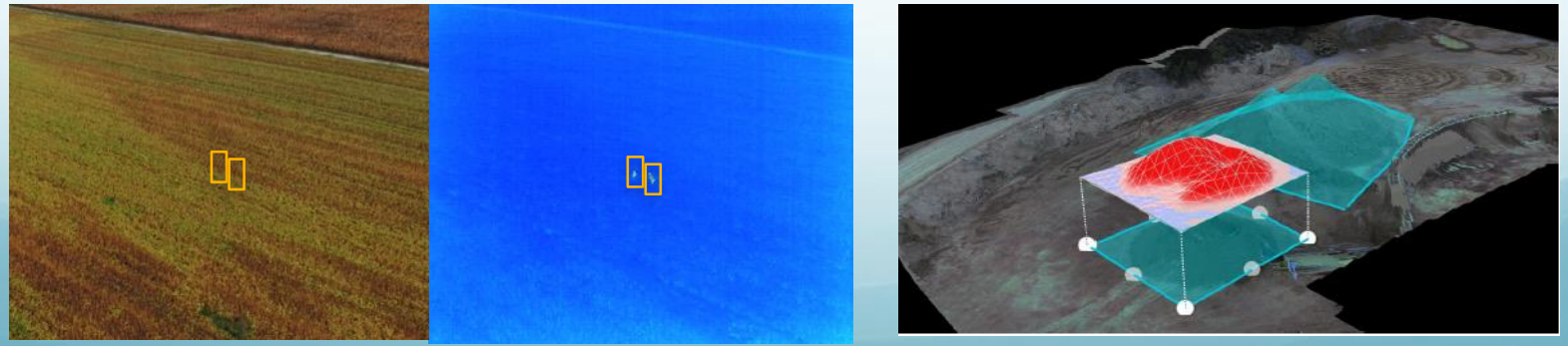
Etude de faisabilité et test d'un indice aérien d'abondance de cerfs par drone.



Contexte

- **Thème 4 « Les Espèces Exotiques Envahissantes sont gérées pour renforcer la protection et la restauration des services écosystémiques et de la biodiversité terrestre », du projet PROTEGE en Nouvelle-Calédonie.**

- **Projet spécifiquement dédié à la gestion des ongulés envahissants (OE), principalement Cerf rusa, Cochon féral et Chèvre ensauvagée= Composante « Ongulés envahissant ».**

  - **Deux objectifs majeurs:**
    - ✓ Evaluer la faisabilité théorique et pratique de l'usage du drone pour la détection et le suivi de l'abondance des cerfs. Définir les modalités permettant de détecter et dénombrer les cerfs sur un territoire donné et de préciser les contraintes et les coûts de mise en œuvre.
    - ✓ Proposer et tester un indice aérien d'abondance, pertinent et simple à mettre en place, qui permettra de suivre les variations d'abondance des cerfs et d'évaluer les bénéfices des actions de régulation.

Spécialistes intervenant

- **Collaboration de 4 spécialistes:**

- Un biologiste/hydrobiologiste et Expert drone sur le territoire calédonien et pilote drone professionnel (DNC): Romain ALLIOD (directeur d'Ecotone NC), réalisation depuis 2007 d'un grand nombre de suivis écologique et de nombreuses missions drones sur le territoire. Chef de projet et coordinateur logistique de l'étude.

- Deux Chercheurs (PhD) spécialisés dans le monitoring des espèces sauvages par drones et tout particulièrement les ongulés :
  - Dr Julia Witczuk et
  - Dr. Stanisław Pagacz

    Pologne, Musée et Institut de Zoologie de l'Académie Polonaise des Sciences.

    Principaux intérêts de recherche: développer des outils efficaces de monitoring pour la faune sauvage qui peuvent être utilisés dans la gestion appliquée ainsi que les sciences.

    Utilisation des drones et la technologie infrarouge thermique comme outil pour la surveillance (monitoring) de la faune sauvage.

    Deux projets à gros budget: tests très positifs d'utilisation de drones pour détecter et surveiller les ongulés sauvages: «Utilisation d'un drone et d'un système d'imagerie thermique comme outil innovant pour les enquêtes sur les ongulés »(2015-2018) et« Application des drones pour les enquêtes sur les ongulés et l'évaluation des dommages aux cultures » (2017-2021); tous deux financés par des agences gouvernementales polonaises.

- Un géomaticien Naseur CHERIF: Expertise, définition et développement de solutions pour le traitementde données géolocalisées.

Bureau d'étude ECOTONE For Freshwater & Ocean Conservation

PROTEGE

Conservatoire d'espaces naturels Nouvelle-Calédonie

Matériels et méthodes

- Etude opérée en 3 phases principales se divisant chacune en plusieurs étapes :

  - Phase 1 : Synthèse des connaissances et étude de faisabilité théorique;
  - Phase 2 : Etude de faisabilité pratique : calibration et test du monitoring des cerfs par drone en condition/milieu contrôlée;
  - Phase 3 : Test en condition/milieu non contrôlées (Réelles) et élaboration d'un indice aérien d'abondance.

Livrables à la fin de chaque phase.

Matériels et méthodes

- **Phase 1 : Synthèse des connaissances et étude de faisabilité théorique**

  ❖ Etude bibliographique dans la littérature scientifique:

  - ➢ Synthèse des connaissances sur les études de monitoring par drone de la faune sauvage, particulièrement les ongulés et plus spécifiquement le Cerf.
  - ➢ Recherche et analyse des différentes techniques employées afin de définir intérêts, les plus adaptées au contexte local et aux besoins du CEN
  - ➢ Synthèse des différents indices d'abondance aériens utilisés et des plus pertinents.

Matériels et méthodes

- **Phase 2 : Etude de faisabilité pratique : calibration et test d'un monitoring des cerfs par drone en milieu contrôlé**

❖ Définition des zones tests

- Définition de zones tests à l'aide des experts locaux et institutions concernées =Fermes d'élevage de cerfs
- Nécessité de connaître zones avec densités/abondances au sol des cerfs présents ou facilement déterminables sur la zone, zone parquée),
- Cartographie des zones.

❖ Etude de site, démarches règlementaires

- Analyse des risques air-sol-environnement des zones retenues.
- Création des plans de vol automatisés de chacune des missions tests.
- Dossiers règlementaires et techniques et autorisations spécifiques de vol de nuit transmis auprès de la DGAC.

Matériels et méthodes

- **Phase 2 : Etude de faisabilité pratique : calibration et test d'un monitoring des cerfs par drone en milieu contrôlé**

  - ❖ **Définition des signatures thermiques, du champ de vision, résolution du capteur thermique et étude comportementale**

    - ➢ Chaque espèce = propre signature thermique = se définie par la forme et la taille de l'individu en fonction du capteur et de la hauteur de vol.
    - ➢ Prises de vue aérienne en thermique au dessus des espèces cibles.
    - ➢ Tests de réaction de fuite/perturbation comportementale selon proximité du drone,
    - ➢ Optimisation vitesse du drone pour éviter double comptage.
    - ➢ Création d'une banque de référence de signatures thermiques.
    - ➢ Etude de définition de la résolution du champ de vision du capteur selon hauteur (résolution optimum des pixels).
    - ➢ Etude de la superficie couverte par image du capteur et densité (nbre de détection/ha)

Matériels et méthodes

- **Phase 2 : Etude de faisabilité pratique : calibration et test d'un monitoring des cerfs par drone en milieu contrôlé**

  ❖ **Planification et vol des missions tests**

  - Plusieurs techniques de missions testées (différentes formes de recouvrement et de vitesses: éviter double comptage et biais dans comptage.
  - Tests missions à différentes heures de la journée/nuit (heures d'activité du cerfs)= juste avant le levé du soleil + juste après le couché + en pleine nuit = meilleurs rendus/contraste d'un point de vue thermique. Etude des artefacts possible liés à la luminosité (limites du capteur thermique).
  - Tests de réaction de fuites plus poussés.
  - Comptage au sol nécessaire afin de comparer les différentes méthodes de comptage par vol drone.

  ❖ **Traitements des données**

  - Analyse vidéo géo-référencée des séquences enregistrées
  - Tests logiciels spécifiques de cartographie et géo-référencement: Arc Gis Full Motion Vidéo, Litchi, QGIS et son FMV, etc… .
  - Estimation de la population avec analyse de précision par comparaison comptage manuel VS comptage au sol.
  - Tests de différents logiciels de comptage automatique et/ou semi-automatique déjà existant ou création d'un algorithme de détection automatique.

Matériels et méthodes

- **Phase 3 : Test en conditions/milieu non contrôlés (Réelles) et élaboration d'un indice aérien d'abondance**

  ❖ **Définition des zones tests**
  - Définition de zones tests en milieu non-contrôlé (naturel) privilégiées.
  - Zones avec différents types de végétation (foret sèche, foret humide, maquis minier,...) et de recouvrement différents (Entier, modéré, diffus et éparse) = habitats privilégiés du cerfs en Nouvelle-Calédonie.
  - Cartographie précise des zones retenues.
  - Repérage des voies d'accès, de décollage/atterrissage et zone de replie d'urgence .

  ❖ **Etude de site, démarches règlementaires**
  - Analyse risques air-sol-environnement.
  - Programmation et automatisation des missions.
  - Dossiers règlementaires et techniques, autorisations spécifique de vol de nuit transmis (DGAC).

Matériels et méthodes

- **Phase 3 : Test en conditions/milieu non contrôlés (Réelles) et élaboration d'un indice aérien d'abondance**

❖ Planification et vol des missions tests

- Programmation et automatisation des plans de vol. Plusieurs missions selon types de végétation et de recouvrement prédéfinis.
- Optimisation des tracés de missions afin d'éviter double comptage (hauteur et vitesse du drone).
- Vols à heures bien définies selon heures optimales d'activité du cerf et des meilleurs contrastes du capteur avec environnement (Phases 1 et 2).
- Etude programmée en période fraiche = la plus favorable pour ce genre d'étude.

❖ Traitements des données

- Traitements et analyse vidéo géo-référencée de chacune des séquences enregistrées classés par habitats (type de végétation et de recouvrement)
- Utilisation du logiciel spécifique de cartographie et géo-référencement retenue suite à la phase 2 (Arc Gis Full Motion Vidéo, Litchi,etc... .
- Estimation population par logiciels de comptage/détection automatiques et/ou semi-automatiques (validés en phase 2). Vidéos analysées par au moins 3 personnes différentes (test manuel VS automatique.
- Analyse en fonction des différents habitats.

Matériels et méthodes

- **Phase 3 : Test en conditions/milieu non contrôlés (Réelles) et élaboration d'un indice aérien d'abondance**

Mise en place d'un indice d'abondance aérien

- Elaboration et test à partir des données collectées sur le terrain.
- Vidéos géo-referencées, champ de vision du capteur, algorithme AI.
- Abondance estimé en « Détection par ha », indice kilométrique ou quadras.

◆ **L'appui de nos collaborateurs (experts internationaux) ayant déjà testés et utilisés ce genre d'indices sera un atout majeur à la véracité, à l'adaptation au contexte calédonien et au bon fonctionnement de cet indice**

Matériels et méthodes

Matériels utilisés:

- Dimensions Déplié (sans hélices) : 810 x 670 x 430 mm
- Dimensions Plié (avec hélices) : 430 x 420 x 430 mm
- Envergure : 895 mm
- Poids (avec nacelle inférieure simple) : environ 6,3 kg (avec deux batteries TB60)
- Charge utile max : 2,7 kg
- Poids max au décollage : 9 kg
- Vitesse angulaire max : Inclinaison : 300°/s | Lacet : 100°/s
- Angle d'attaque max : 30° (mode P, système optique avant activé : 25°)
- Vitesse max : Mode S : 23 m/s | Mode P : 17 m/s
- Vitesse max en descente (verticale) : Mode S : 5 m/s | Mode P : 3 m/s
- Vitesse max en descente (inclinaison) : Mode S : 7 m/s
- Vitesse max en montée : Mode S : 6 m/s | Mode P : 5 m/s
- Température de fonctionnement : -20 à 50 °C
- Précision du stationnaire :Verticale : ±0,1 m (Système optique activé) ; ±0,5 m (GPS activé) ; ±0,1 m (RTK activé)
- Horizontale : ±0,3 m (Système optique activé) ; ±1,5 m (GPS activé) ; ±0,1 m (RTK activé)
- Vitesse max sur les différents axes : Inclinaison : 300°/s | Lacet : 120°/s
- Précision de positionnement RTK : Lorsque RTK est activé et fixe : 1 cm + 1 ppm (horizontal) ; 1,5 cm + 1 ppm (vertical)
- Altitude max de vol : 5 000 m (avec hélices 2110 et un poids au décollage ≤7 kg) | 7 000 m (avec hélices 2195, poids au décollage ≤7 kg)
- Résistance maximum au vent : 15 m/s = 30 knts
- Autonomie max : 55 minutes
- Fréquence de fonctionnement : 2,4000 à 2,4835 GHz | 5,725 à 5,850 GHz
- Indice de protection : IP45
- GNSS : GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo

Matériels et méthodes

- **Matériels utilisés:**

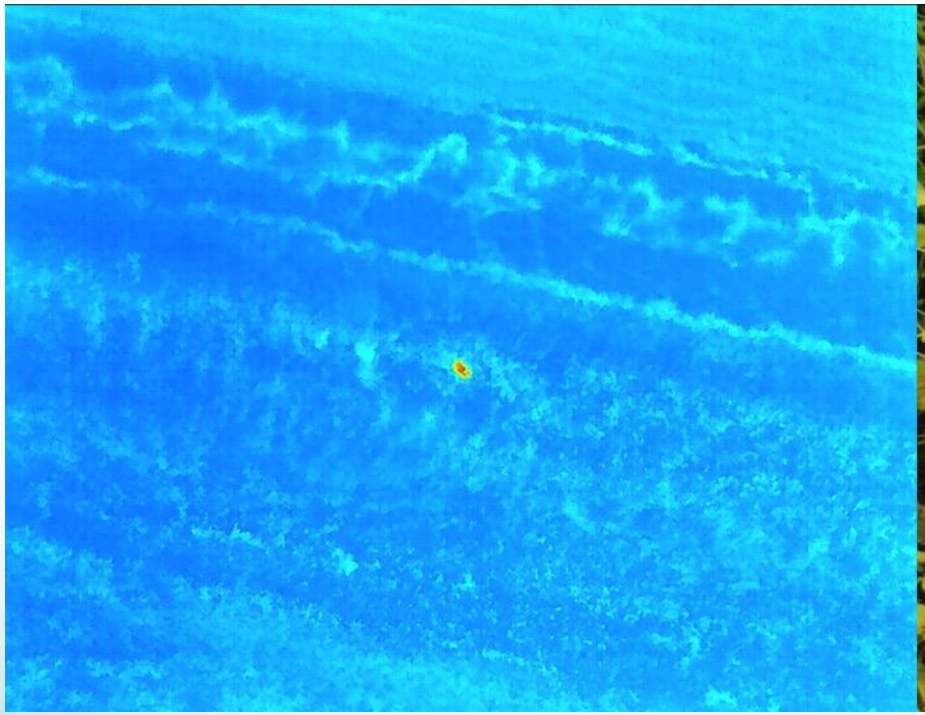
❖ **DJI Zenmuse H20T:**

Caméra hybride = 4 capteurs puissants (sécurité et inspection).

- 3 capteurs photographiques et un télémètre laser.
  - ➢ 1 capteur 1/2.3 pouce grand angle de 12 Mpx.
  - ➢ 1 caméra thermique radiométrique (640 x 512 pixels).
  - ➢ 1 caméra zoom (zoom optique x23; capteur 1/1.7 pouce de 20 Mpx).
  - ➢ 1 télémètre laser (distance 1200 m).

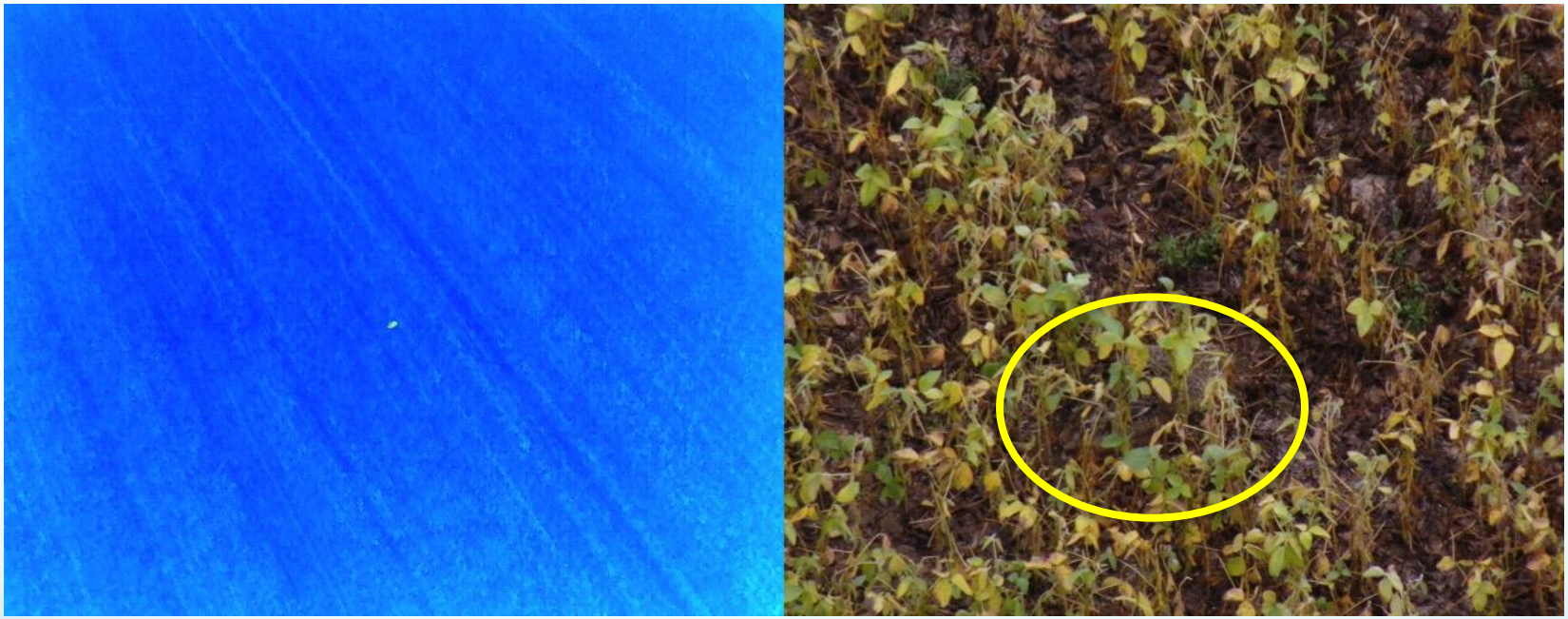
Matériels et méthodes

- **Quelques exemples:**



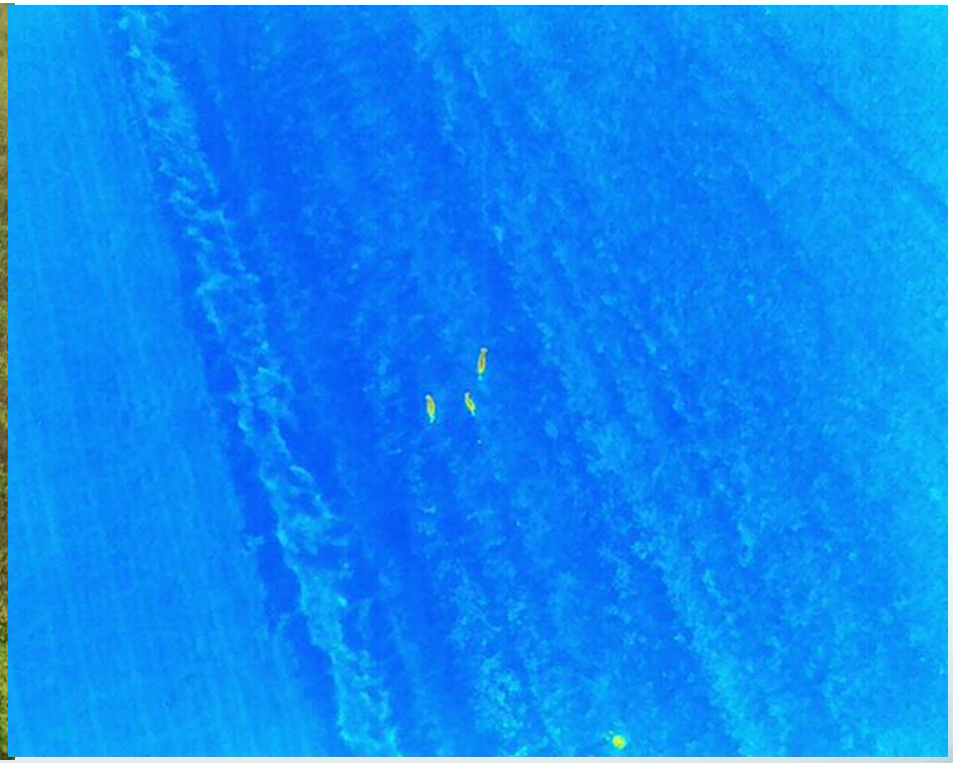
Matériels et méthodes

- **Quelques exemples:**



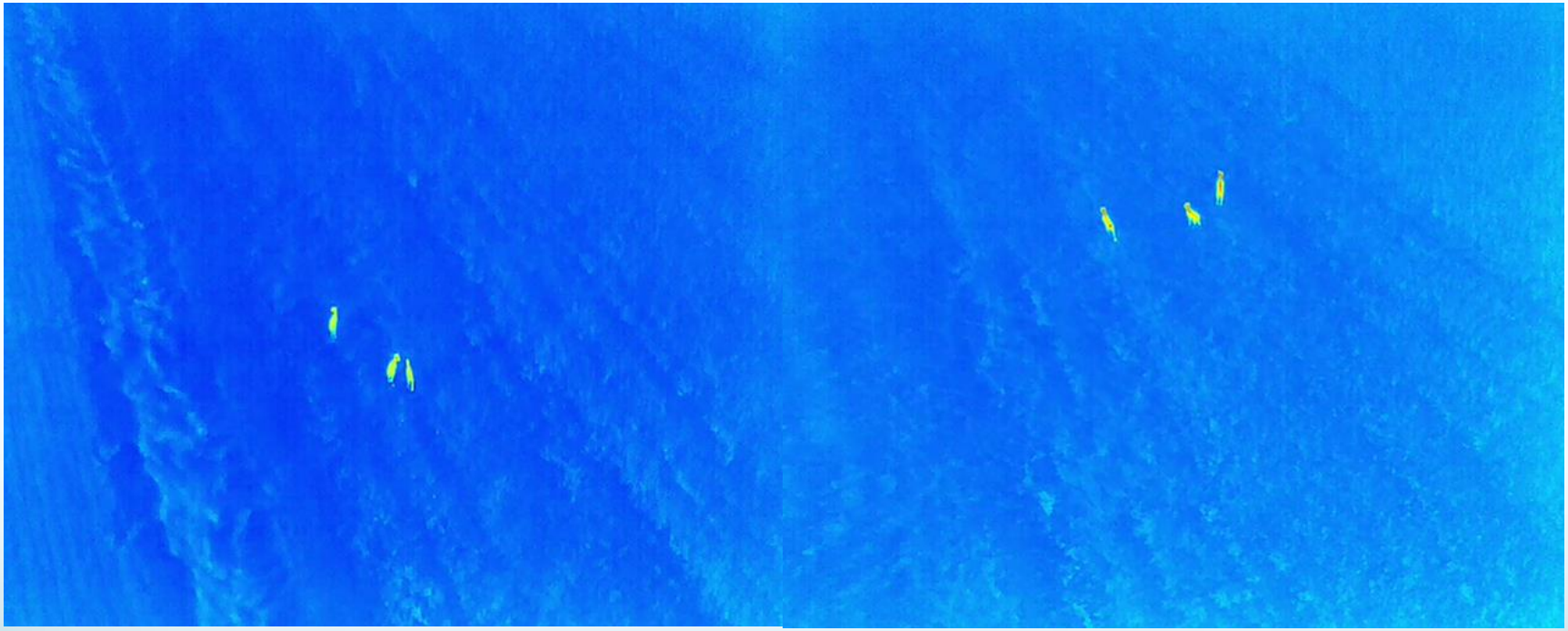
Matériels et méthodes

- **Quelques exemples:**



Matériels et méthodes

- **Quelques exemples:**



Points bloquants

- **Logistique terrain**
  - Quatorzaine toujours payante (scientifiques du 25/08 au 14/10 2021 pour phase 3).
  - Demande d'autorisation éleveur de cerf pour vols tests (Phase 2).
  - Temps de traitement par DGAC des demandes d'autorisations spécifiques (vol de nuit >1mois, Phase 2 et 3).

- **Traitement des données**
  - Conversion fichiers vidéos du capteur en fichier compatible FMV.
  - FMV d'ARC Gis (payant) ou QGIS (gratuit, open source).
  - Détection automatique (AI) ou manuel.