Action 4.1 : Bioacoustique (note méthodologique)

Essai de définition de la fonctionnalité bioacoustique de corridors écologiques

Mise en œuvre 2021 : période 1

Rapport au 08/10/2021

Asters-CEN74 : Carole Birck, Ilka Champly, Marion Guitteny

Université Jean Monet : Fréderic Sèbe

Table des matières

Contexte et généralités 3

Objectifs du projet 3

Partenaires et contexte financier 3

Généralités sur la bio-acoustique et éco-acoustique 3

Matériel et méthode 4

1. Choix des sites et échantillonnage 4

Echantillonnage spatial : 4

Échantillonnage temporel : 8

2. Matériel utilisé 8

Bioacoustique 8

Camera-trap 9

3. Installation des capteurs 10

Protocole 10

Retour d'expérience : trucs et astuces 10

4. Gestion des données 11

Matériel de stockage des données 11

Process pour l'enregistrement des données : 11

Accès et Consultation des données 11

Analyse des données 11

Contexte et généralités

Dans les dernières décennies, une des principales politiques d'aménagement du territoire pour enrayer la perte de biodiversité est d'assurer la préservation et la restauration des réseaux et des continuités écologiques. Le réseau écologique comprend des corridors écologiques, dont la restauration est une des grandes stratégies de gestion restauratoire ou conservatoire pour les nombreuses espèces menacées par la fragmentation de leur habitat. En effet, la réduction de la taille des habitats, l'augmentation de leur isolement et de leur fragmentation réduisent, à long terme, la viabilité des populations d'espèces qui y vivent. Ceci est d'autant plus vrai dans les socio-écosystèmes de montagne où une forte augmentation de la pression anthropique fait peser une lourde menace sur ces écosystèmes déjà fortement éprouvés par les changements climatiques.
L'étude de la fonctionnalité des corridors écologiques est souvent réalisée à l'aide de pièges photographiques. Cette méthode donne de bonnes informations sur la moyenne et grande faune terrestre (ongulés, renards…), mais elle ne permet pas d'évaluer la fonctionnalité de l'espace pour d'autres groupes, comme les oiseaux ou les insectes. C'est par le prisme du son que notre projet souhaite se saisir de cet enjeu et contribuer au suivi et à la préservation de la biodiversité dans les corridors écologiques. Le développement récent de systèmes d'enregistrements audio permet d'analyser des paysages sonores sur de longues périodes, et d'inventorier les signaux acoustiques émis par les espèces animales, afin d'évaluer la biodiversité d'un site. Couplée à une analyse de l'anthropisation du paysage acoustique, l'écoacoustique permet également d'évaluer l'impact des perturbations anthropiques (activités de transport et de tourisme) sur la biodiversité. Ainsi, inventorier les signaux acoustiques émis par les espèces animales au sein des corridors écologiques permettra d'améliorer les connaissances sur la connectivité des corridors et d'analyser l'impact des perturbations anthropiques.

Objectifs du projet

Objectif général du projet : améliorer les connaissances sur la fonctionnalité de corridors écologiques identifiés par le SRCE (Schéma Régional de Cohérence Écologique) dans la région Arve-Giffre-Mont-Blanc (Haute-Savoie).
Objectif précisé : Ce projet se propose de tester l'utilisation de la bioacoustique et écoacoustique (enregistrement des sons dans le milieu naturel) comme outils d'évaluation de la fonctionnalité de corridors écologiques inscrits dans le SRCE. Il s'agit alors d'étudier la biodiversité acoustique et sa continuité au sein de ces corridors. Il ne s'agit pas d'étudier les déplacements des espèces, mais les modalités de communications acoustiques des espèces présentes dans ces corridors.
Plusieurs questions pourront ainsi être abordées :
-Peut-on proposer un indice de biodiversité acoustique pour analyser la connectivité structurelle et fonctionnelle des corridors ?
-Quel est l'impact des barrières anthropiques sur la connectivité acoustique des communautés et du paysage? et est-ce que la distance par rapport à la route est un facteur qui joue sur ces indices de biodiversité ?
-Quelles sont les caractéristiques des sites qui obtiennent le meilleur indice de biodiversité et la meilleure connectivité?

Partenaires et contexte financier

Ce projet s'inscrit dans le projet simple Biodiv'Connect, intégré dans le PITEM Biodivalp (Interreg-ALCOTRA France-Italie). Le CEN74, en tant que partenaire du projet, mène une action expérimentale d'amélioration des connaissances sur les continuités écologiques. Frédéric Sèbe, de l'Université de Saint Etienne, est enseignant chercheur en bioacoustique/ecoacoustique. Il accompagnera le CEN74 dans la mise en œuvre de cette action. Une convention de partenariat recherche entre les deux structures a été signée. Une prestation pour le bureau d'étude Biophonia est envisagée pour une partie de l'analyse des données.

Généralités sur la bio-acoustique et l'éco-acoustique

On entend par bioacoustique l'étude des communications acoustiques chez les animaux, en particulier pour mieux connaître leur comportement. Les communications acoustiques regroupent l'ensemble des communications faisant intervenir des signaux sonores. L'analyse et l'utilisation des signaux acoustiques peuvent rendre de nombreux services dans la détermination des espèces et l'identification des individus, l'étude des dynamiques de population et la gestion et la conservation de nombreuses espèces gibiers et/ou d'intérêt patrimonial (Sèbe, 2012). A une plus large échelle d'étude, passant de l'individu à la population, la communauté ou le paysage, l'enregistrement des paysages sonores sur de grands espaces et de longues périodes permet de traiter des questions fondamentales en écologie. La prise en compte des sons environnementaux au niveau d'un écosystème ou d'un environnement pour des investigations écologiques ouvre un champ de recherche qui est défini par le terme d'écoacoustique (Sueur & Farina, 2015). L'éco-acoustique s'intéresse aux questions écologiques par le biais de l'acoustique incluant le niveau des espèces, des communautés, et des paysages en travaillant à partir des paysages sonores qui comprennent tous les sons d'un site, étendant ainsi le champ d'application de l'acoustique et de la bioacoustique avec une vision globale et systémique du paysage sonore.

L'espace actif est une notion utilisée en communication animale qui équivaut plus ou moins à l'aire de propagation. Elle prend en compte le fait que les sons sont de moins en moins perceptibles avec la distance, les caractéristiques acoustiques du signal (fréquence, amplitude…) et les propriétés de l'environnement comme la topographie, le type de végétation, le recouvrement du sol mais également des propriétés micro-climatiques comme la présence de vent.

Les animaux émettent des sons à différentes fréquences. Il est difficile de modéliser la propagation sur l'ensemble des fréquences, donc la fréquence dominante (séquence la plus représentée dans le chant) est souvent choisie.

Les ambiances sonores sont souvent spécifiques du site et varient selon les saisons, les heures de la journée, la météorologie… Parmi les sons constituant ces ambiances sonores, les sons d'origine géophonique (pluie, vent, rivières..) sont souvent considérés comme des bruits indésirables dans les études de suivis des communautés animales. En effet, ces bruits masquent les sons biologiques (biophonie) et les enregistrements qui les contiennent sont souvent exclus des analyses. S'adjoignent à cela les sons d'origine humaine, route, infrastructure y compris ceux des moteurs, outils et autres machines, qui forment "l'anthropophonie".

Bien que l'identification directe des espèces émettrices de signaux sonores par des observateurs humains soit encore largement utilisée, l'utilisation de systèmes d'enregistrements numériques automatisés s'est largement répandue récemment. En consignant l'ensemble du paysage sonore sur de longues périodes, l'enregistrement automatisé génère d'énormes quantités de données, tout en réduisant à la fois le coût en moyens humains et l'impact du dérangement sur l'habitat étudié.

Calendrier de mise en œuvre du projet

2021			2022		
Mars-avril	Août	Septembre -décembre	Mars-avril	Août	Analyse des données récoltées en 2021 et 2022 Rendu des rapports Septembre 2022
Pose et dépose des enregistreurs Site 1 et site 2 (période 1)	Pose et dépose des enregistreurs Site1 et site 2 (période 2)	Premières analyses	Pose et dépose des enregistreurs Site 3 (Période1)	Pose et dépose des enregistreurs Site 3 (Période 2)	

Matériel et méthode

L'espace sonore utile dans un corridor écologique peut être étudié de différentes manières. Nous nous intéresserons au spectre global de la biodiversité : cette méthode permettrait une représentation cartographique de la répartition spatiale de la biodiversité acoustique des différents sites. L'anthropophonie pourrait également être représentée. La temporalité pourrait également être étudiée.

1. Choix des sites et échantillonnage

Les corridors inscrits dans le SRCE sur la vallée Arve-Giffre ont été analysés (voir annexe 1 : cartographie de 4 corridors écologiques). En 2021, le choix s'est porté sur 2 corridors de taille relativement identique où l'installation des capteurs et leurs désinstallations pouvaient être réalisés en une seule journée (voir description ci-dessous) à Chamonix (site 1) et Praz sur Arly/Megève (site 2). Un nouveau corridor devrait être équipé en 2022 selon le même protocole (site3).
Les propriétaires privés de chacune des parcelles, ainsi que les communes et l'ONF ont été destinataires d'un courrier pour les informer. Ils pouvaient contacter le CEN74 s'ils ne souhaitent pas qu'un dispositif soit installé sur leur propriété.

Année 2021

Echantillonnage spatial :

Le positionnement des points a été réalisé via l'outil "points réguliers" de QGIS, en l'appliquant sur l'emprise du polygone de chaque corridor, avec un décalage de 100m par rapport au point supérieur gauche et avec un espacement de 300m entre chaque point. On obtient une couche de points réguliers par corridor. Une vérification de la bonne représentativité des milieux naturels à proximité des points a ensuite été réalisée : les surfaces de milieux naturels présents dans une zone tampon de 50m autour des points ont été comparées aux surfaces de milieux naturels présents dans l'ensemble du corridor

étudié. La couche d'occupation du sol de la RGD a été utilisée pour faire cette analyse. Le tableau ci-dessous présente les résultats.

Informations sur les corridors retenus pour la campagne 2021 (voir carte en annexe 2)

Corridor de Chamonix

- Corridor transversal, entre la réserve naturelle des Aiguilles Rouges et le massif du Mont Blanc.
- Altitude : 1100m – 1400m
- Orientation : NO-SE
- Surface totale : 205ha
- Infrastructures principales : route départementale et ligne de chemin de fer (train toutes les 1/2 heures en journée)
- Type d'urbanisation principal : habitations individuelles dispersées
- **Points réguliers distance 300m : 21 points**
- **Les caméra trap ont été installées au point chaud du corridor : 4 Pièges photo pour Chamonix**

Tableau des milieux présents dans le corridor de Chamonix et 50m autour de la localisation des AudioMoths (en pourcentage de surface).

	Forêts de conifères	Forêts de feuillus	Cours d'eau et voies d'eau	Pelouses montagnardes	Prairies	Axes routiers principaux et espaces associés	Zones artificialisées sauf axes routiers
corridor	58,25	7,66	2,34	10,14	5,44	2,76	13,41
50 m autour des points	58,78	6,28	2,70	9,22	6,30	2,57	14,15

Corridor de Praz-sur-Arly-Megève

- Corridor transversal entre les contreforts des Aravis et le Beaufortain
- Altitude : 1000m - 1300m
- Orientation : NO-SE
- Surface totale : 163 ha
- Infrastructures principales : routes départementales + qq routes communales
- Type d'urbanisation principal : habitat dispersé, quelques hameaux
- **Points réguliers distance 300m : 15 points**
- **Les caméra trap ont été installées au point chaud du corridor : 6 pièges pour Praz-sur-Arly / Megève.**

Suite à l'envoi de courriers aux propriétaires pour l'installation des audiomoths, un des propriétaires n'a pas souhaité qu'un audiomoth soit installé sur sa parcelle. Le point a été décalé de 20m, dans une parcelle communale. Le tableau ci-dessous tient compte de cette modification.

Tableau des milieux présents dans le corridor de Praz-sur-Arly / Megève et 50m autour de la localisation des AudioMoths (en pourcentage de surface).

	Forêts de conifères	Forêts de feuillus	Cultures annuelles	Pelouses montagnardes	Prairies	Axes routiers et espaces associés	Zones artificialisées sauf axes routiers
corridor	1.27	28.69	10.32	4.15	40.59	1.21	13.77
50 m autour des points	3.29	30.89	8.13	2.54	45.88	0	9.26

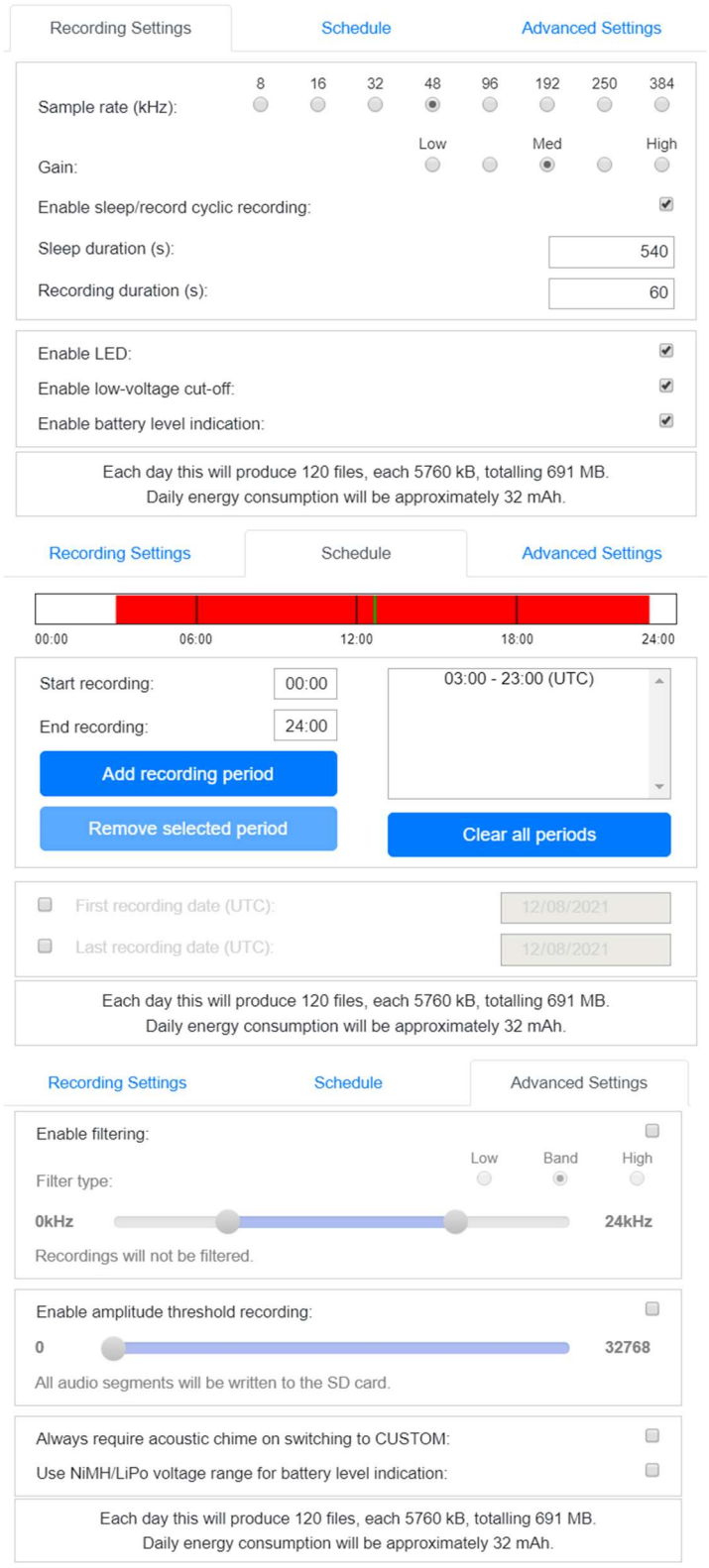
Échantillonnage temporel et fréquentiel

Pour les **AudioMoth**, deux périodes d'enregistrement ont été retenues :

- Une période au printemps visant principalement les chants d'oiseaux : 24/25 mars 2021 au 26/27 avril 2021
- Une période en été visant aussi les insectes : 26/27 juillet 2021 au 26/27 aout 2021

Chaque AudioMoth a été configuré via le logiciel dédié AudioMothTimeAppSetup 1.1.0 et à l'aide du manuel d'utilisation disponible en ligne en open source (https://www.openacousticdevices.info/open-source).
La configuration de l'AudioMoth est la suivante :

- Enregistrement d'1 minute toutes les 10 minutes de 3h du matin à 23h. (Afin de réduire la quantité de données stockées, 4 h en pleine nuit n'ont pas été enregistrées).
- Sample rate (kHz) : 48 kHz
- Le gain choisi est « med »
- Advanced settings : enable



Les **caméra trap** ont été installées les 24 et 25 mars 2021 et restent en place jusqu'à fin septembre.

La configuration pour les pièges photo est la suivante :

- Photo quality : low (4MP)
- Photo delay : 5s
- Shot mode : 3 photos each

- Temp unit : celsius
- Image data strip : ok
- Motion direction : long
- Battery : Lithium
- Trigger speed : fast
- IR flash power : long
- SD : off
- Capteur timer : off

2. Matériel utilisé

Bioacoustique

L'objectif du projet étant de couvrir une surface relativement importante par l'enregistrement, le choix de matériel peu coûteux mais restant performant et proposant une autonomie d'enregistrement sur des périodes courtes a donc été privilégié.
Après échanges avec différents chercheurs sur le matériel existant (Amandine Gasc de l'IMBE-IRD, le séminaire organisé par le dispositif Orchamp en 2021), les enregistreurs de type Audiomoth (https://www.openacousticdevices.info/audiomoth) ont été choisis. Ces appareils bénéficient de mise à jour et d'amélioration continue via une communauté de chercheurs/ingénieurs qui collaborent.

L'investissement pour le projet est donc de :

- 45 AudioMoth v1.1.0 (prix unitaire de 74 $)
- 45 AudioMoth IPX7 case (boitier étanche pour installation en extérieur) (prix unitaire de 39$)

Le fournisseur Labmaker est situé en Allemagne.

Caractéristiques des AudioMoth

AudioMoth is a low-cost, full-spectrum acoustic logger, based on the Gecko processor range from Silicon Labs. Just like its namesake the moth, AudioMoth can listen at audible frequencies, well into ultrasonic frequencies. It is capable of recording uncompressed audio to microSD card at rates from 8,000 to 384,000 samples per second.

EFM32 Gecko processor
Capable of recording at sample rates up to 384kHz
Records uncompressed WAV files to microSD card
Powered by 3 x AA batteries
Analog MEMS microphone
Analog pre-amplifier with adjustable gain
Measures just 58 x 48 x 15 mm
Configurable USB interface
Onboard real-time clock keeps track of time in UTC

Chaque enregistreur nécessite 3 piles AA pour fonctionner ainsi qu'une carte micro SD.
Nous avons donc acquis :

- 90 SanDisk Extreme Plus de 64 GB microSDXC (prix unitaire de 19€)
- 800 piles Lithium Energizer L91 LR6 AA

Camera-trap

Il a été proposé de compléter ces enregistrements par l'analyse des points « chauds » en terme de connectivité : passage des routes, de la voie ferrée …
Des pièges photos ont également été choisis et installés sur ces points.

- 10 pièges photo de type Browning Spec Ops Edge (Pack : Appareil avec caisson antivol, câble autobloquant camouflé Masterlock, Python - 8mm, cadenas de sécurité Masterlock M187, deux cartes SDHC Sandisk Ultra 32GO - 90/MB/s et 8 piles AA Energizer Ultimate Lithium - 3000 mAh) (prix unitaire avec batterie et antivol de 320€)

3. Installation des capteurs

Protocole

Deux capteurs ont été installés en amont de la première période d'enregistrement dans nos jardins afin de tester la durée de vie des piles et la configuration. Aucun problème n'a été signalé.

Les 36 capteurs ont été installés selon les paramètres suivants :

- à une hauteur de 1m au-dessus du sol
- dos au vent dominant
- soit sur un arbre existant, soit sur un piquet dédié.

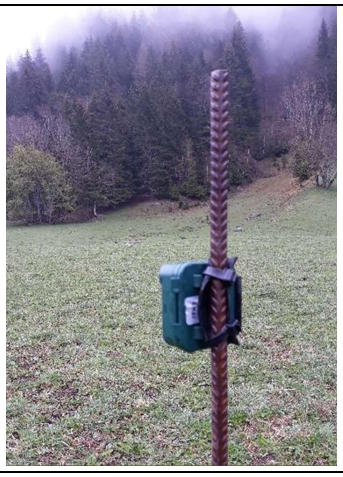
➢ Installation sur un arbre

L'AudioMoth est placé dans sa boxe étanche. Les lanières/scratch fournies n'ont pas été utilisées mais un fil de cuivre gainé a été utilisé pour les fixations sur les arbres.

➢ Installation en milieu ouvert

Des fers à béton d'1m50 ont été utilisés sur lesquels les boîtiers ont été fixés avec des colliers plastiques et un bout de chambres à air pour éviter les frottements le long du piquet.

Chaque boîtier a été étiqueté avec le code de l'enregistreur (ex : Chamonix point 14 : CH14) et une étiquette en tissus précisant : Suivi sonore de la faune/Merci de ne pas toucher/Asters-Univ. J. Monet.



Pour le détail des protocoles d'installation et de désinstallation, se référer à l'annexe 3 « Protocole ».

Retours d'expériences

- ✔ Sur les parcelles privées, s'assurer du consentement des propriétaires. Deux capteurs n'ont pas été retrouvés sur Megève / Praz-sur-Arly sur des propriétés peu utilisées et gérés par des jardiniers privés qui n'ont sans doute pas eu l'information. Nous n'avons pas rencontré de problème sur les points moins anthropisés.

- ✔ Les milieux évoluent beaucoup entre mars et juillet, des modifications mineures d'emplacement ont dû être faits : prairies pâturées par des vaches, le point a été déplacé le long de la clôture sans induire de modification de milieu. (ex du point PM15).

- ✔ Le texte affiché sur les capteurs n'a pas été suffisant et des capteurs ont été endommagés par des propriétaires : nécessité de mettre une adresse mail ou un numéro de téléphone pour les personnes qui veulent des renseignements immédiats sur le projet. Il serait intéressant de prévoir une fiche descriptive vulgarisée du projet, prête à l'envoi pour des questions arrivant au fil de l'eau.

4. Gestion des données

Toutes les données acoustiques recueillies dans le cadre du projet sont décrites dans un fichier de métadonnées qui donne notamment pour chaque point le nombre de fichiers et le volume de ces fichiers (voir annexe 4 tableau data Install).
Chaque fichier d'enregistrement sonore a été nommé avec le nom du point, le numéro de la période d'enregistrement et le numéro de l'enregistrement comme par exemple CH1-P1-E1 (point Chamonix 1, période 1 (24 mars au 26 avril) et enregistrement 1).

Les données « photo » de positionnement des capteurs sont aussi sauvegardées au même endroit.

Matériel de stockage des données

Les données sont stockées sur un mini NAS dédié au projet qui réalise une double sauvegarde en temps presque réel des fichiers (Disque Dur 3,5" 6 To 256 Mo Serial ATA 6Gb/s - WD60EFAX (bulk).

- ➢ Ce NAS ne sert qu'au stockage des données brutes et toutes manipulations des données se fera par ailleurs.
- ➢ Un disque dur externe dédié au transfert des données entre les partenaires a été acquis.

La consultation du NAS peut néanmoins se faire à distance si besoin.

Process pour l'enregistrement des données

- Pour chaque carte microSD, vérifier la correspondance du poids entre les données de la carte microSD et les données du disque dur avant de supprimer les données de la carte.
- Ne supprimer les données de la carte microSD que s'il y a eu 2 sauvegardes (NAS dédié et disque dur externe).
- Une copie des fiches terrain est enregistrée sur le même disque dur que les fichiers audios.

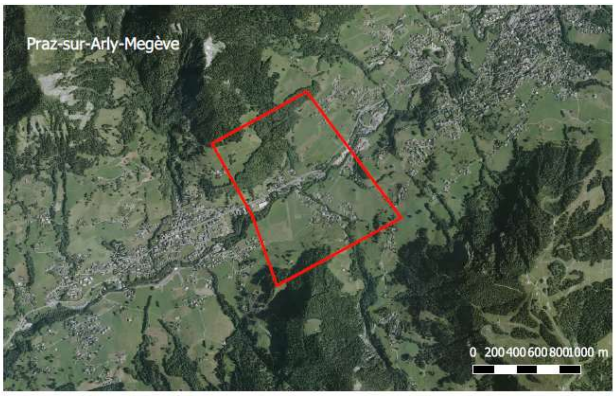
- Les dossiers photos (positionnement des capteurs) sont sauvegardés et associés aux points.

- La sauvegarde et le tri des données des pièges photos reste à faire.

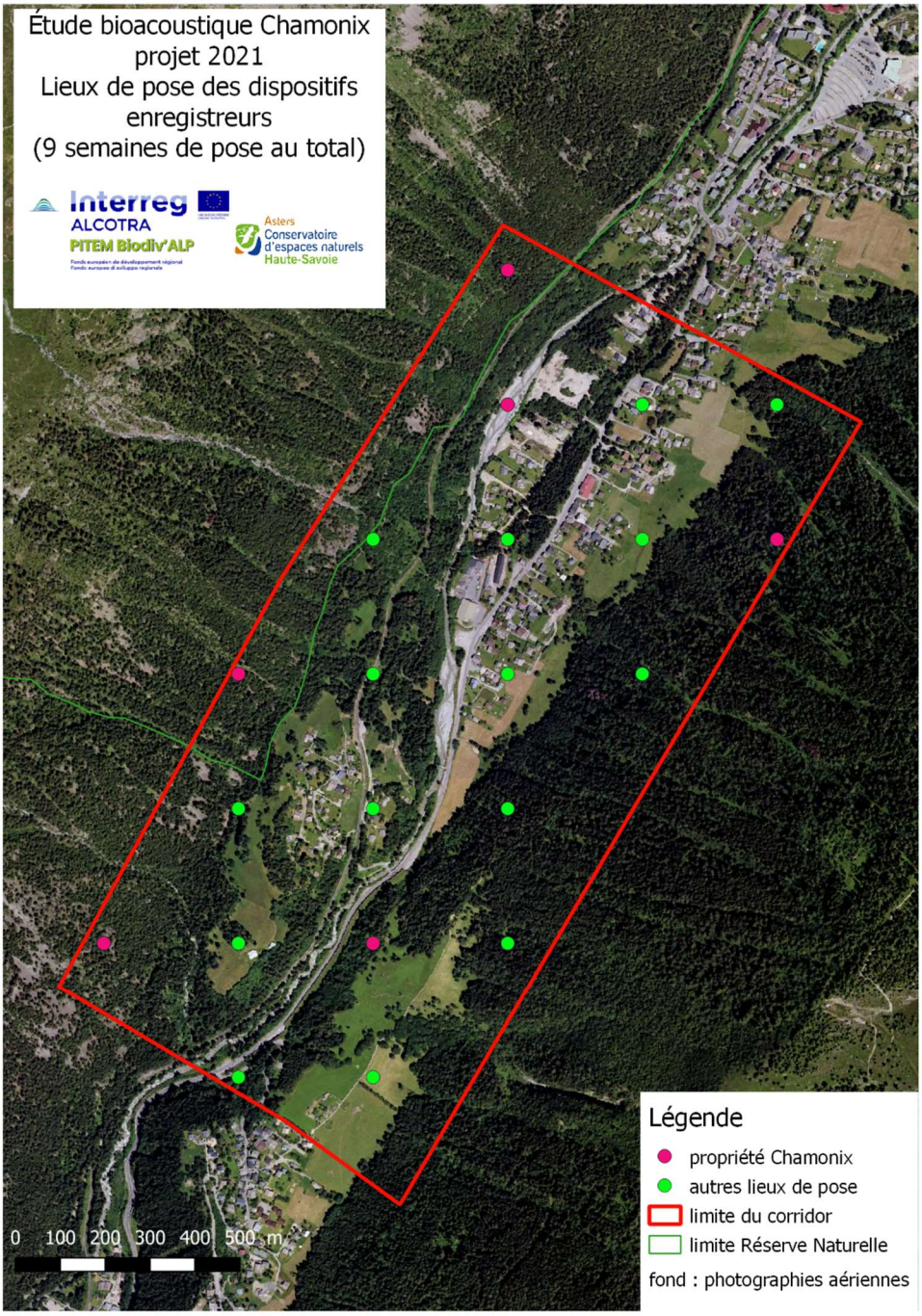
Accès et Consultation des données

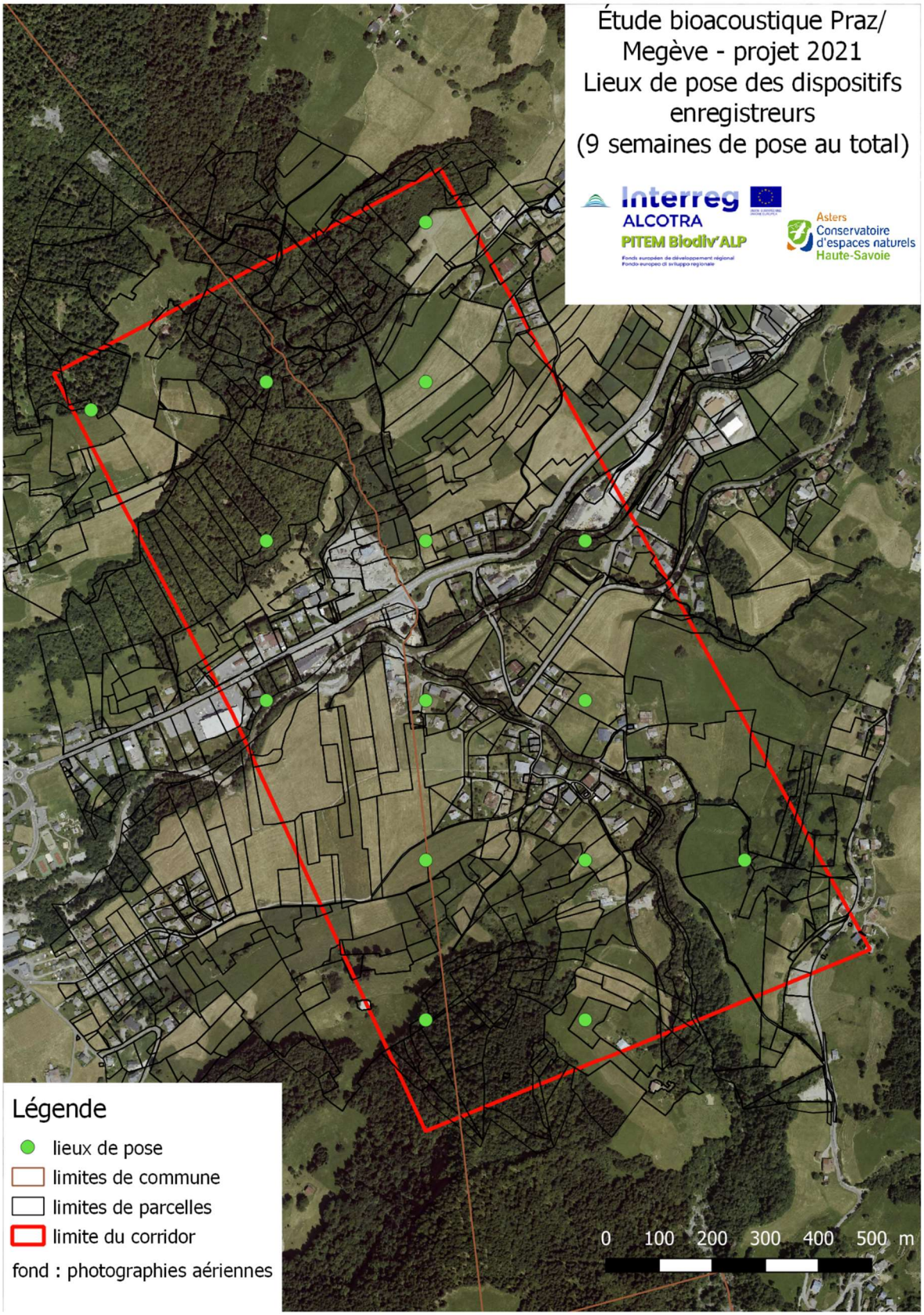
Le laboratoire a les droits en lecture et téléchargement sur le serveur basé à Asters-CEN74.

Annexe 1
Choix des corridors du SRCE



Annexe 2
Choix des corridors du SRCE




Étude bioacoustique Praz/ Megève - projet 2021
Lieux de pose des dispositifs enregistreurs
(9 semaines de pose au total)
Interreg
ALCOTRA
PITEM Biodiv'ALP
Asters
Conservatoire d'espaces naturels Haute-Savoie
Légende
lieux de pose
limites de commune
limites de parcelles
limite du corridor
fond : photographies aériennes
0 100 200 300 400 500 m

Annexe 3
Protocole d'installation et de désinstallation des AudioMoths

Protocole réalisé lors de la réunion du 11 mars 2021 par Marion Guitteny, Ilka Champly et Carole Birck (Asters-CEN74).

1- Préparation en salle des capteurs

AudioMoth (AM)

- Tester les piles avec un voltmètre : 1.5 volts minimum (sinon ne pas utiliser les piles pour cet usage)
- Mettre des piles dans tous les AM
- Configurer les AM (utiliser le même fichier de configuration enregistré pour tous) à l'aide d'un ordinateur, un câble USB/microUSB et du logiciel de configuration.
- Tester chaque AM, pour voir si l'enregistrement se déclenche bien en le plaçant sur CUSTOM (clignote vert) et attendre l'enregistrement (clignote en rouge).
- Éteindre les AM (sur OFF) et les mettre dans les boîtiers.
- Renommer les cartes SD avec le nom et le numéro du point dans l'ordinateur et les insérer dans l'AM (être vigilant pour mettre la carte microSD dans l'AM du même nom, nom écrit sur le boîtier).
- Placer l'AM dans son boitier étiqueté de son nom et de l'étiquette informant les curieux du dispositif.

Caméra-trap

- Tester les piles avec un voltmètre : 1.5 volts minimum (sinon ne pas utiliser les piles pour cet usage)
- Mettre des piles dans tous les pièges photos
- Configurer les pièges photos.
- Renommer les cartes SD avec le nom et le numéro du point.
- Placer le piège photo dans son boitier étiqueté de son nom et de l'étiquette informant les curieux du dispositif.

- Rentrer les points GPS dans nos différents outils de terrain (smartphone ou GPS)

2. Préparation du matériel autre

- AM dans leur boitier
- Camera trap dans leur caisson
- fer à béton (1m50)
- fil de cuivre gainé (0.3mm)
- pince coupante
- pince plate
- colliers plastique
- pièges photos préparés avec carte SD + piles + câble python…: Sallanches
- outils GPS : Téléphone avec Oruxmap
- Fiche terrain (liste des étapes à vérifier et noter l'heure d'installation)

- Carte imprimée des points
- Mètre (pour vérifier 1m au-dessus du sol)
- boussole (pour orientation dos au vent)
- courrier type envoyé aux proprios
- masse
- appareil photo (prise de vue des capteurs)

En cas de problème, prévoir aussi :

- piles et cartes microSD de rechange
- stylo
- Ordi avec appli de configuration
- câble USB

3. Installation des capteurs sur le terrain

- Trouver le site avec l'outils GPS
- Vérifier que le numéro du point sur la carte correspond au numéro de l'AM
- Allumer l'AM sur CUSTOM et vérifier qu'il clignote vert
- Mettre l'AM dans le boîtier en vérifiant que le micro est bien devant le petit trou du boîtier
- Poser l'AM à 1m de haut et dos aux vents dominants (avec boussole et mètre) soit sur un arbre à l'aide du fil de cuivre soit enfoncé le piquet dans le sol (enlever l'AM du v=boitier si besoin de coup de masse pour éviter de le secouer).
- Noter l'heure et le nom du point sur la fiche terrain
- Au-moins pour le 1er AM installé dans la journée, attendre que l'enregistrement démarre et dire la date, l'heure, le contexte… permettant une double vérification de ces données lors de l'analyse.
- Prendre une photo de l'AM pour repérer le positionnement du capteur et une photo pour prendre le milieu naturel que l'AM enregistre. Prendre une ardoise ou bout de plastique et noter le numéro du point pour qu'il apparaisse sur la photo.

- Même procédure pour les camera trap.

4. Enlèvement des capteurs

- Matériel à prendre : carte, outils GPS, appareil photo, porte carte microSD.
- Vérifier que le numéro sur le boîtier est le même que celui de la cartographie.
- A minima pour le premier et le dernier audiomoth, parler quand il enregistre pour donner les indications de date, heure...
- Eteindre l'AM (sur OFF) et vérifier que la lumière s'éteint
- Placer l'AM dans son boitier noir (boitier de transport livré avec)
- Noter l'heure du retrait sur la fiche terrain
- Reprendre des photos du lieu
- Si réinstallation prévue : Marquer les arbres à la bombe ou placer un petit piquet bois pour marquer le point dans les prairies.

Annexe 3
Tableau DataInstall -métadonnées

	Période d'enrégistrement 1 (P1)				Période d'enrégistrement 2 (P2)							
Audiomoth	Installation	Installation P1	Déinstallation P1	Déinstallation P1	Installation P2	Installation P2	Installation P2	Déinstallation P2	Déinstallation P2	Point GPS	Type installation	Commentaire
										à compléter avec		
CH1	25/3/2021	15:40	27/4/2021	11:05	27/7/2021	10:16		26/8/2021	10:50		arbre	
CH2	25/3/2021	15:16	27/4/2021	10:09	27/7/2021	09:25		26/8/2021	10:20		arbre proche rivière	
CH3	25/3/2021	15:02	27/4/2021	10:29	27/7/2021	10:35		26/8/2021	10:32		piquet	
CH4	25/3/2021	16:25	27/4/2021	11:10	27/7/2021	12:00	30°N	26/8/2021	11:05		arbre	
CH5	25/3/2021	12:10	27/4/2021	10:05	27/7/2021	09:23	30°N	26/8/2021	10:10			
CH6	25/3/2021	14:16	27/4/2021	10:00	27/7/2021	09:08		26/8/2021	10:10		piquet	
CH7	25/3/2021	14:27	27/4/2021	10:21	27/7/2021	09:47		26/8/2021	09:45		piquet	
CH8	25/3/2021	15:07	27/4/2021	10:55	27/7/2021	11:40		26/8/2021	10:54		arbre	
CH9	25/3/2021	12:43	27/4/2021	10:22	27/7/2021	09:40	30°N	26/8/2021	10:25			
CH10	25/3/2021		27/4/2021	09:50	27/7/2021	09:10	30°N	26/8/2021	10:00			
CH11	25/3/2021	14:47	27/4/2021	09:44	27/7/2021	08:50		26/8/2021	09:52		piquet	
CH12	25/3/2021	15:53	27/4/2021	10:41	27/7/2021	11:20	45°N	26/8/2021	10:40			
CH13	25/3/2021	12:28	27/4/2021	10:42	27/7/2021	10:20	30°N	26/8/2021			arbre	*Arrêt autour du 23 aout (par propriétaire de parcelle)*
CH14	25/3/2021		27/4/2021	09:40	27/7/2021	09:00	30°N	26/8/2021	09:50		arbre	
CH15	25/3/2021	15:26	27/4/2021	10:27	27/7/2021			26/8/2021	10:27			
CH16	25/3/2021	10:59	27/4/2021	12:04	27/7/2021	11:15		26/8/2021	11:20		arbre	
CH17	25/3/2021	10:13	27/4/2021	10:50	27/7/2021	10:10	30°N	26/8/2021			arbre	*Arrêt autour du 23 aout (par propriétaire de parcelle)*
CH18	25/3/2021	14:23	27/4/2021	09:52	27/7/2021	09:20	30°N	26/8/2021	09:57		arbre	
CH19	25/3/2021	14:53	27/4/2021	10:14	27/7/2021	09:40	30°N	26/8/2021	10:10		proximité ruisseau	
CH20	25/3/2021	12:54	27/4/2021	11:11	27/7/2021	08:50	30°N	26/8/2021	09:40		arbre	
CH21	25/3/2021	14:33	27/4/2021	09:59	27/7/2021	09:00	30°N	26/8/2021	09:50		piquet	
PM1	24/3/2021	14:25	26/4/2021	13:51	26/7/2021	13:50	190°N	26/8/2021	15:20		piquet en bois	
PM2	24/3/2021	14:10	26/4/2021	13:50	26/7/2021	13:32	120°SO	26/8/2021	15:10		arbre	
PM3	24/3/2021	14:22	26/4/2021	14:30	26/7/2021	13:50		26/8/2021	15:25		arbre	
PM4	24/3/2021	14:38	26/4/2021	13:42	26/7/2021	15:20	190°N	26/8/2021	15:30		piquet en bois	Tourné vers 145°S/E pendant P2
PM5	24/3/2021	13:39	26/4/2021	12:26	26/7/2021	11:50	220°N	26/8/2021	15:00		arbre	
PM6	24/3/2021	13:26	26/4/2021	11:52	26/7/2021	13:10	223°N	26/8/2021	15:00		piquet	
PM7	24/3/2021	10:25	26/4/2021	10:12	26/7/2021	09:14		26/8/2021	14:44		arbre	
PM8	24/3/2021	15:19	26/4/2021	11:38	26/7/2021	11:00	190°N	26/8/2021	14:10		arbre	
PM9	24/3/2021	10:28	26/4/2021		26/7/2021	12:00		26/8/2021	14:40		piquet	
PM10	24/3/2021	09:47	26/4/2021	11:19	26/7/2021	09:50	225°N	26/8/2021	14:30		piquet	
PM11	24/3/2021	11:32	26/4/2021		26/7/2021	10:30	230°N	26/8/2021	14:26		piquet	
PM12	24/3/2021	10:59	26/4/2021		26/7/2021	11:15		26/8/2021	14:30		piquet	
PM13	24/3/2021	11:51	26/4/2021	10:50	26/7/2021	09:50		26/8/2021	14:20		arbre	
PM14	24/3/2021	11:11	26/4/2021	11:49	26/7/2021	10:10	254°N	26/8/2021	14:40		arbre	
PM15	24/3/2021	11:15	26/4/2021	11:20	26/7/2021	10:40		26/8/2021	14:20		piquet	

Action 4.1 : Bioacoustique (note méthodologique)

Essai de définition de la fonctionnalité bioacoustique de corridors écologiques

Mise en œuvre 2022 : période 2

Rapport au 25/07/2022

Asters-CEN74 : Carole Birck, Ilka Champly, Marion Guitteny

Université Jean Monet : Fréderic Sèbe

Biophonia : Maxime Bru, Léo Papet, Clément Cornec, Juliette Linossier

Table des matières

Contexte et généralités 3

Objectifs du projet 3

Partenaires et contexte financier – *évolution 2022* 3

Matériel et méthode 4

1. Choix des sites et échantillonnage 4

Echantillonnage spatial : 4

Échantillonnage temporel et fréquentiel 5

2. Matériel utilisé 6

Bioacoustique 6

Camera-trap 6

3. Installation des capteurs 7

Protocole 7

Retours d'expériences 7

4. Gestion des données 8

Matériel de stockage des données 8

Process pour l'enregistrement des données 8

Accès et Consultation des données 9

Contexte et généralités

I.e. Rapport « Période 1 : 2021 »

Objectifs du projet

I.e. Rapport « Période 1 : 2021 »

Partenaires et contexte financier – *évolution 2022*

Ce projet s'inscrit dans le projet simple Biodiv'Connect, intégré dans le PITEM Biodivalp (Interreg-ALCOTRA France-Italie). Le CEN74, en tant que partenaire du projet, mène une action expérimentale d'amélioration des connaissances sur les continuités écologiques. Frédéric Sèbe, de l'Université de Saint Etienne, est enseignant chercheur en bioacoustique/ecoacoustique. Il accompagnera le CEN74 dans la mise en œuvre de cette action. Une convention de partenariat-recherche entre les deux structures a été signée en 2021. Dans l'intérêt de poursuivre l'analyse des résultats en reprenant un étudiant pour la finalisation de l'étude en automne/hiver 2022, un avenant est en cours de signature pour prolonger le partenariat jusqu'au 25 décembre (fin du financement du projet européen).

Une prestation pour l'analyse de certaines des données bioacoustiques a été engagée le 03 janvier 2022 et sera réalisée par le bureau d'étude Biophonia - Expertise en bioacoustique et écoacoustique - en étroite collaboration avec Frédéric Sèbe ; elle comparera les résultats avec ceux obtenus par les étudiants encadrés par le laboratoire de l'Université Jean Monet. Les analyses via des méthodes d'éco acoustique en utilisant le package Scikit-maad (Ulloa et al. 2021) et la combinaison de plusieurs indices acoustiques (Sueur et al. 2014, Fuller et al. 2015) pourraient, en effet, apporter des informations complémentaires sur la fonctionnalité des corridors écologiques. De plus, Biophonia analysera les données temporelles en détail, afin d'analyser les variations du paysage sonore en fonction de la temporalité (matin, midi, après-midi, semaine, week-end, vacances) et cela pour l'ensemble des données enregistrées en 2021 et 2022.

Pour assurer la bonne fonctionnalité des audiomoths après les périodes d'enregistrement en 2021, Biophonia a testé les enregistreurs (réponse en fréquence, sensibilité) et vérifier les boîtiers afin de caractériser et quantifier les potentielles dérives au cours du temps liées à la dégradation des microphones afin de les prendre ensuite en compte dans les analyses. Ce travail a été réalisé en mars 2022 avant les enregistrements du printemps.

Calendrier de mise en œuvre du projet – *mise à jour pour 2022*

<table>
<tr><th colspan="3">2021</th><th colspan="3">2022</th></tr>
<tr><td>Mars-avril</td><td>Août</td><td>Septembre -décembre</td><td>Mars-mai (période prolongée)</td><td>Août</td><td rowspan="2">Analyse des données récoltées en 2021 et 2022

Rendu des rapports Décembre 2022</td></tr>
<tr><td>Pose et dépose des</td><td>Pose et dépose des enregistreurs</td><td>Premières analyses</td><td>Pose et dépose des enregistreurs</td><td>Pose et dépose des enregistreurs</td></tr>
</table>

enregistreurs Site 1 et site 2 (période 1)	Site1 et site 2 (période 2)		Site1 et site 2 (période 3)	Site1 et site 2 (période 4)	

Matériel et méthode

Compléments et/ou modifications du protocole des enregistrements sonores en 2021 :

1. Retour Etude de fiabilité du matériel : audiomoths et boîtiers

2021 : La vérification du matériel par Biophonia début 2022 concluent, après les deux périodes d'enregistrement E1 et E2, à 2 audiomoths non fonctionnels et 4 boîtiers défectueux (membrane percée) à 100%. Pour un total de 45 audiomoths et boîtiers installés cela représente 5,5% et 8,9% respectivement.

2022 : Aucune vérification professionnelle du matériel a eu lieu après les deux périodes d'enregistrement E3 et E4. Les audiomoths semblent tous être toujours fonctionnels. Concernant les boîtiers nous avons identifiés 5 boîtiers défectueux (membrane percées). Pour un total de 45 audiomoths et boîtiers installés cela représente 11,1% pour les boîtiers, sachant que les audiomoths peuvent révéler des non-fonctionnalités non reconnus sans vérification professionnelle.

Il est à noter que les boîtiers étaient déjà plus sollicités en 2022, et il est à rappeler que le matériel utilisé dans cette étude correspond aux enregistreurs les moins couteux sur le marché. Notre retour d'expérience montre qu'une vérification des audiomoths est nécessaire avant de les réutiliser pour de nouvelles périodes d'enregistrement et qu'il faut envisager le remplacement de 12% des boîtiers au cas où.

2. Choix des sites et échantillonnage

Les corridors inscrits dans le SRCE sur la vallée Arve-Giffre ont été analysés (voir annexe 1 : cartographie de 4 corridors écologiques). En 2021, le choix s'est porté sur 2 corridors de taille relativement identique où l'installation des capteurs et leurs désinstallations pouvaient être réalisés en une seule journée (voir description ci-dessous) à Chamonix (site 1) et Praz sur Arly/Megève (site 2). L'idée initiale du choix d'un 3^{ième} corridor à équiper en 2022 n'a pas été retenue afin d'assurer une meilleure comparaison des données entre les deux années d'enregistrement sur les deux sites 1 et 2. Début 2022, les propriétaires privés de chacune des parcelles, ainsi que les communes et l'ONF ont été destinataires d'un courrier à nouveau pour les informer des installations en 2022. Ils pouvaient contacter le CEN74 s'ils ne souhaitaient pas qu'un dispositif soit installé sur leur propriété.

Année 2022

Echantillonnage spatial :

Aucune modification sur le protocole initial n'a été faite en 2022, i.e. pour plus de détails sur le plan d'échantillonnage et les milieux présents dans les corridors.

Pour rappel :

Corridor de Chamonix

- Corridor transversal, entre la réserve naturelle des Aiguilles Rouges et le massif du Mont Blanc.
- Altitude : 1100m – 1400m
- Orientation : NO-SE
- Surface totale : 205 ha
- Infrastructures principales : route départementale et ligne de chemin de fer (train toutes les 1/2 heures en journée)
- Type d'urbanisation principal : habitations individuelles dispersées
- **Points réguliers distance 300m : 21 points + 1 point routier pour enregistrement de la fréquentation routière**
- **Les caméra trap ont été installées au point chaud du corridor : 5 Pièges photo pour Chamonix**

Corridor de Praz-sur-Arly-Megève

- Corridor transversal entre les contreforts des Aravis et le Beaufortain
- Altitude : 1000m - 1300m
- Orientation : NO-SE
- Surface totale : 163 ha
- Infrastructures principales : routes départementales + qq routes communales
- Type d'urbanisation principal : habitat dispersé, quelques hameaux
- **Points réguliers distance 300m : 15 points + 1 point routier pour enregistrement de la fréquentation routière**
- **Les caméra trap ont été installées au point chaud du corridor : 5 pièges pour Praz-sur-Arly / Megève.**

Suite à l'expérience de la campagne de 2021 (disparition d'audiomoths, et/ou manipulation/destruction d'audiomoths) certains points ont été légèrement déplacés (pour éviter le contact avec les vaches ou le dérangement de la fauche d'un champ, les points étaient déplacés en bordure de champs).

Échantillonnage temporel et fréquentiel

Pour les **AudioMoth**, les deux périodes d'enregistrement printanière et estivale ont été conservées mais différemment comparées à l'année 2021 :

- Une période au printemps visant principalement les chants d'oiseaux : 24/25 mars 2022 au 30 mai et au 09 juin 2022 pour les corridors de Chamonix et de Praz-sur-Arly / Megève respectivement.
- Une période en été visant aussi les insectes et les chauves-souris : 28/29 juillet 2022 au 29/30 août 2022

Chaque AudioMoth a été configuré via le logiciel dédié AudioMothTimeAppSetup 1.4.4 et à l'aide du manuel d'utilisation disponible en ligne en open source (https://www.openacousticdevices.info/open-source).

La configuration de l'AudioMoth pour la période du printemps est la suivante :

- **48kHz**,
- gain Medium,
- Schedule : 24h/24h (Start recording : 0:00, End recording : 24:00)
- 1 minute toutes les 10 minutes (540s sleep duration, 60s recording duration).

La configuration de l'AudioMoth pour la période de l'été est la suivante :

- **192kHz** pour enregistrer les chauve-souris,
- gain Medium,
- Schedule : 24h/24h (Start recording : 0:00, End recording : 24:00)
- 1 minute toute les 10 minutes (540s sleep duration, 60s recording duration)
- local time" donc UTC+2.

Pour ce protocole estival nous utilisons des cartes mémoire SD 128Go pour enregistrer une plus grande quantité de données liée à l'enregistrement en 24h/24h et d'une plus haute fréquence pour les chauves-souris : 144 fichiers de 23MB chacun par jour, soit 3318 MB par jour (conso d'énergie : 60mAh par jour), soit : pour 31 jours : 102,858 Gigabit et 1860mAh.

Les **caméra trap** ont été installées les 24 et 25 mars 2022 et restent en place jusqu'à fin août.

La configuration pour les pièges photo est la suivante :

- Photo quality : low (4MP)
- Photo delay : 5s
- Shot mode : 3 photos each
- Temp unit : celsius
- Image data strip : ok
- Motion direction : long
- Battery : Lithium
- Trigger speed : fast
- IR flash power : long
- SD : off
- Capteur timer : off

3. Matériel utilisé

Bioacoustique

I.e. Rapport « Période 1 : 2021 »

Camera-trap

I.e. Rapport « Période 1 : 2021 »

4. Installation des capteurs

Protocole

I.e. Rapport « Période 1 : 2021 »

Suite au retour d'expérience de 2021 et pour éviter la manipulation des audiomoths par les propriétaires, l'information sur les étiquettes collées sur les enregistreurs a été complétée par un numéro de téléphone : Suivi sonore de la faune, Merci de ne pas toucher, Asters, Univ. J Monnet 07 54 80 12 59.

5. Gestion des données

Toutes les données acoustiques recueillies dans le cadre du projet sont décrites dans un fichier de métadonnées qui donne notamment pour chaque point le nombre de fichiers et le volume de ces fichiers (voir annexe 1 tableau data Install).
Chaque fichier d'enregistrement sonore a été nommé avec le nom du point, le numéro de la période d'enregistrement et le numéro de l'enregistrement comme par exemple CH1-P1-E1 (point Chamonix 1, période 1 (printemps 2021) et enregistrement 1). La période d'été 2021 est nommée « période 2 », la période de printemps 2022 « période 3 » et la période d'été 2022 « période 4 ».

Les données « photo » de positionnement des capteurs sont aussi sauvegardées au même endroit.

Matériel de stockage des données

I.e. Rapport «Période 1 : 2021 »

Process pour l'enregistrement des données

I.e. Rapport « Période 1 : 2021 »

Accès et Consultation des données

Le laboratoire a les droits en lecture et téléchargement sur le serveur basé à Asters-CEN74.

Annexe 1
Tableau DataInstall -métadonnées

	Période d'enrégistrement 1 (P1)				Période d'enrégistrement 2 (P2)							
Audiomoth	Installation	Installation P1	Déinstallation P1	Déinstallation P1	Installation P2	Installation P2	Installation P2	Déinstallation P2	Déinstallation P2	Point GPS	Type installation	Commentaire
										à compléter avec		
CH1	25/3/2021	15:40	27/4/2021	11:05	27/7/2021	10:16		26/8/2021	10:50		arbre	
CH2	25/3/2021	15:16	27/4/2021	10:09	27/7/2021	09:25		26/8/2021	10:20		arbre proche rivière	
CH3	25/3/2021	15:02	27/4/2021	10:29	27/7/2021	10:35		26/8/2021	10:32		piquet	
CH4	25/3/2021	16:25	27/4/2021	11:10	27/7/2021	12:00	30°N	26/8/2021	11:05		arbre	
CH5	25/3/2021	12:10	27/4/2021	10:05	27/7/2021	09:23	30°N	26/8/2021	10:10			
CH6	25/3/2021	14:16	27/4/2021	10:00	27/7/2021	09:08		26/8/2021	10:10		piquet	
CH7	25/3/2021	14:27	27/4/2021	10:21	27/7/2021	09:47		26/8/2021	09:45		piquet	
CH8	25/3/2021	15:07	27/4/2021	10:55	27/7/2021	11:40		26/8/2021	10:54		arbre	
CH9	25/3/2021	12:43	27/4/2021	10:22	27/7/2021	09:40	30°N	26/8/2021	10:25			
CH10	25/3/2021		27/4/2021	09:50	27/7/2021	09:10	30°N	26/8/2021	10:00			
CH11	25/3/2021	14:47	27/4/2021	09:44	27/7/2021	08:50		26/8/2021	09:52		piquet	
CH12	25/3/2021	15:53	27/4/2021	10:41	27/7/2021	11:20	45°N	26/8/2021	10:40			
CH13	25/3/2021	12:28	27/4/2021	10:42	27/7/2021	10:20	30°N	26/8/2021			arbre	*Arrêt autour du 23 aout (par propriétaire de parcelle)*
CH14	25/3/2021		27/4/2021	09:40	27/7/2021	09:00	30°N	26/8/2021	09:50		arbre	
CH15	25/3/2021	15:26	27/4/2021	10:27	27/7/2021			26/8/2021	10:27			
CH16	25/3/2021	10:59	27/4/2021	12:04	27/7/2021	11:15		26/8/2021	11:20		arbre	
CH17	25/3/2021	10:13	27/4/2021	10:50	27/7/2021	10:10	30°N	26/8/2021			arbre	*Arrêt autour du 23 aout (par propriétaire de parcelle)*
CH18	25/3/2021	14:23	27/4/2021	09:52	27/7/2021	09:20	30°N	26/8/2021	09:57		arbre	
CH19	25/3/2021	14:53	27/4/2021	10:14	27/7/2021	09:40	30°N	26/8/2021	10:10		proximité ruisseau	
CH20	25/3/2021	12:54	27/4/2021	11:11	27/7/2021	08:50	30°N	26/8/2021	09:40		arbre	
CH21	25/3/2021	14:33	27/4/2021	09:59	27/7/2021	09:00	30°N	26/8/2021	09:50		piquet	
PM1	24/3/2021	14:25	26/4/2021	13:51	26/7/2021	13:50	190°N	26/8/2021	15:20		piquet en bois	
PM2	24/3/2021	14:10	26/4/2021	13:50	26/7/2021	13:32	120°SO	26/8/2021	15:10		arbre	
PM3	24/3/2021	14:22	26/4/2021	14:30	26/7/2021	13:50		26/8/2021	15:25		arbre	
PM4	24/3/2021	14:38	26/4/2021	13:42	26/7/2021	15:20	190°N	26/8/2021	15:30		piquet en bois	Tourné vers 145°S/E pendant P2
PM5	24/3/2021	13:39	26/4/2021	12:26	26/7/2021	11:50	220°N	26/8/2021	15:00		arbre	
PM6	24/3/2021	13:26	26/4/2021	11:52	26/7/2021	13:10	223°N	26/8/2021	15:00		piquet	
PM7	24/3/2021	10:25	26/4/2021	10:12	26/7/2021	09:14		26/8/2021	14:44		arbre	
PM8	24/3/2021	15:19	26/4/2021	11:38	26/7/2021	11:00	190°N	26/8/2021	14:10		arbre	
PM9	24/3/2021	10:28	26/4/2021		26/7/2021	12:00		26/8/2021	14:40		piquet	
PM10	24/3/2021	09:47	26/4/2021	11:19	26/7/2021	09:50	225°N	26/8/2021	14:30		piquet	
PM11	24/3/2021	11:32	26/4/2021		26/7/2021	10:30	230°N	26/8/2021	14:26		piquet	
PM12	24/3/2021	10:59	26/4/2021		26/7/2021	11:15		26/8/2021	14:30		piquet	
PM13	24/3/2021	11:51	26/4/2021	10:50	26/7/2021	09:50		26/8/2021	14:20		arbre	
PM14	24/3/2021	11:11	26/4/2021	11:49	26/7/2021	10:10	254°N	26/8/2021	14:40		arbre	
PM15	24/3/2021	11:15	26/4/2021	11:20	26/7/2021	10:40		26/8/2021	14:20		piquet	