

L'influence de l'environnement sonore sur le chant des grillons

Stievenard Nicola, Venuanzola Luca, Clouard Andrea et Nina SACCO

UE 564- Démarche écologique et scientifique

Objectif de l'UE :

Introduction au thème:

L'environnement est un facteur déterminant de la vie et des organismes et donc les variations de celui-ci peuvent avoir un impact sur leur mode de vie. En effet, avec l'urbanisation des milieux ruraux on a un bouleversement des écosystèmes avec l'arrivée de nombreuses pollutions tel que la pollution de l'air, visuelle ou sonore. Nous nous sommes intéressés à l'effet d'éventuelles pollutions sonore sur le chant du grillon.

Pour faire une expérience simple, nous avons choisi de tester l'effet des variation d'intensité sonore d'un son fixe, de 5khz (Son qu'émettent et perçoivent les grillons).

On sait que le chant du grillon est un caractère dysmorphique spécifique aux mâles adultes. Le signal émis est court et répété dans le temps avec une fréquence et une périodicité propre à l'espèce, il est perçu par une oreille tympanique sur le tibia des congénères. Le grillon chante autour des 5 khz.

L'intensité du bruit environnant se mesurant en moyenne autour des 60 dB pour les villes contre 30 dB pour un milieu rural, on pourrait s'attendre à ce que les pollutions sonores urbaines modifient la perception du chant et génèrent une modification, entre autres, de ce comportement de signalisation en groupe.

Une étude sur l'effet des camions routiers sur les grillons de différentes espèces met en évidence la corrélation entre le passage de camion près d'une zone et l'interruption du chant des grillons

habitant cette même zone. Ils ont aussi montré que certaines espèces chantaient à des fréquences maximales plus élevées que les grillons des zones plus éloignées, avec des intensités de chants différents. Ils présentent donc des adaptations pour mieux être perçus par le groupe. D'autres études sont intéressantes et ont permis de montrer d'autres adaptation.

Journal de bord :

Initialement nous avons fixé un protocole simple:

Dans une boîte à vis, chaque compartiment numéroté correspondrait à un groupe (1 mâle + 2 femelles pour encourager un éventuel comportement reproducteur) et serait tapissé de mousse isolante.

On pourrait administrer des ordres de passages aléatoires à chaque grillons, et en imaginant que les compartiment à vis assuraient une bonne maniabilité des grillons.

On laisserait nos grillons une semaine sous lampe chauffante, puis sur quelques séances ferions nos mesures.

mais nous avons du faire preuve de flexibilité, comme en témoignera notre journal de bord.

17/11/2022:

Durant cette séance nous avons reçu les grillons et le matériel nécessaire pour l'expérience

On a donc procédé à la mise en boîte des grillons par groupe de 3 avec deux femelles et un mâle dans une boîte que l'on range dans un organisateur (type rangement de vis). Mise en boîte pas facile, on faisait tomber un grillons dans la boîte de manipulation (une des boîtes du rangement, la n°30) : si c'est un mâle (pas d'ovipositeur) on le pèse (pour identifier des variations de chant inter individuelles?) et on le dépose dans une boîte avec un numéro, qui sera son numéro si c'est une femelle on la dépose avec un mâle.

A la fin de ce rangement on a 30 boîtes de trois grillons.

Problème 1: Pas de mousse isolante --> on fait sans, en espérant que les enregistrements des grillons ne se chevauchent pas (ça n'a pas été le cas) On a mis du parafilm et du scotch à l'avant et à l'arrière des boîtes pour éviter que les grillons s'enfuient, de plus on a laissé l'organisateur à température ambiante dans un coin du Fablab.

Problème 2: pas de douilles pour fixer les lampes chauffantes, on décide de voir le lendemain.

18/11/2022:

Quelques grillons sont morts ou en fuite dans les boîtes des autres: on recommence: sauf pour les groupes ou le mâle, vivant, est resté dans sa boîte.

On a donc changé de stratégies d'aménagement des boîtes de grillons. les grillons ont donc été disposé dans ces même boîtes mais en dehors de l'organisateur avec une pochette plastique

scotchée a la boîte et percée petits trous afin de les laisser respirer. Rajout de gelée (nutrition + hydratation) qu'on avait oublié la veille.

Toutes les boîtes ont été stockées dans un incubateur, avec activation de l'aération et à température contrôlée de 24°C.

24/11/2022:

On a eu une grosse mortalité des grillons, seulement quelques survivants ont été comptés. De grosse trace d'humidité dans les boîtes a été observée, de plus nous avons compté plus de grillons femelle survivante que de grillons mâle, de plus sur les grillons morts des tapis de moisissure étaient présents. On suppose que les causes de la mort des grillons est dû à une humidité trop importante amenant à une asphyxie des grillons ou également dû au manque de nutriment. On a donc procédé au nettoyage des boîtes, pour supprimer d'éventuelles odeurs de mort (qui étaient bien perceptibles pour nous aussi).

On s'est rendu compte que les femelles avaient plus survécu, et il semble qu'elles aient eu recours au cannibalisme. Et quelques recherches sur le grillon plus tard, il semblerait que ce soit une espèce ayant facilement recours au cannibalisme en conditions de promiscuité et de famine.

On a décidé de mettre nos expériences en pause, nous attendrons de pouvoir enchaîner 2 jours consécutifs de mesures.

12/12/2022:

On a donc repris l'expérience en changeant certaines choses.

On a donc repris les mêmes boîtes en mettant toujours un mâle et deux femelles, le mâle est pesé à l'aide d'une balance de précision avant de les mettre dans une boîte numérotée. On a mis une pochette plastique au dessus des boîtes comme avant mais cette fois-ci on a fait des trous un peu plus gros pour faciliter le passage de l'air, on a également mis un morceau de carotte avec une gelée pour favoriser leurs survie (qui limite les pertes d'eau donc les problèmes d'humidité).

Après la mise en boîte de chaque grillon on a établi 6 groupes de 5 boîtes (étant donné qu'on avait 30 boîtes) à l'aide du logiciel tiroido qui nous a permis un tirage aléatoire des boîtes pour former les groupes.

Maintenant que les groupes sont formés on a noté qu'elles boîtes étaient dans quels groupes et on les a tous mis dans l'incubateur bien aéré et à température contrôlée de 22°C.

Problème: nous avons mal compris les notions acoustiques de dB, nous voulions soumettre nos grillons à des valeurs connues exprimées en dB SPL (Valeurs de pression acoustique, dans lesquelles sont exprimées les pollutions sonores humaines ex: 90dB seuil de dangerosité, etc). Nous pensions pouvoir imposer cette valeur choisie (40 dB son rural, 70 dB son de villes/métro et son ambiant), mais cela n'était pas possible donc nous avons imposé contrôle= rien, niveau 1 = le son à 50 % du volume de l'enceinte, niveau 2 = le son à 100% du volume de l'enceinte.

Les six groupes ont un ordre de passage différent: , contrôle, niveau 1, niveau 2 ou contrôle, niveau 2, niveau 1.... (Pour s'assurer que l'ordre de passage n'ait pas d'influence.

Protocole pour l'enregistrement des chants de grillons: dans une pièce calme et on a procédé groupe par groupe en laissant trois minutes de calme puis deux minutes d'exposition au son si on expose un son, et ensuite 2 minutes d'enregistrement à l'aide de 5 micros d'enregistrement (une sur chaque boîte). Le bruit était trop fort, il était préférable de sortir de la pièce et d'activer l'enceinte Bluetooth à distance.

Remarque:

Les grillons semblent apprécier le morceau de carotte ajouté.

13/12/2022:

Pas de trace d'humidité sur les boîtes, peu de mortalité (un seul mâle mort) et peu de fuite (une seule femelle s'est enfuie): bonne stratégie de mise en boîte. On a échangé le mâle mort avec un nouveau mâle pesé.

On est passé à l'enregistrement des chants des grillons, pour cela on a utilisé des micros d'enregistrement et on a cherché une pièce calme où l'on avait très peu de bruit on a choisi la réserve du fablab. Pour faciliter le chant des grillons on a ajouté un ventilateur chauffage car la pièce avait une température trop basse et les grillons chantaient très peu dans le froid. On a procédé groupe par groupe en commençant par le groupe A. On a pu noter que certains groupes chantaient très bien (ceux du matin et ceux de fin d'après-midi) et d'autres un peu moins bien (milieu d'après-midi).

remarque:

On suppose que les facteurs qui ont influencé certains groupes à ne pas chanter en milieu d'après-midi étaient le bruit ambiant qui était plus dérangeant l'après-midi dû au nombre de personnes au fablab qui était plus important l'après-midi.

15/12/2022:

Maintenant que la partie pratique a été réalisée, on passe à la partie théorie. Pour cela on a utilisé le logiciel Audacity pour analyser les enregistrements obtenus. On a réussi à identifier les chants ce qui nous a permis de les isoler afin de pouvoir les étudier [grillons 6.png](#). Pour étudier les sons on a réglé Audacity en décibel et en demi-onde et on a reporté les intensités obtenues sur un tableau, on a également noté les types de chants. Après avoir obtenu toutes les données, on a utilisé le logiciel R afin d'établir des graphiques statistiques afin de pouvoir répondre à notre problématique.

Méthodes et matériels:

Pour cette expérience nous avons utilisé 90 grillons *Gryllus bimaculatus* dont 30 mâles et 60 femelles. Pour les isoler on a utilisé des boîtes de rangement en plastique numéroté où l'on a mis des pochettes plastiques tenues par des élastiques, ces pochettes ont été percées au préalable pour éviter l'asphyxie des grillons. Après la préparation des boîtes, on a séparé les grillons en faisant en sorte d'avoir 1 mâle et 2 femelles par boîtes [grillon 1.png](#). Avant de mettre les mâles on les a pesés avec une balance.

Pour favoriser leur survie dans ces boîtes nous avons mis pour chaque boîte une gelée et une tranche de carotte avant de d'introduire chaque mâle dans une boîte [grillons 2.png](#).

Après avoir introduit les grillons dans chaque boîte nous avons établie six groupes ayant des ordre de passage différent selon l'exposition au son. Pour établir ces groupes on a utilisé le logiciel tirokdo qui nous a permis un tirage aléatoire des boîtes pour former les groupes [grillons 3.png](#). On a donc 5 boîtes par groupe.

Pour l'enregistrement des chants de grillons on s'est installé dans une pièce calme et on a procédé groupe par groupe en laissant trois minutes de calme puis deux minutes d'exposition au son si on expose un son et ensuite 2 minutes d'enregistrement à l'aide de 5 micro d'enregistrement [grillons 4.jpeg](#). Pour l'exposition au son on a utilisé une enceinte UE BOOM 3.

RAPPORT FINAL:

L'influence de l'intensité du son ambiant sur l'intensité du chant des grillons n'a pas pu être démontrée.

auteurs: Nicola Stievenard, Venanzuola Lucas, Clouard Andréa, Sacco Nina

Introduction

L'environnement d'un milieu est un facteur déterminant des comportements des organismes qui le composent. L'urbanisation d'un milieu peut bouleverser l'équilibre d'un écosystème qui demandera alors à certains organismes un effort d'acclimatation.

Le chant du grillon, *Gryllus bimaculatus* est un trait d'histoire de vie assurant le succès reproducteur des mâles. Le son émis par stridulation, (frottement des ailes antérieures), est d'une fréquence d'environ 5kHz¹, il est perçu par une oreille

tympanique sur le tibia des congénères situé sur ses pattes avant². A savoir que l'intensité sonore à laquelle les grillons réagissent est de 80dB SPL³. Le chant du grillon est un caractère dysmorphique spécifique aux mâles adultes. Le signal émis est court et répété dans le temps avec une fréquence et une périodicité propre à l'espèce.

Certaines études de corrélation ont mis en évidence un lien entre pollution sonore, élévation de l'intensité sonore, et modification du comportement de chant dans des milieux ruraux comme : l'interruption du chant de grillons ², la modification des fréquences, des intensités de chant ⁴ ou encore la désynchronisation entre les congénères ⁵, très bien illustrés dans le cadre d'études sur le passage de camions à proximité des habitats des grillons étudiés.

Par exposition de mâles à un son continu de 5kHz à différentes conditions d'intensité, nous avons mesuré l'intensité du chant enregistré, avec pour objectif de montrer une éventuelle différence de l'intensité sonore sur l'intensité du chant émis par le grillon ⁴. L'intensité sonore d'un son de 5khz influe-t-elle donc sur l'intensité maximale du chant des grillons ?

L'intérêt de cette question est d'évaluer la capacité de plasticité des grillons à un phénomène relevant de l'anthropisation des territoires.

Nos hypothèses étaient les suivantes:

1. L'intensité maximale du chant reste inchangée en modifiant l'intensité de l'environnement sonore
2. L'intensité maximale du chant varie avec l'augmentation du volume sonore.

On suppose que l'environnement sonore aura une influence sur le chant des grillons. On s'attend donc à avoir une différence significative du chant des grillons selon l'intensité sonore.

Matériel et méthodes :

1. Matériel et méthodes

Captivité des grillons: Boîtes à vis recouvertes de feuilles plastiques percée par nos soins et fermées par élastiques, incubateur à 23°C et gelée de nutrition + carottes.

1 mâle + 2 femelles/ boîte pour encourager comportement reproducteur. (**FIG.S2**)

Enregistrement et exposition: Clé USB “espion” dictaphone (x5), Enceinte: Ultimate ears boom 3 , Son utilisé: 5000hz test tone 10hr sur youtube, Chauffage : petit chauffage d’appoint

Logiciels: exploitation des résultats : Audacity , analyse des résultats : R Studio, attribution des groupe de passage: Tirodoko

Nos expériences se sont portées sur *Gryllus bimaculatus* réputé pour se reproduire a partir de 20°C ($T_{\text{optimale}}=30^{\circ}\text{C}$), et facile à se procurer.

Nous avons fait le choix d’utiliser un total de 90 grillons d’élevage pour former des groupes de 2 femelles avec un mâle. Chaque groupe à été exposé à toutes les conditions: Bruit ambiant, 50% de la puissance de l’enceinte, 100% de la puissance de l’enceinte.

Pour minimiser les biais, nous avons réparti nos grillons et leur avons attribué des ordres de passage par condition de manière randomisée.

Pour l’enregistrement, nous avons emmené, par groupe de passage (5 boîtes/groupes) les grillons dans une pièce, la plus silencieuse possible, laissant sur des chaises les grillons, les séparant toujours de la même distance et à la même distance de l’enceinte. On déposait les clé USB, prête à l’enregistrement sur chacune des boîtes, puis quittons la pièce.

Pendant l’enregistrement: 2 min d’acclimatation à l’environnement, 3 minutes d’exposition à la condition, et 2 minutes post-exposition (que l’on va exploiter).

Sur audacity: visualisation des données en forme de demie onde, avec choix d’une échelle en DB, on relève l’intensité maximale d’exposition et celle de chant. (**FIG.S1**)

2. Analyses des données

Notre variable explicative est l’intensité sonore d’exposition, il s’agit d’une variable ordinale fixée sur 3 niveaux : contrôle, 1 et 2.

Notre variable dépendante est l’intensité du chant des grillons, une variable quantitative continue.

Nos mesures consistaient en une répétition de mesures sur des mêmes sujets pour comparer les moyennes des 3 groupes (contrôles, niveau 1 et niveau 2).

Les données ne suivant pas toutes une loi normale, il fallait exclure l'anova paramétrique à un facteur et nous avons effectué le test non paramétrique Kruskal Wallis.

Résultats:

Nous avons d'abord procédé à un contrôle, pour s'assurer que les conditions étaient bien différentes en termes d'intensité, car mal fixées (cf discussion), et cela semble être le cas sur le graphe. (**FIG1**). Les résultats statistiques indiquent une valeur de niveau différente du contrôle, mais mises deux à deux les résultats semblent indiquer une égalité ce qui paraît incohérent.

Nous noterons que seuls 60 enregistrements présentaient un bruit exploitable émis par les grillons, répartis en proportions variables, à l'oreille en différents types de chants (**FIG3.A ,B, C**): le chant "vrai", le cliquetis, mixte et autre.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence une différence significative entre différentes intensités de chants enregistrés, nous remarquons également qu'elles appartiennent à de larges gammes de valeurs. (*En annexe, nous avons effectué des tests supplémentaires sur d'autres paramètres*).

Discussion:

L'objectif de notre expérience était de montrer l'influence de l'intensité sonore sur l'intensité sonore du chant des grillons. Les résultats de nos expériences tendent à prouver qu'il n'y en a pas. Pour autant, d'autres études corrélatives de la littérature scientifique semblaient montrer l'existence d'une telle influence de la part de l'environnement sonore, comme par exemple l'effet du passage de camions à proximité de grillons sur la fréquence de chant et la ⁴, ou Pour comprendre nos résultats, deux chemins s'offrent à nous: soit l'intensité n'est pas le paramètre de l'environnement qui génère ce changement de comportement de chant des grillons illustré dans ces études corrélatives, soit notre expérience n'a pas pu le montrer.

Et en effet, notre démarche présente de nombreuses voies d'amélioration.

Dans un premier temps, la fixation des conditions n'était pas bien établie, les paramètres de températures dans la salle variaient (Rajout du chauffage, variation dans la journée, bruits parasites,...) influençant peut être le comportement des grillons

et la prise de nos mesures. On avait souligné dans les résultats que nos valeurs statistiques, comparant les intensités d'exposition entre elles, n'indiquent pas de différence une à une. Cela peut être, soit la conséquence d'un manque de maîtrise de R le résultat de ce biais, soit de ce manque de rigueur.

Les conditions de captivité des grillons n'étaient pas optimales (Peu d'espace, humidité, température), le sachant nous nous sommes pressés pour faire nos expériences en espérant que nos grillons ne meurent pas. (Nous avons eu des problèmes de cannibalisme et mort de quasiment tous nos grillons sur une semaine lors de notre première tentative).

Cela pose des questions sur la répétabilité de l'expérience, et pose un éventuel biais pour le comportement des grillons.

Si l'on s'intéresse à l'exploitation des résultats, nous avons choisi d'exploiter l'ensemble des chants que nous avons pu enregistrer, premièrement car nous n'avions pas assez de connaissances sur le chant des grillons pour envisager d'exclure les cliquetis et autres, mais également parce nous n'avions pas assez de vrais chants pour faire de vraies statistiques. Dans le cas où les cliquetis et autres ne sont pas de vrais chants, au sens de la communication (Il pourrait s'agir par exemple d'une réaction de stress, par frottement des ailes par exemple), inclure ces derniers fausserait entièrement nos résultats, d'autant que la proportion de vrai chant est très différentes entre les conditions (**FIG.S3**).

D'autre part, nous avons mal compris la notion d'intensité sonore et de décibel, nous souhaitions initialement exposer nos grillons à différents dbSPL de pression acoustique, perçus par l'oreille humaine (Ceux dont on parle au quotidien, seuil d'audition, etc), mais ce sont des décibels différents que ceux mesurés dans des enregistrement qui sont des dB FS⁶. C'est pendant l'analyse des résultats, en voyant des décibels de valeurs négatives que nous avons réalisé, trop tard, notre erreur. Cette erreur fait perdre son sens à l'intérêt de notre expérience, qu'on a voulu inscrire dans le cadre des pollutions sonores, souvent exprimées en dB SPL, car on ne sait pas ce que représentent ces mesures concrètement. CF bibliographie annexe.

Il nous faudrait donc revoir notre protocole : faire des enregistrements sur un plus grand nombre de grillons, privilégier des lampes chauffantes à l'incubateur, trouver une pièce isolée, calme adaptée à des enregistrements.

Conclusion:

Pour conclure, nous n'avons pas pu rejeter l'hypothèse selon laquelle l'intensité sonore environnementale est sans influence sur l'intensité du chant des grillons.

Notre expérience était soumise à de nombreux biais, et sa valeur scientifique est discutable, les résultats que nous avons donc obtenus ne permettent pas de conclure sur l'absence de causalité entre les intensités d'exposition et de chant, mais elle n'est pas suffisante pour démontrer qu'il en existe un.

Bibliographie:

1 Jonsson, Thorin, Fernando Montealegre-Z, Carl D. Soulsbury, et Daniel Robert. « Tenors Not Sopranos: Bio-Mechanical Constraints on Calling Song Frequencies in the Mediterranean Field-Cricket ». *Frontiers in Ecology and Evolution* 9 (2021).

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2021.647786>.

2 Schöneich S. Neuroethology of acoustic communication in field crickets - from signal generation to song recognition in an insect brain. *Prog Neurobiol*. 2020 Nov;194:101882. doi: 10.1016/j.pneurobio.2020.101882. Epub 2020 Jul 13. PMID: 32673695.

3 Jones, M. D. R., et M. Dambach. « Response to Sound in Crickets without Tympanal Organs (*Gryllus Campestris* L.) ». *Journal of Comparative Physiology* 87, no 1 (1973): 89-98.

<https://doi.org/10.1007/BF00699298>.

4 Duarte, Marina H. L., Ernesto P. Caliari, Marina D. A. Scarpelli, Gabriel O. Lobregat, Robert J. Young, et Renata S. Sousa-Lima. « Effects of mining truck traffic on cricket calling activity ». *The*

Journal of the Acoustical Society of America 146, no 1 (juillet 2019): 656-64.

<https://doi.org/10.1121/1.5119125>.

5 M. Hartbauer, M. E. Siegert, I. Fertschai, et H. Römer. « Acoustic signal perception in a noisy habitat: lessons from synchronising insects », s. d. <https://link-springer-com.accesdistant.sorbonne-universite.fr/content/pdf/10.1007/s00359-012-0718-1.pdf>.

6 Eschalié N., Les différents types de décibels (dB), consulté le 21/12/2022:

<https://deveniringeson.com/decibels-db/>

Liens annexes pour comprendre audacity / Les décibels:

- Des décibels négatifs sous audacity ?, Forum Audiofanzine, consulté le 21/12/2022:
<https://fr.audiofanzine.com/forums-thematiques/forums/t.531686,des-decibels-negatifs-sous-audacity.html>
- Spectrogram View, Audacity Manual, consulté le 20/12/2022:
https://manual.audacityteam.org/man/spectrogram_view.html#meaning

Revision #9

Created 24 November 2022 13:39:45 by Stievenard Nicola

Updated 23 February 2023 12:36:06 by Sacco Nina