



## CARACTÉRISATION DU COMPORTEMENT ET LOCALISATION DES OVINS ET CAPRINS GRÂCE À DES TECHNOLOGIES EMBARQUÉES

### L'INNOVATION ET LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA CONDUITE DES TROUPEAUX EN ZONES PASTORALES.

En zones méditerranéennes et de montagne, l'élevage pastoral de petits ruminants joue un rôle agro-écologique essentiel. Pour ces systèmes, les surfaces pastorales contribuent fortement à l'autonomie alimentaire des élevages. Toutefois, ces exploitations sont soumises à une charge et des conditions de travail de plus en plus pesantes, dans un contexte d'augmentation de la prédation et d'aléas climatiques. Les nouvelles technologies peuvent permettre d'alléger et modifier le travail, rendant ainsi le métier d'éleveur plus attrayant.

**LE PROJET CLOCHÈTE, CO-CONSTRUIT AVEC DES ÉLEVEURS OVINS ET CAPRINS, A PERMIS DE RÉDIGER LE CAHIER DES CHARGES D'UN OUTIL UNIQUE EN VUE DE FACILITER LEUR TRAVAIL, DANS LA CONDUITE DES TROUPEAUX SUR LES SURFACES PASTORALES.**

Cet outil d'aide à la localisation des animaux permettra notamment d'alerter en cas de sortie du territoire autorisé, de connaître la localisation et l'activité du troupeau, d'avoir une meilleure connaissance des circuits de pâturage et ainsi d'optimiser la gestion des surfaces.

Les spécifications fonctionnelles et techniques de l'outil Clochète associent deux capteurs embarqués : un GPS, pour permettre la localisation, et un accéléromètre, pour caractériser le comportement des animaux.



## DÉCRYPTAGE DU PROJET

*UN OBJECTIF AMBITIEUX :  
DÉFINIR LES FONCTIONNALITÉS  
ET LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES  
D'UN COLLIER CONNECTÉ ADAPTÉ À LA DIVERSITÉ  
DES SITUATIONS PASTORALES.*

### DES CONDITIONS DE RÉUSSITE RÉUNIES GRÂCE À UNE MÉTHODOLOGIE EN 3 ÉTAPES

- ÉTAPE 1 :** recueil des besoins des éleveurs pastoraux.
- ÉTAPE 2 :** développement et validation des technologies pour répondre aux besoins exprimés en Étape .
- ÉTAPE 3 :** mise au point des modalités de mise en oeuvre du collier connecté.

### UN MULTI-PARTENARIAT QUI S'APPUIE SUR L'ÉCHANGE DE COMPÉTENCES...

...du pastoralisme et des nouvelles technologies, du conseil et de la recherche & développement ainsi qu'une entreprise fabricante de solutions technologiques.

### 24 ÉLEVEURS OVINS ET CAPRINS INVESTIS DANS LE PROJET

Au cours du printemps 2017, des éleveurs installés dans 3 zones et évoluant dans 3 contextes d'élevage très différents ont été enquêtés :

- **7 éleveurs ovins lait des Pyrénées-Atlantiques** dont les troupeaux sont libres tout l'été en estive ;
- **9 éleveurs caprins lait de l'Aude** qui conduisent leurs animaux en lâcher dirigé ;
- **8 éleveurs ovins viande installés sur les Alpes-de-Haute-Provence et le Var** et pratiquant le gardiennage.



« Les enquêtes visaient à évaluer les besoins des éleveurs vis-à-vis de leur utilisation des surfaces pastorales et à identifier les réponses que pouvaient apporter les capteurs embarqués. »



## RECUEILLIR LES BESOINS ET ATTENTES DES ÉLEVEURS PASTORAUX

### LES 2 TECHNOLOGIES EMPLOYÉES DANS LE PROJET

#### GPS

Les GPS sont des objets connectés qui permettent une géolocalisation en temps réel via l'utilisation de réseaux satellitaires.



Illustration de localisation d'un troupeau équipé de GPS, sur fond de photo aérienne. En bleu, les points peu fréquentés par les troupeaux, en rouge les points très fréquentés.

**ACCÉLÉROMÈTRE**  
Fixé sur le collier de l'animal, il mesure, selon sa position ou ses mouvements, une accélération par rapport à chacun des 3 axes de l'espace (horizontal, vertical et en profondeur).



Les enquêtes auprès des éleveurs ont montré que des **capteurs embarqués** sur les animaux par le biais de colliers associant GPS et accéléromètre peuvent **rendre divers services** à l'élevage pastoral et **répondre à des besoins concrets**.

Les **contextes régionaux**, caractérisés en particulier par les modes de conduite des animaux (pâturage libre, lâchers dirigés, gardiennage), induisent cependant des **intérêts et des attentes différents d'un éleveur à l'autre**.

### Attentes des éleveurs vis-a-vis du GPS

#### 1 - LOCALISER LES ANIMAUX

Que ce soit dans des parcs de grande taille, en lâcher dirigé ou en gardiennage, retrouver tous les animaux en cas de faible visibilité (forte pluie, brouillard, relief accidenté, zones embroussaillées ou boisées) peut s'avérer difficile. Equiper certains animaux de GPS permet de les localiser à distance et de limiter perte de temps, stress et risques pour les animaux.

*Intérêt exprimé par les éleveurs : +++*

#### 2 - ALERTER EN CAS DE FRANCHISSEMENT DE LIMITES

Champs cultivés, vignes, habitations, routes, zones propices aux mélanges de troupeaux ou dangereuses ... sont autant de lieux où les éleveurs ne souhaitent pas voir divaguer leurs animaux. Pouvoir structurer l'espace en délimitant des zones à risque et pouvoir être alerté si les animaux les franchissent est la seconde fonction du GPS qui peut répondre à un besoin exprimé par de nombreux éleveurs.

*Intérêt exprimé par les éleveurs : +++*

#### 3 - MIEUX GÉRER LE PÂTURAGE

Les positions envoyées par le GPS à intervalles réguliers permettent de visualiser le circuit de pâturage des animaux sur une carte. La mise en mémoire de tous les circuits journaliers contribue à repérer les zones fréquentées par les animaux. Pour les éleveurs qui ne gardent pas, cette fonction permet de mieux gérer leurs parcours. Pour les éleveurs qui gardent, et qui connaissent le circuit de leur troupeau, l'enregistrement automatique de la position des animaux au fil des jours peut être utilisé pour remplir plus facilement le carnet de pâturage.

*Intérêt exprimé par les éleveurs qui ne gardent pas : +*

*Intérêt exprimé par les éleveurs qui gardent : +/-*

### Attentes des éleveurs vis-a-vis de l'accéléromètre

#### 1 - CONNAÎTRE LES ACTIVITÉS DES ANIMAUX

Déplacements, pâturage, repos ... ces comportements peuvent être discriminés par l'accéléromètre. En complément du tracé GPS, les données de l'accéléromètre permettent d'identifier les zones où les animaux ont mangé, se sont reposés, etc. et peuvent donc aider à la gestion pastorale.

*Intérêt exprimé par les éleveurs qui ne gardent pas : +*

*Intérêt exprimé par les éleveurs qui gardent : +/-*

#### 2 - ALERTER EN CAS DE MOUVEMENTS ANORMAUX

Suite à une attaque du troupeau ou à un autre événement perturbateur, un comportement de fuite ou «anormal» pourrait être détecté par l'accéléromètre et générer une alerte localisée grâce au GPS.

L'intérêt des éleveurs pour cette fonction est assez mitigé et dépend du contexte. En zone de forte pression de prédation, les éleveurs craignent de recevoir de nombreuses alertes, génératrices de stress, sans toutefois pouvoir intervenir.

*Intérêt exprimé par les éleveurs : -*



# VALIDER LES TECHNOLOGIES TESTÉES

## L'ACCÉLÉROMÈTRE

UN OUTIL INTÉRESSANT POUR CARACTÉRISER LE COMPORTEMENT DES OVINS ET CAPRINS EN CONDITIONS PASTORALES

La pertinence de l'accéléromètre comme outil de caractérisation du comportement des ovins et des caprins en élevage pastoral a été étudiée, avec comme objectif la construction d'algorithmes permettant la prédiction de ces comportements au pâturage.

### MÉTHODOLOGIE

Enregistrement de données sur le terrain dans des troupeaux ovins et caprins



#### PHASE 1 :

10 à 12 animaux - parmi des lots d'une cinquantaine d'individus - sont équipés de colliers munis d'un accéléromètre tri axial.



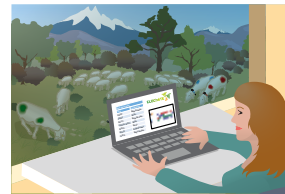
#### PHASE 2 :

Chaque animal équipé est suivi durant 1 à 2 jours de pâturage sur des milieux de prairies et de parcours.



#### PHASE 3 :

Les observateurs enregistrent en continu leurs comportements, en en différenciant 10 : couché dort, couché immobile, couché rumine, court, debout immobile, debout rumine, marche, mange végétation basse, mange végétation haute, autre.



#### PHASE 4 :

Les enregistrements collectés sont ensuite analysés et des algorithmes créés pour prédire correctement les comportements à partir des données accélérométriques.

### RÉSULTATS

Les taux de bonnes prédictions des comportements des animaux accréditent la technologie testée.

Pris individuellement, la prédiction des 10 comportements très précis notés au cours de la Phase 3 est assez moyenne :

En ovins, entre  
**54 et 95 %**  
des comportements  
sont bien prédits

En caprins, entre  
**50 et 91 %**  
des comportements  
sont bien prédits

Les algorithmes prédisent très bien les comportements « immobiles » et « mange végétation basse » et moins bien les comportements « marche » et « mange végétation haute ».

En regroupant les comportements, selon les besoins exprimés par les éleveurs, en : « mange, rumine, se déplace, immobile » puis en « debout et couché », les taux de bonne prédiction sont sensiblement améliorés.

#### En ovins

Entre **85 % et 97 %**  
des comportements regroupés  
sont bien prédits

#### En caprins

Entre **76 % et 91 %**  
des comportements regroupés  
sont bien prédits

### En ovins, un modèle de prédiction testé et validé !

En testant la spécificité du modèle et l'impact de la signature animale, l'objectif était de vérifier que le modèle développé pouvait être utilisé sur des animaux n'ayant pas servi de support à sa création. Les taux de prédiction sont encourageants avec, en moyenne, 74 % de comportements bien prédits. En retravaillant sur l'explication et la correction des mauvaises prédictions, nous espérons arriver prochainement à un modèle avec un taux d'erreur satisfaisant pour les éleveurs.

## LE GPS ASSOCIÉ À L'ACCÉLÉROMÈTRE...

### UN CROISEMENT PROMETTEUR DES DONNÉES DE LOCALISATION ET DE COMPORTEMENT

L'association, dans un même collier, des 2 technologies accéléromètre et GPS permet de spatialiser l'activité du troupeau et de mieux gérer l'utilisation des surfaces pastorales.

#### MÉTHODOLOGIE

Enregistrement de données sur le terrain lors de 3 séquences de 72 heures



Une vingtaine de brebis du troupeau de la ferme de Carmejane ont été équipées de colliers ePasto, embarquant un GPS et un accéléromètre afin de croiser les données de comportement avec les données de localisation. Ces enregistrements ont également été valorisés pour évaluer la fréquence minimale d'acquisition de positions GPS pour bien connaître l'utilisation du territoire par les animaux.

#### RÉSULTATS

**Fréquence optimale pour une précision maximum : un paramétrage de 1 point GPS toutes les 5 minutes**

L'étude des données d'enregistrement indique que l'enregistrement de 1 point GPS toutes les 5 minutes permet d'obtenir une vision exhaustive des territoires « utilisés » par les animaux (pour la pâture, la chôme, le repos), même si cette fréquence induit une perte d'information sur les territoires simplement « explorés ».

### Fréquence optimale d'enregistrement GPS :

**1 point  
toutes les  
5 minutes**

## ... UN OUTIL D'AIDE À LA CONDUITE DES TROUPEAUX OVINS ET CAPRINS COMPLET ET INTUITIF, RÉPONDANT AUX ATTENTES DES ÉLEVEURS

APRÈS 4 ANNÉES DE RECHERCHE, LES CAHIERS DES CHARGES FONCTIONNEL ET TECHNIQUE D'UN COLLIER EMBARQUANT GPS ET ACCÉLÉROMÈTRE, ET RELIÉ À UNE APPLICATION WEB, SONT A PRÉSENT DISPONIBLES POUR LES FABRICANTS.

L'outil devra répondre aux besoins des éleveurs pastoraux formulés lors de focus groups organisés sur les 3 zones d'étude :

- **Simple d'utilisation afin de faciliter la prise en main et l'appropriation par les utilisateurs.**
- **Seulement 3 paramétrages contraints afin de maximiser la prise en main par les utilisateurs :**
  - un mode complet avec une localisation et un enregistrement du comportement toutes les 5 minutes,
  - un mode intermédiaire avec une localisation et un enregistrement du comportement toutes les 30 minutes,
  - un mode économe en énergie, avec une position toutes les 4 heures.
- **Suivant le paramétrage choisi, diverses fonctionnalités seront offertes en fonction des besoins des utilisateurs :** localisation à la demande ou à heures clés, alerte franchissement de limite, circuits de pâture (journaliers, hebdomadaires,...), connaissance de l'activité journalière.





ÉTAPE 3

# MODALITÉS DE MISE EN ŒUVRE DES TECHNOLOGIES QUELS ANIMAUX ÉQUIPER EN PRIORITÉ ?

UNE OBSERVATION DU COMPORTEMENT DES ANIMAUX  
PAR L'ÉLEVEUR PEUT PERMETTRE DE MIEUX LES IDENTIFIER.

Les GPS pour localiser et connaître l'utilisation du territoire par les animaux sont des outils technologiques qui représentent une réelle opportunité de facilitation du travail pour les éleveurs pastoraux. Toutefois, le nombre important d'animaux du troupeau exclut d'équiper tous les individus, que ce soit pour des raisons pratiques, économiques ou environnementales. Les éleveurs sont donc confrontés très rapidement à la question suivante : « Si je veux suivre mon troupeau grâce à des outils numériques, sur quels animaux dois-je les placer ? »

Pour aider les éleveurs à répondre à cette question, un travail a été mené sur la description - pour les ovins - du réseau social des animaux dans le troupeau, afin d'identifier les animaux les plus centraux et donc les plus représentatifs de la répartition spatiale du troupeau.

## ANIMAUX COMPOSANT UN TROUPEAU OVIN : 4 CATÉGORIES FACILES À DISTINGUER



### Animaux dominants

Ces animaux ont un accès prioritaire, une priorité sociale, pour une ressource très appétente ou limitée.



### Animaux leaders

Ces animaux initient les déplacements du troupeau, notamment après une période de regroupement, et vont être suivis par un nombre suffisant d'individus pour amorcer une nouvelle séquence comportementale à l'échelle du troupeau, mais sans l'intervention du berger ou de l'éleveur.



### Animaux explorateurs

Ce sont des individus qui, quand on ouvre une nouvelle zone, sont devant et ne vont pas hésiter à s'éloigner des autres membres du troupeau pour explorer la nouvelle zone.



### Animaux familiers

Ces animaux sont ceux qui viennent en premier quand on les appelle. Ils se retrouvent aussi souvent en tête des déplacements derrière l'éleveur et ne doivent pas être confondus, dans ces cas-là, avec les leaders.

Les animaux leaders et explorateurs sont les plus représentatifs des déplacements du troupeau. Ils initient les déplacements du troupeau, en recrutant un nombre d'individus significatif. Ce sont donc eux qui doivent être équipés en priorité avec les outils numériques de suivis.

## PERSPECTIVES : QUELLES SUITES DONNER ?

### En matière de conseil et d'utilisation en élevage

#### DÉVELOPPEMENT D'UN PROTOTYPE À FAIRE TESTER PAR DES ÉLEVEURS

La prochaine étape consiste à développer un prototype et à le faire tester par des éleveurs afin de vérifier leur appropriation de l'outil et d'y apporter des améliorations avant une mise sur le marché. Il serait notamment nécessaire d'éprouver les fonctions d'alerte, d'enregistrement des données et de tester leur importation dans un carnet de pâturage. Un frein technologique complémentaire qui doit être levé est la communication des colliers connectés pour pallier l'arrêt programmé de la 2G, tout en apportant une solution économe en énergie. Des solutions sont aujourd'hui testées par les fabricants.

### En matière de recherche

#### UTILISATION DES ALGORITHMES POUR AMÉLIORER LE PILOTAGE DES SURFACES PASTORALES

Les algorithmes développés peuvent être, dès à présent, utilisés par la recherche pour mieux analyser le comportement des troupeaux sur parcours et ainsi améliorer les préconisations en matière de pilotage des surfaces pastorales. L'utilisation conjointe de GPS sur les troupeaux ainsi que sur les chiens de protection est également prévue afin de mieux comprendre le comportement individuel et collectif des chiens et ainsi d'apporter des conseils plus adaptés à leur pilotage.