



Parc national  
de la Vanoise

# LA CAPTURE, LE MARQUAGE ET LA RÉCOLTE DE DONNÉES BIOLOGIQUES CHEZ LE BOUQUETIN DES ALPES

- BONNES PRATIQUES ET RETOURS D'EXPÉRIENCES -



Document édité et publié en 2019 par :

Parc national de la Vanoise, 135 rue Dr Julliand, 73000 Chambéry France

Contact : [accueil@vanoise-parcnational.fr](mailto:accueil@vanoise-parcnational.fr)

Photo de couverture recto : Bouquetins mâles à Champagny en Vanoise (France)

© Parc national de la Vanoise - Christophe GOTTI

Photos de couverture verso : participants à l'atelier de formation « bonnes pratiques de captures et de marquages des bouquetins », organisée par le Parc National de la Vanoise en 2017 à Sollières (France)

© Parc national de la Vanoise - Chloé TARDIVET

#### Droits de diffusion :

Toute utilisation à but non commercial, de la totalité ou d'une partie de ce document (illustrations, textes, photographies, etc.), est autorisée dans le respect des règles de protection des droits d'auteurs et avec citation de la source.

Toute modification du document avant usage ne peut être réalisée sans autorisation préalable des auteurs.

#### Citation du document :

Julie Andru, Nolwenn Drouet-Hoguet, Bruno Bassano, Eric Belleau, Iris Biebach, Alice Brambilla, Lionel Bonsaquet, Michel Bouche, François Couilloud, Alexandre Garnier, Dominique Gauthier, Franck Parchoux, Luca Rossi, Carole Toïgo, Jérôme Cavailhes (2019). La capture, le marquage et la récolte de données biologiques chez le Bouquetin des Alpes : bonnes pratiques et retours d'expériences. Parc National de la Vanoise (disponible sur le site internet <http://www.vanoise-parcnational.fr>).

La réalisation de ce document est cofinancée par l'Union européenne dans le cadre du programme Interreg V-A France-Italie ALCOTRA 2014-2020.



# LA CAPTURE, LE MARQUAGE ET LA RÉCOLTE DE DONNÉES BIOLOGIQUES CHEZ LE BOUQUETIN DES ALPES

- BONNES PRATIQUES ET RETOURS D'EXPÉRIENCES -

Par ordre alphabétique :

**Auteurs :**

Bruno Bassano<sup>2</sup>, Eric Belleau<sup>3</sup>, Iris Biebach<sup>4</sup>, Alice Brambilla<sup>2,4</sup>, Lionel Bonsacquet<sup>1</sup>, Michel Bouche<sup>5</sup>, François Couilloud<sup>6</sup>, Alexandre Garnier<sup>7</sup>, Dominique Gauthier<sup>8</sup>, Franck Parchoux<sup>1</sup>, Luca Rossi<sup>9</sup>, Carole Toïgo<sup>6</sup>

**Auteurs et coordinateurs :**

Julie Andru<sup>1</sup>, Jérôme Cavailles<sup>1</sup>, Nolwenn Drouet-Hoguet<sup>1,6</sup>

**Relecture de la version française :** Franck Parchoux<sup>1</sup>, Sylvie Pilet<sup>1</sup>

**Relecture et corrections de la version italienne :** Alice Brambilla<sup>2,4</sup>, Laura Martinelli<sup>10</sup>

**Illustrations & Mise en page :** Marie Toulotte (graphiste indépendante, France)

**Traduction :** Abaques Traduction (France), Stéphane Mélé<sup>1</sup>, Rose Ranieri<sup>1</sup>

**Remerciements :** L'ensemble des partenaires du programme Alcotra, l'ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

*1 Parc National de la Vanoise, 135 rue du docteur Julliard, 73000 Chambéry, France*

*2 Parco Nazionale Gran Paradiso, Ufficio Fauna - Servizio Biodiversità e Ricerca Scientifica, Frazione Jamonin, 5 - 10080 Noasca TO, Italie*

*3 Vétérinaire consultant en faune sauvage, France*

*4 University of Zurich, Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies, Winterthurerstrasse 190 - 8057 Zurich, Suisse*

*5 Parc National des Ecrins, Domaine de Charance, 05000 Gap, France*

*6 Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Direction de la Recherche et de l'Expertise, Unité ongulés sauvages, Gières, France*

*7 Parc National des Pyrénées, 2 rue du IV septembre, 65 007 Tarbes, France*

*8 Laboratoire Départemental Vétérinaire et d'Hygiène Alimentaire des Hautes-Alpes, 5 Rue des Silos, 05000 Gap, France*

*9 Dipartimento di Scienze Veterinarie, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco TO, Italie*

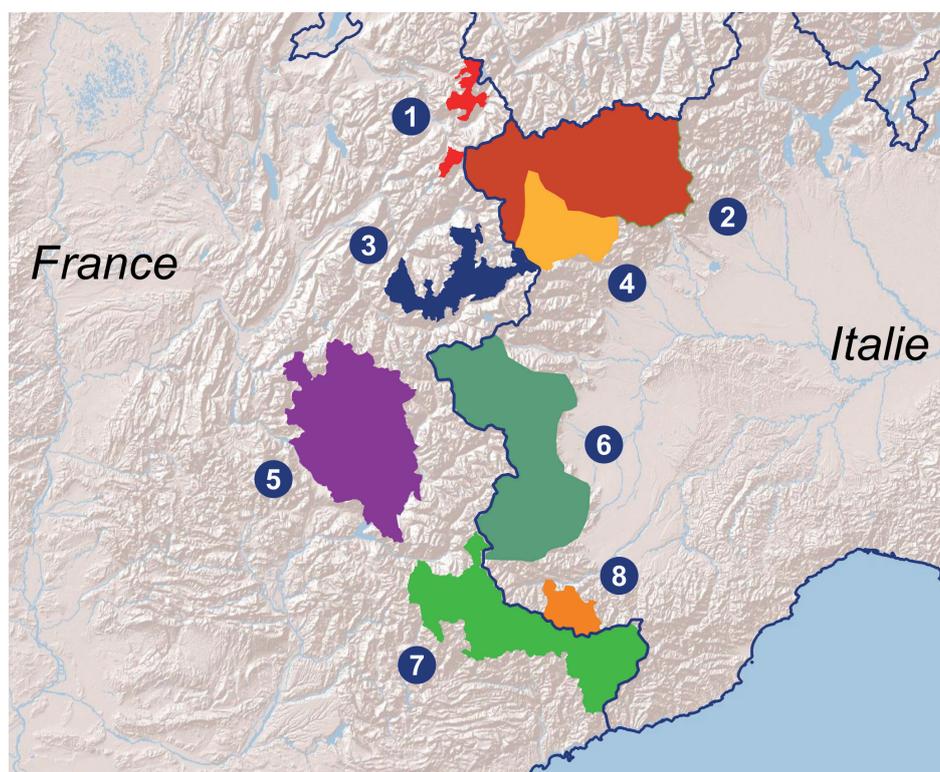
*10 Ente di Gestione delle Aree Protette delle Alpi Marittime, Piazza Regina Elena, 30, 12010 Valdieri CN, Italie*



## CONTEXTE : LE PROGRAMME ALCOTRA LEMED IBEX

L'ALCOTRA Lemed-Ibex est un programme européen d'une durée de 3 ans, qui se concentre sur l'étude scientifique et la gestion des populations de Bouquetins des Alpes (*Capra ibex*, Linnaeus 1758), du Léman à la Méditerranée.

Ce programme de coopération transfrontalière rassemble huit partenaires français et italiens :



- ① Asters, Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie (FR)
- ② Région Autonome Vallée d'Aoste (IT)
- ③ Parc national de la Vanoise (FR)
- ④ Parc national du Grand Paradis (IT)
- ⑤ Parc national des Écrins (chef de file du programme, FR)
- ⑥ Etablissement gestionnaire des espaces protégés des Alpes Cottiennes (IT)
- ⑦ Parc national du Mercantour (FR)
- ⑧ Etablissement gestionnaire des espaces protégés des Alpes Maritimes (IT)

L'objectif de ce programme est d'assurer une meilleure connaissance et une protection renforcée du Bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) qui atteste une relative vulnérabilité de l'espèce, en dépit d'une démographie positive. Ce programme s'articule autour de trois axes de travail :

- l'innovation technique (utilisation de colliers GPS, partage des données en temps réel, nouvelles méthodes de séquençage génétique...),
- la mutualisation et le transfert d'outils et de méthodes (formations aux captures et marquages de bouquetins, groupes de travail, développement de méthodes de suivis individuels, récolte et mise en commun de données sanitaires / spatiales / démographiques / morphométriques / génétiques,...),
- la cohérence dans la gestion des différents espaces naturels avec la prise en compte de la biologie de l'espèce, de son environnement, et des interactions avec les activités humaines (locales, agropastorales et touristiques). Et la réalisation d'outils de sensibilisation du public.

La rédaction et la publication de ce guide technique « La capture, le marquage et les prélèvements biologiques chez le Bouquetin des Alpes - Bonnes pratiques et retours d'expériences » s'inscrit donc dans le deuxième axe de travail. L'objectif de ce guide étant le transfert des connaissances et la standardisation des méthodes, pour améliorer leur efficacité et permettre une gestion durable des populations de bouquetin.

Les auteurs de ce document sont des spécialistes dans l'étude du Bouquetin des Alpes. Ils se sont réunis dans ce contexte, pour partager leur expertise et établir des consensus sur les méthodes de capture et de marquage des bouquetins, qu'ils ont par la suite diffusé par :

- un atelier de formation aux bonnes pratiques de captures et de marquages des bouquetins, réunissant une centaine de participants pendant une semaine à Sollières (73500), organisé par le Parc national de la Vanoise en 2017.
- la rédaction et la publication de ce guide technique, coordonnées par le Parc National de la Vanoise en 2018 et 2019.

# SOMMAIRE

## PRÉFACE

4



## INTRODUCTION. CONTEXTE ACTUEL ET HISTORIQUE

9

- 0.1 Les méthodes de capture, de marquage, et de récolte de données biologiques : des outils pour la conservation et la gestion des populations de Bouquetins des Alpes 9
  - 0.1.1 Objectifs des captures de Bouquetins des Alpes 9
  - 0.1.2 Objectifs des marquages individuels et de la récolte de données biologiques 10
- 0.2 Évolution des méthodes de captures du Bouquetin des Alpes 12
- 0.3 Historique des opérations de captures du Bouquetin des Alpes, en Italie et en France 12
  - 0.3.1 En Italie 12
  - 0.3.2 En France 16



## 1. ASPECTS RÉGLEMENTAIRES ET JURIDIQUES

19

- 1.1 Statut juridique du Bouquetin des Alpes (*Capra ibex, linnaeus 1758*) 19
- 1.2 Autorisation de capture et de marquage du Bouquetin des Alpes 20
  - 1.2.1 En France 20
  - 1.2.2 En Italie 23
- 1.3 Accès aux sites de capture 23
- 1.4 Spécificité de la télé-anesthésie 23
  - 1.4.1 Utilisation et transport des armes de télé-anesthésie 23
  - 1.4.2 Utilisation de la pharmacie vétérinaire 24
  - 1.4.3 Personnel en charge de la télé-anesthésie 25



## 2. BONNES PRATIQUES POUR LA CAPTURE ET LES MANIPULATIONS DU BOUQUETIN

27

- 2.1. Prévention du stress chez l'animal 27
  - 2.1.1 Définition et mécanismes du stress 27
  - 2.1.2 Surveillance de l'état de stress de l'animal 28
- 2.2 Sécurité des opérateurs 29
  - 2.2.1 Les risques liés aux manipulations 29
  - 2.2.2 Précautions pour éviter les risques d'accidents liés à la capture et réduire les impacts du stress sur l'animal 30
- 2.3. Planification d'une opération de capture 31
- 2.4. Préconisation pour les périodes de capture 32



### 3. LA TECHNIQUE DE CAPTURE PAR TÉLÉ-ANESTHÉSIE

33

3.1 Aspects physiologiques et pharmacologiques	33
3.1.1 Généralités sur le principe de l'anesthésie	33
3.1.2 Spécificités des ruminants	34
3.1.3 Les produits médicamenteux et leur mode d'action	35
3.1.4 La posologie des produits	36
3.1.5 Les voies d'administration des produits	37
3.2 Aspects balistiques	39
3.2.1 Fléchette hypodermique	39
3.2.2 Utilisation des fléchettes en plastique	41
3.2.3 Projecteurs (sarbacane et fusil)	43
3.2.4 Tir et balistique	
3.3 Mise en œuvre de l'opération de capture par télé-anesthésie	45
3.3.1 Le tir	45
3.3.2 La sédation de l'animal	47
3.3.3 L'immobilisation de l'animal	48
3.3.4 Le marquage, la récolte de données biologiques, et la surveillance médicale de l'animal	49
3.3.5 Réveil et relâcher de l'animal	50
3.3.6 Cas du transport	51
3.4 Accidents de capture liés à la télé-anesthésie	52
3.4.1 Traumatologie	52
3.4.2 Défaillances cardio-respiratoires et digestives	53
3.4.3 Risques additionnels	54
3.4.4 Autres accidents	54



### 4. LES TECHNIQUES DE CAPTURES MÉCANIQUES

57

4.1. Les cages pièges	58
4.1.1 Principe	58
4.1.2 Mise en œuvre	61
4.2. Les murs tombants	63
4.2.1 Principe	63
4.2.2 Mise en œuvre	65
4.3. Les filets tombants	69
4.3.1 Principe	69
4.3.2 Mise en œuvre	71
4.4. Les lacets à pattes	77
4.4.1 Principe	77
4.4.2 Mise en œuvre	78



### 5. LES TECHNIQUES DE MARQUAGE

82

5.1 Préparation des opérations de marquage	83
5.1.1 Conception du protocole	83
5.1.2 Plan de marquage	85
5.2 Les dispositifs de marquage	86
5.2.1 Les boucles auriculaires	86
5.2.2 Les colliers visuels	89
5.2.3 Les colliers VHF	95
5.2.4 Les colliers GPS	97



## 6. LES MESURES BIOMÉTRIQUES 102

6.1 Mesures systématiques	103
6.1.1 Mesures systématiques de taille corporelle	103
6.1.2 Mesures systématiques de corpulence	104
6.1.3 Mesures systématiques des cornes	106
6.2. Mesures optionnelles	109
6.2.1 Mesures optionnelles de taille corporelle	110
6.2.2 Mesures optionnelles de corpulence	111
6.2.3. Mesures optionnelles de cornes	111



## 7. LES PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS BIOLOGIQUES 113

7.1 Prélèvements pour analyses sanitaires	114
7.1.1 Les prélèvements sanguins	115
7.1.2 Les écouvillons oculaires	118
7.1.3 La récolte de fèces	119
7.2 Prélèvements pour analyses moléculaires	120
7.2.1 Biopsies lors de la capture	120
7.2.2 Biopsies à distance à l'aide de projecteurs	122

## ACRONYMES 127

## GLOSSAIRE 128

## BIBLIOGRAPHIE 129

## ANNEXE I. Prise en compte du bien-être animal dans l'utilisation de la faune sauvage non hébergée (FSNH) à des fins scientifiques en France 130

## ANNEXE II. Fiche de Capture / Marquage 133

## ANNEXE III. Liste d'analyses sanitaires chez le Bouquetin des Alpes 135



Il existe différentes techniques pour travailler sur les populations de Bouquetins des Alpes. Les techniques à privilégier dépendent des objectifs de ces opérations, de la topographie du site, de la distribution de l'espèce, des moyens humains et financiers disponibles. Ce présent document détaille l'ensemble des méthodes utilisées aujourd'hui pour la capture et la manipulation des bouquetins. Il intègre le respect du bien-être animal et des conditions de travail/sécurité des opérateurs.

## 0.1 LES MÉTHODES DE CAPTURE, DE MARQUAGE, ET DE RÉCOLTE DE DONNÉES BIOLOGIQUES : DES OUTILS POUR LA CONSERVATION ET LA GESTION DES POPULATIONS DE BOUQUETINS DES ALPES

### 0.1.1 Objectifs des captures de Bouquetins des Alpes

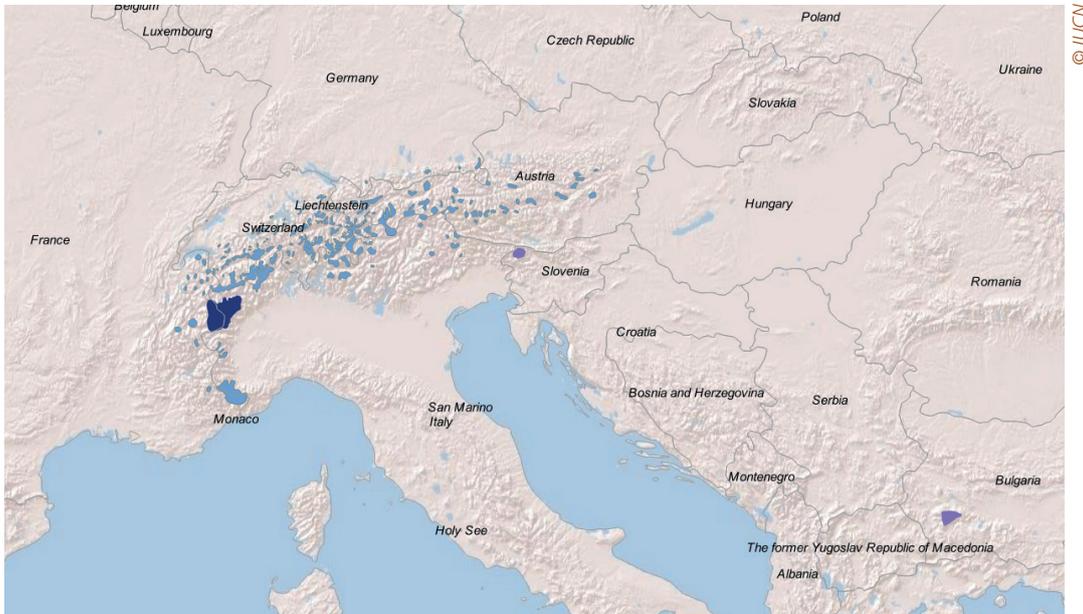
#### LA RÉINTRODUCTION DE L'ESPÈCE

A l'origine, les captures de Bouquetins des Alpes (*Capra ibex*, Linnaeus 1758) étaient destinées à des opérations de réintroduction afin d'enrayer la disparition de l'espèce.

La chasse intensive, menée sur cet ongulé de montagne aux XVIIIème et XIXème siècles, a conduit à la quasi-disparition de l'espèce. Face à cette forte pression de chasse, seules quelques populations isolées ont survécu dans les régions alpines (leurs habitats naturels), particulièrement en Italie. Ainsi dans les années 1960, le Parc national italien du Grand Paradis constitue la population source où furent réalisées les premières opérations de captures de Bouquetins des Alpes, dans le but de réintroduire l'espèce dans l'ensemble de son aire de répartition d'origine. A partir des années 1980, de telles opérations sont également entreprises en France, dans le Parc national de la Vanoise, qui abrite alors une soixantaine d'individus.

Suite à ces nombreuses opérations de réintroduction, la densité et la répartition des populations de Bouquetins des Alpes n'ont cessé de croître sur l'ensemble de l'arc alpin.





DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES POPULATIONS DE BOUQUETINS DES ALPES EN EUROPE, SUITE AUX NOMBREUSES OPÉRATIONS DE CAPTURE À DES FINS DE RÉINTRODUCTION (2008).

## L'AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES SUR LES POPULATIONS

À partir des années 1990, les captures de Bouquetins des Alpes sont effectuées, à la fois, à des fins de réintroduction et à des fins d'études sur le long terme. Ces études permettent d'acquérir des connaissances sur la biologie de l'espèce et ses populations, pour en améliorer la gestion et la conservation. Elles reposent sur un ensemble d'opérations pratiquées pendant la phase de capture des bouquetins (marquage individuel, récolte de données biologiques), lorsque les animaux sont immobilisés et calmés par les opérateurs.

### 0.1.2 Objectifs des marquages individuels et de la récolte de données biologiques

Les opérations de marquage individuel et de récolte de données biologiques (prélèvements, biométrie), qui ont lieu pendant les captures, contribuent à améliorer les connaissances écologiques, éthologiques et sanitaires de l'espèce.

Pour ce faire, les animaux capturés sont équipés de colliers et/ou de boucles auriculaires. Ce dispositif de marquage permet de reconnaître individuellement chaque animal tout au long de sa vie. Grâce au suivi des individus marqués, il est possible d'obtenir des informations (paramètres démographiques, occupation spatiale, structuration sociale, ...) qui permettent de mieux appréhender le fonctionnement des populations et leur conservation.

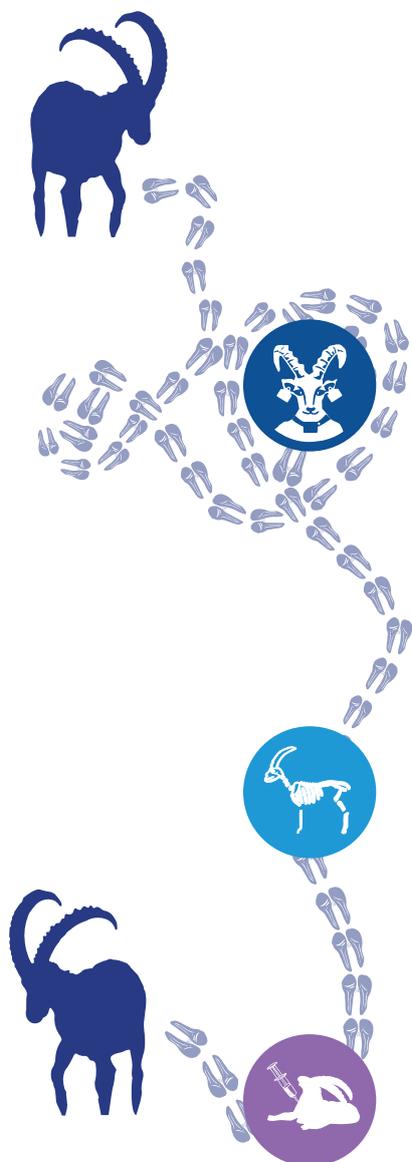


JEUNE BOUQUETIN MÂLE CAPTURÉ ET MARQUÉ LE 21 JUIN 2010 (À GAUCHE, JUSTE AVANT LA CAPTURE), PUIS IDENTIFIÉ 8 ANNÉES PLUS TARD, LE 22 OCTOBRE 2018 (À DROITE), DANS LA RÉGION AUTONOME DE LA VALLÉE D'AOSTE, EN ITALIE.

A l'occasion des captures, des prélèvements biologiques (sang, parasites, tissus..) sont également réalisés pour mieux comprendre la structure génétique des populations et leur état sanitaire. Ces prélèvements sont indispensables, d'une part pour attester du bon état sanitaire des individus avant leur réintroduction, et d'autre part pour réaliser le suivi sanitaire d'une population établie (notamment dans le cas d'une transmission plausible d'agents infectieux entre population sauvage et faune domestique). Ainsi, de récentes découvertes indiquent que l'histoire du Bouquetin des Alpes, liée à un faible nombre d'individus fondateurs, semble être à l'origine de la fragilité de certaines populations de bouquetins face à des agents infectieux (exemple : une forte sensibilité à la pneumonie est observée chez les populations de Vanoise).

Plus récemment, le développement de nouvelles technologies, comme les colliers GPS et le séquençage génétique de nouvelle génération, apporte de nouvelles perspectives intéressantes de recherches appliquées à la conservation.

Des études pluridisciplinaires voient ainsi le jour, permettant d'obtenir des informations cruciales sur les populations et les individus, en vue d'une gestion adaptée. Ces études complémentaires concernent principalement les thématiques suivantes :



#### 1. Déplacements et domaines vitaux :

- caractéristiques écologiques de l'habitat des bouquetins en fonction des saisons, de l'âge ou du sexe des individus,...
- corridors écologiques, comme les zones de migration.
- localisation des zones sensibles du cycle de vie du bouquetin (rut, mise-bas, hivernage).
- échanges d'individus entre populations.
- influence des variables environnementales (climat, présence de troupeaux domestiques, fréquentation humaine...) sur le comportement individuel.

#### 2. Paramètres démographiques :

- succès de la reproduction, comme les taux de femelles gestantes et de survie des cabris.
- survie des individus.
- tendances démographiques, grâce à la méthode de **CMR**

#### 3. Organisation sociale :

- structure et composition des groupes sociaux.
- facteurs à l'origine des migrations d'individus entre groupes et/ou populations.

#### 4. Performance écologique des populations et des individus :

- critères morphologiques.
- tendances biométriques.

#### 5. Epidémiologie :

- détection et suivi de pathologies (latentes ou occasionnelles).
- évolution de maladies au niveau de l'individu et de la population.

#### 6. Génétique :

- diversité génétique.
- structure génétique des populations.
- identification de gènes de résistance aux pathologies.
- histoire génétique (phylogénie, phylogéographie, traits d'histoires de vie,...).



## 0.2 ÉVOLUTION DES MÉTHODES DE CAPTURES DU BOUQUETIN DES ALPES

Il existe deux méthodes permettant de capturer des bouquetins : la méthode mécanique qui nécessite l'utilisation de techniques de piégeage, et la méthode chimique via la technique de télé-anesthésie.

La première méthode utilisée pour la capture de Bouquetins des Alpes était mécanique, avec des techniques de type cages-pièges et lacets à pattes, souvent dérivées des techniques de braconnage utilisées au XX<sup>ème</sup> siècle. La méthode de capture chimique, via la télé-anesthésie, apparaît plus tard, dans les années 1960. Les deux méthodes évoluent progressivement. Les captures mécaniques, initialement non sélectives, et engendrant un stress important pour l'animal, ont sans cesse évolué et sont, à ce jour, de plus en plus performantes. Ainsi, les cages modernes sont munies de parois opaques réduisant le stress engendré sur les animaux. Plus tard, de nouvelles techniques voient le jour et utilisent des filets de captures fixes ou mobiles. Dans le même temps, les techniques de capture par télé-anesthésie évoluent, tant dans la manière de projeter des sédatifs (fusils à poudre, sarbacanes, fusils à air comprimé, prototypes de projecteurs automatiques), que dans la nature des produits chimiques et leurs dosages. A noter que l'usage de produits sédatifs est également susceptible d'être couplé à des techniques de captures mécaniques.



© PNV – Christophe GOTTI

TRANSPORT D'UNE ÉTAGNE DANS UNE BÉTAILLÈRE : UNE VÉTÉRINAIRE VEILLE AU BIEN-ÊTRE DE L'ANIMAL DEPUIS SA CAPTURE DANS LE PARC NATIONAL DE LA VANOISE, JUSQU'À SON RELÂCHÉ DANS LE PARC RÉGIONAL DE CHARTREUSE (FRANCE, 2011).

Aujourd'hui, la prise en compte du bien-être animal est au centre des préoccupations pour tout travail sur la faune sauvage. Ainsi en témoignent la prise de conscience du public sur ce thème, et la révision par la Commission Européenne de la réglementation sur l'utilisation des animaux en vue de la recherche scientifique (Directive Européenne 2010/63/UE du 10 septembre 2010). Le bien-être animal est désormais intégré aux réflexions des opérateurs travaillant sur la faune sauvage y compris le Bouquetin des Alpes : d'une part dans les réflexions de modernisation des techniques de capture et de marquage, afin de réintroduire les animaux dans les meilleures conditions en limitant le stress lié à la manipulation et le risque de blessures ; d'autre part dans les réflexions pour concevoir de nouveaux protocoles qui permettraient de limiter le nombre de captures.

## 0.3 HISTORIQUE DES OPÉRATIONS DE CAPTURES DU BOUQUETIN DES ALPES, EN ITALIE ET EN FRANCE

### 0.3.1 En Italie

Les opérations de capture de bouquetins sont pratiquées depuis près d'un demi-siècle en Italie. A l'origine effectuées dans le Parc national du Grand Paradis (PNGP), elles ont ensuite été réalisées dans d'autres régions de l'arc alpin italien (Piémont, Val d'Aoste, Trentin-Haut-Adige, Vénétie) et des Apennins (avec les captures de l'Isard des Apennins dans le cadre d'études scientifiques). Les captures étaient initialement réalisées avec des techniques mécaniques, telles que les pièges ou les enclos, sans anesthésie des animaux. Aujourd'hui, la télé-anesthésie est la technique de capture la plus fréquemment utilisée en Italie.

## SYNTHÈSE CHRONOLOGIQUE DES DIFFÉRENTES OPÉRATIONS DE CAPTURES DE BOUQUETINS DES ALPES MENÉES EN ITALIE :

1906-1936. Plus de 120 bouquetins sont capturés, à l'aide de pièges mécaniques ou à la main (capture de nouveaux-nés après abattage de l'étagne) pour être vendus à la Suisse par des braconniers du Val d'Aoste.

1922-1960. Captures occasionnelles de bouquetins du Parc national du Grand Paradis pour être introduits dans les réserves royales de chasse (Valdieri, La Mandria, Racconigi) en vue d'être chassés ou exposés. Les bouquetins sont capturés vivants avec des pièges et des enclos, pour être relâchés dans les différents sites. Durant cette période, des cabris âgés de quelques heures sont également capturés, puis confiés à des chèvres domestiques pour le sevrage.

1964-1979. Les captures, dont l'objectif est la réintroduction de l'espèce, sont systématiquement effectuées dans le Parc national du Grand Paradis. Un total de 150 bouquetins est ainsi capturé et relâché pour reconstituer 13 nouvelles populations : au Mont-Blanc (Aoste), dans le Parc national du Triglav, dans les parcs naturels de Stelvio, Macugnaga (Verbano-Cusio-Ossola), Thuras (Turin), La Thuile (Aoste), Val d'Ayas (Aoste), Valsesia (Vercel), Bovec – Slovénie, Alpe Veglia (Verbano-Cusio-Ossola), Val Pellice (Turin), Tarvisio (Udine), et Pozza di Fassa (Trentin Haut-Adige).

Dans les années 1960. Virage à 90° dans les captures avec la mise au point de dispositifs pour projeter des seringues à distance. Ces dispositifs dérivent de fusils ordinaires de calibre 10. Les seringues, projetées sous forme de fléchettes par des gaz comprimés, constituent des projectiles inoffensifs qui sont en mesure d'injecter à distance des substances chimiques neurotropes capables de provoquer l'arrêt de l'animal à distance, sa mise sous sédation, et par conséquent sa capture. Durant ces années, de nombreuses commandes de bouquetins sont passées au Parc national du Grand Paradis qui, géré alors par son Directeur Renzo Videsott, donne une impulsion aux captures pour répondre à ces demandes.



© PNGP - ARCHIVES

UNE DES PREMIÈRES CAPTURES DE BOUQUETIN RÉALISÉE AVEC LA TECHNIQUE DE TÉLÉ-ANESTHÉSIE DANS LE PNGP (1958).



- 1960-1961. Un professionnel allemand est sollicité pour intervenir dans les montagnes du Grand Paradis, armé d'un projecteur et d'une substance très dangereuse et toxique (salicylate de nicotine). Il atteint plusieurs animaux mais seuls trois sont récupérés pour être d'abord exposés à l'exposition internationale de « Italia 61 » à Turin pour célébrer le 100<sup>ème</sup> anniversaire de l'unification de l'Italie, puis transportés et libérés dans la réserve de chasse du Mont-Blanc à Courmayeur (Aoste). Le taux élevé de mortalité enregistré au cours de ces captures, suite à l'effet direct de la substance employée, et la difficulté à composer des couples de bouquetins, incite le parc à entreprendre sa propre recherche, plus précautionneuse, sur de nouvelles techniques de captures.
- 1961-1964. Un vétérinaire de l'école de Turin est sollicité pour expérimenter plusieurs substances injectables par voie intramusculaire. Des expériences sont menées sur une dizaine de chèvres et de brebis pour doser des neuroleptiques, des tranquillisants, des psychotropes, des anesthésiants et des myorelaxants. Il en ressort que la Phencyclidine (Sernyl®, Parke-Davis) se révèle être le meilleur de tous ces produits en raison de la petite quantité injectable nécessaire (2cc pour 20mg/ml) et pour sa rapidité d'action analgésique et la catalepsie quasi immédiate engendrée. L'animal respire normalement, même après des doubles ou triples doses injectées délibérément. Le temps de réveil est proportionnel à la dose injectée et varie entre 20 minutes et deux heures, sans complication respiratoire apparente.
- 1964. À l'aide d'un projecteur de fléchette, élaboré par l'entreprise CAP-CHUR (Palmer, USA), et de seringues en aluminium léger contenant de la Phencyclidine, 12 bouquetins mâles et femelles ont été capturés puis relâchés au Parc national du Triglav situé dans l'actuelle Slovénie.

© PNGP - Cogne LUGLIO



© PNGP - Renzo VIDESOTT

L'OXYGÉNOTHÉRAPIE (à droite) PERMET DE RÉDUIRE LES RISQUES LIÉS À L'ANESTHÉSIE LORS DES CAPTURES. ICI (gauche et droite), LA CAPTURE D'UNE ÉTAGNE ÂGÉE DE 4 ANS, DANS LA VALLÉE DE LAUSON DU PNGP (1964).

- 1965 à 1970. Cette première tentative de 1964 est suivie par de nombreuses captures, plus d'une centaine, non seulement de bouquetins mais aussi de cerfs (lors de l'inondation de Florence en 1967), et d'autres animaux sauvages en vue de repeuplements ou de transferts.

À partir des années 70, les techniques de capture subissent probablement l'évolution la plus marquante de leur histoire pour atteindre les techniques actuelles. Durant cette période, apparaissent des fusils projecteurs de fléchettes plus sophistiqués et plus puissants, des fléchettes plus légères et fiables, mais surtout une substance, la xylazine (Rompun, Bayer) qui améliore considérablement les techniques de capture et de réintroduction des animaux sauvages, en particulier les bouquetins et les chamois.

Dans les années 1980. Après la restauration de populations de bouquetins dans l'arc alpin, dès la fin des années 80, les captures de bouquetins ne sont plus effectuées exclusivement dans le Parc national du Grand Paradis et commencent à être pratiquées sur d'autres populations en vue de réintroductions, ou de marquages pour la recherche scientifique, ou de diagnostics pour le suivi sanitaire. Durant cette période, le Parc Naturel Alpi Maritime est particulièrement actif, en consultation d'abord avec des vétérinaires de l'université de Turin (Pr. Lanfranchi, Dr. Rossi, Meneguz, Dr. De Meneghi), puis avec d'autres professionnels, il procède à la capture de 289 bouquetins dont 248 sont relâchés dans 10 populations réparties sur l'arc alpin italien. Dans ces régions, différentes méthodes de captures sont expérimentées et appliquées, de la télé-anesthésie à l'aide de sarbacanes aux captures mécaniques à l'aide de lacets à patte et de filets montants (Up-net, De Matteis et al. 2010). L'utilisation systématique de ces méthodes, sur une période de 15 ans, a conduit aux résultats chiffrés indiqués ci-dessus.



© PNGP - ARCHIVES

L'ANESTHÉSIE PERMET DE RÉDUIRE LE STRESS DE L'ANIMAL LORS DE SON TRANSPORT.

Toujours sous la supervision de l'université de Turin, une importante opération de télé-anesthésie est mise en œuvre dans les Alpes orientales, grâce à quelques agents officiels passionnés de l'Office National des Forêts italien (surtout Paolo De martin) et de la Province de Belluno. Ces captures sont réalisées à des fins de réintroduction, et à des fins sanitaires pour établir un diagnostic et réaliser un traitement des épidémies de gale sarcoptique qui ont affecté cette région des Alpes depuis le début du siècle. Au total, plus de 170 bouquetins sont capturés lors de cette opération.

- 1985-2001. Durant ces années, toujours grâce à la télé-anesthésie, 161 bouquetins sont capturés à des fins de réintroduction, puis relâchés à Valtellina (Sandrio), dans les Dolomites frioulanes (Pordenone), dans les parcs naturels de Val Tronca (Turin), des Alpes Orobie (Bergame/Brescia), de Plauris (Udine), d'Orsiera-Rocciavré (Turin). A partir de 1986, 110 bouquetins sont capturés pour être marqués, à des fins de recherche scientifique dans le Parc national du Grand Paradis.

Dans les années 1990. Des campagnes de captures sont menées en vue de la réintroduction de l'espèce avec le soutien de l'administration provinciale de Turin (65 individus). Plus récemment, d'autres opérations sont réalisées dans le secteur alpin CATO4 - Valli di Lanzo en vue d'un contrôle sanitaire (88 individus), et dans le Val d'Aoste par l'Office Régional des forêts à des fins de marquage et d'échantillonnage (30 individus).

Dans les années 1999-2018. Le Parc national du Grand Paradis concentre ses efforts de capture et de marquage sur Valsavarenche (Levionaz), créant une zone d'étude intensive à long terme axée sur l'éco-éthologie de l'espèce. Des marquages sont également réalisés dans d'autres vallées du Parc pour le suivi de la dynamique des populations. Durant cette période, 390 bouquetins sont capturés, marqués et suivis.



*Synthèse chronologique des différentes opérations de captures de Bouquetins des Alpes menées en France :*

1963. À la création du Parc national de la Vanoise en 1963 ne subsistent en France que deux noyaux (Modane et Termignon) constituant la population naturelle de bouquetins de Maurienne et représentant à peine une soixantaine d'animaux. À cette population indigène s'ajoutaient quelques animaux erratiques, provenant du Parc national du Grand Paradis estivant dans les vallons de la Grande Sassièrre et de Prariond, situés dans la haute vallée de l'Isère, ainsi qu'au-dessus de Bonneval-sur-Arc

1978. Le 25 juillet 1978, le premier bouquetin touché par une fléchette anesthésique s'endort avec succès dans le Parc national de la Vanoise. Il s'agit d'un mâle né sur place, issu de la réintroduction du Mont Pourri (Peisey-Nancroix) effectuée 9 ans plus tôt à partir de 5 individus provenant du Mont Pleureur (Suisse). Celui-ci fut dénommé « Vanoise ». Depuis, 708 autres bouquetins ont été manipulés pour les besoins des captures/marquages/translocations coordonnés par le Parc national de la Vanoise.



CAPTURE D'UN BOUQUETIN DES ALPES PAR UN GROUPE DONT DES GARDES-MONITEURS PNV.



AU COURS D'UNE OPÉRATION DE CAPTURE DE BOUQUETIN DES ALPES, LOUIS EYVRARD (GARDEMONITEUR PNV) VISE L'ANIMAL AU FUSIL TÉLÉ-ANESTHÉSIQUE. (PNV ZP)

Années 1980. Les pionniers qui s'étaient lancés dans l'aventure à la fin des années 70 se rapprochent de leurs homologues suisses via l'UIGPF (Union Internationale des Gardes Professionnels de la Faune), à la fois pour initier l'opération de réintroduction du bouquetin en Tarentaise, et pour apprendre d'eux les techniques de capture. L'objectif étant de restaurer la présence du Bouquetin en Tarentaise.

- En mai 1980, deux années après la première capture, les gardes réintroduisent des bouquetins issus de la Maurienne (la population indigène avait survécu dans des falaises et gorges reculées lors de la quasi extinction de l'espèce) vers la Tarentaise. Onze individus sont ainsi déplacés en 4L de service vers Friburge, sur la commune de Champagny-le-Haut.
- En mai 1981, dix autres animaux sont relâchés à Pralognan-la-Vanoise. Ces dix derniers individus ont pratiqué le « homing », c'est-à-dire qu'ils sont retournés à Modane (lieu de capture) par le réseau de crêtes. Ce comportement souligne le manque de connaissances sur l'éco-éthologie de l'espèce, et les besoins d'études scientifiques pour améliorer les programmes de réintroduction. Par ailleurs, le matériel utilisé est assez dangereux (fusil à poudre Bergeron, projectiles en aluminium). Aussi, les pionniers recherchent rapidement à s'entourer de compétences vétérinaires pour améliorer la sécurité des

captures, avec l'aide du Dr. Vittorio Peracino (PNGP) en 1981, et poursuivi par Dr. Jean Hars et Dr. Dominique Gauthier dès la même année. Les techniques de captures s'enrichissent très rapidement grâce à la passion et l'ingéniosité de certains gardes spécialisés (Claude Vion, Paul Jovet, Alfred Ruffier Des Aimes, Louis Eyvrand, Pascal Langer, Louis Bantin). Ces gardes développent les méthodes de capture par piégeage, en particulier devant la difficulté de capture dans certains sites en colonisation comme Champagny : cage-piège en structure métallique légère (installée sur les vires à bouquetin accessibles après escalade et équipement en mains-courantes), lacets-à-pattes adaptés à la paroi rocheuse (« spités » au rocher avec du matériel d'escalade, et renforcés spécialement pour le bouquetin, qui casse sans effort le matériel habituellement utilisé pour les pièges à chamois).

- En 1984, des bouquetins capturés et marqués à Prariond – Val d'Isère – ont rapidement déserté le site (pour rejoindre leurs quartiers hivernaux). Leurs recherches ont mené les gardes-moniteurs et vétérinaires de Vanoise au-delà de la frontière franco-italienne, dans la vallée adjacente du Grand Paradis. Cette découverte, et par la suite l'identification des corridors écologiques entre Vanoise et Grand Paradis, a donné de la consistance au jumelage des deux parcs, et initié une collaboration scientifique et technique qui s'est développée et perdure aujourd'hui.
- 1986-1989. Un programme national de recherche sur le Bouquetin des Alpes est mené et piloté par le Parc national de la Vanoise. Un volet de ce programme national est consacré à l'amélioration des techniques de capture et la diffusion des pratiques entre les partenaires : PNV, ONCFS (pour Belledonne), Réserves Naturelles de Haute Savoie, Parc national du Mercantour. Cela permet d'adopter le matériel de projection à air comprimé, et de tester les combinaisons d'anesthésiques dissociatifs (mélange dit "d'Hellabrun"). Les progrès enregistrés lors de cette phase sont présentés lors d'un colloque international "techniques de capture et marquage" à Mèze en 1993. Les protocoles établis à cette époque n'ont d'ailleurs pas changé depuis 30 ans.

La synergie entre agents de terrain et vétérinaires du Parc national de la Vanoise ne s'est jamais démentie au cours des décennies, vouée à une recherche constante d'amélioration de la sécurité et de la prise en compte du bien-être animal. Transmise entre les générations de gardes qui se succèdent, la maîtrise des opérations de capture en Vanoise repose fondamentalement sur deux choses : le savoir-faire (que l'on peut transmettre par des écrits ou des formations adéquates), et l'expérience (cette sensation immatérielle d'aisance et de complicité face à la réaction de l'animal). Elle s'appuie aussi sur les résultats des programmes scientifiques, initiés très précocement.

1993. Le rôle de pépinière du Parc national de la Vanoise pour la restauration du bouquetin dans les Alpes françaises est un moteur majeur pour les pratiques de captures. En s'appuyant sur les résultats du programme de recherche (1986-1989), la "Charte pour la réintroduction des bouquetins en France" (1993) a donné un code de bonnes pratiques aux candidats aux opérations de création de nouvelles populations. Le Parc national de la Vanoise a été, en 30 ans, acteur de 15 opérations de réintroduction exportant 187 bouquetins, contribuant ainsi au succès du sauvetage de l'espèce dans l'arc alpin en enrichissant le peuplement alpin par le retour de 9 populations disparues. A l'échelon international, le Bouquetin des Alpes est ainsi passé en 30 ans du statut UICN de "Endangered" à "Least Concern". L'avancée majeure apportée à ces opérations de réintroduction a été de comprendre et prévenir le stress aux animaux, responsable de mortalités immédiates et différées venant entacher le succès des opérations. En effet, les mesures hormonales et biochimiques effectuées lors des campagnes de capture ont démontré que le transport des animaux, que ce soit sur le terrain ou en bétailière, engendrait des impacts dus au stress sans commune mesure avec celui induit par les captures proprement dites. Un protocole de transport a été alors élaboré en définissant les spécifications souhaitables pour le véhicule, les soins à administrer aux animaux et notamment la tranquillisation de transport, et les conditions à respecter pour



la manipulation des bouquetins tant pour la mise en véhicule que pour le relâcher sur site.

À partir des années 2000. Plusieurs opérations de captures ont été menées dans le Parc national de la Vanoise, à des fins de réintroduction dans plusieurs massifs alpins français (Chartreuse, Vercors, etc.).

En synthèse, en 40 ans et plus de 700 bouquetins, le Parc sous l'instigation des agents de terrain et de ses vétérinaires n'a eu de cesse que d'améliorer la fiabilité et la sécurité des opérations. En effet, malgré l'expérience accumulée au fur et à mesure des années, ces opérations n'ont jamais été anodines : capturer un ruminant sauvage dans un biotope aussi escarpé que celui du bouquetin est et restera une opération à risque, comportant obligatoirement un certain taux d'échec et exigeant des opérateurs une forte technicité. Cette préoccupation de préserver le bien-être des animaux sauvages est restée un peu « la marque de fabrique » du Parc national de la Vanoise.



PORTAGE D'UN BOUQUETIN MÂLE CAPTURÉ PAR TIR TÉLÉ-ANESTHÉSIQUE. (PNV PO)

© PNV – Christ ian NEUMÜLLER



LÂCHER D'UN BOUQUETIN AU COURS D'UNE OPÉRATION DE RÉINTRODUCTION DE L'ESPÈCE DANS LE PARC NATUREL RÉGIONAL DU QUEYRAS. LES ANIMAUX SONT PRÉLEVÉS DANS LE PARC NATIONAL DE VANOISE. (PNR DU QUEYRAS)

© PNV – Maurice MOLLARD



### INTRODUCTION

Des autorisations administratives sont indispensables pour réaliser des opérations de capture, de marquage, et de récolte de données biologiques des Bouquetins des Alpes. Les aspects réglementaires exposés dans ce chapitre, sont susceptibles d'évoluer. Les opérateurs doivent s'informer des révisions des textes législatifs auprès du ministère de leur pays.

Dans ce contexte, il est important de porter à connaissance la Directive Européenne 2010/63/UE du 10 septembre 2010, qui a été érigée dans un but de protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. Cette directive, concerne la prise en compte du bien-être animal dans les procédures expérimentales, y compris sur la faune sauvage non hébergée, c'est-à-dire « non captive ».

En France et en Italie, les procédures de capture, de marquage, et de récolte de données biologiques du Bouquetin des Alpes, sont considérées, en janvier 2018, comme hors champ d'application de cette réglementation. Dans les années à venir, et si les pratiques réalisées sont différentes de celles énoncées dans les chapitres suivants, elles peuvent être soumises à cette réglementation (**ANNEXE I**).

### 1.1 STATUT JURIDIQUE DU BOUQUETIN DES ALPES (*Capra ibex*, Linnaeus 1758)

#### AU NIVEAU INTERNATIONAL

1. L'espèce est inscrite à l'Annexe V de la Directive Habitats-Faune-Flore, ce qui lui permet de bénéficier d'un statut de protection au niveau européen, impliquant que « le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion ».
2. L'espèce est inscrite à l'Annexe III de la Convention de Bern, ce qui lui confère le statut d'espèce de faune protégée. La régulation des populations est possible dans le respect du maintien de l'existence de ces populations hors de danger.



LE BOUQUETIN DES ALPES EST PROTÉGÉ EN EUROPE.

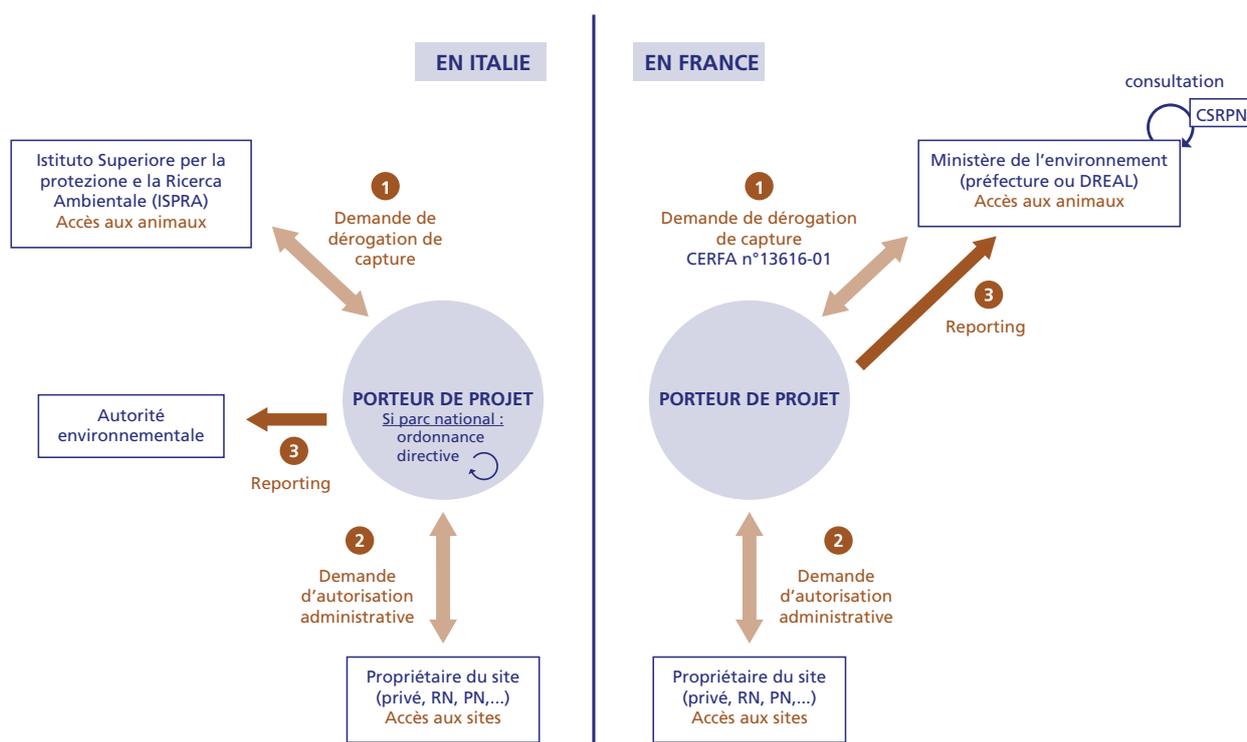


1. L'espèce est classée avec le statut « préoccupation mineure (LC) » sur la liste rouge de l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN).
2. L'espèce n'est pas inscrite aux annexes de la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)
3. L'espèce n'est pas inscrite aux annexes de la convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS)

## AU NIVEAU NATIONAL

Le Bouquetin des Alpes bénéficie d'un statut de protection spécifique dans plusieurs pays d'Europe, comme en Italie et en France (Arrêté du 23 avril 2007).

## 1.2 AUTORISATION DE CAPTURE ET DE MARQUAGE DU BOUQUETIN DES ALPES



### PROCÉDURES RÉGLEMENTAIRES POUR LA CAPTURE ET LE MARQUAGE DES BOUQUETINS DES ALPES

EN FRANCE ET EN ITALIE, DES AUTORISATIONS RÉGLEMENTAIRES SONT INDISPENSABLES POUR PRATIQUER LA CAPTURE ET LE MARQUAGE DES BOUQUETINS DES ALPES.

### 1.2.1. En France

Le bouquetin est une espèce protégée, et l'article L 411-1 du code de l'environnement stipule que pour ces espèces sont interdits :

« La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat. »

**Une autorisation est donc nécessaire pour pouvoir capturer des bouquetins et les marquer.**

### CONDITIONS D'OBTENTION

*« La délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle »*

Ce décret spécifie que l'obtention de cette dérogation est possible, entre autre, pour les objectifs suivants :

*« A des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes. »*

Ces conditions incluent donc les opérations de captures à but scientifique.

L'arrêté du 18 décembre 2014 fixe les conditions et limites dans lesquelles :

*« Des dérogations à l'interdiction de capture de spécimens d'espèces animales protégées peuvent être accordées par les préfets pour certaines opérations pour lesquelles la capture est suivie d'un relâcher immédiat sur place. »*

Ces dérogations peuvent être accordées par les préfets si les conditions suivantes sont satisfaites :

*« 1° La capture est suivie d'un relâcher immédiat sur place ; et*

*2° Les opérations sont conduites :*

- a) Par un établissement public ayant une activité de recherche, pour la réalisation d'inventaires de populations d'espèces sauvages dans le cadre d'études scientifiques ; ou*
- b) Pour la réalisation d'inventaires de populations d'espèces sauvages dans le cadre de l'évaluation préalable et du suivi des impacts sur la biodiversité de projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements ; ou*
- c) Pour la réalisation d'inventaires de populations d'espèces sauvages dans le cadre de l'élaboration ou du suivi de plans, de schémas, de programmes ou d'autres documents de planification nécessitant l'acquisition de connaissances ou visant à la préservation du patrimoine naturel prévus par des dispositions du code de l'environnement. »*

L'arrêté du 18 décembre 2014 stipule également que :

- *Article 3 : « Les opérations de capture doivent être strictement limitées à ce qui est nécessaire pour atteindre l'objectif recherché. Le demandeur doit démontrer qu'aucune autre méthode satisfaisante qui éviterait une intervention sur les animaux ne peut se substituer aux opérations de capture. Le protocole d'inventaire doit permettre de qualifier correctement le niveau des populations et l'importance de celles-ci au regard de l'état de conservation des espèces concernées en tenant compte de leur biologie et de leurs cycles biologiques » (cas de la méthode de capture, marquage, recapture « CMR »).*
- *Article 4 : « Les personnes réalisant les opérations de capture, marquage éventuel et relâcher immédiat sur place doivent justifier qu'elles ont suivi une formation adaptée aux espèces concernées par les opérations, dispensée par une ou plusieurs personnes dont la compétence pour la capture, le marquage lorsque celui-ci est pratiqué et le relâcher immédiat de spécimens des espèces ou des groupes d'espèces considérés a été vérifiée par le service chargé de l'instruction de la demande de dérogation, en considération notamment de titres universitaires, d'agréments ou d'habilitations administratifs. »*
- *Article 5 : « Les captures doivent être réalisées selon des modalités et à l'aide de moyens n'occasionnant aucune blessure ni mutilation aux animaux capturés. Le marquage éventuel des animaux doit être réalisé selon des techniques et à l'aide de matériels limitant le stress, n'occasionnant ni de blessure ni de mutilation. Les matériels de marquage doivent être adaptés à la taille et au mode de vie des animaux afin de ne pas perturber ces derniers après leur relâcher. »*
- *Article 6 : « Les périodes des opérations de capture, de marquage éventuel et de relâcher sur place ne doivent pas entraîner de perturbation dans le cycle biologique des espèces concernées. »*



- Article 7 : « Lorsque dans sa demande, le bénéficiaire de la dérogation a déclaré vouloir mettre à disposition ses données d'inventaire, il doit mettre ses données d'observation d'espèces à disposition des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement et du Muséum national d'histoire naturelle dans les conditions définies par le système d'information sur la nature et les paysages, notamment en ce qui concerne les règles de dépôt, de formats de données et de fichiers applicables aux métadonnées et données élémentaires d'échange relatives aux occurrences d'observation d'espèces. »
- Article 8 : « La dérogation précise :
  - les espèces ou groupes d'espèces pour lesquels sont autorisés la capture suivie de relâcher immédiat sur place des spécimens ;
  - le nombre et le sexe lorsque celui-ci est déterminable, de spécimens dont la capture et le marquage éventuel est autorisée pour les espèces qui sont réputées avoir de faibles effectifs dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations concernés ;
  - les modes et moyens utilisés pour la capture, le marquage lorsque celui-ci est pratiqué et le relâcher ;
  - une pression d'inventaire maximale exprimée en temps passé sur le terrain et en nombre de personnes autorisées à procéder simultanément aux opérations. »
- Article 9 : « Lorsque la dérogation a été accordée pour la réalisation de plusieurs opérations d'inventaires et pour une durée supérieure à un an, le bénéficiaire adresse au préfet chaque année avant le 31 mars un rapport sur la mise en œuvre de la dérogation au cours de l'année précédente. Ce rapport précise :
  - le nombre d'opérations conduites au cours de l'année sous couvert de la dérogation
  - les dates et les lieux par commune des opérations ;
  - les espèces ou groupes d'espèces dont la présence a été identifiée ;
  - pour les espèces qui sont réputées avoir de faibles effectifs dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations concernés, le nombre de spécimens capturés de chaque espèce, le sexe lorsque ce dernier est déterminable et, s'il y a lieu, le mode de marquage utilisé ;
  - le nombre d'animaux morts au cours des opérations ;
  - le nombre d'animaux non visés dans la dérogation et néanmoins pris dans les matériels de capture au cours des opérations. »

## DÉMARCHE DE LA DEMANDE

Si les conditions d'obtentions sont remplies, une « demande de dérogation pour la capture, l'enlèvement, la destruction, la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées » peut être effectuée. Elle doit être adressée **au préfet du département** du lieu de réalisation de l'opération, en 3 exemplaires à l'aide du CERFA 13616 01, disponible sur le site internet de l'administration française ([www.service-public.fr](http://www.service-public.fr)).

La demande doit préciser les spécimens concernés par l'opération et la nature de l'opération.

Elle est examinée par l'autorité environnementale concernée, qui sollicite, pour avis consultatif, le CSRPN (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel). Après obtention de l'avis favorable du CSRPN, l'autorité environnementale peut délivrer l'accord de dérogation aux porteurs du projet.

**cerfa**  
N° 13 616\*01

**DEMANDE DE DEROGATION**

POUR  LA CAPTURE OU L'ENLEVEMENT \*  
 LA DESTRUCTION \*  
 LA PERTURBATION INTENTIONNELLE \*

**DE SPECIMENS D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES**

\* cocher la case correspondant à l'opération faisant l'objet de la demande

Titre I du livre IV du code de l'environnement  
 Arrêté du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations  
 définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées

**A. VOTRE IDENTITE**

Nom et Prénom : .....  
 ou Dénomination (pour les personnes morales) : .....  
 Nom et Prénom du mandataire (le cas échéant) : .....  
 Adresse : N° ..... Rue .....  
 Commune .....  
 Code postal .....

Nature des activités : .....  
 Qualification : .....

**B. QUELS SONT LES SPECIMENS CONCERNES PAR L'OPERATION**

	Nom scientifique Nom commun	Quantité	Description (1)
B1			
B2			
B3			
B4			
B5			

(1) nature des spécimens, sexe, signes particuliers

FORMULAIRE ADMINISTRATIF CERFA N°13616-01 PERMETTANT L'OBTENTION D'UNE DEROGATION POUR LA CAPTURE D'ESPÈCES ANIMALES PROTÉGÉES.

## 1.2.2. En Italie

La demande d'autorisation de capture et de marquage des bouquetins peut être uniquement effectuée par un institut de recherche ou de conservation.

Une autorisation doit être obtenue auprès de l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). La demande doit préciser le contexte scientifique, le nombre de captures de bouquetins nécessaires, la méthode d'échantillonnage, les protocoles de captures, les périodes et les sites concernés. Dans le cas d'un parc national, la proposition technique doit être au préalable validée en interne par l'établissement.

En cas d'approbation de l'ISPRA, l'autorisation doit être envoyée à l'autorité régionale. Dans le cas d'un parc national, l'autorisation doit être envoyée au ministère, conjointement avec une ordonnance directive établie par le parc.

Le demandeur est tenu de rédiger un rapport final sur les captures autorisées.

## 1.3 ACCÈS AUX SITES DE CAPTURES

Il est nécessaire de posséder une autorisation administrative permettant l'accès aux sites de captures, de la part des propriétaires et/ou des entités gestionnaires de ces sites d'études (parcs nationaux, réserves naturelles, préfetures, communes, particuliers...).

## 1.4 SPÉCIFICITÉ DE LA TÉLÉ-ANESTHÉSIE

Il existe en Italie des réglementations qui régissent quasiment tous les aspects relatifs aux opérations de capture par télé-anesthésie. Toutefois ces réglementations ne sont pas toutes l'expression d'une compétence technique adéquate de la part des législateurs, à tel point que certaines semblent difficilement applicables « à la lettre » dans les conditions qui caractérisent les captures de Bouquetins des Alpes à l'état sauvage, à des fins de suivi, d'études, de gestion sanitaire ou de réintroduction.

### 1.4.1. Utilisation et transport des armes de télé-anesthésie

La télé-anesthésie est une opération minutieuse. Le tireur doit impérativement être expérimenté et s'entraîner avant chaque opération de tir, afin de garantir le bon déroulement des opérations (sécurité de l'animal et des opérateurs, efficacité...).



© PNV – Chloé TARDIVET

LE PERSONNEL EXPÉRIMENTÉ DOIT S'ENTRAÎNER AU TIR AVANT DE RÉALISER LES OPÉRATIONS DE CAPTURE PAR TÉLÉ-ANESTHÉSIE.

#### 1.4.1.1. En France

De par le décret 2013-700 du 3 juillet 2013, les armes de télé-anesthésie sont classées dans la catégorie D2A. Ces armes sont inscrites par le vendeur au registre des ventes d'arme. Elles ne sont pas soumises à enregistrement. Il n'y a donc pas de nécessité de posséder une licence de tir, ou un permis de chasser. Il faut par contre être capable de justifier la légitimité d'usage de ces armes de télé-anesthésie.

Les précautions pour le transport et le stockage de ces armes sont les mêmes que pour d'autres armes : transport des armes démontées ou dans une housse, stockage dans une armoire fermant à clef.



### 1.4.1.2. En Italie

Les projeteurs hypodermiques (pistolets, fusils, sarbacanes) d'une puissance inférieure à 7,5 joules ne sont pas considérés comme des armes, et ne sont par conséquent pas soumis à des autorisations spéciales.

En revanche, les fusils hypodermiques plus performants, présents sur le marché, sont considérés comme des armes. Par conséquent, ils ne peuvent être achetés, détenus ou transportés que par le titulaire d'une autorisation de port d'armes délivrée par le Préfet. Cette autorisation peut être délivrée pour la pratique du tir sportif ou pour des motifs de sécurité sur présentation, d'une part d'un certificat de l'autorité sanitaire (AUSL) attestant que l'état de santé physique et psychique du demandeur n'est pas incompatible avec la détention d'armes et de munitions, et d'autre part sur attestation du résultat favorable d'un exercice de tir effectué dans un club de tir accrédité.

Comme il n'existe pas de port d'arme spécifique pour les fusils hypodermiques, leur acquisition n'est à ce jour pas réservée à une catégorie professionnelle particulière. Les fusils hypodermiques doivent être stockés en lieu sûr, par exemple à l'abri des mineurs, mais pas nécessairement dans une armoire blindée.



© PNW – Joël BLANCHÉMAIN

LES PROJETEURS HYPODERMIQUES DOIVENT ÊTRE STOCKÉS ET TRANSPORTÉS EN TOUTE SÉCURITÉ.

## 1.4.2 Utilisation de la pharmacie vétérinaire

### 1.4.2.1. En France

L'article L 5143-2 du code de la santé publique stipule que :

*« Seuls peuvent préparer, détenir et délivrer à titre gracieux ou onéreux les médicaments vétérinaires :*

- les pharmaciens titulaires d'une officine*
- les vétérinaires ayant satisfait aux obligations leur permettant d'exercer la médecine la chirurgie des animaux »*

Dans le cas des captures d'animaux sauvages, les établissements, associations ou groupements qui les pratiquent peuvent donc acheter un certain nombre de produits vétérinaires accompagnés d'une ordonnance de prescription qui précise :

*« 1° Les nom, prénom et adresse du vétérinaire, son numéro national d'inscription au tableau de l'ordre lorsqu'il est tenu de s'y inscrire et sa signature ;*

*2° Les nom, prénom ou la raison sociale et l'adresse du détenteur des animaux ;*

*3° La date de la prescription et, le cas échéant, la date de la dernière visite lorsqu'elles sont différentes ;*

*4° L'identification des animaux : l'espèce ainsi que l'âge et le sexe, le nom ou le numéro d'identification de l'animal ou tout moyen d'identification du lot d'animaux ;*

*5° La dénomination ou la formule du médicament vétérinaire ; lorsque la prescription concerne un aliment médicamenteux, la dénomination ou la formule du pré-mélange médicamenteux devant être incorporé dans cet aliment ainsi que son taux d'incorporation ;*

*6° La posologie, la quantité prescrite et la durée du traitement ; lorsque la prescription concerne un aliment médicamenteux, la quantité d'aliment médicamenteux indiquée en kilogrammes, ainsi que la proportion d'aliment médicamenteux dans la ration journalière et la durée du traitement ;*

Toutefois, tous les produits vétérinaires ne sont pas prescriptibles (Arrêté du 22 février 1990 modifié 5 septembre 2017 fixant la liste des substances classées comme stupéfiants). Ces produits, dont la liste est fixée par arrêté, doivent obligatoirement être administrés par un vétérinaire. C'est par exemple le cas de la kétamine, ainsi que ses sels et ses stéréo-isomères, utilisés en particulier pour l'anesthésie des ongulés.

Dans le cadre des nouvelles lois sur le bien-être animal et l'utilisation d'animaux vivants à des fins scientifiques, une personne compétente doit être responsable de la gestion du stock de médicaments (Arrêté du 1er février 2013 relatif à la délivrance et l'administration de médicaments employés par les établissements agréés en tant qu'utilisateurs d'animaux à des fins scientifiques).

#### 1.4.2.2. En Italie

En application du décret signé le 28 juillet 2009 par le ministère du travail, de la santé et des politiques sociales concernant la « réglementation de l'utilisation et la détention de substances à usage strictement vétérinaire », publié à la Gazzetta Ufficiale (Journal Officiel italien) n° 230 du 3 octobre 2009, il est indiqué que les produits utilisés pour la télé-anesthésie du bouquetin doivent être acquis, détenus et administrés exclusivement par un vétérinaire.

Ces produits anesthésiants sont classés comme substances destinées à « l'anesthésie générale » bien qu'ils ne le soient pas au sens strict. Une ordonnance non renouvelable en trois exemplaires est exigée pour leur acquisition. Les documents doivent mentionner que « la détention et l'administration du produit relèvent exclusivement d'un vétérinaire ». En revanche, concernant les substances ayant un effet « stupéfiant », par exemple la kétamine, une ordonnance spéciale sur papier autocopiant est prévue. L'usage de substances considérées comme appartenant à la classe des « stupéfiants » expose fortement le vétérinaire à des contrôles de la part des autorités militaires. Le vétérinaire est tenu de respecter les réglementations relatives à l'usage, et à la gestion des stocks (entrées/sorties), de ces produits classés comme « anesthésiques généraux » ou « stupéfiants ».

Le vétérinaire étant la seule personne disposant du droit de détenir des produits anesthésiques, il n'est pas envisagé de stocker ces produits au siège des établissements publics ou privés compétents en matière de conservation et de gestion de la faune sauvage, comme par exemple les parcs nationaux et régionaux, ou les provinces. En d'autres termes, pour les procédures prévoyant la télé-anesthésie du bouquetin, le vétérinaire engagé dans le programme est responsable de ses propres stocks, bien qu'ils soient financés par un tiers. Le vétérinaire doit également garder à l'esprit qu'en vertu de la loi italienne un flacon de produit anesthésique ouvert ne peut être conservé plus de 4 semaines.

#### 1.4.3 Personnel en charge de la téléanesthésie

Actuellement, le bon sens et l'expérience des intervenants qui opèrent depuis des années sur le terrain préconisent : (1) la présence d'un vétérinaire, toujours nécessaire lors de la capture par télé-anesthésie du bouquetin, afin d'assurer la préparation correcte des seringues, le bon dosage des produits, l'assistance médicale de qualité auprès des animaux anesthésiés, et plus généralement, pour contribuer à une gestion optimale des campagnes de capture ; (2) l'utilisation du fusil, et le tir des fléchettes, par les membres de l'équipe, titulaire d'un port d'armes si nécessaire, qui sont en mesure de garantir une très forte résistance à l'effort, une parfaite technique d'approche de l'animal, et une excellente précision de tir. Il est entendu que la détention des produits anesthésiques et de leurs antidotes reste de la responsabilité directe du vétérinaire, que ce soit pour les conserver ou les transporter, et qu'elle ne peut être déléguée à du personnel non médical.



Un vif débat est en cours en Italie concernant les professionnels susceptibles d'être habilités pour « projeter » à distance une seringue contenant un produit anesthésiant. Aujourd'hui les textes législatifs considèrent que la « projection » est totalement assimilable à une « administration » du produit, telle que décrite au décret du 28 juillet 2009. Par conséquent, seul un vétérinaire est théoriquement autorisé à la réaliser. Cependant, cette interprétation mettrait gravement en péril le fonctionnement et l'efficacité des équipes de capture par télé-anesthésie opérant sur le territoire national.



Les bonnes pratiques de capture et de manipulation des bouquetins doivent tenir compte de deux aspects importants: la préservation à court et à moyen terme du bien-être des animaux et la sécurité des opérateurs.

### 2.1. PRÉVENTION DU STRESS CHEZ L'ANIMAL

Pour assurer le bien-être des animaux capturés et manipulés il convient de gérer les opérations de la façon la moins stressante possible. En effet, la capture (par des méthodes mécaniques ou chimiques) et la manipulation d'un animal vivant en liberté constituent une situation potentiellement très stressante pour ce dernier.

#### 2.1.1. Définitions et mécanismes du stress

En langage courant le mot « stress » se comprend comme la conséquence du trouble occasionné sur le bien-être et la santé du sujet qui le subit. En biologie, le terme « stress » désigne une perturbation de l'équilibre physiologique d'un organisme, provoquée par un ou plusieurs facteurs externes ou internes à cet organisme.

Face à ces facteurs de stress (ou stressor en anglais), l'organisme sécrète des molécules ayant une action hormonale qui déclenchent des réponses physiologiques et comportementales chez l'individu. Les médiateurs sont les principales molécules de réponse d'un organisme face aux facteurs de stress. La réponse est initiée au niveau du système nerveux central, où par exemple la CRH ou « corticotropin-releasing hormone » est sécrétée par l'hypothalamus. Puis d'autres médiateurs sont produits « en cascade », au niveau du système nerveux autonome (noradrénaline), de

l'hypophyse (ACTH ou « adrénocorticotrophine ») et des glandes surrénales (adrénaline et cortisol).

D'une part, les réponses aux facteurs de stress peuvent avoir un effet positif sur l'individu, comme par exemple l'augmentation du degré de vigilance et la rapidité d'exécution d'un comportement de fuite (phase d'alerte). D'autre part, elles peuvent avoir un effet négatif sur l'individu, comme par exemple un manque de lucidité pour identifier des obstacles durant la fuite (réaction de panique), un état de choc et une immunodépression.

Il est important de souligner que les paramètres de réponse au stress (la vitesse, les modalités, l'efficacité) sont liés à l'espèce, à l'individu, mais aussi et surtout à l'intensité et à la durée des facteurs de stress. Il est tout aussi important de souligner que la réponse au stress a un effet additionnel,



c'est-à-dire que plusieurs facteurs de stress agissant en même temps peuvent avoir le même effet qu'un seul facteur de stress d'intensité supérieure. Cela se vérifie particulièrement lorsque la capture d'un animal est suivie par des phases de manipulations et de transport, car les animaux sont soumis à d'avantage de facteurs de stress sur une période relativement courte. Dans l'ensemble il est primordial d'identifier et

d'adopter des protocoles de capture permettant :

- de réduire au maximum l'intensité et la durée des facteurs de stress qui, par la nature même de ces opérations, ne peuvent être épargnés aux animaux.
- de supprimer des facteurs de stress mineurs par rapport aux précédents mais qui ne sont pas négligeables pour autant.

## 2.1.2. Surveillance de l'état de stress de l'animal

Le stress lié à la capture peut se manifester par l'altération de paramètres vitaux, pouvant être détectés cliniquement, et/ou par l'altération des paramètres sanguins (hématologiques et sérochimiques), pouvant être détectés par des analyses en laboratoire. Ces deux types d'altération peuvent survenir (et être éventuellement surveillés) durant la capture ou le transport de l'animal, ou apparaître quelques heures, voire des jours, plus tard.

La température corporelle et la fréquence cardiaque sont les paramètres vitaux les plus susceptibles de subir une altération :

- La surveillance de la température corporelle est techniquement simple à réaliser, par la mesure de la température rectale avec un thermomètre. L'augmentation de la température corporelle, appelée hyperthermie, peut survenir chez un bouquetin soumis à la capture, à des manipulations, et éventuellement à un transport. La limite supérieure de température corporelle acceptable est de 40°C. Au-delà de cette limite il est nécessaire d'intervenir, comme dans le cas d'une baisse de température (**PARTIE 3.2.4**). Une hyperthermie élevée et prolongée peut entraîner directement le décès de l'animal (hyperthermie maligne) ou favoriser

l'apparition d'une pathologie grave et difficilement réversible du muscle squelettique et du cœur connue sous le nom de « myopathie de capture ». Les symptômes liés à cette maladie peuvent se manifester rapidement voire jusqu'à plus d'une semaine après le relâcher de l'animal. Il est par conséquent conseillé que les animaux soumis à une forte hyperthermie ne soient pas transportés mais rapidement relâchés sur place.

- La surveillance de la fréquence cardiaque est techniquement plus difficile à réaliser. D'une part, l'augmentation de la fréquence cardiaque, appelée tachycardie, est modulée par le stress mais aussi, de manière non spécifique, par la réaction de l'animal au confinement, en particulier lors des captures mécaniques. L'expérience de terrain démontre également qu'il n'est pas toujours facile de détecter ce paramètre chez des animaux en excellente condition nutritionnelle, en raison de la graisse sous-cutanée. D'autre part, une diminution de la fréquence cardiaque, appelée bradycardie, (en-dessous de 50 à 60 pulsations/min chez le bouquetin), peut correspondre soit à un apaisement de l'animal, soit une diminution de la fluidité du sang liée au stress.



LA TEMPÉRATURE RECTALE EST UN INDICATEUR IMPORTANT DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DE L'ANIMAL.



LE RYTHME CARDIAQUE PEUT ÊTRE SURVEILLÉ À L'AIDE D'UN STÉTHOSCOPE.

Le rythme respiratoire peut également être modulé sous l'effet du stress, avec par exemple des phases d'apnée. Il est important de surveiller le rythme respiratoire de l'animal et, dans le cas d'une anesthésie, de surveiller la couleur de la langue qui noircit par manque d'oxygénation (**PARTIE 3.2.1**).

Pendant la manipulation des animaux, la réalisation de prélèvements sanguins à intervalles prédéfinis, du début jusqu'à la fin des manipulations, contribuent à l'amélioration des protocoles d'intervention. En effet, les analyses de ces prélèvements en laboratoire, fournissent à posteriori

des informations utiles sur le degré et les effets du stress. Ainsi, les paramètres les plus susceptibles de subir des variations en rapport avec le stress sont : l'hématocrite (↑), le nombre de leucocytes neutrophiles (↑) et de lymphocytes (↓), la production de radicaux libres par les leucocytes (↓) et les concentration de créatinine, d'urée, de lactate, de chlore, de potassium et des principales enzymes musculaires (↑). La mesure de la concentration de cortisol dans la salive à partir de tampons absorbants est de plus en plus employée, en raison de son caractère peu invasif.

## 2.2. SÉCURITÉ DES OPÉRATEURS

Les opérations de capture de bouquetins, qu'elles soient mécaniques ou chimiques, présentent des risques potentiels non seulement pour les animaux mais aussi pour les opérateurs, dont la sécurité est une priorité évidente. L'expérience de la montagne et la préparation physique des opérateurs permettent de contenir ces risques théoriquement élevés.

Quiconque ayant participé à des opérations de captures de bouquetins garde le souvenir de « poussées d'adrénaline », lors de situations à risque voire dangereuses. Toutefois les accidents ayant provoqué des lésions aussi graves ou plus graves qu'une fracture chez les opérateurs sont en réalité plutôt rares. Ils se comptent sur les doigts des mains au cours des dernières décennies d'expérience de capture de bouquetins.

Cela n'empêche que :

- toute opération de capture doit être planifiée en tenant bien compte de la sécurité des opérateurs, comme le prévoient les règlements en vigueur.
- chaque opérateur doit connaître les normes de sécurité à respecter.
- soit clairement désigné un responsable à l'autorité incontestable dans toute situation impliquant un travail en groupe.

Certains dangers ne sont pas strictement liés à la capture et à la manipulation des

bouquetins, mais concernent le risque plus général que constituent les déplacements et le travail en montagne. Parmi ces risques figurent :

- les chutes de pierres, parfois provoquées par les déplacements des bouquetins.
- les pertes d'adhérences et les glissades sur terrain pentu (névés, pelouses,...).
- la foudre.
- l'hypothermie, dont le risque est paradoxalement plus important en été, pendant les violents orages qui peuvent rapidement tremper les vêtements et en même temps provoquer des baisses de température soudaines.

Ces risques peuvent être évités en adoptant des comportements prudents, en consultant des prévisions météo fiables, et en emportant un équipement adapté qui comprend (même en été) :

- un sac à dos muni d'une armature solide (par exemple en fibre de carbone), éventuellement escamotable pour protéger la tête, le cou et les épaules en cas de chute pierres.
- des pantalons longs, chaussures adaptées à la montagne, bâtons de marche télescopiques et crampons.
- un couvre-chef, des gants et des chaussettes sèches de rechange, sachant que la perte de chaleur corporelle est élevée au niveau des extrémités des membres.

### 2.2.1. Les risques liés aux manipulations



La manipulation des bouquetins constitue une activité gratifiante pour les opérateurs mais elle n'est pas sans risque pour eux. La probabilité de subir un traumatisme est plus élevée dans le cas de captures mécaniques, car elles impliquent la contention d'animaux non anesthésiés, potentiellement très stressés, et dont la masse corporelle peut être égale ou supérieure à celle des opérateurs. Des accidents ont toutefois eu lieu lors des captures chimiques, effectuées par téléanesthésie.

Les traumatismes connus concernent des brûlures par corde, des déchirures musculaires, des luxations (en particulier les poignets et les chevilles), des écorchures, des contusions, des écrasements (par exemple des doigts contre les rochers ou les pièges mécaniques), des blessures à la tête, et plus rarement des fractures.

La blessure peut être directement causée par l'animal qui cherche avec force à se soustraire à la contention, ou par un choc violent contre la roche et/ou d'autres obs-

tacles au moment où l'opérateur tente, généreusement mais de façon imprudente, de retenir l'animal pour éviter sa fuite. D'autres blessures, probablement les plus graves, sont liées à des glissades et à des chutes de quelques mètres, imputables à des excès de zèle (par exemple vouloir atteindre un animal en difficulté) ou au contraire à un manque d'attention. Dans tous les cas, le nombre d'opérateurs doit être adapté à la méthode de capture utilisée, ainsi qu'à la force et à la masse corporelle des animaux à immobiliser.

Pour éviter les blessures lors de la manipulation des animaux, il est important que les opérateurs aient conscience qu'ils exercent une activité potentiellement dangereuse, et se rappellent que leur sécurité et celle de l'équipe de capture sont toujours, et quoi qu'il arrive, prioritaires sur l'immobilisation d'un animal supplémentaire et sur la sécurité de cet animal. Enfin ils doivent garder à l'esprit qu'un accident grave sur le « lieu de travail » pourrait compromettre tout le programme de capture.

## 2.2.2. Précautions pour éviter les risques d'accidents liés à la capture et réduire les impacts du stress sur l'animal

### 2.2.2.1 Recommandations pour les opérateurs

La prévention des accidents au cours des captures de bouquetins repose sur une planification correcte des opérations (paragraphe 2.3), sur le fait que le chef d'équipe doit être clairement défini à l'avance. C'est à lui qu'appartient de choisir, sur place, combien d'opérateurs, et lesquels, l'assisteront pour immobiliser les animaux, intervention à laquelle il doit nécessairement participer. Le chef d'équipe devra accorder une attention particulière aux opérateurs qui sont peu ou pas expérimentés, en leur assignant des tâches précises avec un risque et / ou une responsabilité moindres.

Par ailleurs, lors du briefing qui doit précéder le début de la journée de capture, le chef d'équipe attirera l'attention, même des plus expérimentés, sur le fait que la manipulation des animaux requiert une concentration maximale pour protéger l'équipe, l'opérateur, la santé et le bien-être des animaux.

Au moment de la manipulation, il est préférable que les opérateurs portent des gants de travail. Chaque équipe de capture doit être munie d'une trousse de secours

contenant un désinfectant, des compresses hémostatiques, du sparadrap, de la gaze et des bandes. Enfin, il est conseillé que les équipes de téléanesthésie, mobiles sur le terrain, emportent une corde d'escalade pour la mise en sécurité éventuelle des opérateurs et des bouquetins.



© PNV – CHRISTOPHE GOTTI

LES OPÉRATEURS DOIVENT PORTER UN ÉQUIPEMENT ADAPTÉ POUR ASSURER LEUR SÉCURITÉ (ici le site de capture nécessite d'être encordé et de porter un casque de protection et des chaussures adéquates).

## 2.2.2 Recommandations pour la manipulation des animaux pendant la capture

La prise en compte du bien-être des animaux contribue au bon déroulement des opérations.

Que ce soit par les méthodes de captures chimiques, via la télé-anesthésie, ou mécaniques, avec les pièges, les animaux capturés doivent être rapidement immobilisés et manipulés. Il convient de respecter les conditions suivantes :

- Agir dans le silence tout au long des opérations.
- Agir rapidement pour réduire le temps des manipulations et ainsi limiter le stress du bouquetin.
- Poser un masque sur les yeux du bouquetin pour le calmer. Cela inhibe ses réactions de défense par le principe d'**AKINÉSIE**.
- Attacher les pattes du bouquetin avec une cordelette, une sangle ou des entravons, pour éviter tout risque de fuite de l'animal à un moment inapproprié.
- Positionner le bouquetin dans le bon sens de la pente (haut du corps en haut

de pente), et sur le flanc droit pour éviter tout risque de déglutition (**PARTIE 3.2.1**).

- Si l'animal se situe dans un endroit dangereux, déplacer l'animal de quelques mètres, de façon à sécuriser la zone des opérations (par exemple l'éloigner d'une barre rocheuse).
- Si le bouquetin est éveillé, se positionner au maximum hors de son champ de vision, derrière l'animal, pour limiter son stress.
- Limiter le nombre d'opérateurs, tout en respectant les règles de sécurité d'au moins trois opérateurs par animal.

Pour respecter ces bonnes pratiques, agir rapidement et consciencieusement, il est nécessaire d'être bien préparé aux différentes manipulations (marquage, récolte de données biométriques, prélèvements biologiques...), et de s'organiser en amont des opérations sur le terrain.



LE BOUQUETIN IMMOBILISÉ DOIT ÊTRE COUCHÉ SUR LE FLANC DROIT, DANS LE SENS DE LA PENTE (à gauche), ÉQUIPÉ D'ENTRAVONS (au centre), ET D'UN MASQUE (à droite).

## 2.3. PLANIFICATION D'UNE OPÉRATION DE CAPTURE

Lors de la planification d'une opération de capture, une attention particulière doit être accordée aux points suivants:

- identifier un nombre suffisant d'opérateurs : au minimum trois personnes, dont deux avec une expérience des captures.
- identifier un chef d'équipe reconnu pour chaque équipe.
- vérifier que les membres d'une équipe

peuvent communiquer à distance entre eux et avec la base (par talkie-walkie ou téléphone portable s'il y a du réseau).

- Répartir le matériel et vérifier que chaque équipe dispose :
- du matériel nécessaire pour la manipulation et la contention d'au moins un animal (en particulier des gants de travail, un masque et des entravons).



- du matériel nécessaire pour effectuer les prélèvements d'échantillons biologiques et pour les conserver de façon appropriée.

© PNV – Céline RUTTENI



LES OPÉRATEURS VÉRIFIENT LE MATÉRIEL ET SE RÉPARTISSENT LES ÉLÉMENTS DONT ILS ONT LA RESPONSABILITÉ.

- en cas de capture par télé-anesthésie, vérifier :
  - quelques jours avant les opérations, la précision des projecteurs (au minimum à une distance de tir de 20 et 30 mètres).
  - que tout le matériel (y compris le télémètre) est complet et fonctionne, et que chaque équipe est en mesure d'assurer son autonomie par rapport aux autres.
  - qu'un membre par équipe dispose d'une corde d'escalade.

Il est recommandé d'organiser une réunion plénière avec tous les opérateurs, y compris les vétérinaires et d'éventuels chercheurs. Les priorités suivantes seront rappelées au cours de la réunion :

- respect des décisions et consignes du chef d'équipe, en particulier au cours des phases d'approche et d'immobilisation/contention des animaux.
- respect des règles de sécurité et rappel de ces consignes.
- respect du silence et de l'interdiction de fumer pendant la manipulation des animaux.
- interdiction de tout contact physique non indispensable avec l'animal immobilisé (par exemple le caresser).
- concentration maximale pour réaliser les tâches assignées (par exemple mesures biométriques ou marquage) dans les meilleurs délais, afin de garantir le respect maximal du bien-être de l'animal.
- respect des décisions prises par le vétérinaire, et collaboration avec celui-ci, en cas de captures, de manipulations ou de transports difficiles ou préjudiciables au bien-être de l'animal.
- au moment du relâcher d'un animal, chacun assume la responsabilité de récupérer son matériel transporté jusque-là dans son sac.

## 2. 4. PRÉCONISATION POUR LES PÉRIODES DE CAPTURE

Pour des raisons biologiques et d'accessibilité sur le terrain, la période la plus appropriée pour capturer les bouquetins se situe en général au début du printemps. En effet, à la fin de l'hiver les animaux ne se sont pas encore dispersés en haute altitude, et un mois avant la période de mise-bas à la fin du printemps, les risques d'avortement liés au stress des captures sont évités chez les femelles.





La télé-anesthésie est la technique la plus largement employée pour capturer des bouquetins du fait de sa facilité de mise en œuvre avec des équipes restreintes, mobiles, pouvant se diriger sur les animaux choisis, et du fait de la faible distance de fuite du bouquetin face à l'homme.

### 3.1 ASPECTS PHYSIOLOGIQUES ET PHARMACOLOGIQUES

#### 3.1.1 Généralités sur le principe de l'anesthésie

Le terme « anesthésie » désigne l'inhibition par un agent anesthésique de la sensibilité, de la conscience et de la douleur, associée à une relaxation musculaire. Le terme « sédation » désigne un état de l'altération partielle de la conscience dans lequel l'individu ne perd pas totalement ses perceptions, même si elles sont en partie déficitaires. Ainsi, bien que souvent confondus dans la langue commune, les deux termes ne coïncident pas complètement. Les captures par télé-anesthésie devraient plus précisément être définies comme des captures par télé-sédation.

L'administration de médicaments à des fins de capture de Bouquetins par « télé-anesthésie », vise à inhiber le système nerveux périphérique (qui régule les mouvements et la sensibilité) et, partiellement, le système nerveux central (qui régule les actions de l'animal et ses perceptions), en agissant le moins possible sur le système neuro-végétatif (qui régule les grandes fonctions vitales, biochimiques et hormonales, indépendantes du contrôle nerveux

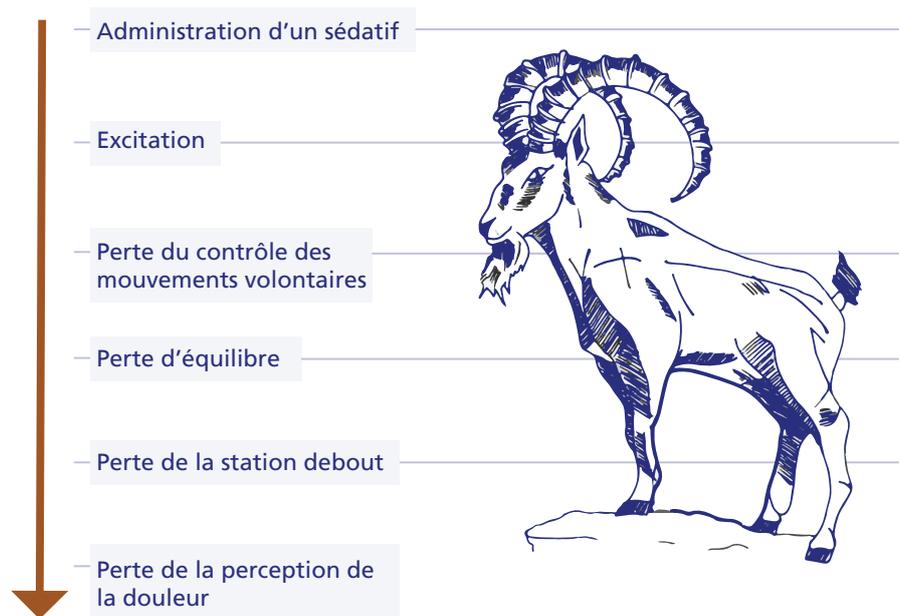
central). L'objectif de cette administration médicamenteuse n'est donc pas de provoquer une anesthésie générale de l'animal, avec une narcose et un sommeil profond, mais de provoquer une réduction partielle de l'activité cérébrale et du seuil de perception de la douleur (analgésie), accompagnée d'un relâchement des muscles squelettiques (myorelaxation).

La chronologie des diverses étapes d'une « anesthésie générale » prévoit dans l'ordre :

1. une excitation
2. une perte du contrôle des mouvements volontaires
3. une perte d'équilibre
4. une perte de la station debout
5. une perte de la perception de la douleur
6. une perte de la perception tactile
7. une perte de la perception visuelle
8. une perte de la perception auditive
9. un endormissement
10. une perte progressive des réflexes
11. une disparition du tonus musculaire
12. une contraction de la pupille



La « télé-sédation » du bouquetin vise à atteindre, sans le dépasser, le stade de perte de perception de la douleur (**FIGURE 3.1**). Il est bénéfique que l'animal reste en état de réagir en cas de danger, par exemple lorsque la perte de la station debout se produit sur des pentes escarpées ou à proximité de barres rocheuses.



© PNV – Marie TOULOTTE

**FIGURE 3.1** LA SÉDATION DES BOUQUETINS SE MANIFESTE PROGRESSIVEMENT APRÈS L'INJECTION DE MÉDICAMENTS PAR « TÉLÉ-SÉDATION ».

Le médicament, ou la combinaison de médicaments, à utiliser pour les captures doivent idéalement présenter les propriétés suivantes :

- une marge de sécurité importante : l'écart entre la dose ayant une action d'immobilisation et la dose létale doit être suffisamment grand pour éviter tout risque de mortalité.
- une rapidité d'action : le délai entre l'impact de la seringue (administration des médicaments) et le début de l'effet sédatif du produit doit être minimisé pour limiter le temps durant lequel l'animal est capable de s'enfuir.
- une concentration des médicaments : la quantité de produit à administrer doit être faible pour réduire le poids de la seringue et optimiser la balistique.
- l'existence d'un antidote ou d'un antagoniste : le temps de sédation doit pouvoir être réduit à souhait, voire interrompu en cas d'apparition d'effets indésirables.
- une possibilité d'effectuer une seconde administration du produit, au cas où la première aurait été inefficace, en raison de problèmes d'absorption ou d'impact de la seringue.
- une faible toxicité du médicament, ou de la combinaison de médicaments, pour assurer la sécurité des opérateurs en cas de mauvaise manipulation.
- une facilité d'accès dans le commerce.

### 3.1.2 Spécificités des ruminants

En comparaison avec l'être humain ou d'autres espèces animales, la sédation des ruminants, comme le Bouquetin, présente la difficulté supplémentaire de préserver la physiologie particulière de leur appareil digestif. Il convient de tenir compte du fait que :

- les ruminants sont les seuls animaux capables de digérer la cellulose, grâce aux différentes poches stomacales (rumen, réticulum, et omasum), véritables chambres de fermentation bactérienne dotées d'un système de brassage permanent. Le processus de fermentation produit des gaz qui sont évacués par de fréquentes éructations (2,6 litres par heure pour les ovins, et 25 litres par heure pour les bovins). Si la motilité des poches stomacales est stoppée, l'accumulation des gaz produit un gonflement qui peut comprimer le diaphragme, et éventuellement provoquer un accident cardio-respiratoire. Il est donc primordial de ne pas entraver la motricité des poches stomacales des ruminants lors d'une sédation.

- les ruminants sécrètent une grande quantité de salive, qui sert à neutraliser l'acidité dans les poches stomacales (6 à 16 litres par jour pour les ovins, et environ 50 litres par jour pour les bovins). Si les médicaments employés pour la capture diminuent la sécrétion salivaire, des problèmes d'acidose peuvent survenir. Dans le cas contraire, si la sécrétion salivaire augmente (par exemple avec la xylazine, très utilisée pour la sédation des bouquetins), la tête de l'animal doit être positionnée vers le bas pour que la salive produite en excès s'écoule à l'extérieur.

### 3.1.3 Les produits médicamenteux et leur mode d'action

À ce jour, il n'existe pas de médicaments ayant une action spécifique et ciblée sans effets secondaires indésirables, ou sans action critique sur les principales fonctions de l'organisme. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître parfaitement le médicament pressenti pour la télé-sédation, afin d'en évaluer correctement ses qualités et ses limites.

De nombreux médicaments, ou associations de médicaments, ont été proposés et employés pour la capture d'ongulés sauvages en liberté. Riches de dizaines d'années d'expérience, les meilleures équipes de capture de bouquetins continuent finalement d'utiliser la xylazine, seule ou en association avec la kétamine.

#### 3.1.3.1 La xylazine (sédation)

La xylazine (chlorhydrate de xylazine, Rompun®, Megaxilor®, Nerfasin®, etc.) est un agoniste alpha-adrénergique aux propriétés sédatives, analgésiques et myorelaxantes.

Son action consiste à diminuer la libération de dopamine et de noradrénaline. L'effet sédatif et analgésique est par conséquent dû à l'inhibition du système nerveux central, tandis que l'action myorelaxante est induite par l'inhibition de la transmission inter-neuronale des impulsions au niveau central. La xylazine a également une action anesthésique locale et, lorsqu'elle est associée à d'autres produits, elle a une action de pré-anesthésie et d'anesthésie générale. Suite à l'administration du produit, apparaissent dans l'ordre : la sédation (effet de longue durée), le relâchement musculaire (effet de durée moyenne) et l'analgésie (effet de courte durée).

Les effets secondaires et les contre-indications de la xylazine sont les suivants: hypotension après une hypertension initiale, ralentissement des fréquences cardiaque (bradycardie) et respiratoire (bradypnée), altérations du rythme cardiaque, inhibi-

tion de la thermorégulation, avec baisse de la température corporelle, salivation intense, inhibition de la rumination, avec tympanisme, paralysie de la langue, régurgitation, et contractions utérines avec possibilité d'avortement à fortes doses. Toutefois, cet effet abortif bien connu chez les bovins n'a jamais été observé chez le bouquetin malgré les centaines de captures de femelles au dernier stade de la gestation.

Les principaux avantages que présente la xylazine, sont : la facilité d'accès au médicament et de sa gestion, sa grande marge de sécurité et sa bonne tolérance, l'absence de risque pour les opérateurs lors des captures (même après inoculation accidentelle ou contact avec des micro blessures), la possibilité d'obtenir une forte concentration du produit dans quelques millilitres de solution, sa faible action sur le système nerveux central qui permet à l'animal de réagir en cas de situation périlleuse (par exemple sur des parois), la possibilité d'utiliser un antagoniste à action rapide (atipamézole), et enfin un dernier avantage mais pas des moindres, son coût relativement limité.

Remarque : l'effet alpha-adrénergique de la xylazine rend l'action de ce principe actif très variable en fonction de l'état de vigilance de l'animal. En effet les neurotransmetteurs de l'état d'anxiété occupent les mêmes récepteurs que la xylazine et peuvent donc en neutraliser l'action neuroleptique. Il en résulte par exemple, que les femelles et les jeunes mâles ont besoin d'une posologie par kg nettement supérieure à celle nécessaire pour les mâles adultes. De même, les individus d'une colonie



créée récemment ont besoin de doses doubles, ou parfois triples, par rapport à des bouquetins faisant partie d'une colonie à plus forte densité et/ou habitués à la présence de l'homme. Pour les mêmes raisons, il est beaucoup plus difficile d'obtenir la sédation d'un animal qui a déjà fait l'objet de plusieurs tentatives de capture.

### 3.1.3.2 La kétamine (sédation)

Pour maîtriser les dosages de xylazine et donc ses effets indésirables, le mélange de Hellabrunn est devenu d'usage courant, composé à dose égale de xylazine et de kétamine.

La kétamine (chlorhydrate de kétamine, Ketalar®, Inoketam®, Ketavet®, Imalge-ne®, Clorkétam®, etc.) est un médicament utilisé comme anesthésique général, en usage surtout parentéral, non barbiturique et à action rapide. Elle a une action cataleptique et anesthésique sur l'animal, sans action sédative ni hypnotique. La kétamine provoque une anesthésie dissociative, avec une inhibition du système thalamo-cortical et une activation du système limbique, provoquant une analgésie. La pression artérielle et la fréquence cardiaque augmentent tandis qu'initialement la respiration ralentit. La sensation de douleur est bloquée au niveau tégumentaire et non viscéral. Les réflexes ostéo-tendineux, ci-

liaires, cornéens, pupillaires, pharyngés et laryngés sont conservés, avec la présence d'une dilatation des pupilles et d'un nystagmus vertical ou horizontal. Au niveau cérébral, le médicament interagit avec les neurotransmetteurs, et a une interaction avec les récepteurs cholinergiques muscariniques et l'acétylcholinestérase. Ces modifications sont la cause de phénomènes hallucinatoires qui peuvent survenir au réveil. Le médicament provoque une élévation de la circulation cérébrale et une baisse de la résistance vasculaire cérébrale, il augmente par ailleurs la pression du liquide céphalo-rachidien. Enfin la kétamine augmente le tonus musculaire squelettique. Il n'existe pas d'antagoniste pour la kétamine.

Remarque : l'utilisation de la kétamine comme médicament vétérinaire est soumise à des restrictions, en raison d'un usage illégal éventuel en tant qu'hallucinogène.

### 3.1.3.3 L'atipamézole (réveil)

Les risques liés aux effets indésirables de la xylazine sont aujourd'hui fortement atténués grâce à la mise à disposition de l'atipamézole, un antagoniste dont l'administration permet d'interrompre plus ou moins rapidement l'action sédative.

L'atipamézole (Antisedan®) est un puissant antagoniste synthétique des récepteurs alpha2-adrénérgiques, qui a été mis au point pour inhiber de façon spécifique la médétomidine, un principe actif très semblable à celui de la xylazine du point de vue de son mécanisme d'action.

## 3.1.4 La posologie des produits

Quelques expériences de capture de bouquetins par voie chimique ont été réalisées avec :

- un mélange commercial de tilétamine et de zolazepam qui appartiennent à la famille des anesthésiques dissociatifs pour l'un et des anxiolytiques pour l'autre (Zoletil®);
- d'autres alpha-agonistes de conception plus moderne que la xylazine comme la détomidine et la médétomidine (Domitor®).

Dans les deux cas, avec des coûts plus élevés, les résultats n'ont pas semblé meilleurs que ceux obtenus avec de la xylazine pure ou avec le mélange de Hellabrunn. Quoi qu'il en soit, le nombre d'expériences reste limité et les protocoles méritent sans aucun doute d'être améliorés.

#### 3.1.4.1 Posologie de la xylazine ou du mélange xylazine/kétamine (sédation)

- La xylazine, utilisée seule (sans kétamine), est dosée entre 80 et 150 mg par animal, par conséquent entre 1,5 mg et plus de 4 mg/kg de poids vif.
- Le mélange Hellabrunn, composé de xylazine et de kétamine, s'utilise à des doses de 80 à 120 mg pour chacun des deux principes actifs qui le composent.

Les doses efficaces sont plus élevées en été et en automne, et beaucoup plus faibles au printemps. L'expérience montre que certains jours, et pour des raisons pas toujours évidentes, les dosages mentionnés ci-dessus peuvent se révéler insuffisants. Il est donc judicieux de se poser des limites, de suspendre momentanément les travaux, ou tout au moins de changer de zone de capture.

Remarque : Sur le terrain, il est rarement possible de préparer des seringues « personnalisées ». D'usage, une série de seringues est préparée à l'avance avec un dosage standard pour les adultes des deux sexes, et le cas échéant, des seringues avec un dosage plus faible pour les cabris et les individus de 1 à 2 ans.

Quels que soient les médicaments administrés, il est possible de procéder à une seconde injection, lorsque la première n'a pas produit les résultats escomptés, et que l'animal partiellement endormi se relève à l'approche des opérateurs.

L'effet sédatif, analgésique et myorelaxant de la xylazine s'obtient quand une quantité suffisante de médicament est présente dans le sang, et « active » le plus de neurorécepteurs spécifiques possibles (récepteurs alpha2-adrénergiques).

#### 3.1.4.2 Posologie de l'atipamézole (réveil)

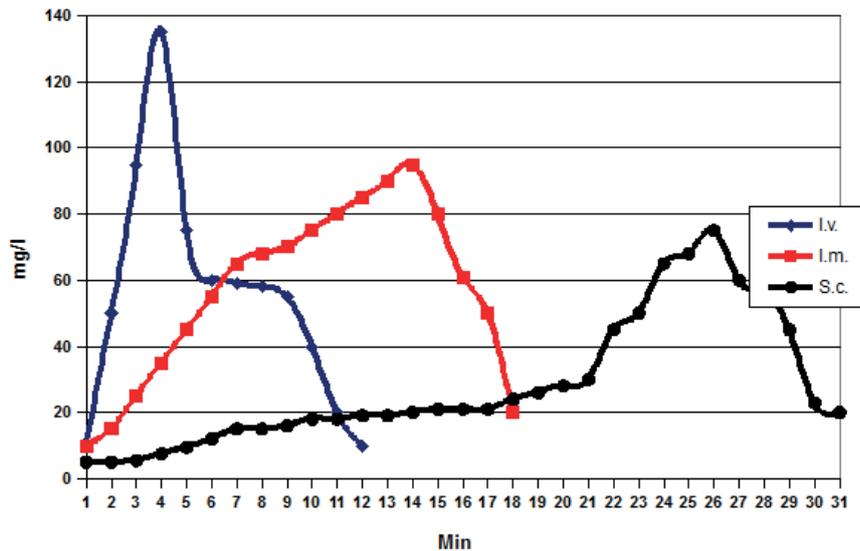
L'atipamézole, antagoniste de la xylazine, est administré aux mêmes doses que la xylazine : 1 mg d'atipamézole par mg de xylazine.

### 3.1.5 Les voies d'administration des produits

La voie d'administration des médicaments module leurs actions. Par exemple, dans le cas de la xylazine, la concentration du médicament dans le sang et l'efficacité de la sédation varient en fonction de la voie d'administration (**FIGURE 3.2**) :

- La voie intra-veineuse (difficile à réaliser avec un lance-seringues, mais qui peut occasionnellement survenir) consiste à introduire directement le médicament, à une concentration élevée, dans la circulation sanguine. Un effet sédatif se manifeste en quelques minutes, et parfois en quelques secondes. Dans ce cas, l'animal tombe à terre après avoir fait quelques pas, souvent de façon subite et fulgurante.
- La voie intra-musculaire implique une absorption progressive et relativement rapide du médicament, en fonction de la partie musculaire atteinte et de la richesse de sa vascularisation. L'animal se couche au bout de 5 à 10 minutes et se place en décubitus latéral peu après. La sédation atteint son maximum au bout de 15 à 20 minutes. Il arrive que dans l'intervalle de temps entre l'inoculation du produit et la perte de la station debout, l'animal se déplace jusqu'à se réfugier sur des parois rocheuses.
- La voie sous-cutanée induit une lente absorption du médicament. Le pic de concentration du médicament dans le sang est ainsi très inférieur à celui obtenu par les autres voies d'administration, et est parfois insuffisant pour parvenir à une bonne sédation. La durée d'induction est par conséquent supérieure à 15 minutes.



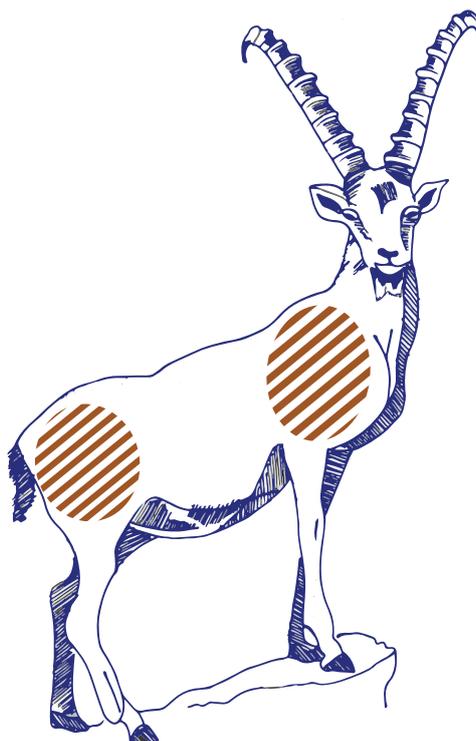


**FIGURE 3.2** ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION DU MÉDICAMENT DANS LE SANG EN FONCTION DE LA VOIE D'ADMINISTRATION (I.v. = intraveineuse ; I.m. = intramusculaire ; S.c. = sous-cutanée), APRÈS L'ADMINISTRATION D'UNE DOSE GLOBALE DE 150 MG DE XYLAZINE.

D'autres voies d'administration du produit sont possibles, mais elles sont peu courantes et dépendent de la longueur de l'aiguille utilisée. Il s'agit en particulier de la voie intrapéritonéale qui se produit quand l'animal est touché à l'abdomen, et de la voie intrapleurale quand la cible se présente par le thorax. Dans ces deux cas, la durée d'absorption du médicament peut être longue ou extrêmement rapide et, de ce fait, est totalement aléatoire. Il est donc préférable d'éviter de viser l'abdomen et le thorax lors des opérations de capture par « télé-anesthésie ».

### 3.1.5.2 Voie d'administration de la xylazine ou du mélange xylazine/kétamine (sédation)

Les meilleures zones où diriger la seringue contenant le produit sédatif sont incontestablement les plus riches en muscles et les mieux vascularisées, comme l'épaule et la cuisse (**FIGURE 3.3**).



**FIGURE 3.3** : LA CUISSE ET L'ÉPAULE SONT LES ZONES DE TIR IDÉALES POUR LA CAPTURE PAR TÉLÉ-ANESTHÉSIE.

### 3.1.5.2.1 L'épaule

L'avantage de viser l'épaule est qu'une erreur de tir en direction de la tête de l'animal, provoquerait la pénétration de l'aiguille dans l'encolure, une zone très vascularisée, même si elle est parcourue des vaisseaux sanguins artério-veineux et des faisceaux de nerfs importants et fragiles. A l'inverse, une erreur de tir vers la partie postérieure de l'animal provoquerait une administration du médicament dans le thorax, ce qui ne présente pas de risque important à des pressions normales de tir, mais peut engendrer une pénétration partielle du corps de la seringue avec un pneumothorax à des pressions de tir élevées. En cas de tir sur la partie antérieure de l'animal, l'absorption est rapide car elle se produit par voie intra-musculaire ou intra-pleurale.

Les inconvénients sont liés au fait que cette partie de l'animal est indubitablement un endroit sensible. Si l'animal effectue un mouvement imprévisible de la tête celle-ci peut être touchée avec des risques de traumatisme. Le tir devient également risqué si l'animal se présente de face.

Il existe en fait deux points vitaux à éviter :

- l'avant de l'épaule où passe superficiellement une artère.
- la trachée car il y a un risque d'hémorragie dans les voies respiratoires et les poumons.

### 3.1.5.2.2 La cuisse

La cuisse constitue incontestablement la cible idéale pour l'administration du sédatif pour les captures de bouquetins par « télé-anesthésie ».

Les avantages de tirer sur la cuisse de l'animal résident dans :

- la taille importante de la cible.
- la quasi-certitude que d'éventuels traumatismes seraient mineurs.

Les inconvénients résident dans le fait qu'une légère déviation du tir vers la partie antérieure de l'animal provoquerait la pénétration de l'aiguille dans le creux du flanc ou au niveau abdominal, avec une absorption très lente du médicament. Dans ce cas, l'animal ne s'arrête pas et emporte avec lui la seringue si elle est équipée d'une aiguille à harpon. A l'inverse, une déviation du tir vers la partie postérieure de l'animal provoque le ratage de la cible, ou éventuellement la pénétration de l'aiguille dans une zone génitale ou périnéale, douloureuse mais suivie d'une induction rapide.

## 3.1.5.2 Voie d'administration de l'atipamezole (réveil)

L'atipamézole peut être administré soit :

- par voie intra-veineuse, pour obtenir un effet rapide (par exemple en cas de cyanose et/ou d'insuffisance respiratoire)
- par voie intra-musculaire, via laquelle une concentration sanguine maximum est atteinte en 10 minutes environ. Les animaux récupèrent généralement la station debout en 6 à 8 minutes.

## 3.2 ASPECTS BALISTIQUES

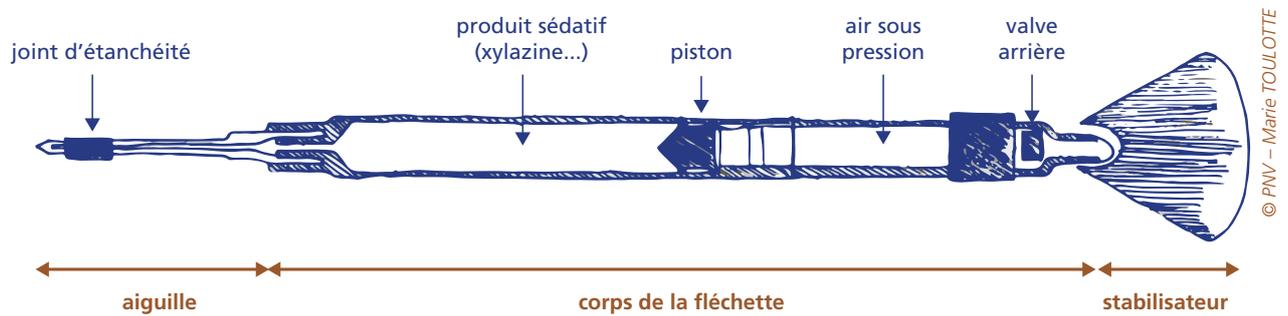
### 3.2.1 Fléchette hypodermique

Le projectile permettant d'injecter l'anesthésique doit être un matériel fiable : il n'y a rien de plus frustrant que de réussir une approche compliquée, de toucher correctement l'animal alors qu'il est bien positionné, et que le produit ne s'injecte pas. Aussi, il faut apporter une attention particulière au choix, à l'entretien et au renouvellement fréquent des fléchettes hypodermiques.



Chaque fournisseur présente un ensemble de fléchettes utilisables sur ses projecteurs et posant généralement des problèmes de compatibilité avec les autres. Elles sont toutes constituées des trois mêmes éléments de base emboîtables (**FIGURE 3.4**) :

- L'aiguille
- Le corps
- Le stabilisateur



**FIGURE 3.4.** EXEMPLE DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS COMPOSANT UNE FLÉCHETTE EN PLASTIQUE AVEC PISTON ET CHAMBRE À AIR.

Remarque : il existe des accessoires supplémentaires que l'on peut ajouter sur les fléchettes, comme des punchs à biopsie à la place de l'aiguille, ou une ampoule de colorant pour savoir quel est l'animal touché (pour une télé-injection de vaccin par exemple), ou encore un micro-émetteur VHF pour retrouver l'animal en milieu fermé.

### 3.2.1.1 L'aiguille

Elle peut posséder un filetage pour se visser sur le corps de la fléchette, ou simplement s'emboîter de force sur la partie avant de la fléchette qui est alors semblable aux embouts des seringues médicales. Il existe toute une gamme d'aiguilles de diamètre et de longueur variés, adaptées au format des animaux-cibles (des félins à peau fine, aux éléphants à cuir épais). Pour les bouquetins, des aiguilles de 1,5 mm de diamètre et de 30 mm de longueur sont recommandées.

Elles peuvent être lisses pour pouvoir se défaire rapidement de l'animal au rebond (pour éviter que l'animal ne prenne peur en voyant la fléchette sur son corps) ou à l'inverse comporter une olive pour rester accrochées à l'animal (et ainsi signaler celui qui a été touché et l'endroit de l'injection). Enfin, lorsqu'un impact très violent est redouté, un « amortisseur » peut se monter sur certaines aiguilles.

La plupart des aiguilles ont un orifice latéral qui s'obture avec un petit joint d'étanchéité (**FIGURE 3.4**). Cela permet de mettre le liquide à administrer sous pression avant le tir. L'injection a lieu lorsque l'aiguille pénètre dans la peau, ce qui déplace le joint et dégage le trou latéral, permettant au liquide de s'écouler.

D'autres aiguilles, ont un orifice terminal (comme les aiguilles médicales) et le système d'éjection du liquide se déclenche à l'impact, par exemple avec une amorce. L'injection est alors plus rapide et régulière.

### 3.2.1.2 Le corps de la fléchette

Il comporte deux chambres séparées par un piston : la partie avant contient le produit, et la partie arrière est destinée à pousser le piston pour expulser le produit.

La plupart des fléchettes sont en plastique, dotées d'un système d'expulsion par air comprimé placé dans la chambre arrière (**FIGURE 3.4**). Elles sont plus simples et surtout plus légères : leur impact sur l'animal est peu traumatisant (pression par cm<sup>2</sup> 20 fois inférieure à celle des projectiles en métal), et le risque de fracture osseuse ou de perforation des endroits à peau fine comme l'abdomen, est minimisé en conséquence. Par contre, leur trajectoire est vite perturbée par l'aérodynamique, les cantonnant à des tirs à courte et moyenne distance.

D'autres fléchettes sont en métal léger, ce qui leur confère une bonne solidité et les rend moins sensibles au vent et aux herbes, autorisant des tirs à longue distance (50 – 70 mètres). Le système d'expulsion peut alors être mécanique (petite charge explosive, ressort). Leur impact sur l'animal est beaucoup plus traumatisant que les fléchettes plastiques.

### 3.2.1.3 Le stabilisateur

Il en existe deux types : ceux destinés aux fléchettes en métal, faits de plumes ou matière plastique pour guider la trajectoire comme ceux des flèches d'arc, et ceux destinés aux fléchettes plastiques qui sont de simples « pompons » de couleur vive (**FIGURE 3.4**). Leur rôle étant de recevoir la poussée du fusil pour propulser la fléchette, il est essentiel qu'ils assurent l'étanchéité dans le canon du fusil lors du tir. Pour cela le « pompon » devra rester dense et sec : si les poils sont collés ou abîmés, la propulsion perdra en efficacité.

## 3.2.2 Utilisation des fléchettes en plastique

### 3.2.2.1 Montage de la fléchette

**1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE** : préparer le corps de la fléchette.

- Vérifier si le piston coulisse bien en le repoussant avec de l'air comprimé, notamment lors de mise en service de fléchettes neuves.
- Repousser la valve arrière pour ne pas avoir de compression de l'air.
- Abaisser le piston par l'orifice avant, à l'aide de la tige de métal ou de la seringue à air comprimé, pour permettre de recevoir le volume de produit dans la chambre antérieure. Il est conseillé de prévoir un volume légèrement supérieur.

**2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE** : Remplir la fléchette.

- Veiller à ce que le produit anesthésique reste stérile : utiliser une seringue médicale avec une aiguille dédiée au transfert du produit anesthésique du flacon vers la fléchette.
- Prélever le produit anesthésique : planter la seringue à travers le bouchon du flacon d'anesthésique, puis renverser le tout de façon à avoir la seringue en bas et le sommet de l'aiguille dans le produit, enfin prélever la quantité désirée sans bulle, et remettre le tout à l'endroit avant d'ôter la seringue du flacon (évite les aérosols).
- Remplir la chambre antérieure de la fléchette avec le contenu prélevé dans la seringue de transfert.
- Si besoin compléter le contenu de la chambre antérieure avec du solvant ou de l'eau physiologique stérile pour ne pas laisser trop d'air.



© PNW – Chloé TRDIVET

TRANSFÉRER MINUTIEUSEMENT LE PRODUIT ANESTHÉSIQUE DANS LA CHAMBRE ANTÉRIEURE DE LA FLÉCHETTE.



### 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : Préparer et insérer l'aiguille.

- Vérifier d'avoir le bon diamètre de joint d'étanchéité : les manchons pour obturer les aiguilles de 1.5 (verts) ne sont pas les mêmes que ceux pour aiguilles 2.0.
- Enfiler un manchon pour obturer les orifices latéraux
- Enchâsser l'aiguille munie de son manchon sur le corps de la fléchette, à l'aide d'une pince. Bien serrer, sinon lors de l'impact sur l'animal, l'air comprimé fera propulser le corps de la seringue en arrière plutôt que d'injecter le produit.



© PNV - Chloé TRIVIVET

OBTURER LE TROU DE L'AIGUILLE AVEC LE JOINT AVANT DE FIXER L'AIGUILLE À LA FLÉCHETTE.

### 4<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : Mettre la fléchette sous pression.

- Remplir d'air une seringue à air comprimé (seringue médicale de 20 cc équipée d'un embout double spécial).
- Positionner la fléchette de façon à ce que l'aiguille soit orientée vers le haut, pour que la valve arrière tombe par gravité.
- Mettre la fléchette sous pression : injecter l'air de la seringue à air comprimé dans la chambre postérieure de la fléchette.
- Si besoin, répéter l'opération plusieurs fois jusqu'à ce que l'air résiste.
- Vérifier que le produit ne perle pas à l'avant sous le manchon de l'aiguille.
- Enfiler alors le pompon.



OBTURER LE TROU DE L'AIGUILLE AVEC LE JOINT AVANT DE FIXER L'AIGUILLE À LA FLÉCHETTE.

### 5<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : Sécuriser la fléchette.

- Une fois le montage de la fléchette terminé, protéger l'aiguille avec un capuchon, pour éviter tout accident pour les opérateurs en évitant que le système ne se déclenche avant l'opération de tir.



PROTÉGER L'AIGUILLE DE LA FLÉCHETTE POUR LE STOCKAGE ET LE TRANSPORT JUSQU'AU TIR.

## 3.2.2.2 Transport et stockage des projectiles

Une fléchette peut être placée dans le canon du projecteur, prête à être tirée. Pour les fléchettes supplémentaires préparées d'avance, elles peuvent être transportées en sécurité grâce au capuchon de protection positionné sur l'aiguille. Si les fléchettes sont préparées depuis plusieurs heures, il est prudent de vérifier que la compression est toujours efficace, en agitant la fléchette pour voir si la valve arrière est toujours bien plaquée.

S'il reste des fléchettes prêtes en fin de journée, il faut enlever la compression en repoussant la valve avec une tige. Elles peuvent être conservées au frais jusqu'au lendemain. Sinon le produit doit être récupéré avec la seringue dédiée pour être stocké au frais dans un flacon stérile, sur lequel doit être indiquée la date, car le produit ne peut être utilisé que dans les quelques jours qui suivent.

Remarque : Une fléchette conservée trop longtemps avec le produit anesthésique a tendance à avoir le piston collé.

### 3.2.2.3 Entretien et maintenance

L'objectif étant d'injecter un produit dans l'animal, des obligations d'hygiène sont à respecter :

- Nettoyer soigneusement la chambre antérieure des fléchettes avec de l'eau courante puis finir en les rinçant avec de l'eau stérile (ou de l'eau bouillie).
- Nettoyer puis stériliser les aiguilles avec de l'eau frémissante pendant 15 minutes, puis les sécher en soufflant de l'air avec une seringue, pour éviter les biofilms.
- Vérifier le bon fonctionnement des fléchettes : s'il y a des défauts de rectitude (visible en faisant rouler la fléchette), il faut la réformer car elle aura tendance à vriller lors du tir.
- Il peut être utile de faciliter le coulissage des pistons avec de l'huile de silicone, pour les fléchettes réutilisées.
- Ne pas hésiter à renouveler les fléchettes.

## 3.2.3 Projecteurs (sarbacane et fusil)

### 3.2.3.1 La sarbacane

La sarbacane est le système de projection le plus simple et le moins onéreux. Elle consiste généralement en l'assemblage de deux tubes permettant une rampe de lancement suffisante, et d'un embout spécial permettant de bien plaquer les lèvres de l'opérateur. Ses principaux avantages sont le silence et la douceur de l'impact sur l'animal. En contrepartie, sa puissance relativement faible ne permet pas d'utiliser des projectiles lourds ni d'espérer envoyer une fléchette à plus de 15 mètres. Elle requiert un entraînement important. Pour un pratiquant expérimenté, c'est un moyen privilégié pour capturer sans dérangement des groupes à partir d'un affût, ou pour flécher des individus maintenus en corral.

### 3.2.3.2 Les fusils

Les fusils télé-anesthésiques ont connu deux générations :

- d'abord les fusils à gaz chaud projetant des fléchettes grâce à de petites charges type cartouches à blanc pour calibre 22.
- puis les fusils à gaz froid (ou « à air comprimé »), dotés de systèmes de régulation de la pression permettant d'ajuster la force de propulsion à la distance voulue.

Les fusils à cartouches permettent des tirs plus puissants d'une excellente régularité, et peuvent être employés à longue portée. Mais ils utilisent des fléchettes plus lourdes, avec les inconvénients majeurs pour le bouquetin, car leur impact sur l'animal peut être traumatisant. En outre, avec certains fusils (type Bergeron), il faut anticiper la distance de tir et utiliser une cartouche différente pour chaque gamme de distance. Cet inconvénient a été résolu sur d'autres fusils (par exemple la marque néozélandaise PAXARMS) qui comportent un dispositif de réduction de pression réglable permettant de moduler le tir sur le terrain jusqu'à 70 mètres et utilise des fléchettes en plastique dur. Cela pourrait être une solution pour les sites où les bouquetins ont une grande distance de fuite.

Les projecteurs hypodermiques à air comprimé sont de loin les plus utilisés. Ils sont classés comme arme de 6ème catégorie et sont fournis par plusieurs fabricants (par exemple en France pour la faune sauvage TELINJECT, DISTINJECT, en importation : DAN INJECT, ou encore des gammes vétérinaires comme MORIN, MULTIPROPULSEURS). Ils comportent un réservoir de gaz sous haute pression qui peut être alimenté par des petites cartouches ou bonbonnes à CO<sub>2</sub>. Ils présentent l'avantage de pouvoir être équipés d'une lunette de visée, voire même d'une lunette avec télémètre intégré pour les modèles les plus sophistiqués.



### 3.2.3.3 Principe de fonctionnement des fusils

La pression dans le réservoir de gaz est réglable grâce à une petite molette, et contrôlée par un manomètre. Le tireur estime la distance entre lui et l'animal à capturer (en s'aidant d'un télémètre par exemple), il en déduit la pression de projection nécessaire pour le tir (grâce à une table de conversion distance – pression en Bar), qu'il règle à l'aide du manomètre. Une pression ferme sur la gâchette va alors détendre le gaz qui va propulser la fléchette.

Plusieurs consignes de sécurité sont à respecter :

- Mise en sécurité du projecteur : après le tir, penser à activer le bouton qui bloque la gâchette.
- Introduire la fléchette dans le canon du projecteur (par l'arrière), suffisamment loin pour que le trou d'arrivée du gaz du fusil soit bien libéré.
- Refermer l'extrémité du canon où a été introduite la fléchette, en vissant fermement la pièce faisant l'étanchéité du canon.
- Si la fléchette n'est pas tirée à la fin de la journée, il est dangereux de la laisser dans le fusil : il faut libérer tout le gaz par la molette de réglage, puis retirer la fléchette par l'arrière avec par exemple une pince vétérinaire.

### 3.2.3.4 Transport, nettoyage, et maintenance des fusils

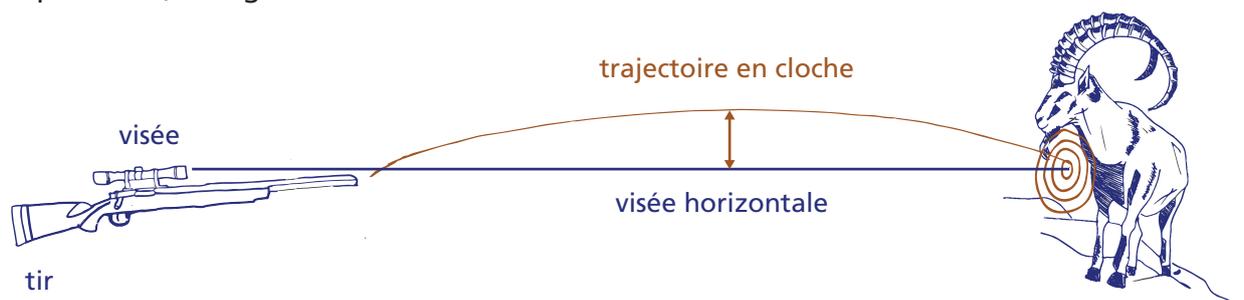
Le fusil est transporté dans sa housse ou dans sa caisse dans le véhicule, puis à la main ou dans le sac-à-dos sur le terrain. Pour des besoins de discrétion en présence du grand public ou pour protéger de la pluie, le canon peut être démonté pour que rien ne dépasse du sac. En terrain de montagne, il est fréquent que le fusil soit soumis à des chocs, quelquefois à la poussière et à l'eau. La pièce la plus sensible est alors le canon, qui peut se tordre ou se salir, et la lunette de visée qui peut se dérégler. Il est donc important de nettoyer l'intérieur du canon avec un goupillon ou un chiffon au bout d'une ficelle, et de vérifier périodiquement le réglage de la visée en faisant des exercices avec le fusil stabilisé (par exemple placé dans un étau).

De même, les joints sont des pièces périssables, et il est sage de les remplacer ou de faire vérifier le fusil dès que la charge de pression ne tient plus dans le temps.

## 3.2.4 Tir et balistique

La balistique d'un fusil à air comprimé projetant des fléchettes légères ne répond pas de façon similaire aux caractéristiques balistiques d'une arme à feu. En effet, la trajectoire de la fléchette est en forme de cloche, et la hauteur de la courbe atteint 30 cm au-dessus de l'horizontale pour un tir de 20 mètres.

Si la distance est mal estimée, il y aura un décalage de l'impact de la fléchette par rapport au point visé : le projectile n'aura pas le temps de redescendre si le réglage de la pression est trop élevé (distance surestimée), et la fléchette passera au-dessus de l'animal. A l'inverse, la fléchette chutera en fin de trajectoire si la distance est sous-estimée, et arrivera dans les pattes de l'animal visé, voire au sol. Il est donc important de bien évaluer la distance de tir, et pour cela, l'usage d'un télémètre est recommandé.



LA TRAJECTOIRE DES FLÉCHETTES TIRÉES AVEC UN FUSIL À AIR COMPRIMÉ EST EN FORME DE CLOCHE.

En général, le matériel est livré avec une table de tir faisant la correspondance entre la distance tireur-animal, et la pression à régler, lue en Bars sur le manomètre. Il est toutefois

prudent de vérifier le réglage de la lunette de visée aux différentes distances utilisées sur le terrain (10 – 15 – 20 – 25 – 30 – 40 m), et de faire sa propre table de tir, car chaque projecteur est différent. De plus, chaque lot de fléchette exerce un frottement différent dans le canon.



LES SÉANCES D'ENTRAÎNEMENT AU TIR PERMETTENT D'ADAPTER LA TABLE DE TIR AU PROJECTEUR ET AU PROJECTILE.

© PNV – Chloé TRDIVET

Il est déconseillé d'augmenter la pression du tir pour obtenir une trajectoire plus tendue, donc plus prévisible, car des problèmes de rebond des fléchettes sans injection sont souvent rencontrés (leur axe n'étant plus perpendiculaire à la peau lors de l'impact). Cela est également traumatisant pour l'animal.

La visée doit être corrigée si le tir est effectué dans une pente supérieure à 45°, que ce soit vers le haut ou vers le bas. En effet, dans ce cas, la trajectoire de la fléchette ne fait qu'une demi-cloche et ne redescend pas en fin de course, atteignant donc la cible au-dessus du point de visée. Il faut donc mettre dans la croix du viseur un point corporel inférieur à l'impact escompté, par exemple, viser le genou pour toucher la cuisse ou la fesse.

### 3.3 MISE EN ŒUVRE DE L'OPÉRATION DE CAPTURE PAR TÉLÉANESTHÉSIE

L'équipe optimale de capture est constituée par quatre personnes :

- Le tireur
- Le vétérinaire
- Deux observateurs chargés de guider la capture, de suivre l'animal fléché, de prendre l'animal en main et de collecter les données de capture.

Il est essentiel que ces quatre personnes soient en liaison radio.

Le nombre minimal est de deux personnes si le vétérinaire est lui-même tireur. Si le groupe de capture est plus nombreux que 4, il est utile qu'une personne soit déléguée à l'animation du groupe, en particulier s'il y a des personnes peu expérimentées voire du public qu'il faut pouvoir occuper pour qu'il reste loin du champ d'action. Dans ce cas, il y aura trois cercles d'intervenants : le tireur et le vétérinaire, puis les deux premiers assistants en premier rideau, puis

le reste du groupe à distance qui ne se déplacera qu'une fois l'animal pris en main.

Avant de rejoindre le site de capture, il est impératif de faire un débriefing avec tout le groupe afin de :

- Vérifier à l'aide d'une check-list que tout le matériel est prêt : projecteur et fléchettes, produits anesthésiques, trousse vétérinaire et matériel de surveillance anesthésique, matériel de contention, de marquage, de prélèvement, de sécurité en montagne. Cela permet de rappeler les objectifs et les instructions s'il y a lieu.
- Distribuer les rôles et répartir avec pertinence le matériel dans les sacs-à-dos. Il est essentiel qu'une personne soit spécifiquement désignée pour veiller au bon renseignement des fiches de captures (Annexe II) et à la prise de photos biométriques.

#### 3.3.1 Le tir

Avant d'approcher un animal, l'équipe doit vérifier qu'elle dispose de tous les instruments nécessaires pour la capture : télémètre, jumelles, cartouches d'air comprimé de rechange et moyens de contention de l'animal (sangles et bandeau)...



Sur le théâtre des opérations :

- Le tireur s'avance seul vers l'animal à capturer. (dans certaines équipes de capture, le tireur est accompagné d'une personne qui évalue la distance)
- Le vétérinaire doit se tenir à une distance raisonnable pour intervenir en cas d'urgence. Lorsque ce n'est pas possible, un des opérateurs doit avoir sur lui une seringue d'atipamézole préparée d'avance et doit rester en contact radio permanent avec le vétérinaire.
- Les observateurs sont dispersés (et cachés) sur le terrain, avec une bonne visibilité du champ d'action de façon à pouvoir surveiller le tir et les réactions de l'animal ciblé, et en liaison radio pour indiquer les déplacements de l'animal touché à l'équipe de capture.



LE TIREUR DOIT RESTER EN CONTACT VISUEL ET RADIO AVEC L'ÉQUIPE.

### 3.3.1.1 L'approche

Une grande partie du succès de capture va reposer sur l'approche de l'animal et la prédiction de son comportement. Dans un petit nombre de cas, le tireur va pouvoir être proche des animaux à leur insu, soit par une approche cachée et sous le vent, soit en restant à l'affût lorsqu'ils se déplacent dans sa direction. Il doit alors rester autant que possible, caché pendant et après le tir.

Si le bouquetin ciblé s'aperçoit de la présence du tireur, il va généralement marquer un arrêt de quelques micro-secondes pour donner l'alerte et observer la situation avant de fuir. Le tireur peut profiter de ce rapide arrêt de l'animal pour tirer la fléchette.

Dans la majorité des cas, le bouquetin détecte la présence de l'homme. Le tireur doit donc pouvoir apprécier la distance d'approche tolérée par l'animal, et dans quelle direction il est susceptible de fuir (généralement, le bouquetin jette un regard en direction de la fuite potentielle). Cette qualité essentielle du tireur est liée à son expérience : il choisit alors de renoncer à la tentative, ou à l'inverse de la poursuivre même si elle paraît de prime abord scabreuse.

L'approche de l'animal à vue peut prendre un temps important s'il manifeste une distance d'intolérance supérieure à 30 mètres. Le bouquetin a une méfiance sélective et perçoit très bien l'homme qui tente une approche dirigée sur lui par rapport au randonneur classique, de par son comportement suspect semi-caché. Au contraire, il faut que le tireur sache adopter un comportement indifférent, ne pas regarder l'animal, s'arrêter et s'asseoir, zigzaguer, rentrer petit à petit dans l'espace de sécurité du bouquetin en fonction des signes de retour à la quiétude.

### 3.3.1.2 Le tir

Les parties du corps à privilégier pour le tir sont les grandes masses musculaires, peu sujettes à traumatisme et permettant une résorption correcte du produit : cuisse et fesse en premier lieu.

L'épaule, le poitrail et le cou forment également une cible intéressante, mais délicate car proche des zones critiques (entrée du thorax ; tiers inférieur du cou où passent les vaisseaux sanguins vitaux, le nerf vague et



L'ANIMAL EST FLÉCHÉ PRÉFÉRENTIELLEMENT DANS LA CUISSE.

la trachée). Par ailleurs, une injection dans l'abdomen donnera généralement un effet plus lent voire insuffisant ; tandis que dans le thorax, la fléchette se plante mal si elle touche une côte ou à l'inverse peut provoquer un décollement de la plèvre si elle passe entre deux côtes.

### 3.3.1.3 Le suivi de l'animal tiré

Une fois le tir effectué, le tireur doit se cacher le mieux possible de la vue de l'animal ou se mettre en retrait. Tous les autres opérateurs doivent rester immobiles avec pour seule mission de suivre les déplacements de l'animal. Il est très important que les opérateurs les plus proches de la zone d'action observent le tir afin de comprendre immédiatement où l'animal a été touché et pour repérer l'endroit où se détacherait éventuellement la seringue. La récupération rapide de celle-ci fournit en fait de précieuses informations sur la sédation telles que : l'inoculation complète ou partielle du médicament, la présence de poils et de sang sur l'aiguille, la confirmation que l'animal a été atteint, une éventuelle cassure d'une partie de la seringue ou de l'aiguille (dans ce cas des fragments de métal ou l'aiguille entière pourraient se trouver sur l'animal), la présence d'odeurs particulières sur l'aiguille qui fournit des informations sur le point exact de pénétration de l'aiguille et donc du médicament (par exemple des odeurs éventuelles de rumen).

### 3.3.2 La sédation de l'animal

L'animal en phase de sédation subit une perte progressive du tonus musculaire et un affaissement de la tête, tente de maintenir la station à quatre pattes en élargissant ses points d'appui, se couche au sol et se positionne finalement en décubitus latéral. L'ensemble peut prendre, de quelques minutes à plus de 20 minutes.

La phase d'induction de l'anesthésie implique ainsi un temps d'attente pour les opérateurs qui ne doivent jamais s'impatienter. Durant l'attente il convient de rester caché, silencieux, assis ou couché au sol. La norme est d'attendre au moins 15 à 20 minutes avant d'entamer tout mouvement d'approche de l'animal sous sédation. En effet, si la perte du tonus musculaire entraîne un coucher de l'animal dans un délai moyen de 5 à 7 minutes après l'injection de xylazine, il conserve pendant quelques minutes encore des capacités sensorielles, bien qu'il donne l'illusion de dormir, et fuira s'il est approché trop précocement.

Remarque : Même en position de décubitus latéral, l'animal est en mesure de percevoir des stimuli acoustiques et visuels. Il faut donc éviter une approche trop précoce des opérateurs qui pourrait potentiellement interférer avec la délicate phase d'induction de la sédation.

Cependant, deux exceptions peuvent écourter cette phase d'attente :

- quand la sédation est trop rapide (l'animal se couche dans un délai < 2 minutes), l'anesthésique a probablement été injecté accidentellement par voie intraveineuse. Il faut alors prendre en main l'animal au plus vite car il risque la défaillance cardio-respiratoire.
- quand l'animal se met en situation de grave danger potentiel, par exemple s'il se réfugie sur une paroi rocheuse.

Dans les deux cas il convient au contraire d'intervenir rapidement, dans le premier cas pour contrôler de près les éventuels symptômes de détresse cardio-respiratoire et administrer de l'atipamézole ou/et d'autres médicaments le cas échéant, et dans le second cas pour inciter l'animal (en frappant des mains ou à la limite en jetant des cailloux autour de lui) à se déplacer vers des zones plus confortables.

A l'inverse une exception peut allonger cette phase d'attente :

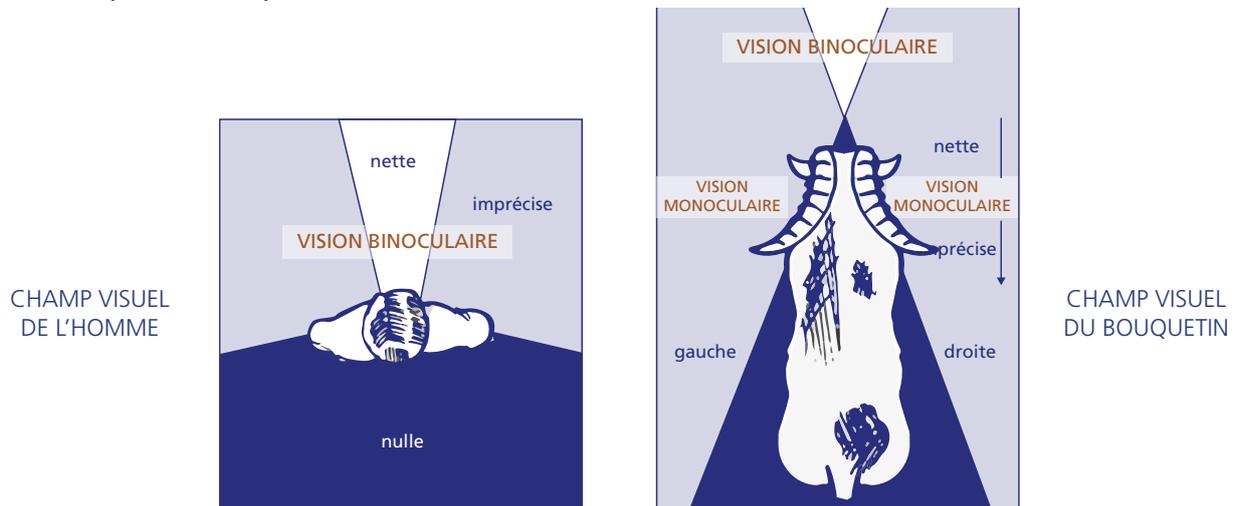
- quand la sédation est trop lente (délai > 20 minutes après l'injection de xylazine) : cela signifie que la résorption du produit est mauvaise et qu'il n'atteindra jamais la dose sanguine efficace. Il faut re-flécher (à pleine dose).



### 3.3.3 L'immobilisation de l'animal

Le moment d'approcher l'animal à terre est une décision qui revient toujours au chef de l'équipe de capture.

Les opérateurs doivent garder à l'esprit que le champ de vision d'un ruminant est différent du leur et doivent agir en conséquence. Les yeux du bouquetin étant positionnés de chaque côté de sa tête, l'animal a une vision binoculaire très réduite tandis qu'il a une ample vision monoculaire. Dans ces conditions, le bouquetin perçoit très bien les mouvements autour de lui sans être en mesure d'en estimer la distance exacte. L'approche des opérateurs est efficace si elle advient en silence par l'arrière, en tirant profit de l'angle mort de la vision de l'animal (**FIGURE 3.5**).



© PNV - Marie TOULOTTE

**FIGURE 3.5.** LA ZONE DÉLIMITÉE À L'ARRIÈRE DE L'ANIMAL, PAR UN ANGLE DE 30° À PARTIR DE L'AXE DE SON CORPS, REPRÉSENTE L'ANGLE MORT DU CHAMP VISUEL DU BOUQUETIN.

#### 3.3.3.1 La prise en main

Le bouquetin endormi doit être approché sans bruit, et si possible par l'arrière (dans la zone constituant l'angle mort de sa perception visuelle).

Il est maîtrisé par au minimum deux personnes coordonnées : l'une saisit les pattes arrières pour en soustraire l'appui au sol, et l'autre saisit les cornes. Généralement, l'animal n'oppose aucune résistance, mais parfois il lui reste assez de tonus musculaire pour se débattre. Dans ce cas, il faut soit le maîtriser immédiatement, soit le laisser partir se reposer un peu plus loin. Le signe précurseur caractéristique de cette réaction est une mobilité de l'oreille dans les derniers 3 mètres de l'approche.

Au cas où l'animal se relèverait malgré les précautions prises, il convient de ne pas le suivre mais de lui concéder 5 à 10 minutes supplémentaires durant lesquelles la sédation pourra se faire de façon satisfaisante. Si elle ne se produit pas, le vétérinaire peut décider d'effectuer une seconde injection à distance.

Remarque : Si le bouquetin est couché dans une barre rocheuse, il est indispensable de poser un point d'assurance, avant de lui passer un nœud coulant autour des cornes et de le prendre en main, pour veiller à la sécurité des opérateurs.

#### 3.3.3.2 L'immobilisation

Le premier acte consécutif à la prise en main est de mettre un masque sur les yeux, d'attacher les pattes avec une sangle plate ou des entravons, et de tirer la langue sur le côté pour surveiller les muqueuses (**PARTIE 2.2.2.2**). Si besoin (forte pente, substrat instable, exposition aux chutes de pierre), l'animal peut être déplacé pour être mis en position plus sûre pour lui-même et les opérateurs : dans ce cas il ne faut jamais le transporter par les pattes, car un renversement du corps risque de déclencher une fausse déglutition fatale ; il faut le prendre sous les aines et les aisselles pour le déplacer.

Quand le bouquetin est immobilisé avec bandeau et entravons, les agents formés et le vétérinaire effectuent alors les manipulations prévues au programme scientifique (le marquage) et collectent les données et les prélèvements biologiques requis, tout en assurant la surveillance médicale de l'anesthésie.

En situation normale, la durée de sédation couvre largement le temps nécessaire à ces manipulations (entre 10 et 30 minutes suivant l'entraînement de l'équipe). La personne désignée responsable des relevés, vérifie que tous les paramètres à collecter sont bien renseignés.

En cas d'urgence (par exemple en cas de détresse respiratoire) le vétérinaire peut décider d'interrompre toute manipulation et de provoquer immédiatement le réveil de l'animal en lui injectant l'antagoniste (l'atipamézole).

Ainsi, le vétérinaire contrôle les fonctions vitales du bouquetin (température corporelle, coloration des muqueuses et rythme respiratoire en particulier) et vérifie que les prélèvements, les mesures, et les marquages, sont réalisés minutieusement et le plus rapidement possible, avec le moins de stimuli possibles pour l'animal.

#### 3.3.4.1 Surveillance de la couleur des muqueuses

Elle se fait à partir de la langue sortie de la bouche et tirée sur le côté : elle doit rester rosée. Dans le cas contraire :

- Si une couleur sombre voire violacée apparaît (cyanose) : stimuler la respiration et/ou administrer de l'oxygène.
- Si une couleur blanche apparaît : identifier la cause (hémorragie interne ou vasoconstriction / syncope cardiaque) et effectuer les soins médicaux en conséquence. Dans tous les cas, administrer de l'oxygène.

#### 3.3.4.2 Surveillance du rythme cardiaque

Elle se fait à l'aide d'un stéthoscope. Le cœur du bouquetin bat en moyenne à un rythme de 50 à 60 battements par minute. Dans le cas contraire :

- Rythme > 100 battements par minute (état de stress) : restaurer le calme et raccourcir le délai de manipulations.
- Rythme < 30 battements par minute (défaillance cardiaque) : stimuler le cœur par pression sur la cage thoracique ou médicalement, administrer de l'oxygène et l'antidote

#### 3.3.4.3 Surveillance du rythme respiratoire

Le rythme respiratoire est ample et régulier. Toutefois, des apnées peuvent être observées (avec la xylazine notamment). Ces apnées peuvent être tolérées si la couleur des muqueuses linguales reste rosée. Dans le cas contraire :

- Respiration superficielle ou arrêt de la ventilation (défaillance ou arrêt cardio-respiratoire) : il s'agit d'une urgence grave. Stimuler les réflexes par traction de la langue et une pression rythmée de la cage thoracique, administrer de l'oxygène et l'antidote en intra-veineuse (souvent le pouls n'est plus décelable).

#### 3.3.4.4 Surveillance de la température rectale

La température rectale se mesure à l'aide d'un thermomètre médical. Elle est en moyenne de 38,5°C chez le bouquetin. Dans le cas contraire :

- Température > 40,5°C (hyperthermie) : il s'agit d'une exposition à la chaleur ou d'un état de stress avec trémulations musculaires. Il faut rafraîchir l'animal, éventuellement administrer de l'antipyrétique et prévenir de la myopathie de capture.
- Température < 37,5°C (hypothermie) : il s'agit d'une exposition au froid ou d'une défaillance organique. Il faut réchauffer l'animal, le placer dans une couverture de survie, et si besoin (< 36°C), le médicaliser (perfusion énergétique, vitamine C, corticoïdes).



### 3.3.4.5 Autres points de vigilance

- Système digestif : prêter attention aux régurgitations (parfois seulement décelables par un écoulement de jus ruminal vert par les naseaux ou la bouche) et à la météorisation (**PARTIE 3.4.2**).
- Traumatismes : Détection des traumatismes par palpation et mobilisation des membres, et passage de la main dans le pelage (détection de sang).
- Réflexes nerveux : la préservation de certaines fonctions nerveuses est capitale, et leur disparition est alors hautement significative d'une anesthésie dépassée. Il s'agit de vérifier le réflexe de pincement de langue (fait abaisser la mâchoire comme pour ne pas se mordre la langue) et du réflexe oculo-palpébral (un toucher de la cornée fait se contracter les paupières). De même, la pupille, contractée pendant l'anesthésie, se dilate lors d'anesthésie dépassée.

### 3.3.4.6 Appareils portatifs

- Oxymètre : permet de mesurer le taux d'oxygène dans le sang (l'anoxie tissulaire est un effet indésirable fortement sous-estimé). Un faible taux d'oxygène est précurseur de la cyanose des muqueuses et de la défaillance cardio-respiratoire. L'oxymètre permet d'anticiper les soins à apporter avant d'être en situation critique. Il permet également de détecter les effets sub-cliniques, et d'adapter l'administration de l'oxygène.
- Mini-automate de biochimie sanguine : cet appareil permet de mesurer la plupart des constantes sanguines (gaz du sang, équilibre ionique, indicateurs de stress) à partir d'une goutte de sang. Caractérisant ainsi l'état de stress de l'animal en main, cela permet de mieux anticiper les mesures de prévention.

## 3.3.5 Réveil et relâcher de l'animal

Lorsque les manipulations sont terminées, le champ d'action est dégagé autour du bouquetin, de façon à ce qu'il ne perçoive pas d'éléments inhabituels à son environnement (affaires rangées et éloignées). Les opérateurs doivent s'éloigner et se cacher au moins à une dizaine de mètres de l'animal, pour surveiller son réveil et le regarder partir.

Les entravons sont détachés, tandis qu'une personne continue à tenir manuellement les pattes, puis le masque est délié, tout en restant sur les yeux. L'antidote est alors injecté (par voie intra-musculaire en l'absence de problème, ou intra-veineuse s'il est nécessaire de restaurer rapidement ses fonctions physiologiques).

L'animal reste sous observation avec une attention particulière portant sur la fréquence et l'amplitude des mouvements respiratoires et l'état sensoriel (par exemple mouvements des pavillons auriculaires, des lèvres et de la queue).

La station à quatre pattes est généralement récupérée au bout de 6 à 8 minutes, mais des réveils rapides sont possibles (en 3 ou 4 minutes seulement) ou très lents jusqu'à plus de 15 minutes. Dans le second cas, le vétérinaire peut décider éventuellement d'injecter une demi-dose d'atipamézole. La voie intra-veineuse est uniquement réservée aux cas d'urgence ou quand, par la force des choses, il a fallu manipuler l'animal sur des parois dangereuses.



© PNV – Céline RUTTEN

APRÈS INJECTION DE L'ANTIDOTE, DANS UN CHAMP D'ACTION DÉGAGÉ, QUELQUES MINUTES SUFFISENT AU RÉVEIL ET À LA FUITE DE L'ANIMAL..

L'animal en phase de réveil soulève la tête et cherche à s'appuyer sur les membres, pour ensuite se relever en quelques instants. S'ensuit en général une fuite plus ou moins rapide et prolongée selon les sujets: les jeunes mâles et les femelles bouquetins ont tendance à s'enfuir en vitesse sur de longues distances, et les mâles adultes au contraire se soulèvent calmement et leur fuite est généralement moins précipitée.

Malgré l'action de l'antagoniste, on assiste souvent à un retour de l'action sédatif, avec rétablissement du décubitus latéral ou sternal de la part de l'animal accompagné d'un affaissement de la tête. Le sujet reste capable de contrôler son corps et d'éviter les chutes éventuelles. Cela diminue à la première stimulation ou la moindre perturbation. Le rythme normal de l'activité reprend au bout de 18 à 24 heures.

### 3.3.6 Cas du transport

Parmi les manipulations subies par le bouquetin au cours de divers programmes d'études et de gestion, le transport des animaux est l'opération qui génère le plus de stress chez le bouquetin, en comparaison aux opérations de captures, par télé-anesthésie ou avec des pièges mécaniques. Cela a été démontré par différentes mesures hormonales et enzymatiques (cortisol - CPK - LDH), et est illustré par un ratio supérieur d'incidents et d'accidents, immédiats ou différés.

Le retour d'expérience des réintroductions de bouquetins en France, fort de 14 opérations, amène les recommandations suivantes, pour prévenir ou minimiser le stress :

- Utiliser un véhicule adapté au transport d'animaux (bétailère) avec une suspension basse, une ventilation, un sol non glissant (tapis caoutchouc ou paille), aucune arête saillante (protéger les passages de roue), une trappe pour surveiller les animaux.
- Les animaux sont transportés ensemble (« effet rassurant »), pattes détachées mais avec un masque sur les yeux. Ils sont antidotés avant le départ, puis tranquilisés avec un sédatif de transport comme l'halopéridol ou l'acépromazine.
- Le voyage s'effectue si possible de nuit, afin de correspondre à la phase de repos selon l'horloge interne des animaux, et de bénéficier de l'obscurité, d'une moindre circulation routière et de la fraîcheur. Un vétérinaire équipé de sa trousse d'urgence et d'oxygénothérapie fait le voyage.
- A l'arrivée sur le site de lâcher, le véhicule stationne quelques heures pour effectuer un retour au calme.



©PNV – Christian NEUNJELLER



©PNV – FÉLIX GROSSET

LES BOUQUETINS DOIVENT ÊTRE TRANSPORTÉS DE NUIT, DANS UNE BÉTAILLÈRE, AVEC UN MASQUE SUR LES YEUX ET UN SÉDATIF DE TRANSPORT. ICI TRANSPORT DE BOUQUETINS DE LA VANOISE VERS LA CHARTREUSE EN 2011 (en haut) ET VERS LE MERCANTOUR EN 1995 (en bas).



Au petit matin, les animaux sont immobilisés par passage d'une corde autour des cornes grâce à une perche, et libérés après un ultime examen vétérinaire.

- En cas d'accident, un local d'hospitalisation, prévu par anticipation, permet d'accueillir les animaux blessés pour des soins simples.

## 3.4 ACCIDENTS DE CAPTURE LIÉS À LA TÉLÉANESTHÉSIE

Les captures de bouquetins effectuées avec des produits pharmacologiques peuvent être entachées d'accidents de nature variée, pouvant aller jusqu'à la mort. Ces accidents sont souvent fortuits et imprévisibles mais peuvent être évités ou limités grâce à l'expérience des opérateurs et le respect des règles de bonnes pratiques. Les incidents et accidents de capture par télé-anesthésie concernent en moyenne un animal sur 20 (sur plusieurs centaines de captures). Ce ratio est toutefois considérablement plus élevé pour des équipes inexpérimentées qui commencent à pratiquer. Disposer d'une surveillance de l'animal au sol et d'une intervention vétérinaire est fondamental pour apporter un pronostic favorable à ces événements (**PARTIE 3.3.4.**). Ainsi aujourd'hui, plus d'un incident sur deux échappent à une issue mortelle.

Le risque d'accident mortel doit être considéré (et rappelé aux porteurs de projet) chaque fois qu'une opération de capture de bouquetins est planifiée, quelle que soit la méthode choisie et quelle que soit l'équipe concernée.

Les causes d'accidents mortels les plus fréquentes sont :

- les traumatismes.
- les effets secondaires des produits pharmacologiques utilisés pour la « télé-anesthésie ».

### 3.4.1 Traumatologie

Deux situations d'accidents traumatiques sont rencontrées :

- le dérochage des animaux, dont les capacités motrices et sensorielles sont inhibées par la sédation.
- l'impact indésirable des aiguilles des fléchettes qui peuvent provoquer des fractures osseuses ou des perforations d'organes.

#### 3.4.1.1 Le dérochage

Ce type d'accident est sans doute l'évènement qui marque le plus les agents de terrain. La chute peut conduire à la mort immédiate, ou provoquer des lésions graves (fractures, hémorragies internes) dont la seule issue est l'euthanasie. Le risque est lié à la conformation escarpée de l'habitat du bouquetin. Ainsi les captures dans les zones particulièrement accidentées sont à exclure. Cela étant, les bouquetins ont tendance à fuir dans les barres rocheuses dès qu'ils perçoivent un danger, et le délai d'induction des produits ne permet pas de garantir que l'animal se couchera dans un endroit sécurisé.

Les retours d'expérience démontrent qu'il ne faut pas intervenir lorsqu'un animal se réfugie dans une paroi rocheuse alors qu'il n'est pas complètement endormi et manifeste alors des signes d'induction incomplète (comme le vacillement, la perte du maintien du port de tête, une posture visant à élargir la base de soutien des membres). Intervenir dans ces conditions représente un facteur de risque supplémentaire. Il est alors préférable d'attendre l'élimination spontanée de l'anesthésique.

De nombreux témoignages rapportent une capacité de l'animal à conserver suffisamment de contrôle moteur jusqu'à récupération complète, même dans des situations dangereuses. Cela étant, si l'animal s'engage sur une paroi rocheuse et semble encore être "maître de la situation", il est conseillé de l'éloigner de cette zone dangereuse en criant, en tapant dans les mains, ou même en lui jetant des cailloux.

### 3.4.1.2 Les impacts indésirables des aiguilles

Les fléchettes actuelles projetées par les fusils hypodermiques sont beaucoup moins traumatisantes que par le passé. Toutefois, il n'est pas rare de déplorer des impacts "malheureux" pour lesquels l'aiguille a provoqué la fracture d'un os long (comme l'humérus et le fémur), ou la perforation d'un vaisseau sanguin important (par exemple à l'entrée du thorax en cas de tir frontal) ou encore la perforation de la moëlle épinière (le plus souvent au niveau lombaire conduisant à la paraparésie voire à la paraplégie immédiate dans le cas d'un tir à trajectoire descendante, ou au niveau cervical conduisant à la tétraplégie).

Parmi les facteurs de risque, on peut citer :

- le tir à longue portée (> 30 mètres) avec une pression de propulsion élevée.
- le tir de face, surtout pour les jeunes sujets au cou peu musclé.

Pour les animaux victimes de tels impacts, le pronostic est généralement mauvais et il est illusoire de tenter des soins, sauf s'il s'agit d'une fracture de la partie distale des pattes, à condition de relâcher l'animal sur place.

## 3.4.2 Défaillances cardio-respiratoires et digestives

Les produits pharmacologiques les plus couramment utilisés pour la téléanesthésie (comme la xylazine) peuvent avoir des effets secondaires dont certains sont létaux. Les deux plus importants sont la dépression des centres de la respiration et de la déglutition. Le premier se manifeste par une altération du rythme respiratoire avec apparition de phases d'apnée (durant approximativement une minute), une coloration plus sombre des muqueuses de la langue et de la cavité buccale (connue sous le terme médical de "cyanose") ; il conduit à une anoxie des tissus et éventuellement un collapsus cardio-circulatoire. Le second entraîne la fausse-déglutition, c'est-à-dire l'introduction de jus ruminal dans les voies respiratoires lors de l'inspiration, conduisant à un choc septique, et éventuellement la météorisation (accumulation des gaz de fermentation dans la panse, avec distension de celle-ci comprimant le diaphragme et engendrant des difficultés de respiration).

### 3.4.2.1 La dépression des centres respiratoires

Elle peut affecter tout individu indépendamment du sexe et de l'âge ; elle survient plus fréquemment lors de dosages élevés d'anesthésiques (par exemple lorsqu'un jeune est touché par une fléchette dont la dose était préparée pour un sujet adulte). Dès qu'un animal en présente les signes, il faut pouvoir injecter rapidement un antidote (l'atipamézole dans le cas de la xylazine) par voie intramusculaire ou intraveineuse en fonction de l'urgence. Si possible, il est vivement recommandé d'administrer également de l'oxygène, qui est aujourd'hui facilement disponible sous forme de petites bonbonnes transportables, au moyen d'un masque ou d'une intubation trachéale. Pour parer à l'urgence, dans la mesure où cet incident peut surgir en quelques minutes après injection de l'anesthésique, il est recommandé que le vétérinaire faisant partie de l'équipe de capture soit physiquement présent sur le théâtre des opérations (option à privilégier), ou au minimum qu'un des opérateurs devant intervenir en premier dispose de la seringue à antidote, de façon à pouvoir l'injecter sur instruction si nécessaire.

### 3.4.2.2 Le risque de fausse-déglutition ou de météorisation

Il est essentiellement tributaire de la position dans laquelle l'animal s'est endormi, ou a été placé par les opérateurs. En particulier, il faut veiller à ne pas créer d'obstacles à l'évacuation des gaz, des sécrétions et matière ruminale pouvant être régurgitées. Pour cela, il faut positionner l'animal en décubitus sternal ou le coucher sur le flanc droit, avec la tête en position déclive (plus basse que l'épaule). S'il survient malgré tout une fausse-déglutition, il faut administrer immédiatement l'antidote tout en stimulant le réflexe de toux par pression sur le larynx (ce n'est pas toujours facile), après que l'animal a été positionné tête en bas.



S'il s'agit de météorisation, on arrive généralement à réduire la pression intra-abdominale excessive en exerçant une pression modérée et progressive sur le flanc gauche avec le poing fermé, éventuellement en la couplant avec une traction de la langue. Dans les situations ultimes (cela représente quelques cas dans notre expérience), le Docteur Vétérinaire tentera de sauver l'animal de l'étouffement en perforant la panse via la paroi abdominale à l'aide d'un instrument particulier (le trocart). Cela libérera les gaz, à condition de le réaliser doucement pour réduire graduellement la pression intra-abdominale.

### 3.4.3 Risques additionnels

#### 3.4.3.1 Le stress

L'état d'anxiété subi par les bouquetins qui sont confrontés à des stimuli négatifs complique toujours le déroulement des captures. Il s'agit par exemple des situations où le groupe de personnes approchant les animaux est nombreux et visible, ou lorsque des opérateurs non expérimentés parlent à voix haute, ou en cas d'événements inhabituels comme le passage d'un hélicoptère, d'un parapente ou d'une chute de rochers, ou encore si les animaux sont poursuivis ou rabattus.

Le stress conduit à trois effets cumulés :

- effet antagoniste des médiateurs naturels de l'anxiété sur les produits anesthésiques de la famille de la xylazine, au niveau des sites nerveux : les animaux résistent mieux à l'endormissement, voire même ne se laissent pas prendre en main, et la sédation est plus superficielle.
- la régulation des fonctions physiologiques majeures (respiration, rythme cardiaque, thermorégulation, etc...) est perturbée chez l'individu en état de stress.
- les animaux en état d'alerte ont une distance de fuite supérieure, obligeant aux tirs lointains, et sont prêts à aller se réfugier dans des barres rocheuses à la moindre sollicitation.

#### 3.4.3.2 Problèmes de gestation

Un autre facteur de risque concerne plus particulièrement les étagnes en fin de gestation. Les femelles primipares sont plus sensibles que les mâles et présentent un taux supérieur d'incidents ou d'accidents lié à la capture. En effet, la présence du fœtus encombre de plus en plus le volume abdominal au fur et à mesure de la gestation, et le défaut d'évacuation des gaz du rumen va comprimer plus rapidement le diaphragme et prédisposer aux problèmes respiratoires. Cela peut même conduire à l'asphyxie si elles se sont mal positionnées après leur endormissement et qu'elles sont prises en main après un délai important (par exemple si leur recherche est compliquée par le brouillard). Aussi, il est recommandé d'éviter de capturer des femelles gestantes après le 15 mai, de libérer la patte arrière droite lorsqu'on ligotte l'animal, d'avoir recours très précocement à l'administration d'oxygène au moindre signe d'alerte.

### 3.4.4 Autres accidents

Parmi les effets secondaires des produits pharmacologiques utilisés pour la télé-anesthésie, figurent les effets sur la température corporelle qui est normalement égale à 38.5°C : soit par excès (hyperthermie), soit par défaut (hypothermie). Un des facteurs influant est la température externe à laquelle l'animal sédaté est exposé alors qu'il n'est plus en capacité de thermo-réguler efficacement. La prévention de l'hypothermie consiste à sécher et frictionner l'animal lorsqu'il est mouillé, à le protéger des vents forts, à l'envelopper dans une couverture de survie. En cas d'hyperthermie (c'est-à-dire si la température corporelle dépasse 40.5°C), il suffit généralement de transporter l'animal dans un endroit frais et om-

bragé, de lui tremper la tête avec de l'eau fraîche ou de la neige. Si la température interne passe sous les 36°C ou à l'inverse dépasse les 42°C, il faut procéder en urgence à l'injection de l'antidote, et éventuellement compléter avec l'administration de corticoïdes et de solutés réhydratants en perfusion lente.

D'autres types d'incidents ou d'accidents sont rapportés mais à moindre fréquence, tels que :

- la noyade, par exemple si l'animal cherche à traverser un torrent alors qu'il n'a pas recouvert ses pleines capacités motrices et sensorielles.
- la myopathie de capture, qui se traduit par une dégénérescence des fibres musculaires et du myocarde. Elle est bien connue chez d'autres espèces d'ongulés sauvages surtout lors des captures mécaniques ou après une longue poursuite. Chez le bouquetin, elle pourrait être induite par l'agitation motrice d'individus en état de stress, lorsqu'ils sont ligotés en étant mal sédatisés. Son expression clinique est discrète et différée, si bien qu'on ne peut s'en apercevoir qu'à la mort d'un animal relâché en parfaites conditions (au bout de quelques jours jusqu'à deux semaines après la capture), après avoir éventuellement présenté des boîteries ou un décubitus prolongé. Il est recommandé de pouvoir faire une autopsie, ou à défaut de prélever sur le cadavre le cœur et/ou les muscles, afin de mettre en évidence les lésions dégénératives caractéristiques, qui ont justifié le nom de "maladie du muscle blanc".





## Chapitre 4 . LES TECHNIQUES DE CAPTURES MÉCANIQUES



©FNV - Alexandre GARNIER

### INTRODUCTION

Si la télé-anesthésie est aujourd'hui la technique la plus largement employée pour capturer des bouquetins, la méthode de capture mécanique, à l'aide de pièges, se révèle également très efficace. Elle présente plusieurs avantages :

- diminution des risques de complications, comparativement à la méthode de capture chimique par la télé-anesthésie.
- augmentation de l'efficacité des captures, d'un point de vue quantitatif (possibilité de capturer plusieurs individus simultanément).
- intervention non systématique d'un vétérinaire.

Les pièges sont généralement rendus attractifs avec du sel, appât très efficace pour le bouquetin au printemps. Certains pièges se referment automatiquement dès que l'animal s'approche du sel, d'autres pièges permettent un accès libre au sel et se referment sur les animaux uniquement si un opérateur les déclenche. Ces derniers, dits pièges « ouverts », comme par exemple les filets ou les murs tombants, sont susceptibles de générer des regroupements importants d'animaux, offrant l'opportunité de capturer plusieurs individus. Ces regroupements peuvent toutefois être problématiques, car il existe un risque de transmission potentielle (directe ou indirecte) d'agents infectieux entre la faune sauvage et la faune domestique.

A titre d'exemple, les autorités sanitaires préconisent d'enlever toutes les salines du massif du Bargy (France), où la population de bouquetins est atteinte de brucellose. L'utilisation de pièges « ouverts » pour augmenter l'efficacité des captures y a donc été abandonnée.

Au regard de ces considérations sanitaires, il est fortement préconisé :

- d'installer les pièges uniquement sur des sites inaccessibles au cheptel domestique.
- de déposer du sel dans les pièges uniquement pendant les périodes de captures.



©FNV - Alexandre GARNIER

LES CHÈVRES DOMESTIQUES SONT ATTIRÉES PAR LE SEL, TOUT COMME LES BOUQUETINS

Le choix de l'emplacement des pièges est un facteur de réussite important. En effet, les pièges mécaniques peuvent être contraignants à mettre en place, et ont l'inconvénient d'être fixes dans l'espace, ciblant les individus d'une zone relativement restreinte. Une bonne connaissance des populations et de leur environnement, est ainsi un préalable nécessaire au choix de l'emplacement des dispositifs de capture.

Remarque : L'entretien régulier des pièges est un facteur à ne pas négliger pour assurer leur bon fonctionnement.

Le choix de la technique de piégeage à utiliser repose sur différents critères :

- les objectifs de connaissances définis par le gestionnaire.
- les moyens disponibles (humains et financiers).
- les conditions locales de mise en œuvre (accessibilité et topographie des sites, zones de présence et de fréquentation des bouquetins...).

Ce chapitre explique le fonctionnement et la mise en œuvre des différents pièges mécaniques adaptés pour la capture des bouquetins : les cages-pièges, les murs tombants, les murs montants, les filets tombants et les lacets à pattes. Les critères caractérisant ces pièges sont présentés dans le **TABLEAU 3**.

Remarque : L'utilisation couplée de différents types de pièges dans un même site d'étude est souvent complémentaire.

Type de piège		Cage-piège	Mur tombant	Mur montant	Filet tombant	Lacet à patte
Fabrication du piège	Niveau de technicité	Modéré	Expérimenté	Expérimenté	Expérimenté	Faible
	Coût*financier approximatif	2 500 €	2 000– 2 500 €	3 500 €	5000 €	80 €
	Main d'œuvre	2 personnes	3 personnes	3 personnes	≥ 2 personnes	2 personnes
Déclenchement du piège	Physiquement par l'animal	✓	×	×	×	✓
	A distance par l'homme	✓	✓	✓	✓	×
Emplacement du piège		Lieux de passage le long d'une paroi rocheuse	Terrasse naturelle > 100 m <sup>2</sup>	Terrasse naturelle > 100 m <sup>2</sup>	Terrasse naturelle > 40 m <sup>2</sup>	Lieux de passage
Sélectivité du piège (espèce / sexe / âge)		non	oui	oui	oui	non
Efficacité du piège	Quantité de bouquetins capturés	1-2	≥ 1	≥ 1	≥ 1	1-2
	Main d'œuvre à la capture	3 opérateurs par animal (personnel formé et idéalement expérimenté car animal vigile). Personnel formé pour effectuer les prélèvements biologiques.				

\* coûts de transports (remorquage, hélicoptage...) non inclus. A noter que les dépenses peuvent être réduites par l'utilisation de matériel de récupération, ainsi le coût de construction d'un mur tombant peut être réduit à 1 200 €.

**TABLEAU 3. CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS PIÈGES MÉCANIQUES UTILISÉS POUR LA CAPTURE DE BOUQUETINS.**



## 4.1 LES CAGES-PIÈGES

### 4.1.1. Principe

Les cages-pièges permettent de capturer l'animal en l'attirant avec un appât (sel) dans une cage grillagée, fixée au sol et fermée sur le dessus. Les deux portes, situées à chaque extrémité de la cage, sont des portes coulissantes qui se ferment grâce à leur propre poids : les portes tombent lorsque la corde qui les retient est libérée par un déclencheur. Ce dernier est actionné par l'animal qui vient heurter un fil de nylon tendu au centre de la cage. Le modèle détaillé dans ce guide est un exemple qui peut être adapté tant au niveau des portes (nombre de portes, type de porte guillotine ou battante, matériaux,...) que du système de déclenchement, qui pourrait être envisagé à distance. Ce modèle s'appuie contre une paroi rocheuse relativement verticale sur laquelle va être fixé le reste de la structure.



LES CAGES-PIÈGES S'INSTALLENT SUR DES LIEUX DE PASSAGE DES BOUQUETINS, PAR EXEMPLE CONTRE UNE PAROI ROCHEUSE.

#### Avantages

- Captures possibles de femelles.
- Captures possibles dans des zones abruptes.
- Ne nécessite pas une surveillance continue, ni une intervention immédiate (l'animal se calme généralement après la fermeture de la cage).
- Déclenchement à distance possible, donc sélectif.

#### Inconvénients

- Transport des matériaux nombreux et lourds.
- Nécessite un délai pour que l'appât disposé dans le piège soit repéré et attractif pour les animaux.
- Technique de capture non sélective s'il n'y a pas de déclenchement à distance.
- Liberté de mouvement de l'animal pouvant l'amener à se blesser (concevoir la cage pour limiter ce risque).
- Nécessite une surveillance quotidienne au minimum matin et soir, et des équipes pouvant intervenir assez rapidement.

## LISTE DU MATÉRIEL

Pour une structure hors-sol de 4 m de longueur, 1 m de largeur, et 2.5 m de hauteur dont 0.5 m enterrés :

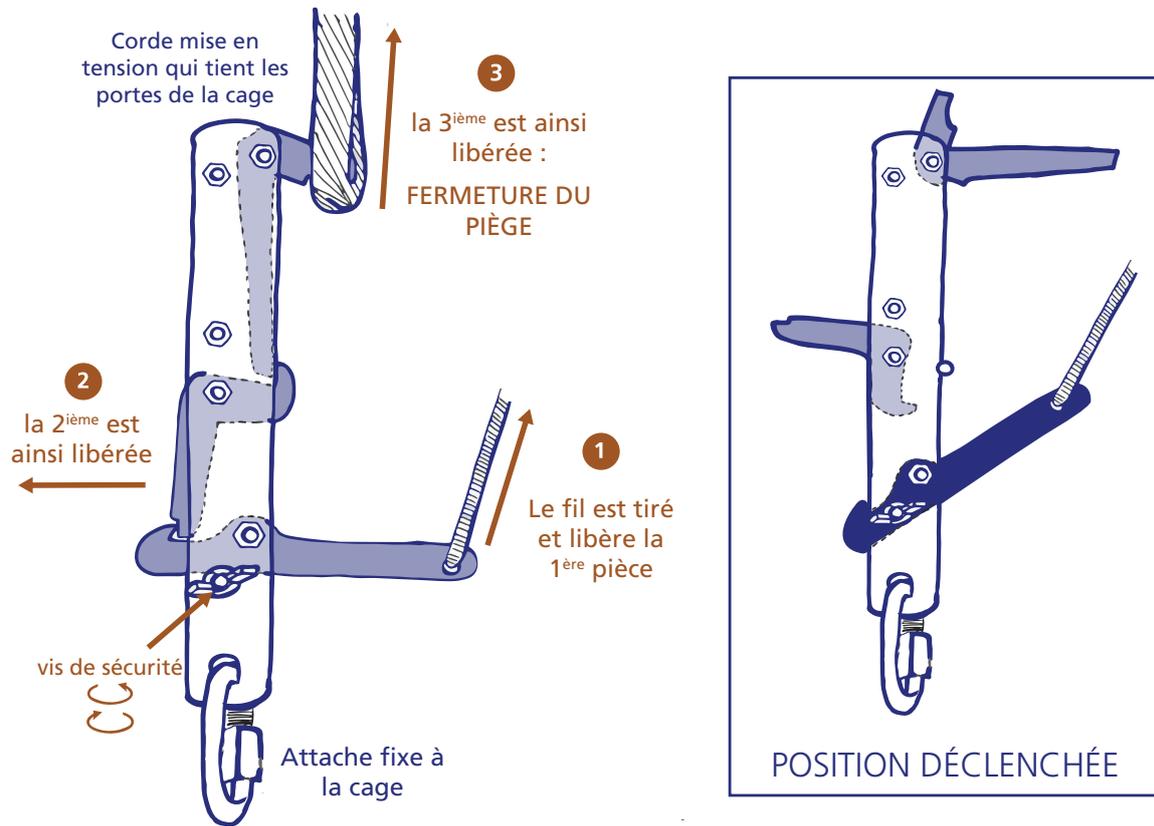
- 2 cadres métalliques de 1 m x 2.5 m contenant chacun 1 porte métallique coulissante de 1 m x 1 m (réalisations à la demande par une chaudronnerie)
- 4 poulies
- 7 barres métalliques profilées en fer en T ou U de 2.5 m de longueur
- 3-4 barres métalliques profilées en fer en T ou U de 4 m de longueur
- 7 barres métalliques profilées en fer en T ou U de 1 m de longueur
- Grillage (ou bâches) de 3.5 m x 4 m
- Cordes
- Fil nylon
- Déclencheur Saint-Hubert (ENCADRÉ 1)
- Outils : perforateur, perceuse, scie à métaux, pinces coupantes, pinces multiprises, tenailles, clés...
- Outillage (pour la fixation contre la paroi rocheuse) : goujons, plaquettes, chevilles à frapper, fil de fer, tendeurs, boulons et écrous, etc.

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage et une chaudronnerie. Possibilité d'utiliser du matériel de récupération pour réduire le coût financier.

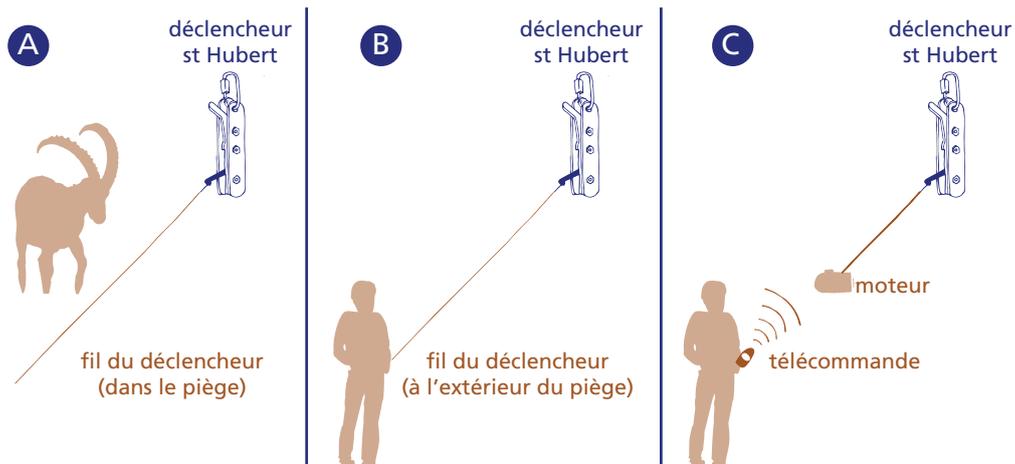


## ENCADRÉ 1. DÉCLENCEUR DE TYPE « SAINT-HUBERT »



**FIGURE 3.1. MÉCANISME DU DÉCLENCEUR SAINT-HUBERT :** le fil tiré (1) libère la première pièce (2), qui libère successivement la deuxième (3) puis la troisième pièce (4), déclenchant ainsi la fermeture du piège (5).

Ce type de déclencheur est composé de 3 pièces métalliques autobloquantes (**FIGURE 3.1**) pouvant retenir une masse de plus de 100 kilogrammes comme un contrepoids, ou une porte coulissante dans le cas de la cage-piège. La première des 3 pièces, fixée au contrepoids, est bloquée par la seconde pièce, qui elle-même est bloquée par la troisième pièce reliée à un système d'activation (**FIGURE 3.2**). Une fois le système activé, les pièces du déclencheur se libèrent successivement par rotation, aboutissant à la libération du contrepoids conduisant à la fermeture du piège.



**FIGURE 3.2 L'ACTIVATION DU DÉCLENCEUR SAINT-HUBERT** peut être effectuée mécaniquement en tirant sur le fil du déclencheur, soit par l'animal lors de son passage (A), soit par un opérateur à l'affût (B). L'activation peut aussi être électronique grâce à une télécommande (C).

Exemple de fournisseur de déclencheur Saint-Hubert : Société MCL  
 104 Quater rue du Général Koenig  
 59136 Wavrin - France  
 +33 (0) 3 20 58 28 13  
 info@mclleclercq.com

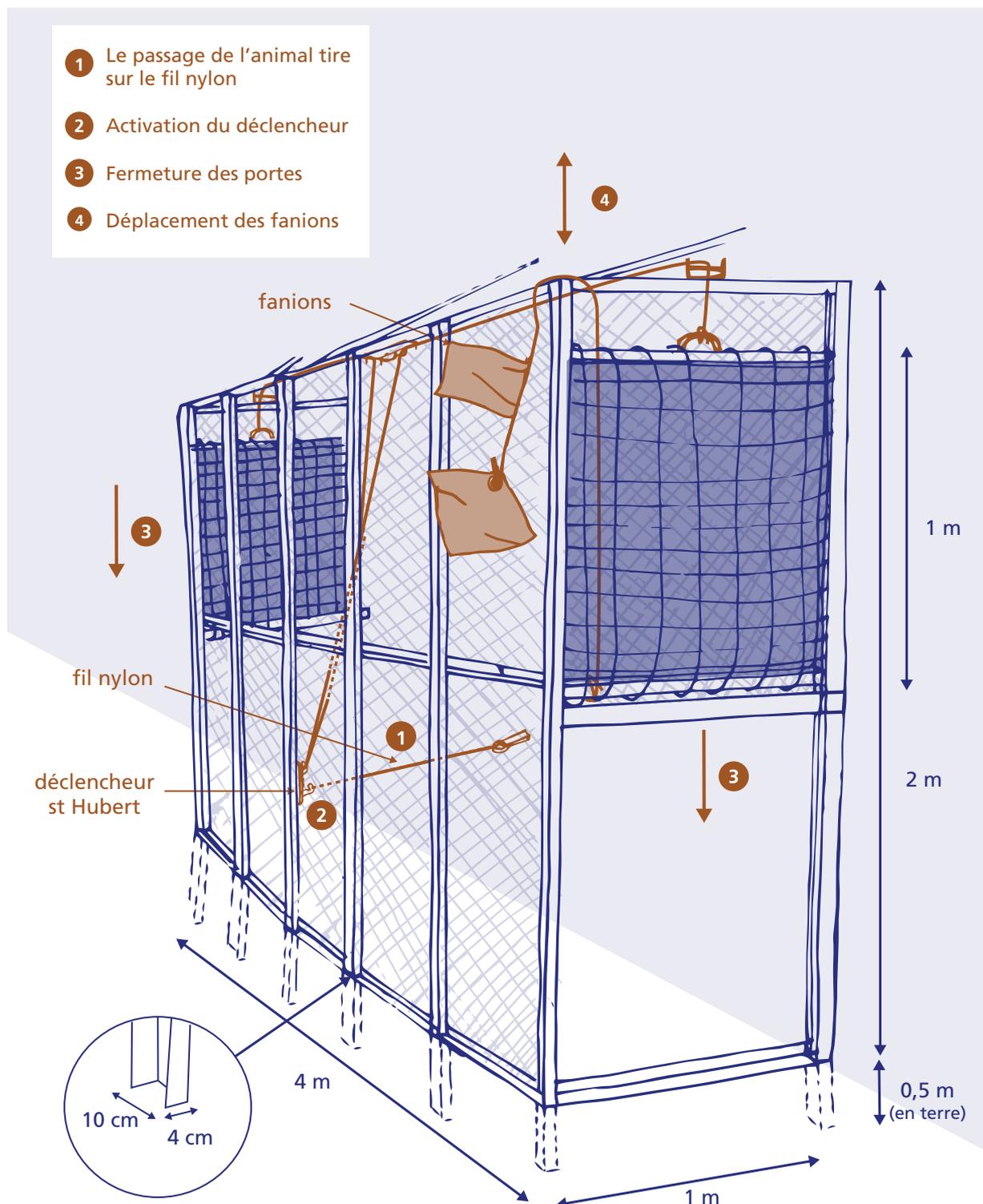
## 4.1.2. Mise en œuvre

### 4.1.2.1 Choisir un site adapté

Choisir une zone plane, le long d'une paroi suffisamment verticale, accessible en sécurité et assez rapidement par les opérateurs.

### 4.1.2.2 Construire le piège

Tout au long du montage, veiller au bien-être animal en éliminant les éléments pouvant provoquer des blessures ou des accidents. Par exemple, exclure les objets contondants ou pointus, obstruer les zones où l'animal peut se coincer une patte ou une corne, disposer les cordes qui retiennent les portes à l'extérieur de la cage pour éviter le risque que l'animal ne s'enroule dedans, etc.



**FIGURE 3.3.** UNE CAGE-PIÈGE EST ANCRÉE AU SOL ET FIXÉE À LA PAROI ROCHEUSE. Si un bouquetin touche le fil nylon, tendu dans la cage, le piège est déclenché et les portes tombent pour enfermer l'animal.



## 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE Construire la structure métallique de la cage

### Recommandations :

Prendre en compte l'alignement et l'aplomb des différents éléments pour qu'il n'y ait pas de tension sur les portes. De telles tensions peuvent conduire à un mauvais glissement des portes, et donc à une moindre efficacité du piège.

Prévoir des portes démontables pour faciliter la maintenance.

- Ficher dans le sol (0.5 m de profondeur) les cadres de portes et les barres verticales (2.5 m de long).
- Fixer perpendiculairement à la paroi rocheuse les cadres de portes et les barres transversales (1 m de long).
- Fixer les barres horizontales (4 m de long), de manière à relier les barres verticales entre elles.
- Fermer la cage avec un grillage rigide de petites mailles.
- Doubler le grillage et les portes à l'aide de toile opaque, ou de bâches, pour limiter le stress du bouquetin. L'animal, ne voyant pas à travers la structure du piège, sollicite moins les parois pour tenter de s'échapper

## 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE Mettre en place le dispositif de déclenchement

- Fixer le déclencheur Saint-Hubert à la structure métallique.
- Installer et régler les cordes qui maintiennent les portes ouvertes.
- Installer le fil nylon entre la paroi rocheuse et le déclencheur Saint-Hubert.

## 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE Mettre en place un dispositif visuel indiquant si les portes sont fermées.

L'intérêt de ce dispositif est de vérifier l'activation du piège à distance. Pour cela, il est possible d'utiliser des fanions attachés sur une cordelette coulissante (**FIGURE 3.3**), ou un piège photographique qui envoie des photos par SMS



© PNV - Mathieu BEURIER



CONSTRUCTION D'UNE CAGE-PIÈGE AU PARC NATIONAL DE LA VANOISE, EN FRANCE.



© PNV - Valérie HAGRY

LORSQUE LE PIÈGE EST DÉCLENCHÉ, LES FANIONS S'ABAISSENT OU SE LÈVENT, SUIVANT LA CONCEPTION DU DISPOSITIF VISUEL (fanions reliés au déclencheur ou aux portes).

### 4.1.2.3 Préparer la session de capture

Quelques semaines avant d'enclencher la cage piège et de commencer les captures, rendre le piège attractif en disposant du sel dans la cage. Celle-ci restant inactive, avec les portes bloquées en position ouverte. Cela permet d'habituer les animaux à la présence de la cage, et d'augmenter sa fréquentation.

#### 4.1.2.4 Réaliser les captures

Pendant la période de capture, mettre les portes en tension et déposer régulièrement du sel.



© PNV – Mathieu Beurrier

RELIER LE DÉCLENCHEUR AUX PORTES ET AU FIL NYLON POUR RENDRE LE PIÈGE ACTIF.

Une fois un animal capturé, deux personnes rentrent dans la cage : la première immobilise l'animal en l'attrapant par les cornes, la deuxième le couche sur le sol en lui attrapant et lui tirant les deux pattes (l'antérieure et la postérieure) du côté qui lui est opposé. Une fois l'animal au sol, lui poser le masque et les entravons pour réaliser les mesures, les marquages, les prélèvements biologiques.

Remarque : S'il s'agit d'individus massifs, il est possible de ligaturer, avec une corde, les cornes à la structure de la cage depuis l'extérieur du piège avant d'y pénétrer.

##### Conditions de succès

- Site suffisamment fréquenté à la bonne période par les animaux ciblés.
- Bonne conception de la cage, limitant les risques de blessures de l'animal et des manipulateurs.
- Maintenance régulière (portes coulissantes fonctionnelles...).

##### Facteurs d'échecs

- Toute source de frottement ou de blocage des parties mobiles (portes, cordes...).
- Fragilité plausible des matériaux utilisés.

## 4.2 LES MURS TOMBANTS

### 4.2.1. Principe

Les murs tombants ont été développés par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage d'Orlu, en France.

Les murs tombants permettent de capturer les animaux en les maintenant dans un enclos fermé par un filet. Les animaux sont attirés par du sel déposé au centre du piège. Ce dernier est délimité par quatre poteaux à haubans qui sont reliés avec un câble tendu à leurs sommets pour former une zone rectangulaire. Un filet est attaché le long de ce câble de façon à former un enclos une fois le piège déclenché. La partie tombante du filet est enroulée sur elle-même, et maintenue en hauteur sous le câble à l'aide de clous



et d'anneaux. Tous les clous sont reliés par une cordelette attachée à un contrepoids, ou à un sandow tendu, qui est retenu par un déclencheur. Lors d'un affût, un opérateur situé à distance peut alors décider d'actionner le déclencheur au moyen d'un câble, ou d'un dispositif télécommandé qui permet de libérer le contrepoids, tirant ainsi sur la cordelette. Cette traction fait sortir les clous des anneaux et libère le filet qui se déroule jusqu'à terre et ferme l'enclos. A l'approche des opérateurs les animaux cherchant à fuir s'emmêlent dans le filet, suffisamment long pour qu'ils ne s'échappent pas.



© PNV - Franck PARCHOUX

LE MUR TOMBANT S'INSTALLE SUR UNE ZONE SUFFISAMMENT GRANDE, PERMETTANT DE CAPTURER SUR UNE SURFACE AVOISINANT 100M<sup>2</sup>.

Plusieurs variantes de ce type de piège existent, avec des dimensions et un système de déclenchement différents, voire un mécanisme différent (**ENCADRÉ 2**)

Le modèle présenté dans ce guide est un exemple de mur tombant avec sandow et système de déclenchement télécommandé.

#### Avantages

- Captures sélectives.
- Confort pour les manipulations des animaux, lié au terrain plat dans un environnement maîtrisé.
- Captures possibles de plusieurs animaux simultanément, dont des jeunes avec leur mère.

#### Inconvénients

- Transport des matériaux nombreux et lourds.
- Nécessite un délai pour que la saline du piège soit connue et fréquentée par les animaux.
- Nécessite un nombre important de personnes les jours de captures, du fait du grand nombre de bouquetins pouvant être capturés simultanément.
- Nécessite généralement un montage et un démontage annuel, pour la préservation du matériel, sa durabilité, le souhait du propriétaire du terrain...

## LISTE DU MATÉRIEL

Pour un enclos de 10 m x 10 m et de 2.5 m de hauteur sous câble :

- 4 poteaux métalliques d'au moins 3 mètres de haut, de section carrée de 10 cm x 10 cm, avec des boucles d'accroches au sommet et des potences pour les renvois d'angle
- Fourreaux métalliques d'au moins 50 cm de longueur, pour y insérer les poteaux
- Ciment pour couler du béton autour des fourreaux
- 8 piquets de 1 mètre de longueur pour haubaner les poteaux
- 100 mètres de câble de 8 mm de diamètre pour maintenir le filet et haubaner les poteaux
- 100 serre-câbles pour permettre la fixation des câbles aux différents éléments (poteau, câble, tendeur de câble, piquet, etc.)
- 12 tendeurs de câble pour régler la tension de tous les câbles
- Filet d'environ 40 m x 4 m pour faire le tour de la zone de capture et dépasser d'environ 2 mètres la hauteur sous câble
- Sandow (ou contrepoids)

Déclencheur Saint-Hubert (**ENCADRÉ 1**)

- Fil nylon
- Système télécommandé pour actionner le déclencheur
- Outillage: clous, rondelles, 80 anneaux, cordelettes et cordes (pour le système de maintien et de libération du filet), maillons rapides, 8 anneaux à tige filetée (pour les renvois d'angle et la fixation des sandows), colliers de serrage plastique (rilsan)

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage et un serrurier. Possibilité d'utiliser du matériel de récupération pour réduire le coût financier.

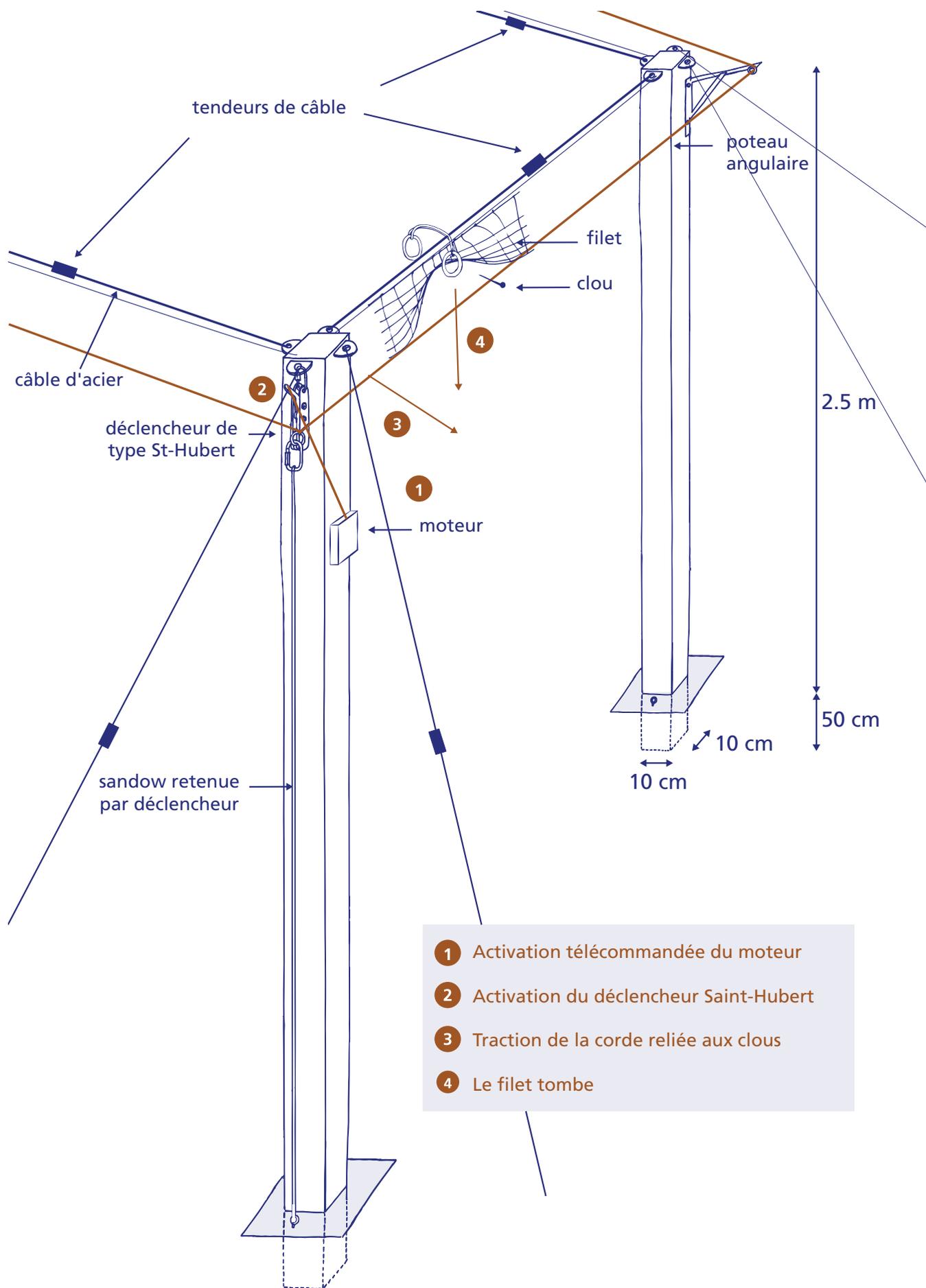
### 4.2.2. Mise en œuvre

#### 4.2.2.1 Choisir un site adapté

Choisir une zone plane et dégagée d'au moins 10 mètres par 10 mètres. Si l'enclos est trop petit, les animaux s'échappent avant que le filet n'atteigne le sol.

#### 4.2.2.2 Construire le piège





**FIGURE 3.4.** UN MUR TOMBANT EST CONSTITUÉ DE POTEAUX RELIÉS PAR UN FILET. LORSQUE DES BOUQUETINS SONT AU CENTRE DE LA ZONE DE PIÉGEAGE, UN OPÉRATEUR DÉCLENCHE LE PIÈGE À DISTANCE. Les clous, qui maintiennent le filet en hauteur, sont ainsi retirés du système de fixation, et libèrent le filet qui se déroule jusqu'au sol pour former un enclos et enfermer les animaux.

## 1ÈRE ÉTAPE Construire la structure (FIGURE 3.4)

- Fixer les poteaux de 10 cm x 10 cm aux quatre coins de l'enclos. Pour permettre au piège d'être amovible, il est possible de couler du béton autour de fourreaux dans lesquels s'emboîtent les poteaux.
- Relier les poteaux deux par deux à l'aide du câble de 8 mm de diamètre. Utiliser un tendeur de câble entre chaque poteau.
- Planter des piquets pour poser 2 haubans par poteau. Tous les câbles sont munis de serre-câbles et de tendeurs de câble pour permettre le réglage.
- A l'aide des tendeurs de câbles, mettre le système en tension.
- Fixer le filet dans sa longueur au câble de soutien (tricotage, ou rilsan, ou cordelette...).



© PNV – Alexandre GARNIER

LES TENDEURS DE CÂBLES PERMETTENT DE RÉGLER LA TENSION ET LA STABILITÉ DU PIÈGE.



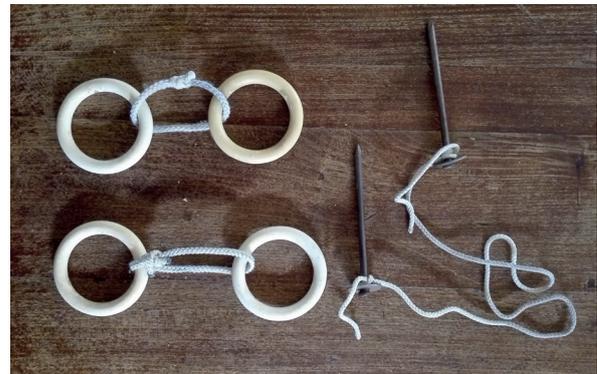
© PNV – Alexandre GARNIER



Au sommet des poteaux, LE CÔTÉ EXTÉRIEUR DU PIÈGE (A) EST HAUBANÉ ET SUPPORTE LA FIXATION DU SYSTÈME DE MAINTIEN DU FILET EN POSITION HAUTE, c'est-à-dire la corde coulissante sur laquelle sont attachés les clous en série. LE CÔTÉ INTÉRIEUR DU PIÈGE (B), SUPPORTE LA FIXATION DES CÂBLES QUI RELIENT LES POTEAUX DEUX À DEUX, POUR SOUTENIR LE FILET.

## 2ÈME ÉTAPE Mettre en place le dispositif de fixation du filet (FIGURE 3.4) :

- Attacher deux par deux les anneaux avec une cordelette d'environ 20 cm.
- Tous les 80 cm environ, fixer ce montage (cordelette et 2 anneaux) au câble de maintien en attachant la cordelette en son centre, avec un rilsan. Ainsi les deux anneaux pendent de chaque côté du câble et y resteront solidaires lors de la chute du filet.
- Remonter le filet entre deux anneaux et passer un clou muni d'une grosse rondelle dans les deux anneaux et sous le filet. Le filet est ainsi maintenu en l'air sous le câble.



© PNV – Jérôme CAVALLES

UNE PAIRE D'ANNEAUX SOLIDARISÉS PAR UNE CORDE PERMET DE PRÉPARER LE SYSTÈME DE FIXATION DU FILET.



© PNV – Alexandre GARNIER



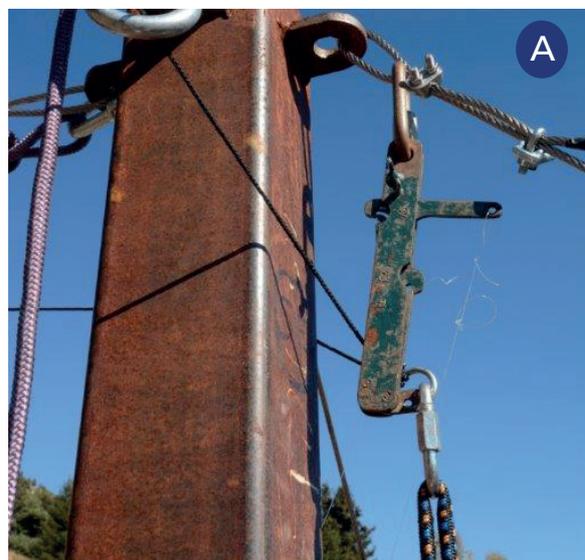
UN CLOU GLISSÉ DANS LA PAIRE D'ANNEAUX PERMET DE BLOQUER LE FILET EN HAUTEUR.



**3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE** Mettre en place le dispositif de fixation du filet (**FIGURE 3.4**) :

Accrocher le déclencheur Saint-Hubert (**ENCADRÉ 1**) à la potence d'un poteau avec un anneau à tige filetée.

- Au pied de ce poteau, fixer au sol un sandow à l'aide d'un anneau à tige filetée.
- Tendre le sandow avec une forte tension en l'accrochant au déclencheur Saint-Hubert avec un maillon rapide suffisamment résistant.
- Installer le moteur servant à activer le déclencheur Saint-Hubert, non loin de celui-ci. Le fixer dans une boîte étanche attachée au poteau pour protéger le système des intempéries.
- Pour activer le piège, relier le déclencheur Saint-Hubert au moteur, à l'aide d'un fil nylon.
- Sur ce maillon rapide, attacher une cordelette et la faire passer dans l'anneau renvoi d'angle du poteau. Dérouler cette cordelette en attachant tous les clous qui maintiennent le filet, et veillez à garder la corde tendue entre les clous. Passer cette corde dans l'anneau renvoi d'angle du poteau suivant. Attacher les clous comme précédemment jusqu'au poteau suivant. Puis fixer la cordelette au bout de la potence de ce poteau.
- Refaire la même opération que précédemment avec les deux autres côtés du piège, en tournant dans l'autre sens.
- Vérifier que le système fonctionne. Lorsque le déclencheur Saint-Hubert est actionné, le sandow est libéré et tire sur les cordelettes qui emportent les clous en dehors des anneaux, libérant par conséquent le filet.



© PNV – Christophe GOTTI



© PNV – Alexandre GARNIER

LE DÉCLENCHEUR EST MIS SOUS TENSION À L'AIDE D'UN SANDOW, RELIÉ À LA CORDE QUI MAINTIENT LE FILET EN POSITION HAUTE À L'AIDE DE CLOUS (A). LE DÉCLENCHEUR EST ACTIVÉ PAR UN MOTEUR AUQUEL IL EST RELIÉ PAR UN FIL NYLON (B).



© PNV – Christophe GOTTI

POUR ACTIVER LE PIÈGE, IL FAUT REMONTER CHAQUE PAN DU FILET ET LE FIXER EN POSITION HAUTE À L'AIDE DE L'ASSEMBLAGE CLOUS-ANNEAUX.



© PNV – Christophe GOTTI

LORSQUE L'OPÉRATEUR DÉCLENCHE LE PIÈGE À DISTANCE, LE FILET TOMBE ET ENFERME LES BOUQUETINS DANS UN ENCLOS.

#### 4.2.2.3 Préparer la session de capture

Une pierre à sel peut être fixée au milieu de la zone de piégeage, pour attirer les animaux dans la zone et augmenter sa fréquentation.

#### 4.2.2.4 réaliser les captures

Une fois le piège déclenché, intervenir rapidement pour saisir les bouquetins qui s'em mêlent dans le filet, et limiter leur stress. Les opérateurs doivent délicatement démailler les animaux, et leur poser masques et entravons pour réaliser les mesures, les marquages, et les prélèvements biologiques.

##### Conditions de succès

- Enclos suffisamment grand au moins 10 m x 10 m.
- Site suffisamment fréquenté à la bonne période par les animaux ciblés.
- Temps de chute du filet suffisamment rapide.
- Discrétion sonore lors du déclenchement pour éviter de provoquer la fuite des animaux.

##### Facteurs d'échecs

- Toutes sources de frottements ou de blocage des parties mobiles (cordes, clous...).
- Force de traction du sandow insuffisante pour extraire tous les clous des anneaux.
- Matériaux utilisés peu résistants.
- Problèmes de réglages de sensibilité du système d'activation du déclencheur.

### ENCADRÉ 2. LES MURS-MONTANTS, OU «UP-NET »

Développés sur les chamois par une équipe italienne, la mise en œuvre et l'utilisation de ce type de piège sont décrites dans l'article de Dematteis et al. (2010).

Le principe des « up-net » est très proche de celui des murs tombants, excepté le fait que les filets sont fixés dans le sol. Ainsi, lorsque le piège est déclenché, les filets remontent à la verticale pour former un enclos carré d'un périmètre d'environ 100 à 150 m<sup>2</sup> et de 3.5 mètres de hauteur. La disposition de sel au centre du piège permet d'appâter les animaux. Le piège peut être déclenché jusqu'à 1 kilomètre de distance par un opérateur.

## 4.3 LES FILETS TOMBANTS

### 4.3.1. Principe

Les filets tombants ont été initialement développés pour capturer les sangliers (Jullien et al. 1988), puis adaptés sous l'appellation « cham'arch » pour les captures de chamois (Jullien et al. 2001), par les techniciens de l'Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage. Plusieurs variantes de ce type de piège sont possibles, avec des dimensions et un système de déclenchement différents. Le modèle présenté ci-après est de type « cham'arch » avec un déclenchement télécommandé.

Ce type de piège est constitué d'un mât en aluminium de 10 mètres de hauteur, qui soutient un filet à environ 2 mètres du sol. Un appât de sel est disposé au sol, sous le filet. Lorsqu'un groupe de bouquetins entre dans le dispositif, un opérateur effectue le déclenchement



du piège à distance par onde radio, avec une portée de 250 mètres sans amplification. Le filet tombe sur les bouquetins ainsi pris au piège. Les opérateurs se précipitent alors sur les animaux pour les immobiliser et les calmer rapidement, afin de réduire leur stress et d'éviter qu'ils ne se blessent.

Le filet prend place dans un cadre en acier de forme carrée de 6 m x 6 m ou de 9 m x 9 m, ce qui permet de travailler respectivement sur une surface de capture de 36 m<sup>2</sup> ou 81 m<sup>2</sup>.



©ONCFS

FILET TOMBANT DE TYPE « CHAM'ARCH » prêt à être déclenché dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage des Bauges, en France.

### Avantages

- Captures sélectives.
- Captures possibles de groupes.
- Captures possibles de femelles.
- Confort pour les manipulations des animaux, lié au terrain plat dans un environnement maîtrisé.

### Inconvénients

- Transport des matériaux nombreux et lourds
- Besoin d'un délai pour que la saline soit connue et fréquentée par les animaux
- Maintenance mécanique et électronique (dépose hivernale, installation au printemps)
- Non déplaçable, donc nécessité de construire plusieurs pièges selon les objectifs d'études
- Nécessite du personnel pour la contention et les manipulations des animaux, car possibilité de capturer simultanément plusieurs individus
- Sensible aux chutes de neige
- Nécessite un verrouillage et un déverrouillage manuels entre chaque session de captures. Des améliorations en cours permettront une mise en sécurité et un déverrouillage à distance.

## LISTE DU MATÉRIEL

Pour une surface de capture de 36m<sup>2</sup> ou 81m<sup>2</sup> :

- 1 mât creux en aluminium de 10m de haut
- 4 boucles de fixation
- 4 haubans de fixation
- 1 filet de 12 m x 12 m en fil nylon de 3mm de diamètre et de maille de 100 mm
- 2 poulies à gorge de 100mm de diamètre
- Tube vide de 21/27 mm de diamètre
- 2 anneaux de 22 cm de diamètre
- 4 chaînes
- 2 bras mobiles
- 1 entretoise
- 1 bouchon en PVC de 11 cm de diamètre
- Bagues de fixation
- 1 treuil
- Câbles de 4 mm de diamètre
- Tendeurs de câble

Pour la fabrication du cadre en acier :

- Tubes de 21/27 mm de diamètre
- 4 équerres d'angle de 28/32 mm de diamètre

Pour le déclenchement à distance :

- 1 antenne
- 1 moteur
- 1 batterie de 12V
- 1 récepteur
- Câbles électriques
- 1 télécommande

## LISTE DES FOURNISSEURS

Magasin de bricolage, métallurgie et serrurier. Pour la partie électronique, utilisation des automatismes d'ouverture à distance de portail (télécommande, antenne, récepteur). Possibilité d'utiliser du matériel de récupération pour réduire le coût financier. Par exemple, un ancien lampadaire, fourni par un gestionnaire de voirie ou le conseil départemental, peut servir à construire le mât.

### 4.3.2. Mise en œuvre

#### 4.3.2.1 Choisir un site adapté

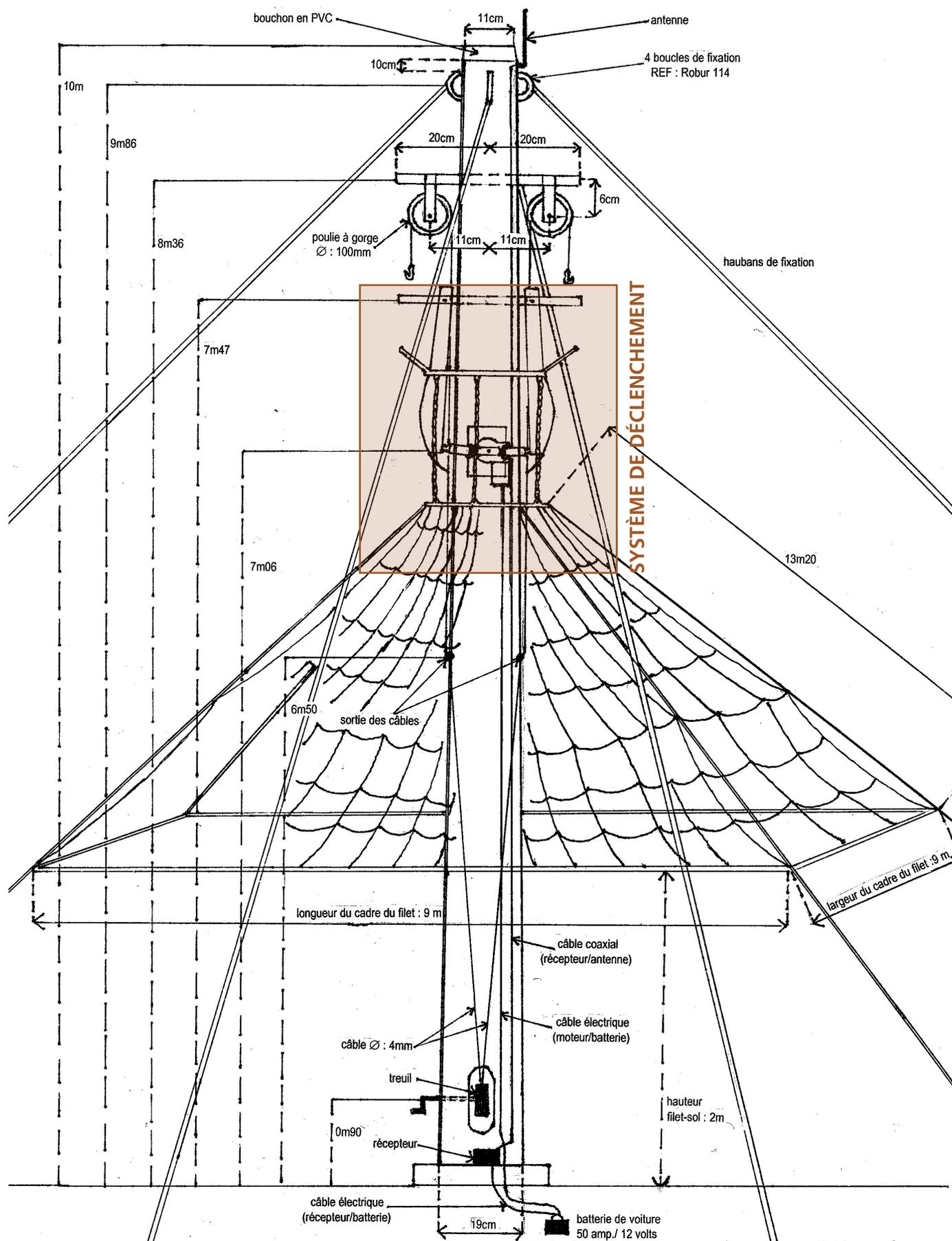
Choisir une zone plane avec un dénivelé modéré, ni trop pentu pour permettre le réglage du cadre en acier, ni trop plat pour éviter les risques d'enneigement.

#### 4.3.2.2 Construire le piège

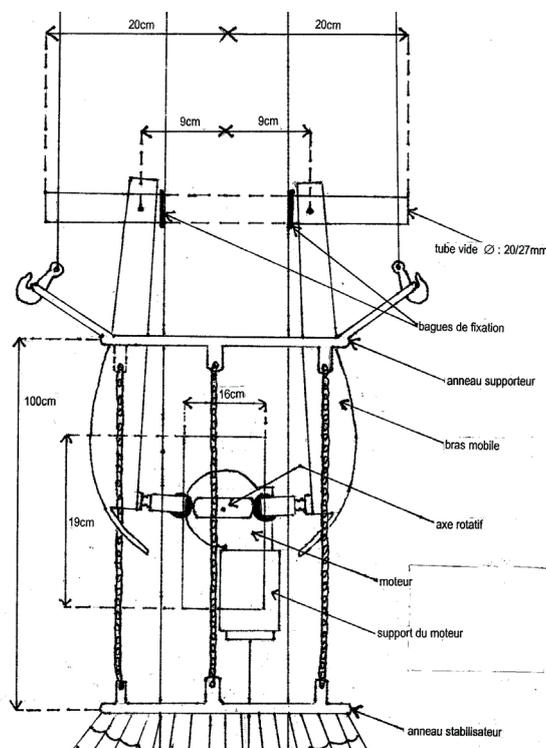
En amont de la phase terrain, il convient d'effectuer les différents travaux de serrurerie nécessaires à l'aménagement du mât (partie haute et basse).

Réaliser l'assemblage du piège, comme présenté sur la **FIGURE 3.5** et la **FIGURE 3.6**





**FIGURE 3.5.** PLAN DE MONTAGE DU FILET TOMBANT DE TYPE « CHAM'ARCH ». A noter que sur le schéma, l'antenne est située en haut du mât, or pour une maintenance aisée il est recommandé de l'installer dans la boîte contenant le matériel électronique (batterie, récepteur, relais) située au sol à l'extérieur du piège.



**FIGURE 3.6.** LE SYSTÈME DE DÉCLENCHEMENT DU FILET TOMBANT DE TYPE « CHAM'ARCH » EST POSITIONNÉ SUR LE MÂT.

### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE Construire le mât

- Fixer les bras mobiles et l'entretoise (sur son axe rotatif) sur le mât.
- Installer le moteur dans sa logette en haut du mât. Veiller à ce que les câbles électriques soient bien différenciés et isolés les uns des autres pour éviter tout frottement à l'intérieur du mât.
- Installer le treuil.
- Fixer les poulies en haut du mât.
- Relier les poulies au treuil et à un anneau, appelé « anneau porteur », à l'aide de câble en acier.
- Fixer 4 chaînes pour relier « l'anneau porteur » à un second anneau dit « anneau stabilisateur ».
- Installer le mât : scellement au sol et haubanage. L'utilisation de tendeurs de câbles est efficace.

### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE Construire le cadre et son filet

- Déplier le filet au sol, et le découper d'un bord jusqu'au centre afin de pouvoir le disposer autour du mât.



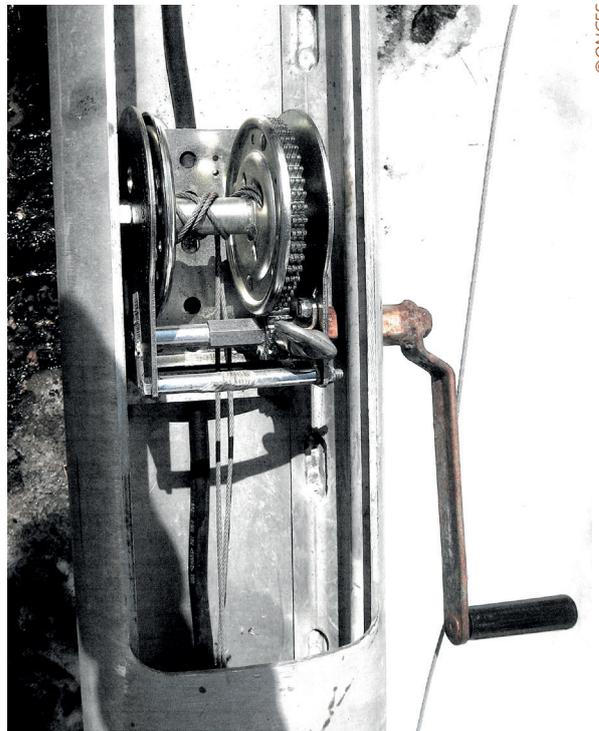
LE MÂT EST CONSTITUÉ DE PLUSIEURS PARTIES, COMME LE DISPOSITIF DE DÉCLENCHEMENT (À GAUCHE) ET LE TREUIL (À DROITE).



LES BRAS MOBILES ET L'ENTRETOISE PERMETTENT LA CHUTE DU CADRE AVEC FILET QUAND LE PIÈGE EST DÉCLENCHÉ.



- Construire le cadre autour du mât en faisant passer les tubes de diamètre 21/27 mm dans les mailles du filet. Assembler les tubes pour former un carré de 6 m x 6 m (ou de 9 m x 9 m) au moyen des quatre équerres d'angles. Les tubes de 21/27 mm et des équerres de 28/32 mm offrent un bon rapport poids - temps de chute (filet et cadre pèsent 70 kg) - rigidité - solidité.
- Découper le filet en son centre et le relier à l'anneau dit « stabilisateur ». Cet anneau supporte ainsi le cadre acier et son filet.
- Recoudre le filet sur le bord qui a été préalablement découpé pour construire le cadre.
- Hisser l'ensemble cadre et filet en position haute, à environ 2 mètres du sol, au moyen du treuil. Trouver la bonne assiette pour le cadre nécessite de bien ajuster la longueur de chaque chaîne (variable selon la topographie du site de capture).

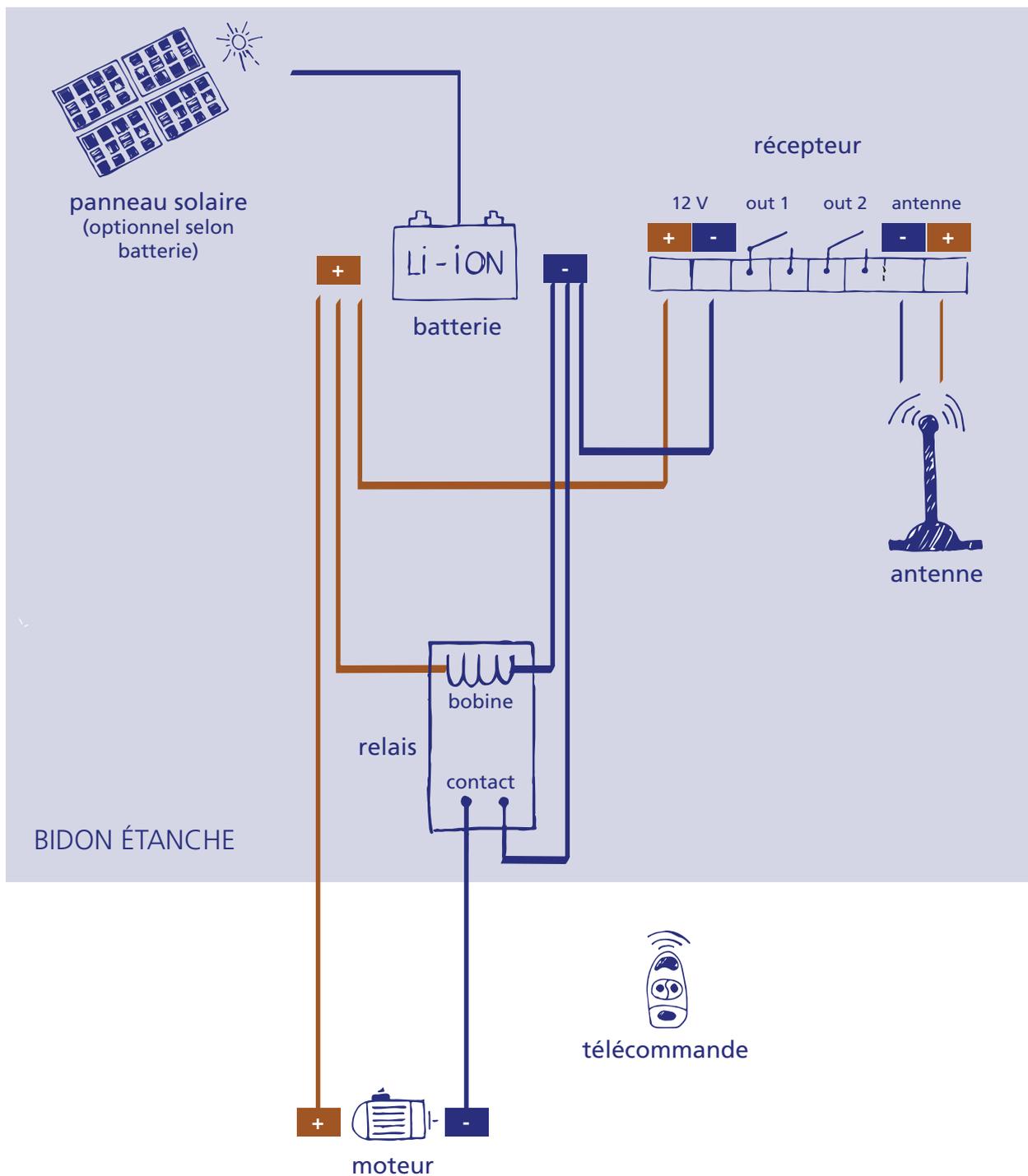


LE TREUIL, RELIÉ À L'ANNEAU PORTEUR PAR UN CÂBLE, PERMET DE REMONTER LE CADRE ET LE FILET POUR ACTIVER LE PIÈGE.

### 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE Mettre en place le système électrique

Effectuer les branchements électriques conformément au schéma ci-dessous (**FIGURE 3.7**).

- L'ensemble du dispositif électrique (antenne, batterie, récepteur, relai) peut être stocké à l'extérieur du piège dans un bidon étanche, à l'abri des intempéries et de l'humidité. Cela permet de faciliter les opérations de maintenance.
- Il est conseillé d'emporter sur le terrain un système de rechange complet du dispositif électrique contenu dans un autre bidon, pour effectuer un échange standard en cas de problème.



**FIGURE 3.7.** MONTAGE ÉLECTRIQUE DU DÉCLENCHER DU FILET TOMBANT TYPE « CHAM'ARCH ».

#### 4<sup>ÈME</sup> ÉTAPE Tester le fonctionnement

- Lorsque le piège est armé, « l'anneau porteur » maintient le filet en position haute. Il est alors bloqué par les deux bras mobiles écartés par une entretoise vissée sur l'axe d'un moteur (**FIGURE 3.8.A**).
- Lors du déclenchement, le moteur alimenté par une batterie 12V fait basculer l'entretoise, les bras se resserrent et libèrent « l'anneau porteur » (**FIGURE 3.8.B**), qui glisse le long du mât et entraîne le filet jusqu'au sol pour emmailler les bouquetins.
- Pour faciliter les opérations de maintenance, de montage et démontage du piège, il est recommandé de fixer une chaise de mât sur les crochets.



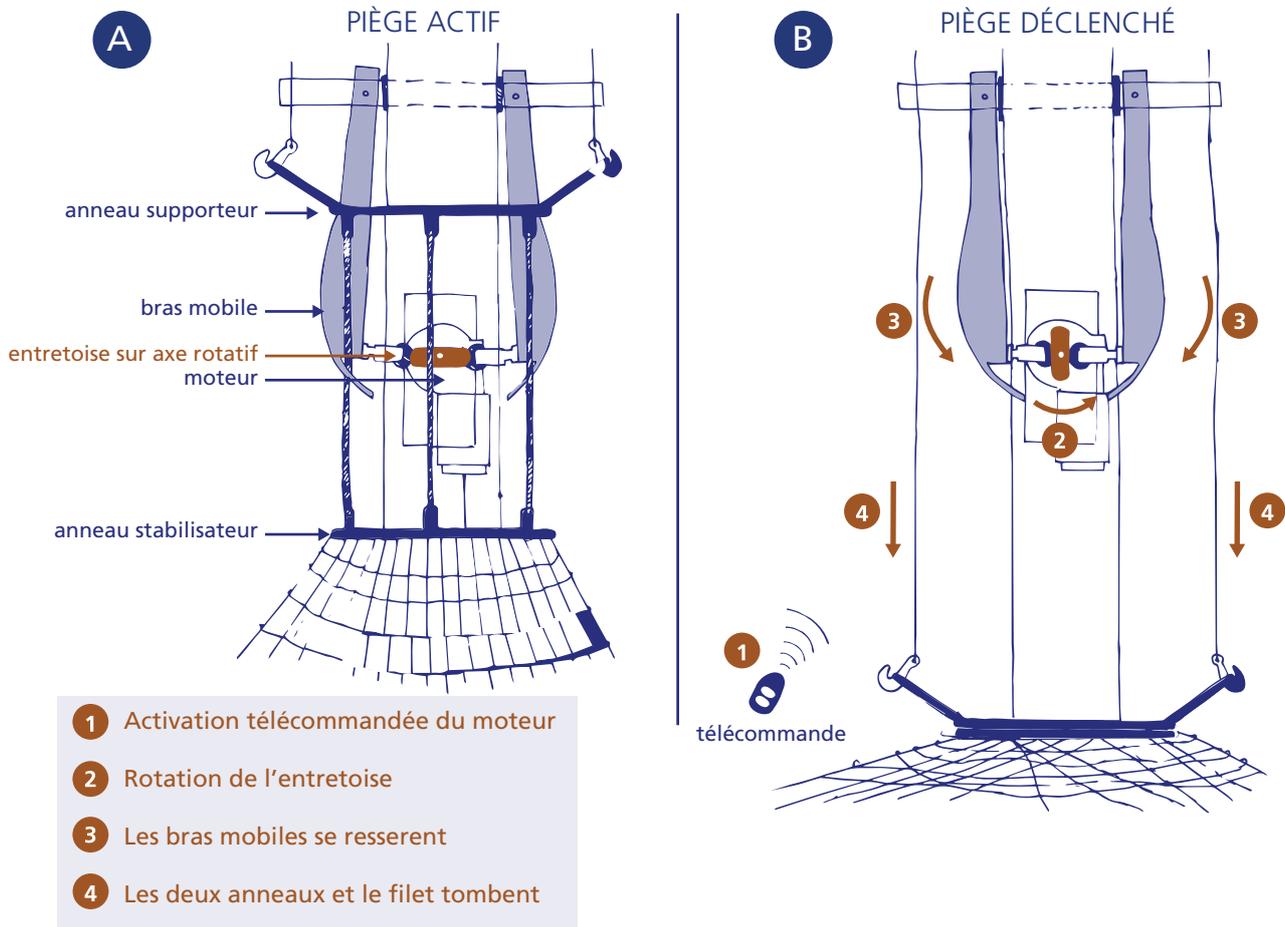


FIGURE 3.8. MÉCANISME DE DÉCLENCHEMENT DU FILET TOMBANT TYPE « CHAM'ARCH ».

Remarque : le drainage de la zone de dépose du sel peut se révéler nécessaire si le terrain est en pente, à cause des risques de ruissellement hors du dispositif lors d'orages.

### 4.3.2.3 Préparer la session de capture

Une pierre à sel peut être fixée au milieu de la zone de piégeage, pour attirer les animaux dans la zone et augmenter sa fréquentation.

### 4.3.2.4 Réaliser les captures

Une fois le piège déclenché, intervenir rapidement pour saisir les bouquetins qui s'em-mêlent dans le filet, et limiter leur stress. Les opérateurs doivent délicatement démailler les animaux, et leur poser masques et entravons pour réaliser les mesures, les marquages, et les prélèvements biologiques.

- Conditions de succès**
- Moment du déclenchement, lorsque les animaux sont au centre du piège.
  - Choix du site avec un dénivelé adapté, ni trop plat (risque d'enneigement) ni trop pentu (réglage du cadre).
  - Choix du site suffisamment fréquenté à la bonne période par les animaux ciblés.

- Facteurs d'échecs**
- Toutes sources de frottements ou de blocage des parties mobiles
  - Batterie de la télécommande déchargée
  - Manque d'étanchéité du système de stockage du système électrique
  - Mauvaise connexion électrique

## 4.4 LES LACETS À PATTES

### 4.4.1 Principe

Ces types de pièges sont déclenchés par le passage des animaux. Un système de sandow et de lacet à nœud coulant permet de capturer les animaux. Un fil nylon relié, à un déclencheur, est tendu à 30 cm du sol, et des lacets à nœud coulant sont disposés au sol, près d'un appât (sel). Le passage d'un animal tire sur le fil nylon, qui permet d'activer la traction des lacets à nœuds coulants par un système de sandow relié au déclencheur. Les lacets se resserrent sur la patte de l'animal ainsi pris au piège.

Ce dispositif peut être installé sur des arbres, mais il est généralement installé sur une barre rocheuse, comme expliqué ci-après



LES LACETS À PATTES S'INSTALLENT DANS UN LIEU DE PASSAGE DES ANIMAUX.

#### Avantages

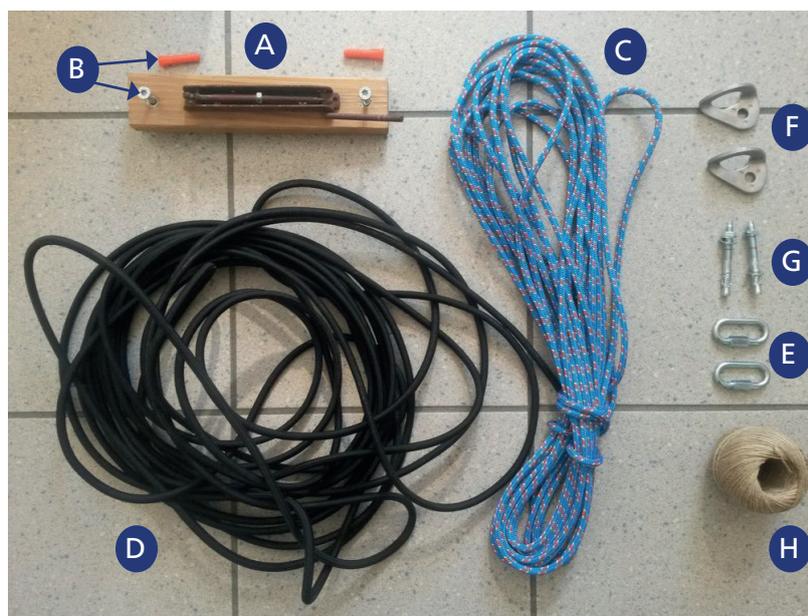
- Captures possibles de femelles.
- Captures possibles de jeunes.
- Dispositif léger.
- Mise en œuvre facile.
- Coût financier faible.

#### Inconvénients

- Nécessite un délai pour que l'appât soit repéré et attractif pour les animaux.
- Choix du site avec une topographie adaptée, en général au pied d'une barre rocheuse, sur une vire non exposée pour la sécurité des animaux et des opérateurs.
- Nécessite une surveillance quotidienne importante : tôt le matin, tard le soir, et régulièrement dans la journée.
- Nécessite une intervention rapide en cas de capture.
- Ne permet pas de capturer des mâles puissants, car le dispositif n'est pas assez résistant.



## LISTE DU MATÉRIEL



MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR FABRIQUER LES LACETS À PATTES : DÉCLENCHEUR (A), CHEVILLES ET VIS (B), CORDELETTE D'ESCALADE (C), SANDOW (D), MAILLONS RAPIDES (E), PLAQUETTES (F) ET GOUJONS D'ESCALADE (G), FIL NYLON (H).

- Déclencheur. Il existe des déclencheurs automatiques qu'il est possible d'adapter pour ce type de piège. L'idéal est de les faire fabriquer sur mesure par un serrurier.
- Chevilles et vis pour fixer le déclencheur au support.
- Cordelette d'escalade de 5 ou 6 mm, de préférence d'une couleur sombre et terne, pour constituer les lacets.
- Sandow d'environ 1 cm de diamètre, dont la longueur doit pouvoir doubler à l'étirement. Choisir une couleur analogue au support.
- Maillons rapides pour permettre le glissement du sandow et des lacets. Eviter les maillons rapides en inox qui brillent.
- 2 plaquettes et goujons d'escalade de 10.
- Fil nylon le plus fin et le moins brillant possible.
- 1 piquet en bois, ou en fer à béton, pour fixer le fil nylon qui permettra le déclenchement.

## LISTE DES FOURNISSEURS

Magasin de bricolage et serrurier

### 4.4.2 Mise en œuvre

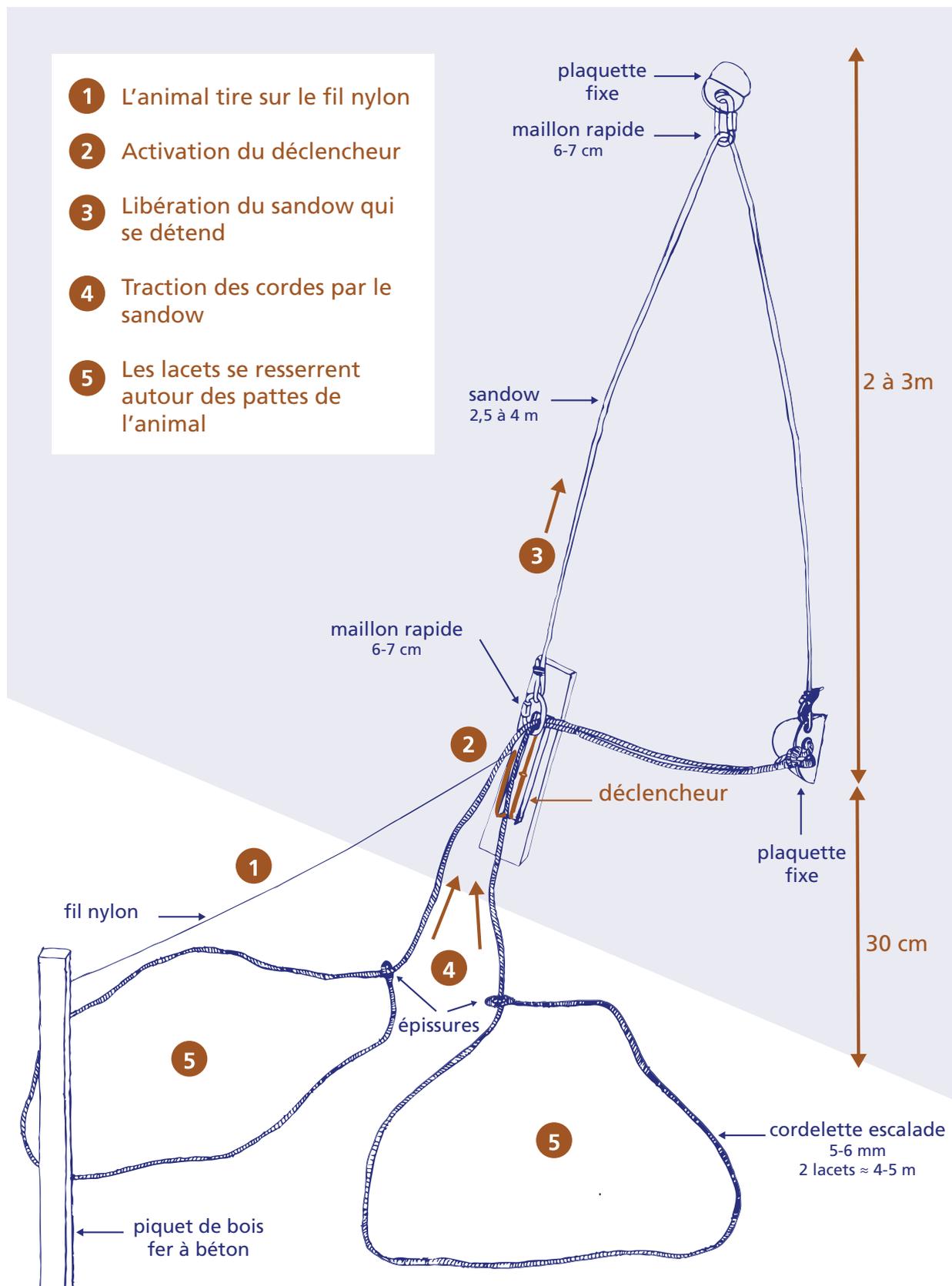
#### 4.4.2.1 Choisir un site adapté

Ce dispositif est généralement installé sur une barre rocheuse, sur une zone de passage des animaux. Le site peut être aménagé avec des blocs de pierre pour «forcer» le passage des animaux.

La hauteur de la barre rocheuse doit être d'au moins 2 à 3 mètres. Si la barre rocheuse est moins haute, il est possible de faire un renvoi horizontal, soit en utilisant un maillon rapide supplémentaire de façon à former un angle avec le sandow, soit en installant obliquement ce dernier. Un renvoi horizontal risque de diminuer l'efficacité du piège.

Les lacets sont positionnés au pied de la barre rocheuse relativement plane, sur une vire non exposée pour la sécurité des animaux et des opérateurs. La barre de rocher permet de tendre les sandows.

#### 4.4.2.2 Construire le piège



**FIGURE 3.9.** LES LACETS À PATTES S'INSTALLENT AU PIED D'UNE BARRE ROCHEUSE, ET SONT FIXÉS À LA ROCHE. LORSQU'UN BOUQUETIN TOUCHE LE FIL NYLON TENDU AU-DESSUS DES LACETS, SUR LE LIEU DE PASSAGE, LE PIÈGE SE DÉCLENCHE. LE LACET SE REFERME SUR LA PATTE DU BOUQUETIN POUR L'ATTACHER À LA ROCHE.



## 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE Fixer les points d'ancrage sur la roche

- Fixer le déclencheur de façon à ce que le fil nylon, qui assurera le déclenchement du piège lorsque l'animal le touchera, se trouve entre 30 et 40 cm du sol.
- Fixer une plaquette près du déclencheur, sur laquelle viendra se fixer à la fois le sandow et les lacets.
- Fixer une autre plaquette à environ 2.5 mètres à la verticale au-dessus du déclencheur, dans laquelle doit être fixé un maillon rapide.

## 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE Mettre en place le dispositif

- Fixer le sandow à la plaquette du bas, le passer dans le maillon rapide du haut puis faire une épissure à l'autre extrémité. Cette dernière étant au niveau du déclencheur, le sandow doit être à tension maximum.
- A l'extrémité du sandow, passer un maillon rapide dans l'épissure : les 2 lacets doivent pouvoir y coulisser sans problème.
- Il est possible de faire un renvoi horizontal pour tendre le sandow, mais il faut alors installer d'autres plaquettes et le tirage induit peut retarder la détente du sandow et diminuer l'efficacité du piège.
- Fixer les lacets à la plaquette du bas. Ils sont généralement au nombre de 2 mais peuvent être plus nombreux.

Remarque : la fixation au rocher des lacets avec glissement dans le maillon rapide qui remonte avec le sandow provoque un effet de mouflage qui augmente la rapidité de fermeture du lacet. Par ailleurs, si l'animal se débat, il y a un effet amortisseur.

- Il est conseillé de faire coulisser les lacets dans une épissure plutôt qu'un nœud ce qui diminue les risques d'accrochage. Il existe aussi des outils pour poser des bagues métalliques.
- Régler la longueur des lacets pour former des cercles d'environ 60 cm de diamètre. Cette dimension constitue un bon compromis, car un petit diamètre n'offre pas une surface suffisante pour que l'animal y passe le pied, et un diamètre trop grand ne permet pas une remontée assez rapide du lacet.



© PNV – Alexandre GARNIER



LES ÉLÉMENTS DOIVENT ÊTRE SOLIDEMENT FIXÉS À LA PAROI.



© PNV – Alexandre GARNIER

UNE ÉPISSURE OFFRE UNE BONNE RÉSISTANCE DU SYSTÈME



© PNV – Alexandre GARNIER

LES LACETS, FIXÉS À LA ROCHE, SONT RELIÉS AU DÉCLENCHEUR PAR UN MAILLON RAPIDE.

3- Mettre en place le système de déclenchement :

- Planter le piquet à environ 60 cm du déclencheur. Une protection est nécessaire si on utilise un fer à béton pour que l'animal ne se blesse pas.
- Relier le piquet et le déclencheur avec un fil nylon tendu entre 30 et 40 cm du sol.
- Placer les lacets au sol, et les disposer de part et d'autre du fil de nylon, avec un léger recouvrement. Il est possible de les dissimuler avec un peu de terre.
- Vérifier que les lacets fermés remontent suffisamment haut lorsque le piège est déclenché.



© PNE – Christophe GOTTE

UNE ÉPISURE PERMET UN MEILLEUR GLISSEMENT DE LA CORDE LORSQUE LE LACET SE RESSERRE SUR LA PATTE DU BOUQUETIN

#### 4.4.2.3 Préparer la session de capture

Une pierre à sel peut être fixée au niveau du déclencheur, ou au sol entre les lacets, pour attirer les animaux dans la zone et augmenter sa fréquentation.

#### 4.4.2.4 Réaliser les captures

Une fois un bouquetin pris au piège, mettre les entravons et le masque sur l'animal avant de lui enlever les lacets. Les animaux sont très stressés lors de la prise en main, avec une température et une respiration qui subissent une forte augmentation. Il est nécessaire d'entraver les animaux, de les masquer et d'opérer avec calme dans le silence. L'injection d'anxiolytiques (acépromazine, dropéridol...) par un vétérinaire peut être bénéfique pour la phase de relâcher.

##### Conditions de succès

- Site suffisamment fréquenté à la bonne période par les animaux ciblés.
- Site fréquenté surtout par des femelles, car les mâles âgés détruisent le dispositif.
- Réglage du piège : taille des lacets, sensibilité du montage, multiplication des lacets.
- Nombre suffisant de pièges : 3 à 6 pièges regroupés sur le même site
- Maintenance régulière pour assurer la pérennité du système en place.

##### Facteurs d'échecs

- Usure des sandows. Vérifier chaque année l'élasticité des sandows, les remplacer si besoin.
- Méfiance des animaux.
- Déclenchement spontané du piège.





### INTRODUCTION

L'utilisation de techniques de marquage permet d'identifier individuellement les animaux pour répondre à deux objectifs principaux :

- Le premier est de comprendre la dynamique des populations par les méthodes dites de « Capture / Marquage / Recapture » **CMR**, qui permettent d'estimer les effectifs, mais aussi comprendre les mécanismes qui entraînent leurs variations (survie adulte, survie juvénile, recrutement, immigration, émigration).
- Le second est de comprendre les caractéristiques de l'utilisation de l'espace, telles que la taille des domaines vitaux, les caractéristiques des déplacements, la sélection d'habitat, et les contacts entre individus dans le cadre des études épidémiologiques.

La méthode de **CMR** utilisée chez les populations de bouquetins, consiste à équiper les individus capturés de marques externes, visibles directement à distance par un observateur, permettant une identification individuelle des animaux. Les techniques de marquage utilisées doivent respecter les conditions suivantes : une permanence des marques (au moins durant la totalité de l'étude), une probabilité équivalente de détection des marques inter-individus, une reconnaissance des marques sur l'animal. Le bouquetin étant une espèce longévive

(jusqu'à 15-20 ans), cela implique de poser des marques suffisamment résistantes et durables. De plus certains sites d'études et certaines époques de l'année imposent des observations lointaines, ce qui augmente la nécessité d'utiliser des systèmes de marquage facilement repérables et lisibles. Le marquage des bouquetins constitue également un outil de suivi sanitaire et d'interactions sociales.



©PNV - Alexandre GARNIER

LES MARQUAGES VISUELS DOIVENT PERMETTRE D'IDENTIFIER INDIVIDUELLEMENT LES ANIMAUX À DISTANCE, GRÂCE À DES COMBINAISONS DE COULEURS UNIQUES ET VISIBLES.

Des méthodes récentes d'acquisition de données spatialisées, basées sur la technologie « Global positioning system » (GPS), permettent de connaître la position de l'individu au temps « t » sans nécessiter une observation directe. Il convient d'adapter l'échelle temporelle d'acquisition des données aux objectifs de l'étude. D'usage, il convient d'utiliser des marques visuelles couplées aux méthodes de suivi à distance pour la durabilité de l'étude et le suivi à long terme (survie, reproduction, occupation de l'espace, structure sociale, etc.).

Il existe de nombreuses techniques de marquage de la faune sauvage. Les techniques présentées dans ce chapitre sont aujourd'hui les plus adaptées à l'étude du bouquetin (**ENCADRÉ 3**).



©PNV - Alexandre GARNIER

L'IDENTIFICATION INDIVIDUELLE DES BOUQUETINS, SUR LE LONG TERME, REPOSE SUR LA MISE EN PLACE D'UN DISPOSITIF DE MARQUAGE VISUEL RECONNAISSABLE ET RÉSISTANT (photographie de bouquetins ibériques dans les Pyrénées).

### ENCADRÉ 3. LES TECHNIQUES DE MARQUAGE UTILISÉES CHEZ LE BOUQUETIN DES ALPES

- *Boucles auriculaires et/ou colliers visuels* : de différentes couleurs, ils permettent de repérer un animal à distance, lors d'une observation directe, suivant un code coloré propre à chaque individu. Un collier ou une boucle pouvant être perdu au cours de l'étude, l'association des deux permet de conserver l'identification de l'individu.
- *Colliers radio-émetteurs* : émettant un signal radio, ils permettent de localiser un animal à distance, à l'aide d'un récepteur, et de relever sa position sans observation directe (**ENCADRÉ 5**).
- *Colliers GPS* : ils captent les signaux de plusieurs satellites pour enregistrer automatiquement la position d'un individu à intervalle de temps prédéfini. Les informations sont stockées dans le collier, ou transférées sur une plateforme internet de suivi, afin d'être analysées. Cette technologie permet de recueillir des données à distance, à toute heure et en toute saison.

## 5.1 PRÉPARATION DES OPÉRATIONS DE MARQUAGE

### 5.1.1 Conception du protocole

Le choix des techniques de marquage à mettre en œuvre doit faire l'objet d'une réflexion approfondie afin de répondre aux objectifs à atteindre et aux connaissances à acquérir, telle que la compréhension des besoins écologiques, du comportement social et de l'occupation spatiale des individus visant, par exemple, à élaborer des consignes appropriées de gestion et de protection de l'espèce.

Avant d'entreprendre le marquage des bouquetins, il est donc primordial de :

- définir clairement les objectifs attendus du programme de marquage.
- déterminer, à partir de ces objectifs, les paramètres quantitatifs et qualitatifs du programme de marquage : nombre d'animaux, âge et sexe des individus, site de captures, etc.



Ces étapes permettent de choisir les techniques de marquage à réaliser, et d'établir un plan de marquage en préparation de la mise en œuvre sur le terrain (**PARTIE 5.1.2**).

Le choix des techniques de marquage doit également tenir compte des moyens financiers et humains pour l'achat du matériel, sa pose lors des captures, et le suivi des animaux par la suite, comme par exemple les recaptures visuelles pour la méthode de **CMR** qui nécessitent des missions d'observation sur le terrain. Les caractéristiques des techniques de marquage utilisées chez le Bouquetin, ainsi que leurs coûts, sont présentés dans le **TABLEAU 5.1**.

Remarque : L'utilisation couplée de différents dispositifs de marquage dans un même site d'étude est souvent intéressante.

Type de marquage		Boucles auriculaires	Colliers visuels	Colliers VHF	Colliers GPS
Bouquetin ciblé	Mâle adulte	✓	✓ (≥ 5 ans pour le collier extensible)	✓	✓
	Femelle adulte	✓	✓	✓	✓
	Jeune (< 2 ans)	✓	x	x	x
Niveau de technicité (pour la pose et le suivi)		Faible	Faible	Modérée	Modérée
Distance de détection estimée		< 1 000 mètres	< 2 000 mètres	< 2 000 mètres	Illimitée
Probabilité de détection estimée		Faible	Faible	Modérée	Élevée
Outil de détection		Longue vue	Longue vue	Antenne VHF	Signal satellite
Précision de la géolocalisation avec de bonnes conditions de détection (visibilité, qualité du signal...)		[0 ; 50] mètres	[0 ; 50] mètres	< 100 mètres	< 50 mètres
Durabilité du marquage		> 7 ans	> 7 ans	5-6 ans	< 5 ans

Coût approximatif du matériel	Boucle auriculaire	0.80 € à 5 €	Collier plastique	2 €	Collier VHF	200 € à 500 €	Collier GPS (comprenant : système de drop-off, alerte mortalité, capteurs d'activités...)	1 700 à 2 000 € TTC
	Pince à boucler	15 € à 30 €	Collier corde	8 €	Récepteur VHF	1 000 € à 1 400 €	Abonnement GPS annuel par collier	Prix dépendant du nombre de localisations (Ex : 160 à 230 € TTC pour 4 localisations/24h)
			Collier extensible	11 €			Récepteur / Émetteur UHF (déclenchement drop-off, récupération des données...)	1 000 à 1 400 € TTC
			Fanion / Plaque	5 €			Récepteur VHF + antenne (si VHF inclus dans collier)	
	Prévoir des frais supplémentaires en cas de dysfonctionnement (désactivation/réactivation du collier, batterie de rechange, ...)							

**TABLEAU 5.1 : CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS UTILISÉS POUR LE MARQUAGE DE BOUQUETIN.**

## 5.1.2 Plan de marquage

PLAN DE MARQUAGE - FEMELLES												
Code ID	Sexe	Boucles auriculaires				Type de collier	Couleur du collier	Fréquence VHF	Fanions/ Plaques			
		G		D					gauche	Centre	Droite	
	Femelle					GPS		150 700	1	1	1	
	Femelle					GPS		150 800	2	2	2	
	Femelle					GPS		180 950	3	3	3	
	Femelle					VHF	blanc	148 800	L		L	
	Femelle					VHF		149 900	M		M	
	Femelle					VHF	blanc	148 175	O		O	
	Femelle					VHF		149 800	P		P	
	Jeune Femelle					Extensible			9	9	9	
	Femelle					Corde						
	Femelle					Corde						

PLAN DE MARQUAGE - MÂLES												
Code ID	Sexe	Boucles auriculaires				Type de collier	Couleur du collier	Fréquence VHF	Fanions/ Plaques			
		G		D					gauche	Centre	Droite	
	Mâle	blanc	blanc	blanc	blanc	GPS		150 300	4	4	4	
	Mâle			blanc	blanc	GPS		150 450	5	5	5	
	Mâle					GPS		150 550	6	6	6	
	Mâle					GPS		150 750	7	7	7	
	Mâle					GPS		150 850	8	8	8	
	Mâle					VHF		148 600	V		V	
	Mâle					VHF		148 500	C		C	
	Mâle					Extensible			55	5	55	
	Mâle					Extensible			9	9	9	
	Mâle					Corde						

TABLEAU 5.2 : UN PLAN DE MARQUAGE DOIT ÊTRE COMPLÉTÉ AU FUR ET À MESURE DES CAPTURES.

Le plan de marquage doit être établi en tenant compte des marquages existants déjà dans la population, afin d'éviter les doublons ou marquages pouvant se ressembler et prêter à confusion (y compris en envisageant la perte d'un élément ou sa décoloration).

- Le type de marquage visuel utilisé doit être adapté au site d'étude. Sur de nombreux sites, les observations sont lointaines, notamment sur les sites d'hivernage et pour les femelles pendant la période de mise-bas. Cela implique de pouvoir lire les marques à l'aide d'une lunette à plusieurs kilomètres de distance. Certains marquages peuvent poser des problèmes de relecture à grande distance : numéro sur les boucles auriculaires, plaques avec inscription, confusion de couleur...



- Avant de choisir le type de marques à utiliser, il est important d'échanger avec les responsables d'autres sites d'études afin de savoir ce qui a ou n'a pas fonctionné (colliers visuels trop fragiles chez les mâles par exemple). De même, il est primordial de veiller à ne pas utiliser les mêmes combinaisons de marquage individuel entre des sites d'études proches, pour éviter tout risque d'erreur d'identification, par exemple dans le cas de migration d'individus entre les populations concernées.



©PNV - Julie ANDRU

LES « KITS DE MARQUAGE » CONTIENNENT LES MARQUES INDIVIDUELLES DÉFINIES SELON LE PLAN DE MARQUAGE. ILS AUGMENTENT L'EFFICACITÉ SUR LE TERRAIN ET RÉDUISENT LES SOURCES D'ERREURS.

- Sur le terrain, au moment de la pose des marques, il est important de ne pas improviser et de s'en tenir au plan de marquage préparé. Une bonne pratique est de préparer des 'kits' (sacs zippés par exemple) comportant l'ensemble des marques à poser sur un individu (collier, boucles auriculaires comportant au marqueur la mention 'droite' ou 'gauche'). Il faut prévoir en sus du matériel de remplacement.
- Il est nécessaire de tenir compte des différentes contraintes techniques et biologiques pour faire les bons choix de fournisseurs et de matériels de marquage. De nombreux facteurs sont à considérer : la durée de vie du matériel (par exemple : la résistance aux UVs pour les boucles auriculaires, la batterie pour les VHF / GPS), son adéquation avec les individus ciblés (par exemple colliers extensibles chez les jeunes mâles), etc.

Par la suite, les données du plan de marquage permettent de constituer un tableau de suivi des animaux marqués pour les observations sur le terrain. Il est crucial que ce tableau reprenne visuellement les codes des marques utilisées (couleurs, caractères) pour faciliter l'identification des animaux, notamment par les observateurs qui n'ont pas une connaissance fine de la zone d'études et des individus suivis.

## 5.2 LES DISPOSITIFS DE MARQUAGE

### 5.2.1 Les boucles auriculaires

#### 5.2.1.1 Principe

Cette technique consiste à fixer des plaques en plastique colorées et/ou numérotées aux oreilles de l'animal. C'est la technique la plus ancienne de marquage du bouquetin. Elle a été utilisée, et est encore utilisée sur la grande majorité des sites d'études. Ce type de marquage a fait ses preuves.

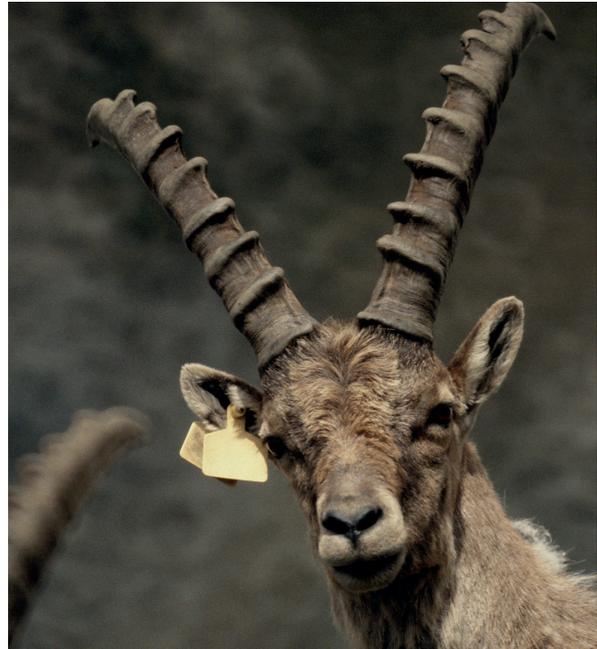
Il est possible d'utiliser deux couleurs différentes par oreille, ce qui augmente le nombre de combinaisons de marquage mais complique la relecture des boucles. Il est donc conseillé d'utiliser autant que possible une seule couleur par oreille.

Les boucles gravées avec des numéros présentent l'intérêt de limiter l'erreur d'identification visuelle des individus, due à la confusion de lecture entre certaines couleurs, toutefois elles sont difficiles à déchiffrer à grande distance.

Des erreurs d'identification peuvent également provenir d'une confusion dans la reconnaissance des couleurs. Il est donc important d'éviter l'utilisation de couleurs avec des tons proches (blanc/jaune, bleu/vert, rouge/rose/violet/orange...), et de tenir compte de la résistance aux UVs de certaines couleurs qui peuvent se délayer dans le temps (le blanc jauni, le jaune pâli, le bleu s'éclaircit et devient vert, etc.). Dans la mesure du possible, il est également conseillé de limiter l'utilisation de boucles auriculaires de couleur bleu clair, très difficilement reconnaissable.

Pour respecter le plan de marquage (**PARTIE 5.1.2.**), qui tient compte de ces critères, et éviter les erreurs lors de la pose de ce type de marquage, il est utile d'anticiper la préparation du matériel et de noter sur chaque boucle son emplacement prévu sur l'animal (côté « gauche » ou « droit »).

Pour limiter le risque de perte du marquage individuel, il est nécessaire d'équiper les deux oreilles du bouquetin avec des boucles. De plus, l'utilisation complémentaire de colliers visuels permet de limiter la plupart des difficultés de lecture qui sont source d'erreurs d'identification, d'augmenter le nombre de combinaisons des marques nécessaires aux identifications individuelles, et d'augmenter la détectabilité du marquage.



© PNV - Jean-Paul FERBAYRE

MARQUER LES DEUX OREILLES OPTIMISE L'IDENTIFICATION INDIVIDUELLE, PAR EXEMPLE EN CAS DE PERTE D'UNE BOUCLE AURICULAIRE.

### Avantages

- Prix très faible
- Très facile à mettre en œuvre
- Grande durabilité
- Identifiable lorsque le bouquetin est couché (tête visible), ce qui est fréquent chez cette espèce
- Détection à grande distance : plusieurs centaines de mètres avec un instrument d'optique

### Inconvénients

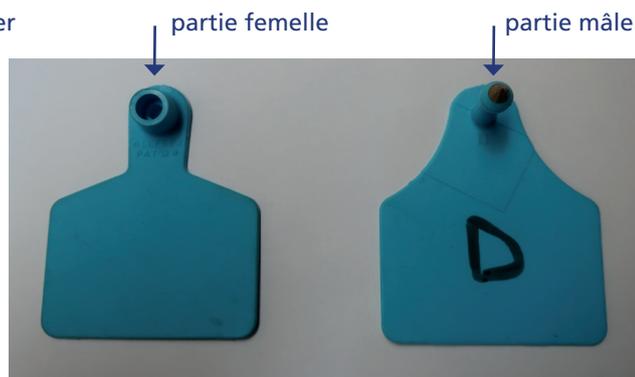
- Nombre limité de combinaisons, lié au nombre de couleurs discriminantes disponibles
- Nécessité de lire les marques sur les deux oreilles pour identifier un individu
- Confusion des couleurs possible
- Les couleurs pastel des derniers modèles sont peu reconnaissables
- Possibilité de perte de la boucle auriculaire, ce qui implique des problèmes d'identification
- Perception du grand public

### LISTE DU MATÉRIEL

- Paires de boucles auriculaires (type « pendentif », taille moyenne « Senior »), de couleur ou numérotées.
- Une pince à boucler
- Désinfectant (ex : éthanol 70°)



© PNV - Valérie HAGRY



© PNV - Julie ANDRU

LA PARTIE MÂLE DE LA BOUCLE AURICULAIRE S'EMBOÎTE SUR LE POINTEAU DE LA PINCE À BOUCLER (à gauche). LE «D» INSCRIT SUR LA BOUCLE AURICULAIRE (à droite) INDIQUE SON FUTUR EMPLACEMENT, SUR L'OREILLE DROITE DE L'ANIMAL, SELON LE PLAN DE MARQUAGE.



## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin d'élevage

## MISE EN ŒUVRE

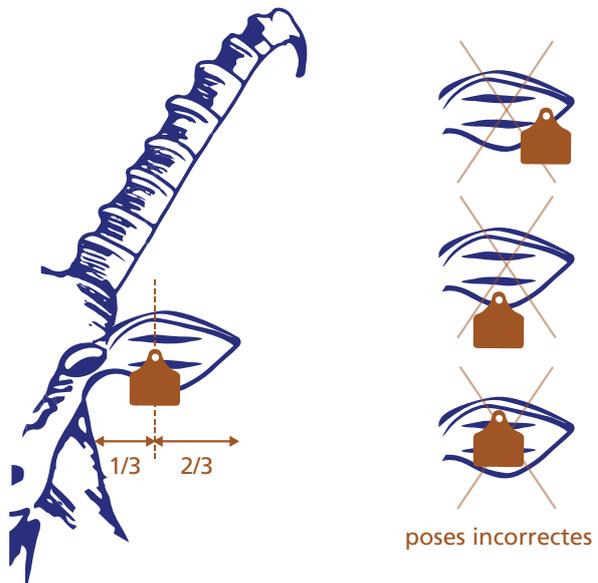
### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : préparer le matériel

- Le matériel doit être stocké dans un endroit propre.
- Vérifier le bon état du pointeau de la pince, c'est-à-dire l'axe sur lequel s'emboîte la boucle.
- Pour chaque individu, préparer des 'kits' correspondant aux combinaisons de couleurs et/ou numéros du plan de marquage, et noter au marqueur, à l'intérieur de chaque boucle, son emplacement prévu (oreille gauche ou droite).

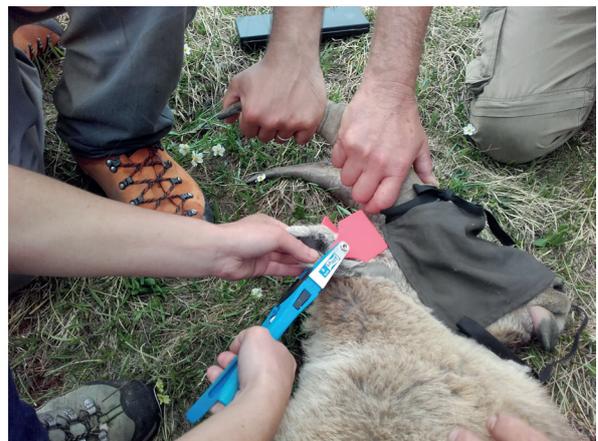
Remarque : noter le numéro d'identification de l'individu sur la boucle permet, en cas de perte, d'actualiser le plan de marquage si celle-ci est retrouvée sur le terrain.

### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : marquer le bouquetin

- Vérifier le code couleur individuel à utiliser d'après le plan de marquage (**PARTIE 5.1.2.**).
- La partie mâle et la partie femelle de la boucle auriculaire doivent être désinfectées.
- Insérer la boucle mâle sur le pointeau de la pince et la boucle femelle dans la loge opposée.
- La boucle auriculaire doit être placée entre les deux axes cartilagineux de l'oreille, et à une distance de la tête équivalente à un tiers de la longueur totale de l'oreille (**FIGURE 5.1**). Si une biopsie a été effectuée avec un poinçon (**PARTIE 7.3.4**), il convient de fixer la boucle dans le trou préalablement percé.
- La partie mâle de la boucle doit s'insérer dans la partie interne de l'oreille, afin de faciliter son bon positionnement entre les cartilages.
- Une fois l'ensemble pince/boucle positionné sur l'oreille, fermer la pince à son maximum pour garantir une bonne pose de la boucle et éviter qu'elle ne se détache ultérieurement.
- Manipuler la boucle sur l'oreille après fixation (tourner un quart de tour vers la gauche et vers la droite), pour favoriser la cicatrisation de l'oreille et vérifier la bonne fixation du dispositif.



**FIGURE 5.1.** LA BOUCLE AURICULAIRE DOIT ÊTRE CORRECTEMENT POSITIONNÉE POUR ÉVITER DE BLESSE L'ANIMAL ET PERMETTRE LA DURABILITÉ DU MARQUAGE.



FERMER LA PINCE À SON MAXIMUM POUR FIXER CORRECTEMENT LA BOUCLE SUR L'OREILLE.

### 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : enregistrer le code du marquage.

Reporter les codes des boucles (couleurs et/ou numéros) et leur emplacement (oreille gauche ou droite) sur la fiche d'identification de l'animal, en lien avec le plan de marquage.

© PNV - Marie TOULOTTE

© RVNHPV - Hervé TOURNIER

### 5.2.2.1 Principe

Cette technique de marquage consiste à équiper le cou des animaux avec un collier, qui peut être coloré et constituer un marquage à lui seul. Il est possible d'accrocher sur le collier des fanions colorés ou des plaques portant des inscriptions, comme des lettres ou des chiffres. Le couplage de ces deux systèmes (collier + fanions/plaques) permet des centaines de combinaisons différentes pour constituer des marquages individuels uniques.



LA FIXATION DE FANIONS OU DE PLAQUES SUR LES COLLIERS AUGMENTE LA DÉTECTABILITÉ ET LE NOMBRE DE COMBINAISONS DE MARQUAGES INDIVIDUELS.

Plusieurs systèmes de colliers ont été testés, avec l'utilisation de différents matériaux. Le retour d'expérience indique que les contraintes sont différentes pour les mâles et les femelles :

- Pour les femelles, le système des « colliers plastiques ovins » est à privilégier. Ces colliers sont disponibles en plusieurs couleurs. Seules les femelles âgées de plus de 2 ans, dont la circonférence du cou a atteint sa taille définitive, peuvent être équipées de ce type de collier en plastique.
- Pour les mâles, deux contraintes viennent s'ajouter : les adultes arrivent à casser la plupart des systèmes en se grattant, et la prise en compte de la forte croissance à venir des jeunes individus impose d'utiliser des colliers suffisamment grands pour éviter tout risque d'étranglement, mais assez serrés pour éviter tout accident (**ENCADRÉ 4**). Il est indispensable d'utiliser des systèmes extensibles pour les jeunes mâles (< 5 ans). Les mâles âgés de plus de 6 ans peuvent être équipés des différents types de colliers résistants.

Par rapport à la simple pose de boucles auriculaires, l'utilisation de colliers visuels permet de repérer plus facilement les individus marqués, et rend également leur identification plus aisée. Quel que soit le système de collier visuel mis en place, il est primordial d'utiliser un double marquage (boucles auriculaires) le temps d'évaluer la résistance du collier, et des fanions, sur une durée de 10 à 15 ans.

#### Avantages

- Prix faible
- Auto-fabrication possible
- Bonne durabilité chez les femelles
- Fanions lettrés adaptés à un programme de sciences participatives (lecture aisée)
- Détection à grande distance (jusqu'à 2 000 mètres avec un instrument d'optique)

#### Inconvénients

- Non adapté pour les très jeunes animaux (femelles < 2 ans ; mâles < 5 ans)
- Durabilité limitée chez les mâles adultes
- Perception du grand public



#### ENCADRÉ 4. L'AJUSTEMENT D'UN COLLIER AUTOUR DU COU DU BOUQUETIN : NI TROP SERRÉ, NI TROP LÂCHE

Tenir compte de la forte croissance du cou chez cette espèce : équiper uniquement des individus susceptibles de ne pas s'étrangler avec le collier, c'est-à-dire des femelles juvéniles et adultes, et des mâles adultes (femelles  $\geq 2$  ans ; mâles  $\geq 5$  ans). Sur le terrain, il est primordial d'ajuster au mieux le collier autour du cou de l'animal. D'usage, il s'agit de régler la longueur du collier de manière à ce que le manipulateur puisse insérer deux doigts entre le cou de l'animal et la sangle du collier. Un espace de 4 cm entre le cou et le collier permet une croissance de tour de cou de 12,5 cm, ce qui est conséquent.

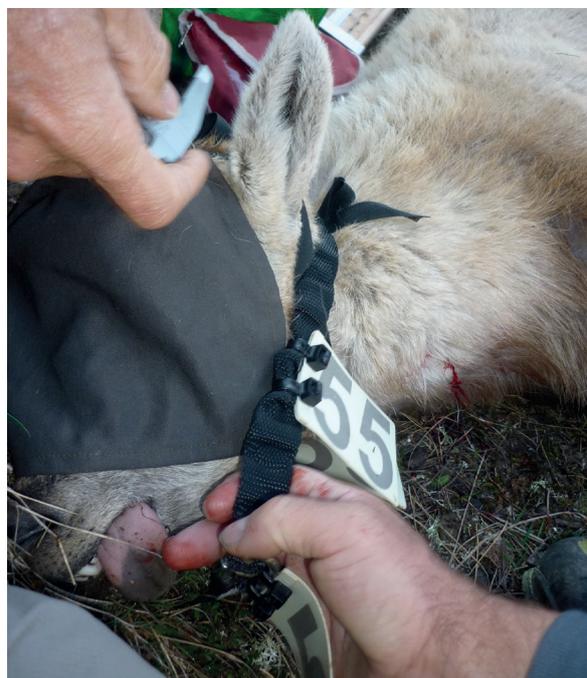
L'ajustement du collier est une étape cruciale. S'il convient de ne pas trop le serrer, les problèmes observés sont souvent survenus suite à un ajustement trop lâche des colliers (colliers vrillés, ou plus grave, colliers passant devant le museau et se coinçant autour des cornes, passage d'une patte avant dans le collier, accrochage avec la végétation...). Dans tous les cas, bien vérifier que le collier ne peut pas passer devant le museau.

Une méthode consiste à pré-régler les colliers en fonction des données de taille du tour de cou disponibles pour la population. A titre indicatif, d'après les données biométriques des bouquetins présents dans le Parc national de la Vanoise, des pré-réglages compris entre 45 et 62 cm pour les mâles, et entre 28 et 40 cm pour les femelles ont été définis, avant ajustement au cou des animaux sur le terrain.



© PNW – Nathalie TISSOT

UN COLLIER AJUSTÉ DOIT LAISSER UN ESPACE MINIMUM DE 4 CM DE DIAMÈTRE SUPPLÉMENTAIRE AUTOUR DU COU DE L'ANIMAL.



© PNW – Julie ANDRU

UN COLLIER AJUSTÉ NE DOIT PAS POUVOIR PASSER DEVANT LE MUSEAU DE L'ANIMAL.

#### 5.2.2.2. Les colliers plastiques colorés

##### LISTE DU MATÉRIEL

- Collier plastique ovin coloré. Il existe toute une variété de couleur. Choisir des couleurs bien visibles et discriminantes
- Cutter
- Perceuse
- Rivets de 4,8 x 16 C.14
- Pince à riveter
- Rondelles de 5 mm intérieur et 20 mm extérieur)
- Mètre de couturière



© PNW – Christophe GOTTI

LE RETOUR D'EXPÉRIENCE ATTESTE QUE LES COLLIERS « PLASTIQUES OVINS » NE SONT PAS ASSEZ RÉSIDANTS POUR MARQUER DURABLEMENT LES BOUQUETINS MÂLES.

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage et magasin d'élevage pour le collier plastique ovin coloré.

## MISE EN ŒUVRE

Le collier vendu dans le commerce est de la bonne taille pour les femelles. Il est trop fragile pour être utilisé chez les mâles

### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : préparer le matériel

- Fermer le collier de telle sorte que la circonférence à l'intérieur soit d'environ 40 cm, dimension adaptée au cou des étages.
- Percer 2 trous pour les futurs rivets de fixation : percer les 2 couches superposées en faisant un trou et un second pour fixer l'extrémité du collier (à l'intérieur).
- Fixer éventuellement le marquage complémentaire (plaques ou fanions) sur le collier à l'aide de rivets.

Remarque : Ce type de collier est à éviter pour marquer les mâles. Dans le cas où la construction d'un collier pour mâle est nécessaire, assembler deux colliers plastiques ovins à l'aide de rivets depuis l'intérieur du collier pour ne pas blesser l'animal, et régler à une circonférence de 60 cm.



LES COLLIERS PLASTIQUES « OVINS » SONT PRÉALABLEMENT PERCÉS AUX ENDROITS DE FIXATION DES RIVETS. COLLIER POUR UN BOUQUETIN MÂLE (en haut) ET POUR UNE ÉTAGNE (en bas).

### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : marquer le bouquetin.

- Vérifier les marques individuelles à utiliser d'après le plan de marquage (**PARTIE 5.2.**).
- Remarque : noter le numéro de l'individu sur le collier, permet en cas de perte, d'actualiser le plan de marquage, si celui-ci est retrouvé sur le terrain.
- Placer le collier autour du cou de l'animal.
- Ajuster à la circonférence du cou (**ENCADRÉ 4**).
- Fermer le collier avec des rivets, depuis l'intérieur du collier pour ne pas blesser l'animal, à l'aide d'une pince à rivets.
- Couper le surplus de plastique avec un cutter si nécessaire.

### 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : Enregistrer le code du marquage.

Reporter le code du collier (couleur, fanions) sur la fiche d'identification de l'animal, en lien avec le plan de marquage.

## 5.2.2.3. Les colliers cordes

### LISTE DU MATÉRIEL

- Corde tressée de 10 mm de diamètre
- Maillon rapide de 46 mm
- Colliers à oreille de 13/15 mm
- Colliers de serrage plastique (rilsan)
- Cutter



- Briquet
- Tenaille
- Mètre de couturière.

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage

## MISE EN ŒUVRE

### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : préparer le matériel

- Couper la corde : 70 cm pour un collier femelle, et 100 cm pour un collier mâle.
- Brûler les 2 extrémités et rabattre la corde de chaque côté : de 15 cm pour un collier femelle, et 20 cm pour un collier mâle.
- Glisser 2 colliers à oreilles sur chacune des parties doubles pour un collier femelle : positionner l'un d'eux vers l'extrémité où se trouve le brin libre, et l'autre à environ 3 cm de la pliure de la corde. Pour un collier mâle utiliser 3 colliers à oreilles de chaque côté pour qu'il n'y ait pas trop d'espace créant une boucle : 2 plus proches du maillon rapide pour laisser la place de fixer un fanion ou une plaque.
- Installer le marquage complémentaire. Fixer les plaques avec des colliers de serrage plastique (rilsan), ou les fanions en les insérant autour de la corde.
- Fixer les colliers à oreille d'un seul côté à l'aide de la tenaille, en écrasant les colliers à oreilles. Ceux de l'autre côté doivent rester indemnes pour permettre à la corde de glisser pour ajuster le collier au tour de cou de l'animal lors de la capture.
- Positionner le maillon rapide dans les 2 boucles au niveau des pliures de corde.



© PNV – JULIE ANDRU



© PNV – Franck PARCHOUX

LES COLLIERS « CORDE » SONT ÉQUIPÉS DE FANIONS COLORÉS (en haut) OU DE PLAQUES CODÉES (en bas).

### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : marquer le bouquetin

- Vérifier les marques individuelles à utiliser d'après le plan de marquage (**PARTIE 5.2.**).
- Placer le collier autour du cou de l'animal.
- Fermer et serrer fortement le maillon rapide à l'aide d'une pince.
- Ajuster à la circonférence du cou (**ENCADRÉ 4**).
- Fermer le collier corde en écrasant les colliers à oreilles restés indemnes à la fabrication.



© Eric BELLEAU

FAIRE GLISSER LA CORDE DU COLLIER POUR L'AJUSTER À LA TAILLE DU COU DU BOUQUETIN, PUIS ÉCRASER LES COLLIERS À OREILLES AVEC LA TENAILLE POUR LE FIXER.

**3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE :** enregistrer le code du marquage.

Reporter le code du collier (couleur, fanions) sur la fiche d'identification de l'animal, en lien avec le plan de marquage.

#### 5.2.2.4. Les colliers sangles extensibles

Remarque : Ce type de collier est à éviter pour marquer les mâles adultes, car il ne semble pas assez résistant.

##### LISTE DU MATÉRIEL

- Collier sangle extensible, muni d'œillets aux extrémités, d'une longueur de : 28 cm (40 cm en extension) pour les femelles et de 45 cm (62 cm en extension) pour les mâles.
- Maillon rapide de 46 mm

##### LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage. Exemple de fournisseur de collier extensible : Pro Baches Design (34200 SÈTE).

##### MISE EN ŒUVRE

**1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE :** préparer le matériel

Installer le marquage complémentaire. Fixer les plaques avec des colliers de serrage plastique (rilsan), ou les fanions en les insérant autour du collier.

**2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE :** marquer le bouquetin

- Vérifier les marques individuelles à utiliser d'après le plan de marquage (**PARTIE 5.2.**).
- Placer le collier autour du cou de l'animal.
- Fermer et serrer fortement le maillon rapide à l'aide d'une pince.

**3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE :** Enregistrer le code du marquage.

Reporter le code du collier (couleur, fanions) sur la fiche d'identification de l'animal, en lien avec le plan de marquage.



ÉQUIPER LES COLLIERS EXTENSIBLES AVEC DES FANIONS COLORÉS OU DES PLAQUES CODÉES.



FERMER LES COLLIERS EXTENSIBLES À L'AIDE D'UNE PINCE.

© PNV – Valérie HAGRY

© PNV – Nathalie TISSOT

#### 5.2.2.5. Les fanions colorés

Les fanions seront visibles de part et d'autre du cou de l'animal : à gauche, au milieu, à droite.

##### LISTE DU MATÉRIEL

- Bâche de camion colorée
- Ciseaux
- Colle forte pour plastique souple
- Rivets aveugles diamètre 3.2 mm
- Rondelles adaptées
- Pince à rivet



## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage.

## MISE EN ŒUVRE

### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : fabriquer les fanions.

- Choisir les couleurs en fonction du plan de marquage.
- Découper un rectangle dans la bâche de camion : 6 x 20 cm pour les femelles, et 7 x 24 cm pour les mâles.
- Plier le rectangle en 2 dans sa longueur.
- Coller les deux parties ainsi superposées. Dans le cas d'une fixation des fanions sur un collier corde ou extensible, veiller à laisser un espace dans la pliure pour le passage du collier. Cette étape peut être réalisée directement sur le collier.

### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : fixer les fanions colorés au collier.

- Positionner les 3 fanions sur le collier. Pour les colliers cordes ou extensibles : 1 de chaque côté du maillon rapide et 1 au niveau du maillon rapide.
- Fixer les fanions à l'aide de rivets.
- Possibilité de renforcer la pliure de fixation en la doublant à l'intérieur avec un morceau de bâche pris dans les 2 premiers rivets.

Remarque : Si les couleurs des fanions latéraux sont différentes, il est utile de fabriquer un fanion central bicolore, avec des couleurs correspondants aux couleurs des fanions latéraux. Pour construire ce fanion bicolore, superposer un rectangle de couleur différente par collage et rivetage. Cette technique permet ainsi de déterminer la couleur du fanion latéral caché par l'animal observé de profil, améliorant et facilitant l'identification visuelle de l'animal.



© PNV - Nathalie TISSOT

LES FANIONS PEUVENT ÊTRE BICOLORES POUR AUGMENTER LE NOMBRE DE COMBINAISON.

### 5.2.2.6. Les plaques lettrées ou numérotées

## LISTE DU MATÉRIEL

- Plaque numérotée
- colliers de fixation (type rilsan)

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage. Exemple de fournisseur de plaques: NP Creation SAS (01100 ARBENT France) : [direction@np-creation.com](mailto:direction@np-creation.com)

## MISE EN ŒUVRE

### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : préparer le matériel

Les plaques peuvent se commander sur mesure. Il est préférable de choisir une impression noire sur fond blanc afin que le contraste soit bien marqué et que la plaque soit lisible à distance. Les plaques de 10 x 6 cm sont percées de deux petite fentes sur un côté renforcé.

## 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : fixer les plaques au collier.

Positionner les plaques de chaque côté et au centre du collier (au niveau du maillon rapide pour les colliers cordes ou extensibles). Fixer les plaques à l'aide de colliers de fixation (type rilsan).



© Éric BELLEAU

LES PLAQUES FACILITENT L'IDENTIFICATION DES ANIMAUX.

## 5.2.3 Les colliers VHF

### 5.2.3.1 Principe

Ces colliers comportent un émetteur d'ondes radios à très haute fréquence (VHF, Very High Frequency) associé à une batterie et une antenne. Le paramétrage d'une fréquence d'émission différente par collier, émise de façon continue ou pulsée, permet de repérer individuellement chacun des animaux équipés à l'aide d'un récepteur VHF.

© PNV - Ludovic IMBERDIS



UN BOUQUETIN ÉQUIPÉ D'UN COLLIER VHF (à gauche) PEUT ÊTRE LOCALISÉ SANS CONTACT VISUEL GRÂCE À UNE ANTENNE VHF (à droite).



© PNV - Julie ANDRU

La localisation de l'animal se fait à distance, sans nécessité de contact visuel, grâce à la méthode de triangulation (**ENCADRÉ 5**).

Ces colliers sont relativement légers et peuvent potentiellement rester en place sur l'animal toute sa vie. Pouvant être colorés, ceux-ci peuvent servir de marquage visuel permanent, avec la possibilité d'y ajouter des fanions ou des plaques (**PARTIE 5.1.2.**). Un « capteur d'activité » permet de détecter si le collier est immobile plusieurs heures, ce qui est un indicateur probable de la mort de l'individu. Dans ce cas, le signal VHF émis est différent du signal normal, et correspond à un « signal de mortalité » indicateur de la potentielle mort de l'individu. Dans ce cas, il est nécessaire de rechercher l'animal avec le récepteur VHF. En montagne, l'utilisation du récepteur VHF nécessite d'être expérimenté pour appréhender les nombreux échos, sources d'erreurs dans la localisation des individus.

#### Avantages

- Permet une recherche active (par télémétrie)
- Matériel léger (environ 400 grammes)
- Longue durée de vie des batteries (4-5 ans)
- Sert aussi de marque visuelle (couleur, ajout de fanions)
- Signal de mortalité

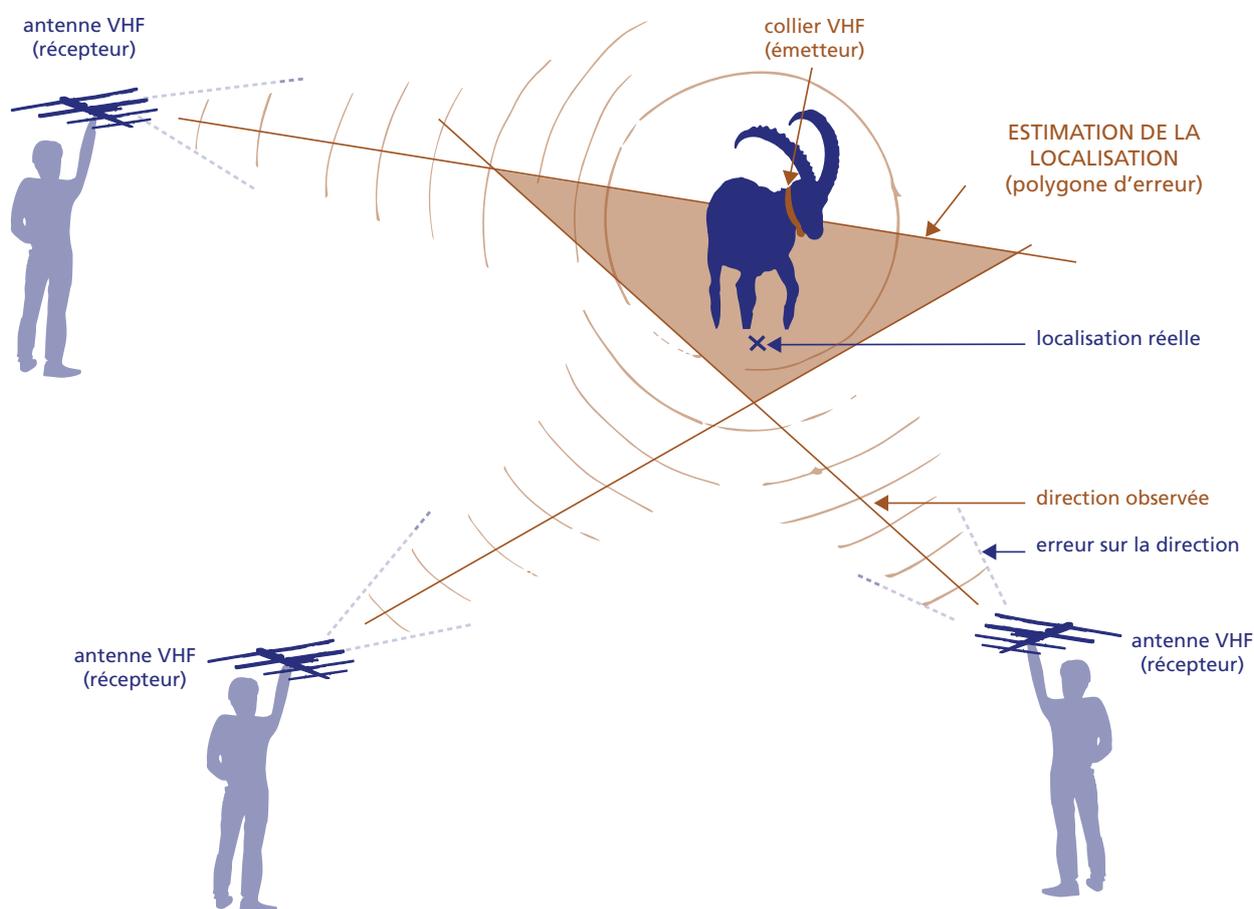


## Inconvénients

- Prix élevé
- Certains modèles de colliers perdent leur couleur, d'autres se cassent chez les mâles
- Problèmes d'interférences avec d'autres ondes radio
- Problèmes d'identification liés à l'utilisation des mêmes fréquences VHF sur d'autres espèces dans d'autres programmes d'étude (se renseigner au préalable)
- Contraintes de détection du signal (réflexion du signal à proximité de parois rocheuses,...)
- Perception du grand public

## ENCADRÉ 5 : LE PRINCIPE DE LA TRIANGULATION

La triangulation consiste à détecter la fréquence VHF recherchée, et la direction d'émission de ce signal, à plusieurs endroits sur le terrain. Les coordonnées du point d'intersection des directions d'émissions obtenues, permettent d'estimer une localisation de l'animal, en fonction de différents paramètres (angles des directions, coordonnées des antennes réceptrices, distance des antennes au point...) (FIGURE 5.2.).



© PNV- Marie TOULOTTE

FIGURE 5.2. LE PRINCIPE DE LA TRIANGULATION PERMET LA LOCALISATION D'UN COLLIER VHF.

Bien que cette méthode de localisation repose sur au moins deux directions d'émission du signal recherché, la précision de la localisation géographique de l'animal est optimisée en augmentant le nombre de directions enregistrées par l'observateur. Il est recommandé de ne pas enregistrer la direction du signal lorsque la réception de celui-ci est trop faible.

Remarque : sur les terrains accidentés, souvent occupés par les bouquetins, il est fréquent que les signaux se réfléchissent contre les parois rocheuses et compliquent la localisation de l'animal.

## LISTE DU MATÉRIEL

- Collier émetteur VHF
- Boulons, écrous et plaque métallique de fixation, pour fermer le collier. Prévoir du matériel supplémentaire de remplacement, en cas de perte lors de la capture.
- Récepteur VHF
- Optionnel : fanions à fixer sur le collier (partie 5.1.2.)

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage et fournisseur de colliers émetteurs VHF et de récepteurs VHF, comme par exemple : Followit (SW) (durée de vie 2-3 ans, 270 g), Telonics (USA) (durée de vie: 5 ans, 550 g), Biotrack (UK) (~100g), Microsensory (SP) (~100g),...

### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : préparer le matériel

Tester les colliers VHF et vérifier la fréquence d'émission, en enlevant l'aimant de la batterie.

Optionnel : fixer les fanions ou les plaques au collier (**PARTIE 5.1.2.**).

### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : marquer le bouquetin.

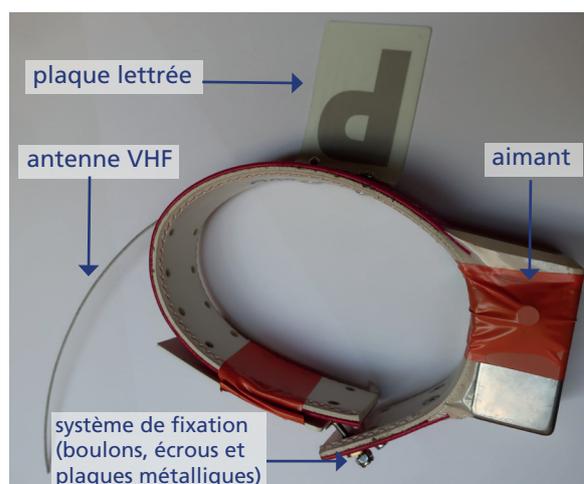
Positionner le collier autour du cou de l'animal. La principale problématique est celle du bon ajustement au cou de l'individu (**ENCADRÉ 4**).

Attacher le collier à l'aide de boulons, d'écrous et d'une clé.

Activer l'émetteur VHF du collier (ex : enlever l'aimant...).

### 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : enregistrer le code du marquage.

Reporter la fréquence de l'émetteur VHF et le type de collier (couleur, fanions) sur la fiche d'identification de l'animal, en lien avec le plan de marquage (**PARTIE 5.2.**).



PRÉPARER ET TESTER LE COLLIER VHF AVANT DE LE FIXER SUR UN BOUQUETIN.



INSCRIRE LA FRÉQUENCE D'ÉMISSION VHF SUR LE COLLIER PERMET D'ÉVITER LES ERREURS LORS DE L'OPÉRATION DE MARQUAGE.

## 5.2.4 Les colliers GPS

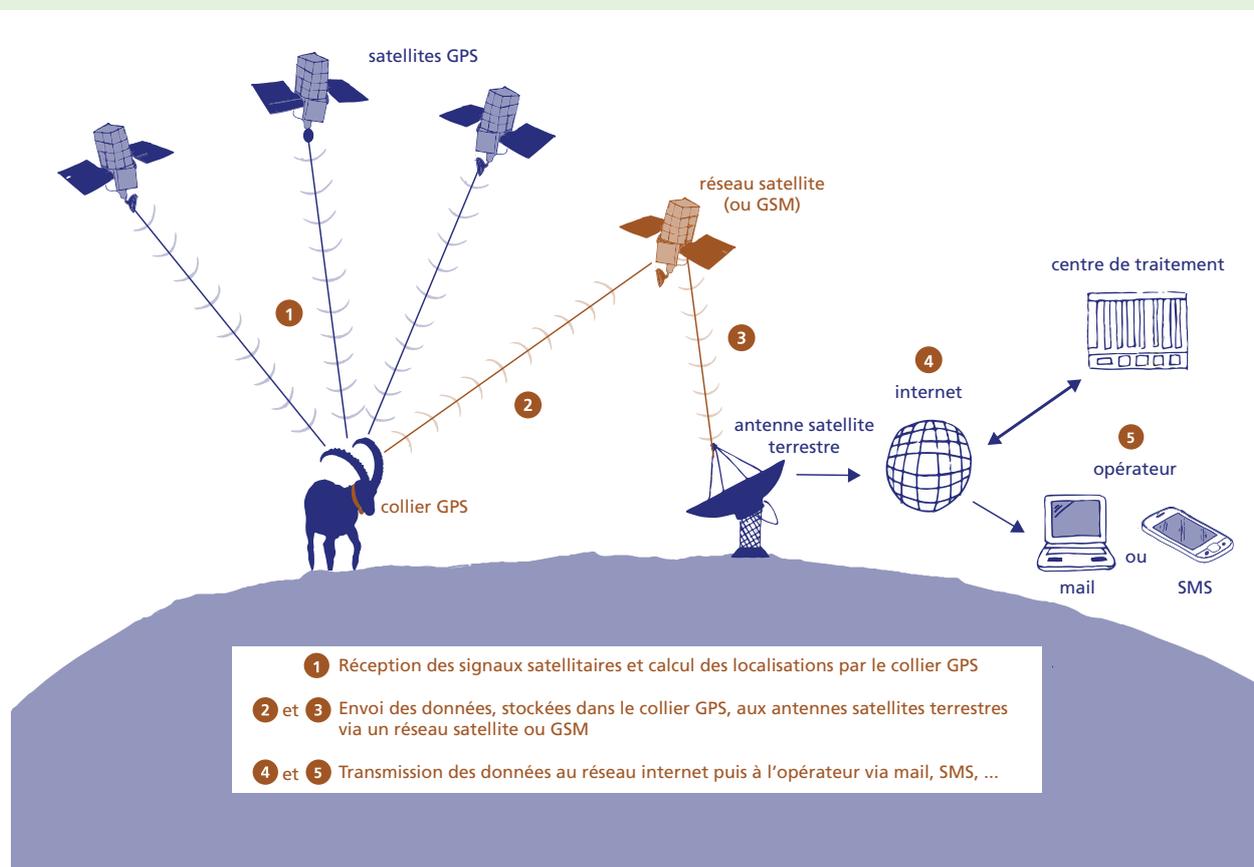
### 5.2.4.1 Principe

Depuis l'année 2000, de nombreux programmes d'étude du bouquetin utilisent cette technique. Elle permet de connaître les déplacements des individus, d'évaluer la taille des domaines vitaux, de comprendre la sélection d'habitat, de déterminer les causes de mortalité en retrouvant plus facilement les cadavres (grâce à une alerte de « mortalité »). Plus récemment, le développement des capteurs d'activité et accéléromètres a permis de s'intéresser au comportement des individus.



Le collier GPS (« Global Positioning System ») détermine sa position grâce aux satellites (**ENCADRÉ 6**). Les positions sont ensuite stockées dans le collier. Ces données peuvent être récupérées de différentes façons : (1) par récupération du collier ; (2) par transmission UHF à l'aide d'un boîtier branché sur un terminal de terrain ; (3) par transmission par le réseau GSM ; (4) par transmission par réseau satellite Iridium.

### ENCADRÉ 6. LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN COLLIER GPS



© PNW- Marie TOULOTTE

**FIGURE 5.3.** LES COLLIERES GPS COLLECTENT ET TRANSMETTENT DES DONNÉES VIA DES RÉSEAUX SATELLITES ET/OU GSM.

Les localisations par satellites sont généralement très précises, mais peuvent aussi enregistrer des localisations aberrantes. La qualité de ces localisations dépend du nombre de satellites captés par le récepteur GPS du collier, et de la distribution de ces satellites dans le ciel. Plus les satellites sont dispersés, plus la triangulation sera précise. Le récepteur GPS calcule la dilution de la précision « Dilution Of Precision » (DOP), qui est une indication de l'exactitude de la localisation.

Plus la DOP est élevée, moins elle est de bonne qualité. La DOP comprend différents indicateurs dont la dilution de précision horizontale (HDOP).

Remarque : Les positions obtenues avec au moins 3 satellites et une HDOP inférieure à 4 peuvent être considérées de bonne qualité (une HDOP de 5 ou 6 pouvant être considérée comme acceptable). Néanmoins ces paramètres peuvent varier selon les utilisateurs et les contextes d'études.

Une transmission régulière des localisations permet d'avoir la localisation des individus quasi «en temps réel», la plupart du temps à l'aide d'une application web. L'autonomie de la batterie dépend du fabricant, mais aussi de la programmation (nombre de localisations journalières), de la taille de la batterie, du mode de transmission des localisations, de la couverture GPS, du climat... Il existe des outils permettant de simuler la durée de vie de la batterie en fonction de ces paramètres (« battery estimator »), disponibles auprès des fabricants des colliers GPS. Pour maximiser la durée de vie des batteries, les retours d'expériences sur la programmation de collier GPS chez le bouquetin s'accordent à choisir un intervalle de

temps de 70 secondes pendant lequel le collier tente d'obtenir chaque localisation. Il a été constaté que dans les milieux montagnards, la probabilité de capter des signaux satellites au-delà de cette période n'est pas suffisante pour rentabiliser l'augmentation de l'intervalle de temps.

Un système de rupture automatique « drop-off » permet de libérer le collier de l'animal quand les batteries arrivent en fin de vie, ou si un mauvais positionnement du collier est observé sur l'animal. Ce système peut être déclenché « en direct » avec un récepteur, ou « à distance » via les satellites avec une application web. Si le collier GPS est couplé à un système VHF, celui-ci émettra un signal différent, lié à l'immobilité du collier décroché de l'animal. Ce signal permet de localiser et de récupérer le matériel grâce à un récepteur VHF (**ENCADRÉ 5**). Il est conseillé de déclencher le mécanisme de drop-off en direct sur le terrain, en contact visuel avec l'animal, afin de s'assurer que le collier ne se décroche pas dans un site inaccessible (falaise,...), de vérifier que le collier s'est bien détaché, et de pouvoir récupérer le matériel.

Les problèmes rencontrés sont liés à un mauvais ajustement du collier (**ENCADRÉ 4**), à un arrêt prématuré du fonctionnement, ou à un déclenchement intempestif des systèmes de drop-off.

L'utilisation de la technologie GPS demande une technicité importante, mais demande surtout de déterminer clairement les objectifs de l'étude afin d'adapter la programmation des colliers.



© PNW – Céline RUTTEN

BOUQUETIN MÂLE ÉQUIPÉ D'UN COLLIER GPS, D'UN COLLIER EXTENSIBLE AVEC PLAQUES, ET DE BOUCLES AURICULAIRES.

#### Avantages

- Information spatiale « facile » à acquérir
- Système de drop-off
- Réutilisable après changement de batterie
- Aide au suivi
- Signal d'alerte de mortalité, qui permet une recherche du cadavre rapidement après le décès. Cela augmente les chances de détermination des causes de mortalité et de récupération du matériel.
- Localisations géographiques obtenues à distance (pas de limites de portées)
- Localisations précises (latitude X, longitude Y, altitude Z) environ 95% des relevés < 50 mètres de précisions, et 99% des relevés < 100 mètres de précision.
- Possibilité de paramétrer des capteurs d'activité, etc.

#### Inconvénients

- Prix très élevé
- Durée de l'acquisition des données limitée à la durée de vie de la batterie
- Problème possible du mécanisme de drop-off (ne se déclenche pas), qui impose une recapture de l'animal
- Perception du grand public

#### LISTE DU MATÉRIEL

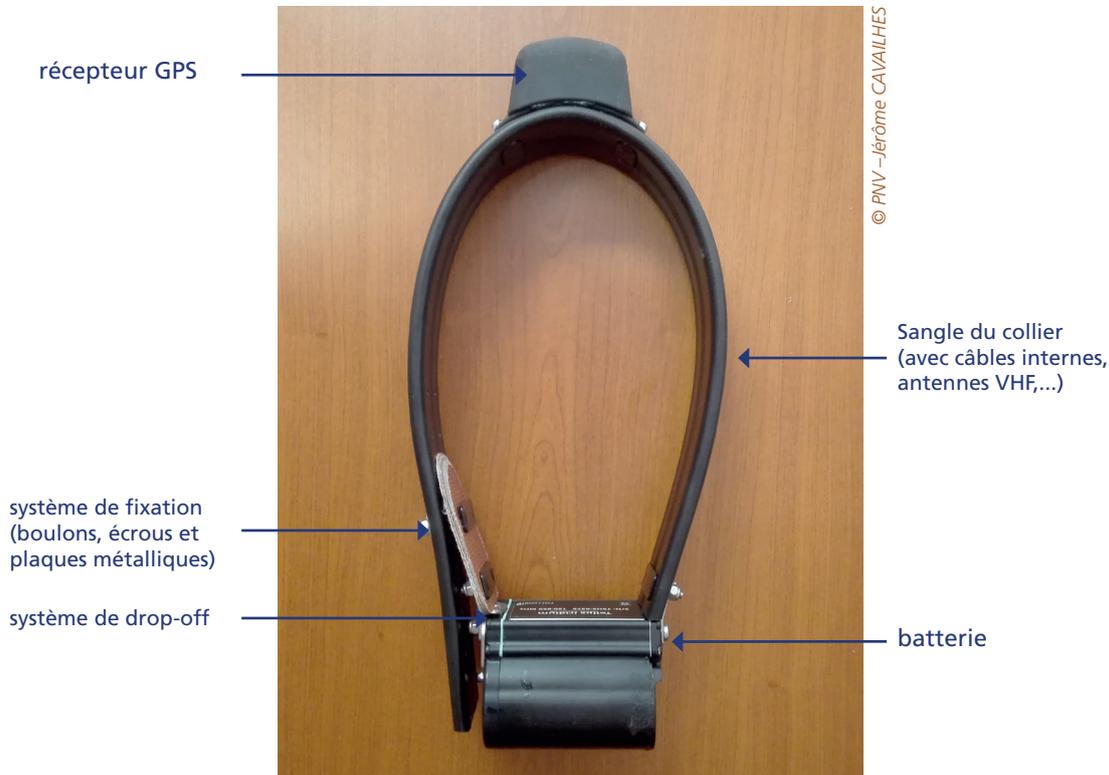
- Colliers GPS aux dimensions ajustables. Choisir des dimensions de tour de cou et des poids adaptés au bouquetin : 700 à 840 g pour les femelles et de 900 à 1100 g pour les mâles.
- Abonnement GPS.



- Boulons, écrous et plaque métallique de fixation, pour fermer le collier. Prévoir du matériel supplémentaire de remplacement.
- Récepteurs VHF.
- Émetteur UHF Drop-off et un terminal de terrain, selon le fournisseur, pour déclencher le Drop off sur le terrain.

### LISTE DES FOURNISSEURS

- Magasin de bricolage et fournisseur de colliers GPS et de récepteurs adaptés, comme par exemple : Vectronic (D), Followit (SW), Biotrack (UK), MicroSensory (SP), etc.



EXEMPLE DE COLLIER GPS

### MISE EN ŒUVRE

#### 1<sup>ÈRE</sup> ÉTAPE : préparer le matériel

- Réfléchir à plusieurs questions. Par exemple : Le fabricant assure-t-il une assistance technique après-vente ? Quelle est la fiabilité du matériel ? Quelle durée de vie de la batterie choisir par rapport aux objectifs ?...
- Prévoir un délai de livraison important pour les colliers GPS, de 4 à 12 semaines, dû au passage en douane des batteries lithium qui est réglementé.
- Programmer les colliers. Il est important de bien choisir la programmation pour répondre aux questions de l'étude. Avec certains colliers, il n'est pas possible de modifier le programme à distance. A noter que les heures du système sont en GMT.
- Activer les colliers et vérifier leur fonctionnement
- Paramétrer la réception des alertes de mortalité

Recommandation : Fixer les fanions ou les plaques au collier GPS, ou préparer des colliers visuels indépendants pour permettre de maintenir un marquage sur l'animal une fois le collier GPS récupéré (**PARTIE 5.1.2.**).

#### 2<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : marquer le bouquetin.

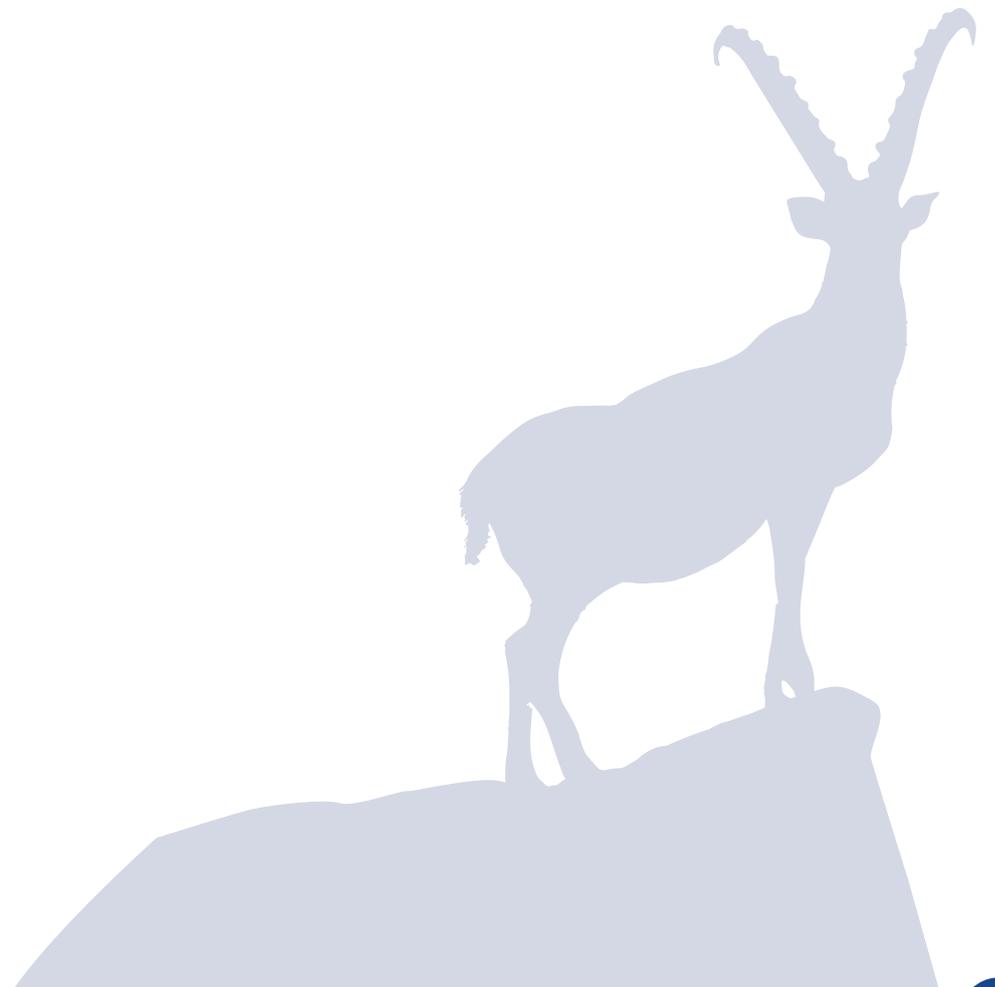
- Positionner le collier autour du cou de l'animal. La principale problématique est celle du bon ajustement au cou de l'individu (**ENCADRÉ 4**).
- Attacher le collier à l'aide de boulons, d'écrous et de la plaque métallique de fixation.
- Activer le collier (ex : enlever l'aimant...).



LA SANGLE DU COLLIER GPS DOIT ÊTRE AJUSTÉE À LA BONNE LONGUEUR, AVANT D'ÊTRE ATTACHÉE AUTOUR DU COU DU BOUQUETIN À L'AIDE D'UNE CLÉ À ÉCROUS. AFIN DE PERDURER L'IDENTIFICATION DE L'ANIMAL APRÈS LA RÉCUPÉRATION ULTÉRIEURE DU COLLIER GPS, UN COLLIER VISUEL PEUT ÊTRE POSÉ EN COMPLÉMENT DU COLLIER GPS.

### 3<sup>ÈME</sup> ÉTAPE : enregistrer le code du marquage.

- Reporter les informations du collier (numéro d'identification GPS, fréquence VHF, couleur des fanions, etc.) sur la fiche d'identification de l'animal, en lien avec le plan de marquage (**PARTIE 5.2.**).
- Surveiller régulièrement le bon fonctionnement de chaque collier. Il est possible qu'un collier n'émette pas de localisation quotidiennement (à cause de l'absence ou de la faible réception de signaux satellites), mais si un animal est localisé plusieurs jours avec les mêmes coordonnées GPS, cela peut être suspect et il convient d'aller sur le terrain pour vérifier que l'animal est en vie.





### INTRODUCTION

Les captures de bouquetins permettent de récolter des données biométriques, qui renseignent sur les caractéristiques de l'espèce et l'état des populations. La récolte de ces données est indispensable dans le cadre du suivi bio-démographique d'une population, car ce sont des indicateurs à la fois de la qualité individuelle (génétique, phénotypique, et condition physique), et de la relation population-environnement. Le suivi temporel de ces mesures permet d'appréhender comment les différents facteurs environnementaux agissent sur la condition des individus (densité de population, climat, disponibilité en ressources alimentaires, pathologies, ...), et donne des informations sur la variation temporelle de l'état d'équilibre entre la population et son environnement. Ces mesures constituent potentiellement un outil de suivi des populations en tant qu'indicateurs de changement écologique **ICE**.

**Pour être utilisée dans le cadre d'un suivi bio-démographique, une mesure doit avoir une signification biologique, et doit pouvoir être mesurée avec précision, et répétable.**

Historiquement, différentes mesures ont

été prises chez le bouquetin sur plusieurs territoires. En 2017, le Parc national de la Vanoise a réuni un groupe d'experts du bouquetin dans le cadre du programme européen ALCOTRA LEMED-IBEX, pour s'accorder à identifier les mesures biologiques les plus fiables et les plus pertinentes à récolter chez cette espèce (**TABLEAU 6.1**). Ce groupe de travail a abouti à un consensus, permettant de retenir des mesures standardisées de par leur fiabilité, leur mise en œuvre, et leur intérêt biologique. Ces mesures systématiques sont utilisables dans le cadre de suivis bio-démographiques, contribuent à l'harmonisation des territoires, et à terme, à un partage des données entre différents gestionnaires. A l'issue de ce consensus une fiche de récolte de données de terrain a été réalisée, toujours dans le but d'harmoniser la récolte et le partage des données chez cette espèce (**ANNEXE II**).

Dans ce chapitre sont présentées, dans un premier temps, les mesures standardisées, retenues comme devant être systématiques.

Dans un second temps sont listées d'autres mesures complémentaires pouvant faire localement l'objet d'études spécifiques.

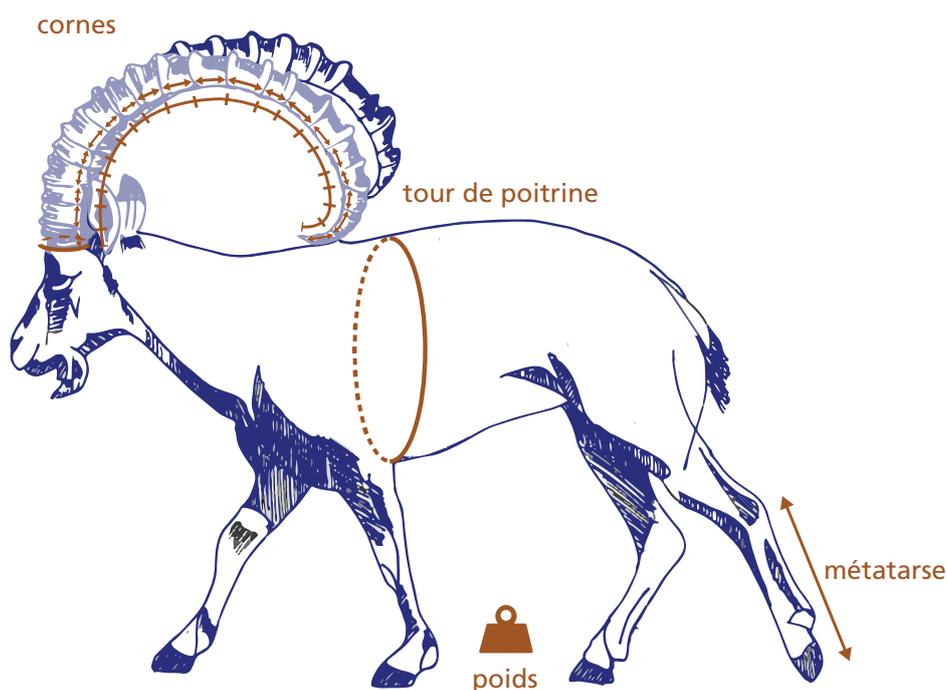


	Taille corporelle	Corpulence	Cornes
Mesures systématiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longueur du métatarse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tour de poitrine</li> <li>Poids (si conditions favorables)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longueurs postérieures des cornes et de leurs anneaux de croissance</li> <li>Longueurs latérales des anneaux de croissance</li> <li>Longueurs antérieures des cornes</li> <li>Circonférences de la base des cornes</li> </ul>
Mesures optionnelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longueur du corps</li> <li>Hauteur au garrot</li> <li>Longueur de mandibule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tour de cou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Longueurs antérieures des anneaux de croissance</li> <li>Circonférences des anneaux de croissance</li> <li>Écartement des cornes au sommet</li> </ul>

**TABLEAU 6.1** : PRINCIPALES DONNÉES BIOMÉTRIQUES RÉCOLTÉES CHEZ LE BOUQUETIN DES ALPES, TRIÉES SELON LEUR PERTINENCE, PAR UN GROUPE D'EXPERTS DU BOUQUETIN RÉUNIS EN OCTOBRE 2017 DANS LE CADRE D'UN PROGRAMME EUROPÉEN (ALCOTRA LEMED IBEX).

Les mesures sont à effectuer sur le terrain, pendant la capture de l'animal, pour limiter le stress et le risque de blessures lié au transport des individus vers un lieu de mesure central.

## 6.1 MESURES SYSTÉMATIQUES



© PNV - Marie TOULOTTE

### 6.1.1. Mesures systématiques de taille corporelle

En se basant sur des critères de précision, de répétabilité, et de validation en tant qu'indicateurs de changement écologique **ICE** utilisés chez d'autres espèces, la mesure de taille corporelle à retenir chez le bouquetin est la longueur du métatarse. La longueur totale du corps, la hauteur au garrot et la longueur de la mandibule étant peu précises.

#### 6.1.1.1. Longueur du métatarse

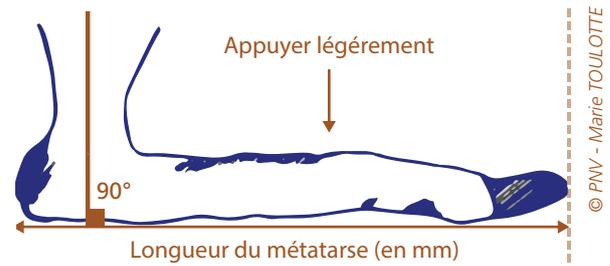
**MÉTHODE** : la mesure se fait obligatoirement avec un guyapon, pied à coulisse adapté.





LE POSITIONNEMENT DU MÉTATARSE DANS LA GOUTTIÈRE DU GUYAPON, AVEC LE TALON PLAQUÉE CONTRE LA TOISE, PERMET D'EN MESURER SA LONGUEUR AU MILLIMÈTRE PRÈS, GRÂCE AU CURSEUR QUI COULISSE JUSQU'À ÊTRE EN CONTACT AVEC L'ONGLE DE LA PATTE.

La longueur du métatarse se mesure sur une des pattes postérieures, indifféremment la gauche ou la droite, du talon jusqu'à la pointe des ongles. Pour la prise de mesure, la patte doit être si nécessaire préalablement libérée des entraves (**PARTIE 2.2.2.2**). L'articulation de la patte pliée à 90°, le métatarse parfaitement tendu doit être inséré bien à plat dans le guyapon (**FIGURE 6.1**). Une fois le talon plaqué contre la toise du guyapon, faire glisser le curseur du régllet jusqu'à l'extrémité de l'ongle.



**FIGURE 6.1** : LE BON POSITIONNEMENT DU MÉTATARSE DANS LE GUYAPON ASSURE UNE PRISE DE MESURE FIABLE.

Recommandation : Veiller à ce qu'il n'y ait aucune anomalie présente sur le métatarse mesuré, telle qu'une fracture ou un ongle anormal. Si les deux pattes présentent des anomalies, alors la mesure n'est pas exploitable.

#### Fiabilité

Cette variable a été validée comme **ICE** chez le cerf, le chamois, le chevreuil et le mouflon. Elle se mesure avec précision et grande répétabilité à l'aide d'un pied à coulisse adapté.

#### MATÉRIEL

- Guyapon : 70-95 € environ ; 1 200 grammes ; 670 x 90 mm

#### EXEMPLE DE FOURNISSEUR

- Frédéric Brachet  
177 Route du Mont Bogon  
74210 FAVERGES  
Tél : 06 26 18 43 35

Remarque : Ce matériel peut être raccourci pour limiter le poids lors du transport sur le terrain.

### 6.1.2 Mesures systématiques de corpulence

Peser un animal peut s'avérer scabreux lorsque l'animal est endormi dans un terrain trop accidenté. Il est donc recommandé de mesurer **systématiquement le tour de poitrine**, et de **prendre le poids seulement si les conditions le permettent**.

### 6.1.2.1 Tour de poitrine

Le tour de poitrine est un bon indicateur de corpulence.

**MÉTHODE** : Cette mesure s'effectue avec un mètre ruban, au plus près des pattes antérieures. Il est impératif que les différents opérateurs s'accordent ensemble sur l'intensité d'un serrage modéré pour éviter la variabilité des mesures entre opérateurs.

#### Fiabilité

L'analyse de cette variable a montré qu'elle est un bon indicateur du poids. Plus facile à réaliser que la pesée de l'animal, cette mesure est à privilégier.

#### MATÉRIEL

- Mètre ruban < 2 euros (fournisseur : mercerie).

### 6.1.2.2 Poids

Cette mesure doit être réalisée **uniquement** si l'animal est dans de bonnes conditions (demander l'avis au vétérinaire dans le cas d'un animal anesthésié), et si le terrain ne présente **aucun risque** d'accident pour les manipulateurs.

**MÉTHODE** : Le poids peut être mesuré de manière très précise et répétable s'il est pris avec un peson muni d'une fonction 'hold' (moyenne de 3 mesures sur un temps donné).

#### Précautions :

- L'animal doit être mis sur le flanc dans un filet. Prêter attention à bien maintenir l'animal dans cette position pendant toute la pesée, surtout dans le cas d'animaux endormis (risque de météorisation). Ne pas basculer l'animal sur le dos.
- Tarer le peson avant la prise de mesure.
- Lors de la saisie de mesure, penser à soustraire le poids du filet, des entraves, et de tout autre accessoire, au poids de l'animal.



© PNV - Nathalie TISSOT

LA PESÉE D'UN BOUQUETIN NE DOIT ÊTRE RÉALISÉE QUE DANS DES CONDITIONS OPTIMALES.

#### Fiabilité

Cette variable est largement utilisée chez un grand nombre d'espèces. C'est un excellent indicateur de qualité biologique, car il existe des relations statistiques entre le poids et différentes mesures de valeur sélective chez de nombreux ongulés (bouquetin, mouflon, chèvre des Rocheuses, chevreuil, cerf, mouton de Soay, ...)

#### MATÉRIEL

- Dynamomètre (100kg / 200 kg) : 400 grammes environ ; 100 € environ
- Crochet inox : 30 € environ
- Mousqueton inox : 30 € environ



- Filet (type filet à foin ; filet de sécurité pour skieur ; ...)
- Corde pour attacher le filet au crochet du peson
- Bâton très solide (supportant jusqu'à 100 kg) pour y attacher le mousqueton du peson et soulever l'animal à bout de bras

Exemple de Fournisseur de Dynamomètre et accessoires : <http://www.e-pesage.com>  
(Référence : dynamometre kern hcb-200k100)

### 6.1.3 Mesures systématiques des cornes

Les mesures des cornes des bouquetins sont fondamentales, elles fournissent des informations cruciales pour le suivi bio-démographique :

- Elles permettent la détermination précise de l'âge chez les mâles et les femelles (**ENCADRÉ 7**), essentielle à l'étude du fonctionnement démographique.
- Elles expriment la qualité génétique et phénotypique de l'individu
- Elles reflètent les conditions de l'année de naissance (**EFFET COHORTE**)
- Chaque anneau exprime les conditions de l'année en cours : densité, climat, disponibilité en ressources, événements pathologiques, stress...
- La longueur des anneaux de croissance des cornes constitue un **ICE** potentiel

En cherchant à maximiser le compromis entre données récoltées, temps passé à manipuler un animal, et continuité des données dans le temps, la liste des mesures suivante a été retenue :

Cornes concernées	Mesures	Mâles	Femelles	
Les deux cornes	Longueur totale des cornes	• antérieure	✓	✓
		• postérieure	✓	✓
	Circonférence à la base des cornes		✓	✓
	Distance entre l'extrémité des cornes		-	-
La plus longue	Longueur des anneaux de croissance	• latérale	✓	-
		• postérieure	✓	jusqu'à 5 ans

TABLEAU 6.2 : MESURES DE CORNES À PRENDRE A MINIMA SUR CHAQUE SITE.

Historiquement, certains sites ont utilisé un mètre ruban pour l'ensemble des mesures, d'autres un pied à coulisse. Pour la continuité temporelle des études, il est recommandé d'utiliser les méthodes de mesure décrites dans ce chapitre. **Les mesures se font au millimètre près.**

#### 6.1.3.1 Longueurs totales des cornes

**MÉTHODE** : Les mesures réalisées sur les parties **antérieures et postérieures** des cornes doivent être effectuées avec un mètre ruban tendu et plaqué sur la corne.

#### MATÉRIEL

- mètre ruban < 2 euros (fournisseur : mercerie).

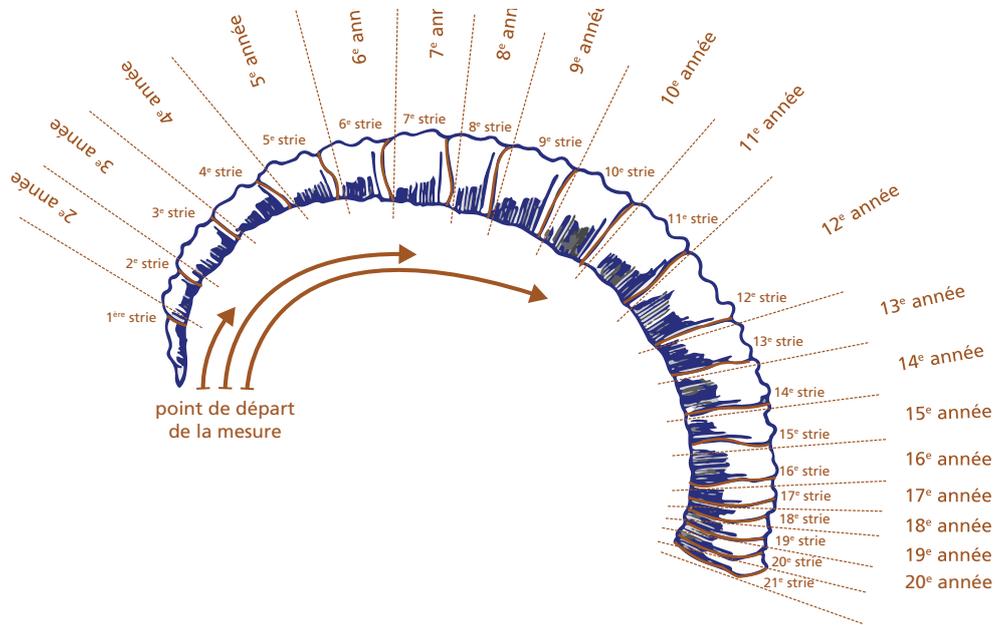


© PNV – Alexandre GARNIER

## ENCADRÉ 7 : DÉTERMINATION DE L'ÂGE CHEZ LE BOUQUETIN

L'âge du bouquetin peut être déterminé par deux approches : grâce à l'étude des cornes ou de la dentition (moins précis). Coupler ces deux méthodes permet de confirmer l'âge de l'animal.

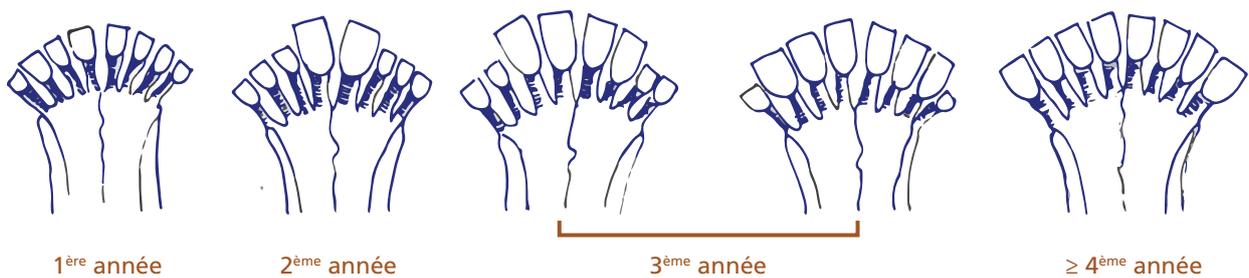
- **Cornes** : Le nombre d'anneaux de croissance correspond à l'âge de l'animal. Chez le bouquetin, la croissance des cornes est continue, mais avec une vitesse variable et très lente en hiver, ce qui crée une strie de croissance annuelle visible à l'œil nu. Les naissances ayant lieu fin mai / début juin, l'anneau de croissance est visible peu de temps avant la fin de l'année de vie en cours (**FIGURE 6.2**).



© PNV - Marie TOULOTTE

**FIGURE 6.2** L'ANNEAU DE CROISSANCE CORRESPONDANT À LA PREMIÈRE ANNÉE DE L'ANIMAL SE SITUE À L'EXTRÉMITÉ DE LA CORNE. L'USURE NATURELLE LE REND PARFOIS MOINS VISIBLE.

- **Dentition** : Le nombre d'incisives définitives présentes sur la mâchoire inférieure correspond à une classe d'âge. Cela permet d'estimer l'âge de l'animal jusqu'à ses 4 ans. La méthode consiste à compter le nombre total d'incisives définitives présentes sur la mâchoire inférieure, le bouquetin ne possédant pas d'incisives sur la mâchoire supérieure. On distingue les dents définitives des dents temporaires (dents de laits) par leurs tailles plus imposantes que ces dernières (**FIGURE 6.3**). L'apparition des incisives définitives peut varier individuellement, ce qui est source d'imprécision de l'estimation de l'âge de l'animal par cette méthode.

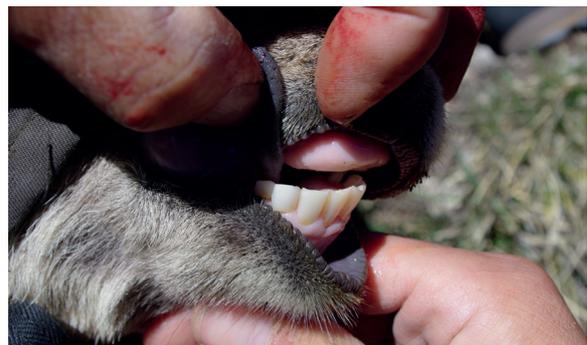


© PNV - Marie TOULOTTE

**FIGURE 6.3** LES INCISIVES DÉFINITIVES SONT ACQUISES PROGRESSIVEMENT AU COURS DE LA CROISSANCE DE L'ANIMAL, APPARAISSANT SUCCESSIVEMENT DEPUIS L'INTÉRIEUR VERS L'EXTÉRIEUR DE LA MÂCHOIRE.

**MÉTHODE** : Ouvrir délicatement la mâchoire pour compter les dents. Dans le cas d'un animal anesthésié, veiller à repositionner la langue à l'extérieur de la bouche après la manipulation (**CHAPITRE 3**).

Remarque : A la découverte d'un cadavre, une analyse, par coupe transversale d'une dent permet de déterminer l'âge de l'animal sans limite temporelle.



© ERIC BELLEAU



### 6.1.3.2 Circonférence de la base des cornes

**MÉTHODE** : Les mesures doivent être effectuées sur les deux cornes, avec un mètre ruban plaqué sur la base de la corne.

#### MATÉRIEL

- mètre ruban < 2 euros (fournisseur : mercerie).



© PNV – Alexandre GARNIER

### 6.1.3.3 Longueurs des anneaux de croissance

Historiquement, les mesures ont été faites sur la partie antérieure des cornes. Mais les parties postérieures et latérales permettent des mesures plus précises et répétables, car elles sont lisses (sans nodosités). De plus, elles ont été prises sur différents sites depuis les années 2000.

Mesurer tous les anneaux de croissance des deux cornes, sur les parties antérieures, postérieures, latérales, et sur la circonférence, est très intéressant d'un point de vue scientifique, mais peut être trop chronophage sur le terrain. De fait, les experts se sont accordés pour retenir la réalisation de ces mesures sur une seule corne.

**MÉTHODE** : Ces mesures s'effectuent à partir de l'extrémité de la corne jusqu'à sa base. La croissance des cornes se faisant à partir de leur base, l'anneau de croissance le plus éloigné du crâne correspond à la première année de vie de l'animal (**ENCADRÉ 6.1**).

Les mesures réalisées sur la partie postérieure (et historiquement antérieure) de la corne doivent être effectuées avec un mètre ruban plaqué sur la plus longue des deux cornes. Elles doivent être récoltées chez les femelles pour au moins les 5 premières années, et chez les mâles. Ces mesures s'effectuent depuis le sommet de la corne jusqu'aux stries des anneaux de croissance. Ce sont donc des longueurs cumulées, c'est-à-dire celle de l'anneau mesuré additionnée à celles des années antérieures (figure 6.2).

Par exemple, pour la deuxième année de vie de l'animal, la mesure se fait depuis l'extrémité de la corne jusqu'à la deuxième strie de croissance, et elle correspond à la somme des longueurs des deux premiers



© PNV – Alexandre GARNIER

MARQUER LES STRIES DE CROISSANCES À L'AIDE D'UN STYLO FACILITE LES PRISES DE MESURE (ICI SUR LA CORNE D'UN MÂLE).

anneaux de croissance. Cela permet d'augmenter la précision des mesures, en évitant de replacer le mètre ruban à chaque mesure d'anneau de croissance.

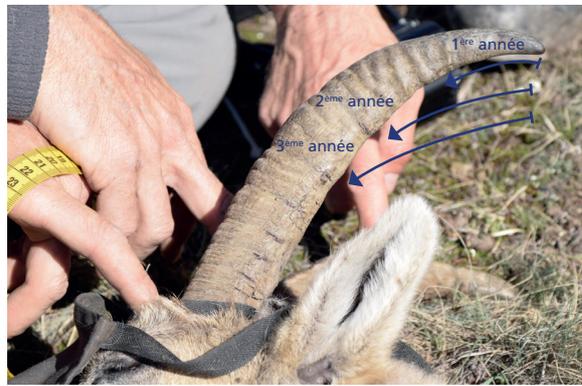
Les mesures réalisées sur la **partie latérale** de la corne doivent être effectuées avec un pied à coulisse, positionné au milieu de la ligne de croissance de chaque anneau de croissance. Elles doivent être récoltées chez les mâles, sur la plus longue des deux cornes. Ces mesures s'effectuent entre deux stries de croissance, et correspondent à la longueur de chaque anneau de croissance.

Recommandation : Pour les mâles, faire une photographie en plaçant le pied à coulisse sur la corne, calé à 10 cm pour servir d'éta-lonnage. Cela permettra des vérifications et limitera les erreurs éventuelles, qui peuvent survenir dans l'urgence de la manipulation et à terme de valider une nouvelle méthode à l'étude, qui consiste à mesurer les cornes à distance à partir de photographies (Brambilla & Canedoli 2014).

Remarque : Les longueurs latérales n'ont jusqu'à présent été mesurées que dans le Parc national du Grand Paradis (Italie), avec un pied à coulisse placé perpendiculairement aux anneaux de croissance. Les autres sites, qui mettent nouvellement cette mesure en place, sont donc appelés à utiliser cette méthode pour faciliter les comparaisons inter-populations.

### MATÉRIEL

- mètre ruban < 2 euros (fournisseur : mercerie).
- pied à coulisse : moins de 15 euros (fournisseur : magasin de bricolage)



© PNV – Valérie HAGRY

POUR CHAQUE LONGUEUR POSTÉRIEURE, LA MESURE COMMENCE À L'EXTRÉMITÉ DE LA CORNE (LONGUEURS CUMULÉES).



© PNV – Alexandre GARNIER

LE MÈTRE RUBAN DOIT ÊTRE PLAQUÉ SUR LA CORNE POUR OBTENIR UNE MESURE FIABLE.

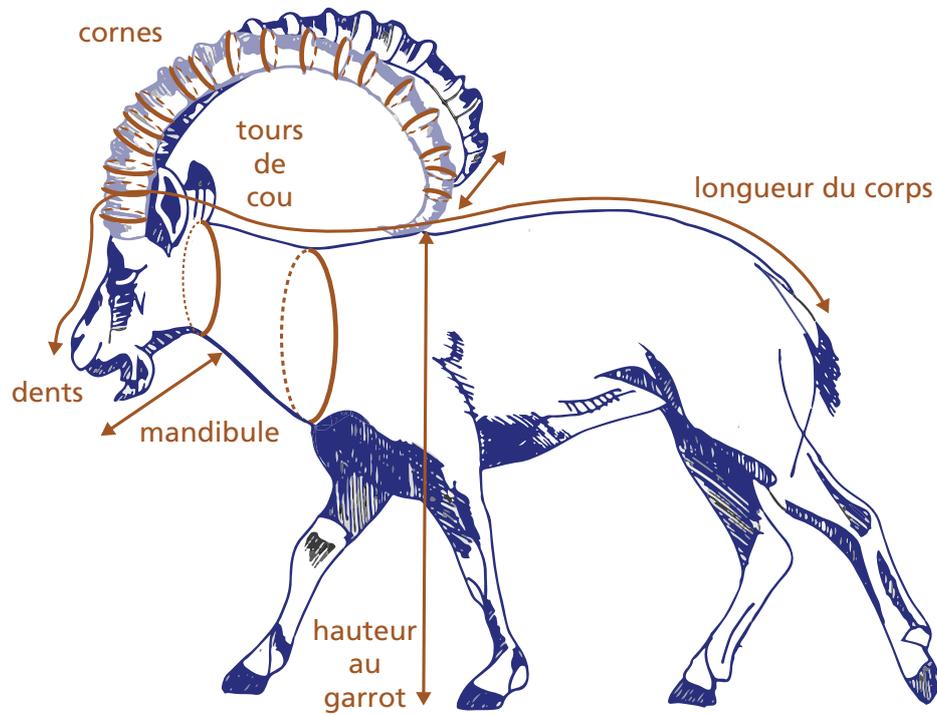


© PNV – Valérie HAGRY

LE PIED À COULISSE INDIQUE LA LONGUEUR LATÉRALE DE CHAQUE ANNEAU DE CROISSANCE.

## 6.2 MESURES OPTIONNELLES





## 6.2.1. Mesures optionnelles de taille corporelle

### 6.2.1.1. Longueur du corps

**MÉTHODE** : Cette mesure est réalisée à l'aide d'un mètre ruban le long de la colonne vertébrale, depuis l'extrémité du nez jusqu'à l'extrémité osseuse de la queue.

#### Fiabilité

Cette mesure est très peu répétable, avec une erreur de mesure très forte, car le mètre dévie facilement de la colonne vertébrale. Elle n'est mesurée chez aucune des autres espèces d'ongulés étudiées en France (chevreuil, cerf, mouflon, chamois...), et n'est pas utilisée dans les publications scientifiques internationales sur les ongulés.

### 6.2.1.3 Hauteur au garrot

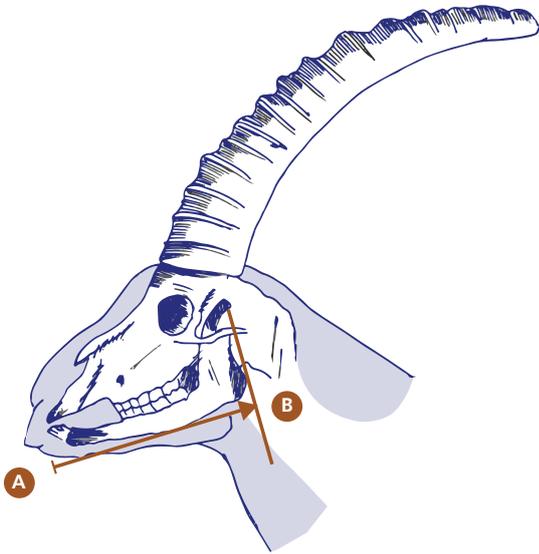
**MÉTHODE** : Cette mesure est réalisée à la verticale, du sol jusqu'à la plus haute structure osseuse fixe du corps (garrot), à l'aide d'un mètre ruban.

#### Fiabilité

Cette variable se révèle difficile à prendre avec précision et montre une grande variabilité entre opérateurs et en fonction de la position de l'animal. Elle présente donc une forte erreur de mesure. Comme pour la longueur du corps, elle n'est mesurée chez aucune des autres espèces d'ongulés étudiées en France (chevreuil, cerf, mouflon, chamois...), et n'est pas utilisée dans les publications scientifiques internationales sur les ongulés.

### 6.2.1.4 Longueur de mandibule

**MÉTHODE** : Cette mesure est réalisée de l'extrémité antérieure de la mandibule (pointe du menton sous les incisives) jusqu'à l'angle de la mandibule qui est visualisé en mettant le doigt verticalement contre la branche mandibulaire (**FIGURE 6.5**), à l'aide d'un mètre ruban ou d'un pied à coulisse. En aucun cas, prendre une mesure oblique jusqu'à l'articulation temporo-mandibulaire.



LES AXES A ET B REPRÉSENTENT LES REPÈRES PERMETTANT DE PRENDRE LA MESURE.



#### Fiabilité

Cette variable a été validée comme **ICE** chez le chevreuil, mais post-mortem, sur os nettoyé, et mesuré avec un pied à coulisse. Sur animal vivant, l'erreur de mesure se montre supérieure à la variabilité biologique.

## 6.2.2. Mesures optionnelles de corpulence

### 6.2.2.1 Tour de cou

Cette mesure est utile pour prédéfinir la taille des colliers utilisés pour le marquage individuel des bouquetins (**CHAPITRE 5**).

**MÉTHODE** : Cette mesure s'effectue avec un mètre ruban à deux endroits du cou : en haut (près de la gorge) et en bas (près du poitrail).

#### Fiabilité

Il s'agit d'une mesure peu répétable, sans signification biologique et inutilisable en tant qu'indicateur de qualité individuelle ou **ICE**.

## 6.2.3. Mesures optionnelles de cornes

Des mesures complètes sur les circonférences et sur les parties antérieures, postérieures, et latérales des anneaux de croissances des deux cornes permettent de détecter les erreurs de mesures éventuelles, d'estimer précisément le volume de chaque anneau, d'étudier l'asymétrie fluctuante, l'expression génétique... Néanmoins la réalisation de toutes ces mesures n'est pas raisonnable compte tenu du temps de manipulation de l'animal qui doit être réduit au maximum pour éviter tout accident et limiter le stress (**CHAPITRE 2**).

### 6.2.3.1 Écartement des cornes

Historiquement, l'écartement entre les deux cornes au sommet a été mesuré dans plusieurs sites d'études.



**MÉTHODE** : Cette mesure s'effectue traditionnellement avec un mètre ruban tendu entre l'extrémité de chaque corne.

#### Fiabilité

Cette variable n'a aucune valeur biologique et peut être abandonnée.



### 6.2.3.2 Anneaux de croissance

Les mesures systématiques des anneaux de croissance peuvent être complétées selon les sites en fonction des objectifs de l'étude qui y est menée (mesures précises des deux cornes, mesures de tous les anneaux chez les femelles, circonférence de tous les anneaux, etc...). Certains sites d'étude mesurent, pour chaque anneau de croissance, leur circonférence qui couplée à leur longueur antérieure et leur longueur postérieure, permet d'estimer le volume de chaque anneau. Le volume des anneaux de croissance peut constituer un meilleur indicateur de valeur sélective que la longueur des cornes, et être mieux corrélé aux facteurs environnementaux.





### INTRODUCTION

Les prélèvements d'échantillons biologiques sont à effectuer sur le terrain, pendant la capture de l'animal, pour limiter le stress et le risque de blessures lié au transport des individus vers un autre lieu.

La réalisation des prélèvements biologiques a pour objectif de détecter la présence d'éventuels agents pathogènes, grâce à l'analyse des prélèvements en laboratoire. Ce travail permet de connaître l'état sanitaire des populations, et sur le long terme, de surveiller l'évolution spatio-temporelle des prévalences des agents pathogènes, d'améliorer les connaissances sur leur mode de transmission, leur impact, et enfin de prévenir et contrer leur expansion et l'apparition de nouvelles maladies. Plusieurs maladies d'intérêt sont étudiées chez le Bouquetin, dont une liste exhaustive a été élaborée par des spécialistes dans

le cadre du programme ALCOTRA LEMED IBEX (**ANNEXE III**).

La surveillance sanitaire représente à la fois un enjeu de conservation pour la faune sauvage, dans le cas de maladies contagieuses, et un enjeu de santé publique, dans le cas de maladies transmissibles à l'homme comme la brucellose.

Depuis le récent développement des technologies moléculaires, les analyses des séquences d'ADN sont de plus en plus réalisées pour les études de la faune sauvage. Elles sont généralement réalisées à partir de biopsies, qui sont des prélèvements de tissus biologiques. Elles permettent, entre autres, d'apporter des connaissances sur l'origine et la dispersion des individus, et le fonctionnement des populations.

© PNV



HÉLIPORTAGE D'UN BOUQUETIN ATTEINT DE KÉRATO-CONJONCTIVITE



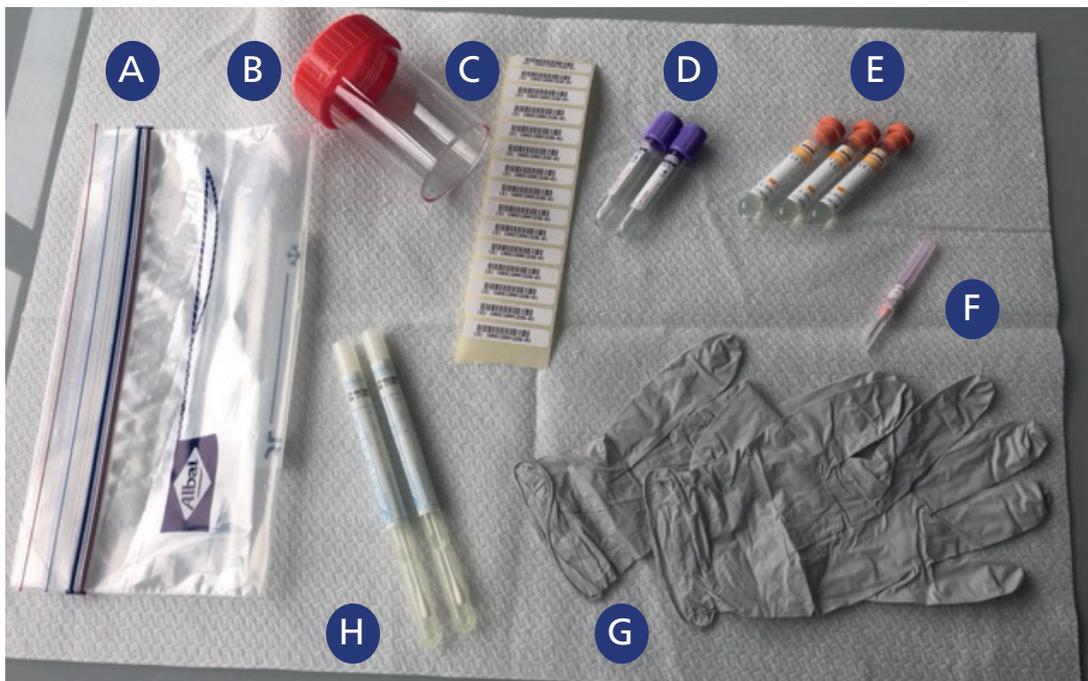
© PNV – Ludovic IMBERDIS

BOUQUETIN MÂLE DE 5 ANS ATTEINT DE KÉRATO-CONJONCTIVITE, MALADIE CONTAGIEUSE.



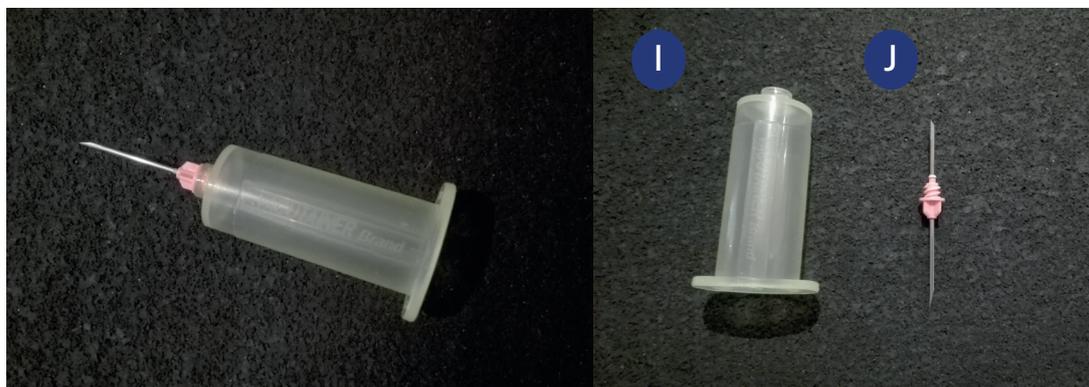
## 7.1 PRÉLÈVEMENTS POUR ANALYSES SANITAIRES

Pour faciliter la mise en œuvre des prélèvements sur le terrain, l'ensemble du matériel stérile doit être stocké dans un sac type « zip log ». Chaque contenant d'échantillon doit être identifié à l'aide d'une même référence correspondant à l'identité de l'animal.



© LDAV73 – Brigitte BONETTI

MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR EFFECTUER DES PRÉLÈVEMENTS BIOLOGIQUES : SAC TYPE « ZIP LOG » POUR CONTENIR LES ÉCHANTILLONS (A), POT À PRÉLÈVEMENTS STÉRILES POUR CONSERVER LES FÈCES (B), ÉTIQUETTES AVEC LA RÉFÉRENCE INDIVIDUELLE (C), TUBES EDTA (D) TUBES SECS (E) ET AIGUILLES DU SYSTÈME BD VACUTAINER® (F) POUR LES PRÉLÈVEMENTS SANGUINS, GANTS STÉRILES (G), ÉCOUVILLONS STÉRILES POUR LES PRÉLÈVEMENTS OCULAIRES (H).



© PNV – Franck PARCHOUX

SYSTÈME DE PRÉLÈVEMENT BD VACUTAINER® ASSEMBLÉ (à gauche) ET NON ASSEMBLÉ (à droite), COMPOSÉ DU PORTE-TUBE À VIS (I) ET D'AIGUILLES À PRÉLÈVEMENT (J), POUR LES PRÉLÈVEMENTS SANGUINS.

Une fois les échantillons prélevés et identifiés, ils doivent être à nouveau conservés dans le même sac type « zip log » pour éviter toute confusion a posteriori concernant l'identification des prélèvements, dans le cas de perte d'une étiquette par exemple, et pour éviter de perdre un échantillon.



© PNV – JULIE ANDRU

LES ÉCHANTILLONS DOIVENT ÊTRE CONSERVÉS ENSEMBLE DANS UN SAC ZIP LOG CONTENANT LES RÉFÉRENCES DE L'ANIMAL.

## 7.1.1 Les prélèvements sanguins

La prise de sang est une méthode de prélèvement de choix, car la plupart des analyses sanitaires sont réalisées à partir d'échantillons sanguins. Le prélèvement de quelques millilitres de sang par ponction de la veine jugulaire est relativement facile à pratiquer sur des animaux de la taille du bouquetin.

Le prélèvement de sang avec des **TUBES SECS** permet d'obtenir suffisamment de sérum pour effectuer de très nombreuses analyses sérologiques. Certains tubes secs contiennent un gel séparateur, dont le poids se situe entre celui du caillot et celui du sérum. Le gel séparateur migre entre le sérum et le caillot pendant la centrifugation, ce qui permet par la suite de prélever aisément le sérum. Les tubes contiennent également un revêtement de microparticules de silice, qui permettent d'activer le processus de coagulation lors d'un retournement lent des tubes.

En complément, le prélèvement de sang avec des tubes contenant de l'**EDTA** di-phosphate (K2-EDTA), un anticoagulant, permet de conserver du sang total qui peut quant à lui être utilisé pour d'autres ana-

lyses biologiques (numération et formule sanguine...), moléculaires (études génétiques...), et pour certains dosages hormonaux.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées (prélèvement à la seringue, avec une aiguille simple,...) mais le système de prélèvement BD Vacutainer® faisant usage de tubes sous vide stériles est à privilégier pour son aspect pratique et pour la sécurité des opérateurs.



UNE FOIS LA PONCTION RÉUSSIE, LÂCHER LA COMPRESSION ET ENFONCER L'AIGUILLE PLUS À FOND EN L'ORIENTANT PARALLÈLEMENT À LA PEAU.

### Avantages

- Méthode peu invasive pour une personne expérimentée
- Technique facile à acquérir
- Volume de sang prélevé suffisant pour de très nombreuses analyses et conservation en **SÉROTHÈQUE**
- Technique utilisable sur animal anesthésié ou vigile

### Inconvénients

- Nécessité d'avoir l'animal en main
- Difficultés liées aux conditions d'intervention (froid, pluie...) ou à l'animal (épais poil hivernal, couche de graisse)
- Importance de la qualité de la compression veineuse pour la réussite de l'acte

### LISTE DU MATÉRIEL

- Porte-tube à vis BD Vacutainer®
- Aiguilles à prélèvement BD Vacutainer® 1,2 X 25 mm
- Tubes BD Vacutainer® secs sous vide 3,5 ml avec silice et gel séparateur à bouchon rouge et noir (SST II Advance réf. 360700) ou seulement stériles à bouchon rouge (No additive réf. 360910)



- Tubes sur K2E (EDTA) à bouchon violet 4 ml
- Gants à usage unique, en latex ou en plastique
- Optionnel : centrifugeuse de puissance 6000 tour/min - Poids approximatif 4 kg (exemple de référence : Hettich EBA-20)

## LISTE DES FOURNISSEURS

- Fournisseurs de matériel de laboratoire.

## COÛT FINANCIER

- Une vingtaine d'euros TTC pour 100 tubes et aiguilles

### 7.1.1.1 Mise en œuvre

#### AVANT LE PRÉLÈVEMENT

Une formation sur cadavres et sur petits ruminants domestiques pour bien localiser la veine et acquérir un geste sûr est nécessaire.

Recommandation : Une personne seule peut réaliser les prélèvements, mais une personne supplémentaire est appréciable pour aider à la compression et à la transmission des tubes si l'équipe est débutante ou peu expérimentée.

#### PENDANT LE PRÉLÈVEMENT

- Placer l'animal en décubitus latéral, c'est-à-dire en position allongée horizontalement et sur le flanc, l'encolure modérément tendue. Le côté de l'intervention importe peu, mais l'opérateur est souvent plus à l'aise du même côté que sa main dominante : veine droite pour un droitier...A noter que les bouquetins doivent être couchés sur le côté droit (**CHAPITRE 2**).
- Repérer la gouttière jugulaire
- Effectuer la compression de la veine jugulaire en appuyant le pouce ou le tranchant de la main à la base de l'encolure. Le gonflement de la veine sous la peau est alors rapidement perceptible à la vue et au toucher : sensation d'un tube élastique plein d'environ 1 à 2 cm de diamètre.
- Garder la compression et ponctionner délicatement la veine à l'aide de l'aiguille, montée sur le porte-tube, biseau orienté vers le haut, et inclinée avec un angle d'environ 30° en restant dans l'axe de l'encolure.
- Une fois la ponction réussie (écoulement de sang dans le porte-tube), cathétériser la veine en enfonçant l'aiguille plus à fond mais en l'orientant un peu plus parallèlement à la peau.
- Il est alors possible de lâcher la compression et de se concentrer sur le remplissage des tubes que l'on introduit l'un après l'autre dans le porte-tube. Il est important de veiller à bien enfoncer chaque tube dans le porte-tube, en faisant percuter l'aiguille interne, tout en prenant garde de **ne pas bouger le porte-aiguille** pendant cette opération.
- Si le débit de remplissage est insuffisant, il est possible de refaire la compression veineuse.
- A la fin de l'intervention, bien lâcher la compression et **masser doucement la zone de ponction** lors du retrait de l'aiguille pour limiter la formation d'un hématome ou la persistance d'un écoulement de sang.

#### APRÈS LE PRÉLÈVEMENT

Penser à retourner les tubes sur EDTA (bouchon violet) plusieurs fois **délicatement**, mais **immédiatement** afin d'activer l'anticoagulant et ainsi d'éviter la formation de caillots.

### Conditions de succès

- Réussite de l'acte conditionnée par une bonne localisation de la veine et une compression efficace.
- Bien prendre le temps de réaliser une bonne compression.
- Bien visualiser la veine au toucher et à la vue avant de réaliser la ponction.

### Facteurs d'échecs

- Précipitation, hésitation, appréhension et tentative sur une veine insuffisamment gonflée et individualisée.
- Mauvaises conditions d'intervention (froid, pluie) rendant les gestes moins précis.
- Aiguille bouchée prématurément par un débit insuffisant ou une mauvaise ponction.
- Perte du vide sur un tube lors de mauvaises manipulations. Dans ce cas, il faut changer de tube.
- La présence de poil de bourre en quantité (fin d'hiver) peut gêner considérablement la perception de la veine, quelques coups de ciseaux bien placés peuvent faciliter l'intervention.
- De même, la présence d'une couche importante de graisse peut rendre la localisation de la veine difficile.

### Incidents

- Après l'intervention, un hématome ou un écoulement de sang peuvent se créer au niveau du point de ponction. Cet incident est la plupart du temps sans gravité et peut être évité en massant doucement la zone ponctionnée. Un hématome peut cependant être gênant pour retrouver la veine lors de l'injection intraveineuse de l'antidote du tranquillisant avant le relâcher de l'animal.
- La ponction de l'artère carotide, présente sous la veine jugulaire mais en profondeur, peut par contre être grave mais reste rarissime. Elle sera évitée si on effectue la ponction veineuse de façon superficielle sur une encolure modérément tendue et toujours après avoir repéré l'emplacement de la veine jugulaire gonflée et individualisée.

#### 7.1.1.2 Conditionnement et conservation des prélèvements

Pour chaque prélèvement, l'identification individuelle est impérative et doit être préalable à toute autre manipulation

##### Pour les tubes secs :

- Si les analyses interviennent dans les 48h, conserver les tubes au réfrigérateur jusqu'à leur acheminement au laboratoire d'analyse.
- Si le délai est plus long, il est nécessaire de récupérer le sérum à la seringue et de le transférer dans un nouveau tube sec. Le mode de conservation dépendra alors du délai de traitement par le laboratoire : réfrigération pour quelques jours, congélation à -25°C pour quelques semaines, ou congélation à -80°C pour conservation en sérothèque.

##### Pour les tubes à gel séparateur :

- Même conditionnement que pour les tubes secs.
- La récupération du sérum est plus simple et plus efficace que pour les tubes secs, car une centrifugation à 6000 tour/min pendant 10 minutes suffit à séparer le sérum des éléments figurés du sang, et assure sa conservation sans autre manipulation.
- La congélation peut s'effectuer telle quelle, après centrifugation.



### Pour les tubes sur EDTA :

- Acheminement rapide et réfrigéré vers le laboratoire pour les analyses biologiques et hormonales.
- Ajout pour moitié d'éthanol à 70° et congélation pour analyses génétiques différées.

## 7.1.2 Les écouvillons oculaires

La réalisation d'écouvillons est parfois nécessaire pour des études spécifiques, la plupart du temps sanitaires ou génétiques. Ces dernières années, ce sont les écouvillons oculaires qui ont été le plus fréquemment utilisés pour les recherches sur les souches de mycoplasmes impliquées dans les épidémies de kérato-conjonctivite. Il est également possible d'utiliser ces écouvillons dans la bouche, les narines, les conduits auditifs, le vagin, le prépuce ou sur des lésions purulentes.



POSITIONNER LE BOUT DE L'ÉCOUVILLON DANS LE CUL-DE-SAC CONJONCTIVAL, SITUÉ DANS L'ANGLE INTERNE DE L'ŒIL, PUIS LE FAIRE ROULER ENTRE LES DOIGTS.

### Avantages

- Réalisation facile une fois passée l'appréhension de toucher l'œil.

### Inconvénients

- Être minutieux, attentif et précis pour ne pas souiller l'écouvillon avec les objets environnants avant de le replacer dans son emballage stérile.

### LISTE DU MATÉRIEL

- Écouvillons coton stériles secs.
- Écouvillons avec gels spéciaux selon les analyses spécifiques envisagées.

### LISTE DES FOURNISSEURS

- Fournisseurs de matériel de laboratoire.

### COÛT FINANCIER

- Quelques centimes d'euros TTC

#### 7.1.2.1 Mise en œuvre

- Sortir l'écouvillon de son tube d'emballage stérile en évitant de le toucher.
- Ouvrir l'œil du bouquetin avec le pouce et l'index de la main ne tenant pas l'écouvillon.
- Introduire le bout de l'écouvillon dans le cul-de-sac conjonctival, situé dans l'angle interne de l'œil, puis le faire rouler entre les doigts.
- Retirer délicatement l'écouvillon et le replacer dans son emballage en prenant bien garde de ne rien toucher avec entre temps.

#### 7.1.2.2 Conditionnement et conservation des prélèvements

- Pour chaque prélèvement, l'identification individuelle est impérative et doit être préalable à toute autre manipulation.

- La conservation avant bactériologie s'effectue par réfrigération avec transfert au laboratoire dans les 48h.
- La conservation pour les analyses génétiques et PCR s'effectue par simple congélation.

#### Conditions de succès

- Prélèvement aisé à effectuer une fois repéré le cul de sac conjonctival

#### Facteurs d'échecs

- Souillure de l'écouvillon avec des éléments extérieurs avant ou après le prélèvement (en cas de doute, ne pas hésiter à refaire le prélèvement).
- Prélèvement « blanc » par insuffisance de contact avec la zone à tester.

### 7.1.3 La récolte de fèces

La collecte d'excréments par voie intra-rectale permet de récolter des prélèvements indemnes de contamination par le milieu extérieur. Ces prélèvements peuvent être utilisés surtout pour les analyses de parasites, de génétiques, et parfois de bactéries.

#### Avantages

- Prélèvement individuel exempt de contamination extérieure.

#### Inconvénients

- Prélèvement pouvant être douloureux sur l'animal non anesthésié.

#### LISTE DU MATÉRIEL

- Gants en plastique d'exploration rectale pour grands animaux.
- Pots à prélèvement stériles.

#### LISTE DES FOURNISSEURS

- Fournisseurs de matériel de laboratoire.

#### COÛT FINANCIER

- Quelques centimes d'euros TTC

#### 7.1.3.1 Mise en œuvre

Ce type de prélèvement est facile à réaliser, mais doit être effectué en douceur pour éviter toute douleur durable pour l'animal.

- Enfiler le gant.
- Introduire délicatement l'index dans l'anus de l'animal.
- Avec le doigt en crochet, ramener quelques dizaines de grammes de fèces vers l'extérieur.
- Recommandation : Si le rectum est vide, ne pas insister pour éviter une irritation ou des saignements.
- Déposer le prélèvement dans un pot plastique.
- Identifier ou étiqueter le tube.

#### 7.1.3.2 Conditionnement et conservation des prélèvements



- Pour chaque prélèvement, l'identification individuelle est impérative et doit être préalable à toute autre manipulation.
- La conservation s'effectue par réfrigération avant l'acheminement au laboratoire dans les 48h.
- Pour les analyses génétiques, possibilité de congeler le prélèvement.

#### Conditions de succès

- L'application de la technique permet très souvent de récolter quelques grammes de fèces au minimum.

#### Facteurs d'échecs

- Rectum vide.

## 7.2 PRÉLÈVEMENTS POUR ANALYSES MOLÉCULAIRES

De nombreuses questions relevant de la biologie peuvent trouver leur réponse dans les analyses génétiques des populations. Il est par exemple possible de comprendre l'état « sanitaire » des populations en analysant leur variabilité génétique et leurs niveaux de consanguinité. Dans les programmes d'introduction d'individus, ces analyses permettent d'identifier les populations qui constitueraient la meilleure source où prélever les individus, afin d'améliorer le patrimoine génétique des populations d'accueil.

Pour mener toutes ces études il est indispensable de disposer d'échantillons d'ADN prélevés sur des animaux au sein des populations présentant un intérêt biologique. Il existe plusieurs manières d'obtenir des échantillons génétiques de bouquetin. Il est possible d'effectuer des prélèvements lors des captures, à partir de sang, de tissus, de poils, ou de salive. Il est également possible de prélever des échantillons de tissus à distance à l'aide d'un projecteur et de fléchettes à biopsie. Enfin, des échan-

tillons d'excréments frais peuvent être récoltés sans nécessité de capturer les animaux. Bien que cette dernière méthode soit la moins invasive, les excréments sont une source d'ADN de faible qualité et exigent des analyses plus coûteuses en laboratoire pour obtenir des résultats fiables. Ce même type de problème existe avec les échantillons de poil, de salive et même de sang, qui comptent un nombre réduit de cellules nucléées, rendant par conséquent difficile l'extraction d'ADN.

Pour disposer de résultats fiables à faibles coûts, il est donc conseillé de prélever des échantillons de tissu (de la peau) qui fournissent un matériel génétique de meilleure qualité. Ces échantillons de tissu peuvent être prélevés à l'aide d'un punch à biopsie au moment de la capture des animaux, ou sans capture, à l'aide de fléchettes à biopsie qui peuvent être projetées à distance avec un fusil hypodermique.

Ces deux méthodes sont décrites ci-dessous.

### 7.2.1 Biopsies lors de la capture

Lors de la capture, pendant l'anesthésie ou la contention de l'animal, il est possible de prélever un petit morceau de tissu d'oreille à l'aide d'un punch à biopsie ou d'une pince auriculaire à biopsie. La lésion occasionnée pourra ensuite servir d'emplacement de boucle auriculaire pour minimiser l'impact des captures sur les animaux.

#### Avantages

- Le prélèvement de tissu auriculaire est peu invasif.
- L'ADN obtenu à partir de l'échantillon de tissu est de bonne qualité.
- La conservation des prélèvements est facile.
- Coût financier limité.
- Simplicité de l'opération.

## Inconvénients

- L'animal doit être capturé, et préférentiellement mis sous sédation, pour pouvoir effectuer le prélèvement.
- Il peut y avoir un saignement de l'oreille suite au prélèvement.

## LISTE DU MATÉRIEL

- Punch à biopsie d'un diamètre variant entre 3,5 et 5 mm (diamètre conseillé : 4 mm).
- Support rigide nécessaire pour appuyer sur le punch.
- Pincettes désinfectées pour extraire le tissu du punch suite au prélèvement.
- Tubes (ex : microtubes, tubes à essai) remplis d'éthanol à 95° (ou d'éthanol et d'un tampon TE 5%) pour conserver le prélèvement.
- Matériel pour étiqueter les tubes d'échantillons.
- Pince hémostatique à bouts arrondis pour réduire le saignement suite au prélèvement.



PUNCH À BIOPSIE



PINCES HÉMOSTATIQUES

© PNGP – Alice BRAMBILLA

## DIFFICULTÉ TECHNIQUE

- facile

## MAIN D'ŒUVRE NÉCESSAIRE

- Le prélèvement peut être effectué par une seule personne, toutefois la capture, indispensable pour le prélèvement, exige davantage d'intervenants (au moins 3).

## COÛT FINANCIER (décembre 2017)

- Punch : KAI MEDICAL 20 punches de 4 mm. sans piston : 55 €
- Autre matériel à coût réduit : tubes à essai, éthanol, pincettes

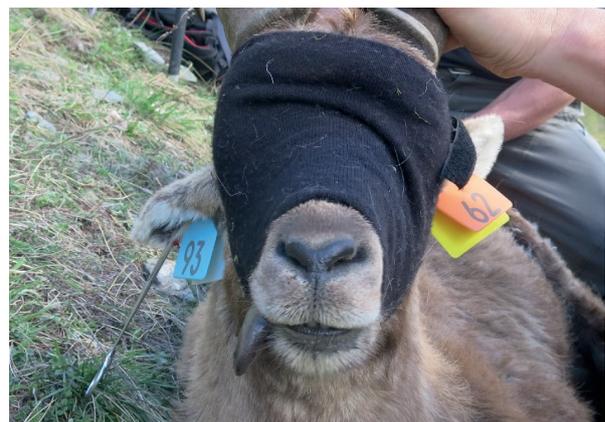
### 7.2.1.1 Mise en œuvre

#### AVANT LE PRÉLÈVEMENT

Il est conseillé de s'entraîner, par exemple sur des carcasses, avant de procéder à un prélèvement sur des animaux vivants.

Suite à la mise sous sédation ou à la contention de l'animal il est possible de prélever un petit bout de tissu du pavillon auriculaire.

Positionner la pince hémostatique de manière à réduire l'afflux sanguin vers la partie du pavillon auriculaire où sera effectué le prélèvement.



LA PINCE HÉMOSTATIQUE RÉDUIT LES SAIGNEMENTS DUS À LA BIOPSIE.

© PNGP – Alice BRAMBILLA



## RÉALISATION DU PRÉLÈVEMENT

- Poser un support rigide sous l'oreille et positionner le punch, soit (1) sur le bord du pavillon auriculaire, soit (2), si une boucle auriculaire sera utilisée, au centre entre les deux axes cartilagineux, et à un tiers de la distance de la tête (**PARTIE 5.2.1**).
- Exercer une pression suffisante pour entailler la peau en faisant légèrement tourner le punch à biopsie.
- Retirer le punch à biopsie de l'oreille en veillant à ne pas faire tomber l'échantillon.
- Extraire le morceau d'oreille prélevé à l'aide d'une pincette désinfectée, et le transférer dans un tube (ex : microtube, tube à essai) préalablement rempli d'éthanol.
- Étiqueter le tube.
- À la fin des opérations de marquage et avant de relâcher l'animal, retirer la pince hémostatique.

Remarque : Après le prélèvement (au laboratoire), les punches à biopsie peuvent être stérilisés à la flamme ou par immersion dans de l'éthanol après avoir retiré d'éventuels résidus de poil, de sang ou de tissu, de la lame cylindrique du punch. Ils peuvent être réutilisés 2 à 3 fois tant que la lame cylindrique reste suffisamment affûtée pour permettre le prélèvement du tissu sans pression excessive.

### 7.2.1.2 Conditionnement et conservation des prélèvements

- Pour chaque prélèvement, l'identification individuelle est impérative et doit être préalable à toute autre manipulation.
- Ranger les tubes avec les prélèvements de tissu dans un réfrigérateur jusqu'au moment de les livrer au laboratoire pour les analyser.
- Veiller à ce que l'échantillon de tissus soit complètement immergé dans l'éthanol pour assurer sa conservation.
- Ne congeler l'échantillon que s'il est possible d'éviter la décongélation lors du transport vers le laboratoire. Des cycles répétés de congélation-décongélation peuvent endommager l'ADN.

### 7.2.2 Biopsies à distance à l'aide de projecteurs

Cette méthode présente l'avantage de permettre la réalisation de prélèvements d'échantillons biologiques sans nécessité de capture des animaux. Pour obtenir un échantillon de tissu de bouquetin à l'aide d'une fléchette à biopsie, il faut projeter la fléchette sur la cuisse de l'animal à l'aide d'un fusil hypodermique. Lors du tir, la pression du fusil doit être suffisante pour que la fléchette puisse prélever un petit fragment de tissu et tomber immédiatement de l'animal. La lame cylindrique de la fléchette peut mesurer de 5 à 10 mm de long puisqu'un petit bout de tissu suffit pour l'extraction d'ADN. Les fléchettes à biopsie munies d'une lame plus longue augmentent la profondeur du prélèvement et ainsi le risque de blessures sur l'animal.

La méthode décrite ci-après concerne les kits de fléchettes à biopsie fabriqués et utilisés par l'université de Zurich. Toutefois, des entreprises fabriquant des fusils hypodermiques produisent aussi des fléchettes similaires pour le prélèvement de tissu.

La fléchette à biopsie élaborée par l'université de Zurich mesure 9 cm de longueur totale, avec une lame de 5 mm de long. La partie antérieure de la fléchette est pourvue d'un projectile coupant dans lequel s'insèrent deux pointes acérées (fabriquées à partir d'instruments dentaires) qui maintiennent le tissu dans l'embout de la fléchette quand celle-ci se détache de l'animal. Pour le prélèvement, la fléchette est projetée à une distance maximum de 25 mètres dans la cuisse du bouquetin sélectionné.



FLÉCHETTE À BIOPSIE DE L'UNIVERSITÉ DE ZURICH.

### Avantages

- Les bouquetins ne sont pas particulièrement perturbés par l'impact de la fléchette à biopsie. L'expérience montre que les jeunes peuvent s'enfuir de quelques mètres après avoir été touchés. Quelques adultes mâles ont à peine interrompu leur alimentation pour la reprendre immédiatement après l'impact de la fléchette.
- L'entaille dans la peau est de petite dimension.
- Les fléchettes à biopsie munies d'un embout à biopsie de petite dimension présentent des risques limités de blessures sur l'animal, même s'il n'est pas atteint à la cuisse (si la méthode est appliquée convenablement, c'est-à-dire si la pression du tir est correcte par exemple).
- Les fléchettes à biopsie exigent moins d'efforts et moins de temps que la capture et la mise sous sédation de l'animal.

### Inconvénients

- L'animal doit être approché à une distance égale ou inférieure à 25 mètres.
- La projection de la fléchette est soumise aux aléas du vent.
- Il existe un risque de perdre la fléchette, soit parce qu'elle n'est pas retrouvée sur le terrain, soit parce qu'elle reste fixée sur l'animal qui s'éloigne.

### LISTE DU MATÉRIEL

- Fusil hypodermique.
- Cible pour régler le viseur.
- Fléchettes à biopsie avec partie affilée de préférence de 5 à 10 mm de long.
- Tubes à essai (par exemple : tubes Falcon) pour la préservation de flèches propres
- Télémètre pour mesurer la distance de la cible.
- Tubes remplis d'éthanol à 95° (ou d'éthanol et d'un tampon de TE 5%) pour la conservation du prélèvement.
- Matériel pour étiqueter les tubes d'échantillons (stylos indélébiles à l'éthanol ou étiquettes).
- Fiche de terrain pour prendre des notes sur les individus échantillonnés (par ex : sexe, âge, lieu de prélèvement, autres indicateurs utiles pour l'identifier).
- Appareil photo pour photographier l'animal échantillonné.
- Pince pour retirer la pointe de flèche et pincettes pour extraire l'échantillon.
- Allumettes, bougies ou briquet pour nettoyer les tire-nerfs sur le terrain si nécessaire.

### DIFFICULTÉ TECHNIQUE

- Entraînement nécessaire pour atteindre la cible à diverses distances
- Port d'armes nécessaire pour le lance-seringues (en fonction du pays).

### MAIN D'ŒUVRE NÉCESSAIRE

- Au moins une personne, de préférence deux (un tireur et une personne pour suivre l'animal et surveiller la flèche)



## COÛT FINANCIER (décembre 2017)

- Fusil : Dan-Inject : 1860 € ; Pneu-Dart : 685 US\$ ; Telinject à consulter.
- Flèches : Pneu-Dart 20 US\$ pour 3 flèches ; Telinject à consulter ; les flèches Dan-Inject sont déconseillées en raison de la longueur excessive de leur partie affilée.

## EXEMPLE DE FOURNISSEURS

- Dan-Inject: [www.dan-inject.com](http://www.dan-inject.com)
- Telinject: [www.telinject.fr](http://www.telinject.fr)
- Pneu-Dart: [www.pneudart.com](http://www.pneudart.com)
- Pour un nombre limité de fléchettes voir aussi : University of Zurich (contact : iris.biebach@ieu.uzh.ch)

### 7.2.2.1 Mise en œuvre

#### AVANT LE PRÉLÈVEMENT

- Un entraînement est nécessaire pour ajuster la pression de tir du fusil à la distance qui sépare le tireur de la cible. Ces réglages diffèrent selon le fusil employé et le poids des fléchettes. A titre indicatif, le tableau ci-après peut servir de base de réglage.

Distance (mètres)	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25
Pression (bar)	4	4.5	5	5.5	6.5	7.0	7.5

- Préparer des fléchettes à biopsies avant la session sur le terrain :
  - Tremper le projectile coupant de la fléchette dans l'éthanol 90° pendant au moins 3 minutes.
  - Tremper les deux pointes acérées dans l'éthanol 90° pendant au moins 3 minutes. Eviter de tremper la partie en plastique car la colle pourrait fondre.
  - Assembler la fléchette à l'aide de pinces propres et conserver chaque fléchette dans un tube Falcon propre.



STOCKÉES DANS DES TUBES FALCON, LES FLÉCHETTES RESTENT STÉRILES.

© PNGP – ARCHIVES

#### RÉALISATION DU PRÉLÈVEMENT

- Approcher le bouquetin sélectionné à une distance inférieure de 25 m.
- Photographier l'animal sélectionné avant le tir pour en faciliter l'identification dans le cas d'un tir réussi.
- Mesurer la distance entre le tireur et le bouquetin à l'aide d'un télémètre et régler la pression d'après le tableau de pression que vous avez préalablement réalisé (tableau 7.1).
- Ne procéder au tir que si le bouquetin est bien positionné, perpendiculaire à l'angle de tir, et si le vent est faible ou nul.
- Viser la cuisse.
- Si l'animal s'est déplacé après le réglage de la pression, deux solutions se présentent pour les opérateurs :
  - ajuster la pression en fonction de la nouvelle distance (méthode à privilégier).

- régler le viseur. Pour les distances comprises entre 10 et 15 mètres le viseur est réglé à 5 cm pour 2,5 m de variation de distance (vers le haut si la distance diminue, vers le bas si la distance augmente). Pour les distances entre 15 et 25 mètres le viseur est réglé à 10 cm pour 2,5 m de variation de distance. Le viseur ne devrait pas être réglé pour des variations supérieures à 2,5 m.
- Une deuxième personne observe l'animal ciblé avec des jumelles ou une longue-vue, et surveille l'endroit où tombe la fléchette.



© PNGP - ARCHIVES

### RÉCUPÉRATION DU PRÉLÈVEMENT (SUR LE TERRAIN) :

- Tenter de reconnaître l'animal sur lequel a été prélevé l'échantillon, pour ne pas le prélever une seconde fois.
- Récupérer la fléchette.
- Récupérer l'échantillon de tissu dans la fléchette avec les pincettes stériles, puis le mettre dans un tube étiqueté contenant de l'alcool.
- Ranger la fléchette utilisée dans un récipient destiné au matériel usagé.
- Nettoyer les pincettes à la flamme et les tremper dans de l'éthanol.
- Compléter la fiche de terrain.

LA FLÉCHETTE PEUT RESTER BLOQUÉE DANS LA CUISSE LORS DE MAUVAIS RÉGLAGES LORS DU TIR.



L'ÉCHANTILLON DE TISSU EST RÉCUPÉRÉ AVEC DES PINCETTES STÉRILES POUR ÊTRE CONSERVÉ DANS UN TUBE ÉTIQUETÉ REMPLI D'ÉTHANOL.

### STÉRILISATION DU MATÉRIEL (AU LABORATOIRE) :

- Nettoyer le projectile coupant des fléchettes utilisées :
  - Rincer à l'eau distillée.
  - Tremper pendant 5 minutes dans de l'eau de javel (solution à 2% de NaOCl).
  - Rincer minutieusement à l'eau distillée.
- Nettoyer la partie avec les deux pointes acérées des fléchettes :
  - Rincer à l'eau distillée.
  - Passer les deux pointes acérées à la flamme (pas la partie en plastique).
  - Vérifier si la partie avec les deux pointes acérées peut être réutilisée. Elle ne peut être réutilisée que s'il est possible de sentir au toucher les petits crochets dont les deux pointes acérées sont recouvertes. Les petits crochets s'émoussent progressivement après usage et stérilisation à la flamme. S'ils sont lisses au contact ou arqués, il vaut mieux ne plus les utiliser, car leur capacité à retenir le tissu est réduite.
- Stocker les embouts désinfectés dans un contenant stérile.



STÉRILISER LES POINTES ACÉRÉES AVEC UNE FLAMME.

## 7.2.2.2 Conditionnement et conservation des prélèvements



- Pour chaque prélèvement, l'identification individuelle est impérative et doit être préalable à toute autre manipulation.
- Ranger les tubes avec les prélèvements de tissu dans un réfrigérateur jusqu'au moment de les livrer au laboratoire pour les analyser.
- Veiller à ce que l'échantillon de tissu soit complètement immergé dans l'éthanol pour assurer sa conservation.
- Ne congeler l'échantillon que s'il est possible d'éviter la décongélation lors du transport vers le laboratoire. Des cycles répétés de congélation-décongélation peuvent endommager l'ADN.

#### Conditions nécessaires au succès du prélèvement

- Appliquer la pression de tir appropriée.
- Projeter la fléchette à une distance maximale de 25 m.
- Avoir un angle de tir perpendiculaire au corps de l'animal.
- Tirer en l'absence de vent.

#### Critiques éventuelles

- Une pression trop importante peut blesser l'animal.
- Une pression trop faible augmente le risque que la fléchette reste plantée dans l'animal sans tomber.
- Si la fléchette frappe l'animal de biais, avec un mauvais angle de tir, elle risque de rester plantée et de blesser l'animal en s'infiltrant sous la peau.
- Ne pas effectuer de prélèvement sur les cabris en raison du risque élevé de blessure.
- Faire attention à la récupération de la fléchette qui peut se perdre sur des terrains rocheux.



## ACRONYMES

<b>ASTERS</b>	Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie
<b>CERFA</b>	Centre d'Enregistrement et de Révision des Formulaires Administratifs
<b>CMR</b>	Capture - Marquage – Recapture
<b>CSRPN</b>	Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel
<b>EAC</b>	Établissement gestionnaire des espaces protégés des Alpes Cottiennes
<b>EAM</b>	Établissement gestionnaire des espaces protégés des Alpes Maritimes
<b>EDTA</b>	ÉthylèneDiamineTétraAcétique, potentiellement utilisé comme anticoagulant
<b>ICE</b>	Indicateur de Changements Ecologiques
<b>ISPRA</b>	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>GPS</b>	Global Positioning System ou Géo-positionnement par Satellite
<b>ONCFS</b>	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
<b>PN</b>	Parc national
<b>PNE</b>	Parc national des Écrins
<b>PNGP</b>	Parc national du Grand Paradis
<b>PNM</b>	Parc national du Mercantour
<b>PNV</b>	Parc national de la Vanoise
<b>RAVA</b>	Région Autonome Vallée d'Aoste
<b>RN</b>	Réserve Naturelle
<b>RNNHPV</b>	Réserve Naturelle Nationale des Hauts Plateaux du Vercors
<b>VHF</b>	Very High Frequency, caractérise des ondes radioélectriques de très haute fréquence (30 MHz à 300 MHz)

- **CMR ou CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE** : c'est une méthode qui permet de mesurer des paramètres démographiques et renseigne sur les dynamiques de populations. Basée sur le suivi individuel d'une partie de la population, cette méthode consiste à identifier des individus à l'aide de marques uniques permettant de détecter leur présence. La reconnaissance individuelle se fait soit à l'aide d'un marquage (bague, collier, puce électronique,...), soit en utilisant une combinaison de marques uniques naturellement présentes sur les individus, comme les tâches du pelage chez les lynx. Les individus identifiés sont suivis tout au long de leur vie à travers plusieurs occasions de recapture où une certaine pression d'observation est appliquée à la population. Les captures et les recaptures peuvent être physiques, avec la prise en main de l'individu, ou visuelles lors d'observations directes ou indirectes, avec par exemple des pièges-photographiques.
- **DENSITÉ-DÉPENDANCE** : phénomène selon lequel les paramètres démographiques et biologiques des populations dépendent de la disponibilité des ressources alimentaires. Ainsi, avec une forte densité d'individus, les ressources alimentaires sont susceptibles de diminuer et d'influencer la dynamique des populations (survie, reproduction, performance physique des animaux,...). Sous certaines conditions, cela peut entraîner une réduction du taux de croissance de la population et une diminution des performances individuelles (masse corporelle, longueurs des cornes,...). Lien utile : [www.oncfs.gouv.fr](http://www.oncfs.gouv.fr)
- **EFFETS COHORTE** : ce sont des variations, dans le temps, d'une ou plusieurs caractéristiques parmi des groupes d'individus qui partagent une expérience commune, telle que l'année de naissance, ou une année d'exposition particulière. Ainsi, il a été mis en évidence chez les bouquetins mâles, que les conditions climatiques influencent la croissance des cornes pendant leur année de naissance (Toigo et al. 1999).
- **ICE** : signifie « Indicateur de Changement Ecologique » (Morellet et al. 2007). Les ICEs permettent de traduire, au cours du temps, l'évolution de l'état d'équilibre entre les populations d'ongulés et leur environnement. Ils reposent sur le concept de densité-dépendance selon lequel à forte densité de populations, les ressources disponibles diminuent et peuvent entraîner des modifications biologiques sur la survie, la reproduction, et les performances physiques des individus. Les ICEs prennent ainsi en compte l'abondance de la population (estimations d'effectifs), la performance des individus (masse corporelle, longueurs des cornes, succès de reproduction...), et l'impact des animaux sur l'habitat (consommation alimentaire...). Lien utile : [www.oncfs.gouv.fr](http://www.oncfs.gouv.fr)
- **SÉROTHÈQUE** : lieu de stockage et de conservation d'échantillons de sérum, pour des analyses ultérieures.
- **TUBE EDTA** : tube contenant un anti-coagulant (EDTA, ÉthylèneDiamineTétraAcétique), utilisé pour conserver les échantillons lors des prélèvements sanguins. Le sang total contenu dans ce tube peut être analysé en laboratoire.
- **TUBE SEC** : tube ne contenant aucun anti-coagulant, utilisé pour conserver les échantillons lors des prélèvements sanguins. Le sang contenu dans ce tube peut être séparé en sérum et en caillot après centrifugation, pour être analysé en laboratoire.

Brambilla A, Canedoli C (2013) How to continue measuring horn growth after capture in Alpine ibex. *Journal of Mountain Ecology*, 9.

Dematteis A, Giovo M, Rostagno F, Giordano O, Fina D, Menzano A, Tizzani P, Ficetto G, Rossi L, Meneguz PG (2010) Radio-controlled up-net enclosure to capture free-ranging Alpine chamois *Rupicapra rupicapra*. *European Journal of Wildlife Research* 56 : 535-539.

Jullien JM, Pépin G, Marouze E (2001) La cham'arche, un filet pour la capture des ongulés de montagne. *Faune Sauvage* 254 : 16–21.

Jullien JM, Vassant J, Delorme D, Brandt S (1988) Technique de capture de sangliers. *Bulletin Mensuel O.N.C.*, 122 : 28-35.

Morellet N, Gaillard J-M, Hewison AJM, Ballon P, Boscardin Y, Duncan P, Klein F, Maillard D (2007) Indicators of ecological change : new tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology* 44 : 634-643.

Toïgo C, J-M Gaillard, Michallet J (1999) Cohort Affects Growth of Males but Not Females in Alpine Ibex (*Capra ibex ibex*). *Journal of Mammalogy*, 80(3) : 1021-1027.

### PRISE EN COMPTE DU BIEN-ÊTRE ANIMAL DANS L'UTILISATION DE LA FAUNE SAUVAGE NON HÉBERGÉE (FSNH) À DES FINS SCIENTIFIQUES EN FRANCE

La Directive Européenne 2010/63/UE du 10 septembre 2010 a été érigée dans un but de protection des animaux utilisés à des fins scientifiques, avec la prise en compte du bien-être animal dans les procédures expérimentales. Cette directive s'articule autour du principe de « Remplacement, Réduction, Raffinement » ou « règle des 3R » :

Considérant 11 : « Afin de garantir que les conditions d'élevage, de soins et d'utilisation des animaux dans des procédures dans l'Union sont conformes à celles des autres normes internationales et nationales applicables en dehors de l'Union, il y a lieu d'envisager systématiquement les principes de remplacement, de réduction et de raffinement lors de la mise en œuvre de la présente directive »

La transposition française de cette directive a abouti au décret 2013-118 du 1er février 2013, avec 5 arrêtés correspondant aux articles R.214-87 à R.214-137 du Code Rural et de la Pêche Maritime (CRPM). Cela signifie que pour qu'une équipe puisse réaliser une procédure expérimentale sur la faune sauvage non hébergée, c'est-à-dire non captive, il est nécessaire :

1. qu'elle soit rattachée à un établissement utilisateur agréé (Arrêté fixant les conditions d'agrément, d'aménagement et de fonctionnement des établissements utilisateurs, éleveurs ou fournisseurs d'animaux utilisés à des fins scientifiques et leurs contrôles).
2. qu'un « responsable pharmacie » au sein de cet établissement soit en charge des stocks, de l'acheminement, et de l'utilisation des produits utilisés dans le cadre de ces procédures (Arrêté relatif à la délivrance et à l'utilisation de médicaments employés par les établissements agréés en tant qu'utilisateurs d'animaux à des fins scientifiques).
3. que le personnel concepteur et opérateur ait suivi une formation particulière (Arrêté relatif à l'acquisition et à la validation des compétences des personnels des établissements utilisateurs, éleveurs et fournisseurs d'animaux utilisés à des fins scientifiques).
4. qu'une demande d'autorisation à projet, décrivant la prise en compte des « 3R » dans la procédure expérimentale soit déposée au ministère de la Recherche (Arrêté relatif à l'évaluation éthique et à l'autorisation des projets impliquant l'utilisation d'animaux dans des procédures expérimentales).

Ces différents points sont expliqués dans les paragraphes suivants, mais il convient tout d'abord de définir les objets d'une procédure expérimentale.

## 1. DÉFINITION D'UNE PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

Actuellement, une procédure expérimentale est définie selon les critères suivants :

- **Espèces concernées : tout être vivant considéré « sensible »**
  - Animaux vertébrés vivants, y compris formes larvaires autonomes et formes fœtales de mammifères à partir du dernier 1/3 de gestation
  - Formes fœtales de mammifères avant le dernier 1/3 gestation si l'animal doit ensuite être laissé en vie et risque à la suite des procédures expérimentales menées, d'éprouver douleur, souffrance, angoisse ou de subir des dommages durables
- **Céphalopodes vivants**

Mais :

L'utilisation d'animaux de la faune sauvage non hébergée dans le but premier de les identifier, et la télé-anesthésie, sont considérés en janvier 2018 comme hors champ d'application de la réglementation spécifique à l'utilisation de la faune sauvage non hébergée.

Cela signifie qu'en janvier 2018, la capture de bouquetins pour les marquer ne nécessite pas de suivre l'ensemble des démarches nécessaires à la réalisation d'une procédure expérimentale sur animaux de la faune sauvage non hébergée.

## 2. AGRÉMENT DES ÉTABLISSEMENTS UTILISATEURS

Toute demande d'autorisation à projet (DAP) doit émaner d'un Etablissement Utilisateur Agréé (EU). Tout personnel concepteur ou opérateur étant amené à conduire des études utilisant, à des fins scientifiques, des animaux de la faune sauvage non hébergée doit être rattaché à un EU.

La demande d'agrément se fait auprès de la direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP) du département dans laquelle est situé le siège de l'établissement, via le CERFA n°14906 disponible sur le site officiel du ministère de l'agriculture et de l'alimentation (<http://mesdemarches.agriculture.gouv.fr>). L'agrément est octroyé pour une durée de 6 ans.

Au sein de chaque EU doit être créée une cellule avec un responsable vétérinaire, un responsable pharmacie, un responsable bien-être animal, un responsable suivi des compétences du personnel de l'EU. Cette cellule est en charge de tenir un registre des personnes et compétences, un registre des animaux, et un registre des produits pharmaceutiques.

Pour en savoir plus, les textes de loi et la liste des comités d'éthique sur « l'utilisation des animaux à des fins scientifiques », sont accessibles sur le site internet du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr>).

## 3. UTILISATION DE LA PHARMACIE VÉTÉRINAIRE

En ce qui concerne la pharmacie, les médicaments doivent être stockés dans un local fermé à clé, et les produits stupéfiants doivent être dans un coffre fermé à clé, même pendant le transport (c'est le cas pour la kétamine utilisée pour l'anesthésie du bouquetin). Cet aspect est décrit dans la partie 1.2.2.

## 4. FORMATION DU PERSONNEL

Les personnes amenées à réaliser des procédures impliquant l'utilisation à des fins scientifiques de la faune sauvage non hébergée, doivent avoir suivi et validé une formation spécifique, consistant en un module initial dispensé sur 2 semaines, poursuivi par une formation continue, par tutorat par exemple.

Cette formation est actuellement dispensée par le Museum National d'Histoire Naturelle, en collaboration avec le CNRS et l'ONCFS. Elle comporte deux types de modules, pour les concepteurs et les opérateurs.

## 5. AUTORISATION À PROJET

Une description du projet, détaillant comment le principe des « 3R : Remplacement, Réduction, Raffinement » sont pris en compte, doit être présentée à un comité d'éthique (par exemple le Comité Cuvier), qui donne réponse sous 7 semaines. Une Demande d'Autorisation à Projet (DAP) doit être faite auprès du ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, via une plateforme internet « APAFIS » (<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr>). La réponse est donnée sous 8 semaines. Le ministère de la Recherche ne donne pas d'autorisation à projet si celui-ci n'a pas été validé par le comité d'éthique. Les autorisations à projet sont attribuées pour une durée de 5 ans.

La règle des « 3R » est définie ainsi :

- Le remplacement : si des méthodes alternatives n'utilisant pas d'animaux peuvent répondre au projet, alors il faut remplacer l'utilisation d'animaux par ces méthodes, comme par exemple les méthodes in vitro, in silico (modélisation), biochimiques, blob. Les animaux ne doivent être utilisés que lorsqu'aucune méthode alternative n'est possible.
- La réduction : les protocoles doivent être optimisés de manière à réduire le nombre d'individus utilisés dans la procédure au minimum, et en maximisant l'information fournie par chaque individu.
- Le raffinement : les protocoles et les manipulations sur le terrain doivent tout mettre en œuvre pour minimiser douleur, souffrance et angoisse de l'animal.

Dans le cas concret des captures de bouquetins, le remplacement et la réduction ne sont pas envisageables, mais les équipes doivent maximiser le raffinement (chapitre 2) :

- Limiter le temps de manipulation de l'animal
- Garder les animaux au calme (peu de personnes autour, peu de bruit, pas de cigarette...)
- Mettre l'animal dans une position « confortable »
- Prêter attention à ne pas apporter de stress supplémentaire (odeurs de prédateur par exemple)
- Si transport de l'animal (en vue d'une réintroduction par exemple) : transporter le bouquetin pendant la nuit, en contact avec plusieurs animaux du même groupe social...
- Réfléchir au meilleur mélange anesthésiant (ajout d'un analgésique par exemple)
- Savoir reconnaître les « points limites », pour arrêter la manipulation et relâcher l'animal quand nécessaire
- Etc.

Date		
Commune / Lieu-dit		
Coordonnées GPS	Long/X :	Lat/Y :
Tireur		
Vétérinaire		
Rédacteur de fiche		

**ÉTIQUETTE DE  
LABORATOIRE**  
à coller ici

- Capture initiale  
 Recapture

Mode de capture

- Télé-anesthésie     Filet tombant     Piège à lacet  
 Cage-piège     Mur tombant     Mur montant

Animal	
N° ID unique	
Nom	
Sexe	<input type="checkbox"/> Mâle <input type="checkbox"/> Femelle
Année de naissance	
Nombre d'incisives définitives (de 1 à 8)	

Marquage			
Boucles auriculaires	Gauche		Droite
Codes des fanions	Gauche	Milieu	Droite
Code GPS			
Fréquence VHF			
Autre			

Télé-anesthésie	1 <sup>er</sup> Tir	2 <sup>ème</sup> Tir
Heure		
Distance		
Endroit de l'injection		
Produit anesthésiant		
Dose injectée		
Réaction de l'animal (en minutes après le tir)		
Perte du port de tête		
Coucher		
Sommeil (tête au sol)		
Maîtrise de l'animal		

**Réaction à la capture manuelle :**

**Soins médicamenteux** (produit, posologie) :

**Réveil :**      antidote : .....      dose : .....      heure : .....  
1<sup>er</sup> relevé de tête : ..... minutes  
1<sup>er</sup> déplacement : ..... minutes

**Observations :**

## BIOMÉTRIE

Le remplissage des cases grises n'est pas obligatoire.

### Mesures des cornes :

La mesure des anneaux de croissance, est **obligatoire sur 1 corne**. Choisir la plus longue (gauche ou droite).

Mesure des anneaux **face postérieure (et antérieure)** à faire depuis le sommet de la corne au mètre ruban.

Mesure des anneaux **face latérale** à faire individuellement au pied à coulisse.

Longueur des anneaux (cm)		1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>	5 <sup>ème</sup>	6 <sup>ème</sup>	7 <sup>ème</sup>	8 <sup>ème</sup>	9 <sup>ème</sup>	10 <sup>ème</sup>	Total (cm)
Corne Gauche	Antérieure											
	Postérieure											
	Latérale											+....
Corne Droite	Antérieure											
	Postérieure											
	Latérale											+....

Circonférence de la Corne à la base :      Gauche ..... cm  
Droite ..... cm

Écart des Cornes au sommet (Facultatif) : ..... cm

### Mesures corporelles :

Longueur métatarse : ..... cm (mesure effectuée avec un Guyapon)  
Tour de poitrine : ..... cm (mesure effectuée avec un mètre ruban, en serrant modérément)  
Poids de l'animal : ..... kg (pesée effectuée avec un dynamomètre)  
Longueur mandibule : ..... cm (mesure effectuée avec un pied à coulisse)  
Tour de cou : au sommet : ..... cm  
à la base : ..... cm

### Suivi sanitaire :

Température corporelle : ..... °C      Rythme cardiaque : ..... bat/min  
Présence d'ectoparasites : néant / peu / beaucoup  
Etat général de l'animal :

### Prélèvements biologiques :

- Biopsie  
Prise de sang :       2 (ou 3) tubes secs (rouge)       1 (ou 2) tubes EDTA (violet)  
 Ecouvillons oculaires (si symptômes de kérato-conjonctivite)  
 Parasites  
 Fèces

### Observations (photographies...) :

## LISTE EXHAUSTIVE DES ANALYSES SÉROLOGIQUES RECOMMANDÉES CHEZ LE BOUQUETIN

	Nom
<i>Analyses systématiques</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brucellose à <i>B. abortus + melitensis</i></li> <li>• fièvre Q</li> <li>• salmonellose à <i>S. abortus ovis</i></li> <li>• chlamydiose</li> <li>• toxoplasmose</li> <li>• pestivirus</li> <li>• paratuberculose</li> <li>• fièvre catarrhale</li> <li>• besnoitiose</li> <li>• virus respiratoires (PI3, RSV, adenovirus)</li> <li>• SRLV (CAEV, visna, ...)</li> <li>• mycoplasmose</li> <li>• ehrlichiose</li> <li>• babésiose</li> <li>• lyme</li> </ul>
<i>Analyses dépendantes du contexte local</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brucellose à <i>B. ovis</i></li> <li>• neosporose</li> <li>• leptospirose</li> </ul>
<i>Analyses complémentaires</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IBR</li> <li>• virus respiratoires</li> <li>• corynebactéries</li> </ul>

# LA CAPTURE, LE MARQUAGE ET LA RÉCOLTE DE DONNÉES BIOLOGIQUES CHEZ LE BOUQUETIN DES ALPES

- BONNES PRATIQUES ET RETOURS D'EXPÉRIENCES -



Depuis plus de 40 ans les gestionnaires d'espaces naturels ont eu besoin de capturer des bouquetins à des fins d'études scientifiques ou de programmes de réintroduction. Cela a représenté plusieurs centaines d'individus, endormis par un projectile anesthésique ou pris par un piège. Le constat est fait que les protocoles opératoires ont peu évolué durant ces décennies, en perpétuant les bonnes performances des pionniers. Mais aujourd'hui, les enjeux ont changé, et il est temps de reconsidérer ces pratiques en leur impulsant une démarche de progrès :

- pour améliorer l'efficacité de l'immobilisation des animaux (appareils, nouvelles générations de produits anesthésiants, plus rapides et exempts d'effets secondaires, traitement des incidents et accidents) ;
- pour ériger en objectif central le bien-être animal (Loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature : « tout animal étant un être sensible, doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce »). En effet, au-delà de la capture et relâcher du nombre adéquat d'individus, cette pratique professionnelle doit assurer la sécurité des opérations tant pour les intervenants que pour les animaux.

En particulier, il est essentiel de prévenir toute mise en danger et de préserver le bien-être des animaux, par une maîtrise suffisante du stress, facteur majeur et souvent invisible de la dégradation de la condition physiologique. C'est à la fois un enjeu d'efficacité et d'éthique.

Cet ouvrage collectif s'adresse aux praticiens, en apportant un éclairage pratique et technique sur les techniques mises en œuvre dans les opérations de capture et de manipulations des bouquetins et plus généralement des ongulés de montagne.



**Interreg**  
**ALCOTRA**

**LEMED-IBEX**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale

