



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ



Observation acoustique de la faune : Passage de l'échelle microscopique à l'échelle mésoscopique :

Cas d'une métropole urbaine (Grenoble)

Didier Mauuary, CYBERIO



“Nothing tends so much to the advancement of knowledge as the application of a new instrument.”

— *Sir Humphry Davy*

Programme de science participative « Ma ville, Mes chauves-souris »

Introduction

L'objectif de ce projet est d'apporter une méthodologie nouvelle de mesure robuste de la biodiversité. Cette méthodologie est développée depuis plusieurs années par la jeune entreprise grenobloise CYBERIO d'une manière qui privilégie les grandes thématiques liés à la maîtrise durable, objective et scientifique du concept de biodiversité avec des preuves du concept expérimentales à des échelles jamais tentées jusqu'à présent.

On se concentre dans ce programme de recherche sur les chiroptères, ces dernières espèces étant particulièrement suspectées d'être impactés par les grandes infrastructures linéaires.

L'autre particularité de ce projet et un des points d'attaques innovants de la démarche proposée dans ce projet est de se baser sur un paradigme d'observation en plein essor : **la bioacoustique**.

En effet, beaucoup d'espèces animales ont des productions sonores et ultrasonores extrêmement riches et variées, dont les chauves-souris, et l'utilisation de capteurs acoustiques massivement distribués promet de révolutionner les outils et les méthodologies d'analyses du comportement animal sur les échelles envisagées..

L'action proposée dans ce programme de recherche innovant est proposée par une startup localisée dans l'Isère et soutenue par la LPO Isère, investissement d'avenir.

Positionnement de la problématique

La protection de la biodiversité est un sujet majeur qui engage annuellement de nombreuses efforts financiers de la part de bon nombre d'acteurs institutionnels de l'état.

Cependant force est de constater que la quantification scientifique et objective du concept de biodiversité, ainsi que la notion d'impact anthropogénique sur la biodiversité souffrent d'un déficit scientifique majeur, qui diminue considérablement la portée des études réalisées : **le manque de donnée d'observation**. Ce constat, largement admis par les scientifiques, se traduit en terme purement technologique, par une inadaptation des moyens d'observation déployés sur le terrain par rapport aux échelles temporelles et spatiales des problématiques écologiques posées qu'on essaie au demeurant de résoudre.

Il est bon de rappeler que, d'un point de vue strictement scientifique, la biodiversité s'exprime par des densités de populations localisées, densités qui s'expriment sous forme de données probabilistes évaluées sur des échelles spatiales 2D ou 3D et sur une échelle temporelle, a priori continues. Cette dernière distingue généralement une échelle journalière, saisonnière, et climatique (de l'ordre de 10 années si l'on prévoit de mesurer des effets climatiques).

Sans poser formellement ce problème d'estimation statistique et sans définir le besoin en terme de

données d'observation relativement à ce problème d'estimation, toute approche de terrain est vouée à une certaine faiblesse, et conduit donc à un risque d'échec de l'analyse scientifique.

Le recensement exhaustif des espèces est souvent une affaire de spécialistes et l'analyse terrain ne peut se faire sans l'intervention assidue de ces derniers. Par exemple, pour la chiroptérologie, on peut recenser de l'ordre de 500 experts nationaux, répartis dans les bureaux d'études, les associations de protection de l'environnement, les laboratoires de recherche. Ce chiffre, rapporté à la « déficience de données » chronique dont souffre le recensement des chiroptères à l'échelle du territoire français suffit à lui seul pour rendre compte de l'incongruité méthodologie dont souffrent les analyses effectuées par des modèles dynamiques des populations. Ce constat rend crucial le développement d'outils et de méthodologies nouvelles pour aller plus loin dans l'étude comportementale des chauves-souris, notamment liés à des structures artificielles ou paysagères. Il est bon de rappeler aussi, que les campagnes de terrain sont menées le plus souvent par des équipes de quelques personnes. Seuls des programmes fédérés par le Museum National tentent d'aller au-delà par des actions du type « Vigie nature » citoyenne, mais dont l'ampleur semble encore loin d'apporter les densités d'échantillonnages nécessaires à l'élaboration d'estimateurs performants. Sur ce dernier point, on n'ose à peine parler d'estimateur, ni même de développer des approches théoriques au sens strict, tellement l'observation de terrain reste parcellaire et sous-échantillonnée.

CYBERIO a décidé de lutter contre ce déficit chronique de l'étude de la biodiversité en montant un programme de R&D en rupture technologique totale avec l'existant. Les idées, à la base de ce concept sont de deux ordres :

- l'acoustique passive, c'est-à-dire essentiellement à base de microphones, a la capacité de générer des méthodes de télémétrie très efficace à condition que l'on arrive à réduire drastiquement les coûts de l'équipement électronique. En ce qui concerne les chauves-souris, les coûts des matériels professionnels existants (détecteur à chauves-souris) restent extrêmement élevés. Les technologies de capteurs communicants se démocratisent et se trouvent de plus en plus sur les smartphones, outils possédant des microphones et répandus sur le territoire à des dizaines de millions d'exemplaires,
- la « déficience de données » ne pourra être résolue qu'en enlevant l'opérateur expert en écologie dans la boucle de la collecte de données. Il faut trop de temps à un biologiste pour se former à l'observation acoustique de la biodiversité et il faudrait trop de ces experts biologistes sur le terrain toute l'année pour faire un travail quantitatif parcimonieux à des échelles de grandes infrastructures (routes, réseau électrique, voie ferrées, zone urbaine fortement construite). L'idée est donc de mettre suffisamment de microphones détecteurs sur le terrain ayant la fiabilité, robuste pour augmenter d'une manière substantielle. Evidemment, on ne veut supprimer le biologiste mais plutôt déplacer son expertise au niveau de l'analyse de jeux de données plus significatifs pour effectuer des travaux sur des échelles de temps et d'espace jusqu'alors jamais abordées. À l'image de l'océanographie qui est devenue complètement numérique à l'échelle planétaire grâce à la satellimétrie en rendant obsolète l'océanographe explorateur à bord de son bateau,
- les études comportementales nécessitent au niveau microscopique des outils d'observations, qui force est de constater ne sont pas actuellement à la disposition des biologistes de terrain (système multiphonie et multi-caméra),

C'est finalement en intégrant progressivement ces deux échelles, microscopiques et mésoscopiques qu'on fera des progrès considérables dans la quantification scientifique et objective de la biodiversité et qu'on arrivera à définir des indicateurs quantitatifs rigoureux sur des études d'impacts

Par exemple, dans la région de Grenoble, il n'existe aucun relevé systématique sur le Molosse de Cestoni : seulement trois gîtes recensé officiellement dans la vallée Grenobloise depuis plusieurs années. La connaissance générale sur ces espèces montre que le Molosse peut avoir un champ d'action jusqu'à plusieurs dizaine de kilomètres et on se sait évidemment rien sur les interactions, si ce n'est qu'un niveau local, il semble apprécier les lisières végétales.

Ce qui montre à quel point les tentatives d'étude d'impact d'infrastructure peuvent s'avérer délicate sur le plan scientifique, si déjà l'état initial sur une espèce est aussi peu connu.

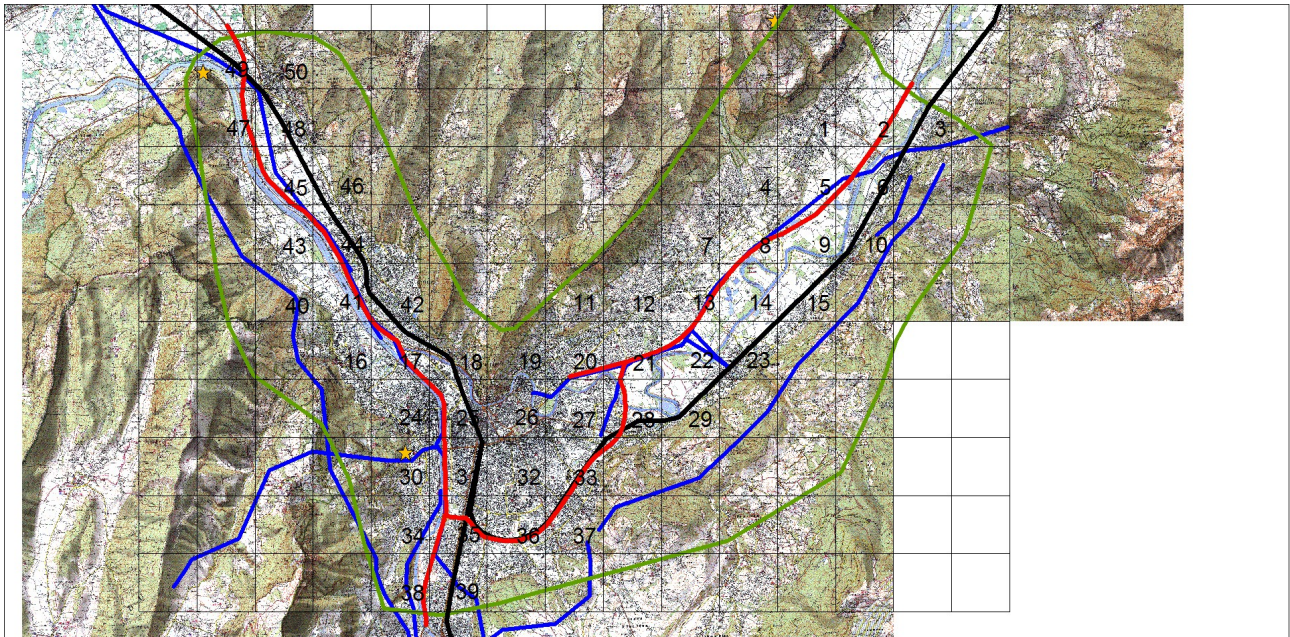
A ce titre, la méthodologie et l'état des forces en présence sur une ville comme Grenoble montre à quel niveau se situe le déficit de connaissance. On pourrait espérer qu'en milieu urbain, la connaissance des habitants sur un animal tel qu'une chauve-souris d'envergure allant jusqu'à 40 cm pourrait faire l'objet d'une connaissance objective. Il est notable que la quasi totalité des habitants de la métropole Grenobloise ne connaît, ni l'existence de l'espèce en tant que telle, ni sa présence dans les murs de la ville.

On peut alors se poser légitimement la question : comment conserver et protéger une espèce qui n'« existe » pas dans la conscience collective ?

L'objectif du projet est donc bien de réaliser un saut méthodologique, scientifique, technologique voire même sociétal, notamment en mettant en place une preuve du concept sur plusieurs espèces de chiroptère à l'échelle d'une métropole comme Grenoble et en essayant d'impliquer massivement la population de la métropole à la collecte de données.

La carte ci-dessous montre la vallée de la métropole grenobloise, les grandes infrastructures linéaires présentes dans la vallée (Bleue : ligne à haute tension, noir : voie ferrée, rouge : rocade). Dans la mesure, où l'information initiale est comme dans beaucoup de situation trop parcellaire, nous envisageons une couverture spatiale dite canonique, c'est-à-dire constituée de cellules orthonormées régulières.

Nous estimons qu'une maille initiale de 2 km pour couvrir la vallée est suffisante pour collecter de l'information ayant un potentiel d'innovation appréciable pour la connaissance sur les chauve-souris en milieu urbain.



Grande infrastructure linéaire de la ville de de Grenoble : bleu : réseau RTE, Rouge : réseau autoroutier, noir :réseau ferrée,(En vert : limite de la zone d'étude)

En partant de ce premier effort de couverture par un réseau de capteur fonctionnant en permanence toutes les nuits , les questions fondamentales sont les suivantes :

Quelles sont les structures dynamiques observables à l'échelle de 2km et peut-on corrélér ces structures aux plus grandes infrastructures linéaires présentes à l'échelle de la métropole de Grenoble ?

Pour le Molosse en Particulier, existe-t-il des couloirs aériens spécifiques de transits ? Quelle est la distribution de ces couloirs aériens ?

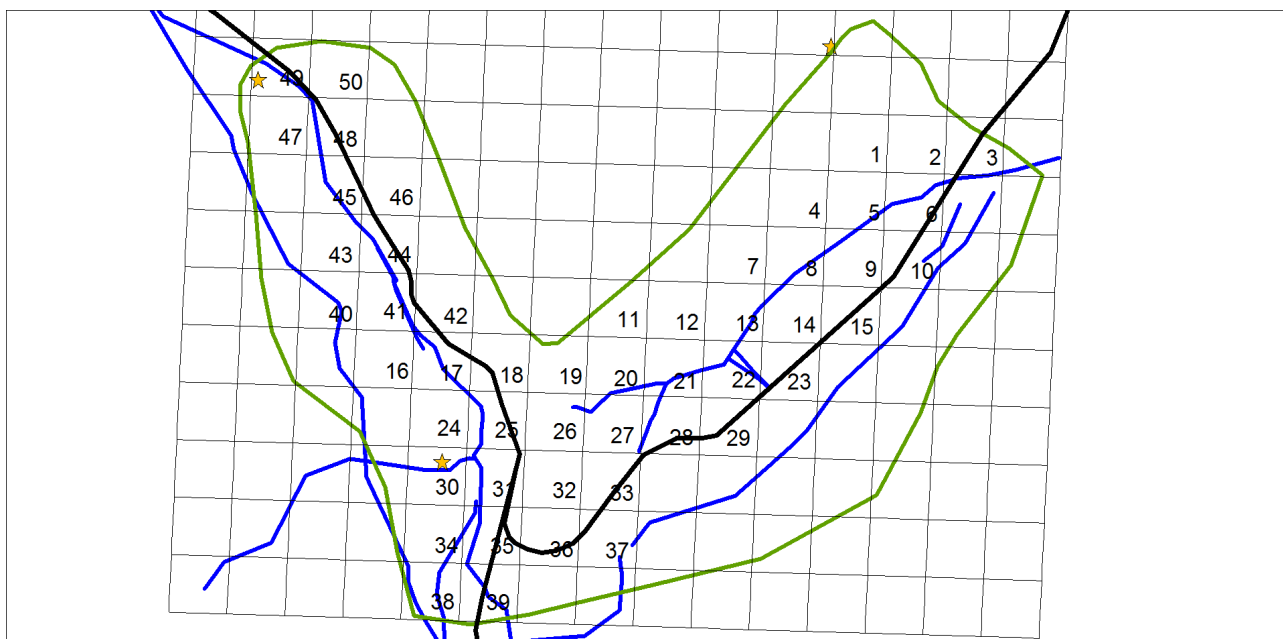
Pour les aspects sociétaux, peut-on engager la population de Grenoble dans une vaste opération de sciences participatives et inciter les particuliers à collecter spontanément de la donnée pour ce programme scientifique.

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons développé un logiciel et boîtier d'acquisition de données acoustiques ultrasonores dans la cinquantaine de mailles identifiées dans la figure ci-dessous.

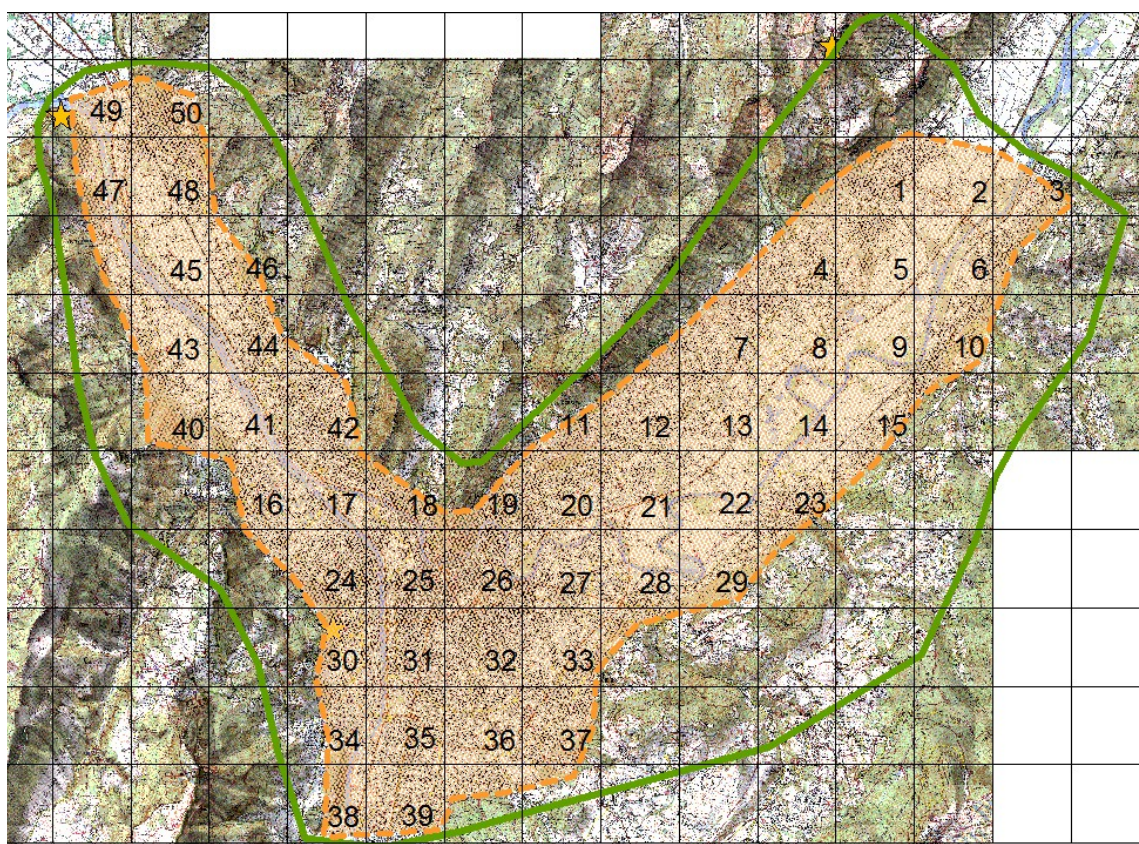
Le nombre et la taille des mailles instrumentées (50 dans un premier temps) représente à ce jour le meilleur compromis pour :

1. établir une preuve de concept sur le plan technologique,
2. obtenir l'assurance d'un saut quantitatif et qualitatif majeur dans la collecte de donnée,
3. discerner un rôle des infrastructures linéaires présente en fond de vallée,
4. borner les coûts d'acquisition et de maintenance des boîtiers dans une limite financière acceptable pour un seul opérateur,

Détail des infrastructures linéaires à grande échelle dans le maillage prévu initialement.



Maillage initial du projet MA ville, Mes chauves-souris : maille orthonormée de 2 km de coté.



Pour la collecte de données grand public, nous invitons la population à mettre leur technologies mobiles équipés de notre logiciel pour collectées de l'information. Cette collecte doit être organisée dans des plages horaires définies à l'avance dans des lieux ouverts du type jardin extérieur, balcons et terrasses. Le nombre et la distribution potentielle des participants à l'opération est encore inconnue à ce jour.

L'engouement du grand public que nous rencontrons en général lors des soirées « chauves-souris », dont certaines ont réunis plus de 80 personnes, nous laissent imaginer que le chiffre d'une centaine de participants est facilement envisageable à l'échelle d'une métropole de 400000 habitants.

Conclusion

A l'heure où la fondation PETZL nous a rejoint dans cette initiative aussi ambitieuse qu'innovante, un effort financier, de sponsoring technologique ou de participation technologique, même mineur, de la part de la part des grands institutions public ou privé nationale sera grandement apprécié.

Perspective

Nous envisageons de connecter les capteurs mis en œuvre par le grand public à une plateforme d'excellence mis en œuvre par l'université de Toulon : SABIOD. Cette plateforme est le point de convergence d'un savoir faire unique sur le plan international en ce qui concerne le rapatriement des données des objets connectés et de leur analyse.