

VOCALISATIONS DU POUSSIN : DEVELOPPEMENT D'UNE METHODE D'ENREGISTREMENT ET D'ANALYSE

**Michaud Félix¹, Créach Pauline², Brouard Bruno¹, Gazengel Bruno¹, Simon Laurent¹,
Collin Anne³, Métayer-Coustard Sonia³, Travel Angélique²**

¹*Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans, – UMR CNRS 6613, Avenue Olivier
Messiaen, 72085 - LE MANS Cedex 09, France*

²*ITAVI, 7 rue Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS, France*

³*BOA, INRA, Université de Tours, 37380 NOUZILLY, France*

travel@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

Cette étude vise à développer une méthode d'enregistrement et d'analyse des vocalisations émises par les poussins lors des 3 premiers jours de vie (J0 à J3). Dans un premier temps, une analyse de la bibliographie a permis d'identifier les différentes catégories de vocalisations émises par les poussins (confort, détresse, blottissement, trille de peur ou de plaisir) et d'identifier leurs caractéristiques sonores. Ensuite, deux programmes développés sous Matlab, ont permis (1) d'automatiser les séquences d'enregistrement et (2) de détecter et d'identifier les vocalisations de confort et de détresse. L'étude a permis de définir des conditions optimales de prise de son permettant une analyse optimale des signaux : groupe d'une dizaine de poussins, des microphones omni-directionnels, des séquences de 2 minutes d'enregistrement. Entre J0 et J3, les poussins émettent des sons courts dont la bande de fréquence est limitée (2000 - 5000 Hz). Le programme développé est fonctionnel pour caractériser les indicateurs sonores suivants : le centre de gravité fréquentiel, l'étalement spectral ainsi que la fréquence instantanée. Il permet également par une analyse temps-fréquence de leur signature, de dénombrer les vocalisations de confort et de détresse des poussins.

ABSTRACT

Chick vocalizations: development of a recording and analysis method

This study aims to develop a method for recording and analysing chicks vocalisations emitted during the first 3 days of life (D0 to D3). First, a bibliographic review identified vocalizations categories emitted by chicks (comfort, distress, snuggle, fear or pleasure trills) and identified their sound characteristics. Then, two programs developed under Matlab, made it possible (1) to automate the recording of sound sequences and (2) to detect and identify comfort and distress vocalizations. The study defined optimal sound recording conditions allowing an optimal analysis of sound signals: a group of ten chicks, omni-directional microphones, 2-minute recording sequences. Between D0 and D3, chicks emit short sounds with a limited frequency range (2000 - 5000 Hz). The program developed is functional to characterize the following sound indicators: the frequencial gravity center, spectral spreading and instantaneous frequency. It also allows, through a time-frequency analysis of their signature, to count the chicks' comfort and distress vocalizations.

INTRODUCTION

La sélection génétique sur les performances de production conduit à des animaux plus efficaces mais aussi plus exigeants et moins robustes face aux perturbations de leur environnement. La phase de démarrage, cruciale pour le devenir des volailles de chair, est devenue particulièrement délicate à gérer. Dans ce contexte, la maîtrise de la qualité des poussins est un levier majeur. Son évaluation à l'aide d'indicateurs visuels reste cependant en partie subjective, chronophage et ne rend pas compte des multiples composantes de cette qualité : les critères d'apparence, de vitalité du poussin, état de l'ombilic, des articulations et du bec, volume de l'abdomen... (Tona et al., 2003).

Les indicateurs sonores des vocalisations émises par les poussins dès l'éclosion pourraient être de bons candidats pour caractériser, de manière complémentaire, la qualité des poussins. En effet, ils constituent des indicateurs précoces, non invasifs, faciles et rapides à mesurer directement sur les animaux seuls ou en groupe. Il devient possible d'obtenir un résultat en temps réel permettant des suivis ponctuels et/ou en continu. Des études ont déjà permis de classer les divers types de vocalisations des volailles, souvent mis en relation avec un état de bien-être de l'animal.

Les adultes de l'espèce *Gallus gallus domesticus* possèdent environ 24 cris différents pour communiquer (Collias, 1987). Les jeunes poussins âgés de 2 ou 3 jours en possèdent 5 environ : vocalisations de confort, de blottissement, de détresse, trille de plaisir ou de peur (Collias, 1953 ; Guyomarch, 1966 ; Marx et al., 2001). Cette espèce s'exprime avec des cris très courts, de l'ordre du dixième de seconde et dans une bande limitée de fréquences, entre 2000 Hz et 5000 Hz environ. Dans la littérature, les cris peuvent être identifiés visuellement sur des représentations en temps-fréquence appelées spectrogrammes (Figures 1).

Les **vocalisations de détresse** sont utilisées pour exprimer une situation d'inconfort, d'isolement ou pour signaler un danger. Ce cri possède généralement plus d'énergie que les autres. Il commence par un son aigu puis il devient grave (Figure 1B).

Les **vocalisations de confort** apparaissent dans un groupe de poussins au repos, le cri commence par un son grave qui devient ensuite plus aigu (Figure 1A). La **trille de peur** apparaît par exemple quand deux poussins se battent. C'est une variation très rapide entre 2 notes (Figure 1D). Il existe aussi la **trille de plaisir** qui peut se manifester quand les poussins se nourrissent (Figure 1C).

Les **vocalisations de blottissement** apparaissent quand les poussins se couchent les uns contre les autres. Ce son sert à communiquer à la mère l'intention immédiate de se reposer sous elle. Cette vocalisation commence par un son grave, qui

devient aigu puis revient à la même note grave (Figure 1E). Dans chacune de ces catégories, les vocalisations peuvent avoir des variations de leurs formes temporelles et spectrales selon la situation observée.

Dans ce contexte, cette étude vise à développer une méthode d'enregistrement et d'analyse des vocalisations émises par les poussins pendant les 3 premiers jours de vie. Ces jours sont une phase critique de l'élevage pour laquelle la mise en évidence d'indicateurs objectifs d'état physique, sanitaire, physiologique, voire « émotionnel » du poussin pourrait être très utile.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Animaux

Des œufs à couvrir de type Ross 308 sont mis en incubation dans les conditions classiques de température et hygrométrie, dans un incubateur installé au Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans (LAUM). Une fois éclos, un groupe de 11 poussins est rassemblé dans une enceinte maintenue à 30°C pendant 3j, dans une salle spécifique isolée phoniquement (Figure 2). Le fond de l'enceinte d'élevage est recouvert d'une litière de copeaux de bois afin de réduire le bruit des pattes sur le sol.

1.2. Equipement d'enregistrement

Un microphone omnidirectionnel de mesure de marque Roga est installé au-dessus des poussins et dirigé vers la source de chaleur, zone de vie des poussins. Le microphone est relié à une carte d'acquisition National Instruments elle-même branchée à un ordinateur pour le stockage des données. Afin d'obtenir la base de données la plus diversifiée possible, un programme (écrit en langage Matlab) enregistre des séquences de 2 minutes espacées 10 secondes. La fréquence d'échantillonnage des fichiers audio vaut 25 600 Hz, ce qui permet de respecter le théorème de Shannon (1948). L'amplitude du signal est codée sur 32 bits. La définition de ces paramètres détermine la quantité d'informations stockée. Le format d'enregistrement audio est le format «~WAV~» car compatible avec tous les logiciels de traitement du son.

1.3. Description des vocalisations

Le programme d'analyse développé en langage Matlab ouvre un fichier audio, détecte les vocalisations puis les stocke individuellement. Ensuite, les paramètres descripteurs sont calculés pour chacune des vocalisations à partir du spectre d'énergie (Figure 3), c'est-à-dire à partir de la répartition de l'énergie contenue par fréquence dans le cri. Ces descripteurs sont présentés en Figure 3.

Le premier descripteur est le **centre de gravité spectral** qui permet de mesurer la répartition de l'énergie en fréquence de la vocalisation et indique

la bande de fréquences impliquée dans la vocalisation. Par exemple, si le centre de gravité est à 3500 Hz, on sait que la vocalisation est intermédiaire dans la bande des fréquences usuelle des volailles qui se situe entre 2000 et 5000Hz. L'**étalement fréquentiel** est calculé autour du centre de gravité et indique si plus ou moins de fréquences sont impliquées dans la vocalisation. Pour le même exemple, si l'étalement est de 150 Hz, alors la vocalisation contient de l'énergie principalement entre 3100 Hz et 3400 Hz. Pour finir, la **fréquence instantanée**, permet de suivre les variations de la fréquence au cours du temps (Cohen, 1995). L'unité de ces trois descripteurs est le Hz.

1.4. Discrimination des vocalisations

L'étape bibliographique a permis d'identifier plusieurs catégories de vocalisations et nous en avons retenu deux pour procéder à cette discrimination. Ces deux classes de vocalisations qui servent à exprimer un état des poussins en situation extrême, peuvent être des descripteurs d'intérêt de qualité des poussins : les vocalisations de détresse et celles de confort. Elles ont été choisies car elles s'expriment durablement contrairement aux trilles qui expriment un ressenti instantané (peur ou plaisir). Elles sont aussi les plus présentes dans les enregistrements.

A partir du signal enregistré, le programme permet de calculer la fréquence instantanée et de l'approximer sous la forme d'un polynôme. Suivant les valeurs du polynôme, il est alors possible de discriminer les deux classes. Si la fréquence augmente au cours du temps, alors le signal appartient à la classe des vocalisations de confort. A l'inverse, si un son descend en fréquence au cours du temps, le signal appartient à la classe des cris de détresse. Le programme d'analyse des vocalisations permet une représentation du signal sonore avec des sons de détresse en rouge et de confort en vert (Figure 4). Enfin, les cris représentés en noir sont ceux que le programme n'a pas reconnu comme vocalisation de confort ou détresse ou qu'il n'a pas pu identifier à cause de l'erreur sur l'estimation de la fréquence instantanée (information trop « bruitée », deux poussins ont vocalisé en même temps, volume sonore trop faible donc pas assez informatif).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Plus de 4 Go d'enregistrements sont collectés pour former la base de données audio. La confrontation des spectrogrammes obtenus avec la description bibliographique des différentes vocalisations montre que les cinq types de vocalisations sont présents dans notre base de données (Figures 1). Le dispositif permet de collecter une base de données audio de bonne qualité et représentative des sons émis par les poussins.

2.1. Description des vocalisations et indicateurs de discrimination

Afin de disposer de références, les paramètres descripteurs (§1.3) de quelques vocalisations sont calculés à partir d'un extrait de 15 secondes, représentatif de la base de données. Les valeurs des centres de gravité et des étalements spectraux sont présentées dans le Tableau 1. Pour chaque type de son et chaque indicateur, les valeurs se situent dans la même gamme de fréquences et sont très variables, ce qui ne permet pas de différencier suffisamment les 2 classes de vocalisations uniquement à partir de ces descripteurs (Figure 4).

2.2. Classification des vocalisations de confort et de détresse

Parmi les 20 fichiers de 2 minutes étudiés, un échantillon typique de 4.6 secondes est sélectionné. Le programme effectue la classification des vocalisations à partir de la pente de la fréquence instantanée de chaque son (Figure 5). Les vocalisations de détresse sont en rouge et celles de confort en vert. Pour cet exemple, 93% (13/14) des vocalisations de l'enregistrement sont reconnues comme appartenant à la classe de détresse ou de confort. Une seule vocalisation, en noir sur la figure 5, n'est pas reconnue par le programme (cf explication §1.4). Cette mise à l'épreuve indique que le programme est donc capable de différencier automatiquement les vocalisations de détresse et de confort, et qu'il est également capable d'isoler des sons qui sont en dehors de ces deux catégories.

CONCLUSION

Ce premier travail a permis l'élaboration d'une méthode d'enregistrement de vocalisations de poussins émises entre J0 et J3, en petit groupe et dans des conditions contrôlées qui limitent le rapport signal sur bruit. Il a aussi permis de développer un programme capable de détecter des événements audio, de les stocker individuellement et de les analyser pour les classer par situation de confort ou de détresse. Le travail doit être poursuivi afin d'éprouver la méthode sur une plus grande variété d'enregistrements (souches génétiques, environnements différents...), et de caractériser les autres catégories de vocalisations (blottissement, trille de peur ou de plaisir) afin d'en permettre également leur détection. Il reste désormais à évaluer si un lien peut être fait entre la fréquence d'apparition plus ou moins marquée de vocalisations de confort ou de détresse et les paramètres visuels ou physiologiques de qualité du poussin.

Cette étude a été financée par le CAS DAR et le CIPC (projet 2018-2020 Chick'Tip) et a été réalisée dans le cadre de l'UMT Biologie Intégrative Recherche et Développement (BIRD).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Collias N., 1953. Behaviour, Vol. 5, No. 3, 175-188.
 Collias N., 1987. The Condor 89 : 510-524.
 Cohen L., 1995. Time-frequency analysis. Prentice Hall PTR.
 Guyomarch JC., 1966. Zeitschrift fuer Tierpsychologie Vol. 23, 141-160.
 Marx G., Leppelt J., Ellendorf F., 2001. Applied Animal Behaviour Science 75 : 61-74.
 Tona K., Bamelis F., De Ketelaere B., Bruggeman V., Moraes V.M.B., Buyse J., Onagbesan O., Decuypere E., 2003. Poultr. Sci. 82 : 736-741.
 Shannon C. E., 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, vol. 27 : 379-423 and 623-656.

Figures 1. Spectrogrammes des 5 types de vocalisations mises en évidence sur les enregistrements réalisés. Les figures sont réalisées à l'aide de Sonic Visualizer.

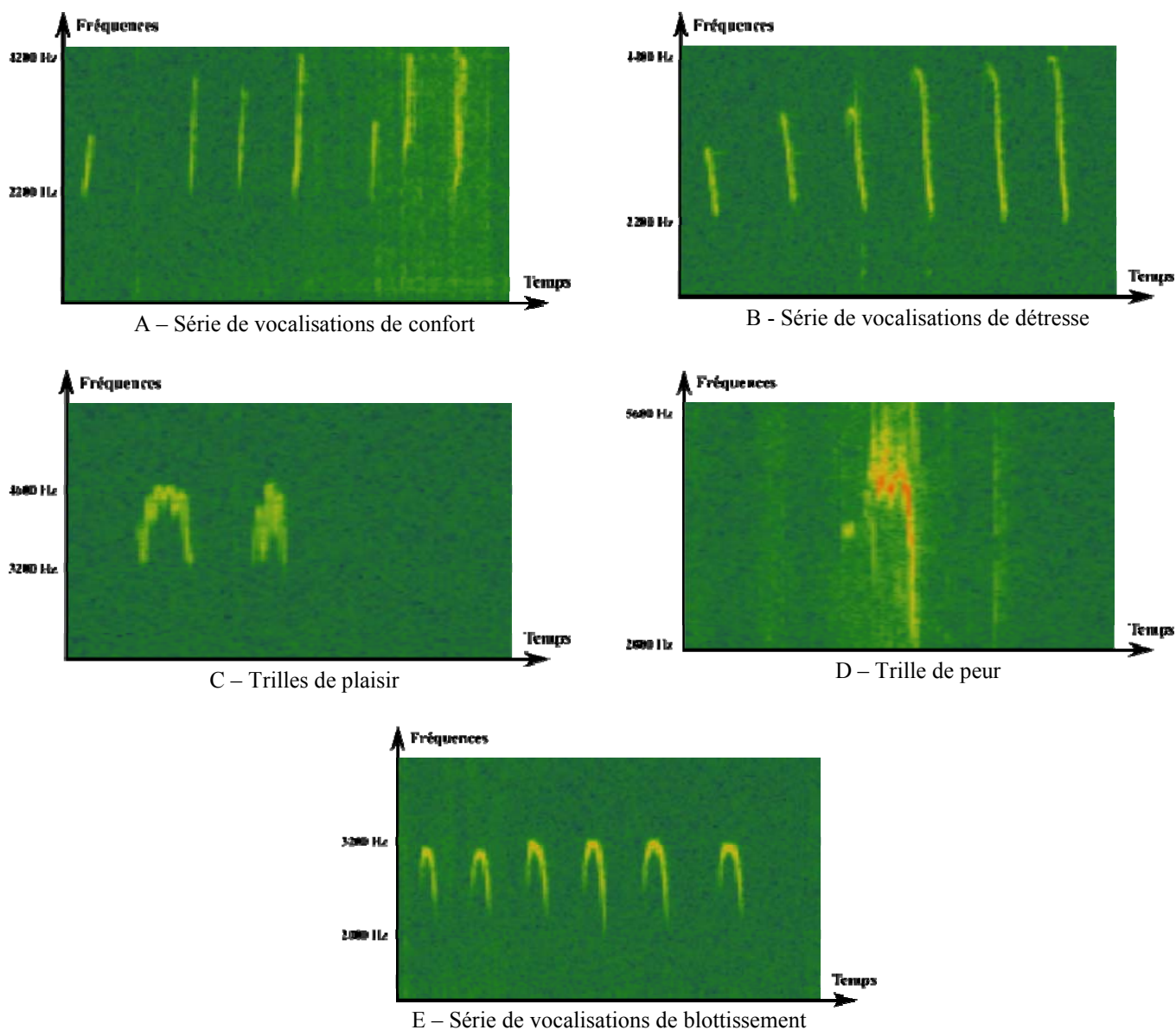
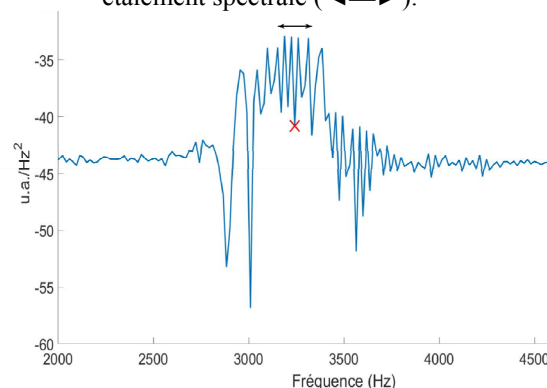
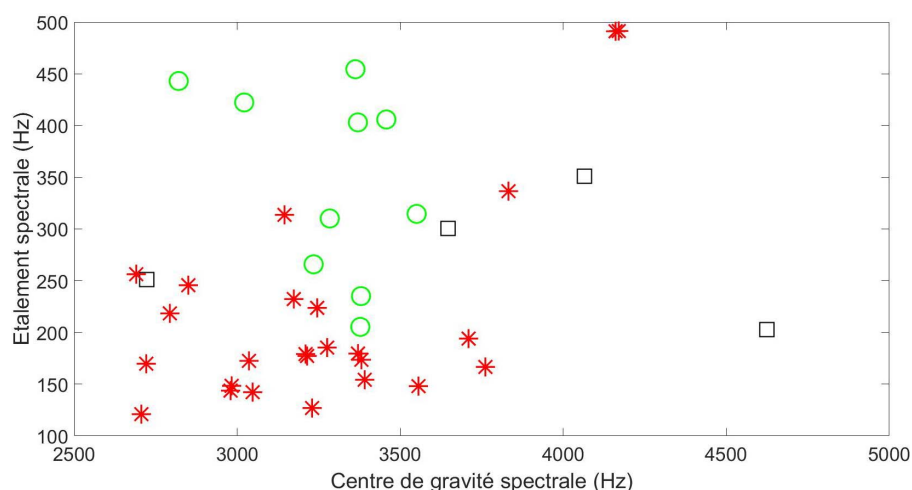


Figure 2. Photo du dispositif expérimental au LAUM**Figure 3.** Représentation du spectre d'énergie d'un cri de poussin, de son centre de gravité (*) et de son étalement spectral (◀▶).**Tableau 1.** Description des centres de gravité et des étalements spectraux des vocalisations collectées sur un enregistrement de 15 secondes (+/- Ecartype s.d.)

| Type de Vocalisations | | Confort | | | Détresse | | | Inconnus | | |
|-------------------------|------------------------|---------|-----|------|----------|-----|------|----------|-----|------|
| Nombre de vocalisations | | 10 | | | 25 | | | 4 | | |
| Centre de gravité (Hz) | moyenne +/- Ecart type | 3286 | +/- | 215 | 3265 | +/- | 415 | 3765 | +/- | 802 |
| | min - max | 2821 | - | 3550 | 2690 | - | 4170 | 2723 | - | 4625 |
| Etalement spectral (Hz) | moyenne +/- Ecart type | 346 | +/- | 91 | 216 | +/- | 98 | 277 | +/- | 64 |
| | min - max | 205 | - | 454 | 121 | - | 491 | 203 | - | 351 |

Figure 4. Représentation des sons classés selon les deux paramètres discriminants : détresse (*), confort (○), inconnu (□).**Figure 5.** Représentation par le programme (Matlab) des amplitudes (haut) et des fréquences instantanées (bas) de chacune des vocalisations sélectionnées sur l'extrait (détresse (*), confort (○), inconnu (□)).