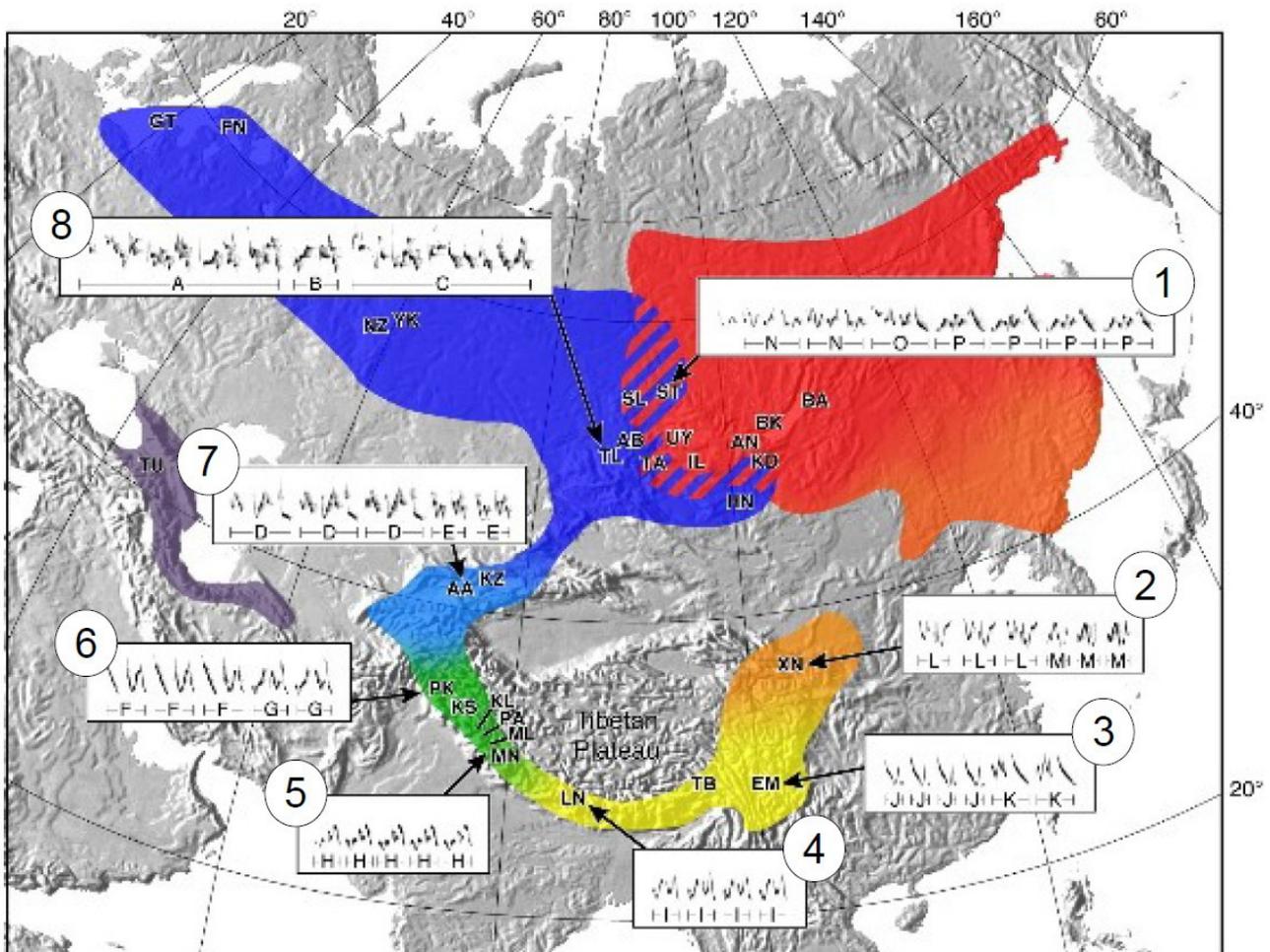


Production de sonogrammes avec le logiciel Audacity Application à l'étude de la spéciation du Pouillot verdâtre

Le cadre scientifique

Le pouillot verdâtre (*Phylloscopus trochiloides*) constitue un des exemples de référence de spéciation en anneau (Irwin 2000, Irwin et al. 2001a,b, Irwin et al. 2005, exemple cité dans Lecoindre et al. 2009).

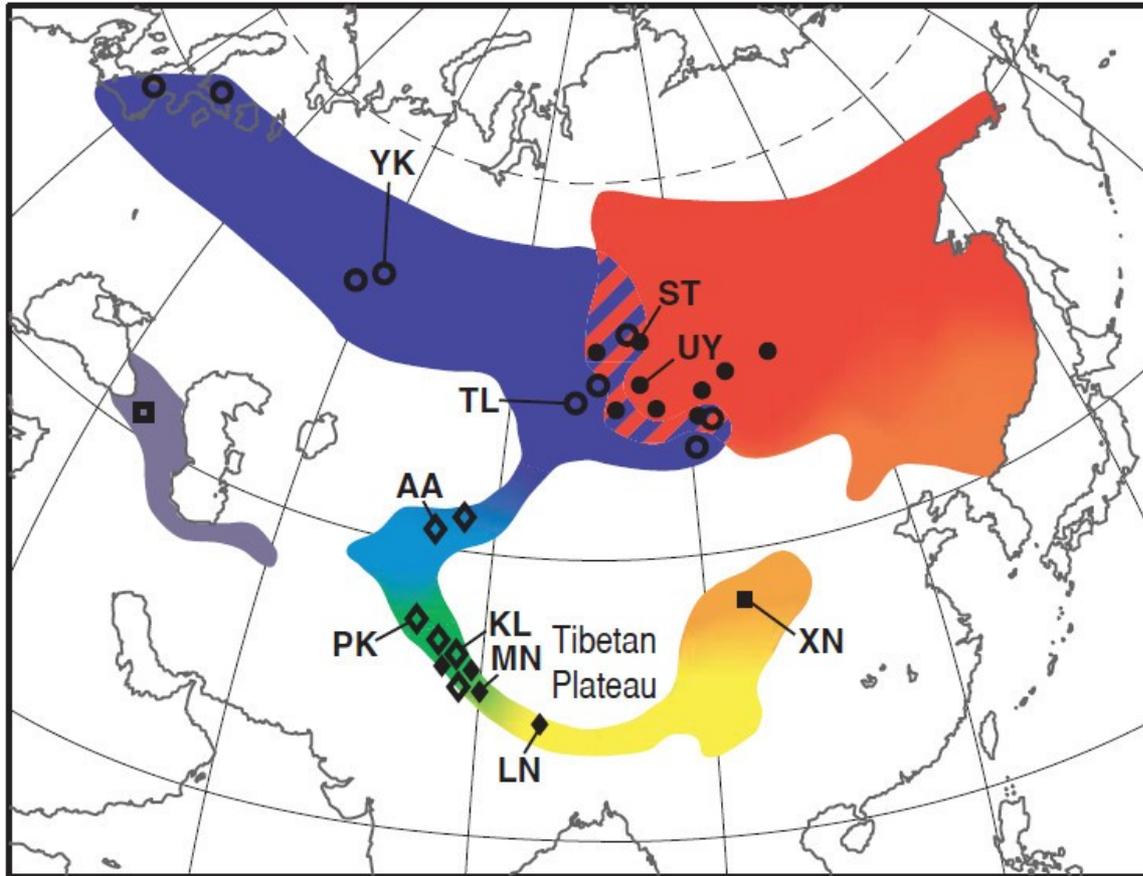
Le Pouillot verdâtre est un passereau qui appartient au groupe des sylvidés (famille des fauvettes et des pouillots entre autres). Cette espèce eurasiennne présente vers l'est asiatique une aire de répartition qui entoure le plateau tibétain. Dans cette zone le pouillot verdâtre est différencié en sous espèces en continuité génétique d'une population à l'autre. Cependant, en Sibérie centrale deux formes coexistent (*P. trochiloides viridanus*, n°8 sur la carte, et *P. trochiloides plumbeitarsus*, n°1 sur la carte) mais ne s'accouplent pas entre elles. Les chercheurs ont mis en évidence que les mâles du type plumbeitarsus ne réagissaient pas au chant des mâles du type viridanus et réciproquement. Cette absence de réaction, contrairement aux mâles des populations voisines, indique que le mâle n'est pas reconnu comme un concurrent potentiel. Comme chez les passereaux le chant est facteur de sélection sexuelle déterminant, on peut interpréter cet isolement reproductif comme une conséquence de la dissemblance des chants de ces deux populations.



Répartition des différentes sous espèces de Pouillots verdâtres avec le sonogramme des populations caractéristiques (majuscules entre parenthèses) :

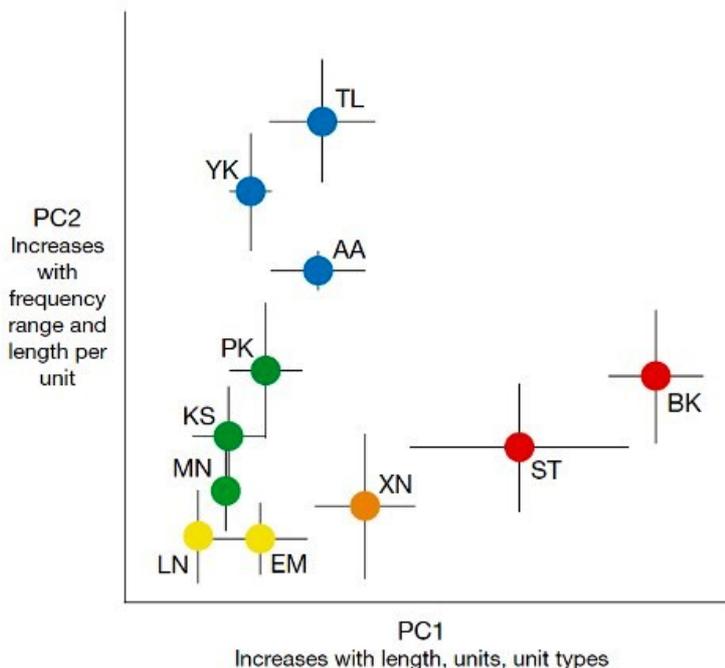
1 : Plumbeitarsus (ST), **2** : Obscuratus (XN), **3, 4** : Trochiloides (EM, LN), **5, 6** : Ludlowi (MN, PK), **7** : Itidus (TU), **8** : Viridanus (TL).

Source : Irwin et al. 2001.



Même document sans les sonogrammes (tiré de Irwin et al. 2005)

L'étude de l'ADN mitochondrial confirme la divergence génétique des populations plumbeitarsus et viridanus. Selon ces analyses, la sous espèce *P. trochiloides trochiloides* (n°4 sur la carte) correspondrait à la population ancestrale. Elle occupe la zone au sud du plateau tibétain. La colonisation de la zone au nord du plateau se serait donc faite par l'est (s.e. trochiloides - obscuratus - plumbeitarsus) et par l'ouest (s.e. trochiloides - ludlowi - itidus - viridanus).



Variation géographique du chant des sous espèces de Pouillots verdâtres quantifiée par analyse en composantes principales. Les figurés indiqués correspondent aux moyennes des populations accompagnées de leurs écarts-types. PC1 et PC2 sont des axes de complexité : les populations sud-himalayennes (en jaune) ont les chants les plus simples (faible PC1 et PC2).
Source : Irwin et al. 2001

L'étude des sonogrammes montre que le chant des populations se complexifie progressivement lorsque l'on remonte vers la zone nord. Mais cette complexification s'effectue différemment lorsque l'on considère la branche est et la branche ouest. Cette divergence conduit à des chants trop différents pour les populations viridanus et plumbeitarsus entraînant ainsi à l'isolement reproductif entre ces, désormais, deux espèces.

Application pédagogique

Les ressources scientifiques disponibles (Cf. liens bibliographiques), en particulier la carte de répartition avec les sonogrammes et le graphique de complexité des chants, permettent de construire un document sur un exemple de modalité de spéciation tout à fait intéressant.

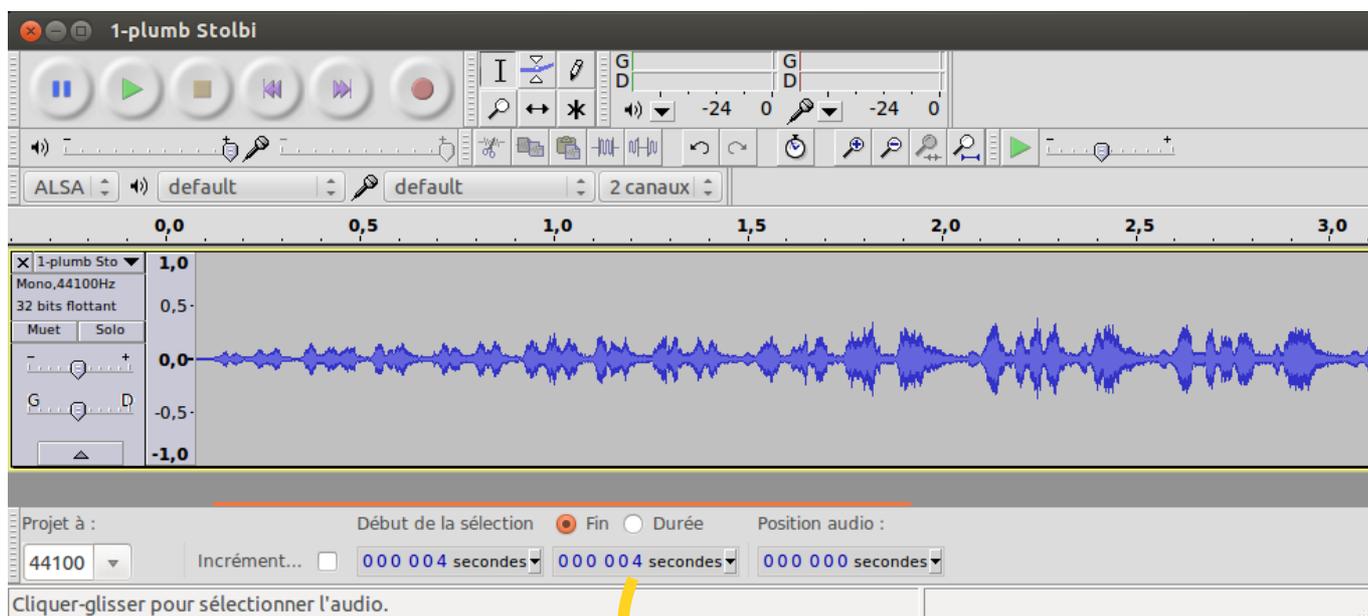
Mais la mise à disposition par Darren E. Irwin, sur son site, des enregistrements sonores référencés sur la carte (interactive sur le site du chercheur) permet d'envisager une activité pratique motivante.

En effet, grâce au logiciel Audacity (libre et gratuit), il est très facile de produire un sonogramme à partir d'un enregistrement sonore.

Dès lors, on peut envisager une activité basée sur la comparaison des sonogrammes des différentes populations afin de mettre en évidence la complexification progressive des chants évoqués dans le chapitre précédent ainsi que la divergence des branches est et ouest.

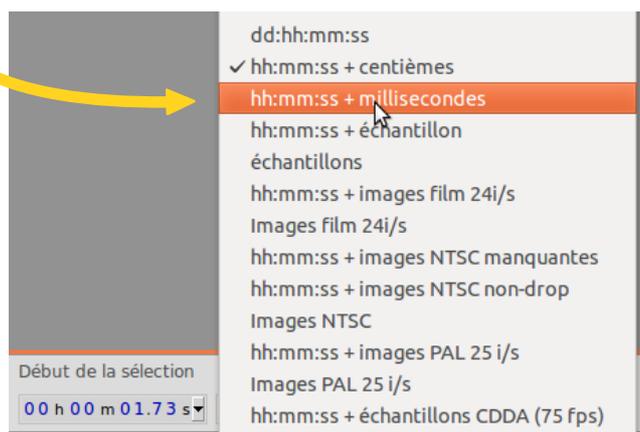
Production des sonogrammes

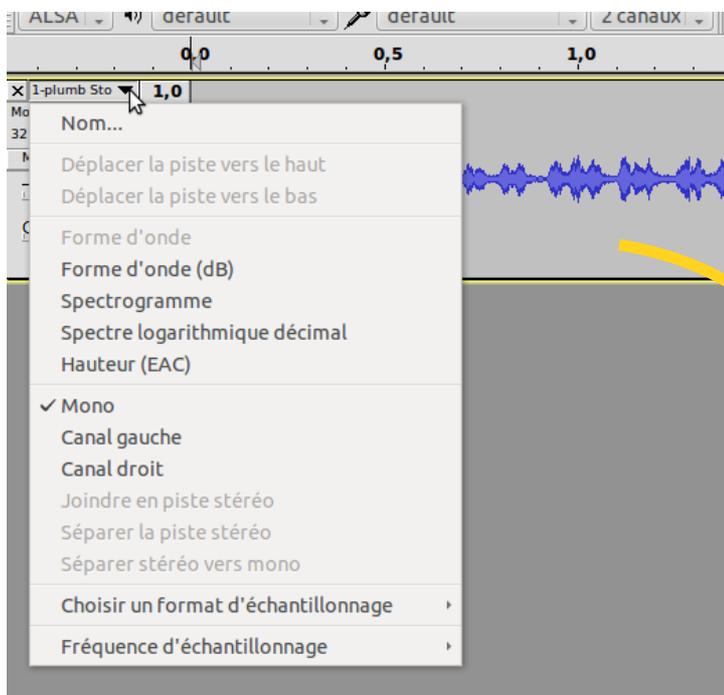
L'utilisation d'Audacity pour cette activité ne présente pas de difficultés particulières. On trouvera sur internet de très nombreux didacticiels de prise en main (et d'utilisations pédagogiques) si nécessaire. Les quelques captures qui suivent illustrent la démarche.



Affichage (par défaut) de l'enregistrement sous forme d'onde (en db)

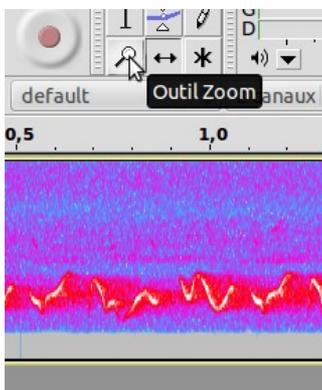
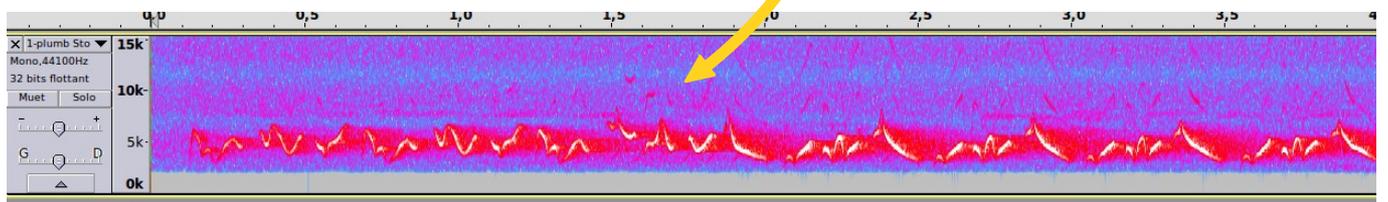
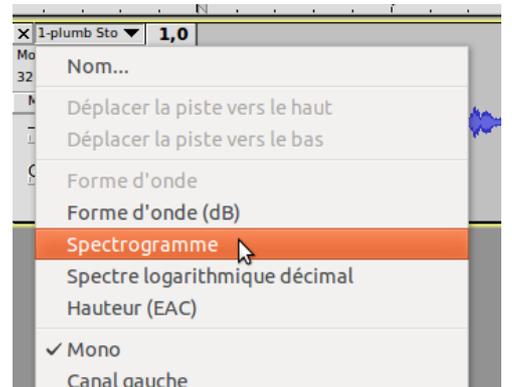
Paramétrage des afficheurs en millisecondes pour les mesures



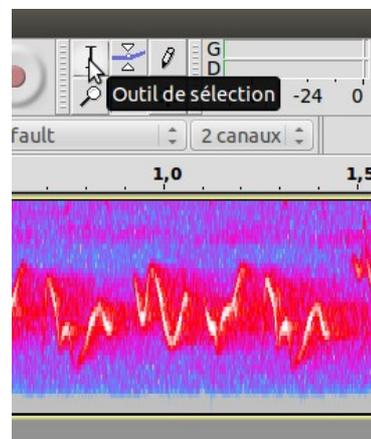
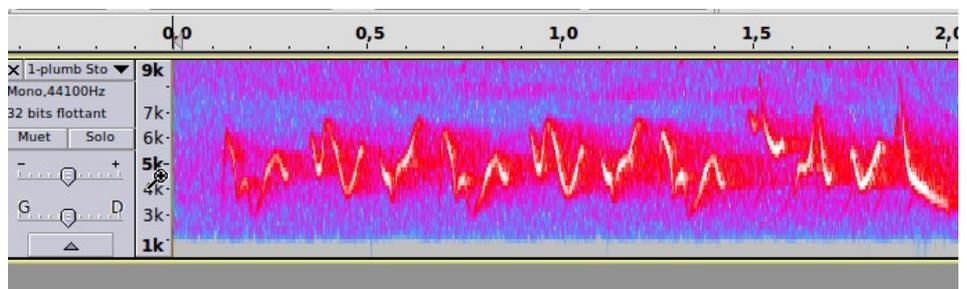


Affichage du sonogramme (spectrogramme)

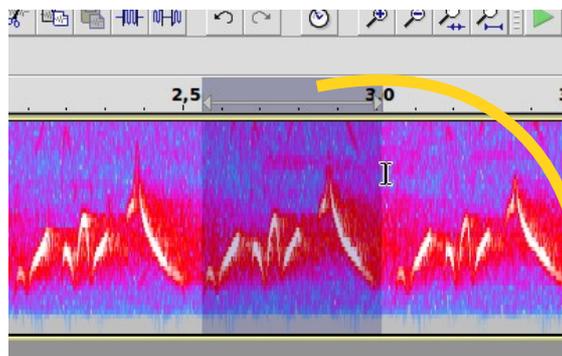
La couleur (bleu – rouge – jaune – blanc) code l'intensité sonore (db)



L'outil zoom permet d'adapter le sonogramme pour son analyse



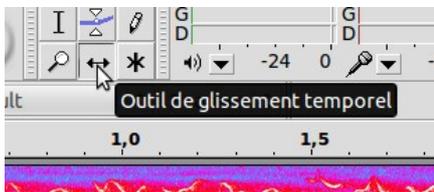
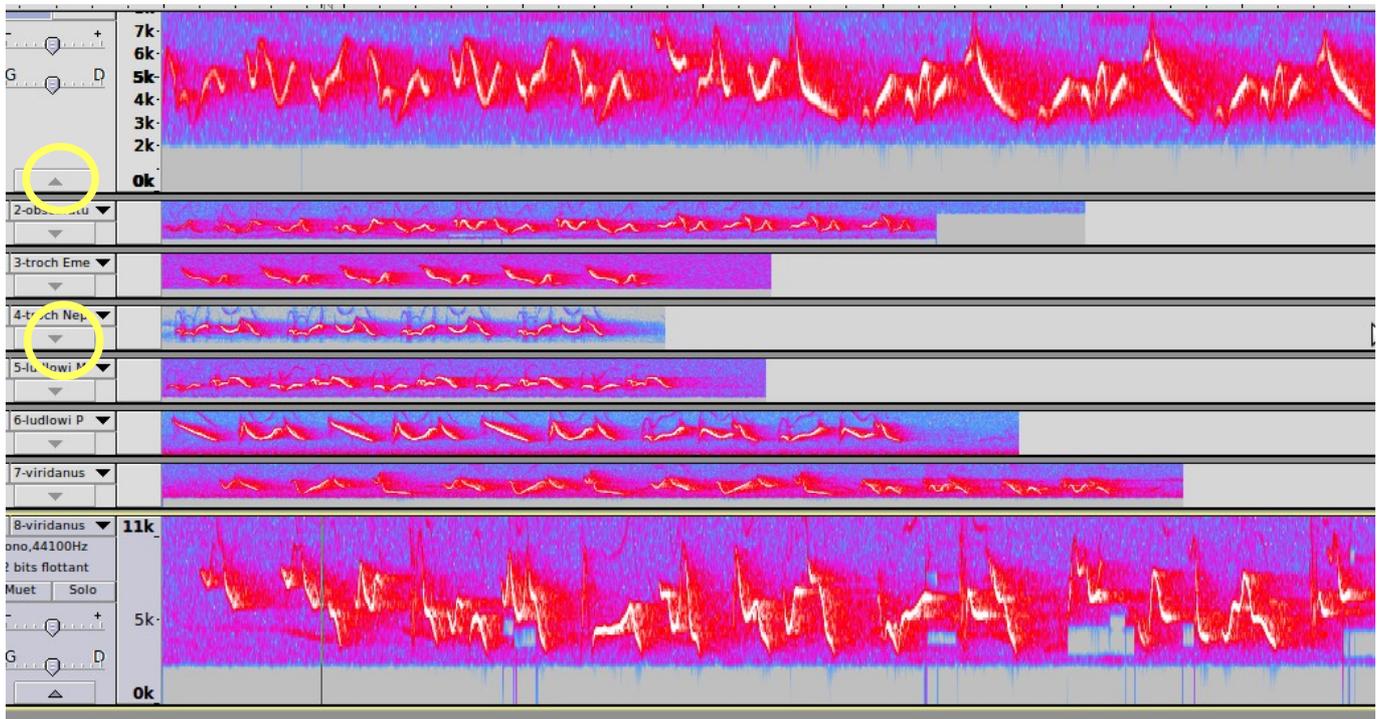
L'outil de sélection permet le repérage et la durée d'une séquence



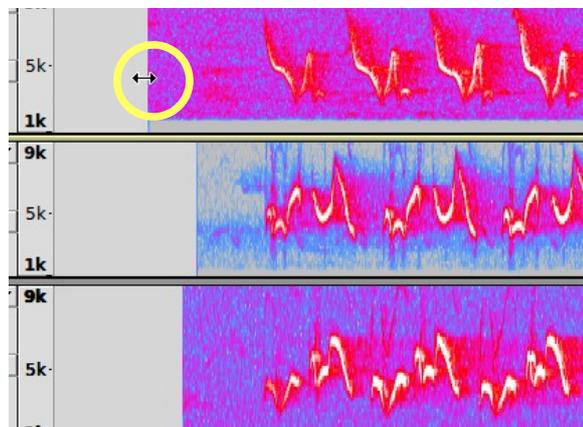
Début de la sélection Fin Durée Position audio :

00 h 00 m 02.549 s 00 h 00 m 00.467 s 00 h 00 m 00.000 s

Les chants peuvent être chargés tous ensemble, les fenêtres peuvent être ouvertes ou réduites. Dans cette illustration, les fenêtres des chants des pouillots appartenant aux deux populations divergentes sont affichées (chant n°1 et 7). On peut relever la différence de structure.

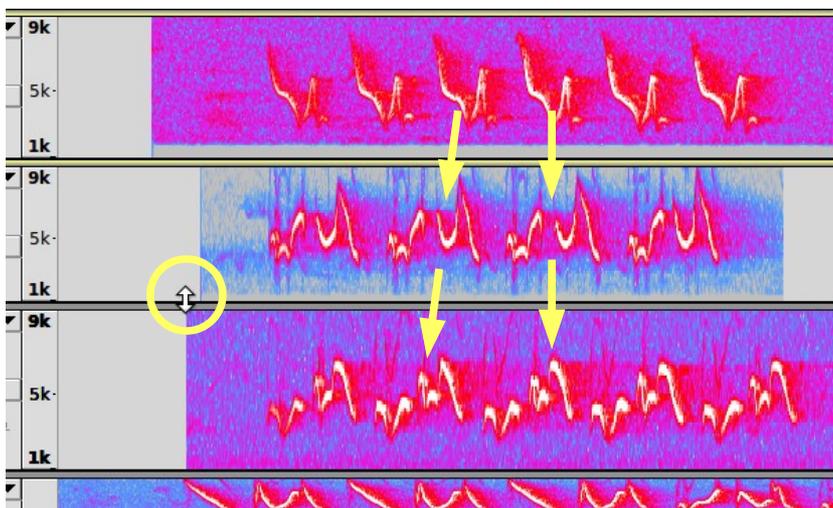


L'outil de glissement temporel permet de décaler les chants afin de faciliter les comparaisons



La hauteur des fenêtres peut être modifiée afin de faciliter les comparaisons

Dans cette illustration, les fenêtres des chants des pouillots appartenant aux populations du sud sont affichées (chant n°3, 4 et 5). On peut relever l'évolution et la complexification.



Sources bibliographiques

- D. E. Irwin : The greenish warbler ring species, <http://www.zoology.ubc.ca/~irwin/greenishwarblers.html> (2005).
- D. E. Irwin, S. Bensch, J. H. Irwin, T. D. Price : Speciation by distance in a ring species. *Sciences*, 307, 414 (2005).
- D. E. Irwin, S. Bensch, T. D. Price : Speciation in a ring. *Nature* 409, 333 (2001).
- G. Lecointre, C. Fortin, G. Guillot et M-L. Le Louarn-Bonnet : Guide critique de l'évolution. Belin Ed. (2009)

Liens et téléchargements :

- page explicative sur le [site de D.E. IRWIN](#) avec la carte interactive qui permet de récupérer les chants : [The greenish warbler ring species](#)

- Les articles de référence du chercheur sont téléchargeables sur son site :

[2000 - D. E. Irwin : Song variation in an avian ring species. *Evolution*, 54, 998.](#)

[2001 - D. E. Irwin, S. Bensch, T. D. Price : Speciation in a ring. *Nature* 409, 333.](#)

[2001 - D. E. Irwin, J. H. Irwin, T. D. Price, : Ring species as bridges between microevolution and speciation. *Genetica* 112-113, 223.](#)

[2005 - D. E. Irwin, S. Bensch, J. H. Irwin, T. D. Price : Speciation by distance in a ring species. *Sciences*, 307, 414.](#)

- Les liens pour télécharger directement sur le site du chercheur les chants référencés dans l'article :

1 - [Plumbeitarsus \(ST\)](#)

2 - [Obscuratus \(XN\)](#),

3 - [Trochiloides \(EM\)](#)

4 - [Trochiloides \(LN\)](#),

5 - [Ludlowi \(MN\)](#)

6 - [Ludlowi \(PK\)](#)

7 - [Itidus \(TU\)](#)

8 - [Viridanus \(TL\)](#).

- Le lien pour télécharger [Audacity](#)