

Expérimentation :
Les outils connectés au service des éleveurs ovins.
Quelle utilisation dans l'amélioration des conditions de travail des éleveurs : aide à la gestion de pâturage et à la conduite des chiens de protection ?

Rendu technique : PARTIES 1 et 2



SOMMAIRE

PARTIE 1	5
1. Contexte	6
1.1. Evolutions du projet	6
1.2. Objectifs et actions.....	7
1.3. Partenariat.....	7
2. Choix des exploitations et du matériel	9
2.1. Choix des exploitations	9
2.1.1. Critères de sélection des exploitations	9
2.1.2. Critères théoriques... et réalités de terrain	9
2.1.3. Localisation des exploitations	10
2.1.4. Les exploitations supports de l'expérimentation.....	10
2.1.5. Couverture mobile	12
2.2. Choix du prestataire	13
2.2.1. Critères du cahier des charges	13
2.2.2. Résultats de l'appel à candidature	14
2.2.3. Présentation de la société Géovie et du collier retenu.....	14
2.2.4. Caractéristiques du collier BAOZU :	15
3. Traitement et analyse de données	16
3.1. Qualité des données.....	16
3.1.1. Réception de données.....	16
3.1.2. Emplacement des signaux GPS.....	18
3.1.3. Nettoyage du jeu de données	18
3.2. « A dire de GPS » : synthèse des données analysées par l'IDELE	20
3.2.1. Distance moyenne parcourue	20
3.2.2. Comportement du troupeau au pâturage.....	22
3.2.3. "Etalement" du troupeau, distance du point médian.....	22
3.2.4. Distance entre chiens de protection et les brebis.....	24
3.3. « A dire de bergers.ères/éleveurs.ses » : analyse des éléments qualitatifs de terrain.....	25
3.3.1. La relation éleveur-berger : la clé de la réussite d'une telle expérimentation	25
3.3.2. Un appui certain à la gestion des pâturages	26
3.3.3. Une connaissance plus fine des comportements des chiens.....	26
3.3.4. Des conditions de travail améliorées notamment en termes de surveillance.....	28
3.3.5. Un produit à améliorer pour l'usage envisagé.....	28
3.3.6. Tableau synthétique de retours de terrain	31
Conclusion	33

PARTIE 2	35
1. Contexte de la deuxième phase du projet	37
2. Méthodologie : choix du matériel et des exploitations	38
3. Retours d'expérimentation des nouveaux éleveurs sur l'utilisation des outils	39
3.1. Cas de Bruno Marchand	39
3.2. Cas de GAEC de Tarsimoure (M. Chaffois)	40
3.3. Autres usages locaux.....	40
4. Traitement, analyse et interprétation des données.....	41
4.1. Qualité des données.....	41
4.1.1. Fréquence théorique.....	42
4.1.2. Réception des données	43
4.1.3. Nettoyage du jeu de données	43
4.1.4. Etude des distances aux barycentre.....	44
4.1.5. Cartographie.....	46
5. Comparaison avec des études/projet similaires	47
5.1. Les protocoles mis en place	48
5.1.1. Protocole LWA.....	48
5.1.2. Protocole Carmejane.....	49
5.1.3. Protocole Cerpam / Canjuers	49
5.2. Principaux résultats.....	50
5.2.1. principaux résultats de l'étude LWA	50
5.2.2. Principaux résultats de l'étude de Carmejane	52
5.2.3. Principaux résultats de l'étude Canjuers.....	53
5.3. Conclusions.....	55
5.3.1. Comportement des brebis et des chiens	55
5.3.2. Des capteurs complémentaires nécessaire pour comprendre les comportements en présence de prédateurs.....	56
5.3.3. Tableau comparatif des 4 expérimentations	57
6. Communication et rendus	58
6.1. Publications	58
6.2. Séminaires.....	59
6.3. Fiches techniques "exploitation"	60
Conclusion	62

TABLE DES FIGURES Partie 1

<i>Photo 1 :Troupeau du GAEC de Grange Neuve le jour de la pose des balises GPS</i>	6
<i>Figure 1 : critères de choix des exploitations partenaires du projet</i>	7
<i>Carte 1 : localisation des 4 exploitations retenues pour le projet</i>	8
<i>Photo 2 : Pose de collier sur l'estive de Banne – EARL le Théron</i>	9
<i>Tableau 1 : couverture réseau envisagée une fois les exploitations retenues</i>	10
<i>Carte 2 : analyse du réseau 2G théorique sur le GP de Glandasse</i>	10
<i>Carte 3 : carte des zones blanches théoriques GP de Glandasse</i>	11
<i>Tableau 2 : notation des candidatures</i>	12
<i>Tableau 3 : informations brutes contenues dans la base de données</i>	14
<i>Figure 2 : fréquences observées entre relevés GPS</i>	14
<i>Figure 3 : relevé des aléas de réception de données</i>	15
<i>Carte 4 : anomalie dans la position des données</i>	16
<i>Tableau 4 : synthèse du nombre de données récoltées avant et après nettoyage</i>	17
<i>Tableau 5 : synthèse des distances parcourues par exploitation</i>	18
<i>Figure 5 : distances parcourues cumulées par exploitation</i>	18
<i>Figure 6 : déplacements sur la journée des brebis et chiens</i>	19
<i>Figure 7 : déplacements cumulés sur la journée des brebis et chiens</i>	19
<i>Figure 8 : répartition des déplacements diurnes et nocturnes</i>	20
<i>Figure 9 : distance inter-brebis en fonction des exploitations</i>	21
<i>Figure 10 : distance chiens-brebis en fonction des exploitations</i>	22
<i>distance médiane des chiens aux brebis GAEC de Grange Neuve</i>	22
<i>Figure 12 : analyse de l'éloignement des chiens</i>	23
<i>Figure 13 : copie d'écran application smartphone Tracker</i>	26
<i>d'écran de la page web Tracker</i>	26
<i>Figure 15 : Analyse des données GPS récoltées le 9 octobre au GAEC de Lamontellerie</i>	27
<i>Figure 16 : Cou d'un chien irrité par le collier</i>	30
<i>Tableau 6 : synthèse des bénéfices et regrets des éleveurs ayant participé à l'expérimentation</i>	29
<i>Figure 17 : Chien équipé sur l'estive de Glandasse – GAEC Laomntellerie - ADEM</i>	30

PARTIE 1

1. Contexte

1.1. Evolutions du projet

Les éleveurs font face à de nombreuses contraintes dans l'exercice de leur métier, qui devient au fil du temps de plus en plus technique. Si les conditions de travail sont parfois complexes, entre suivi administratifs, technicité de la production et optimisation de la gestion des ressources pastorales, sans parler de la prédation qui vient s'ajouter aux spécificités du métier, de nouveaux outils se développent aussi et peuvent apporter des améliorations à ces conditions de travail. Parmi ces solutions en partie basées sur l'intégration de nouvelles technologies dans l'élevage, l'utilisation de balises GPS pour suivre les déplacements du troupeau et des chiens de protection est apparue comme un outil à tester.

En 2017, le Plan Ovin Départemental de la Drôme a permis de financer de manière expérimentale des balises de géolocalisation pour un éleveur ovin. 4 balises ont été placées sur 4 brebis du troupeau avec pour objectif de suivre à distance son troupeau pour faciliter son temps de travail dans une exploitation à plusieurs ateliers. L'utilisation des balises GPS lui permet de connaître les déplacements du troupeau et vérifier que les animaux ne sortent pas des parcs. Les retours de l'éleveur sur cet outil sont positifs : gain de temps pour retrouver le troupeau, alerte en cas de sortie de parc,... L'outil est simple d'utilisation.

Lors du COPIL du Plan Départemental Ovin en 2017 une rencontre a été organisée pour une présentation de l'outil par la start-up Witrace et l'éleveur. La technologie était en plein développement.

A la suite de cette rencontre la Chambre d'Agriculture de la Drôme et l'ADEM ont souhaité compléter les informations reçues lors de la visite de terrain avec une recherche des expérimentations en cours et la rencontre d'experts :

- janvier 2018 : rencontre avec Pierre-Guillaume GRISOT, IDELE pour le projet CLOChète.
- février 2018 : rencontre avec Philippe GROS de Witrace pour avoir une présentation plus précise de la technologie employée et des adaptations possibles à nos enjeux.

Au printemps 2018, le Département de la Drôme en partenariat avec l'association Moulin Digital a organisé un Défi numérique dans lequel les éleveurs drômois, représentés par des élus de la Fédération Départementale Ovine, ont exposé la problématique suivante : « Mieux comprendre le comportement des chiens pour identifier les attaques et mieux gérer l'utilisation des chiens ».

Conscients des enjeux liés à la présence de chiens de protection dans le cadre du multi-usage des espaces pastoraux, les éleveurs souhaitent s'engager pour limiter les incidents envers les autres utilisateurs. Les réflexions entreprises dans le cadre du Défi du numérique laissent percevoir des possibilités liées aux nouvelles technologies.

De plus, les acteurs présents dans le groupe issu du Défi du numérique souhaitent mettre à contribution leurs compétences en matière d'analyse de données pour répondre aux besoins des éleveurs.

Un premier projet d'expérimentation a été construit fin 2018 par la Chambre d'Agriculture de la Drôme (CDA26), la Fédération Départementale Ovine (FDO) et l'Association Départementale d'Économie Montagnarde de la Drôme (ADEM) avec le soutien du Conseil Départemental de la Drôme, associant l'entreprise Witrace (développeur et vendeur de collier GPS) et l'entreprise Solstice (Experte en analyse de données et intelligence artificielle). L'objectif de ce projet d'expérimentation était d'interroger les nouvelles technologies : peuvent-elles être une aide à la conduite de troupeaux pastoraux, des chiens de protection et un moyen de lutte contre la prédation ?

Ce premier projet d'expérimentation n'a finalement pas abouti suite au dépôt de bilan de la société Witrace. Cet événement a eu pour conséquence de nous priver d'un des partenaires essentiels du projet mais également de la subvention PEPIT (Région AuRA) qui venait en co-financement de la subvention du

Département de la Drôme.

Dans ce contexte la Chambre d'Agriculture de la Drôme, la Fédération Départementale Ovine, l'Association Départementale d'Économie Montagnarde de la Drôme et avec le soutien du Conseil Départemental ont décidé lors de la réunion du 7 janvier 2019 de conduire un projet commun resserré avec des objectifs adaptés aux moyens humains et financiers disponibles.

1.2. Objectifs et actions

Les objectifs du projet sont les suivants :

- Volet gestion pastorale:
 - Mieux comprendre l'utilisation des surfaces par le troupeau en milieux diversifiés plus ou moins fermés.
 - Comment les outils connectés peuvent faciliter la conduite pastorale pour les éleveurs et les bergers.

- Volet chien de protection:
 - Mieux comprendre l'activité et le comportement des chiens de protection dans les différentes séquences de la vie du troupeau.
 - Déterminer si l'outil peut aider les éleveurs et les bergers dans la gestion des chiens de protection et de quelle manière.

Pour répondre à ces objectifs le projet s'est construit autour de 2 grandes actions :

Action 1/ Coordination et animation du projet

L'objectif de cette première action était de mettre en relation les différents partenaires, de coordonner les actions et les partenaires selon le calendrier défini et s'assurer d'échanges fluides et du transfert des connaissances au sein du groupe tout au long du projet.

Cette action visait également à ajuster la méthodologie si nécessaire au cours de l'expérimentation.

Action 2/ Expérimentation

L'expérimentation a été calibrée pour répondre aux 2 volets : gestion pastorale et chiens de protection.

Elle s'est déclinée en 4 étapes :

- 1/choix du prestataire de matériels connectés et donc de l'outil connecté choisi ;
- 2/mise en place d'outils connectés sur un échantillon de brebis du troupeau et sur les chiens de protection ;
- 3/un traitement et une analyse des données ;
- 4/une enquête auprès des éleveurs et bergers utilisateurs pour capitaliser leur retour d'expérience.

1.3. Partenariat

La FDO, l'ADEM et la CA26 ont co-porté le projet pour mener à bien cette action dans un cadre agricole et préserver les objectifs initiaux. L'IDELE a accepté d'être le partenaire scientifique du projet, en apportant des compétences fortes dans l'analyse de données.

Suite à un premier travail de mobilisation d'éleveurs volontaires et d'échanges avec les territoires drômois, un nouveau partenariat est apparu envisageable.

Le Parc naturel régional des Baronnies provençales (PNRB) s'engage depuis 2018 dans la déclinaison

locale du plan national d'actions loup et activités d'élevage sur son territoire. Dans ce cadre, la problématique des chiens de protection des troupeaux est apparue comme un sujet nécessitant des propositions d'expérimentations.

Le Parc des Baronnies provençales s'est rapproché des partenaires du projet initial. Il a été proposé de mobiliser des éleveurs complémentaires sur le territoire des Baronnies provençales en proposant notamment l'acquisition du matériel par le territoire et sa mise à disposition aux éleveurs volontaires.



Photo 1 :Troupeau du GAEC de Grange Neuve le jour de la pose des balises GPS – Maëva ANTHEME

2. Choix des exploitations et du matériel

2.1. Choix des exploitations

2.1.1. Critères de sélection des exploitations

Le choix des exploitations s'est porté sur des structures représentatives des élevages ovins pastoraux drômois (plus de 200 brebis viandes, valorisation de surfaces pastorales plus de 6 mois par an, présence de chiens de protection dans le troupeau, contexte de prédation fort), avec des éleveurs motivés par l'utilisation de nouvelles technologies pour la conduite du troupeau et des chiens de protection, et des exploitations situées dans des zones de présence de réseau GSM.

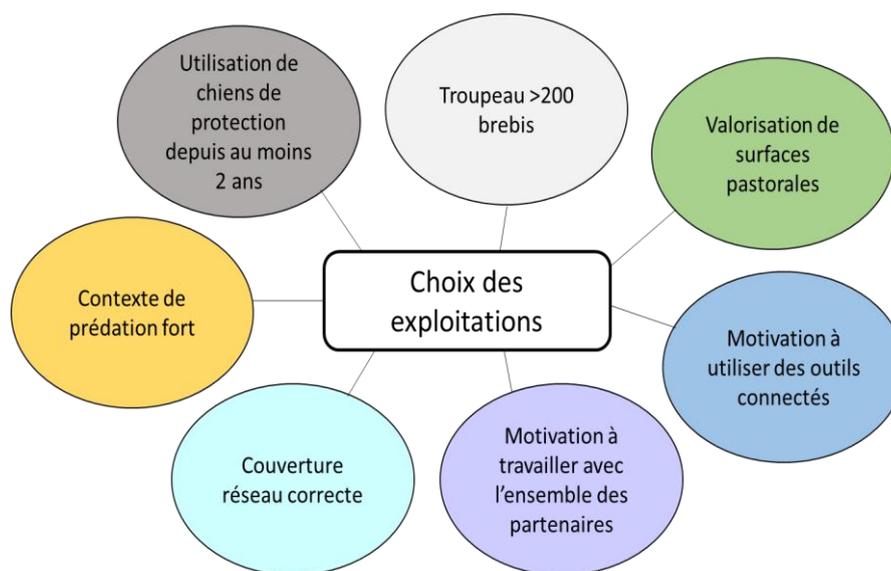


Figure 1 :critères de choix des exploitations partenaires du projet

2.1.2. Critères théoriques... et réalités de terrain

La mise en perspective des nombreux critères définis par le comité de pilotage pour des protocoles rigoureux avec le coût d'achat de ces équipements n'a pas permis de sélectionner 4 exploitations qui répondaient à chacun des critères de départ :

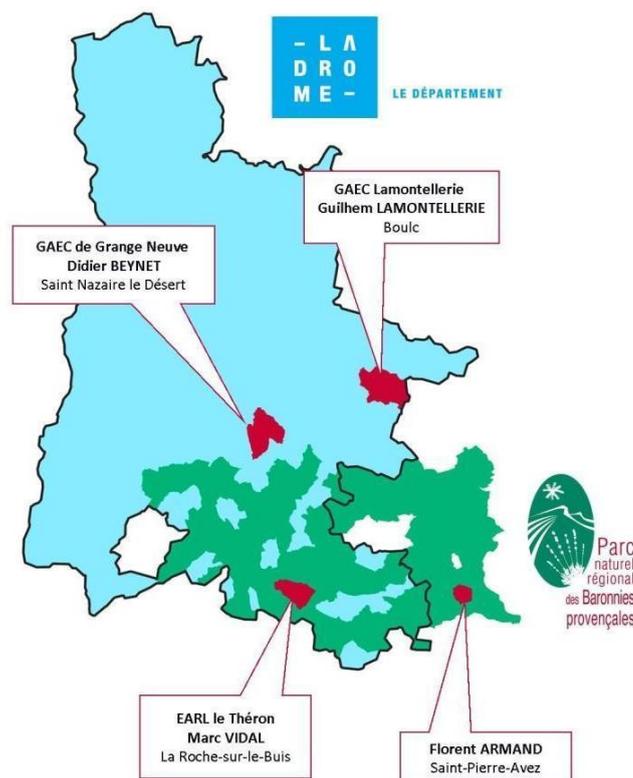
- Le fait que l'atelier ovin pastoral soit prédominant, avec plus de 200 brebis et un contexte de prédation intense étaient des critères obligatoires.
- En revanche, un maximum de 5 chiens et une couverture réseau ont été des critères secondaires compte-tenu des difficultés à trouver des éleveurs partenaires.

2.1.3. Localisation des exploitations

L'objectif était de sélectionner pour l'expérimentation des exploitations représentatives des systèmes d'élevage et des territoires pastoraux Drômois.

La répartition géographique a permis de varier le contexte de prédation (présence plus ou moins ancienne du loup) et du type de systèmes.

Les exploitations choisies se situent dans la vallée de la Roanne, dans le Haut Diois, et dans les Baronnies provençales.



Carte 1 : localisation des 4 exploitations retenues pour le projet

2.1.4. Les exploitations supports de l'expérimentation

GAEC de Grange Neuve

Saint Nazaire de Désert

2 UTH

Elevage pastoral, embauche d'un berger

Production : agneaux de bergerie labellisés Agneau de Sisteron

Cheptel : 650 brebis

Race : Préalpes et Mérinos

4 chiens de protection

650 ha de SAU dont 88% de landes et parcours

GAEC Lamontellerie

Boulc

2 UTH

Elevage pastoral avec estive collective (GP de Glandasse) et embauche de 2 bergers

Production : agneaux tardons et vente de reproducteurs

Cheptel : 400 brebis

Race : Mourerous

6 chiens de protection

157 ha de SAU

Florent ARMAND

Saint-Pierre-Avez

1 UTH

Elevage pastoral

Production : agneaux de bergerie labellisés Agneau de Sisteron et AB, atelier caprins viande

Cheptel : 250 brebis et agnelles de renouvellement, 8 chèvres provençales

Race : Préalpes

3 chiens de protection

1330 ha SAU

EARL le Théron

La Roche sur le Buis

2 UTH

Elevage pastoral avec estive collective (GP du Menon) et embauche de berger

Production : agneaux de bergerie, caprins fromagers, olives

Cheptel : 250

Race : Mérinos et Hampshire

3-4 chiens de protection

366 ha SAU



Photo 2 : Pose de collier sur l'estive de Banne – EARL le Théron – Fabien CANDY

2.1.5. Couverture mobile

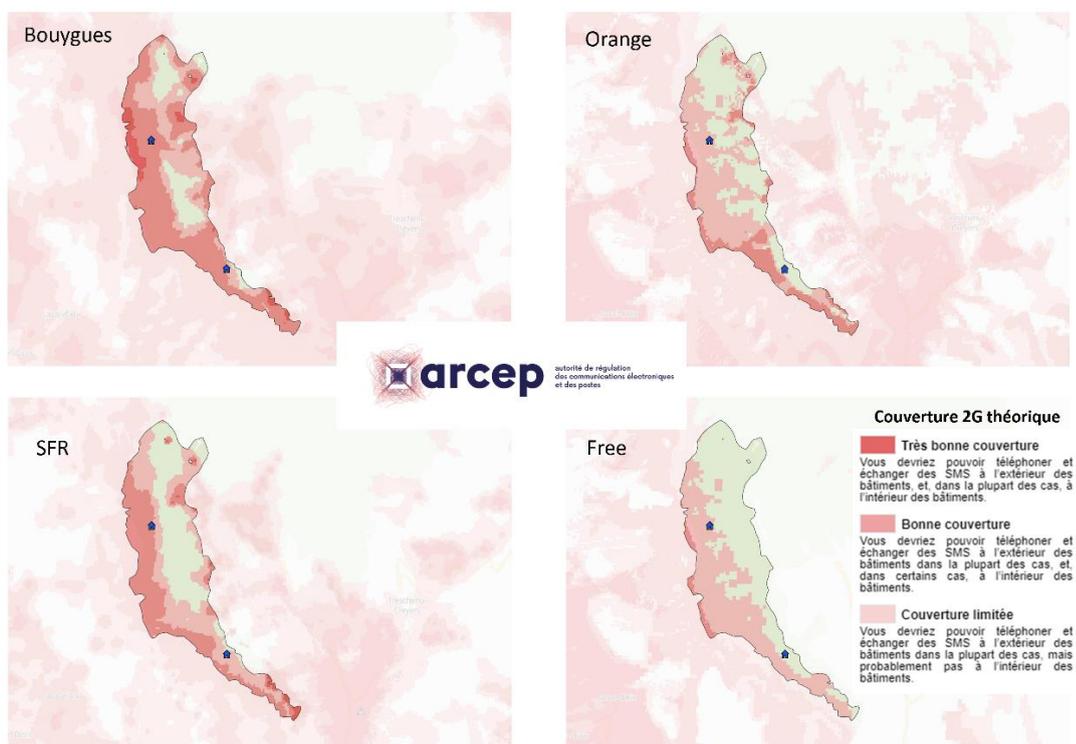
L'un des critères essentiel dans le choix des exploitations était la présence de réseau sur la majorité des surfaces. Pour cela nous avons valorisé la connaissance des éleveurs.ses et nous avons analysé le réseau théorique sur certains secteurs pour compléter les données de terrain. Ces premiers éléments de réflexion ont permis d'approuver les sites à équiper, bien que quelques réserves soient émises sur deux pâturages :

exploitation	site de pâturage	couverture réseau
GAEC Lamontellerie	Estive de Glandasse	moyenne
	Boulc siège d'exploitation	excellente
GAEC de Grange Neuve	Estive de Praloubeau	excellente
	St Nazaire siège d'exploitation	moyenne
Marc VIDAL	Estive de Banne	bonne
	Pâturage de treize Lances	bonne
Florent Armand	Saint Pierre Avez	excellente

Tableau 1 :couverture réseau envisagée une fois les exploitations retenues

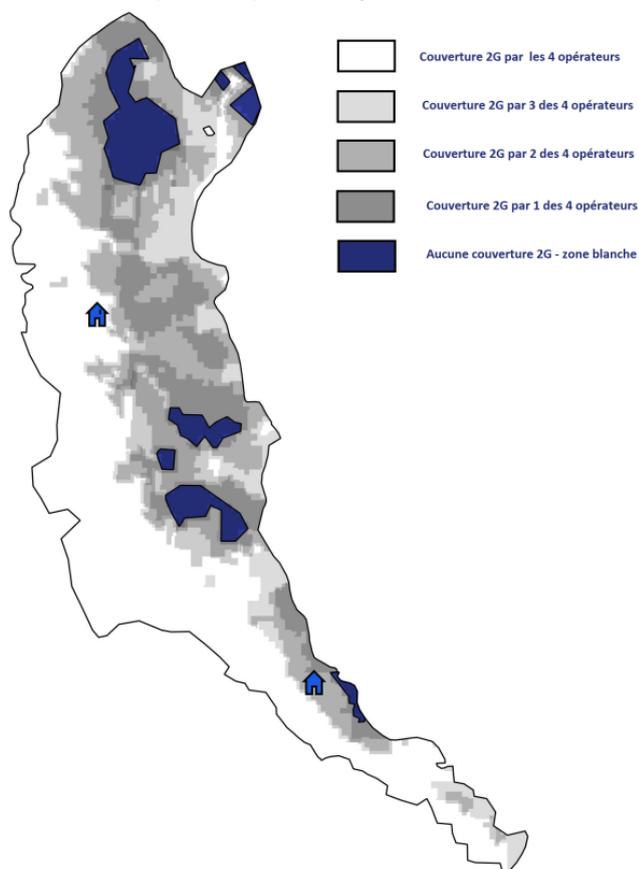
Ce fut par exemple le cas pour l'estive de Glandasse, où les bergers et éleveurs nous ont informés d'une faible couverture réseau sur certaines zones pâturées avec des téléphones à simple-opérateur.

Afin de valider ou non le choix de l'exploitation, une analyse cartographique de la couverture réseau 2G théorique fourni par l'Arcep a été réalisée (carte 2).



Carte 2 : analyse du réseau 2G théorique sur le GP de Glandasse - ADEM

Le résultat est le suivant : en fonction des opérateurs, la couverture était variable. Mais dans le cas d'une configuration de réseau multi-opérateurs le GP de Glandasse semblait peu soumis à des zones blanches (carte 3) à l'exception des zones en bleu foncé.



Carte3 : carte des zones blanches théoriques GP de Glandasse- ADEM

2.2. Choix du prestataire

2.2.1. Critères du cahier des charges

La demande des partenaires du projet se déclinait en deux aspects : avoir un matériel robuste avec une longue autonomie, et avoir un prestataire impliqué dans l'accompagnement technique des éleveurs, des partenaires et de l'outil tout au long de l'expérimentation. L'option de recharge solaire avait été envisagée (une entreprise spécialisée dans l'équipement de capteurs embarqués d'animaux sauvages avait été consultée) mais finalement écartée pour des raisons de coût (>4000€ le collier), bien qu'offrant des avantages certains.

Engagements d'accompagnement :

- Participer à l'adaptation de l'outil pour répondre aux objectifs du projet, en concertation avec les partenaires du projet ;
- Accompagner techniquement les éleveurs dans la pose et l'utilisation de l'outil ;
- Assurer le suivi du matériel tout au long de l'essai ;
- Participer aux réunions (comité technique et comité de pilotage) tout au long du projet à l'invitation des partenaires du projet.

Engagements techniques :

- Matériel pouvant être fixé sur des animaux du gabarit d'un chien ou d'une brebis
- Robustesse suffisante pour une utilisation en condition de pâturage sur parcours (accrochages, chocs, conditions climatiques)
- Fréquences de localisation modulables
- Fréquence de localisation prévue pour les chiens : 1 point/minute. Fréquence de localisation prévue pour les brebis : 1 point/5minutes.
- Synchronisation horaire entre les colliers des acquisitions de données de localisation
- Autonomie de batterie de longue durée. Minimum 1 mois pour les brebis et 1 semaine pour les chiens.
- Un système avec une batterie amovible pour faciliter la recharge pourrait être un plus.

2.2.2. Résultats de l'appel à candidature

Une grille de notation construite et validée par les partenaires du projet a permis de sélectionner un prestataire en fonction de leur réponse à notre cahier des charges.

Après comparaison des propositions sur les références similaires de chaque structure, la réponse aux engagements techniques demandés, ainsi que sur le coût du matériel et des services fournis (tab 2) les partenaires ont validé la proposition de l'entreprise Géovie.

<i>Prestataires ayant répondu</i>	P1 : Géovie	P2 : Canitech	P3 : Aguila
Références similaires / 10	10	0	10
Méthodologie / 45	60	30	42
Prix / 35	15	10	30
note sur 85	85	40	82

Tableau 2 : notation des candidatures – CA26

2.2.3. Présentation de la société Géovie et du collier retenu

Géovie

Entreprise ardéchoise, basée à Les Vans, distributeur de matériel de la marque TRACKER (société finlandaise fondée en 1977).

La société se compose de 3 collaborateurs : un directeur des opérations, un spécialiste des fichiers cartographiques et des traitements de données GPS et une responsable des ventes et du SAV



Collier BOAZU

Après avoir étudié des différents outils proposés par l'entreprise, le collier BOAZU a été sélectionné pour équiper à la fois les chiens et les brebis.

Ce collier est décrit comme robuste, anti-choc, étanche, monté sur une sangle ultra résistante et hygiénique, muni d'une antenne souple et courte pour éviter les accrochages. Il résiste à une plage de température variant entre -25°C et +55°C.

Ce collier permet un suivi via smartphone, tablette ou PC.

2.2.4. Caractéristiques du collier BAOZU :

Les caractéristiques affichées par le revendeur pour ce collier sont les suivantes :

- Aucune limitation de distance
- Aucune limitation de topographie et relief
- Aucune limite du nombre d'équippers pouvant localiser le collier de repérage
- Envoi automatique des positions sur cartographie (accès à toutes les cartes IGN en illimité)
- Le suivi en temps réel fonctionne toutes les 30 secondes et peut être modifié à distance sans aucun contact direct avec le collier (intervalle de suivi de 30 secondes à 24 heures)
- Suivi permanent horodaté pour recevoir les positions chaque jour aux mêmes heures : exemple 1ère position à 6h00, puis à 10h00 puis 14h00, 18h00, 22h00, 2h00 du matin et ainsi de suite
- Mise à jour du logiciel à distance pour les nouvelles fonctionnalités

D'un point de vue technique chaque collier BAOZU est équipé de :

- Système de positionnement double : GPS (satellites américains) et GLONASS (satellites russes) pour un repérage rapide et fiable des colliers dans des conditions difficiles. Module GPS SuperSense très sensible : sensibilité de 158 dBm et 16 canaux
- Réception GSM très puissante grâce à une antenne GSM optimisée pour une transmission fiable de la position de l'animal dans les zones difficiles. Connectivité : par SMS ou data, fréquences 900 MHz et 1800 MHz
- Anti-choc, étanche et anti-poussière (IP65)
- Livré avec sangle ultra résistante aux variations de températures, hygiénique
- Dimensions 58x85x85 mm
- Poids 440 grammes + sangle
- Antenne souple 15 cm
- Fonctionne avec 1 pile 3.6 volts fournie

L'un des principaux critères de choix du collier était son autonomie. Lors de l'achat du matériel l'autonomie nous a été présentée comme telle :

- 1 position toutes les 5 minutes = 30 jours environ
- 1 position toutes les 10 minutes = 45 jours environ
- 1 position toutes les 30 minutes = 60 jours environ
- 1 position toutes les heures = 90 jours environ
- 1 position toutes les 2 heures = 120 jours environ
- 1 position toutes les 6 heures = 180 jours environ
- 1 position toutes les 12 heures = 300 jours environ
- 1 position par 24 heures = 420 jours environ

L'entreprise Géovie avait proposé de fournir d'autres colliers pour les chiens (matériel rechargeable) mais il nous a paru plus simple de n'avoir qu'un type de matériel à gérer. Cela présentait aussi l'avantage d'être transférable des brebis aux chiens et inversement.

3. Traitement et analyse de données

3.1. Qualité des données

Les données collectées dans des bases de données transmises par l'entreprise Géovie se compose d'une ligne par relevé GPS avec définie : la longitude, la latitude, l'identifiant de l'animal suivi, ainsi que le jour et l'heure du relevé (tab 3).

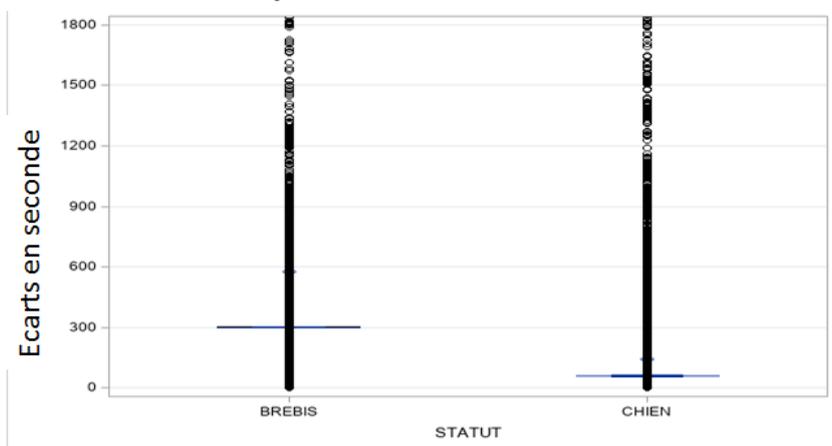
lon	lat	ID	TIME
4.1224722222	44.406027778	A Ora	22JUL19:08:23:57
4.1225833333	44.405972222	A Ora	22JUL19:09:25:43
4.1226111111	44.405833333	A Ora	22JUL19:09:43:00
4.1225277778	44.406138889	A Ora	22JUL19:12:25:41
4.1225833333	44.405916667	A Ora	22JUL19:13:12:30
4.1225	44.406055556	A Ora	22JUL19:13:30:25

Tableau 3 : informations brutes contenues dans la base de données - IDELE

Fréquences théoriques

Les fréquences théoriques des relevés sont de 1 relevé par minute pour les chiens de protection et 1 relevé toutes les 5 minutes pour les brebis équipées (soit 300 secondes). Dans les faits les écarts de temps (en secondes) entre des points successifs sont relativement variables mais plus de 50% des fréquences correspondent aux attentes.

VIDAL : Répartition observées des écarts de temps (en seconde) entre points successifs selon le statut



La figure 2 est une boîte à moustache simplifiée dont la médiane (en bleu foncé) illustre le point d'équilibre où 50% des valeurs se situent en dessous et 50% des valeurs se situent en dessus.

Cette représentation met en évidence la présence de valeurs extrêmes (petites et très grandes fréquences), bien que celle-ci restent marginales.

Figure 2 : fréquences observées entre relevés GPS - IDELE

3.1.1. Réception de données

Concernant la réception des données, il n'existe pas de jours complets, c'est à dire où les signaux sont émis sur l'ensemble des balises sur l'ensemble de la journée. Après analyse fine des données plusieurs types d'aléas se sont produits (fig.3), ont altéré la qualité du jeu de données et pose des questions techniques :

- signal manquant d'une ou plusieurs balises : lié à un problème d'autonomie électrique des colliers ou à des aléas liés à l'entreprise ?
- interruptions de collecte de données : aléas liés à l'entreprise ou problème de couverture

réseau sur des heures fixes ?

- interruptions de transmission des données : problème de couverture réseau ?

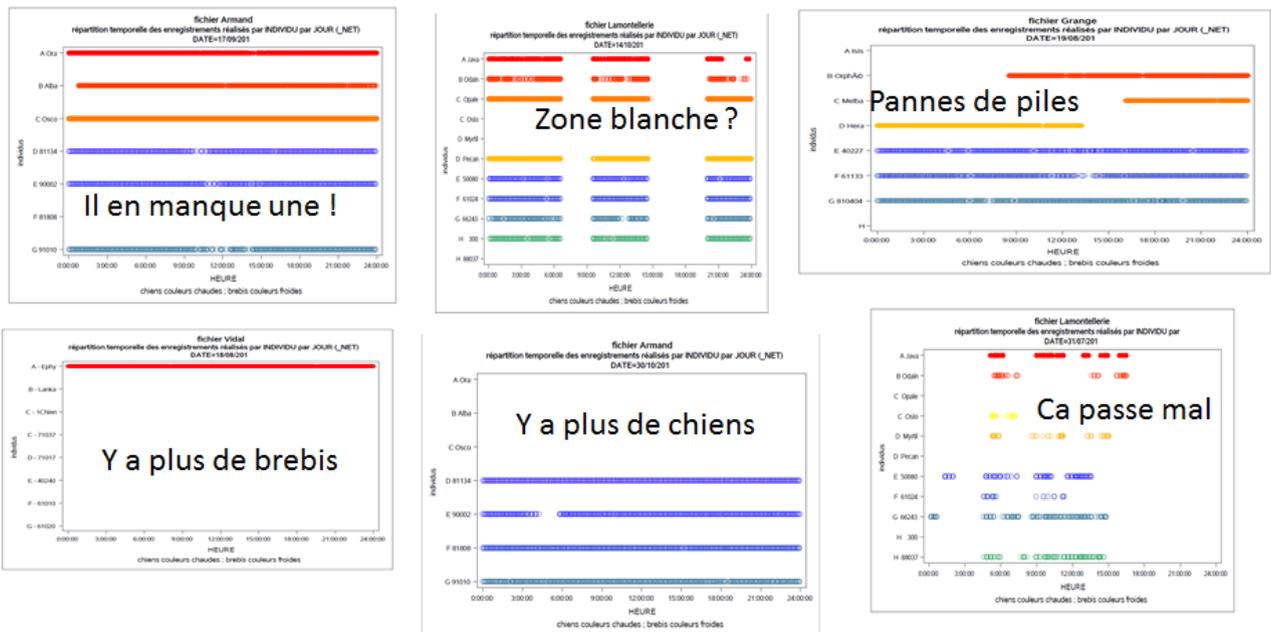


Figure 3 : relevé des aléas de réception de données- IDELE

L'analyse met également en évidence des fréquences anormales survenues sur certains colliers C'est par exemple le cas du collier de Melba (fig 4), qui durant quelques jours a émis un point toute les 3 secondes en moyenne.

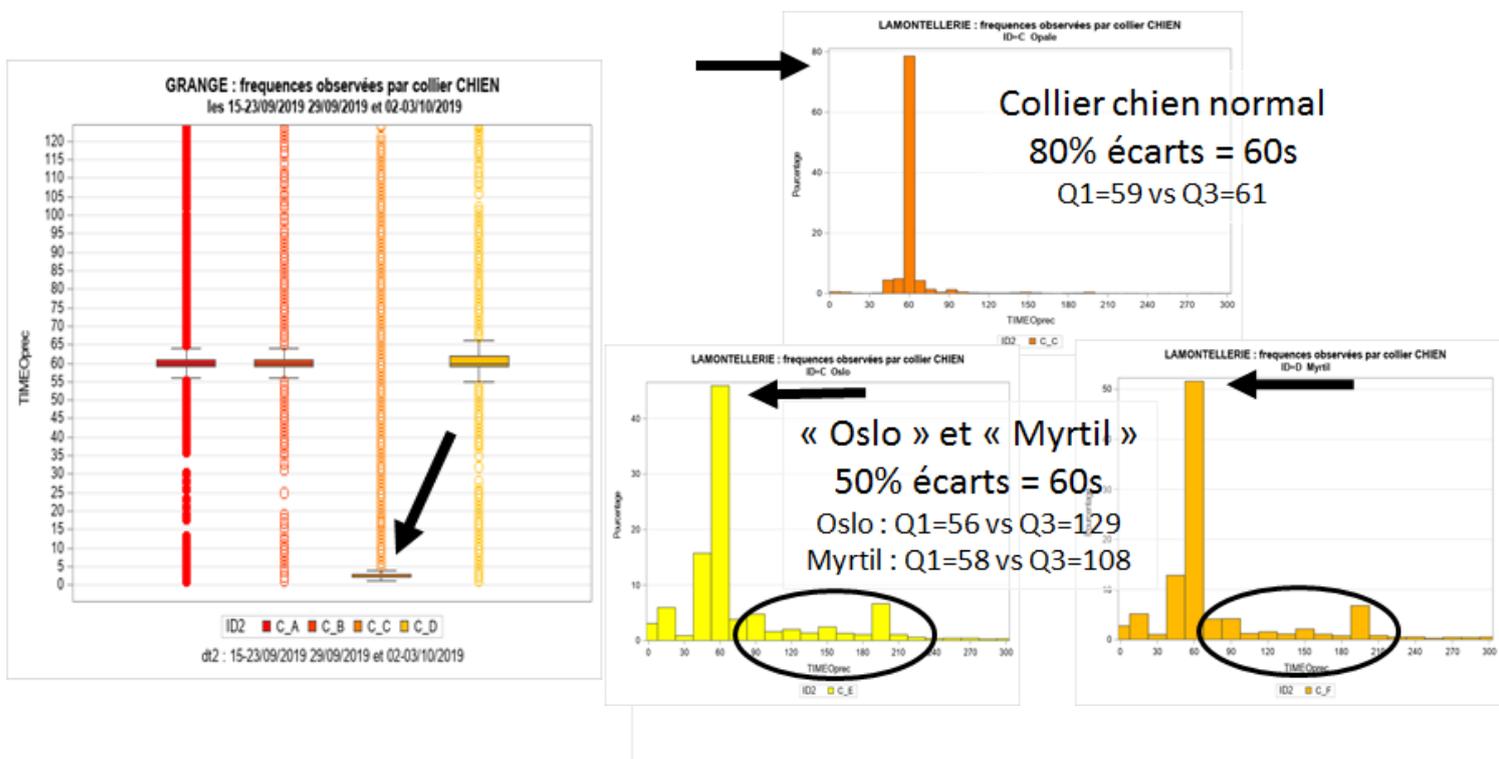


Figure 4 : anomalie dans les fréquences d'émission des données - IDELE

3.1.2. Emplacement des signaux GPS

Enfin la position des emplacements GPS a relevé des emplacements surprenants, puisque certains points ont été relevés sur le continent Africain (sur l'emplacement du point 0 du GPS).

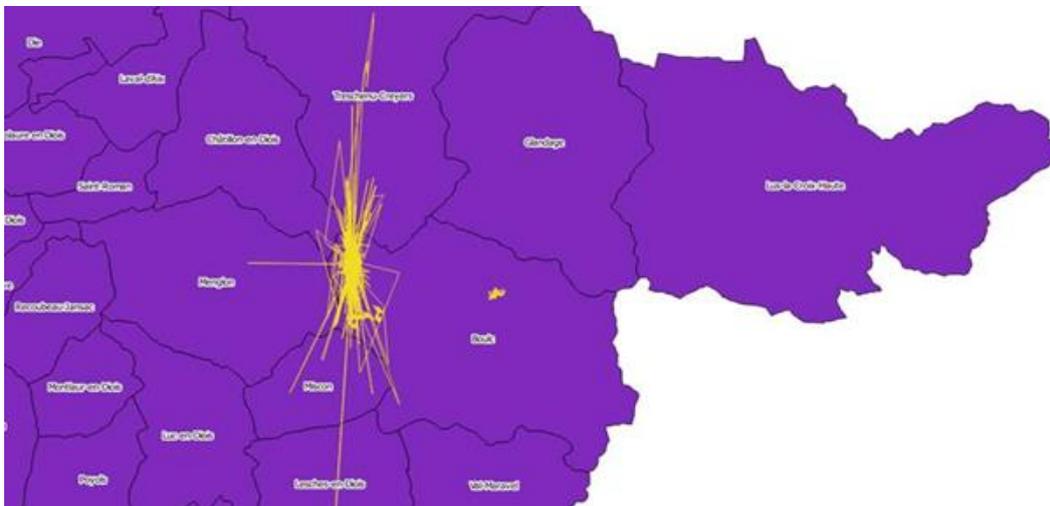
Deux hypothèses pour ces artefacts. La 1ère serait une perte de repères liée à des problèmes de couverture satellites ? Hypothèse peu probable car l'expérimentation était en extérieur et pas sous couvert forestier. La 2nd serait une perte de repères liée à une mise en sommeil du collier qui a des difficultés à trouver précisément la position GPS au redémarrage.

D'autres anomalies GPS correspondent à des trajets hors pâturage (trajet entre l'exploitation et le cabinet du vétérinaire par ex). Ces anomalies sont facilement détectables mais polluent le jeu de données.

3.1.3. Nettoyage du jeu de données

Afin de nettoyer les données GPS de tous ces éléments pouvant perturber l'analyse, il a été convenu des choix suivants :

1. Suppression des lignes en doublons dans la base de données
2. Suppression des positions géographiques anormales (hors zone de pacage)(*carte 4*) : les points GPS conservés sont inclus dans des polygones correspondant aux zones de pacage des exploitations suivies (voire de plusieurs sous-zones selon les périodes et les élevages, par exemple l'estive et le siège d'exploitation). Ces zones ont été définies avec les techniciens et éleveurs pour correspondre au plus proche de la réalité de terrain.



Carte 4 : anomalie dans la position des données - ADEM

3. Suppression des périodes où chiens et brebis ne sont pas ensemble (par exemple lorsque les colliers sont déposés (pour maintenance, livraison, etc...), lorsque les chiens ne sont pas avec le troupeau (mise bas d'une chienne en bergerie par exemple), ou encore les jours de visite chez le vétérinaire. Les données de la journée entière sont exclues de l'analyse.
4. Suppression des séries incomplètes : lorsque la balise d'un des chiens par exemple vient à manquer, le jeu de données a été considéré comme incomplet et les jours en question ont

été écartés de l'analyse, le risque étant de ne pouvoir lire les relations interchiens par exploitation).

5. Suppression des anomalies géographiques décelées par incohérence de relevés pris deux à deux. En effet, la vitesse de l'animal est facilement calculable en divisant la distance parcourue par le temps écoulé entre deux relevés. Les déplacements dont la vitesse instantanée a été supérieure à XX km/h pour les chiens et xx km/h pour les brebis ont été considérés comme excessifs et de fait écartés des analyses.

Cas de la vitesse instantanée excessive

Certains points semblaient indiquer un déplacement très rapide des animaux (plusieurs kilomètres en quelques secondes), si pour certains points il était évident qu'il s'agissait d'une erreur de GPS, pour d'autres la question méritait d'être creusée.

Questions : que sont deux positions successives et qu'est-ce qu'une vitesse instantanée excessive ?

Difficultés :

- *des fréquences d'émissions moyennes entre les colliers des brebis et des chiens différents*
- *une fréquence réelle d'émissions présentant des écarts par rapport à la théorie (trou, excès, etc..)*
- *les vitesses moyennes de déplacement et de pointe diffèrent entre les espèces et les individus*
- *Les déplacements sont appréhendés en "ligne droite" alors que dans la réalité les animaux ne se déplacent pas de la sorte.*

Que sont deux positions successives ?

Sont considérées comme deux positions successives des points consécutifs transmis à moins de 1200 secondes d'écart (20 mn) pour les brebis et 240 secondes d'écart (4 mn) pour les chiens de protection. Ce qui correspond pour les chiens et les brebis à 4 fois l'écart théorique de transmission.

Qu'est-ce qu'une vitesse instantanée excessive ?

Après étude des déplacements relevés par les GPS il est défini qu'au-delà de 4km/h pendant 1200 secondes pour les brebis et 10 km/h pendant 240 secondes pour les chiens, la vitesse instantanée est excessive et de fait, les points GPS non retenus pour l'analyse. Autrement dit, ont été écartées les distances > 1.32 km en 20 minutes pour les brebis et les distances > 667 m en 4 minutes pour les chiens car jugées impossibles à parcourir compte-tenu du relief et de la végétation.

Après nettoyage des 898276 données récoltées durant l'expérimentation, 745466 ont été conservées, soit 83% des données totales. Ce pourcentage de données conservées varie en fonction des exploitations, entre 75 et 99% (tab.4).

Exploitation	Avant nettoyage	Après nettoyage
Florent ARMAND	190 146	160 773 (85%)
GAEC de Grange Neuve	318 676	239 841 (75%)
GAEC Lamontellerie	111 963	110 400 (99%)
EARL Le Théron	277 491	234 452 (84%)

Tableau 4 : synthèse du nombre de données récoltées avant et après nettoyage – IDELE

A noter que malgré un bon taux de données "propres", le GAEC Lamontellerie reste l'exploitation pour laquelle le jeu de données est le moins conséquent.

Inversement, avec 25% de données écartées, le GAEC de Grange Neuve reste l'exploitation qui offre le jeu de données le plus fourni.

3.2. « A dires de GPS » : synthèse des données analysées par l'IDELE

L'équipement des chiens et brebis a permis une meilleure connaissance du comportement du troupeau au pâturage et une meilleure connaissance du fonctionnement des chiens de protection dans un contexte de prédation.

3.2.1. Distance moyenne parcourue

L'analyse est basée sur un suivi des distances parcourues en 300 secondes (soit 5 mn), par les animaux équipés, tout au long de la journée et de la nuit.

Les distances parcourues par les animaux (*Tab.5*) varient d'une exploitation à l'autre entre 19,4 m et 34,2 m par 300 secondes en journée pour les brebis et entre 77,9 m et 93,6 m par 300 secondes en journée pour les chiens.

Distance parcourue en 300 secondes(5 min)		Florent ARMAND	GAEC de Grange Neuve	GAEC Lamontellerie	EARL Le Théron
Distance moyenne brebis	jour	28,8 m	34,2 m	28,1 m	19,4 m
	nuit	11,2 m	8,5 m	9,34 m	9,7 m
Distance moyenne chiens	jour	90,4 m	93.6 m	84,4 m	77,9 m
	nuit	96,3 m	37,6 m	61,4 m	59,3 m

Tableau 5 : synthèse des distances parcourues par exploitation – IDELE

Il est intéressant de noter que le type de conduite en parc ou en gardiennage ne semble pas fortement influencer la distance moyenne parcourue en 300 secondes par les brebis (dans cet exemple seules les brebis de Florent ARMAND et le GAEC de Grange Neuve sont conduites en parc). Idem pour les chiens de protection (*fig 5*).

Distance moyenne des troupeaux sur 300 secondes

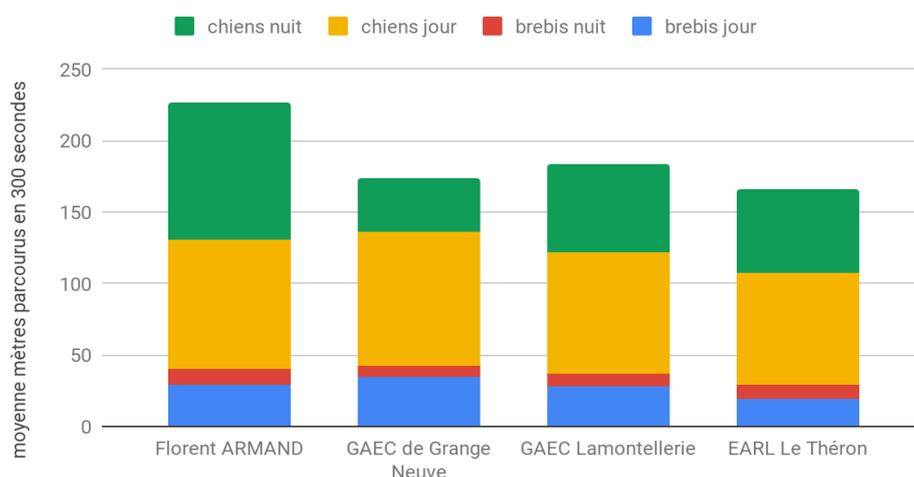


Figure 5 : distances moyennes parcourues en 300s par exploitation – CA26

Exemple du 1 août, chez Florent ARMAND

La figure 6 met en évidence les déplacements relativement faibles des brebis (en vert) passant la journée. A l'inverse l'activité des chiens est plus dynamique, les distances parcourus entre 4h30 et 10h30 sont de plus de 2 kilomètres par individu. A l'échelle de 24h, les distances cumulées des chiens (fig.7) représentent près de 15 km pour 2 chiens.

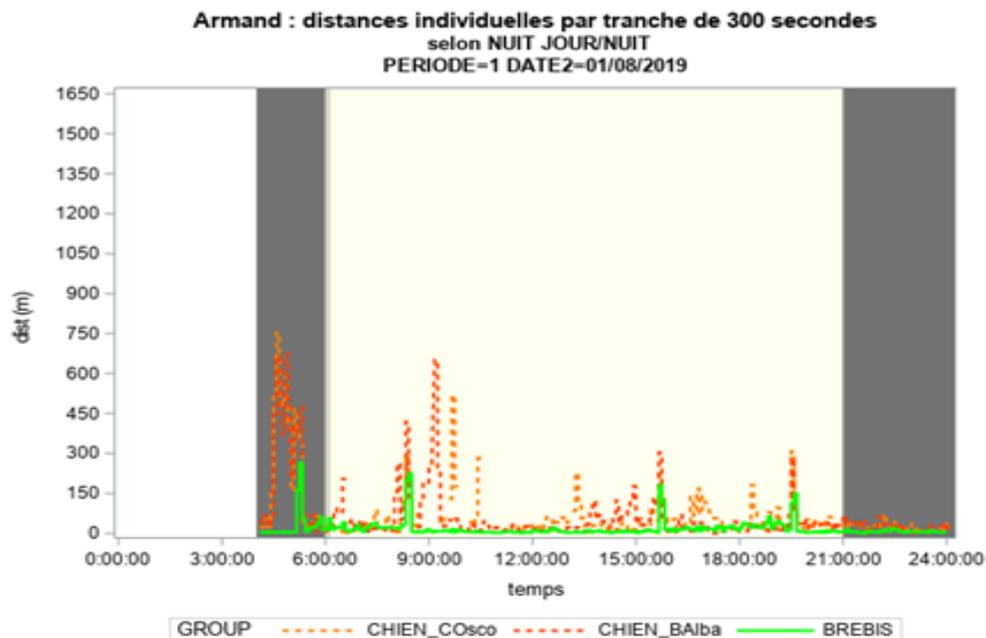


Figure 6 : déplacements sur la journée des brebis et chiens - IDELE

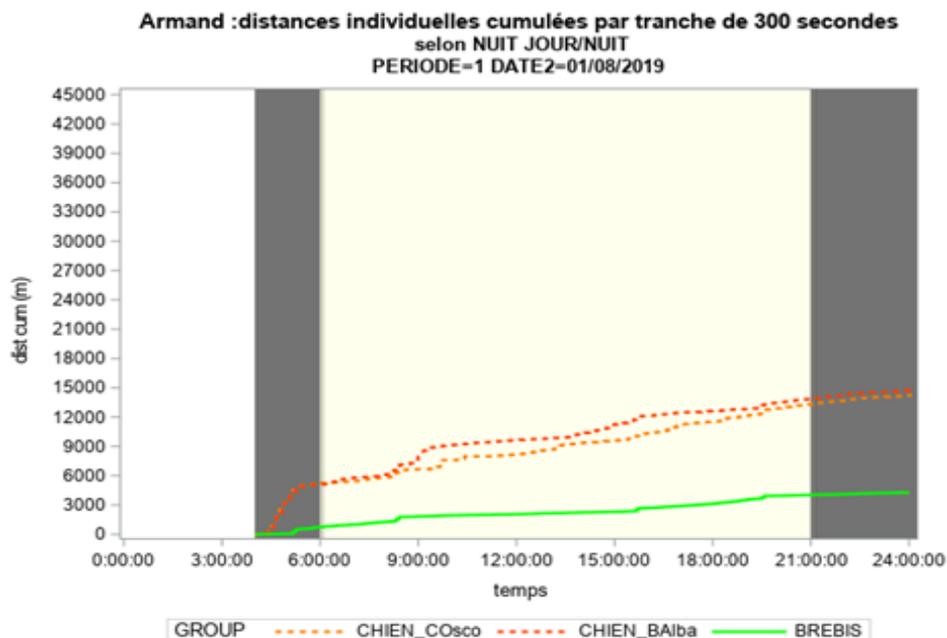
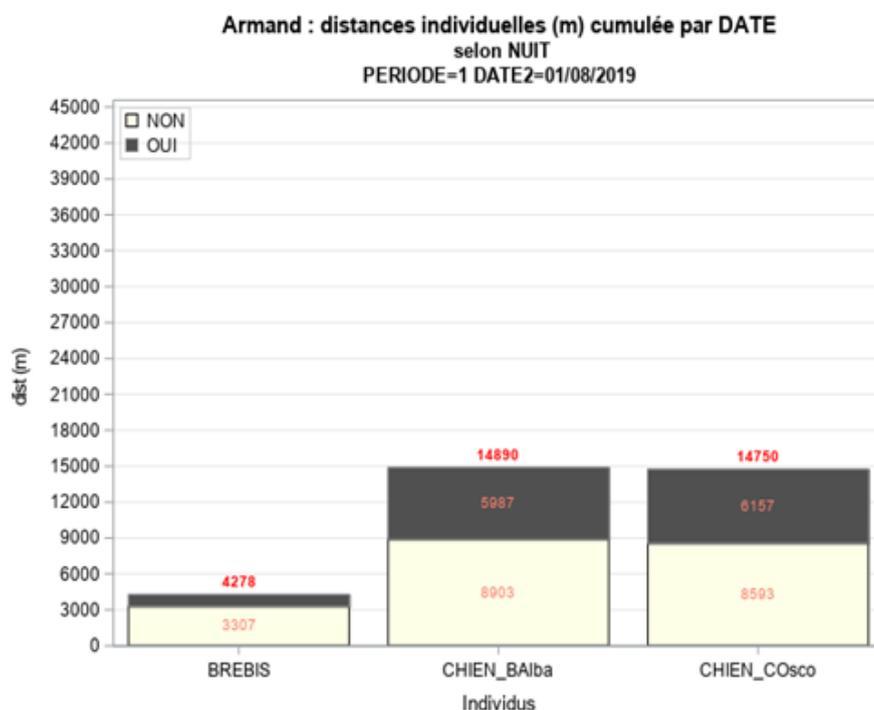


Figure 7 : déplacements cumulés sur la journée des brebis et chiens - IDELE

Les déplacements diurnes et nocturnes sont également analysables. Dans le cas du troupeau de M.

ARMAND le 1er août, les animaux équipés ont réalisés 33,9 km de distance cumulée, ce qui correspond au déplacement de 2 chiens et 4 brebis en 24h. $\frac{3}{4}$ des déplacements totaux des brebis, soit 4,3 kilomètres pour 4 brebis, ont eu lieu de jour, c'est à dire en 6h et 21h. Pour les 2 chiens 59% des déplacements se sont fait entre 6h et 21h, le reste a eu lieu de nuit (fig 8).

Figure 8 : répartition des déplacements diurnes et nocturnes - IDELE



3.2.2. Comportement du troupeau au pâturage

La pose de balise GPS a permis de mieux comprendre le comportement des brebis gardées en grands parcs.

L'exemple du GAEC de Grange Neuve est assez intéressant. Les données ont fait apparaître des éléments de durée et de localisation des chaumes, de préférence du troupeau en terme de secteur, de passage ou non au sel, à l'eau ... De plus, les balises ont permis de mettre en évidence l'allotement naturel du troupeau au sein du parc ainsi que l'adaptation des comportements des chiens qui se répartissent dans les lots pour veiller les brebis.

Certaines de ces informations étaient ressenties par l'éleveur mais cette expérience a permis de les objectiver et de les préciser, d'autres ont été une découverte quant au comportement du troupeau et vont permettre à l'éleveur d'optimiser sa gestion.

3.2.3. "Étalement" du troupeau, distance du point médian

Afin de définir l'étalement du troupeau, un point médian est utilisé pour calculer la distance moyenne séparant les brebis équipées dans un même troupeau. Le point médian est défini à partir de point GPS relevés toutes les 300 secondes.

Les données du GAEC Lamontellerie ont été exclues de l'analyse car le troupeau a été scindé en 2 lots avec chacun des brebis et des chiens équipés ce qui biaise les résultats.

Ce calcul met en avant la dispersion plus ou moins forte des troupeaux. La distance moyenne entre les brebis varie de quelques dizaines de mètres à plus d'un kilomètre (de 18 m à 67 m) en fonction des troupeaux (fig 9).

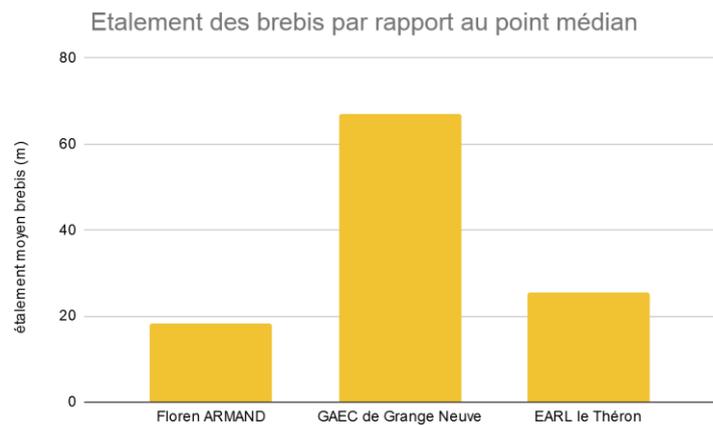


Figure 9 : distance inter-brebis en fonction des exploitations – CA26

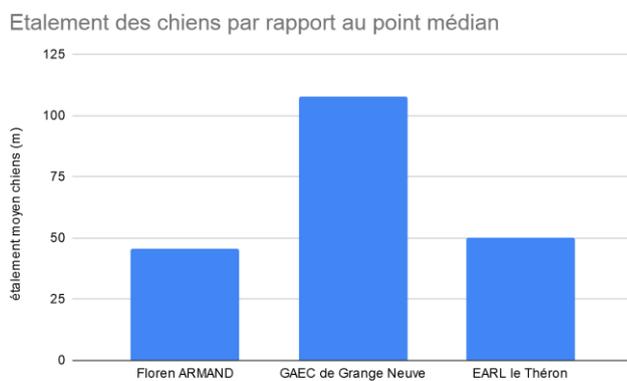


Figure 10 : distance chiens-brebis en fonction des exploitations- CA26

Sur la période, les chiens de l'EARL du Théron et de Florent ARMAND sont en moyenne distants d'une cinquantaine de mètres tandis que ceux du GAEC de Grange sont distants de plus de 100m (105 m), soit plus du double (fig 10).

Plusieurs hypothèses :

- la plus évidente consisterait à affirmer que les chiens du GAEC de la Grange Neuve sont plus mobiles et patrouillent au-delà des chiens de l'EARL du Théron ;
- le système de conduite est aussi bien différent : le troupeau du GAEC de Grange Neuve est en parc tandis que celui de l'EARL le Théron était gardé par un berger

tout l'été : ainsi on peut supposer que les chiens n'adoptent pas la même autonomie de patrouille si un berger est présent en permanence ou pas ;

- le regroupement nocturne ne semble pas un facteur influençant ce résultat, car l'ensemble des troupeaux étaient regroupés dans des filets la nuit ;
- la physionomie du pâturage est différente aussi : l'estive de Banne (EARL du Théron) est relativement ouverte tandis que celle de Praloubeau (GAEC de Grange Neuve) est relativement boisée ;
- enfin, le troupeau du GAEC de Grange neuve a naturellement tendance à s'alloter au pâturage (effet race : Préalpes et conduite du troupeau). Les chiens ont tendance à se répartir dans les lots pour maintenir une surveillance de l'ensemble du troupeau

Toutes ces hypothèses viennent nuancer l'interprétation la plus simpliste qui consisterait à dire que les chiens de la Grange neuve vont plus loin que ceux du Théron

3.2.4. Distance entre chiens de protection et les brebis

La pose de balise GPS a permis de mieux comprendre les interactions entre les chiens de protection et les brebis. En effet pour chaque exploitation et pour chaque chien a été déterminé sa distance moyenne aux brebis équipées, ainsi que sa distance médiane, minimale et maximale. Pour juger de la position relative des chiens, sont représentées sur un graphique les distances médianes du chien aux brebis par tranche de 300 secondes (*fig 11*).

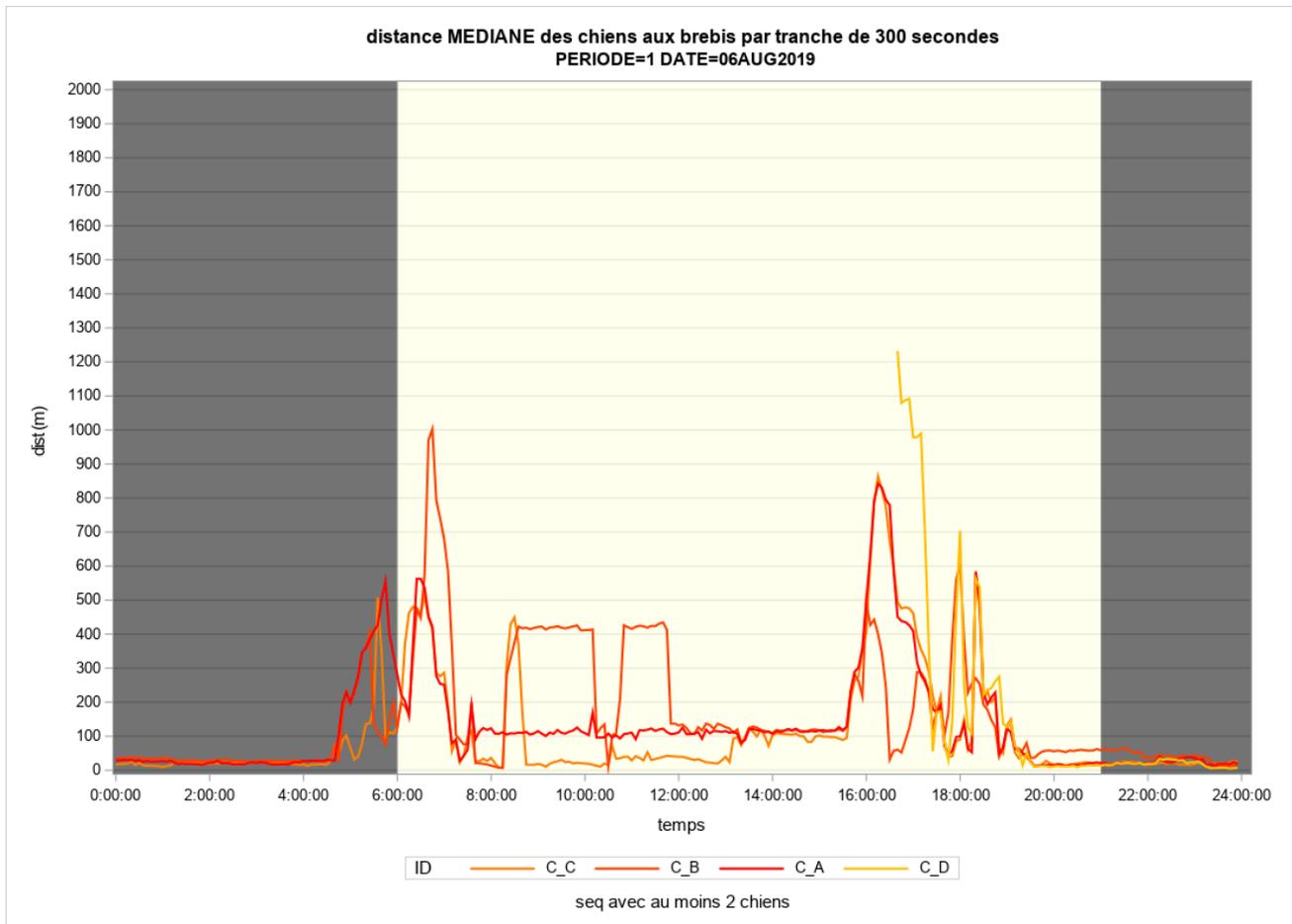


Figure 11 : distance médiane des chiens aux brebis GAEC de Grange Neuve - IDELE

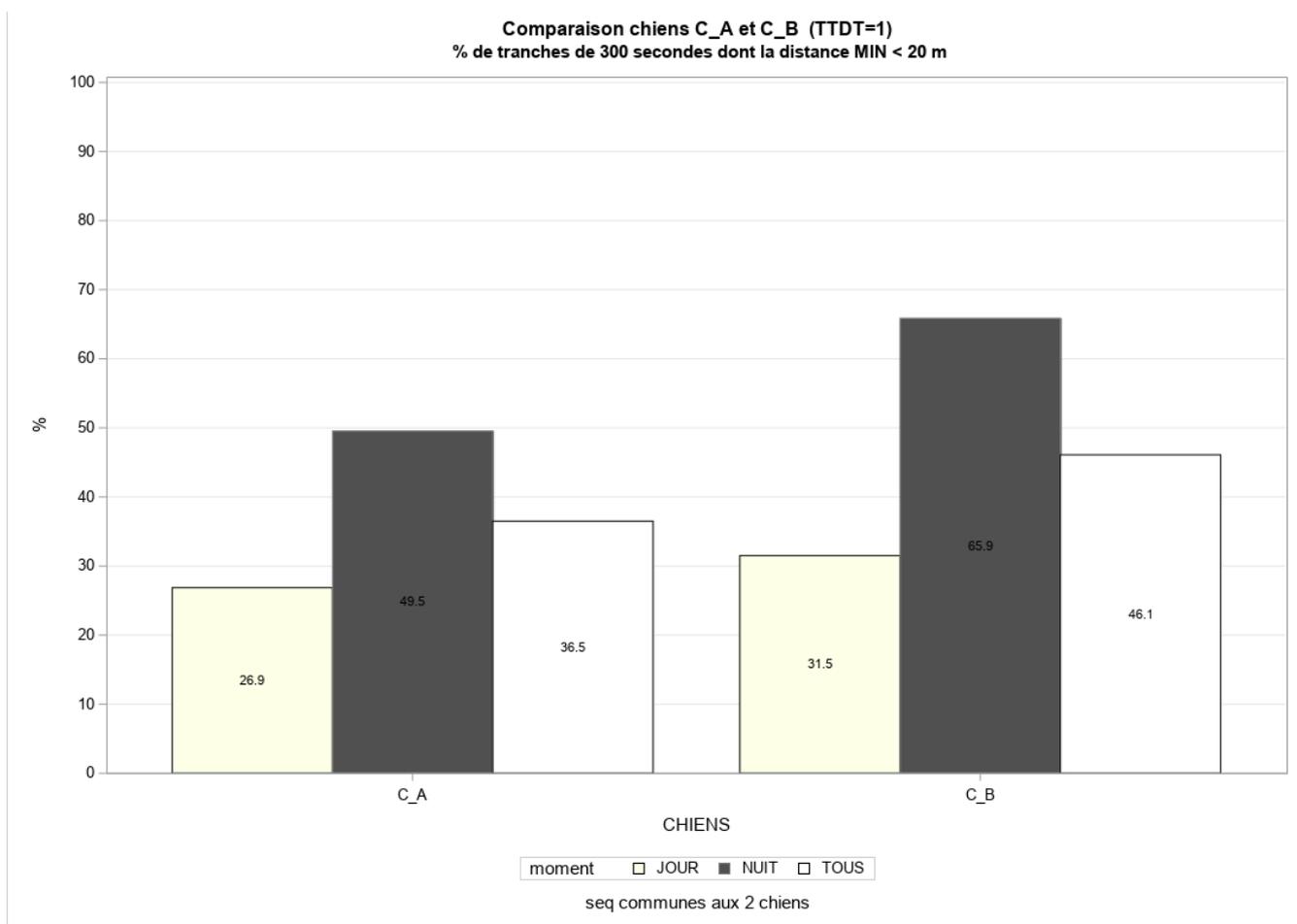
Lorsque la distance médiane est élevée mais la distance minimum est faible, cela illustre la scission du troupeau de brebis équipées. Le chien est parti avec un groupe de brebis et a délaissé l'autre. A l'inverse, lorsque les distances médiane et minimum sont élevées, cela illustre l'éloignement du chien des brebis équipées. Il peut soit être parti seul (ou avec un autre chien), soit être resté avec un groupe de brebis non équipées.

L'éloignement des chiens a été comparé de manière globale par rapport aux brebis équipées, et comparé entre chiens deux à deux (*fig 12*) pour mieux comprendre le rôle de chaque chiens dans le processus de protection.

Ce dernier type de comparaison a permis de d'objectiver les ressentis des éleveurs vis à vis de leurs chiens. Certains éleveurs ont également témoigné en avoir appris davantage sur certains de leurs chiens. Et peut servir pour guider le choix à garder, où le type de chiens à introduire dans la meute

de chien si cela est nécessaire.

Figure 12 : comparaison de l'éloignement de 2 chiens au GAEC de Grange Neuve - IDELE



3.3. « A dire de bergers.ères/éleveurs.se.s » : analyse des éléments qualitatifs de terrain

Ce chapitre présente une synthèse des avantages et inconvénients de la technologie testée et de la méthodologie choisie qui ont été notés et signalés par les éleveurs participants et les techniciens les accompagnants.

3.3.1. La relation éleveur-berger : la clé de la réussite d'une telle expérimentation

La relation entre les éleveur.se.s et le ou la berger.ère joue un rôle essentiel dans l'utilisation de l'outil. En effet, en fonction de l'ancienneté des bergers dans l'exploitation et/ou des missions définies sur les fiches de poste, l'implication des bergers a différé d'une estive à l'autre.

Au cours de l'expérimentation le rôle des bergers était de changer les piles afin d'assurer la continuité de la collecte de données, de vérifier que les animaux portaient toujours les colliers et de noter les observations pouvant fournir des informations complémentaires lors de l'analyse des données (sur une trame d'observation fournie). Ces missions non prévues lors de l'embauche, ont été vécu comme une contrainte pour 2 des 3 bergers.

L'expérience montre que la réalisation de ces missions doit être anticipée pour que le berger.ère

adhère au projet et que l'éleveur ou le GP l'intègre comme une mission sur la fiche de poste. Le berger.ère et l'éleveur ou GP doivent être dans une relation de confiance pour que l'utilisation des balises soit vécu comme un atout pour chacun, et non comme une seule contrainte ou même un système de contrôle.

3.3.2. Un appui certain à la gestion des pâturages

Bien que les divers aléas matériels et logiciels aient fortement contraint l'analyse technique par les partenaires du projet, l'affichage de la position des balises sur un écran de smartphone a été un vrai outil d'aide pour les éleveurs de l'expérimentation. Les éleveur.se.s sont unanimes sur ce point. Le fait qu'une balise de brebis s'arrête avant les autres ou qu'une coupure de services survienne n'a pas été aussi dommageable par rapport à l'usage que les éleveurs en ont fait.

Ils constatent :

- un confort de travail grâce à l'information en temps réel de la position du troupeau qui évite les déplacements de contrôle rendus inutiles et apporte une certaine sérénité.
- une confirmation des ressentis, voire une meilleure connaissance des comportements du troupeau, notamment concernant le scindement de troupeau au pâturage et le passage aux points d'eau et de sel.

Cet outil permet la constitution d'une cartographie de pâturage qui peut être un vrai plus pour les bergers et pour les éleveurs. La représentation cartographique du temps passé par le troupeau sur les différents quartiers peut par exemple permettre d'identifier les zones de vulnérabilité, d'optimiser la ressource en encourageant le pâturage sur certaines zones moins pratiquées en cas de nouveau recrutement, de contrôle, ...). Cet outil pourrait également être utile en cas de changement de berger pour une connaissance plus fine et une prise en main plus rapide du pâturage.

3.3.3. Une connaissance plus fine des comportements des chiens

En fonction des éleveurs, l'outil a permis soit de confirmer des ressentis concernant le comportement de leurs chiens (« éclaireur » / « gardien de troupeau » ...) soit de compléter leur connaissance empirique par la découverte de comportements non identifiés jusqu'à présent comme par exemple des circuits identiques de chiens différents à des moments différents, des

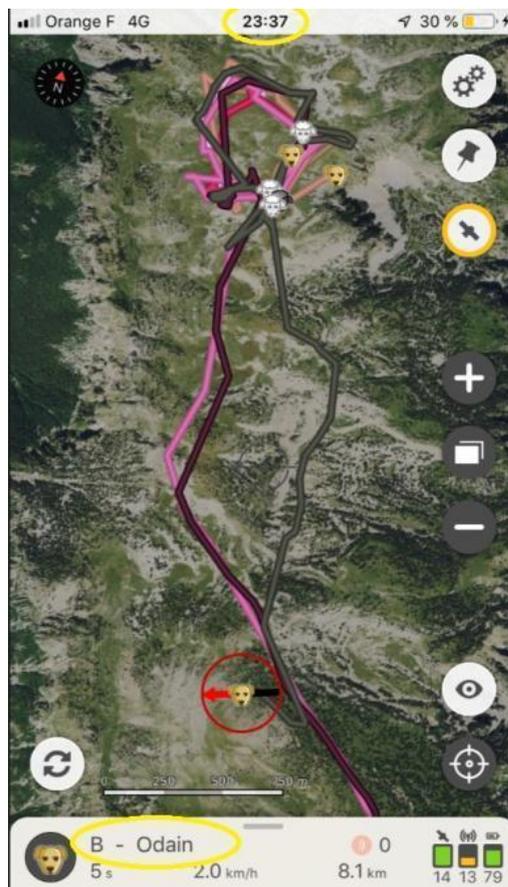
chiens très actifs la nuit malgré une attitude très calme le jour.

Exemple de l'estive de Glandasse, où le GAEC Lamontellerie a mieux connu l'activité nocturne de ses chiens : Les premières nuits sur l'estive, les éleveurs ont pu voir qu'un des chiens partait vers 23h de la cabane de Laval d'Aix pour se rendre à plusieurs kilomètres pour se stabiliser sur un site au sud du Dôme de Glandasse pendant plus d'une heure, avant de revenir au troupeau(fig 13).Le lendemain, c'était un autre chien qui décrivait un

Figure 13 : copie d'écran application smartphone

comportement similaire.

De prime abord, les éleveurs se sont demandé s'il y avait eu une interaction avec les loups. Mais après échange avec les bergers qui n'ont signalé aucun évènement, les éleveurs expliquent ces déplacements par la présence de marmottes nombreuses sur ce site, et qui attire souvent les chiens de protection en journée. Ce soir-là, Odain était le seul chien des 3, équipés à quitter le troupeau. La meute de chiens étant de 12 individus, potentiellement Odain n'était pas seul à quitter le troupeau.Comportement des chiens en situation d'attaque sur le troupeau



En ce qui concerne les chiens en situation d'attaque, les outils GPS n'ont pas vraiment donné de renseignements nécessaires du fait des "trous" dans la collecte de données ce qui a été très dommageable pour les éleveurs dans la connaissance de leurs chiens.

Pourtant, plusieurs attaques se sont produites au cours de l'été. Pour la seule estive de Glandasse (GAEC Lamontellerie), 3 attaques se sont produites en 2019 sur le troupeau collectif :

- Le 16 juillet, 2 ovins tués. Le troupeau n'était pas encore équipé de balises.
- Le 3 août 2019 : 2 ovins tués (les 7 premiers colliers venaient de s'arrêter, 10 jours après la mise en fonction des colliers avec des piles neuves.)
- Le 1^{er} octobre 2019 : 2 ovins tués (aucun enregistrement ce jour-là).

Une attaque particulièrement intense s'est produite le 27 novembre (hors expérimentation) sur le troupeau de l'EARL du Théron sur le pâturage de Treize Lances. Seule une moitié des balises a fonctionné ce soir-là mais l'enregistrement de deux chiens et de brebis a permis de reconstituer le scénario de la nuit d'attaque, en rejouant plusieurs fois la chronologie des déplacements(fig 14).

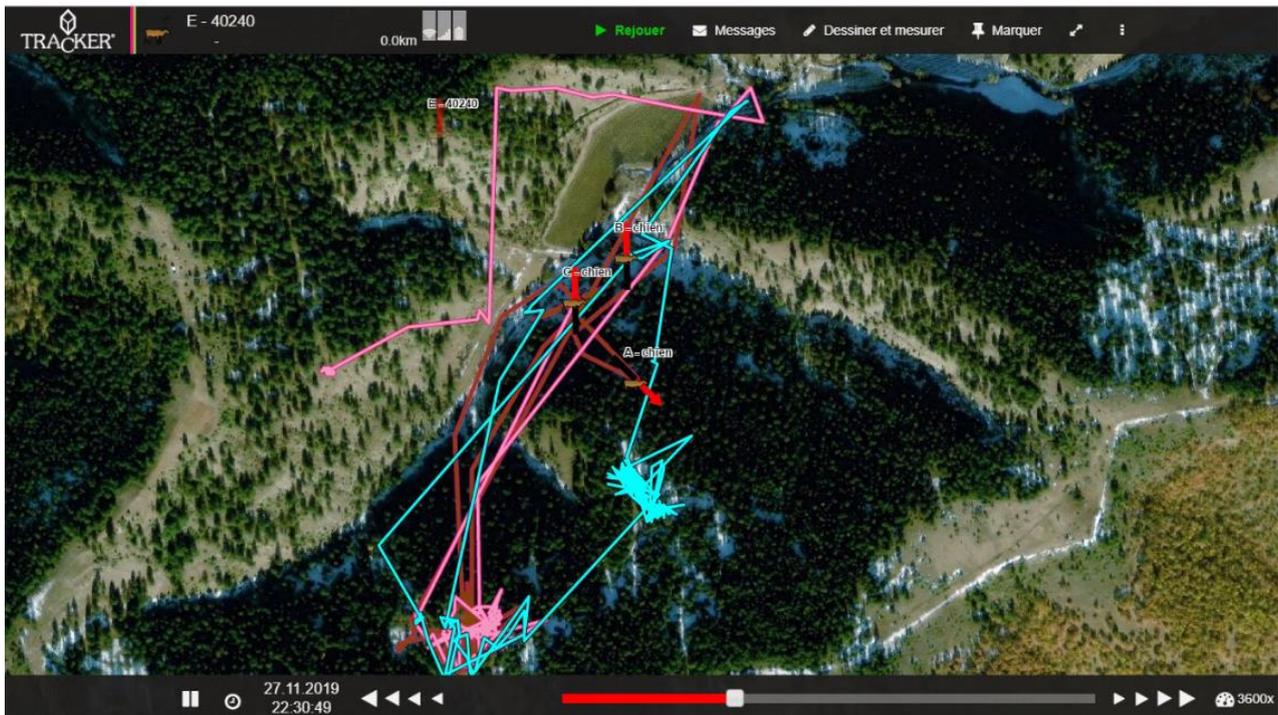


Figure 14 : copie d'écran de la page web Tracker, déplacement du troupeau de l'EARL le Théron le jour de l'attaque- ADEM

Malheureusement cette séquence partielle n'a pu être exploitée par Idèle et l'éleveur n'a pas pu avoir toutes les réponses aux questions qu'il se posait : combien de temps a duré l'attaque ? Les chiens ont-ils repoussé les loups toute la nuit ou les loups ont consommé rapidement les bêtes puis sont repartis ? Quel moyen l'éleveur aurait-il pu trouver pour mieux se protéger ou anticiper ? Autant de questions auxquelles des colliers GPS ne peuvent répondre et qui ont frustré l'éleveur.

3.3.4. Des conditions de travail améliorées notamment en termes de surveillance

Comme évoqué précédemment dans la partie "gestion des pâturages", l'information en temps réelle de la situation des animaux apporte dans l'ensemble un vrai plus en termes de sérénité pour les éleveurs. En limitant les déplacements inutiles pour vérifier l'emplacement du troupeau plusieurs fois par jours, l'outil est considéré par tous comme utile et pratique. L'usage de balises connectées est conseillé par les éleveurs qui les ont testées (avec des réserves sur la marque du collier utilisé dans cette expérimentation).

Un éleveur a cependant signalé le risque de dépendance à l'outil et aux informations qu'il apporte avec également un temps conséquent à consacrer à son appropriation et son utilisation (connaissance de l'interface et de ses possibilités, compréhension et analyse des données, ...). Les données GPS étant parfois plus ou moins précises, il est également arrivé qu'un collier signalant un animal hors du parc ait provoqué stress et déplacement de l'éleveur alors que le troupeau était bien dans son parc.

3.3.5. Un produit à améliorer pour l'usage envisagé

Les éleveurs font dans l'ensemble un retour positif sur l'expérimentation du collier connecté malgré de nombreux aléas techniques rencontrés. Les informations fournies par l'application (positions en temps réel, historique des déplacements, ...) et la résistance du matériel (collier et

balise) sont les points positifs relevés.

La possibilité de connecter plusieurs appareils pour le suivi des mêmes balises a été un plus pour les éleveurs travaillant avec un berger et pour les techniciens travaillant sur le projet.

Cependant plusieurs points négatifs ne permettent pas à ce jour de généraliser l'usage de ces balises connectées.

Nous avons essayé de les hiérarchiser :

1- Le coût de l'équipement tout d'abord, très onéreux sans subvention, obtenues dans le cadre de l'expérimentation, mais pas généralisables.

2- La fiabilité logicielle ensuite qui n'a pas pu collecter de données de façon continue et complète même quand les batteries étaient neuves et la couverture réseau correcte. Par exemple, certaines interruptions dans la collecte de données à heures fixes certains jours n'ont pas trouvé d'explication logique (fig 15). Par exemple à Boulc, aucun service de localisation plusieurs fois par jour simultanément sur les 3 lots d'animaux alors que la couverture 2G est sensée être correcte partout. Aussi, les éleveurs n'ont pas connu de panne téléphonique pendant ces périodes creuses ni de problèmes de géolocalisation de leur téléphone, ce qui nous a conduit à diagnostiquer l'avarie comme indépendante de la couverture téléphonique.

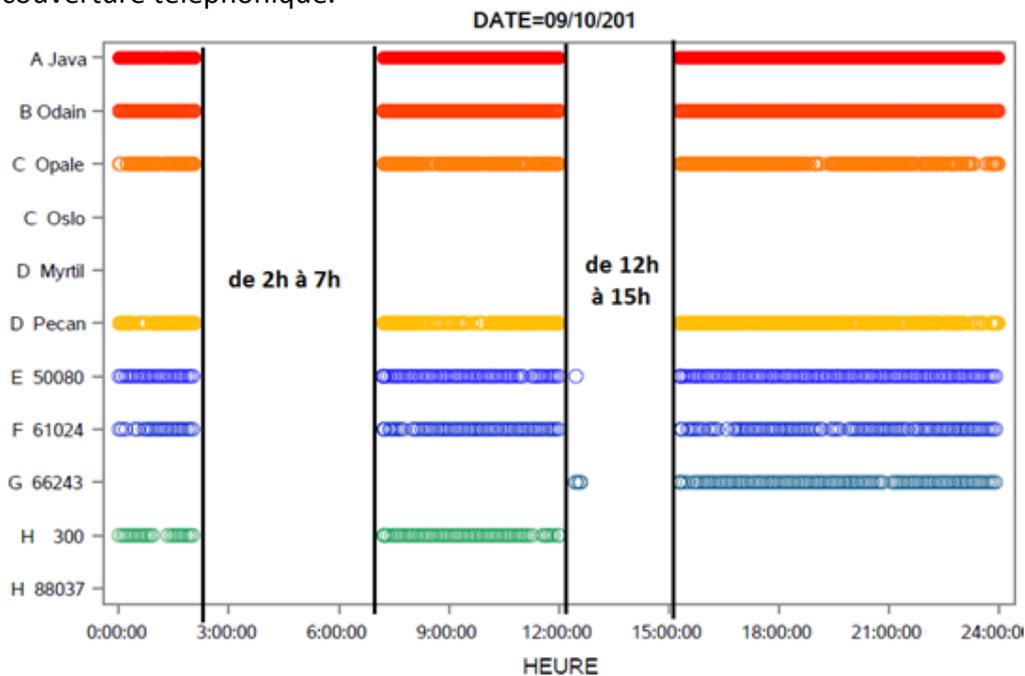


Figure 15 : Analyse des données GPS récoltées le 9 octobre au GAEC de Lamontellerie

3- Les batteries sont également onéreuses pour une autonomie très insuffisante (deux fois moins que prévu) et surtout jetables. Conçues pour une collecte de données beaucoup moins intensive, elles ne sont à ce jour pas adaptées aux besoins et contraintes des éleveurs ovins (forte autonomie, données très rapprochées, en zone blanche ou peu couverte ...)

4 - L'application aussi a montré des limites à l'usage qui ne permettent pas une fluidité et une simplicité optimale : variabilité de l'ergonomie entre les différents matériels (ordinateur, mobile, ...), difficultés à gérer les différents animaux dans l'interface (changement de noms, ...)...

5- Enfin, la relation au service Après-Vente du fournisseur n'a pas été des plus simples et des plus agréables. Plus ou moins joignable et réactif en fonction des éleveurs, le service après-vente ne les a pas accompagnés vers l'autonomie pour gérer leur application et leurs balises. Une telle dépendance au SAV n'est pas souhaitable pour les éleveurs ovins qui ont besoin de flexibilité et de réactivité.

Il est à noter également que le peu d'implication de l'entreprise dans ce projet expérimental a été dommageable. Le cahier des charges de la mission ne prévoyait pas la seule vente du matériel mais demandait également une capacité d'adaptation de l'entreprise aux demandes des éleveurs dans la conception d'un service et d'un produit le plus adapté possible.

En termes d'amélioration du produit, les éleveurs du projet ont proposé de :

- trouver une solution pour augmenter l'autonomie
- réfléchir à développer la rechargeabilité des batteries, intégrer un indicateur lumineux sur la balise (batterie on/off) et un indicateur fiable sur l'application pourrait donner de précieuses informations
- intégrer un bouton on/off sur la balise pour désactiver l'envoi des données sans avoir à enlever le collier ou la batterie (troupeau et chiens en bergerie, visite chez le vétérinaire, ...)
- fiabiliser/sécuriser la collecte des données sur les serveurs Tracker et/ou Géovie. l'interruption de service pendant plusieurs heures 3 semaines en septembre alors que les GPS des smartphones fonctionnaient et que le réseau téléphonique était bon doit être résolu et communiqué par l'entreprise.
- réfléchir à développer le stockage de data, ou améliorer l'antenne est aussi une piste. les alpages ont une faible couverture réseau et il est probable que cela ne s'améliore pas beaucoup à l'avenir. Pire même, plusieurs utilisateurs ont le sentiment d'avoir une qualité de service qui a diminué par rapport à une époque.
- Enfin, une option qui permette de prévenir l'éleveur en cas d'aboïement des chiens pourrait être un plus dans certains cas.

Il est à noter également que les colliers testés ne sont pas tout à fait adaptés à la taille des chiens de protection et à l'usage extérieur continu (colliers perdus car trop courts, poids de la batterie important, chiens blessés par le frottement en cas d'humidité fig.16).



Figure 16 : Cou d'un chien irrité par le collier – Guilhem LAMONTELLERIE

3.3.6. Tableau synthétique de retours de terrain

	Bénéfices	Regrets
Meilleure connaissance des chiens	<ul style="list-style-type: none"> - Meilleure connaissance des comportements des chiens - Confirmation de ressentis sur certains comportement des chiens (chien qui reste au troupeau, chien qui part). 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune attaque exploitable les nuits d'attaque. - Les colliers ont été quittés en fin de période car ils blessaient les chiens - Les CPT ont des gros cous et plusieurs fois des colliers ont été perdus
	Bénéfices	Regrets
Appui à la gestion des pâturages	<ul style="list-style-type: none"> - Information en temps réel de la position du troupeau, et de son déplacement - Pas de visite inutile - Gain en sérénité - Confirmation de ressentis sur certains comportement des ovins 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de période d'enregistrement suffisamment longues pour en tirer un bénéfice sur l'estive.
Retour sur le produit	<p>Sur le principe de balises GPS (hors marque ou fournisseur) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Très utile - Pratique - Le conseillerait à d'autres Retour positif sur l'expérimentation malgré les nombreux aléas 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix trop onéreux sans subventions pour du pastoralisme - Relation au SAV Géovie peu agréable - Batteries chères, jetables, et autonomie insuffisante - Application insuffisante

Tableau 6 : synthèse des bénéfices et regrets des éleveurs ayant participé à l'expérimentation - ADEM



Figure 17 : Chien équipé sur l'estive de Glandasse – GAEC Lamontellerie – ADEM

Conclusion

L'équipement testé en 2019 a confirmé son intérêt dans la facilitation de la gestion pastorale pour les éleveur.se.s, ceux-ci étant le plus souvent soulagés de pouvoir vérifier depuis leur smartphone ou leur PC l'emplacement de leur troupeau et de leurs chiens, ce qui s'est avéré être le principal usage journalier de l'outil.

A posteriori, les éleveurs se sont également montrés intéressés par l'analyse faite par l'institut de l'élevage (comme l'étalement du troupeau, les distances entre chiens et brebis, ou encore l'éloignement spécifique à chaque chien...).

De manière globale, l'ensemble de ces éléments sont intéressants dans une recherche d'optimisation des espaces pastoraux (valorisation de surfaces difficiles, choix des emplacements de sel ou d'abreuvement...) ou de meilleure connaissance de ses chiens de protection (comportement nocturne ou en l'absence de l'éleveur ou du berger, complémentarité entre chiens...) et pourraient à terme aider les éleveurs à sélectionner des traits de caractère voire des individus.

Derrière ces bénéfices se cachent aussi plusieurs écueils techniques qui ont déprécié l'intérêt des colliers GPS testés en 2019, que ce soit pour l'utilisation instantanée qu'en faisaient les éleveurs ou pour les analyses de l'institut de l'élevage. Certains traitements envisagés au démarrage de l'expérimentation n'ont pas pu se concrétiser faute de données suffisamment fiables (problèmes d'autonomie insuffisante des batteries ou de transmission des données).

Aussi, il convient de garder en tête qu'une partie des enseignements apportés par ces outils ne seraient pas accessibles à des éleveurs qui achèteraient des colliers hors expérimentation, et que le coût hors subvention reste prohibitif pour l'instant.

Les résultats de cette première année d'expérimentation encouragent les partenaires à poursuivre les analyses des tracés GPS. Un certain nombre de traitements initiés cette année pourraient être poursuivis et affinés lors d'une deuxième phase d'étude, en modifiant certains paramètres du protocole : périodes d'équipement, nombre d'animaux équipés, fréquence de changement des batteries, type d'équipement...

Cette deuxième phase d'expérimentation pourrait permettre de :

- améliorer le jeu de données collectées pour renforcer la robustesse des résultats,
- confirmer les comportements des chiens et des troupeaux équipés dans cette première phase,
- tester d'autres types de matériel, d'autres marques et/ou apporter des améliorations aux équipements déjà utilisés,
- suivre l'amélioration des conditions de travail pour les éleveur.se.s et de l'acceptation de l'outil par les salarié.e.s en estive.

Les partenaires du projet sont tous très intéressés pour poursuivre le travail engagé et un cadre (objectifs, protocole, budget...) sera défini pour une deuxième phase d'expérimentation.

Ils remercient le Conseil Départemental de la Drôme et le PNR des Baronnies provençales pour le soutien apporté dans cette première phase d'étude.

Avec le soutien financier du Conseil Départemental de la Drôme dans le cadre du plan ovin



Avec l'appui du PNR des Baronnies provençales qui a permis de financer du matériel supplémentaire :



Coordination du projet :



avec le partenariat technique de l'ADEM et de la FDO :



Avec l'appui méthodologique et statistique de l'institut de l'élevage :



Matériel testé pour l'expérimentation :



PARTIE 2

TABLE DES FIGURES

Tableau 1 : informations brutes contenues dans la base de données – IDELE

Tableau 2 : Remarques sur les fréquences d'enregistrement observées comparées aux fréquences théoriques.

Figure 1 : illustration des fréquences observées pour les exploitations Grange Neuve et Chaffois.

Tableau 3 : résumé de la complétude des données par exploitation.

Figure 2 : distance des individus au barycentre, par tranche de 5 minutes, pour 2 jours donnés.

Figure 3 : 2 exemples de sorties de l'application de cartographie, le 3 décembre 2021 de 6h à 9h30 puis de 9h30 à 15h

Photo 1 : Collier porté par chien expérimentation WOLPHALPS

Photo 2 : Mise en place des colliers portés par les chiens de l'expérimentation WOLPHALPS

Tableau 4 : Profil des chiens expérimentation WOLPHALPS

Photo 3 et 4 : collier porté par une brebis et un chien de protection de Carmejane

Tableau 5 : Statistiques des déplacements des CPT et du troupeau du 24/08 12h au 08/09 8h - Etude LWA

Figure 4 : Carte des déplacements des CPT – Etude LWA

Figure 5 : Carte des déplacements du loup et des CPT – nuit du 25 au 26/08 - Etude LWA

Figure 6 : distances moyennes parcourues par les brebis et les chiens par jour et par nuit du 4 au 18 mars.

Figure 7 : distances des chiens par rapport au barycentre du troupeau, de jour, entre le 14 et le 25 avril

Figure 8 : nombre moyen de chiens à moins de : jaune = 50m ; bleu = 100m ; rouge = 300m ; vert = 500m du troupeau

Figure 9 : illustration de la typologie de la meute de protection de Bois de Gourdon et des liens entre les chiens

Figure 10 : niveau d'activité du chien Oscar en fonction de la présence du loup

Figure 11 : proportion d'évènement et d'activité en fonction de la présence du loup, réalisé à partir des données audios

Figure 12 : Aperçu article Terre d'élevage

Figure 13 : Aperçu article Réussir Pâtre

Figure 14 : Aperçu présentation Séminaire 3R

Figure 15 : Aperçu présentation Journée réseau pastoral AURA

Figure 16 : Aperçu présentation Journée Technique Ovine à Carmejane

Figure 17 : Aperçu des fiches exploitation

1. Contexte de la deuxième phase du projet

Dans la suite du travail mené en 2018 et 2019 (phase 1 de ce projet), les partenaires ont souhaité mener une deuxième phase d'exploration des usages pastoraux des colliers connectés afin d'affiner et de préciser certains résultats.

En effet, les résultats encourageant de la 1ère partie de l'étude ont été limités par un certain nombre d'écueils techniques qui ne nous ont pas permis d'atteindre pleinement l'ensemble des objectifs fixés et en particulier mieux comprendre l'utilisation des surfaces par le troupeau ou les comportements des chiens de protection dans les différentes séquences de la vie du troupeau.

Des évolutions méthodologiques ont été imaginées afin de voir si certains freins, identifiés en première phase, pouvaient être allégés voire supprimés.

Cette deuxième phase prévoyait par exemple un temps plus court de collecte de données (15 jours) en espérant améliorer la densité des données disponibles pour l'étude par l'institut de l'élevage à posteriori des comportements et déplacements des animaux.

En parallèle des évolutions méthodologiques, des éleveurs ont souhaité quitter et d'autres intégrer l'expérimentation.

Malgré ses évolutions, les fragilités techniques rencontrées en première partie n'ont pas pu être levées et des difficultés contextuelles ont été rencontrées pour atteindre les nouveaux objectifs. Les spécificités du métier d'éleveur pastoral nécessitant adaptabilité et réactivité extrême, le contexte de la filière ovine drômoise soumise à une forte prédation sur des élevages de taille modeste (200 brebis en moyenne) et le contexte sanitaire de la période ont rendu les travaux des structures plus compliqués. Tous ces éléments sont à prendre en compte dans l'analyse des résultats obtenus.

2. Méthodologie : choix du matériel et des exploitations

La méthodologie choisie pour cette deuxième phase était constituée de 2 périodes de 14 jours de suivi par exploitation à définir avec l'éleveur afin que cette période corresponde à la fois à une période de pâturage dans un contexte de prédation et à un usage sur un secteur où il y a suffisamment de réseau pour la bonne réception des données GPS. Chaque période de suivi débutant lors de l'installation de piles neuves sur l'ensemble des colliers (brebis et chiens) avec un changement de l'ensemble des piles au bout 7 jours pour s'assurer un suivi continu sur la période.

Pour toutes les exploitations durant ces 2 périodes d'expérimentation, un lot de 8 balises devait être posé et paramétré avec les intervalles de relevés suivants :

- pour les chiens : 1 min
- pour les brebis : 5 min

Un cahier d'observation par période permettant un enregistrement quotidien par les éleveur.se.s/berger.ère.s d'éléments environnementaux et de contexte était fourni aux éleveurs, ceci dans l'objectif de faciliter l'analyse des déplacements à postériori.

Pour les exploitations équipées avec 2 types de colliers GPS différents, il était demandé de poser les balises en même temps sur les mêmes animaux pour que les résultats puissent être comparables (voir fiche méthodologique jointe)

Pour renouveler l'expérimentation sur l'année 2020 les partenaires ont travaillé avec les éleveurs qui avaient participé à la première phase, pour ceux qui le souhaitaient. Sont ainsi repartis dans l'expérimentation :

- Marc et Cécile VIDAL, EARL du Théron
- Didier Beynet, GAEC de Grange Neuve

Concernant les deux autres éleveurs,

- Florent ARMAND avait testé en 2019 ces colliers Géovie avec des colliers Garmin en parallèle. Son système d'élevage et de suivi des chiens l'a amené à privilégier les colliers Garmin. Il n'a pas souhaité renouveler le suivi dans le cadre du projet.
- Le GAEC Lamontellerie avait prévu une seconde phase d'étude mais pour des raisons techniques, le protocole imposé par les les partenaires n'a pas pu être respecté :
 - prédation forte et chiens dispatchés en plusieurs lots.
 - brebis non équipées pour avoir des colliers sur tous les animaux
 - colliers changés d'animal en raison de problèmes de batteries ou de modification de stratégie de protection des lots face aux loups.

De nouveaux volontaires :

- Le Parc naturel régional des Baronnies provençales a mobilisé différents éleveurs pour tester le matériel dans d'autres conditions. Bruno Marchand, éleveur sur la commune de Barret-de-Lioure, dans un territoire soumis à une pression grandissante de prédation, a accepté de tester le matériel Géovie, en complément d'un collier déjà utilisé sur l'exploitation pour le suivi d'un des chiens de protection, de la marque tractive .
- En décembre, une exploitation du Haut Diois a été très impactée par la prédation. Le GAEC Lamontellerie a alors proposé ses colliers au GAEC de Tarsimoure et l'expérimentation s'est faite dans cette exploitation. La période d'observation a été simplement diurne (troupeau rentré quotidiennement en raison du contexte de prédation). La neige s'est ensuite invitée

durablement et l'expérimentation stoppée. Nous n'avons que 10 jours (sans nuit) de suivi pour cette exploitation.

3. Retours d'expérimentation des nouveaux éleveurs sur l'utilisation des outils

3.1. Cas de Bruno Marchand

L'exploitation de Bruno Marchand, sur la commune de Barret de Lioure a été équipée avec 9 colliers GPS mis sur 4 chiens, 3 chèvres, 2 brebis sur une période de 15 jours entre le 21 décembre et le 4 janvier 2021. Ce choix a été fait pour tenter d'apporter des éléments de compréhension pour l'éleveur sur les déplacements de ses chiens.

Cette exploitation a plusieurs troupeaux :

- 150 chèvres Rove pour la production de lait et viande sont gardées, avec 2-3 chiens de protection.
- 40 bovins viande sont gérés en parcs sans chiens de protection.
- 40 brebis allaitantes et 6 chèvres sont gardées à proximité du siège d'exploitation avec 3 chiens de protection.

Les 4 chiens équipés l'ont été en fonction de la capacité à manipuler les chiens, pour tenter d'évaluer leur comportement en lien avec les deux troupeaux.

- Blanche – femelle Kangal de 4 ans – patrouilleuse, pas toujours à la ferme
- Itak – femelle 7 ans, berger Anatolie – dominante – sillonne la nuit
- Rambo – male montagne des Pyrénées, 1 an – suit les chèvres, enfermé la nuit
- Ouragan – mâle 3 ans, berger d'anatolie – suit chèvres en journée, bouge la nuit.

Retour sur l'usage des colliers :

L'éleveur a trouvé l'usage des colliers boazu très compliqué par rapport au matériel Tractive déjà présent sur un chien - malheureusement décédé au cours de la période et non équipé des deux colliers car trop contraignant en termes de volume. Le collier boazu est plus volumineux pour une autonomie certes plus longue que le matériel tractive (9 jours contre 3 à 5 jours) mais avec une pile non rechargeable.

Le coût annoncé des piles et du matériel leur semble énorme. Leur GPS de marque tractive se recharge toutes les semaines et coûte environ 70€ à l'achat puis 143€ sur 2 ans pour l'abonnement. Il nécessite cependant une petite adaptation car il est initialement plutôt prévu pour suivre des chiens de compagnie. Pour éviter tout risque de redémarrage du collier ou de décrochement du GPS, les éleveurs ont scotché le GPS au support. Cela apporte en plus de l'étanchéité.

L'information sur la vitesse des chiens leur a manqué sur les colliers boazu mis en prêt. Emettant seulement un point par minute contrairement au GPS Tractive qui donne une information de la vitesse, le GPS Boazu leur a semblé moins efficace pour analyser la donnée de "démarrage" des chiens : cette vitesse instantanée est pour eux un indicateur du démarrage des chiens lors d'une attaque.

Le changement des piles et non redémarrage visible d'un collier sur l'application (celui de blanche qui a pourtant émis) les a un peu démotivés. Les éleveurs n'ont pas changé les piles à l'issue de la première semaine.

3.2. Cas de GAEC de Tarsimoure (M. Chaffois)

Les 2 associés du GAEC de Tarsimoure élèvent un troupeau de 270 brebis dans le Haut Diois sur la commune de Charens. Suite à de forts épisodes de prédation, ils ont souhaité équiper 4 chiens de protection et 4 brebis par des GPS - colliers Géovie qu'ils se sont fait prêter par d'autres éleveurs (Lamontellerie) ayant participé à la première phase du projet.

Le suivi a été réalisé 15 jours en hiver mais malheureusement les piles ont été vidées en 10 jours.

Retour sur l'usage des colliers :

Sur les périodes de collecte, on constate beaucoup de doublons de données (près de 25 %) et des jours avec très peu d'informations. Si les données sur les chiens compilent effectivement des relevés toutes les minutes, les données extraites des colliers des brebis ont été beaucoup plus hétérogènes en termes de régularité dans le temps. Certains jours des données ont été observées sur l'application et ces données n'apparaissent pas dans les enregistrements téléchargés.

Au-delà de ces contraintes impactant l'analyse statistique des comportements des chiens, les éleveurs ont été séduits par l'utilisation de ses colliers.

Ils ont apprécié le suivi à distance, à la demande, du positionnement du troupeau dans l'espace. Jamais les éleveurs n'avaient eu accès à ce genre d'information. Le revers de la médaille : au-delà de la localisation des animaux, on ne sait pas si le troupeau est serein ou attaqué au moment où on consulte.

Ils ont économisé des temps de trajets pour la vérification de l'emplacement du troupeau ou des chiens et ont obtenu une meilleure connaissance des chiens. Les colliers ont permis aux éleveurs de comprendre où les chiens partent quand ils s'éloignent du troupeau, comment et pourquoi : ils ont pu être rassurés et confirmer que leurs chiens font correctement leur travail de surveillance de la présence de prédateurs.

3.3 Autres usages locaux

L'association C2PMU, constituée d'éleveurs et d'éleveuses de la vallée de la Gervanne s'est constitué en 2020 pour travailler notamment à une meilleure gestion du multi-usage sur les espaces pastoraux en lien avec le développement de la population de loup et la généralisation des chiens de protection a acquis pour ces membres courant 2022 une cinquantaine de colliers espagnols de la marque Digitanimal.

L'utilisation de colliers GPS dans ce contexte a pour objectifs de limiter les rencontres fortuites entre chiens de protection et autres usagers de ces espaces par la surveillance facilitée de la localisation des chiens et la vérification à posteriori de leur comportement en cas de conflit.

Après plusieurs années de tests (2018-2021) sur un prototype en cours de développement, la C2PMU a acquis des colliers espagnols qui semblent, selon les retours d'expérience d'éleveurs français utilisateurs dans d'autres régions, bien adaptés actuellement aux besoins du pastoralisme.

52 colliers ont été achetés en août 2022. 42 fonctionnent sur le réseau GSM et 10 sont des colliers Sigfox qui fonctionnent avec la mise en place d'une antenne réseau satellite.

L'utilisation effective à l'automne 2022 a permis aux éleveurs de localiser les chiens plus rapidement avec

un relevé de points toutes les 15 minutes dans les zones où le réseau GSM est très bon. Cependant, en zone blanche ou dans les zones où le réseau est moins bon (zones très importantes sur la Gervanne), ils n'ont parfois qu'1 à 2 points par jour.

Les colliers Sigfox, qui se présentent comme une réponse à ces problématiques de couverture réseau n'ont pas encore été testés à ce jour car ils nécessitent la mise en place de 2 boîtiers et panneaux solaires qui ne peuvent pas être déplacés chaque jour. Cette antenne permettra de couvrir un rayon de 8km (théorique) autour de son emplacement. Les éleveurs doivent donc trouver un emplacement stratégique et sécurisé en fonction du dénivelé, sur des terrains dont ils sont propriétaires ou ont la jouissance, et assez exposée au soleil pour alimenter l'antenne.

Eric BREYNAT, éleveur sur la commune de Chateaudouble est un des premiers éleveurs drômois à avoir utiliser des colliers GPS sur son troupeau. Son usage exclusivement sur les brebis a pour objectif de surveiller leur valorisation des surfaces et leur maintien dans les parcs, facilitant ainsi ses conditions de travail au quotidien (surveillance quotidienne, déplacement du troupeau...)

Son 1er fournisseur d'équipement n'étant plus en activité, il s'est tourné en 2020 vers l'entreprise Digitalimal en acquérant des colliers sur le système Sygfox. Dans l'ensemble satisfait des résultats obtenus (1 point toutes les 15/30min sur les zones bien exposées - autonomie de presque 2 ans), il a constaté une faiblesse des relevés de position dans les fonds de vallée et vallons. Afin de remédier à cette difficulté, il est en train d'acquérir l'antenne proposée par son fournisseur permettant d'améliorer le réseau local. Il a prévu de la poser sur le toit de sa bergerie située en fond de vallon, elle couvrira ainsi la plupart de ses parcours les moins bien exposés.

4. Traitement, analyse et interprétation des données

4.1 Qualité des données

Comme pour la phase 1, les données collectées dans des bases de données transmises par l'entreprise Géovie se composent d'une ligne par relevé GPS avec définie : la longitude, la latitude, l'identifiant de l'animal suivi, ainsi que le jour et l'heure du relevé (tab 3).

Tableau 1 : informations brutes contenues dans la base de données - IDELE

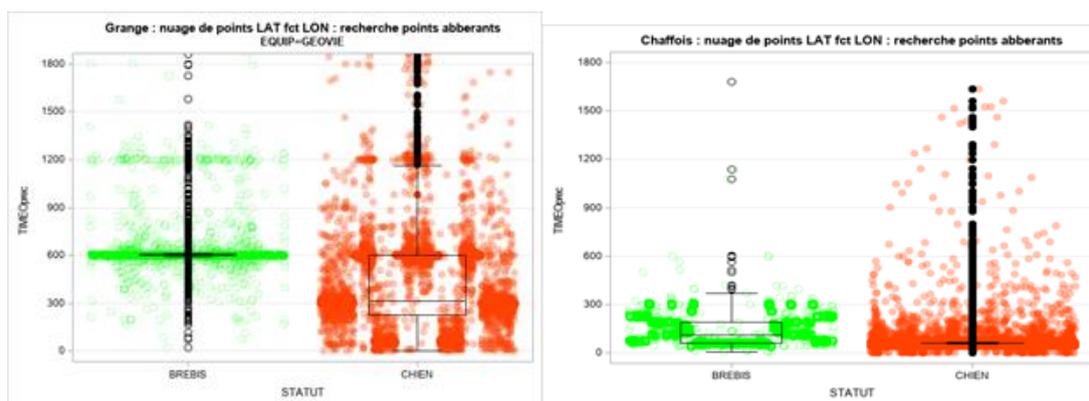
lon	lat	ID	TIME
4.1224722222	44.406027778	A Ora	22JUL19:08:23:57
4.1225833333	44.405972222	A Ora	22JUL19:09:25:43
4.1226111111	44.405833333	A Ora	22JUL19:09:43:00
4.1225277778	44.406138889	A Ora	22JUL19:12:25:41
4.1225833333	44.405916667	A Ora	22JUL19:13:12:30
4.1225	44.406055556	A Ora	22JUL19:13:30:25

4.1.1 Fréquence théorique

Les fréquences théoriques des relevés sont de 1 relevé par minute pour les chiens de protection et 1 relevé toutes les 5 minutes pour les brebis équipées (soit 300 secondes). Toutefois, dans les faits les écarts de temps (en secondes) entre des points successifs sont très variables suivant les sites.

Exploitation	Remarques sur les fréquences observées
Gaec de Tarsimoure - (Chaffois)	Fréquence colliers chiens Ok, fréquences colliers brebis en moyenne à 120 s, mais variant entre 60 et 210s
Grange Neuve	Fréquences colliers chiens variables, dont 1 collier avec 1 point toutes les 5 minutes et 2 avec 1 point toutes les 10 minutes. Fréquences colliers brebis 600s
Marchand	Fréquences OK
Vidal	Fréquence colliers chiens en moyenne Ok (mais 1 chien avec 1 point toutes les 10 minutes), fréquences colliers brebis en moyenne à 120 s, mais variant entre 60 et 300s

Tableau 2 : Remarques sur les fréquences d'enregistrement observées comparées aux fréquences théoriques.



La figure 1 : illustration des fréquences observées pour les exploitations Grange Neuve et Chaffois.

Les boîtes à moustache illustrent la répartition des fréquences d'acquisition de coordonnées GPS. Cette représentation met en évidence la présence de valeurs extrêmes (petites et très grandes fréquences), ainsi qu'une relativement faible régularité (comparativement à la Phase 1).

4.1.2 Réception des données

Concernant la réception des données, il n'existe pas de jours complets, c'est-à-dire où les signaux sont émis sur l'ensemble des balises sur l'ensemble de la journée. Après analyse fine des données plusieurs types d'aléas se sont produits(fig.3), ont altéré la qualité du jeu de données et pose des questions techniques :

- signal manquant d'une ou plusieurs balises : lié à un problème d'autonomie électrique des colliers ou à des aléas liés à l'entreprise ?

- interruptions de collecte de données : aléas liés à l'entreprise ou problème de couverture réseau sur des heures fixes ?

- interruptions de transmission des données : problème de couverture réseau ?

- perte de données par l'entreprise ?

Comparativement à la phase 1, le problème s'est accentué, malgré la vigilance dans le changement des batteries.

La fiabilité du stockage des données sur le serveur du prestataire est aujourd'hui remise en cause. Pour certaines exploitations, alors qu'au cours de l'essai, l'éleveur ou le technicien avait une visualisation des données, ces enregistrements étaient manquants suite à l'extraction.

Exploitation	Nombre de jours avec données complètes
Chaffois	4 jours sur 12 avec des données « complètes » (>90%) pour les chiens
Grange Neuve	Pas un seul jour avec des données complètes pour tous les chiens. Très peu de données enregistrées
Marchand	Pas un seul jour avec des données complètes pour tous les chiens
Vidal	Pas un seul jour avec des données complètes pour tous les chiens

Tableau 3 : résumé de la complétude des données par exploitation.

4.1.3. Nettoyage du jeu de données

Afin de nettoyer les données GPS de tous ces éléments pouvant perturber l'analyse, il a été convenu des choix suivants :

- 1- Suppression des lignes en doublons dans la base de données
- 2- Suppression des positions géographiques anormales (hors zone de pacage)(carte 4) : les points GPS conservés sont inclus dans des polygones correspondant aux zones de pacage des exploitations suivies (voire de plusieurs sous-zones selon les périodes et les élevages, par exemple l'estive et le siège d'exploitation). Ces zones ont été définies avec les techniciens et éleveurs pour correspondre au plus proche de la réalité de terrain.

3- Suppression des périodes où chiens et brebis ne sont pas ensemble (par exemple lorsque les colliers sont déposés (pour maintenance, livraison, etc...), lorsque les chiens ne sont pas avec le troupeau (mise bas d'une chienne en bergerie par exemple), ou encore les jours de visite chez le vétérinaire. Les données de la journée entière sont exclues de l'analyse.

4- Suppression des séries incomplètes : lorsque la balise d'un des chiens par exemple vient à manquer, le jeu de données a été considéré comme incomplet et les jours en question ont été écartés de l'analyse, le risque étant de ne pouvoir lire les relations interchiens par exploitation).

5- Suppression des anomalies géographiques décelées par incohérence de relevés pris deux à deux. En effet, la vitesse de l'animal est facilement calculable en divisant la distance parcourue par le temps écoulé entre deux relevés. Les déplacements dont la vitesse instantanée ont été considérées comme excessives et de fait écartés des analyses.

Cas de la vitesse instantanée excessive

Certains points semblaient indiquer un déplacement très rapide des animaux (plusieurs kilomètres en quelques secondes), si pour certains points il était évident qu'il s'agissait d'une erreur de GPS, pour d'autres la question méritait d'être creusée.

Questions : que sont deux positions successives et qu'est-ce qu'une vitesse instantanée excessive ?

Difficultés :

- *des fréquences d'émissions moyennes entre les colliers des brebis et des chiens différents*
- *une fréquence réelle d'émissions présentant des écarts par rapport à la théorie (trou, excès, etc..)*
- les vitesses moyennes de déplacement et de pointe diffèrent entre les espèces et les individus*
- *Les déplacements sont appréhendés en "ligne droite" alors que dans la réalité les animaux ne se déplacent pas de la sorte.*

Que sont deux positions successives ?

Sont considérées comme deux positions successives des points consécutifs transmis à moins de 1200 secondes d'écart (20 mn) pour les brebis et 240 secondes d'écart (4 mn) pour les chiens de protection.

Ce qui correspond pour les chiens et les brebis à 4 fois l'écart théorique de transmission.

Qu'est-ce qu'une vitesse instantanée excessive ?

Après étude des déplacements relevés par les GPS il est défini qu'au-delà de 4km/h pendant 1200 secondes pour les brebis et 10 km/h pendant 240 secondes pour les chiens, la vitesse instantanée est excessive et de fait, les points GPS non retenus pour l'analyse. Autrement dit, ont été écartées les distances > 1.32 km en 20 minutes pour les brebis et les distances > 667 m en 4 minutes pour les chiens car jugées impossibles à parcourir compte-tenu du relief et de la végétation.

4.1.4 Etude des distances aux barycentre.

Sauf pour l'exploitation de Grange Neuve, pour laquelle il manquait beaucoup trop de données, les distances des individus au barycentre des brebis équipées de colliers ont été calculées.

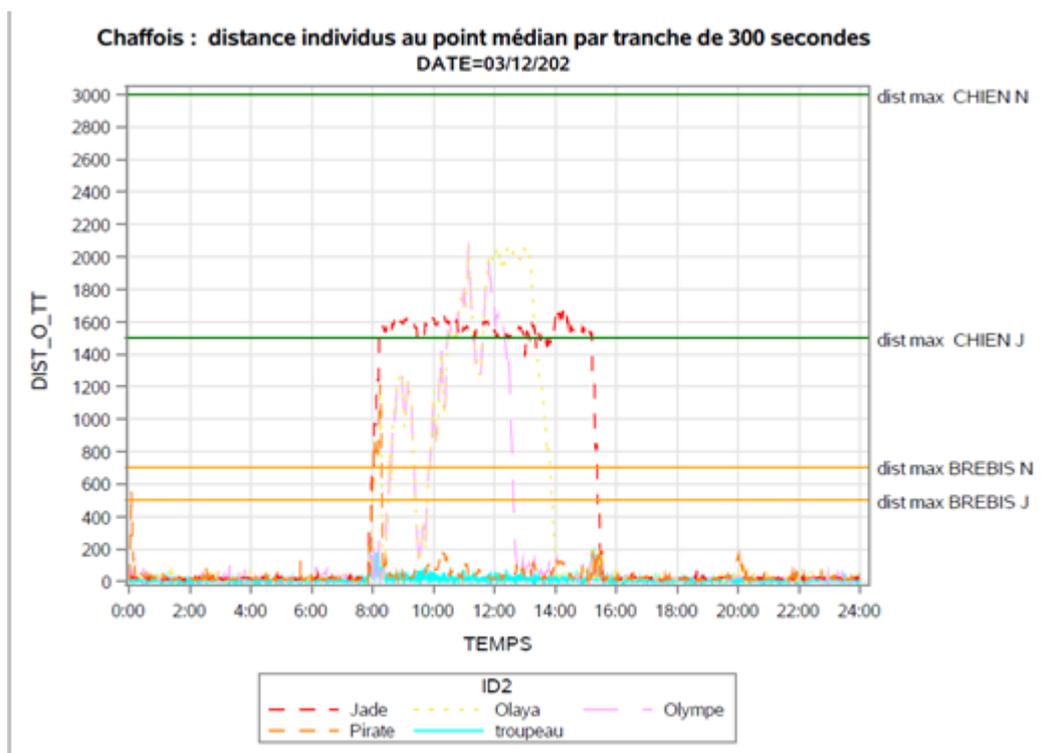
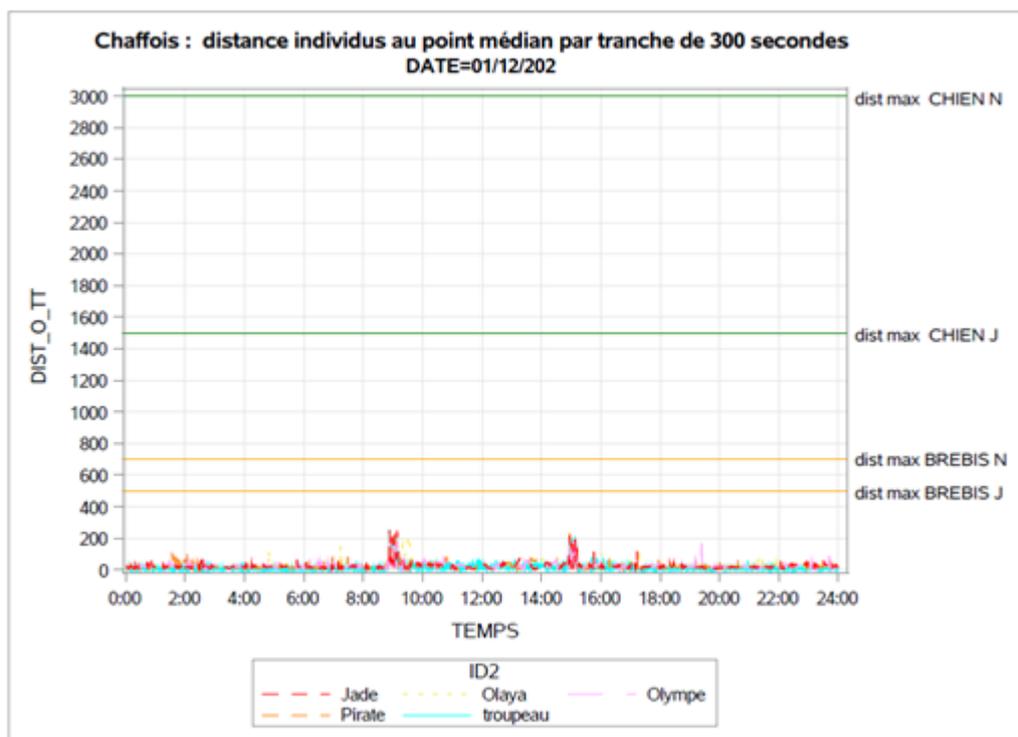


Figure 2 : distance des individus au barycentre, par tranche de 5 minutes, pour 2 jours donnés. L'ensemble des positions des colliers brebis ont été moyennées sous l'indicatif « troupeau ».

Sur les graphiques de cette figure, on observe que le 1er décembre, les chiens restent assez proche, moins de 300m, du barycentre du troupeau. Le 3 décembre, 3 chiens sont à plus de 1500m du troupeau pendant

la journée, ce qui peut s'expliquer par 2 hypothèses : les chiens sont restés à la bergerie la journée, ou le troupeau s'est scindé en 2 et les chiens ont suivi des individus non équipés.

Malheureusement, quelle que soit l'exploitation, le faible nombre de journées avec des données pour tous les chiens rend impossible toute analyse de comportements individuels ou collectifs des chiens.

4.1.5 Cartographie

Une application de cartographie a été développée par l'Idèle, avec possibilité de rejouer les traces à l'heure.



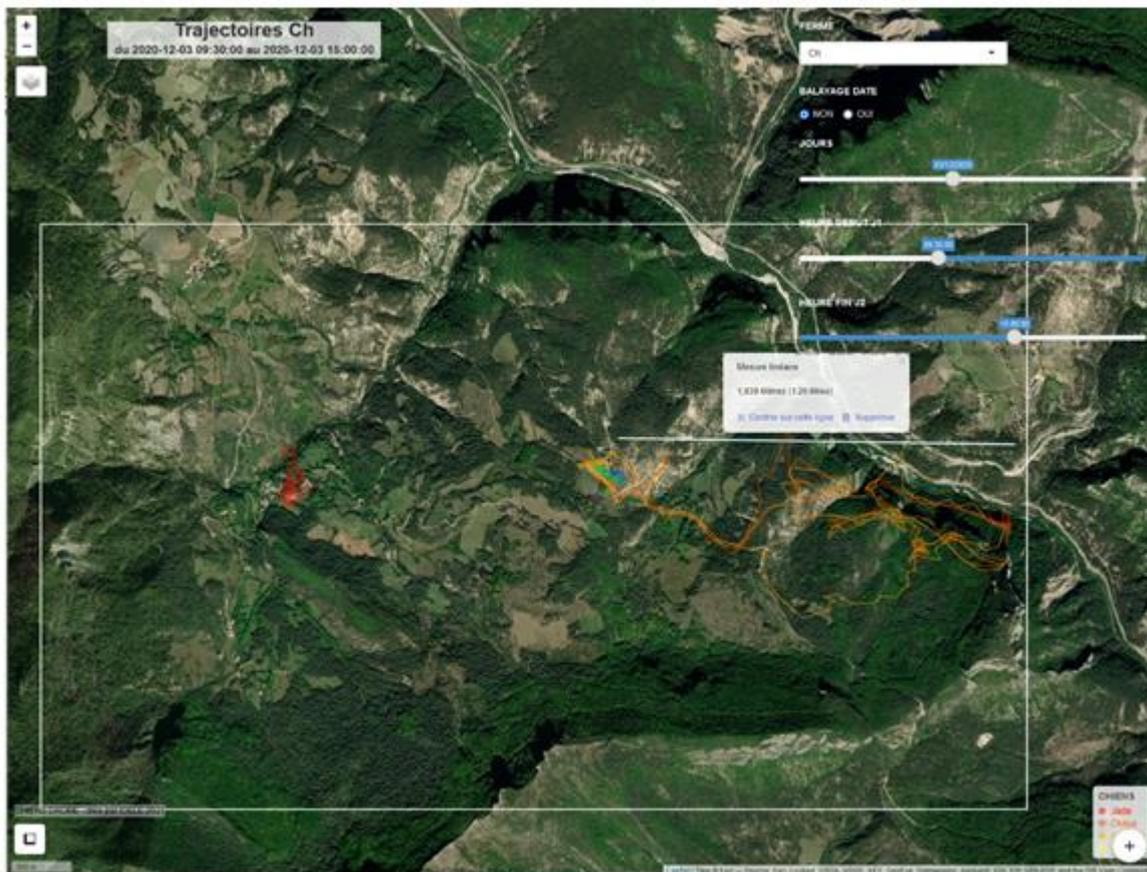


Figure 3 : 2 exemples de sorties de l'application de cartographie, le 3 décembre 2021 de 6h à 9h30 puis de 9h30 à 15h.

Sur cette figure, on observe que : le chien rouge, Jade, semble être resté sur l'exploitation. D'autre part, on observe 2 traces de chiens en jaune et orange non accompagnées de traces de brebis (Vert ou violet). Vu le type de trace, il est probable que le troupeau se soit scindé et que les chiens aient accompagné des brebis non équipées.

Tout comme pour les analyses de distances malheureusement, quelle que soit l'exploitation, le faible nombre de journées avec des données pour tous les chiens limite l'intérêt de ces cartes.

5. Comparaison avec des études/projet similaires

Dans le cadre de cette partie, nous comparerons les travaux et résultats de cette étude avec trois travaux similaires réalisés en France :

- étude menée par l'OFB dans le cadre du projet Life Wolf Alps
- étude réalisée sur le site de Carmejane
- étude conduite par le CERPAM sur le site de Canjuers

5.1. Les protocoles mis en place

5.1.1. Protocole LWA

L'Etat via l'office Français de la Biodiversité (OFB) mène depuis deux ans des observations sur les chiens et les loups sur plusieurs sites pastoraux soumis à une forte pression lupine. Le protocole est basé sur de l'observation nocturne à la caméra thermique (accolade 2 ou Helion 2) + des colliers GPS sur brebis et chiens.

Sur le Vercors, trois sites ont été suivis à notre connaissance :

- Gigors et Lozeron (ZP)
- Grande cabane (UP, réserve naturelle des hauts plateaux)
- Bournette et Derbounouse (UP hors réserve naturelle)

Les colliers GPS choisis pour cette expérimentation utilisent des technologies ne transmettant pas en temps réel la localisation. Les déplacements des animaux sont collectés et enregistrés sur data logger, quelle que soit la couverture réseau. Les colliers sont récupérés à la fin de l'expérimentation puis les données uploadées sur PC pour traitement.



Photo 1 : Collier porté par chiens expérimentation WOLPHALPS

Photo 2 : Mise en place des colliers portés par les chiens de l'expérimentation WOLPHALPS

Sur le site de Grande Cabane, des colliers GPS ont été posés sur 8 des 9 chiens, ainsi que sur une brebis du troupeau. Alpi, le CPT le plus âgé n'a pas eu de colliers car il ne suit pas le troupeau en permanence.

Brossette et Francia ont perdu leurs colliers après quelques jours, le collier de Francia a été retrouvé mais ses déplacements sur la période ne sont pas mis en forme.

PRENOM	RACE	AGE	SEXE	STERILISE	CHALEUR
Ausecours	Kangal	2	M	Oui	Non
Freya	Transmontano	2	F	Non	Non
Isis	Kangal	9 mois	F	Non	Non
Lotier	Patou	7 mois	M	Oui	Non
Alpille	Patou	12	M	Oui	Non
Francia	Kangal	5	F	Oui	Non
Brossette	Kangal	2	F	Oui	Non
Matt	Patou	5	M	Oui	Non
Tic	Kangal	3	F	Oui	Non

Tableau 4 : Profil des chiens expérimentation WOLPHALPS

5.1.2. Protocole Carmejane

Sur la ferme expérimentale de Carmejane, 14510 Le Chaffaut St Jurson, au cours de l'année 2021, des colliers GPS ont été placés sur des brebis et les chiens de protection, afin de mieux comprendre les comportements individuels et collectifs des chiens.

Neuf brebis sur un lot de 330 et les cinq chiens de protection du troupeau ont été équipés de colliers GPS ePasto, de l'entreprise Aguila Technologie, enregistrant 1 point toutes les 30 secondes pour les chiens et 1 point toutes les 5 minutes pour les brebis, et stockant les données de localisation dans le collier. Les animaux étaient équipés du 4 au 18 mars 2021 puis du 14 au 25 avril 2021.



Photo 3 et 4 : collier porté par une brebis et un chien de protection de Carmejane

5.1.3 Protocole Cerpam / Canjuers

Sur le site de Canjuers, dans le cadre d'un projet financé par l'état et la fondation François Sommer, des suivis ont été réalisés sur 2 secteurs : Grand Plan et Bois de Gourdon.

Sur le site de Bois de Gourdon, 6 brebis parmi un lot de 300 et les 9 chiens de protection du troupeau ont été équipés de colliers GPS de la marque Digit Animal, enregistrant 1 point par minute pour les chiens et 1 point toutes les 10 minutes pour les brebis. Les données de localisation étaient stockées dans les colliers. De plus, 5 chiens ont été équipés d'enregistreurs audio et les sites ont été équipés de pièges photos. Les animaux étaient équipés du 18 octobre au 3 décembre 2021.

5.2 Principaux résultats

5.2.1 principaux résultats de l'étude LWA

CPT	Km parcourus	Dénivelé positif (m)
Ausecours	236	3797
Isis	165	2764
Matt	195	3072
Freya	170	2730
Lotier	155	2446
Tic	181	2727
Brebis	142	2198

Tableau 5 : Statistiques des déplacements des CPT et du troupeau du 24/08 12h au 08/09 8h - Etude LWA

L'analyse des déplacements GPS montre que les CPT sont dans l'ensemble fidèles au troupeau, et restent quasi en permanence sur le parcours des brebis sans divaguer, de jour comme de nuit. Certains CPT ont tendance à anticiper le passage du troupeau, notamment le matin, mais s'éloignent rarement. Quelques déplacements ponctuels peuvent être observés, particulièrement chez Ausecours et Freya qui semblent être les plus « explorateurs ». Un déplacement matinal de ces 2 CPT est notamment observable au sud du parcours jusqu'à l'estive de Pré-Peyret (fig 7 et 10). Matt, Isis et Tic ont eux aussi des déplacements ponctuels hors du parcours, sans jamais s'éloigner à grande distance et pendant une durée prolongée. Lotier semble être le CPT le plus fidèle au troupeau.

Les statistiques de déplacements sur les 2 semaines de pose montrent une certaine hétérogénéité entre les chiens. Ausecours est sans conteste le CPT ayant parcouru la plus grande distance, et ayant la dynamique exploratoire la plus prononcée. Matt et Tic sont également très mobiles. Lotier est celui qui a parcouru le moins de Km ce qui confirme son faible côté explorateur.

Carte des déplacements des CPT du 24/08 12h00 au 08/09 8h

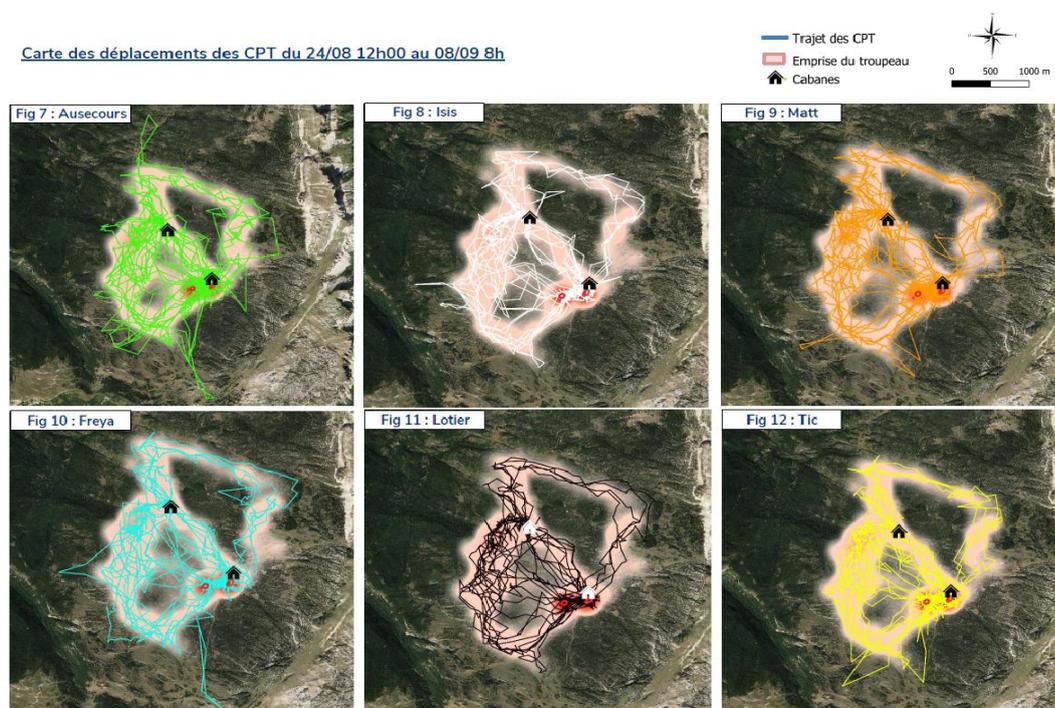
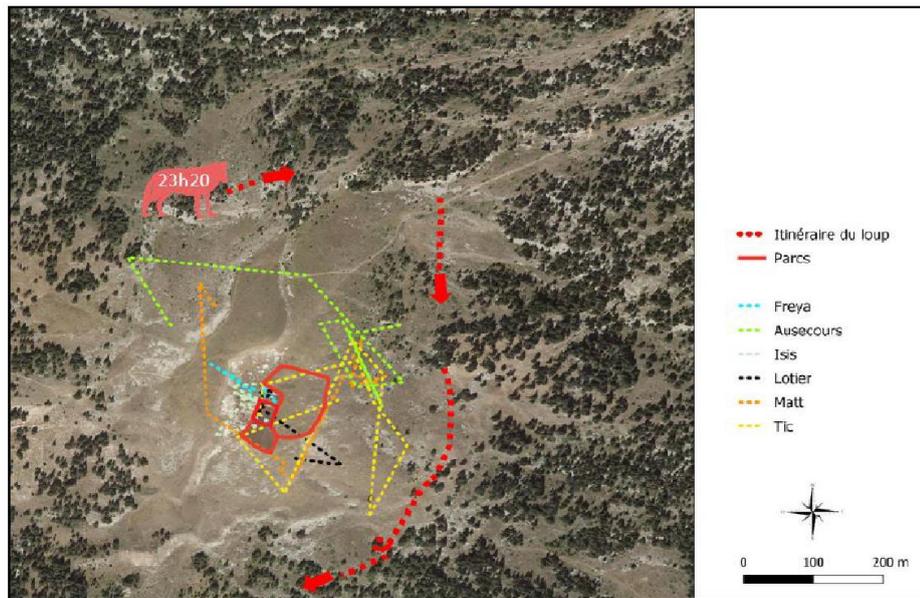


Figure 4 : Carte des déplacements des CPT – Etude LWA

La preuve de passage de loups au cours du protocole LWA



Itinéraire du loup et des CPT dans la nuit du 25 au 26/08 (de 23h à 00h30)

Figure 5 : Carte des déplacements du loup et des CPT – nuit du 25 au 26/08 - Etude LWA

Un loup passe à 300m de Grande Cabane et contourne la clairière sur sa partie Est en restant à distance du troupeau et des CPT. Ausecours, placé à bon vent à une centaine de mètres réagit en aboyant, puis se déplace vers l'Est après le passage du loup, proche de l'endroit où ce dernier s'est déplacé. Matt et Tic se déplaceront eux aussi après-coup dans ce même secteur, Tic retracera une partie du trajet du loup après son passage. Isis Freya et Lotier restent à proximité de la cabane. [1 h plus tard], 3 loups se déplacent au Nord de Grande Cabane et sont perdus du champ de vision des deux techniciens. Les CPT avec colliers sont tous au repos à moins de 100m du troupeau. 30 min après le passage des loups, 3 CPT (dont Matt et Ausecours) vont réagir à des aboiements d'un des chiens et partir à vive allure sur la partie Est – SE de la clairière, ou ils resteront en prospection quelques dizaines de minutes. Peut-être les loups ont-ils contourné la clairière à couvert, ce qui a fait réagir les chiens. Lotier, Tic et Isis ne réagissent pas, Freya se déplace sans aller aussi loin que Matt et Ausecours.

5.2.2 Principaux résultats de l'étude de Carmejane

Pour l'étude réalisée à Carmejane, les traitements des données a permis d'évaluer les distances parcourues pas individu par jour et par nuit.



Figure 6 : distances moyennes parcourues par les brebis et les chiens par jour et par nuit du 4 au 18 mars.

Cette figure illustre que les brebis parcourent entre 5 et 7 km par jour alors que les chiens parcourent entre 8 et 11 km. Les distances parcourues de nuit sont beaucoup plus faibles, moins d'1 km pour les brebis et de 1 à 4 km pour les chiens, ce qui concorde avec la pratique de conduite en parc de regroupement nocturne réalisé à Carmejane. Sur cette période, il est arrivé que le chien Orson ne soit pas rentré dans le parc nocturne, ce qui explique que sa moyenne de distance parcourue soit plus élevée.

Les distances des chiens par rapport au barycentre du troupeau ont été calculées.

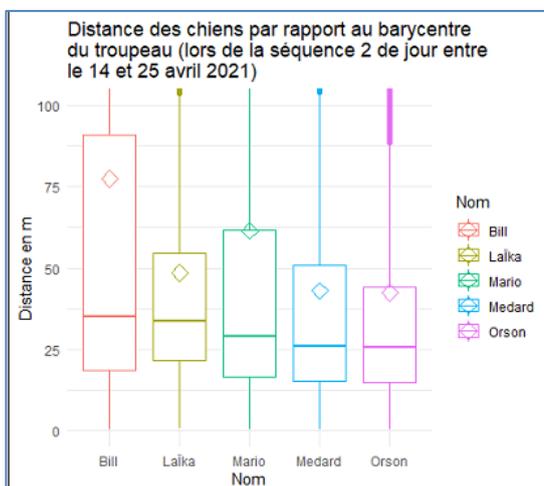
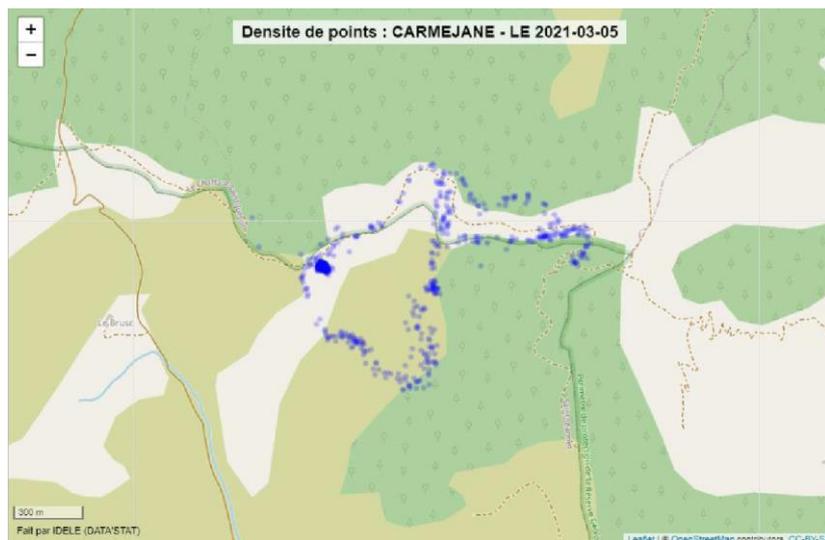


Figure 7 : distances des chiens par rapport au barycentre du troupeau, de jour, entre le 14 et le 25 avril

Sur cette figure, on observe que les chiens restent relativement proches du troupeau, avec une médiane autour de 30 à 35 mètres suivant les chiens. Le chien ayant le plus tendance à s'éloigner est Bill alors qu'Orson est le chien restant le plus au troupeau. Le chien Mario reste la moitié du temps à moins de 35 mètres du troupeau mais la moyenne relativement élevée illustre que c'est un chien qui peut aussi s'éloigner du troupeau plus que les autres chiens.

De plus des distances inter chien ont été calculées, et des cartes de densité de points ont été réalisées, illustrant les circuits de pâturage des brebis



5.2.3. Principaux résultats de l'étude Canjuers

Le traitement des données enregistrées sur le site de Bois de Gourdon a permis une première évaluation des comportements individuels et collectifs des Chiens

Concernant l'éloignement des chiens au troupeau, l'indicateur calculé était le nombre de chiens à moins de XX mètres du troupeau

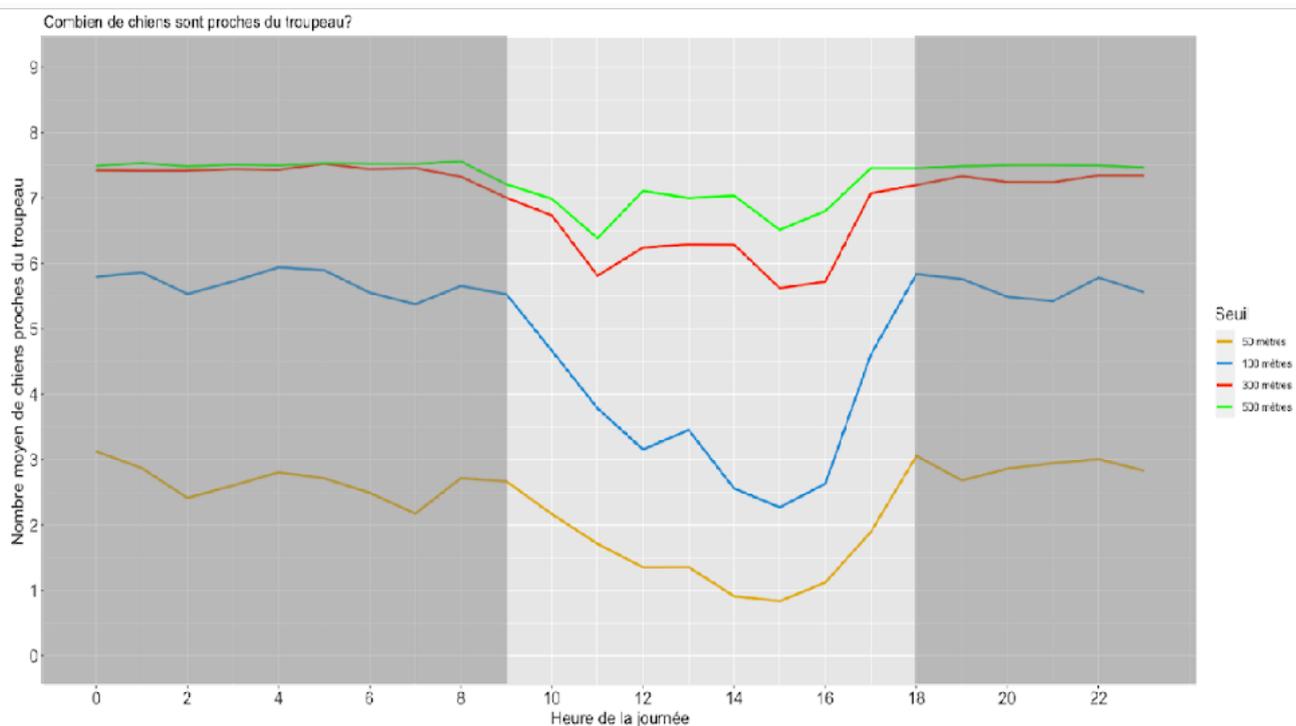


Figure 8 : nombre moyen de chiens à moins de : jaune = 50m ; bleu = 100m ; rouge = 300m ; vert = 500m du troupeau

Cette figure illustre que pendant les périodes de repos, 6 chiens sur 9 sont à moins de 100m du troupeau alors qu'en période de pâturage, seulement 3 à 4 chiens sont localisés à moins de 100m du troupeau.

De plus, des profils comportementaux de relation inter chien ont été réalisés, avec un modèle prenant en compte les distances au troupeau et les distances aux autres individus. Cette modélisation a permis de mettre en évidence les liens d'attraction et ainsi 3 comportements types :

- Chiens « dépendants du troupeau »
- Chiens « dépendants de la meute », des autres chiens
- Chiens « indépendants » du troupeau, plus explorateurs

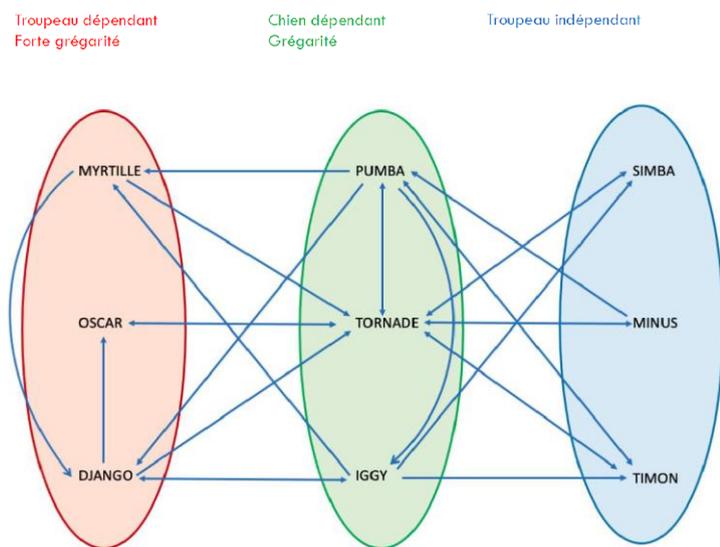


Figure 9 : illustration de la typologie de la meute de protection de Bois de Gourdon et des liens entre les chiens

Enfin, des analyses ont été réalisées pour évaluer quelles étaient les différences de comportement des chiens en présence de loup enregistrées avec les pièges photos.

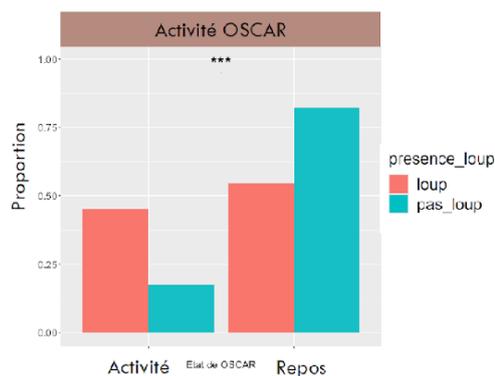


Figure 10 : niveau d'activité du chien Oscar en fonction de la présence du loup

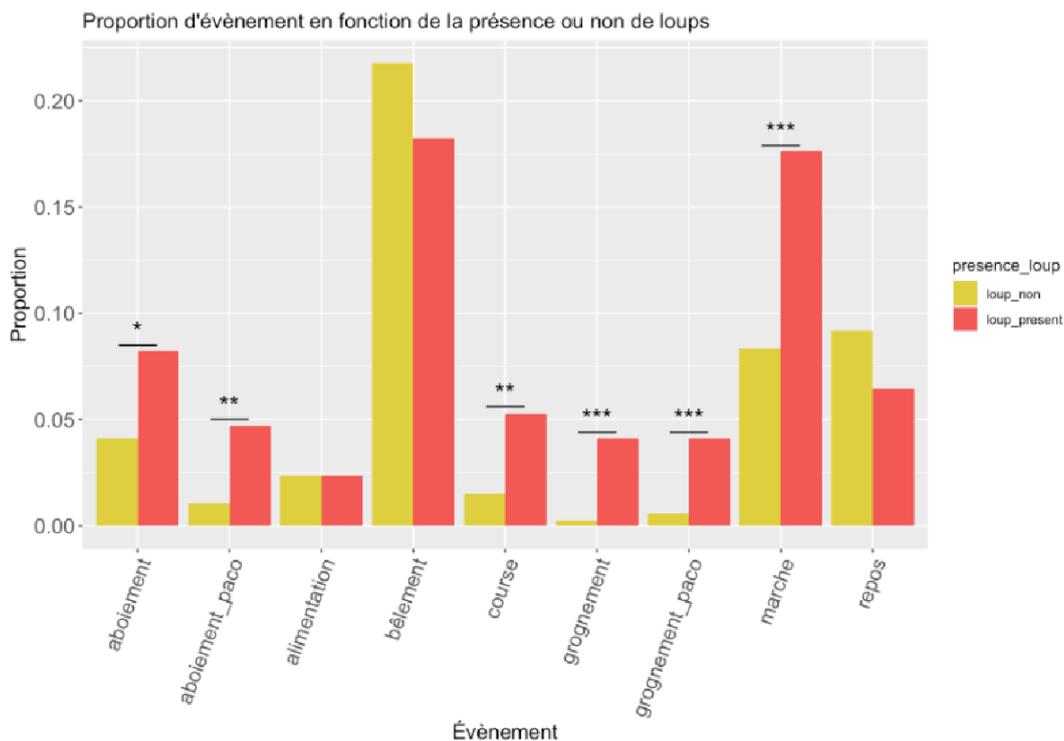


Figure 11 : proportion d'évènement et d'activité en fonction de la présence du loup, réalisé à partir des données audios

Les traitements des données différenciant les phases avec ou sans présence de loup à proximité sont intéressants, même si elles sont moins détaillées que dans l'étude LWA. Elles illustrent bien que l'activité des chiens augmente en présence de prédateurs.

5.3. Conclusions

5.3.1 Comportement des brebis et des chiens

L'analyse des distances parcourues pour l'étude LWA ainsi qu'à Carmejane sont sensiblement les mêmes que celle imaginée pour l'expérimentation drômoise. Elles permettent de mettre en évidence les chiens parcourant le plus de distance ainsi que le niveau de déplacement par rapport au troupeau. Les représentations sous forme de carte de chaleur brebis/ tracé des chiens sont très intéressantes même si difficiles à analyser à postériori.

La méthode de calcul des distances moyennes au troupeau calculées à Carmejane est la même que celle imaginée pour l'expérimentation drômoise. Concernant l'expérimentation de Canjuers, l'indicateur retenu est un seuil d'éloignement au troupeau. Cet indicateur est complémentaire et permet une nouvelle illustration. L'analyse des profils comportementaux des chiens réalisée sur Canjuers est également très intéressante.

Malheureusement, ce genre de traitement n'a pas pu être réalisé sur l'étude drômoise, du au manque de données enregistrées. L'utilisation de capteurs transmettant les données et les stockant sur un serveur était intéressante car elle permettait d'utiliser des outils apportant immédiatement une information aux éleveurs. Elle était toutefois trop risquée pour réaliser des traitements à postériori car trop dépendante de

la qualité du réseau ainsi que de la fiabilité de stockage des données et plus économe que des capteurs stockant les données.

5.3.2 Des capteurs complémentaires nécessaires pour comprendre les comportements en présence de prédateurs

L'observation nocturne à la caméra thermique par le personnel de l'OFB apporte la preuve de la présence des loups lors des relevés GPS et vient donc clairement expliquer les déplacements des chiens, ce qui est précieux pour les éleveurs.

L'expérimentation drômoise (GPS seuls, sans observation humaine) a laissé beaucoup de flou pour les éleveurs lors de potentielles attaques (jamais de preuve, sauf brebis prédatées) et n'a donné que peu d'informations sur le comportement des chiens en situation de prédation, ce qui s'est traduit par une certaine déception chez les éleveurs. Aussi, les irrégularités de données ont malheureusement rendu inexploitable les données de localisation de certaines attaques pendant la période d'expérimentation. Le choix de GPS hybrides (visionnage en temps réel sur smartphone + exploitation des données collectées a posteriori) a été très consommateur en batterie et coûteux sans pour autant fournir des données exploitables par l'institut de l'élevage. Dommage !

Même s'il est vrai que le temps agent est important (75h par semaine en moyenne), l'utilisation des pièges photos est venu compléter les temps d'absence du personnel. Cela a donné des informations complémentaires.

Le protocole de départ (exp drômoise) avait l'objectif d'aider les éleveurs à comprendre comment se passe une attaque mais dans les faits, cet objectif n'a été que partiellement atteint.

Malgré tout, il semble bon de rappeler que la consultation en temps réel de la position des chiens et du troupeau, même partielle, a été jugée comme très intéressante pour les éleveurs.

5.3.3 Tableau comparatif des 4 expérimentations

	Expérimentation drômoise	Life Wolf Alps	Carmejane	Canjuers
Brebis et chiens équipés simultanément	Oui	Oui	oui	oui
Proportion chiens/brebis	50%/50%	85 - 90% / 10 – 15%		
Matériel	Colliers GPS seuls – Géovie Tracker	Colliers GPS (marque non renseignée) + caméra thermique + pièges photos	Colliers ePAsto,	Colliers DigitAnimal, pièges photos, enregistreurs audio
Stockage des données	Serveur distant	colliers	colliers	colliers
Localisation des animaux en temps réel sur application	Oui	non	non	non
Durée de l'expérimentation sur l'exploitation	1 semaine > 1 mois	1 >2 semaines	5 semaines	6 semaines
Suivi des animaux en temps réel	Oui	non	non	Non
Sensibilité couverture réseau	Oui	non	non	non
Exhaustivité des données de localisation	Non	oui	non	non
Paramètres mesurés	Distances totales parcourues (chiens et brebis), Distances entre individus, Distances au barycentre	Distance totale des cpt, éloignement au troupeau, comparaison des individualités des CPT, comportement des chiens en situation d'attaque	Distances totales parcourues (chiens et brebis), Distances entre individus, Distances au barycentre	Périodes d'activité (chiens et brebis), éloignement au troupeau, profils comportementaux
Comportement des chiens en présence de loup	Très partiellement	oui	Non	Partiellement

En conclusion, les autres études réalisées avec des GPS ont permis de réaliser des traitements de données plus poussés, permettant de meilleures descriptions des comportements des chiens, parfois même en présence de prédateurs. Ces traitements ont été permis grâce à une complétude des données qui n'a pas été possible dans le projet « outils connectés » à cause des limites du matériel utilisé. Dans notre projet, l'objectif était, en mettant à disposition des éleveurs des outils connectés, en priorité de voir comment ils se les appropriaient, puis d'évaluer quels traitements de données pouvaient être réalisés pour apporter des informations sur les déplacements et les comportements des chiens de protections et du troupeau. Il résulte de notre étude que cet objectif était un peu trop ambitieux et que, pour réaliser des évaluations de déplacements et de comportements, il est nécessaire de stocker les données sur les colliers pour sécuriser l'information, par rapport à une transmission et à un stockage sur serveur.

6. Communication et rendus

Ce projet a fait l'objet d'une large diffusion. Les partenaires, ensemble ou individuellement, ont mis à profit et ont valorisé les enseignements de cette deuxième phase d'expérimentation au travers de différentes formes de communication : publications, événements et documents techniques profitables aux professionnels de l'élevage, conseillers, techniciens, éleveurs...

6.1. Publications

- A l'automne 2020, un article est paru dans la revue Terre d'élevage, magazine de la presse agricole locale éditée chaque année à l'occasion du sommet de l'élevage organisé dans le Puy de Dôme.



Figure 12 : Aperçu article Terre d'élevage

- En Février 2021, la revue technique **Réussir Pâtre** destinée aux professionnels de la filière ovine, a consacré un bel article intitulé “Dans la Drôme, on suit les chiens de protection et les brebis par GPS”.



Figure 13 : Aperçu article Réussir Pâtre

- En décembre 2022, le Flash élevage a publié un article (CF partie 6.3) afin d’annoncer la mise à disposition des fiches techniques produites sur les témoignages des exploitations impliquées dans le projet. Le Flash élevage est une news letter bi-mensuelle envoyée à 1400 contacts principalement éleveurs de la Drôme et de l’Isère.

6.2. Séminaires

Ce travail sur les Outils connectés a été mis en valeur par les différentes structures partenaires du projet, individuellement ou collectivement. Ce projet a été présenté lors de séminaires et rencontres d’ampleur régionale voire nationale.

- **Le séminaire 3R** - Rencontres Ruminants et Recherche organisé par l’IDELE et l’INRAE le 3 décembre 2020 réunissant une trentaine de chercheurs et techniciens lors d’un Webinaire.

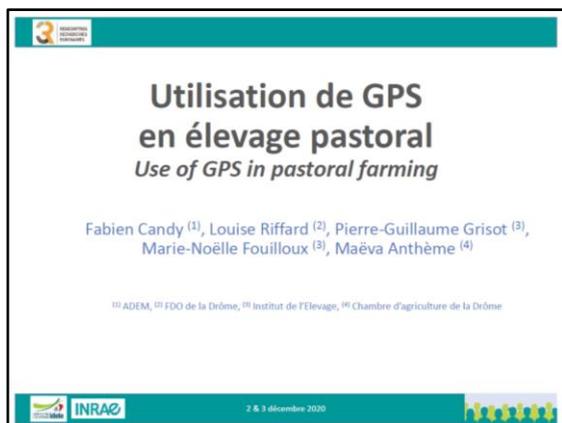


Figure 14 : Aperçu présentation Séminaire 3R

- **La journée du réseau Pastoral** qui est une réunion de partage des expériences en matière de nouvelle technologie qui s’est tenu le 19 novembre 2020 par Visioconférence. Le projet a été présenté auprès de 18 personnes issues des services pastoraux de la Région , Région AURA et Chambre d’agriculture de l’Ain et de l’Ardèche.



Figure 15 : Aperçu présentation Journée réseau pastoral AURA

- **Journée Technique Ovine à Carmejane (IDELE)** qui a réuni le 26 avril 2022 environ 150 personnes, techniciens, éleveurs et éleveuses principalement de la région PACA et de la Drôme. Un atelier intitulé atelier : "les GPS, Quelles possibilités et quelles limites pour les systèmes d'élevage" a laissé la place à la diffusion de l'expérience Outils connectés.

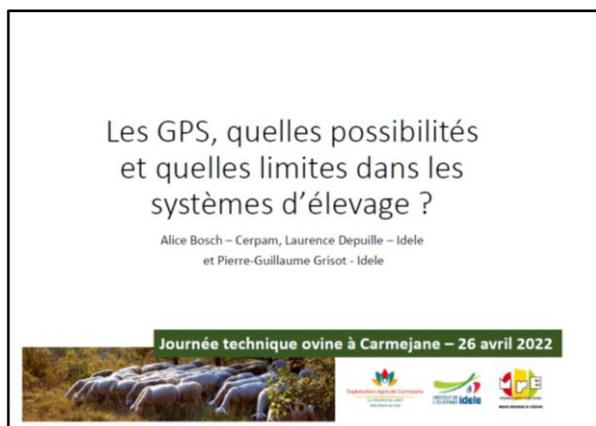


Figure 16 : Aperçu présentation Journée Technique Ovine à Carmejane

6.3. Fiches techniques “exploitation”

Il semblait important de recueillir les témoignages des éleveurs partenaires de cette expérimentation et d’en rendre compte au moyen de fiches synthétiques accessibles à tout éleveur ou

structure intéressés. Chaque partenaire de l'étude en assure la diffusion sur son site internet par téléchargement. Cf Annexes

Figure 17 : Aperçu des fiches exploitation



Conclusion

Si les éleveurs expérimentateurs ont pu confirmer dans cette deuxième phase les atouts au quotidien de ces colliers GPS pour améliorer leurs conditions de travail, les équipements testés n'ont pas permis d'atteindre tous les objectifs attendus par les partenaires.

En effet, nous avons fait le choix, au lancement du projet d'expérimentation d'un matériel hybride qui avait pour double objectif une consultation instantanée de la localisation des animaux par les éleveurs ET des traitements des tracés à postériori. Avec le recul, il aurait fallu choisir l'un ou l'autre de ces deux usages qui ne peuvent être rendus de façon optimale par le même matériel. De ce constat découle certaines déconvenues de notre projet, notamment en ce qui concerne l'autonomie réduite car envois fréquents des données et les irrégularités dans la collecte des données en l'absence de data logger. Le projet a ainsi souffert d'un manque de régularité et de qualité dans la collecte des données. Cela aurait nécessité une gestion extrêmement lourde du pool de données pour des résultats trop peu fiables dans le cadre d'un projet scientifique.

En dehors de l'analyse scientifique des données GPS collectées par ces outils, qui n'a pu être effectuée comme prévue, c'est bien les usages professionnels qui ont été affinés ici et les retours d'expérience qui seront le plus intéressant à valoriser (cf fiches exploitations). Les écueils techniques rencontrés sont effectivement moins limités dans un usage quotidien de surveillance du troupeau et des chiens de protection que dans un usage expérimental d'analyse scientifique.

Quelques freins restent évoqués par les éleveurs pour une démocratisation large de l'outil testé :

- la question du prix : sans soutien au financement des colliers dans le cadre du projet actuel par le plan départemental ovin ou par le plan régional de sauvegarde du pastoralisme, rares sont les éleveurs qui se seraient équipés.
- la capacité d'autonomie et la possibilité de batteries rechargeables (VS jetables) : pour des raisons de charge de gestion et de temps (achat de batteries, remplacement fréquent, ...) ou des raisons environnementales, une solution de batterie plus durable est souhaitable pour l'acceptabilité socio-économique du matériel
- la fiabilité de la donnée en zone peu couverte par le réseau 2-3-4G : la fin annoncée de la 2G dans les territoires, le déploiement de la 4/5G et l'adaptation nécessaire des appareils connectés doivent permettre à l'avenir une meilleure fiabilité dans la collecte et l'accès à la donnée en zone aujourd'hui mal couverte. A ce jour, les colliers testés - mais d'autres aussi - se retrouvent confrontés à une limite technique sur ces espaces non négligeables en zone pastorale et de montagne.

Face à ces enjeux, nous notons des améliorations rapides sur les produits récemment mis sur le marché. En effet, au lancement de l'expérimentation, les colliers GPS étaient nouveaux sur le marché de l'élevage. 3 ans plus tard, l'utilisation de ce type d'appareil s'est répandue et les technologies ont fortement évolué. Les marques phares de l'époque ont disparu, les technologies basées sur la 2G sont en perte de vitesse, les batteries ont beaucoup évolué... et la généralisation des capteurs embarqués a fait drastiquement baisser les coûts, si bien que le matériel acquis pour l'expérimentation paraît en 2022 obsolète et hors de prix.

Malgré tout, il semble bon de rappeler que la consultation en temps réel de la position des chiens et du troupeau, même partielle, a été jugée comme très intéressante pour les éleveurs. Tous nous ont confirmés que ces équipements leur avaient apporté

- dans la gestion de leur meute de chiens de protection : une surveillance à distance (notamment en cas de risque de conflit d'usages), une analyse des comportements des chiens pour appréhender la

pression de prédation ou confirmer l'efficacité de la meute, parfois pour choisir de conserver ou non un chien, voir même potentiellement une vérification après un conflit pour "justifier" du comportement du chien

- dans l'amélioration des conditions de travail : réduction de l'inquiétude lié à l'emplacement des chiens, gain de temps pour retrouver chien ou brebis (parfois carcasse en cas de prédation)

Même si il a déçu la visée scientifique, le projet aura eu le mérite de promouvoir la modernisation de l'élevage pastoral en inscrivant les nouvelles technologies dans le quotidien des éleveurs et en améliorant leurs conditions de travail.

Projet mené en partenariat par



Avec le soutien financier du Plan Pastoral Territorial du Diois

