficile de « boucler » suffisamment longtemps le massif du Bargy qui représente une surface de plus de 3000 ha.

Un travail d'identification des zones de transit entre les massifs a été entrepris qui a permis de recenser un nombre limité de couloirs d'échanges, notamment le col des Annes entre le massif du Bargy et le massif des Aravis. L'ONCFS affirme qu'il est possible d'empêcher les fuites d'animaux par les couloirs identifiés en y mettant les moyens appropriés : les experts

considèrent que le risque de fuite par les zones de transit identifiées serait en conséquence très faible si les moyens mis en œuvre étaient effectivement importants. Les experts attirent cependant l'attention sur le fait que ces couloirs d'échanges ont été identifiés dans des conditions « normales » et que les conditions de l'abattage total sont « exceptionnelles » et peuvent engendrer des réactions « exceptionnelles » et, éventuellement, des fuites par des voies non identifiées.

Il faut également envisager la possibilité que des bouquetins quittent ultérieurement le massif à la suite de l'opération flash à cause de la pression cynégétique. Ceci a déjà été observé dans le parc du Grand Paradis (Italie) où des populations de bouquetins avaient quitté certaines zones exposées au braconnage (B. Bassano, communication personnelle). Ces risques de fuite seront alors plus importants puisqu'il ne sera pas possible de surveiller les zones de transit par le même dispositif pendant plusieurs semaines voire plusieurs mois.

Au cours des mois de novembre et décembre, les bouquetins mâles sont particulièrement mobiles et peuvent se déplacer sur plusieurs massifs pour trouver des étagnes avant le rut. Dans la mesure où le suivi des déplacements de bouquetins du Bargy n'a pas encore couvert cette période, les experts ne peuvent qu'indiquer ce risque sans l'évaluer.

Au vu des éléments disponibles, les experts considèrent que le risque de fuite de bouquetins brucelliques du Massif du Bargy vers les massifs voisins des Aravis et de Sous-Digne ne peut être totalement exclu. Cependant la fuite d'un bouquetin vers un autre massif n'est pas systématiquement synonyme de l'installation d'un foyer. L'historique de la brucellose dans ces massifs en est une preuve : la brucellose est probablement présente sur le massif du Bargy de longue date, et les deux populations de bouquetins des massifs voisins semblent indemnes alors qu'il est fort probable qu'il y ait eu des mouvements, même limités, entre ces trois massifs. La probabilité que le faible nombre d'individus contagieux ayant échappé aux tirs quitte le massif et soit à l'origine d'un nouveau foyer brucellique dans les autres massifs apparaît d'emblée comme très basse sans pouvoir plus la préciser. Toutefois, les conséquences d'une éventuelle propagation de la brucellose aux massifs adjacents seraient suffisamment lourdes pour que les experts recommandent de poursuivre la surveillance sanitaire de ces massifs ainsi que le suivi des animaux équipés de moyens télémétriques.

- **Perturbations de la dynamique de population et de la circulation du pathogène après un abattage massif**

Un abattage massif au sein d'une population provoque inmanquablement une déstructuration de la population et peut avoir pour effet d'augmenter les mouvements de ces populations (Carter *et al.* 2007). Par ailleurs, la population réduite peut connaître un rebond de natalité par une entrée en reproduction plus précoce des mâles et femelles et un accroissement du rythme des naissances pour les femelles.

Concernant la population de bouquetins du massif du Bargy, les experts considèrent qu'il est possible qu'un rebond de natalité soit observé après un abattage massif car il semble que ce soit la règle chez d'autres ruminants sauvages. En revanche il est impossible de conclure sur l'impact que cela aurait sur la circulation de *B. melitensis*. Plusieurs facteurs pourront influencer sur l'évolution démographique et sanitaire du reliquat de bouquetins :

- la taille du reliquat de bouquetins;
- la prévalence de la maladie dans le reliquat;
- le rebond de natalité et une modification des contacts intra-spécifiques.

Les experts insistent sur l'impossibilité, dans l'état actuel des connaissances sur le foyer du Massif du Bargy, sur la biologie du bouquetin et sur les caractéristiques du couple bouquetin/*B. melitensis*, de prévoir l'impact d'un abattage massif sur la dynamique de l'épidémiologie dans la population de bouquetins restante.

- **Est-il techniquement possible d'évacuer rapidement 240 à 450 cadavres de bouquetins abattus sur une durée de 20 jours ?**

Il paraît impossible de récupérer l'ensemble des cadavres de bouquetins abattus, notamment dans des zones difficilement accessibles, sans mettre en danger les opérateurs chargés de ces opérations. Les experts pointent néanmoins la perception négative qu'engendrerait la vision de nombreux cadavres d'ongulés sauvages et la nécessité d'accorder des moyens suffisants pour retirer au moins les cadavres accessibles.

Les cadavres de bouquetins, dans la mesure où un certain nombre serait récupéré, ne représenteraient pas un risque sanitaire ou écologique et seraient probablement rapidement consommés par les charognards présents sur le massif (Carnivores sauvages, Vautour fauve, Gypaète barbu).

Le risque d'installation d'un foyer brucellique chez des carnivores suite à la consommation de cadavres de bouquetins infectés est écarté : la survie de *Brucella* spp. est trop courte dans les cadavres et les charognards n'ont jamais joué un rôle épidémiologique dans le maintien de la brucellose.

Les experts attirent l'attention du gestionnaire sur la nature des munitions utilisées pour l'abattage des bouquetins. En effet, l'utilisation de balles de plomb serait très problématique : le Gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*) est très sensible au saturnisme. Le Gypaète barbu est un oiseau nécrophage protégé dont le statut en France est très fragile. Le Massif du Bargy est une zone pilote pour la réintroduction de cette espèce avec la présence notamment d'un couple reproducteur. Mettre à disposition de cet oiseau des cadavres de bouquetins contenant des fragments de plomb serait très risqué pour la conservation de cette espèce. D'autres espèces d'oiseaux nécrophages protégées sont présentes également sur le massif et sont également sensibles au saturnisme.

A noter cependant que les auditions ont fait apparaître une contradiction entre l'usage de balles sans plomb, non expansives et augmentant le risque de blesser l'animal sans le tuer (souffrance) et la nécessité de maîtriser le risque de saturnisme chez les oiseaux nécrophages.

Conclusion des experts sur le projet actuel d'abattage total:

Face à une infection brucellique importante chez le bouquetin, combinée à un risque faible de transmission interspécifique, la maîtrise du risque de transmission des bouquetins aux animaux domestiques passe avant tout par la maîtrise de l'émission du danger par la population de bouquetins.

Les experts considèrent qu'un abattage « total » des bouquetins du massif du Bargy comprenant une première opération d'abattage massif réduirait de façon significative et rapide le risque de transmission de la brucellose des bouquetins aux cheptels domestiques.

Un tel protocole permettrait d'arriver rapidement à un risque proche de 0 pour les cheptels domestiques, contribuant à une normalisation de la situation sanitaire du massif et permettant, dans un délai raisonnable, et après vérification de l'efficacité des mesures mises en place, un allègement des conditions de suivi et de biosécurité.

Les experts considèrent également que l'abattage continu des bouquetins visibles restants sur le massif, pourrait permettre d'éradiquer l'infection au sein de la population de bouquetins. S'il est raisonnable de penser que le foyer peut être maîtrisé, il est en revanche impossible de donner un délai précis sur une possible éradication de ce foyer. L'expérience dans ce domaine montre que de toute façon le foyer ne sera pas éradiqué en quelques semaines et qu'il faudra plus probablement plusieurs années pour arriver à une maîtrise sans résurgence possible.

Les experts attirent également l'attention sur la dangerosité des opérations pour les personnels en charge des abattages et de la récupération des cadavres et considèrent qu'il faudra apporter toute l'attention et le temps nécessaires pour garantir la sécurité des opérateurs.

Les experts émettent un doute quant à la faisabilité technique d'abattre en peu de temps 80% des bouquetins, en particulier face à l'incertitude actuelle sur la taille réelle de la population. Ils admettent que l'opération d'abattage massif permettrait de réduire de façon importante le risque de transmission de la brucellose aux animaux domestiques même si l'objectif de 80% d'animaux abattus n'était pas atteint. En revanche, en fonction des conditions de la réalisation des opérations (météorologie, moyens humains disponibles...), il est possible qu'une seule opération d'abattage massif ne soit pas suffisante pour atteindre cet objectif de 80%.

Les experts considèrent que le risque d'extension du foyer brucellique à d'autres massifs est minime au vu de l'isolement du massif, des caractéristiques biologiques du bouquetin, et des mesures de gestion de ce risque envisagées par le gestionnaire.

La lourdeur de l'abattage massif interdit d'emblée tout suivi sanitaire et populationnel de la population. Les experts considèrent qu'il s'agit ici d'un inconvénient majeur : le foyer de brucellose du Massif du Bargy est unique à plusieurs points de vue, ce qui ne signifie pas qu'une situation épidémiologique similaire ne se reproduise pas ailleurs. Il est donc essentiel de collecter le maximum d'informations sur ce foyer afin que l'expérience ainsi acquise puisse servir à une maîtrise appropriée d'éventuels nouveaux foyers.

Les experts indiquent que si la solution de l'abattage total était retenue il ne faudrait pas s'affranchir d'un suivi sanitaire des derniers bouquetins du massif. S'ils conçoivent l'impossibilité d'effectuer ce suivi pendant l'opération d'abattage massif, les experts indiquent qu'il sera nécessaire de tester par sérologie et éventuellement par bactériologie au moins une partie des bouquetins abattus dans la seconde phase de l'opération d'abattage. Ces tests sont indispensables si le gestionnaire souhaite connaître l'efficacité des mesures engagées, et ainsi pouvoir décider d'un allègement des mesures de contrôle mises en place sur les animaux de rente.

Au vu des nombreux facteurs qui pourraient mettre en échec ce projet, il pourrait être nécessaire, en cas de mise en échec éventuelle d'un projet d'abattage total, de procéder à une réévaluation de la situation et des mesures de maîtrise à engager.

3.6. Réponse à la question 2

Rappel de la question : « *Au regard des résultats dont on dispose, pourrait-on définir une typologie d'animaux les plus à risque d'infection et consécutivement orienter l'abattage sélectif de ces animaux ? Cette alternative à l'abattage total apporterait-elle les mêmes garanties ?* »

L'objectif d'un abattage sélectif ne serait plus de maîtriser le foyer sur un temps court mais de réduire suffisamment la prévalence pour atteindre un niveau de risque acceptable pour les cheptels domestiques et éventuellement maîtriser le foyer à long terme, sur plusieurs années.

Plusieurs modalités sont envisageables pour l'abattage sélectif :

- Abattage d'une classe particulière d'âge permettant de réduire la circulation de la maladie ;
- Abattage d'animaux séropositifs et/ou cliniquement atteints (abattage sanitaire).

Dans la mesure où les experts évaluent ici des méthodes de maîtrise, et non un protocole (comme pour l'abattage total proposé dans la saisine), il ne leur appartient pas de se prononcer sur les objectifs opérationnels, les méthodes et les moyens logistiques à mettre en œuvre. Les experts ont donc envisagé les avantages, inconvénients et risques des deux méthodes de gestion dans leurs principes.

3.6.1. Abattage d'une classe particulière d'âge

Les données disponibles sur la distribution de la brucellose chez les bouquetins du Massif du Bary permettent d'affirmer que cette distribution n'est pas homogène entre les classes d'âges et que certaines présentent des séroprévalences plus élevées que d'autres.

Sur la base seule des résultats de séroprévalence, un abattage ciblé sur certaines classes d'âge peut s'envisager, notamment celle des animaux de plus de 5 ans (mâles et femelles) pour laquelle la séroprévalence apparente est proche de 55% (contre 15% chez les bouquetins de moins de 5 ans).

- **Avantages d'un abattage ciblé sur les individus (mâles et femelles) âgés de plus de 5 ans**

Ce type d'abattage (qui vise l'intégralité de la classe d'âge) présente l'avantage de réduire significativement et rapidement le risque de transmission du bouquetin aux cheptels domestiques en réduisant fortement la séroprévalence.

Cette opération ne nécessite pas de tests sérologiques préalables (contrairement à un abattage sanitaire évoqué plus loin). Elle nécessite néanmoins en préalable une observation précise des animaux : la distinction des classes d'âges est possible chez le mâle grâce à la croissance rapide des cornes mais elle est nécessaire plus de temps et est plus incertaine chez les femelles à distance de tir (100 à 200m).

- **Inconvénients d'un abattage ciblé sur les individus âgés de plus de 5 ans**

L'abattage ciblé des individus âgés ne permettrait pas, tout comme l'abattage total, de récupérer des données sur l'évolution de la situation sanitaire et populationnelle des bouquetins.

L'abattage ciblé, dans la mesure où il requiert une identification individuelle de l'âge des animaux, nécessiterait plus de temps que l'abattage total.

L'abattage ciblé laissera intacte une partie de la population qui comprend des animaux infectés, certes en moindre proportion (15% des animaux de moins de 5 ans sont séropositifs). Un suivi sanitaire au minimum de ces animaux serait ensuite indispensable.

- **Risques et difficultés d'un abattage ciblé**

La suppression de tous les bouquetins âgés aurait un impact certain sur la dynamique de la population. Or la circulation de la brucellose – qui est sexuellement transmise- sera modifiée par des changements de dynamique de population. Certains facteurs peuvent être cités, sans qu'il soit possible, à ce stade, d'en estimer la portée :

- l'entrée en reproduction plus précoce des jeunes bouquetins ;
- la perturbation sociale engendrée par l'élimination de la classe dominante (femelles plus âgées, mâles dominants participant principalement à la reproduction).

Ainsi, l'évolution du taux d'infection dans la population restante est à ce stade imprévisible.

Par ailleurs, les connaissances sur la dynamique de l'infection à *B. melitensis* dans une population de bouquetins sont aujourd'hui très restreintes. Les experts soulignent notamment les incertitudes sur le mode de transmission et la contribution des différentes classes d'âge à cette dynamique. Les incertitudes portant sur la taille de la population des bouquetins du Massif du Barge compliquent d'autant l'évaluation de la réussite des opérations d'abattage ciblé sur une classe d'âge, pour les mêmes raisons que pour l'abattage total.

L'ensemble de ces incertitudes conforte la nécessité de mettre en place, après un abattage ciblé sur les animaux âgés, un suivi sanitaire sur les animaux ayant été préservés.

A noter qu'il existe également un risque de fuite de bouquetins infectés et d'extension du foyer. Tout comme pour l'abattage total, ce risque de fuite est très difficile à évaluer mais semble cependant très limité.

Conclusion des experts sur la possibilité d'un abattage ciblé sur les animaux âgés de plus de 5 ans

Les experts considèrent que l'abattage ciblé des bouquetins de plus de 5 ans aurait un impact immédiat et probablement notable sur la réduction du risque de transmission de la faune sauvage aux animaux domestiques, bien qu'il nécessiterait plus de temps compte tenu de la nécessité d'identifier l'âge des animaux individuellement avant le tir.

Toutefois, le devenir sanitaire de la population restante serait incertain, notamment du fait des perturbations de dynamique de population.

Les experts considèrent donc que cette méthode de maîtrise devrait impérativement s'accompagner d'un suivi sanitaire et populationnel de la population restante.

3.6.2. Abattage des séropositifs et des suspects cliniques (abattage « sanitaire »)

Procéder à de telles opérations reviendrait à continuer la surveillance clinique et sérologique telle qu'elle est en cours actuellement. L'abattage sanitaire aurait pour objectif d'assainir progressivement la population de bouquetins sans l'éradiquer. La condition de réussite de cette option étant que l'assainissement de la population soit plus rapide que la diffusion du pathogène au sein de la population.

- **Avantages de l'abattage sanitaire**

L'abattage sanitaire présenterait l'avantage de continuer le suivi sanitaire et populationnel de la population de bouquetins du Bargy, ce qui permettrait un recueil d'informations amenant à une meilleure compréhension du foyer et permettrait d'être mieux armé en cas de nouvelle émergence.

Un abattage ciblé sur la séropositivité présenterait l'avantage d'écarter la population de façon plus harmonieuse et moins brutale qu'un abattage total ou ciblé sur une classe d'âge ou de sexe. Il est raisonnable de penser que la dynamique des populations ne serait pas brutalement altérée.

Concernant le risque de fuite de bouquetins brucelliques du Massif du Bargy, les experts considèrent qu'il serait encore plus faible que lors d'un abattage massif. Ainsi le risque d'extension du foyer de brucellose aux massifs voisins ne serait pas supérieur au risque actuel.

Comme cela a été déjà souligné pour les densités, il existe également, pour certaines maladies infectieuses, des seuils de prévalence en dessous desquels l'agent pathogène n'est plus en mesure d'infecter suffisamment de nouveaux individus pour continuer à circuler. Ces seuils sont parfois déterminés pour les cheptels domestiques mais ont rarement été décrits pour la faune sauvage. Si l'abattage sanitaire permet d'abaisser suffisamment la prévalence de l'infection, il est possible que la brucellose ne puisse pas se maintenir dans la population. Les experts insistent toutefois sur le caractère hypothétique de cette éventualité, qui pourrait être en partie affinée par la modélisation en cours.

- **Inconvénients de l'abattage sanitaire**

L'inconvénient majeur de l'abattage sanitaire est qu'il ne permettrait pas une réduction rapide et importante du risque de transmission aux cheptels domestiques, car le réservoir ne serait assaini que très progressivement.

Par ailleurs, l'abattage sanitaire nécessite la mise en œuvre de moyens humains et financiers importants. En effet, aux moyens humains à mobiliser à long terme s'ajoute le coût important des opérations (téléanesthésie, diagnostic puis recherche de l'animal pour abattage si le résultat de l'analyse est positif). Il n'est pas possible, en l'état actuel des choses, d'alléger cet abattage en ayant recours à des tests rapides *in situ* (qui existent mais ne présentent pas de garanties de sensibilité et de spécificité suffisantes pour le bouquetin).

Compte tenu des nombreuses manipulations prévues sur des terrains accidentés, l'abattage « sanitaire » accroît le risque pour les opérateurs.

- **Difficultés et risques de l'abattage sanitaire**

Quel serait l'impact d'un abattage « sanitaire » sur la circulation du pathogène et sur la dynamique de la population ?

Le risque de l'abattage sanitaire est que la propagation de l'agent pathogène soit plus rapide que l'assainissement de la population et que cet abattage ne soit donc pas efficace.

1. L'abattage sanitaire ciblerait les animaux cliniquement atteints et séropositifs qui ne représentent pas l'intégralité des animaux infectés et potentiellement excréteurs (faux négatifs).
2. Il existe d'autres facteurs influençant la circulation d'une maladie :
 - l'évolution de la densité de population ;
 - la dynamique de la population (mode de reproduction, natalité, structure de la population) ;
 - le mode de transmission du pathogène ;
 - les caractéristiques intrinsèques du couple bouquetin/*B. melitensis*.

Les données récoltées sur le terrain concernant la dynamique de la population et la circulation du pathogène seraient des apports déterminants pour affiner l'évaluation de ce risque, notamment au moyen de la modélisation.

Les experts considèrent donc qu'il est très difficile d'évaluer l'impact d'un abattage sanitaire sur la circulation du pathogène et sur la dynamique de la population de bouquetins, conduisant à une incertitude concernant l'impact sur le risque de transmission aux cheptels domestiques.

Conclusion des experts sur l'abattage sanitaire

Les experts considèrent que l'abattage sanitaire ne permettrait qu'une réduction progressive du risque de transmission. En revanche, il présenterait l'avantage d'assainir la population de bouquetins sans l'éliminer et permettrait d'en limiter la perturbation.

Les experts soulignent toutefois que l'efficacité de l'abattage sanitaire sur la réduction du risque de transmission est difficile à évaluer. En effet, en l'état des connaissances disponibles, il est impossible d'affirmer que cette méthode de gestion permettra de prendre de vitesse l'infection.

Par ailleurs, l'avantage majeur de l'abattage sanitaire est qu'il permet de collecter des informations sur le foyer, lesquelles permettront de mieux appréhender la dynamique de l'infection. Ces informations permettraient d'adapter a priori ou a posteriori les mesures de maîtrise en fonction de la compréhension de la dynamique d'infection.

Les experts précisent que l'abattage sanitaire nécessite une mobilisation sur plusieurs années de moyens humains et financiers importants.

Au vu des avantages, inconvénients et risques de cette mesure de maîtrise, il apparaît que son utilisation seule ne permettrait pas d'apporter des garanties pour une réduction importante et rapide du risque de transmission, telle que précisé dans la saisine.

En revanche, son utilisation, avant une mesure de maîtrise plus drastique, permettrait une amélioration des connaissances de la dynamique de l'infection et une adaptation des dispositifs de maîtrise.

Une utilisation postérieure à une mesure de maîtrise plus drastique permettrait, quant à elle, de renseigner sur l'efficacité de ladite mesure.

3.7. Réponse à la question 3

Rappel de la question : « *Hormis l'abattage total et l'abattage sélectif, d'autres solutions alternatives à ces scénarii permettraient-elles une maîtrise égale, sinon meilleure, de la maladie, de sorte que la population de bouquetins du massif du Bargy ne constitue plus une menace pour la santé publique et pour les cheptels domestiques ?* »

La saisine contient également le texte suivant : « *Lors des réunions des groupes de travail, l'utilisation de la vaccination a été évoquée ; cela suppose toutefois qu'elle permette de concilier les trois objectifs de maîtrise de la maladie, de protection de la santé publique et de conservation de certains animaux. A l'avenir, cela pourrait être une solution si la répartition de la maladie se révélait plus large et/ou avec une prévalence plus faible et persistante.*

Après un bref tour d'horizon des connaissances en la matière, il est apparu qu'aucun vaccin n'avait jamais été utilisé pour une telle espèce et que, avant toute campagne, des études, seraient nécessaires. Il est souhaitable que parmi les scénarii alternatifs à l'abattage total, la question de la vaccination contre la brucellose des bouquetins, puisse être également évaluée en termes d'efficacité, d'innocuité, de faisabilité pratique et économique et de délai pour un éventuel déploiement de la vaccination sur le massif du Bargy. »

A la lumière de ces questions, deux modalités de gestion sont donc à envisager dans ce chapitre : la vaccination et les mesures de biosécurité des cheptels domestiques.

La vaccination sera traitée de façon plus approfondie dans une autre saisine : les contraintes de temps n'ont pas permis aux experts de traiter cette question d'une façon satisfaisante. Les experts ont néanmoins souhaité l'évoquer.

3.7.1. La vaccination peut-elle constituer une alternative équivalente aux mesures nécessitant un abattage total ou sélectif ?

La vaccination est présentée comme la meilleure méthode de gestion des brucelloses caprine et ovine lorsque la prévalence élevée ne permet pas de choisir d'autres méthodes, étant entendu que cet outil permet, à lui-seul, une réduction drastique de la prévalence en cheptel domestique. En revanche, l'éradication dans les populations domestiques n'a jamais été atteinte sans la mise en place en complément et après plusieurs campagnes de vaccination exclusive, d'une prophylaxie sanitaire par abattage sélectif.

Les vaccins utilisés chez les petits ruminants domestiques (souche Rev.1) sont pour l'instant inutilisables sur le bouquetin en France, en l'absence de données d'efficacité et d'innocuité, mais ils peuvent représenter une option de gestion intéressante dans le cas des bouquetins.

Les experts disposent de trop peu de temps pour évaluer l'intérêt de la vaccination dans le cas présent mais soulignent le fait que la vaccination pourrait représenter une alternative, et surtout un complément à partir du moment où la solution de l'abattage total ne serait pas retenue ou si ce dernier n'atteignait pas les objectifs fixés.

Une évaluation devrait être entreprise avant toute décision de mise en place d'une campagne de vaccination. Cet outil ne serait sans doute pas disponible et opérationnel dans un délai court (compte tenu du coût et de la lourdeur d'expérimentations en étable protégée de niveau 3 de sécurité biologique, sur des animaux peu manipulables et peu maintenables en captivité dans ce type de conditions).

3.7.2. Existe-t-il des mesures de biosécurité qui permettraient d'améliorer les dispositifs d'abattage total ou sélectif proposés

Les experts considèrent que ces mesures doivent nécessairement constituer un accompagnement des mesures d'abattage évoquées. Les experts recommandent d'appliquer, en parallèle de toute méthode de gestion choisie par ailleurs, les mesures de protection proposées par les autorités locales :

- retirer tout ce qui peut attirer les bouquetins (pierres à lécher, points de nourriture en continu...) près des animaux domestiques ;
- exercer une vigilance particulière sur les zones de pâturage précoce (gardiennage, présence d'un chien de protection) ;
- adapter les pratiques quand c'est possible (différer des mises en pâtures...).

3.8. Conclusions et recommandations des experts

En préambule, les experts s'interrogent sur la réalité de l'urgence (et notamment d'une mise en œuvre avant la fin de l'année 2013) pour plusieurs raisons :

- Le risque de transmission de la brucellose des bouquetins aux cheptels domestiques reste minime, ceci est soutenu par l'historique des foyers domestiques depuis 1999, les données sanitaires et populationnelles disponibles, notamment de suivi des interactions sur les alpages et le mode de transmission de la maladie.
- Le choix des mesures de maîtrise du foyer, dont les résultats devront conditionner le retour à une situation normalisée pour l'élevage local, repose sur des éléments scientifiques qui ne sont pas à ce stade tous disponibles : les experts disposent aujourd'hui d'une image statique de la situation épidémiologique qui ne renseigne pas sur la dynamique de l'infection. Par ailleurs, cette image statique repose sur un suivi sanitaire et populationnel inachevé. Ces difficultés conduisent à rendre les conséquences des différents scénarios imprévisibles.

Compte tenu du risque faible de transmission interspécifique, il est difficile d'agir efficacement sur ce facteur et les mesures de maîtrise devraient viser essentiellement la réduction de l'émission du danger par la population de bouquetins.

Pour atteindre l'objectif, fixé dans la saisine, de réduction rapide et significative du risque de transmission du réservoir constitué par la population de bouquetins aux cheptels domestiques, les experts s'accordent sur la nécessité de réduire de façon importante et rapide la taille du réservoir par des abattages envisagés par le GECU selon deux modalités principales :

- l'abattage massif aléatoire avec un objectif d'élimination des bouquetins (selon la définition des experts et non de la saisine) ;
- l'abattage ciblé de tous les individus âgés de plus de 5 ans.

La première option permettrait d'éliminer le réservoir totalement mais les experts s'interrogent sur les chances et le délai de succès du protocole proposé : principalement, la possibilité d'abattre 80% de la population en une seule opération « flash » est conditionnée à un grand nombre de facteurs et d'inconnues que le gestionnaire ne pourra pas anticiper. Le risque de devoir procéder à plus d'une opération « flash » est à prendre en considération. Les opérations suivantes seraient réalisées dans un contexte plus défavorable. Par ailleurs, ce type d'abattage ne pourrait malgré tout s'affranchir totalement d'un suivi sanitaire des populations résiduelles (éventuellement sous forme d'abattage sanitaire) pour vérifier que la maladie a bien disparu.

La deuxième option, tout en limitant le nombre d'animaux abattus, présente l'avantage de cibler la classe d'âge la plus infectée de la population. Néanmoins cette option aurait un impact important sur la dynamique de la population restante, dont une fraction est infectée. L'évolution de l'infection dans un tel cadre est imprévisible et nécessiterait un suivi sanitaire et populationnel, voire d'autres mesures de maîtrise pour aboutir à un résultat équivalent à la 1^{ère} option. Les experts n'ont pas disposé de suffisamment de temps pour évaluer tous les scénarios possibles. Ils en ont toutefois envisagé deux : un abattage sanitaire (séropositifs et suspects cliniques) des jeunes animaux restant ; des campagnes de vaccination, selon des modalités qui resteraient à définir.

Les experts ne peuvent, dans l'état actuel des connaissances et compte tenu du délai imparti, estimer si une de ces méthodes sera plus efficace que l'autre pour maîtriser le risque de transmission de la brucellose des bouquetins aux cheptels domestiques. L'incertitude même sur la taille de la population concernée est rappelée. Les avantages, inconvénients et risques des deux méthodes sont présentés dans le tableau 1.

Mesure	Bénéfices	Inconvénients	Risques et difficultés
Abattage total (tel qu'envisagé par les experts)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abaissement du risque de transmission rapide et significatif par réduction de la densité de la population 2. Risque pour les opérateurs faible 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pas de suivi sanitaire et populationnel envisageable pendant un abattage massif 2. Suivi sanitaire et populationnel à la suite des opérations non prévu, alors qu'il est nécessaire 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faisabilité technique de l'abattage massif selon le protocole décrit par la saisine difficile à établir 2. Risque d'extension du foyer par fuite de bouquetins brucelliques minime mais ne peut être exclu 3. Risque important, avec le protocole proposé, de devoir procéder à de nouvelles opérations « flash » en 2014. 4. Risque « saturnisme » éventuel (Gypaète)/risque de blessure des bouquetins
Abattage ciblé sur les animaux âgés	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abaissement du risque de transmission rapide et significatif en ciblant la classe d'âge la plus infectée 2. Risque pour les opérateurs faible 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pas de suivi sanitaire et populationnel envisageable pendant un abattage massif 2. Nécessité de mesures complémentaires pour tendre vers l'éradication du pathogène 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Risque d'extension du foyer par fuite de bouquetins brucelliques minime 2. Risque « saturnisme » éventuel (Gypaète)/risque de blessure des bouquetins 3. Difficulté d'identification des femelles qui risque de rallonger les opérations 4. Incertitudes sur l'évolution de la dynamique de la population et de l'infection après un tel abattage

Tableau 1: avantages, inconvénients et risques de l'abattage total et de l'abattage ciblé sur les animaux âgés

Les experts soulignent que la maîtrise d'un foyer dans la faune sauvage est toujours compliquée et correspond rarement à des modèles domestiques. Les exemples d'échecs de maîtrise d'un foyer sauvage suite à des décisions de gestion trop rapides et non scientifiquement étayées sont nombreux. Le GECU insiste sur l'importance d'un temps scientifique avant la mise en œuvre de mesures de gestion.

Dans le cas où les objectifs fixés par le protocole d'abattage total ou d'un abattage ciblé ne seraient pas atteints, la mise en place d'un suivi sanitaire de la population restante revêtirait un intérêt particulier et des mesures complémentaires seraient à envisager soit seules, soit en accompagnement des mesures déjà évoquées.

Parmi ces mesures, on peut citer :

- l'abattage « sanitaire » avec capture d'animaux, tests sérologiques puis abattage des séropositifs, accompagnée de l'abattage systématique des animaux cliniquement atteints ;
- la vaccination qui pourrait être évaluée dans une prochaine saisine.

Les experts tiennent à indiquer que le suivi sanitaire des cheptels domestiques, ainsi que les recommandations en matière de protection de troupeaux, ne pourront être allégés que dans un délai supérieur aux opérations de maîtrise envisagées. Les mesures de biosécurité doivent être appliquées, quelles que soient les mesures envisagées pour la faune sauvage. La gravité de la maladie et l'impact qu'un nouveau foyer sur les animaux domestiques aurait sur la filière concernée sont des éléments suffisants pour justifier de maintenir le suivi des mesures de biosécurité tant que la maîtrise du foyer brucellique dans la faune sauvage n'aura pas été atteinte et confirmée.

Les experts regrettent que cette saisine leur ait été confiée assortie d'un délai très court conjugué à un contexte d'incertitudes épidémiologiques, dans la mesure où les opérations menées sur le terrain pour améliorer la connaissance du foyer et de la population de bouquetins ne sont pas terminées. Ces conditions ne permettent pas d'effectuer une évaluation complète de l'ensemble des scénarios de maîtrise ; de nouvelles données pourraient conduire à revoir certains points

Ils tiennent néanmoins à remercier l'ensemble des acteurs de terrain (ONCFS, laboratoires départementaux, fédérations de chasseurs, associations) pour les données de qualité qu'ils ont pu fournir à l'Anses dans ces conditions difficiles, ainsi que pour leur disponibilité.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions de son groupe d'expertise collective d'urgence.

L'Agence souligne, avec ses experts, que le présent avis s'inscrit dans un paysage de connaissances très incomplet, en raison de la mise en place récente du suivi de la population de bouquetins et qui resterait donc à conforter par la poursuite des efforts engagés en 2012. Elle souligne également les circonstances exceptionnelles et la nature vraisemblablement accidentelle de la transmission de la maladie à un cheptel bovin en 2011 dans le secteur du Bargy. Cette analyse ne permet pas de confirmer la nécessité de mettre en œuvre dans l'urgence les actions d'abattage envisagées, compte tenu en particulier de leur ampleur et de leur nature.

Si de telles actions d'abattage apparaissent néanmoins les plus à même de réduire drastiquement la taille du réservoir de la maladie, et en conséquence la probabilité de contact des bouquetins avec les ruminants domestiques, les travaux d'expertise menés dans un délai très contraint et qui se sont appuyés sur des jeux de données incomplets en cours de constitution, n'ont pu permettre de conclure clairement et quantitativement quant à la pertinence de chacune des stratégies d'abattage envisagées, leur protocole de mise en œuvre et de suivi, ainsi que leurs conséquences éventuelles. Les experts du GECU restent partagés sur ces questions et ont souligné ces limites.

On rappellera qu'il n'existe que très peu d'exemples d'éradication réussie d'une maladie par élimination de son réservoir sauvage en un temps court.

Au-delà de ce premier travail d'expertise, les données complémentaires permettraient assurément de mieux objectiver le choix des scénarios analysés, d'évaluer la possibilité de combiner des mesures d'abattage limitées avec d'autres mesures de maîtrise et *in fine*, d'affiner des scénarios associant au mieux les enjeux de santé publique et de santé animale, les considérations éthiques, et celles relatives à la faisabilité de ces mesures.

Le directeur général

Marc Mortureux

MOTS-CLES

Bouquetin, Bargy, Brucellose, *Brucella melitensis*, abattage, vaccination, biosécurité

BIBLIOGRAPHIE

- Carter, SP, Delahay, RJ, Smith, GC, Macdonald, DW, Riordan, P, Etherington, TR, Pimley, ER, Walker, NJ, Cheeseman, CL (2007) Culling-induced social perturbation in Eurasian badgers *Meles meles* and the management of TB in cattle: An analysis of a critical problem in applied ecology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **274**, 2769-2777.
- Davis, DS, Elzer, PH (2002) *Brucella* vaccines in wildlife. *Vet Microbiol* **90**, 533-544.
- Ferroglio, E, Gennero, MS, Pasino, M, Bergagna, S, Dondo, A, Grattarola, C, Rondoletti, M, Bassano, B (2007) Cohabitation of a *Brucella melitensis* infected Alpine ibex (*Capra ibex*) with domestic small ruminants in an enclosure in Gran Paradiso national park, in Western Italian Alps. *European Journal of Wildlife Research* **53**, 158-160.
- Gaillard, JM, Festa-Bianchet, M, Yoccoz, NG (2003) Temporal variation in fitness components and population dynamic of large herbivores. *Annual review of Ecology and systematics* **31**, 367-393.
- Garin-Bastuji, B, Oudar, J, Richard, Y, Gastellu, J (1990) Isolation of *Brucella melitensis* biovar 3 from a chamois (*Rupicapra rupicapra*) in the southern French Alps. *Journal of wildlife diseases* **26**, 116-118.
- Largo, E, Gaillard, JM, Festa-Bianchet, M, Toïgo, C, Bassano, B, Cortot, H, Farny, G, Lequette, B, Gauthier, D, Martinot, JP (2008) Can ground counts reliably monitor ibex *Capra ibex* populations? *Wildlife Biology* **14**, 489-499.
- MAAF (2013) Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales
- Parrini, F, Grignolio, S, Luccarini, S, Bassano, B, Apollonio, M (2003) Spatial behaviour of adult male Alpine ibex *Copra ibex ibex* in the Gran Paradiso National Park, Italy. *Acta Theriologica* **48**, 411-423.

Annexe 1 : Données issues des suivis sanitaires et populationnels de la faune sauvage entrepris sur les massifs du Bargy, des Aravis et de Sous-Dine-Glières suite au foyer de brucellose.

1. Données sur la circulation de *B. melitensis* dans les massifs du Bargy

a. Surveillance clinique du Bouquetin et du Chamois sur le massif du Bargy

Entre octobre 2012 et juillet 2013, plusieurs opérations de recherche de bouquetins cliniquement suspect d'être atteints de brucellose ont été entreprises. Les signes recherchés étaient principalement des boiteries ainsi que des orchites.

Entre le 5 octobre 2012 et le 5 juin 2013, 10 bouquetins suspects cliniquement ont été observés. Sur ces 10 bouquetins, 7 ont été abattus, 1 a été retrouvé mort et deux n'ont pas pu être abattus car inaccessibles (observés le 23 avril 2013). Les sept animaux abattus ont été autopsiés et plusieurs prélèvements ont été testés en bactériologie. Les données disponibles sur les bouquetins cliniquement suspects sont présentées dans le Tableau 2.

Date abattage	Sexe	Age	Signes cliniques	Résultats bactériologiques
25/10/12	Mâle	11 ans	Arthrite des deux genoux et orchite marquée	N.L rétro-pharyngien, rate, testicule droit, articulation avant droite, articulation avant gauche, urine, écouvillon prépuce
25/10/12	Mâle	13 ans	Arthrite du genou gauche	N.L rétro-pharyngien, rate, articulation avant gauche, urine, écouvillon prépuce, ligament nucal droit et gauche
23/04/13	Mâle	6-7 ans	Orchite et arthrite	N.L rétro-pharyngiens, inguinaux, testicules, prépuce, urine, articulations avant droite et gauche
23/04/13	Mâle	10 ans	Arthrite à 2 pattes	Tous les prélèvements négatifs
25/04/13	Mâle	7 ans	Polyarthrite	Articulations avant droite et gauche
13/05/13	Mâle	NR	NR	Tous les prélèvements négatifs mais individu séropositif
05/06/13	Mâle	6 ans	NR	N.L rétro-pharyngiens, testicules, articulation avant gauche

Tableau 2: résultats de la surveillance clinique et des recherches bactériologiques sur les bouquetins du massif du Bargy (source : ONCFS) (N.L = Nœud Lymphatique, NR= Non renseigné)

Sur sept bouquetins autopsiés, cinq ont donné lieu à au moins une bactériologie positive pour *B. melitensis* et un était séropositif sans bactériologie positive. Pour les cinq bouquetins positifs en bactériologie, quatre présentaient des cultures positives sur des organes potentiellement excréteurs (appareil uro-génital).

Un chamois a été identifié comme cliniquement suspect mais n'a pas pu être abattu car inaccessible.

b. Surveillance sérologique du Bouquetin sur les massifs du Bargy

Sur le massif du Bargy, l'ONCFS a procédé à la capture de 22 individus en 2012 et 49 en 2013. En 2012, les agents ONCFS ont ciblé les animaux de plus de 5 ans, considérant que ces classes d'âges étaient plus à même de témoigner de la circulation de la brucellose que les classes de jeunes animaux. La confirmation d'une circulation obtenue sur l'année 2012 a amené l'ONCFS à cibler pour 2013 les animaux de moins de 5 ans dans un premier temps (objectif de tester 20 individus de moins de 5 ans) puis toutes les classes dans un second temps (objectif de 18 individus de toutes classes). L'objectif présenté par l'ONCFS était d'avoir prélevé au moins 38 individus supplémentaires sur le massif du Bargy.

Résultats de l'enquête sérologique sur les bouquetins du Bargy

Les résultats de cette enquête sur le Bargy sont présentés dans le Tableau 3 : la prévalence globale sur 2012-2013 s'est établie à environ 40%.

Massif	Année	Individus testés	Individus positifs	Séroprévalence apparente	
Bargy	2012	22 (≥5 ans)	10 (tous >8 ans)	45%	
				(10/22)	38%
Bargy	2013	54 (toutes classes)	19	35%	(29/76)
				(19/54)	

Tableau 3: bilan au 31 juillet 2013 des captures réalisées sur les bouquetins depuis octobre 2012 dans le massif du Bargy (source : ONCFS)

La répartition de la prévalence pour chaque classe d'âge est présentée dans la Figure 1.

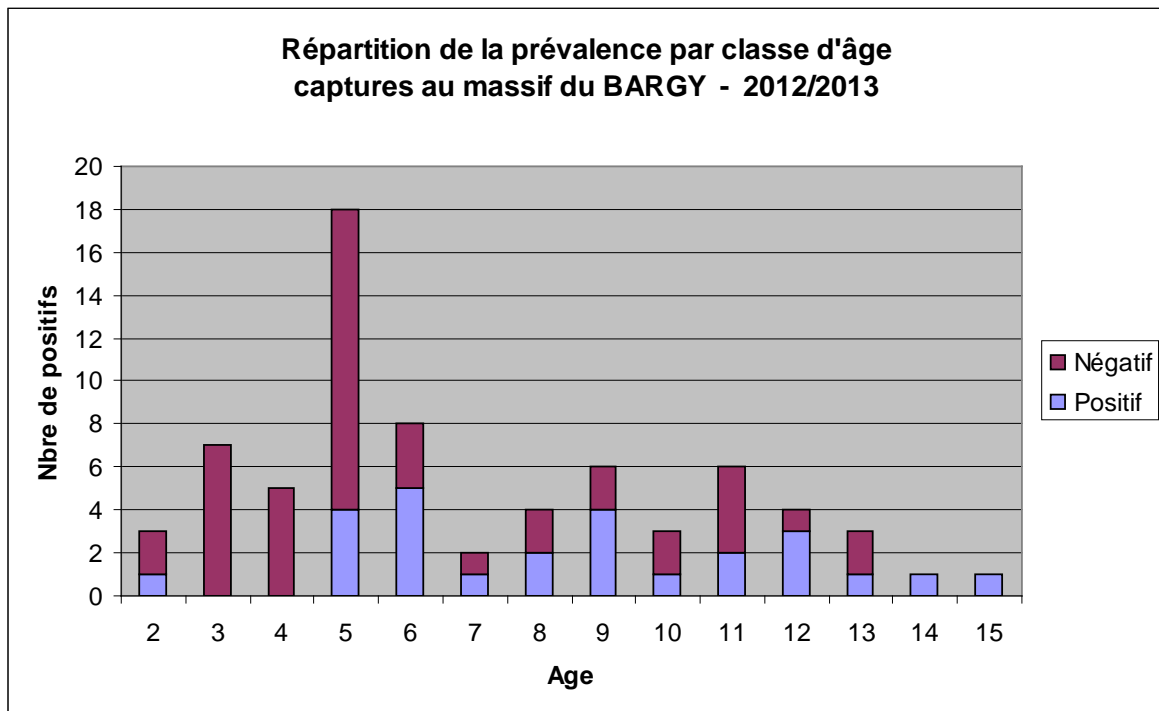


Figure 1: répartition de la prévalence par classe d'âge pour les captures au massif du Bargy (source: ONCFS)

La séroprévalence apparente des bouquetins du massif du Bargy semble très élevée (de l'ordre de 38%) et touche toutes les classes d'âge de 2 à 15 ans. Toutefois, la classe d'âge la plus touchée semble être celle des animaux de 6 ans et plus.

Les femelles semblent plus touchées que les mâles (47% versus 24%) et il semble y avoir un effet cumulatif de l'âge. Ces données sont présentées dans le Tableau 4.

Classes par sexe et âge	Séropositifs	Effectif total	Séroprévalence de l'échantillon	Intervalle de confiance à 95%
Mâles, 5 ans et moins	3	17	18%	4 à 43%
Mâles, 6 ans et plus	5	16	31%	11 à 59%
Femelles, 5 ans et moins	2	16	12%	2 à 38%
Femelles, 6 ans et plus	16	22	73%	50 à 89%

Tableau 4: séroprévalence des bouquetins du Bargy en fonction du sexe et des classes d'âge ≤5 ans et >5 ans.

Résultats des autopsies et bactériologies pratiquées sur les bouquetins séropositifs

Il y a eu 29 bouquetins identifiés comme séropositifs. Parmi ces 29 bouquetins, 26 ont été autopsiés et pour 11 d'entre eux au moins un organe s'est avéré positif pour *B. melitensis* en bactériologie (tableau 4).

Date abattage	Sexe	Age	Résultats bactériologiques
31/10/12	Femelle	9ans	Articulations avant droite et gauche
18/01/13	Femelle	8 ans	NL rétro-mammaires et Tractus génital
24/01/13	Femelle	14 ans	NL rétro-mammaires et abcès tissus mammaire
26/04/13	Mâle	5 ans	N.L Iliques
06/05/13	Femelle	6 ans	NL rétro-mammaires et iliaques, tractus génital, articulations avant droite et gauche, pus N.L. costal
05/05/13	Mâle	5 ans	N.L Iliques, testicules, prépuce, urine
NR	Mâle	NR	N.L rétro-pharyngiens, inguinaux et iliaques, testicules, abcès méésentérique
23/05/13	Femelle	6 ans	NL rétro-pharyngiens et inguinaux, tractus génital,
30/05/13	Mâle	7 ans	N.L rétro-pharyngiens et iliaques, testicules, prépuce, vessie
27/06/13	Femelle	7 ans	N.L rétro-pharyngiens, rétro-mammaires et iliaques, tractus génital, articulations avant droite et gauche, vessie, mamelle
05/07/13	Mâle	7 ans	N.L rétro-pharyngiens et iliaques, articulations avant droite

Tableau 5: Signes cliniques et prélèvements positifs des 11 bouquetins séropositifs et positifs en bactériologie (Source : ONCFS) (NL=Nœud Lymphatique, NR= Non Renseigné).

Sur les 11 bouquetins positifs en bactériologie, huit ont eu des cultures positives pour des organes potentiellement excréteurs (appareils uro-génitaux mâles ou femelles, mamelles).

c. Résultats de la surveillance sanitaire des autres espèces sauvages du massif du Bargy

Afin de vérifier que le bouquetin était bien la seule espèce chez laquelle circulait la brucellose, l'ONCFS en collaboration avec la fédération départementale des chasseurs de Haute-Savoie a mis en place un programme de recherche sérologique sur les espèces chassées sur le massif du Bargy. Cette surveillance s'est focalisée sur les chamois (*Rupicapra rupicapra*), chevreuils (*Capreolus capreolus*) et Cerfs (*Cervus elaphus*) tués à la chasse durant les saisons 2012/2013 et 2013/2014 dans le massif du Bargy. Tous les animaux abattus étaient concernés et les prélèvements ont été réalisés par les chasseurs. Les résultats sont donnés ici pour la saison de chasse 2012-2013.

Chevreuril : 44 individus ont été abattus et testés, aucun ne s'est avéré positif.

Cerf élaphe : 30 cerfs ont été abattus et testés, un cerf tué le 4 novembre avait réagi négativement au test EAT réalisé par le Laboratoire d'analyse de Haute-Savoie (LIDAL) puis positivement au test ELISA pratiqué par le LNR de l'Anses Maisons-Alfort. Le LNR a finalement considéré cet animal comme ayant des résultats négatifs (réaction faiblement positive dans un seul des deux tests ELISA utilisés).

Chamois : 55 individus ont été testés dont un seul était positif : une femelle de 7 ans tuée le 16 septembre (commune du Reposoir) et porteuse d'une arthrite brucellique purulente. Au cours des opérations de surveillance clinique, un chamois suspect a été observé mais n'a pas pu être abattu (inaccessible).

2. Surveillance sérologique du bouquetin sur les massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine

Afin de vérifier que *B. melitensis* circulait uniquement dans la population de bouquetins du massif du Bargy, l'ONCFS a mené des opérations de surveillance sérologique sur les deux massifs voisins des Aravis et de Sous-Dine-Glières. Les objectifs de capture étaient de 30 individus de plus de 5 ans sur le massif des Aravis et de 10 individus de plus de 5 ans sur le massif de Sous-Dine-Glières.

Aucun bouquetin séropositif n'a été trouvé :

- sur 51 individus testés sur le massif des Aravis, pour une population estimée de 150 à 200 individus ;
- sur 30 animaux testés sur le massif de Sous-Dine, pour une population estimée d'une centaine d'individus.

Ces résultats permettent pour l'instant d'admettre que la séroprévalence a 95% de chance d'être inférieure à 2% sur le massif des Aravis et inférieure à 3% pour Sous-Dine.

3. Suivi démographique de la population de bouquetins du massif du Bargy

Lorsque le bouquetin a été identifié comme réservoir sauvage de *B. melitensis*, il a été nécessaire de suivre la population de bouquetins du Bargy afin de mieux connaître :

- la taille des populations de bouquetins, la structure de la pyramide des âges de la population des bouquetins du Bargy et son indice de reproduction ;

- l'occupation spatiale des hardes de bouquetins, des zones de mise-bas, des zones et facteurs de risque de contacts avec le cheptel de ruminants domestiques.

Pour répondre à ces objectifs, l'ONCFS a mis en place trois opérations :

- un suivi des déplacements de populations (massif du Bargy): réalisation bimensuelle de sept parcours-échantillons (itinéraires de plusieurs centaines de mètres parcourus systématiquement par le même observateur, de la même manière, permettant de dénombrer les animaux et de caractériser leurs déplacements) avec dénombrement des animaux ;
- suivi télémétrique d'animaux équipés de colliers GPS et VHF (massifs du Bargy, Aravis et Sous-Dine) ;
- suivi rapproché d'une dizaine d'alpages (massif du Bargy) et caractérisation des interactions bouquetins-cheptels domestiques.

Le suivi des populations a démarré au début de l'été 2013.

a. Estimation de la taille et de la structure de la population

Les estimations de la taille des populations de bouquetins du massif du Bargy ont été obtenues par comptages pédestres, ou effectués par hélicoptère et sont données ici :

- 307 individus en suivi pédestre en 1999 ;
- 252 individus en comptage par hélicoptère en 2013 ;
- 289 individus comptés au cours des opérations de surveillance clinique ;
- 287 individus comptés en moyenne sur 5 relevés pédestres entre le 3 juin et le 2 août 2013.

L'ONCFS estime, d'après ces comptages, que le massif compte au minimum 300 bouquetins et que ce chiffre est très probablement une sous-estimation du fait :

- de comptages tardifs dus à des mauvaises conditions météorologiques ;
- de la présence de zones boisées où les bouquetins sont difficilement repérables ;
- de la probable forte mortalité hivernale.

En tout état de cause ces résultats, obtenus par des méthodes simples, semblent montrer, que la population est stable depuis 1999.

Des méthodes de comptage plus complexes, notamment basées sur la fréquence d'observation d'individus marqués (techniques de capture-marquage-recapture) donnent des chiffres plus variables et plus élevés. Ces estimations seraient plus proches de 450 à 500 individus.

Le suivi de la population de bouquetins du massif du Bargy a permis de dégager les éléments suivants :

- un sex-ratio légèrement déséquilibré (1.16, écart-type 0.25) en faveur des mâles avec en moyenne 137 mâles (écart-type de 28) versus 119 femelles (écart-type de 19) comptés sur 5 relevés ;
- un succès de reproduction très faible avec un maximum de 16% de femelles suitées ;
- une population âgée, avec pour les mâles 68% d'individus de plus de 5 ans, 14% d'individus de 4 et 5 ans et 16% d'individus de 2 et 3 ans.

Ces éléments montrent que la population de bouquetins du Bargy est âgée et que ces performances reproductives sont très basses. A titre de comparaison, le taux de femelles suitées dans d'autres populations alpines est plus proche de 30% (32% en Belledone, 36% en Vanoise).

Des comptages par hélicoptère ont été effectués sur les massifs des Aravis et de sous-Dines et l'ONCFS fournit une estimation de 150 à 200 individus pour les Aravis et de l'ordre d'une centaine d'individus pour Sous-Dine (le fort couvert végétal de ce massif ne permet pas une estimation plus précise).

b. Suivi des déplacements de la population

Les opérations de suivi des bouquetins (suivis pédestres, équipements VHF et GPS) ont démarré au mois de mai 2013 et sont en cours jusqu'à la fin du mois d'août 2013 afin de suivre leurs déplacements et d'objectiver leur possibilité de contact avec les espèces domestiques.

Suivi des individus : Plusieurs bouquetins des trois massifs ont été équipés de colliers GPS et VHF et un suivi des individus marqués (boucles auriculaires) a été mis en place au cours d'itinéraires pédestres. Ainsi, 78 individus sont suivis, 38 pour le Bargy, 30 pour les Aravis et 10 pour Sous-Dine. Le suivi de ces animaux est toujours en cours mais au 31 juillet 2013 aucun des 20 individus équipés de colliers GPS sur le Bargy n'a migré vers les autres massifs en 57 jours d'observation.

Suivis pédestres des populations du Bargy : Sur l'ensemble du massif du Bargy, un suivi pédestre des populations est organisé tous les 15 jours sur 7 itinéraires depuis début juin. Au 31 juillet 2013, seules sont disponibles les données des journées des 6 et 12 juin. Ces données montrent, d'après l'ONCFS, que la montée en alpage des troupeaux a été retardée par les conditions climatiques, ce qui a limité les observations relatives aux zones de contact bouquetins/cheptel domestique. La présence de bouquetins au sein d'un troupeau de 100 caprins dont 75 chèvres en lactation a cependant été observée en période de mise-bas des étagnes (femelle du bouquetin), période jugée plus à risque par l'Anses (Avis Anses 2013-SA-0082).

Annexe 2 : Protocole d'abattage total tel que proposé dans la demande d'avis au CNPN relatif à une autorisation d'abattage des bouquetins du Bargy

« L'opération reposera sur 2 à 3 équipes de 4 à 5 tireurs expérimentés (agents de l'ONCFS) qui utiliseront des carabines à canons rayés.

Elle s'appuiera sur la connaissance acquise dans le cadre du programme scientifique de l'ONCFS, relative aux zones de présences, aux zones de contact avec les animaux domestiques et aux zones de transit.

Chaque opération de tir létal sera réalisée sur une zone de stationnement de groupes constitués d'animaux pour un maximum d'efficacité, en matière d'abattage et d'élimination des cadavres.

Avant chaque intervention, un repérage précis des lieux de stationnement des animaux sera effectué.

En parallèle des agents de l'ONCFS, appuyés, le cas échéant, par des lieutenants de louveterie, seront postés sur les zones de transit vers les autres massifs ; ils effectueront des tirs sur les éventuels animaux en transit afin d'éviter toute dispersion de la population vers les massifs voisins.

Les zones de transit sont identifiées grâce au suivi des déplacements des animaux effectué dans le cadre du programme scientifique conduit par l'ONCFS.

L'évacuation des cadavres sera organisée en parallèle par les services de l'Etat.

Des modalités relatives à la sécurité seront définies précisément par le préfet pour le bon déroulement de ces interventions, et il pourra être fait appel aux forces de l'ordre en tant que de besoin.

Ces interventions conduites sur l'ensemble des zones de stationnement des bouquetins repérées devraient pouvoir conduire à l'élimination de 85 à 95% de la population de bouquetins du massif à la fin de cette première phase. »

Cette première phase serait suivie d'une phase de surveillance :

« Une surveillance ultérieure du massif sera réalisée pour éliminer les derniers animaux qui auront échappé à l'opération principale.

Cette surveillance se déroulera sur plusieurs semaines, jusqu'aux premières neiges (en novembre-décembre) et au-delà si nécessaire. Elle sera réalisée par les agents de l'ONCFS. »

Après les phases d'abattage, le protocole prévoit une réintroduction de bouquetins, après une surveillance du massif et un vide sanitaire courant jusqu'en 2016.

Annexe 3 : Saisine n°2013-SA-0129

COURRIER ARRIVE

18 JUL. 2013

DIRECTION GENERALE



2013 -SA- 0 129

№ 00797 - D

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE
L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT

Direction générale de l'alimentation
Service de la prévention des risques sanitaires de la
production primaire
Sous-direction de la santé et de la protection
animales
Bureau de la santé animale
Adresse : 251, rue de Vaugirard
75732 Paris cedex
Dossier suivi par : S. Rautureau
Tél. : 01.49.55.84.54 / Fax : 01.49.55.43.98
Réf. Interne : 1307011

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU
DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE
Direction générale de l'aménagement, du
logement et de la nature
Direction de l'eau et de la biodiversité
Sous-direction de la protection et de la
valorisation des espèces et de leurs milieux
Bureau faune et flore sauvages
Adresse : Grande Arche de la Défense - Paroi Sud
92055 Paris La Défense Cedex
Dossier suivi par : Olivier Mastain
tel : 01.40.81.35.62

Le Directeur général de l'alimentation

Le Directeur général de l'aménagement, du
logement et de la nature

au

Directeur général de l'Anses

Paris, le 9 juillet 2013

Objet : saisine relative aux mesures à prendre sur les bouquetins pour lutter contre la brucellose sur le massif du Bargy, Haute Savoie.

Conformément aux dispositions de l'article L. 1313-1 du code de la santé publique, nous avons l'honneur de saisir l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail sur l'efficacité des mesures menées sur les bouquetins du massif du Bargy (Haute-Savoie) pour maîtriser le risque de transmission de la brucellose de ces mêmes bouquetins, espèce protégée en application de l'article L. 411-1 du code de l'environnement, aux ruminants domestiques.

Contexte

Suite à la mise en évidence d'un foyer bovin à *Brucella melitensis* en avril 2012 et de deux cas humains, de larges investigations ont été menées parmi les ruminants domestiques domiciliés ou en estive sur le massif du Bargy. Ces investigations n'ont à ce jour pas mis en évidence de cas d'animaux séropositifs à la brucellose parmi les 12 000 animaux domestiques qui ont été testés. La contamination de 2012 rappelle toutefois les enjeux de santé publique et de santé animale que pose la brucellose. La maladie ayant été mise en évidence chez les bouquetins, une campagne de surveillance de la faune sauvage et d'acquisition de connaissances sur la circulation de la brucellose au sein de la population de bouquetins a été mise en place en mars 2013.

1. Estimation des effectifs

1/4

Des opérations de comptages par hélicoptère et pédestres sur les massifs du Bargy, des Aravis et de la Sous-Dine, adjacents, ont été réalisés pour apprécier l'effectif de la population de bouquetins et valider l'échantillonnage choisi.

2. Suivi sanitaire et épidémiologique

Ce suivi s'articule autour des captures de bouquetins pour à la fois contrôler le statut sanitaire à l'aide de prélèvements et pour effectuer un suivi de population grâce à la pose de colliers émetteurs sur les animaux fréquentant le massif du Bargy et les massifs adjacents.

Une dérogation aux mesures de protection de cette espèce pour l'abattage des animaux séropositifs a été octroyée pour permettre une autopsie et des analyses post mortem complémentaires, pour la connaissance de l'épidémiologie du phénomène et l'évaluation des risques d'excrétion et de transmissions interspécifiques.

3. Occupation spatiale des hardes et connaissance des déplacements des animaux entre les massifs

• Suivi par colliers GPS et VHS

Le suivi est programmé pour une étude longitudinale sur toute l'année et a 2 objectifs :

- i) définir rapidement les zones à risque d'échanges entre animaux domestiques et bouquetins et
- ii) déterminer les mouvements de populations entre les massifs.

• Opérations de suivis pédestres

Suite à une approche cartographique théorique des zones d'occupation des bouquetins, des suivis pédestres systématisés seront organisés pour confirmer de manière plus large l'occupation spatiale des hardes. Ces suivis pédestres permettront entre autres d'estimer le succès de reproduction, variable reflétant la dynamique de la brucellose, maladie abortive.

• Etudes spécifiques « cohabitation domestique – sauvage et transmission de pathogènes »

Principe général : 10 sites sont sélectionnés avec observation d'un panorama et pointage cartographique des animaux domestiques et sauvages.

4. Résultats au 1er juillet 2013

Les suivis sanitaires par capture initialement prévus sont terminés, le suivi des mouvements par les colliers GPS est en place depuis un mois et les études spécifiques sur le terrain débutent.

A ce jour ces investigations montrent :

- Sur le Bargy : une population de bouquetins stable depuis plusieurs années : environ 300 individus. La séro-prévalence atteint les 37%, toutes classes d'âge confondues avec un taux plus important sur les femelles âgées. Des animaux excréteurs ont été identifiés.
- Sur les massifs adjacents (Sous-Dine et Aravis) :
 - Massif des Aravis : population de 140 bouquetins. Le bouquetin n'est pas la population principale d'ongulés sauvages sur ce massif, qui est le chamois, et la capacité d'accueil du milieu est très grande.
 - Massif de Sous-Dine : le biotope en partie forestier rend difficile la détermination de l'effectif des bouquetins : l'estimation est comprise entre 30 et 100 individus sur une surface plus petite que le Bargy.

Les 40 prélèvements sérologiques sont négatifs sur ces massifs. Aucun transfert avec le Bargy n'a été observé.

Ces informations convergent vers le fait que la maladie circule activement chez les bouquetins depuis plusieurs années sur le massif du Bargy. Par ailleurs, selon toute vraisemblance, ce réservoir sauvage a assuré un lien « silencieux » entre les foyers domestiques de 1999 et 2012. La maladie semble, avec une forte prévalence, circonscrite à ce massif.

La transmission s'effectue essentiellement par voie vénérienne, ce qui peut expliquer le faible taux de transmission inter-spécifique (1 bovin et 1 chamois).

Ce risque apparaît faible mais existe ce qui est susceptible de mettre en péril la filière locale de fabrication de fromage au lait cru de reblochons et plus largement la filière bovine française vis à vis de son statut au regard de la brucellose. Enfin, il a été démontré un risque avéré pour la santé publique ; rappelons ici, comme il l'a été précisé en préambule, que deux cas humains de brucellose ont un lien épidémiologique avec le foyer bovin détecté en avril 2012.

L'objectif serait donc de maîtriser la brucellose dans la faune sauvage en Haute-Savoie où le bouquetin semble jouer le rôle de réservoir primaire pour abaisser significativement le risque de transmission aux animaux domestiques notamment sur le massif du Bargy, et cela dès le début de l'automne, mais aussi pour protéger les autres massifs et maîtriser le risque de décantonnement.

Pour poursuivre ces objectifs de protection de la santé animale et de la santé publique, il est ainsi envisagé de procéder à un abattage total des bouquetins du massif du Bargy, qui se décomposerait comme suit :

1. Opérations « flash » (sur un temps court, 5-20 jours maximum) avec pour objectif l'abattage d'un maximum d'animaux (de 80 à 95%) avec des agents en poste sur les zones de transit identifiées suite aux études pour éviter les fuites vers les autres massifs ;
2. Phase de surveillance jusqu'à l'hiver pour éliminer les derniers bouquetins.

En parallèle des opérations de surveillance seront menées sur les autres massifs.

Les questions que nous soumettons à votre expertise sont les suivantes :

- Ces opérations d'abattage total ainsi menées seront-elles efficaces et permettront-elles d'atteindre l'objectif recherché ?
- Au regard des résultats dont on dispose, pourrait-on définir une typologie d'animaux les plus à risque d'infection et consécutivement orienter l'abattage sélectif de ces animaux? Cette alternative à l'abattage total apporterait-elle les mêmes garanties?
- Hormis l'abattage total et l'abattage sélectif, d'autres solutions alternatives à ces scénarii permettraient-elles une maîtrise égale, sinon meilleure, de la maladie, de sorte que la population de bouquetins du massif du Bargy ne constitue plus une menace pour la santé publique et pour les cheptels domestiques ?

Lors des réunions des groupes de travail, l'utilisation de la vaccination a été évoquée ; cela suppose toutefois qu'elle permette de concilier les trois objectifs de maîtrise de la maladie, de protection de la santé publique et de conservation de certains animaux. A l'avenir, cela pourrait être une solution si la répartition de la maladie se révélait plus large et/ou avec une prévalence plus faible et persistante.

Après un bref tour d'horizon des connaissances en la matière, il est apparu qu'aucun vaccin n'avait jamais été utilisé pour une telle espèce et que, avant toute campagne, des études, seraient nécessaires. Il est souhaitable que parmi les scénarii alternatifs à l'abattage total, la question de la vaccination contre la brucellose des bouquetins, puisse être également évaluée en termes d'efficacité, d'innocuité, de faisabilité pratique et économique et de délai pour un éventuel déploiement de la vaccination sur le massif du Bargy.

Un avis de l'Agence est attendu avant le 30 août 2013 .

Patrick Dehaumont
Le Directeur Général Adjoint
Chef du Service de la Coordination
des Actions Sanitaires C.V.O.

Jean-Luc ANGOT

Pi Jean marc MICHEL
L'Adjoint au Directeur général
de l'Aménagement, du Logement
et de la Nature
Philippe COUTURE