



ATELIER: Science Acoustique

Dr H Steve Ndinga-Koumba-Binza

Centre for Text Technology (CTexT®)

North-West University, Potchefstroom, South Africa

E-mail: 22602569@nwu.ac.za

Ecole d'Eté 2013, Libreville/La Lopé, 22 juillet- 03 août 2013

Objectifs

- Tenter de déterminer ce que l'on peut faire comme étude ethnobiologique à partir d'une discipline qui s'intéresse essentiellement et uniquement au son
- Contribuer à la démonstration de l'interdisciplinarité de l'ethnobiologie

Sommaire

1. Acoustique et Ethnobiologie: Concepts et Rapprochement
2. Théorie Générale et Analyse du Langage Articulé
3. Introduction aux Outils Computationnels: PRAAT
4. Cas d'Etudes Ecologiques et Ethnobiologiques
5. Possibilités d'Etudes Ethnobiologiques



Acoustique et Ethnobiologie: Concepts & Rapprochements

- Acoustique
 - science du son
 - production
 - contrôle
 - transmission
 - réception
 - effets

- Acoustique
 - discipline à plusieurs ramifications
 - électroacoustique (microphones, haut-parleurs, etc.)
 - audition
 - acoustique musicale
 - phonétique acoustique

- Acoustique
 - applications dans des domaines variés
 - sciences de la terre et de l'atmosphère
 - sciences de l'ingénieur
 - sciences humaines et sociales
 - sciences de la vie et de la santé

- sciences de la vie et de la santé
 - biologie, science du vivant
 - histoire naturelle des êtres vivants
 - sciences naturelles
 - molécule
 - cellule
 - population
 - écosystème

- sciences de la vie et de la santé
 - domaines d'études
 - structure du vivant (e.g. chimie organique, biologie cellulaire, biologie moléculaire, etc.)
 - anatomie et physiologie (e.g. histologie, anatomie, etc.)
 - diversité et évolution (e.g. taxinomie, botanique, zoologie, etc.)
 - interactions (e.g. écologie et éthologie)

- ethnobiologie
 - étude de l'être vivant en rapport avec sa/une culture
 - structure du vivant
 - mode de communication/langage/langue
 - anatomie et physiologie
 - appareil et production du mode de communication
 - diversité et évolution
 - types de mode de communication

- être vivant
 - le monde végétal
 - le monde animal
 - oiseaux
 - chants
 - animaux/mammifères
 - cris
 - être humain
 - langage articulé

De la même que la parole est l'une des caractéristiques les plus distinctives du développement humain et de la culture, l'audition est au monde animal un des moyens les plus cruciaux de survie.

La parole et l'audition sont toutes deux objets de l'acoustique, mais l'audition chez les animaux est rarement l'objet d'études scientifiques.

Par ailleurs, le son, par les différents bruits de jour comme de nuit, constitue un élément de l'environnement et/ou de la biodiversité (ethnobiologie).

Si de nombreuses études existent pour ce qui est du son dans l'environnement social (ou urbaine), on trouve très peu d'études acoustique qui s'intéressent au son comme objet ethnobiologique.



Théorie Générale et Analyse du Langage Articulé

-
1. Domaines d'Intérêts Spécifiques
 2. Identification et Description des Sons Articulés
 3. Outils Computationnels: PRAAT
 4. Analyse Acoustique

Domaines d'Intérêts Spécifiques

- la description du son en tant qu'objet concret, i.e.
 - nature physique du son
 - chaque son a des propriétés acoustiques particulières; celles-ci lui permettent d'être distinct des autres sons
- la propagation du son
- les effets sonores

Identification & Description des Sons Articulés

- phonétique articulatoire
 - voyelles
 - consonnes
 - simples
 - complexes
 - clicks
 - glides

Description à partir des organes anatomiques utilisés
dans la production du son

Identification & Description des Sons Articulés

(suite)

- phonétique acoustique
 - voyelles
 - voyelles hautes vs. voyelles basses (formant 1 - F_1)
 - voyelles postérieures vs. voyelles antérieures (F_2)
 - consonnes
 - sonores vs. sourdes
 - glides
 - semi-voyelles ou semi-consonnes?

Description du son selon sa nature physique

PRAAT: un logiciel d'analyse phonétique

- Créé par deux phonéticiens et phonologues



Paul Boersma



David Weenink

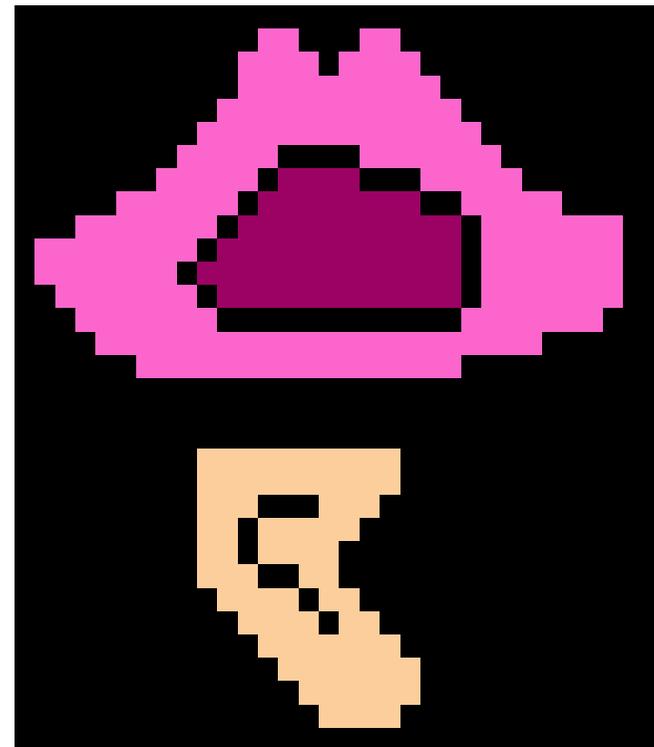
Institute for Phonetic Sciences
University of Amsterdam
The Netherlands

PRAAT: un logiciel d'analyse phonétique

- Gratuit
 - téléchargeable: www.praat.org
- En anglais, mais on peut facilement apprendre à l'utiliser et des manuels d'usage existent en français.

PRAAT: un logiciel d'analyse phonétique

- Pratique
 - collecte des données linguistiques
 - analyse acoustique
 - analyse spectrale
 - analyse statistique
 - identification des tons
 - manipulation de la parole
 - synthèse de la parole
 - etc.



Analyse Acoustique

- production de la parole articulée
 - collecte des données linguistiques
 - selon une certaine méthodologie spécifique
 - avec des objectifs spécifiques
 - des outils spécifiques (e.g. laptop, PRAAT, micro)
 - dans un environnement spécifique (labo or hors-labo)
 - expérience acoustique
 - organisation et gestion des données
 - segmentation, annotation et transcription
 - mesures acoustiques et relevé des données acoustiques
 - caractéristiques acoustiques particulières de chaque son

Analyse Acoustique

- production de la parole articulée (suite)
 - Observation et lecture empirique des résultats acoustiques
 - analyse statistique des résultats acoustiques

- **Exemplification: la réduction vocalique en vili**
 - dévoisement (Ndamba 1977, Lipou 1980, Blanchon 1990, Mabika Mbokou 1999)
 - processus phonologique de réduction vocalique (Ndinga-Koumba-Binza 2000)

	Préfixe	Radical/Thème	Finale
v̥	-	-	+
v	+	+	-

- **La réduction vocalique en Vili**

- détails acoustiques des syllabes non accentuées
- détails acoustiques des syllabes non accentuées

syllabe accentuée vs. syllabe non accentuée (Knight 2012:108-109)

	accentuée	non accentuée
intensité (SPL)	+	-
durée	+	-
hauteur (voix)	+	-
[ə]/[ɤ]	-	+

Données Linguistiques

- 2 locuteurs natifs
 - 1 femme, 35 ans, née à Mayumba, Gabon
 - 1 homme, 31, né à Ndindi, Gabon
- données collectées à Libreville, Gabon
 - Locuteur 1, intendante au Ministère de l'Education Nationale
 - Locuteur 2, professeur de lycée
 - les 2 locuteurs parlent parfaitement le français et ont une connaissance très acceptable de l'anglais

Données Linguistiques (suite)

- Méthode d'Enregistrement
 - enregistrements digitaux pris en une seule session, sans entraînement préalable ni répétition
 - enregistrements pris à partir d'une fréquence échantillonnée par défaut à 22 kHz
 - Enregistrements effectués dans une pièce non bruyante de la maison, portes et fenêtres hermétiquement fermées
 - il a été demandé aux occupants ordinaires d'évacuer la maison

Données Linguistiques (suite)

- corpus spécifiquement constitué:
 - 2 lots de 28 mots simples en isolation
 - un total de 52 (CV) tokens retenus

	P. Préfixale	Radical/Thème	P. Finale
C + [i]	5	5	-
C + [i̥]	5	-	5
C + [u]	3	3	-
C + [u̥]	3	-	3
C + [a]	5	5	-
C + [ə]	5	-	5

Mesures Acoustiques

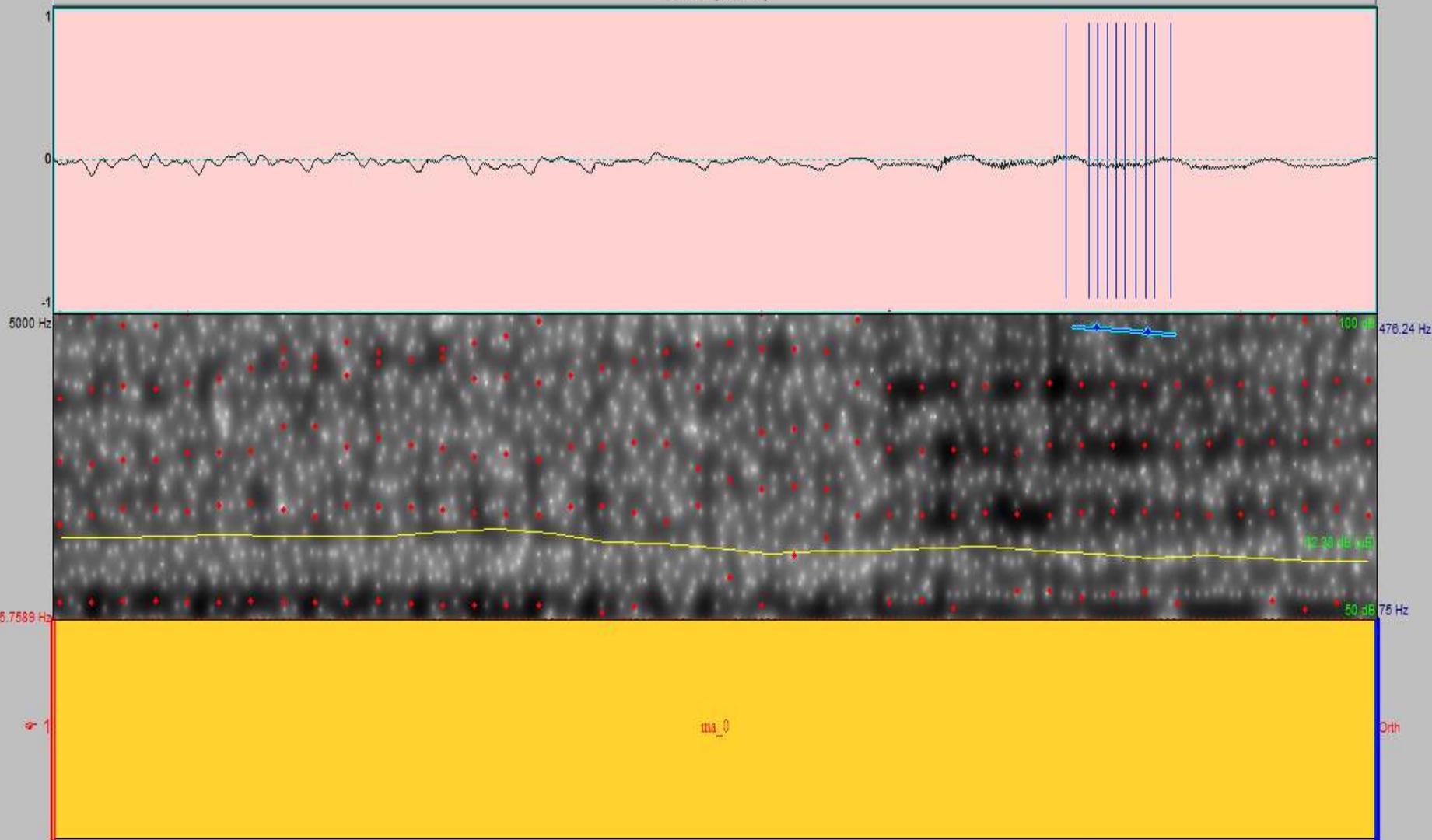
- Méthode
 - segmentation, annotation et transcription manuelles avec PRAAT
 - données mesurées pour chaque item:
 - valeurs de la durée des CV
 - valeurs de l'intensité des CV
 - Valeurs des fréquences fondamentales de V dans une CV

Mesures Acoustiques

- **Méthode** (suite)
 - double procédure auditive et inspection visuelle dans un TextGrids synchronisé spectrogramme et forme ondulée généré par PRAAT.
 - le début et la fin de chaque CV cible ont été préalablement déterminés
 - les frontières ont été établies au niveau du relâchement du segment précédent et à la dernière période perceptible
 - toutes les mesures ont été faites à la ligne zéro de croisement
 - l'intensité acoustique a été prise pour mesurer le niveau de pression du son

ma_0

0.259104 (3.859 / s)



0.948335 0.948335

Visible part 0.259104 seconds

1.207439

0.325078

Total duration 1.532517 seconds

all in out sel

Group

Mesures Acoustiques (suite)

- Screenshot readings
 - $CV =$ [m \emptyset]
 - $CV_{dur} =$ 0.25 s
 - $V_{dur} =$ 0.09 s
 - $F_0 =$ 476 Hz (erreur)
 - $SPL =$ 50dB – 62 dB

Résumés des Résultats Acoustiques

- Moyennes des deux locuteurs

	CV_{dur}	V_{dur}	F_0	SPL
C + [i]	0.3 s	0.2 s	230 Hz	dB
C + [i̥]	0.1 s	0.07 s	90 Hz	66.5 dB
C + [u]	0.3 s	0.2 s	130 Hz	67 dB
C + [u̥]	0.2 s	0.09 s	82 Hz	65 dB
C + [a]	0.3 s	0.2 s	272 Hz	76 dB
C + [ə]	0.2 s	0.08 s	129 Hz	59 dB

Observations

- Durée
 - les voyelles préfixales et finales sont toutes brèves
 - les voyelles du radical/thème peuvent être longues ou brèves
 - les CV du radical/thème paraissent plus longues que toute autre CV
 - C_{dur} semble ne pas être influencée par sa position dans le mots

Observations (suite)

- Fréquence Fondamentale
 - F_0 paraît relativement plus faible dans les CV préfixales et finales que dans les CV de radical/thème
 - F_0 est quasiment zéro ou proche de zéro dans une CV finale
 - la ligne de la hauteur de la voix paraît plus stable dans une CV de radical/thème qu'ailleurs
 - aucune indication de hauteur de la voix n'apparaît en CV finale

Observation (suite)

- Intensité
 - SPL apparaît relativement plus bas en CV préfixale et finale qu'en CV de radical/thème

	non accentuée	accentuée (RAD/TH)
v̇	+	-
v	+	+



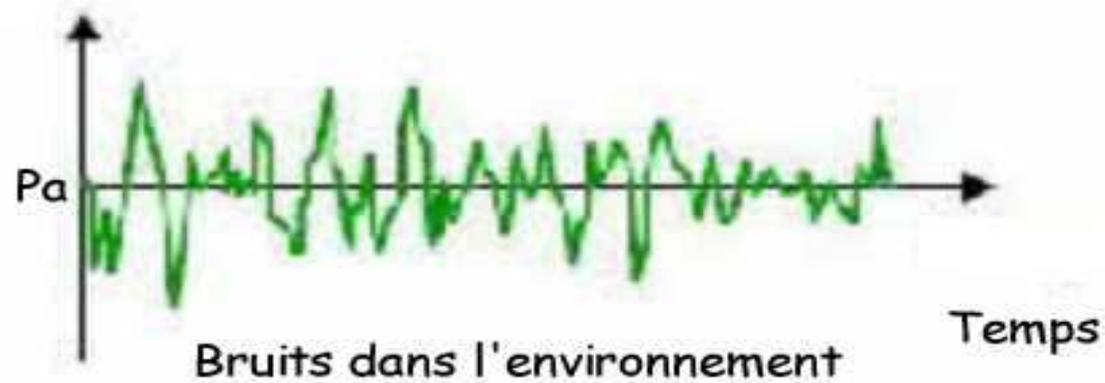
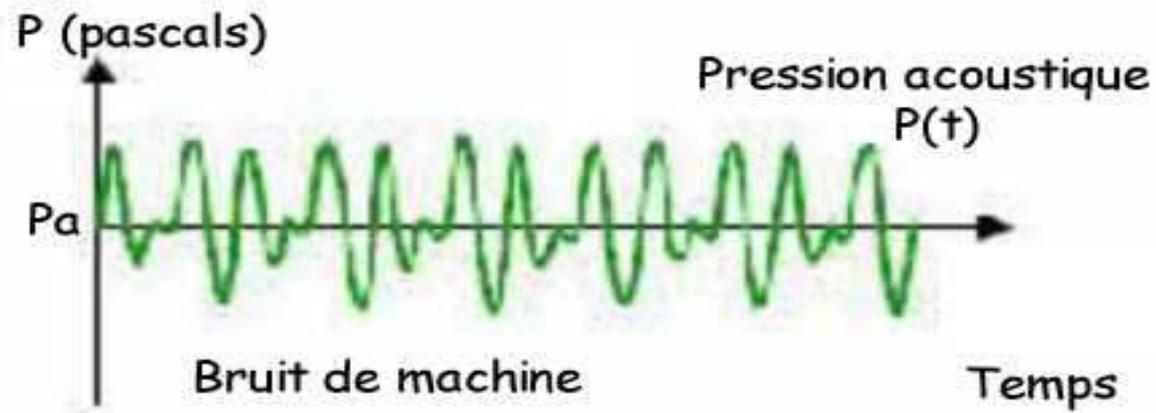
Cas d'Etudes Ecologiques et Ethnobiologiques

Cas d'Etudes

1. Le Son: Source d'Information
2. Travaux en Acoustique Animale
3. Collecte des Données chez les Oiseaux

Le Son: source d'information

- Conception Générale
 - le son est en lui-même d'une importance primaire pour les gens vivant dans un environnement typique
- Réalité:
 - résultat de son impact sur les organes auditifs
 - importante source d'information du monde extérieur



Le Son: source d'information

- c'est l'information sur l'objet, source du son, qui peut influencer les actions du perceuteur (e.g. le bruit de la pluie, le rugissement du lion, etc.)
- le système auditif est capable de détecter à partir d'une variété d'évènements acoustiques une information détaillée sur
 - la distance de la source du son
 - sa vélocité
 - la direction de son mouvement
 - sa taille et son poids

Le Son: source d'information

- le cas des aveugles
- la faculté de certains animaux
- l'écho boomerang
- le vide entre deux murs
- la chute d'un objet
- l'explosion
- la **voix** (maladie, émotions, sexe, âge, etc.)
- etc.

Le Son: source d'information

- la production du son est toujours conditionnée par plusieurs facteurs qui laissent des traces dans le signal acoustique du son produit (e.g. guitare sèche, guitare acoustique et guitare électrique)
 - sexe
 - durée, SPL, F_0 , etc.
 - âge
 - F_1 - F_2 , SPL, F_0 , etc.



Le son, source d'information

une variété d'aspets de l'acoustique:

(en anglais)

http://ica2016.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=188

Le son, source d'information

- Quelle information nous donneraient les chants d'oiseaux ou les cris d'animaux sur
 - leur dénomination
 - noms onomatopéiques: *mughughu* vs. *mopipi*
 - leur catégorisation et classification
 - leurs modes de communication et aptitudes langagières
 - le perroquet
 - une articulation sans appareil articulatoire



Acoustique Animale

une définition?



Acoustique Animale

une définition?

Quelques Etudes Existantes

- Z. Zaccarelli, C.P.H. Elemans, W.T. Fitch, H. Herzel, “Modelling Bird songs: voice onset, overtones and registers”, *Acta Acustica united with Acustica* 92 (2006) 731-748.
- Z. Chen, R. C. Maher, “Semi-automatic classification of bird vocalizations using spectral peak tracks”, *J. Acoust. Soc. Am.* 120 (2006) 2974-84.
- C. Chin, C.F. Moss, “The role of the external ear in vertical sound localization in the free flying bat, *Eptesius Fuscus*”, *J. Acoust. Soc. Am.* 121 (2007) 2227-35
- H.U. Schmitzler, C.F. Moss and A. Dezingler, “From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats”, *Trends in Ecology and Evolution* 18 (2003) 386-94.
- Q.Zhuang and R. Müller, “Noseleaf furrows in a horseshoe bat act as resonance cavities shaping the biosonar beam”, *Phys. Rev. Lett* 97 (2006) 218701
- B. S. Miller, A.L. Zosuls, D.R. Ketten and D.C. Montain, “Middle-ear stiffness of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*”, *IEEE, J. Oceanic Eng.* 31 (2006) 87-94.
- W.W:L. Au, A.A. Pzck, M.O Lammers, L.M. Herman, M.H. Deakos, K. Andrews, “Acoustic properties of humpback whale songs”, *J. Acoust. Soc. Am.* 120 (2006)

Quelques Etudes Existantes (suite)

- Sol CAMACHO-SCHLENKER (2011), *Etudes des réseaux de communications acoustiques chez un oiseau forestier, le Troglodyte mignon (Troglodytes troglodytes)*. Thèse de Doctorat. Université Paris 8.
 - Méthodologie simple et facilement transposable
 - enregistrements ciblés 8 groupes d'individus
 - enregistrements continus
 - interactions entre voisin
 - rythmes journaliers des chants
 - localisation des émetteurs (triangulation)

Quelques Etudes Existantes (suite)

- Sol CAMACHO-SCHLENKER (2011)

Tous les enregistrements ont été transférés sur ordinateur et analysés à l'aide du logiciel particulier (Avisoft SAS-Lab pro v.5.1).

Pour les analyses acoustiques et les expériences de diffusion, seuls les chants ayant un bon rapport signal/bruit ont été utilisés.

Ces chants ont été filtrés pour éliminer les sons situés en dehors de la bande de fréquence utilisée par les troglodytes (filtre passe-bande entre 3000 et 9000 Hz) avec le logiciel.

Une Méthode de Collecte des Données

- Données langagières des oiseaux
 - Chants d'oiseaux – la vision acoustique du son
 - Olivier Messiaen (1908-1992)
 - Ornithologue, compositeur, admirateur d'oiseaux et amoureux des notes
 - +400 chants d'oiseaux (du monde entier) répertoriés et transcrits

Chants d'Oiseaux – la vision acoustique du son

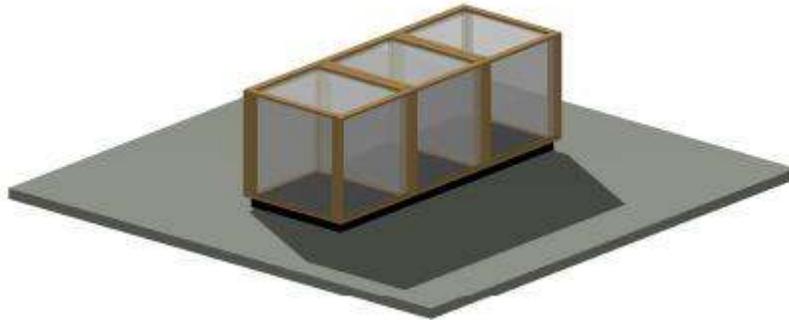
- La Méthode Messiaen pour la collecte des données
 - des véritables oiseaux
 - une volière
 - un pianiste
 - deux laptops
 - logiciel ignoré
 - audacity
 - praat

La volière

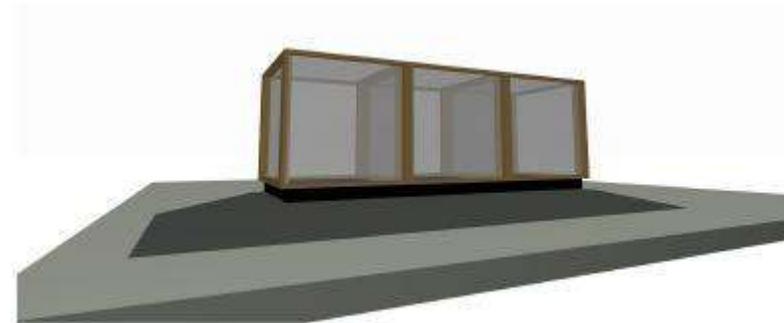
Longueur: 600 cm

Largeur: 200 cm

Hauteur: 240 cm



vue axonométrique



vue spectateur



Vidéo: http://www.dailymotion.com/video/xdikcs_agence-void-chants-d-oiseaux-la-vis_creation

Quelques Ressources sur le Web et Autres Méthodes

- Centre de Bioacoustique, Université de Pavi
– bibliothèque d'enregistrement des cris d'animaux

http://www.unipv.it/webcib/edu_equipment_uk.html

- Audio-blogs de SONATURA

<http://www.attrape-son.fr>

<http://naturophonia.jimdo.com>

<http://www.audioblog.ch>

<http://www.chants-oiseaux.fr/>

<http://sons-nature.eklablog.com/>

<http://biophonie.info/>