



# LA VOIX JUSTE : LA SCIENCE AU SERVICE DU CHANT

ISAE

12/12/2012

**Pauline Larrouy-Maestri & Dominique Morsomme**

*Logopédie de la Voix*

*Département de Psychologie: cognition et comportement*

*Université de Liège - Belgique*

# Est-ce juste ?

2



# Est-ce juste ?

3

**CORRECTE**



**ERREUR DE CONTOUR**



**ERREUR D'INTERVALLES**



**ERREUR DE CENTRE TONAL**



# Est-ce juste ?

4



# La voix juste : la science au service du chant

53

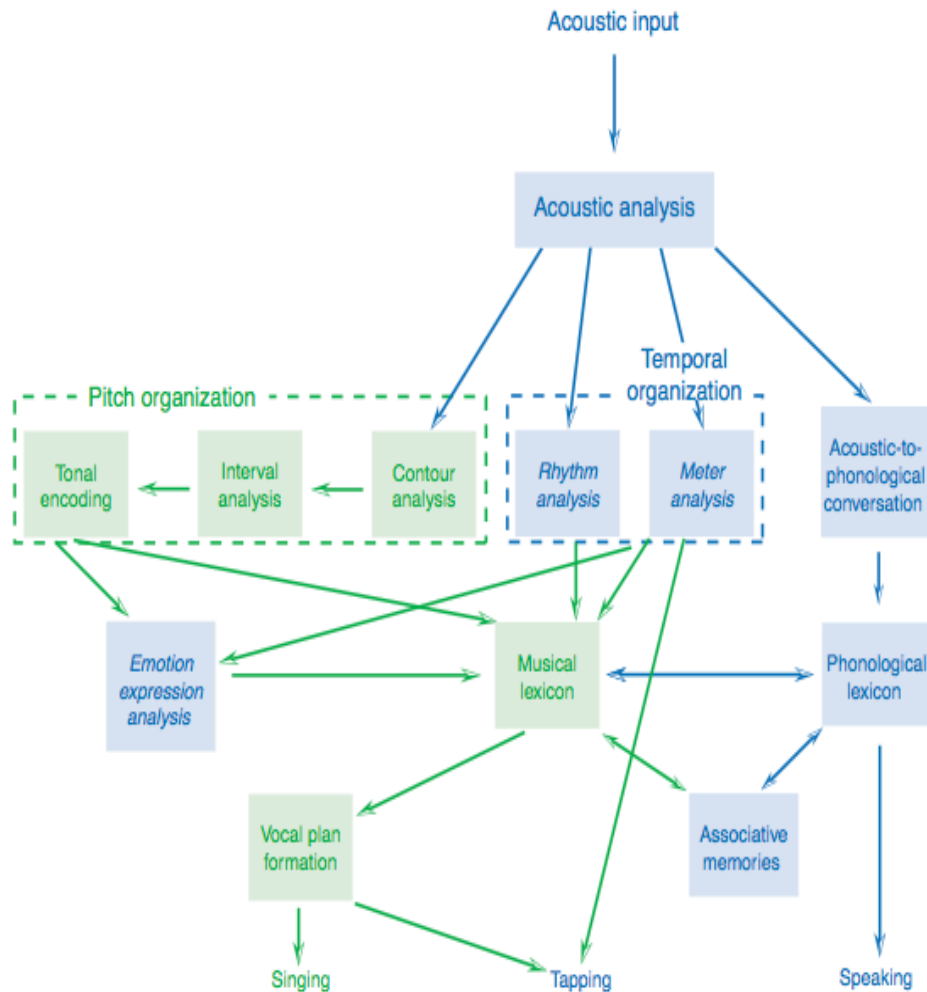
- ▣ La justesse vocale
- ▣ Outils d'évaluation
- ▣ Evaluation de la justesse
- ▣ Processus de jugement

# La justesse vocale

- Définition
- Méthodes d'évaluation
  - Subjective
  - Objective

# La justesse vocale : définition

7

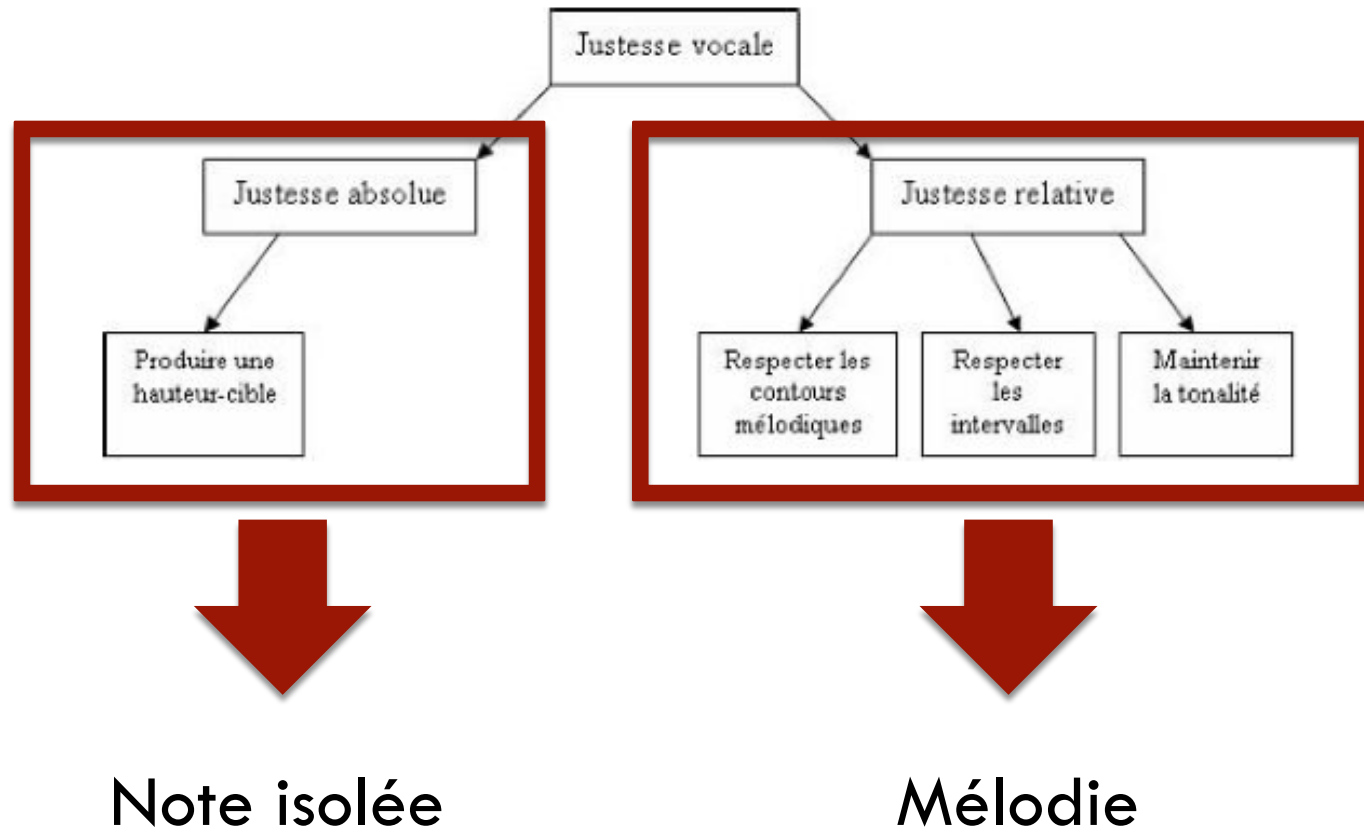


Modèle de traitement  
de la musique  
(Peretz & Coltheart, 2003)

# La justesse vocale : définition

8

Schön et al. (2004)





# La justesse vocale : méthodes subjectives

9

## □ Jugement

- Echelles ou grilles d'évaluation (Salvator, 2010)
- Jury d'experts
  - Pédagogie (Gabrielsson, 2003)
  - Psychologie expérimentale (e.g., Hébert et al., 2003; Schön et al., 2004; Racette et al., 2006; Wise & Sloboda, 2008)

## □ Auto-évaluation

- 59% de la pop. pense chanter faux (Pfordresher et al., 2007)
- Sous estimation (Cuddy et al., 2005)

# La justesse vocale : méthodes objectives

10

- **Méthodes semi-automatiques** (e.g. Berkowska & Dalla Bella, 2009; Dalla Bella et al., 2007, 2009; Pfordresher et al., 2009, 2010)
  - ▣ Normes différentes selon le labo (1 / 2 ton, continuum)
  - ▣ Un seul critère (précision des intervalles)
  - ▣ Manque de consensus (Henry & McAuley, 2010)
    - La majorité de la population chante juste (Dalla Bella et al., 2007)
    - 4% de la pop. serait amusique (Kalmus & Fry, 1980)
    - Estimation de 10 à 15% pour un problème de justesse (Pfordresher et al., 2009; Hutchins & Peretz, 2011)

**Observer les variations de la f0 à l'aide d'outils spécifiques**

# Outils d'évaluation

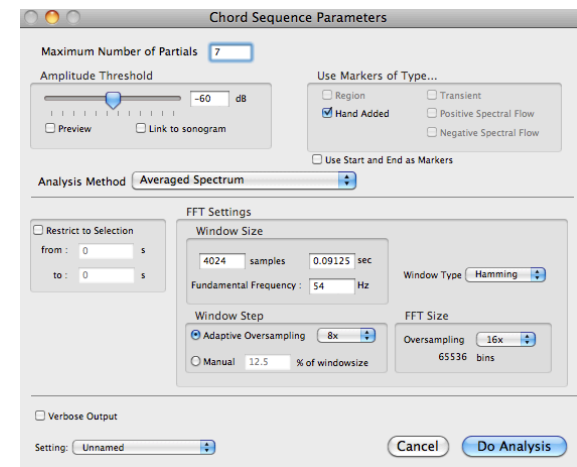
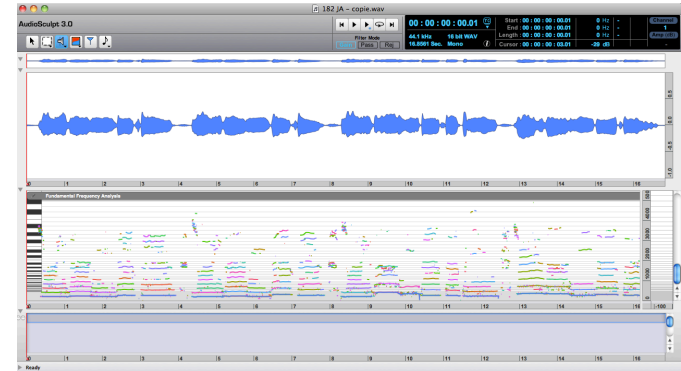
- **Description**
- Voix de chanteurs non entraînés
- Voix de chanteurs entraînés

# Outils d'évaluation

## AudioSculpt (Ircam, France)

12

- Segmentation manuelle
- Analyse des accords

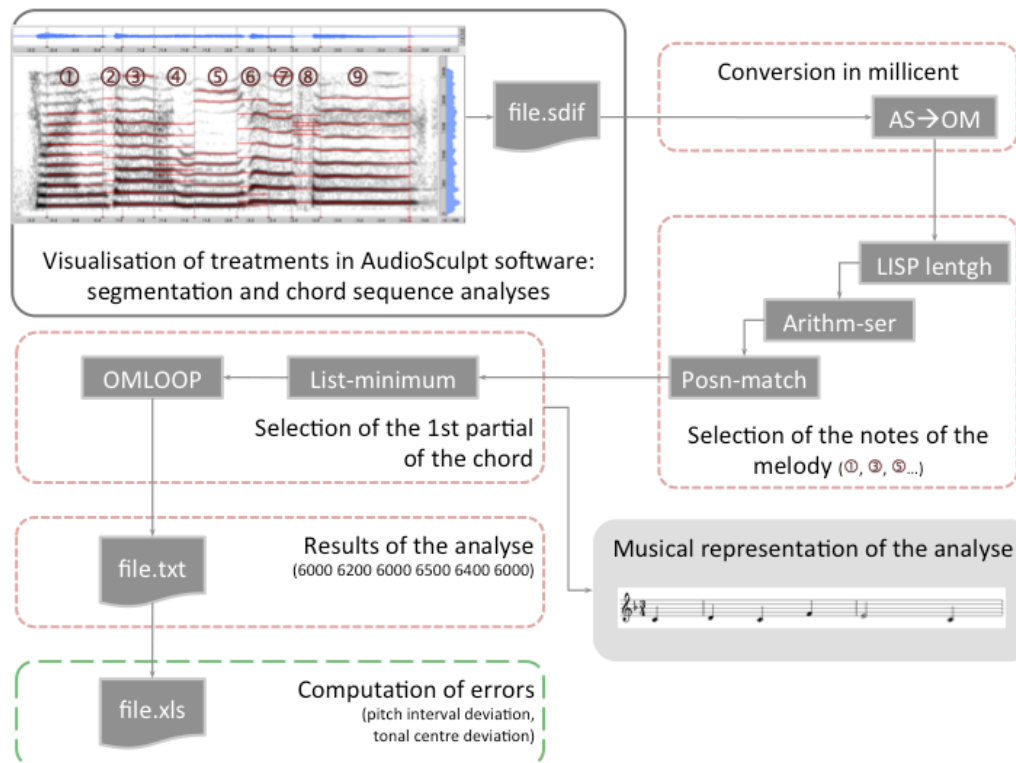


# Outils d'évaluation

## OpenMusic (Ircam, France)

13

- Sélection des notes
- Extraction de la f0



# Outils d'évaluation

## Calcul des erreurs

14

- Nombre d'erreurs de contour
  - Précision des intervalles
    - ▣ Mesure de chaque deviation
    - ▣ Moyenner les valeurs absolues
- Respect du centre tonal
  - ▣ Notes harmoniquement importantes
  - ▣ Moyenner les valeurs absolues

**CORRECTE**



**ERREUR DE CONTOUR**



**ERREUR D'INTERVALLES**



**ERREUR DE CENTRE TONAL**



# Outils d'évaluation

- Description
- **Voix de chanteurs non entraînés**
- Voix de chanteurs entraînés

# Voix de chanteurs non entraînés

## Méthode

16

- Participantes
  - 63 chanteuses occasionnelles
    - de 15 à 75 ans ( $M = 29.83$ ,  $SE = 1.89$ )
  - 14 chanteuses en section opéra du RSAMD de Manchester
    - de 19 à 54 ans ( $M = 24.29$ ;  $SE = 2.35$ )
- Consignes
  - Glissandi (Amir, Amir, & Michaeli, 2005)
  - Chanter « Joyeux Anniversaire » calmement
  - Deux techniques pour les chanteuses



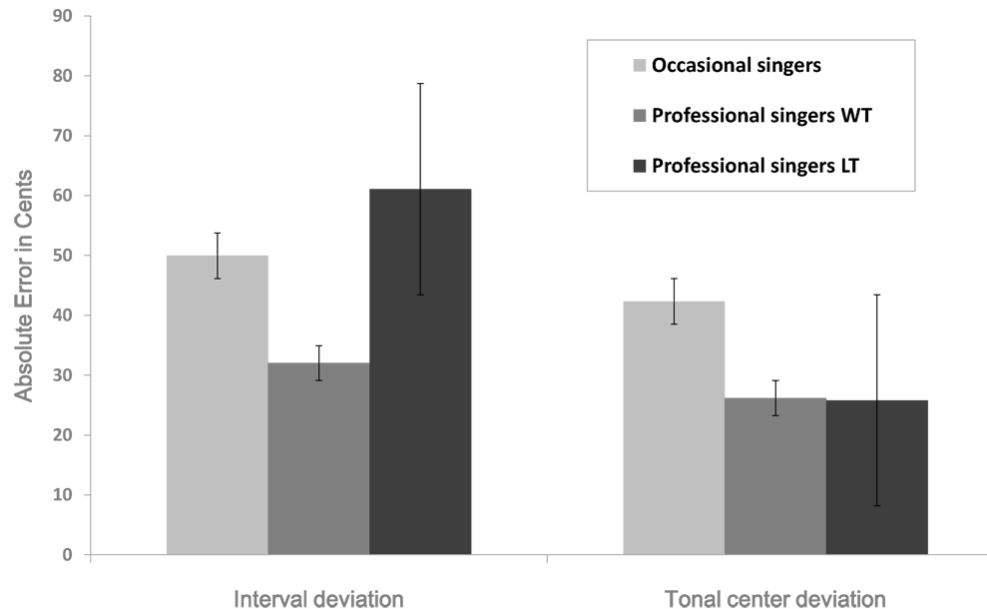


# Voix de chanteurs non entraînés

## Résultats : comparaison des performances

17

	Descriptive Statistics			One-way ANOVA
	Occasional singers <i>M (SE)</i>	Professional singers WT <i>M (SE)</i>	Professional singers LT <i>M (SE)</i>	
<b>Tempo</b> (beats per minute)	98.37 (1.79)	112.99 (4.59)	80.13 (4.53)	$F(2.88) = 16.61$ $p < .001$
<b>Interval deviation</b> (Absolute Error in Cents)	50.83 (3.29)	32.81 (2.25)	62.13 (7.66)	$F(2.88) = 5.07$ $p = .008$
<b>Tonal center deviation</b> (Absolute Error in Cents)	42.33 (4.14)	26.17 (3.32)	25.81 (6.17)	$F(2.88) = 3.00$ $p = .055$



# Voix de chanteurs non entraînés

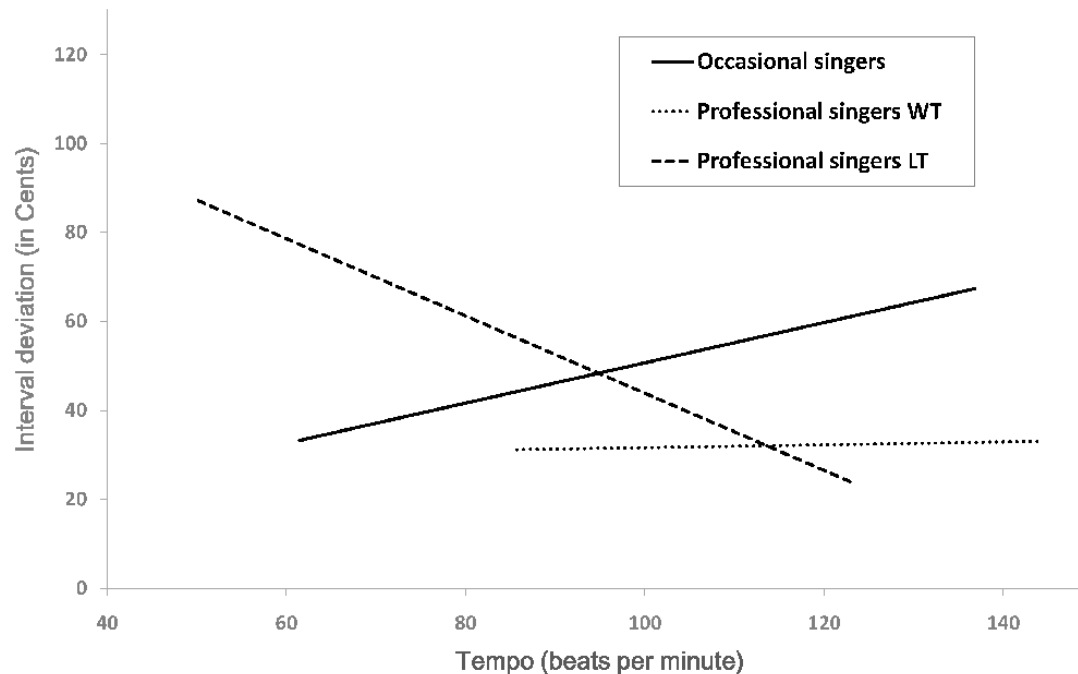
## Résultats : corrélations

18

Ch occasionnelles :  $r(63) = .321, p = .01$

Ch pro sans technique :  $r(14) = -.662, p = .01$

Ch pro avec technique :  $p = .66$



# Voix de chanteurs non entraînés

## Discussion

19

- Validation des outils
  - ▣ Meilleures performances pour les chanteuses entraînées
  - ▣ Profil attendu pour la relation tempo/justesse
- Effet de la technique
  - ▣ Limites des outils ?
  - ▣ Manque de participants ?
  - ▣ Effet de la mélodie (sur-interprétation) ?

**Larrouy-Maestri, P., & Morsomme, D. (in press).**

**Criteria and tools for objectively analysing the vocal accuracy of a popular song. *Logopedics Phoniatrics Vocology*.**

# Outils d'évaluation

- Description
- Voix de chanteurs non entraînés
- **Voix de chanteurs entraînés**

# Voix de chanteurs entraînés

## Participants

21

- 50 chanteurs professionnels
  - ▣ 38 femmes, 12 hommes
  - ▣ 19 à 66 ans ( $M = 36.94$ )
  - ▣ Début de formation entre 6 et 49 ans ( $M = 20.18$ )
  - ▣ Années d'expérience entre 5 et 51 ans ( $M = 19.86$ )
  - ▣ Entraînement :  $M = 13.68\text{h/semaine}$

**<http://sldr.org/sldr000792/en>**

# Voix de chanteurs entraînés

## Matériel et procédure

22

- **Glissandi** (Amir, Amir, & Michaeli, 2005)
- **2 mélodies x 2 techniques vocales**
  - ▣ Happy Birthday + mélodie romantique du répertoire du participant
  - ▣ “normalement” + technique vocale lyrique

Happy birthday => Romantique => ROMANTIQUE => HAPPY BIRTHDAY



- **Même méthode d'analyse**
  - ▣ Précision des intervalles
  - ▣ Nombre d'erreurs de modulation

# Voix de chanteurs entraînés

## Résultats

23

<b>Var.</b>	<b>Stat.</b>	<b>Popular song</b>		<b>Chosen melody</b>	
		birthday	BIRTHDAY	romantic	ROMANTIC
Intervals	Mean	28.788	37.606	34.307	42.568
	SE	3.364	4.136	3.093	2.769
Modulations	Mean	0.240	0.360	0.500	0.540
	SE	0.089	0.103	0.109	0.126

<b>Variables</b>	<b>Melody</b>	<b>Technique</b>
Intervals	0.118	0.012
Modulations	0.040	0.453

# Voix de chanteurs entraînés

## Discussion

24

- Effet de la technique confirmé
  - ▣ Le mystère des “voix lyriques” se poursuit
- Effet de la mélodie
  - ▣ Sur le nombre d’erreur de modulation
  - ▣ Pas d’effet de la mélodie pour la précision des intervalles
  - ▣ Possibilité d’utiliser différentes mélodies pour l’objectivation de la justesse vocale

**Larrouy-Maestri, P., Magis, D., & Morsomme, D. (submitted).**

**The effect of melody and technique on the singing voice accuracy of trained singers. *Logopedics Phoniatics Vocology*.**



# Mesures objectives de la justesse vocale

25

**OK**

Outil pratique,  
méthode reproductible

Perspectives  
éducatives et  
expérimentales

**MAIS**

Mystère des voix  
lyriques

Pondérer les critères  
en confrontant ces  
analyses avec le  
jugement de  
professionnels

# Evaluation de la justesse

- **Mesure objective vs subjective**
- Perspectives
  - Clinique
  - Pédagogique

# Mesure objective vs subjective

## Méthode

27

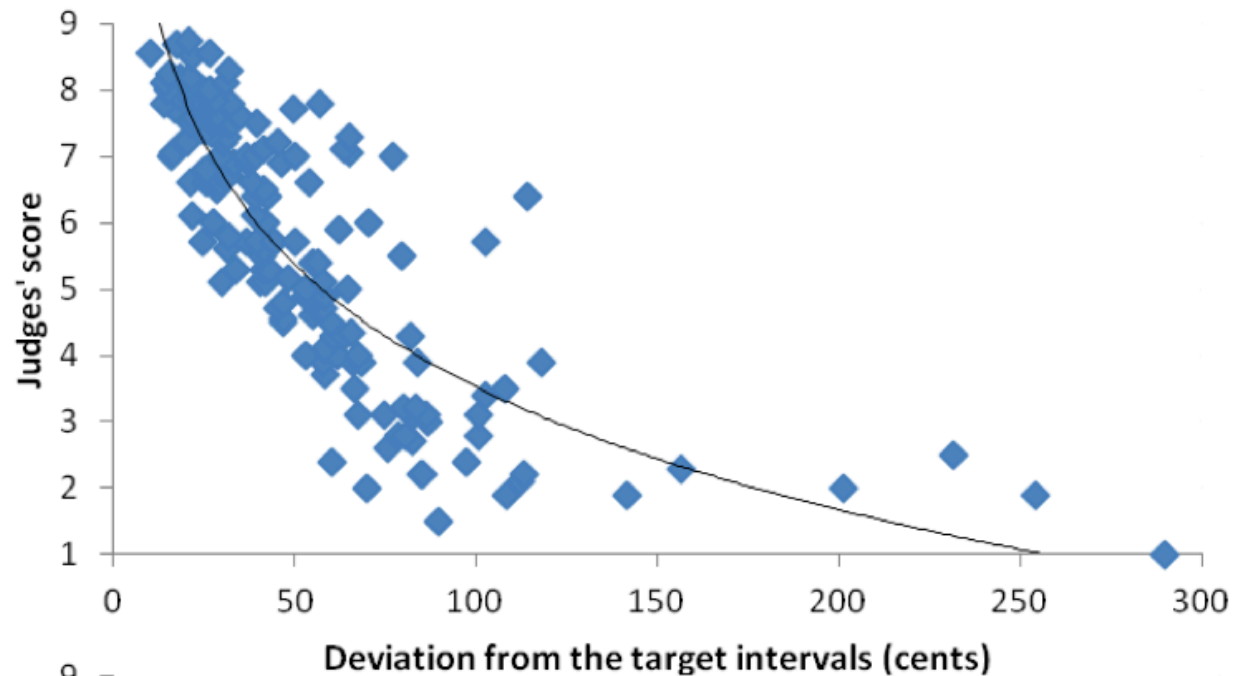
- Participants
  - 166 chanteurs occasionnels de 14 à 76 ans ( $M = 29.9$ )
  - <http://sldr.org/sldr000774/en>
- Mesures objectives
  - Utilisation de nos outils
  - 3 critères
    - Précision des intervalles
    - Nombre de modulations
    - Nombre d'erreurs de contour
- Mesures subjectives : 18 juges experts
  - 4 étudiants, 4 logopèdes, 4 musiciens pro, 4 chanteurs

# Mesure objective vs subjective

## Résultats

28

- Les juges sont d'accord entre eux
  - ▣  $r = 0.77$  ( $SD = 0.08, p < .01$ )
- Corrélation entre la précision des intervalles et le jugement



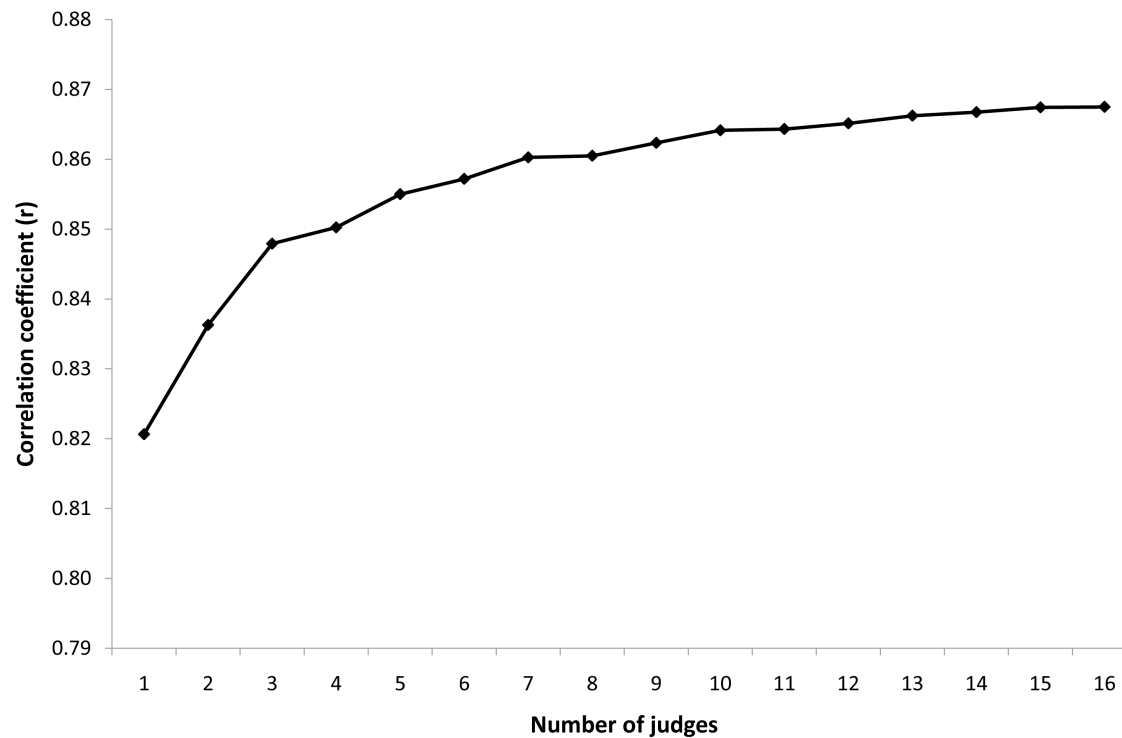
# Mesure objective vs subjective

## Résultats

29

- Même avec peu de juges

$r = 0.85, p < .01$  à partir de 3 juges



# Mesure objective vs subjective

## Résultats

30

- Poids des erreurs dans le jugement
  - ▣ 81% de la variance expliquée
  - ▣ Intervalles + modulations

R <sup>2</sup>	0,81	
Adjusted R <sup>2</sup>	0,81	p
F	232,17	2,00E-58

	Beta	t value	Pr(> t )
(Intercept)		16,30	5,68E-36
Intervalles	-0,51	-6,61	5,43E-10
Tonality	-0,45	-6,32	2,39E-09
Contours	0,08	1,89	0,06

# Mesure objective vs subjective

## Discussion

31

- Deux méthodes possibles
- Perspectives expérimentales
  - ▣ Variance inexpliquée ?
  - ▣ Effet de l'expertise sur le jugement ?
  - ▣ Effet de la mélodie ?

**Larrouy-Maestri, P., Lévêque, Y., Schön, D., Giovanni, A., & Morsomme, D. (in press) The evaluation of singing voice accuracy: a comparison between subjective and objective methods. Journal of Voice**

# Evaluation de la justesse

- *Mesure objective vs subjective*
- **Perspectives**
  - Clinique
  - Pédagogique



- Compréhension d'un trouble de justesse
  - ▣ Prévalence d'un trouble (Henry & McAuley, 2010)
  - ▣ Normes (Berkowska et al., 2009; Dalla Bella et al., 2007, 2009, Pfordresher et al., 2007, 2010)
  - ▣ Définition de l'amusie en production: type d'erreur
- Processus de perception
  - ▣ Poids des erreurs
  - ▣ Effet d'expertise
- Musique et langage
  - ▣ Justesse mélodique = Justesse de la parole

- Objectivité des notes
  - ▣ Adapter des grilles d'évaluation
  - ▣ Evaluation en parallèle
- Effet de l'anxiété sur la performance (Annexe 2)
  - ▣ Contrôle de la fr cardiaque et interprétation des symptômes
  - ▣ Facilitant pour des étudiants de 1ère année
  - ▣ Handicapant pour les élèves avancés
    - Perception négative du stress
    - Problème au niveau du centre tonal

# Processus de jugement

- Effet de la technique
- Effet du contexte

# Processus de jugement : effet de la technique

## Participants

36

- 22 juges experts
  - 8 femmes et 14 hommes
  - Age ( $M = 45.68$ ;  $ES = 2.38$ )
  - Expérience professionnelle ( $M = 35.77$ ;  $ES = 2.29$ )
  - Pratique ( $M = 18.68$  h/semaine;  $ES = 2.69$ )
- 14 chanteurs entraînés
  - Sélection de <http://sldr.org/sldr000792/en>
  - Voix de femmes ( $M = 352.55$  Hz;  $ES = 21.13$ )
  - Dernière phrase de JA
  - Avec une longue note vibrée ( $M = 1.45$  s;  $ES = 0.19$ )

# Processus de jugement : effet de la technique

## Contrôle des paramètres acoustiques

37

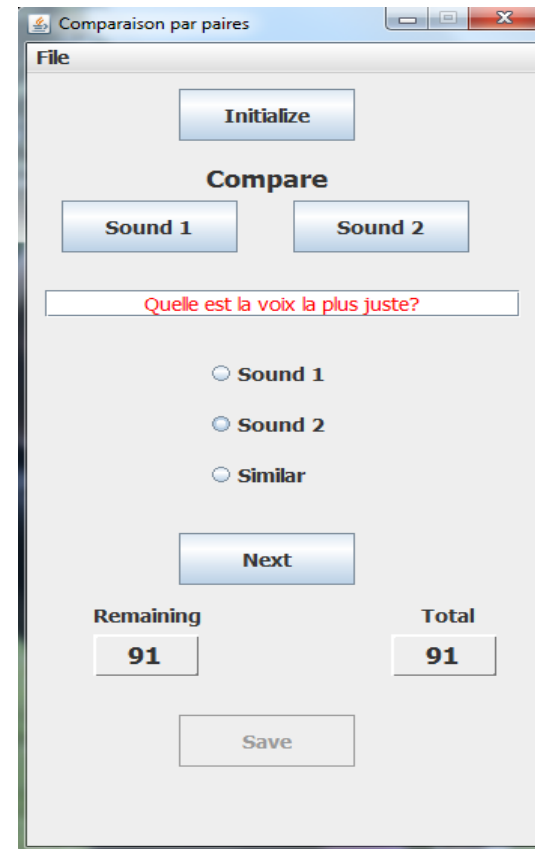
- Caractéristiques musicales
  - Justesse
    - Précision des intervalles
    - Nombre d'erreurs de modulation
  - Tempo
  - $f_0$
- Caractéristiques vocales
  - Charge en harmoniques
  - Vibrato (fréquence et amplitude)
- Perturbation vocale
  - Jitter%, Shimmer%, NhR, SDF0

# Processus de jugement : effet de la technique

## Méthode

38

- Tâche de jugement par paires  
(Kacha, Grenez & Schoentgen, 2005)
  - ▣ Quelle est la voix la plus juste ?
  - ▣ Toutes les phrases sont comparées
  - ▣ 91 paires
  - ▣ Choix positif : +1
  - ▣ Similaire : +0.5
- Test-retest
- Classement des chanteurs

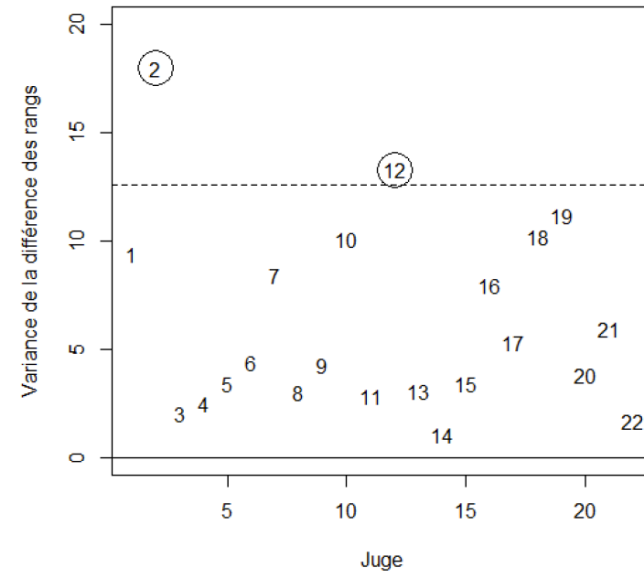
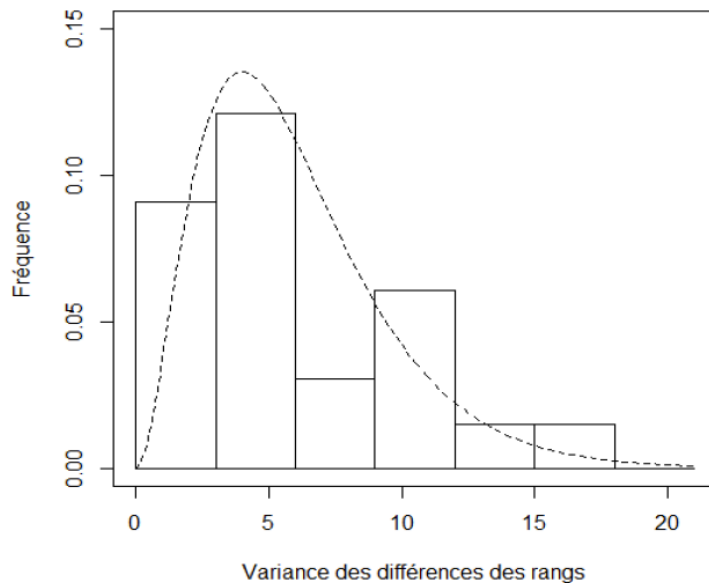


# Processus de jugement : effet de la technique

## Résultats : Concordance intra-juge

39

- Variances des différences des rangs entre le test et le retest



- Variance  $> 12.59$  : peu probable donc juge peu fiable

# Processus de jugement : effet de la technique

## Résultats : Concordance inter-juges

40

- Procédure
  - ▣  $\tau$  de Kendall sur les 20 tests transformés en rang
  - ▣ Observation du nombre de scores similaires
  - ▣ Pourcentage sur le nombre total
- Concordance = 73.68 %



# Processus de jugement : effet de la technique

## Résultats : Corrélations de Spearman

41

- Entre le score donné par les 20 juges et les paramètres acoustiques

	N	R	t(N-2)	p-valeur
Jugements & fo	14	0,171617	0,603453	0,557442
Jugements & rapport h/b	14	0,308031	1,121586	0,283981
Jugements & déviation stand	14	-0,063806	-0,221483	0,828440
Jugements & jitter	14	-0,072607	-0,252185	0,805166
Jugements & shimmer	14	-0,246425	-0,880803	0,395723
Jugements & tempo	14	-0,079248	-0,275390	0,787701
Jugements & justesse int	14	-0,169417	-0,595486	0,562581
Jugements & harmoniques	14	0,272827	0,982370	0,345310
Jugements & vibrato F	14	0,033003	0,114389	0,910821
Jugements & vibrato A	14	-0,420242	-1,60430	0,134627

- Pas de relation !

# Processus de jugement : effet de la technique

## Résultats : Corrélations de Spearman

42

- Pour chaque juge
- Quelques relations
  - ▣ Amplitude du vibrato (3 juges)
    - Plus c'est ample, moins c'est juste
  - ▣ Qualité vocale : shimmer, rapport signal-bruit (1 juge)
    - Plus c'est perturbé, moins c'est juste
  - ▣ Richesse en harmonique (1 juge)
    - Plus c'est riche, plus c'est juste
  - ▣ Tempo (1 juge)
    - Plus c'est rapide, plus c'est juste

# Processus de jugement : effet de la technique

## Discussion

43

- Stratégie ou processus similaire
- Pas de relation claire entre mesures acoustiques et jugement perceptif
  - ▣ Autres composantes acoustiques à mesurer
  - ▣ Voix lyriques non mesurables
  - ▣ Choix de la question : justesse / beauté

**Larrouy-Maestri, P., Magis, D., & Morsomme, D. (en préparation).  
The evaluation of singing voice accuracy: the case of the  
operatic singing voices.**

# Processus de jugement

- Effet de la technique
- **Effet du contexte**

# Processus de jugement : effet du contexte

45

- Critères de jugement peu précis (Gabrielsson, 2003) malgré de nombreuses tentatives de grilles (Salvator, 2010)
- Facteurs non musicaux très importants (Davidson & Coimbra, 2001)
- Effet des attentes du jury (Cavitt, 1997; Duerksen, 1972)
  - ▣ Enregistrements
  - ▣ Label « étudiant » ou « professionnels »
  - ▣ Evaluation différence : scores plus bas pour les étudiants

**Effet des attentes du jury sur l'évaluation  
de la justesse ?**

# Processus de jugement : effet du contexte

## Matériel

46

- 31 étudiants en solfège au conservatoire (2 niveaux)
- Mélodie apprise en cours et chantée à l'examen

80 :

Voice

1 2 3 4 5 6 7

15 16 17

8 9 10 11 12 13 14

18

- Jury
  - 4 professionnels
  - Concertation et notation sur une échelle de 1 à 9

# Processus de jugement : effet du contexte

## Analyses

47

- Critères objectifs
  - Nombre d'erreurs de contour
  - Précision des intervalles
  - Respect du centre tonal
  - Tempo de la performance
- Critères subjectifs
  - Evaluation du jury
  - Auto-évaluation
    - Justesse
    - Plaisir de chanter
    - Niveau d'anxiété



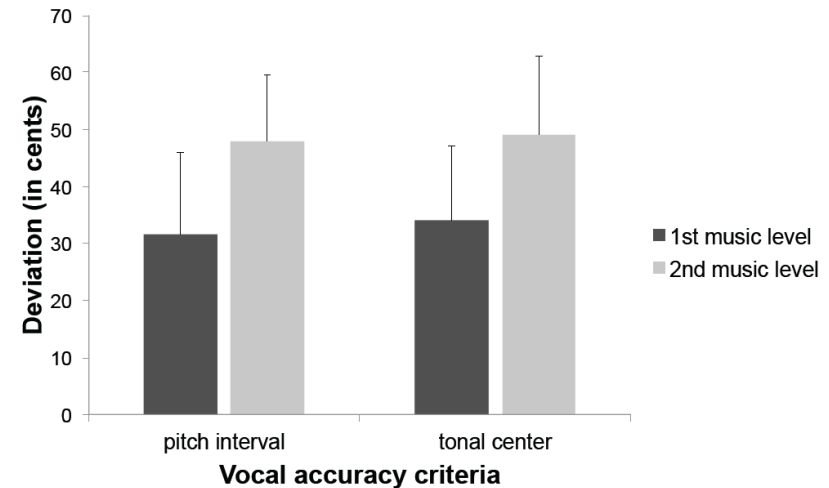
Contrôle des échantillons

# Processus de jugement : effet du contexte

## Contrôle des groupes

48

- Comparaison des groupes
  - ▣ 2<sup>ème</sup> année < 1<sup>ère</sup> année
  - ▣  $U = 66.00, p = .04$



- Manipulation des groupes pour que la seule différence soit le niveau d'étude (N = 26)

	Judge's rating	Performance analyzes			Self evaluation		
		Tempo	Pitch interval deviation	Tonal center deviation	Singing accuracy	Enjoyment of singing	Anxiety level
<b>Descriptive analyses M (ES)</b>							
1st year	6.97 (0.29)	90.22 (3.70)	17.05 (1.45)	20.06 (2.45)	6.44 (0.55)	7.00 (0.49)	6.46 (0.45)
2nd year	7.04 (0.36)	102.39 (4.74)	28.37 (5.10)	29.22 (5.49)	6.60 (0.64)	7.00 (0.67)	6.50 (0.34)
<b>Statistical analyses</b>							
U Mann-Witney	71.50	43.00	44.00	48.50	77.50	78.00	68.00
P	.660	.053	.060	.097	.897	.938	.551



# Processus de jugement : effet du contexte

## Résultats : jugement / variables

49

### □ Pour l'ensemble

■ Plaisir de chanter :  $r(26) = .524, p = .006$

■ Respect du centre tonal :  $r(26) = -.360, p = .071$  (tendance)

### □ Pour chaque sous-groupe

#### ■ 1<sup>ère</sup> année

■ Plaisir de chanter :  $r(16) = .595, p = .015$

#### ■ 2<sup>ème</sup> année

■ Respect du centre tonal :  $r(10) = -.693, p = .026$

■ Précision des intervalles :  $r(10) = -.559, p = .093$  (tendance)

■ Auto-évaluation de la justesse :  $r(10) = .799, p = .006$

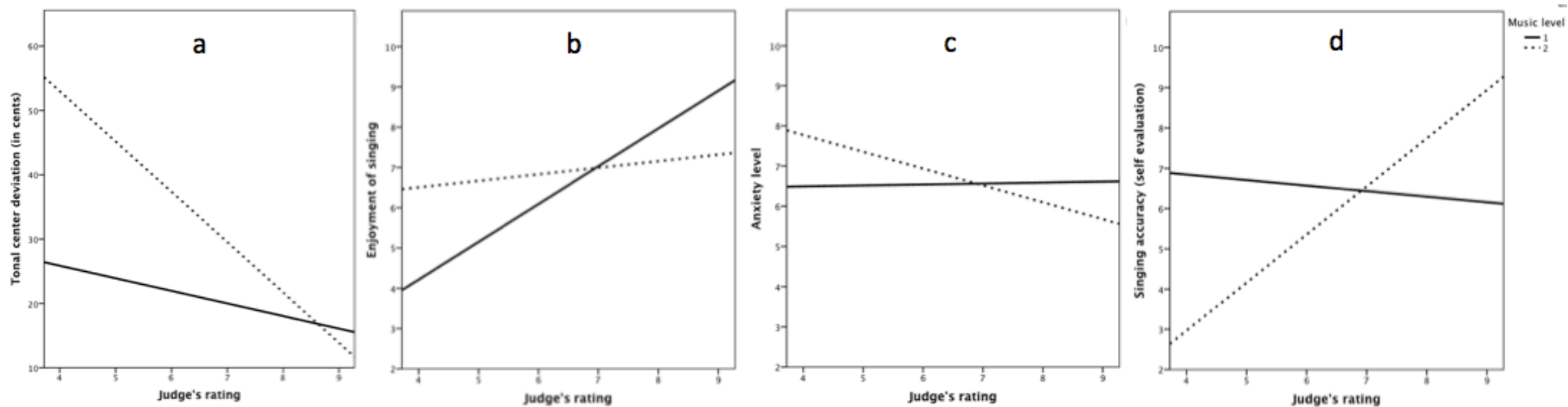
■ Niveau d'anxiété :  $r(10) = -.643, p = .045$

# Processus de jugement : effet du contexte

## Profil du jugement par niveau

50

- ▣ Respect du centre tonal (3a)
- ▣ Plaisir de chanter (3b)
- ▣ Niveau d'anxiété (3c)
- ▣ Auto-évaluation de la justesse (3d)



# Processus de jugement : effet du contexte

## Discussion

51

- Justesse contrôlée mais différents critères de jugement
- Pour le niveau 1
  - Corrélation avec le “plaisir de chanter” : encouragement ?
- Pour le niveau 2
  - Corrélation avec le score de justesse
    - Respect du centre tonal
    - Tendance pour la précision des intervalles
  - Corrélation avec le niveau d’anxiété (si haut - note basse)
  - Meilleure auto-évaluation de la justesse

**Larrouy-Maestri, P., & Morsomme, D. (soumis). The evaluation of singing voice accuracy: the effect of jury’s expectations**

# Est-ce juste ?

- Evaluation objective
- Perspectives
- Nombreux effets
  - Technique
  - Contexte
  - Jury

# La voix juste : la science au service du chant

53



?

**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION**

# Références

- Amir, O., Amir, N., & Michaeli, O. (2005). Evaluating the Influence of Warmup on Singing Voice Quality Using Acoustic Measures. *Journal of Voice*, 19(2), 252-260.
- Bermudez de Alvear, R. M., Baron-Lopez, F. J., Alguacil, M. D., & Dawid-Milner, M. S. (2012). Interactions between voice fundamental frequency and cardiovascular parameters. Preliminary results and physiological mechanisms. *Logopedics, phoniatrics, vocology*.
- Berkowska, M., & Dalla Bella, S. (2009). Reducing linguistic information enhances singing proficiency in occasional singers. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 108-111.
- Brenner, M., Branscomb, H. H., & Schwartz, G. E. (1979). Psychological stress evaluator. Two tests of a vocal measure. *Psychophysiology*, 16, 351–357.
- Cavitt, M. E. (1997). Effects of expectations on evaluators' judgments of music performance. In T. U. o. T. a. Austin (Ed.), *Texas Music Education Research*: Michigan State University.
- Cuddy, L. L., Balkwill, L., Peretz, I., & Holden, R. R. (2005). Musical difficulties are rare: A study of “tone deafness” among university students. In G. Avanzini, L. Lopez, S. Koelsch, & M. Majno (eds), *The Neurosciences and Music II: From perception to performance*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 311-21.
- Dalla Bella, S., & Berkowska, M. (2009). Singing Proficiency in the Majority. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 99-107.
- Dalla Bella, S., Giguère, J-F. and Peretz, I., 2007, Singing proficiency in the general population, *Journal of Acoustical Society of America*, 121(2), 1192-1189.

- Davidson, J. W., & Coimbra, D. C. C. (2001). Investigating performance evaluation by assessors of singers in a music college setting. *Musicae Scientiae*, 5(1), 33–53.
- Duerksen, G. L. (1972). Some effects of expectation on evaluation of recorded musical performance. *Journal of Research in Music Education*, 20, 268–272.
- Gabrielsson, A. (2003). Music performance research at the millennium. *Psychology of Music*, 31(3), 221-272.
- Hébert, S., Racette, A., Gagnon, L. and Peretz, I., 2003, Revisiting the dissociation between singing and speaking in expressive aphasia. *Brain*, 126(8), 1838-1850.
- Henry, M.J., & McAuley, J.D. (2010). On the prevalence of congenital amusia. *Music Perception*, 27(5), 413-418.
- Hutchins, S., & Peretz, I. (2011). Perception and action in singing. 191, 103-118.
- Hutchins, S., & Peretz, I. (2012). A frog in your throat or in your ear? Searching for the causes of poor singing. *Journal of experimental psychology. General*, 141(1), 76-97.
- Kacha, A., Grenez, F., Schoentgen, J. (2005). Voice Quality Assessment by Means of Comparative Judgments of Speech Tokens. *Proc. Europ. Conf on Speech Communication and Technology, Interspeech 2005*, 1733-1736
- Kalmus, H., & Fry, D. B. (1980). On tune deafness (dysmelodia): Frequency, development, genetics and musical background. *Annals of Human Genetics*, 43, 369-382.



- Langendörfer, F., Hodapp, V., Kreutz, G. and Bongard, S., 2006, Personality and performance anxiety among professional orchestra musicians. *Journal of Individual Differences*, 27(3), 162-171.
- Lively, S. E., Pisoni, D. B., Van Summers, W., & Bernacki, R. H. (1993). *Journal of the Acoustical Society of America*, 93, 2962–2973.
- Peretz, I., Champod, A.-S., & Hyde, K. (2003). Varieties of Musical Disorders : The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *New York Academy of Sciences*, 999, 58-75.
- Peretz, I., Coltheart, M., 2003, Modularity of music processing. *Nat. Neurosci*, 6, 688-691.
- Pfordresher, P. Q., & Brown, S. (2007). Poor-pitch singing in the absence of tone deafness. *Music Perception*, 25(2), 95-115.
- Pfordresher, P. Q., & Brown, S. (2009). Enhanced production and perception of musical pitch in tone language speakers. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(6), 1385-1398.
- Pfordresher, P. Q., Brown, S., Meier, K. M., Belyk, M., & Liotti, M. (2010). Imprecise singing is widespread. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(4), 2182.
- Racette, A., Bard, C., & Peretz, I. (2006). Making non-fluent aphasics speak: sing along! *Brain : a journal of neurology*, 129(10), 2571-2584.
- Russo, F.A., & Thompson, W.F. (2005). The subjective size of melodic intervals over a two-octave range. *Psychonomic bulletin & review*, 12(6), 1068-1075.

- Salvador, K. (2010). How Can Elementary Teachers Measure Singing Voice Achievement? A Critical Review of Assessments, 1994-2009. Update: Applications of Research in Music Education, 29(1), 40-47.
- Scherer, K. R. (1977). Effect of stress on fundamental frequency of the voice. Journal of Acoustical Society of America, 62, S25.
- Schön, D., Lorber, B., Spacal, M., Semenza, C., 2004, A selective deficit in the production of exact musical intervals following right-hemisphere damage. *Cognitive neuropsychologia*, 21, 773-784.
- Streeter, L. A., Krauss, R. M., Geller, V., Olson, C., & Apple, W. (1977). Pitch Changes During Attempted Deception. Journal of Personality and Social Psychology, 35(5), 345-350.
- van Besouw, R. M. V., Brereton, J. S., & Howard, D. M. (2008). Range of Tuning for Tones With and Without Vibrato. Music Perception, 26(2), 145-155.
- Wise, K. J., & Sloboda, J. A. (2008). Establishing an empirical profile of self-defined "tone deafness": Perception, singing performance and self-assessment. *Musicae Scientiae*, 12(1), 3-26.

# Annexe 1

## □ Contexte

- Le timbre et la grandeur des intervalles ont un effet sur la perception (Russo et al., 2005; Hutchins & Peretz, 2011)
- Effet de primauté, de récence ?
- Affiner les critères de justesse: zone de tolérance

## □ Participants

- Non experts
- Tâches de contrôle
  - Audiométrie
  - Production d'un JA
  - Batterie MBEA (Peretz, Champod, & Hyde, 2003)

# Précision des critères de justesse

61

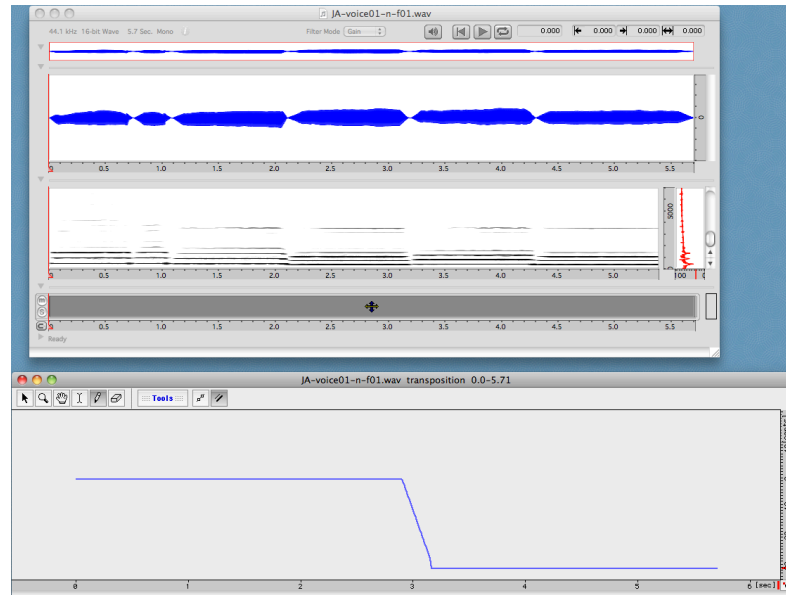
## ❑ Matériel

### ❑ Contrôle de la familiarité (enquête online)

❑ Dernière phrase de JA 

❑ Phrase similaire mais non connue 

❑ Intégration d'erreurs : -60, -50, -40, ..., +40, +50, +60



# Précision des critères de justesse

62

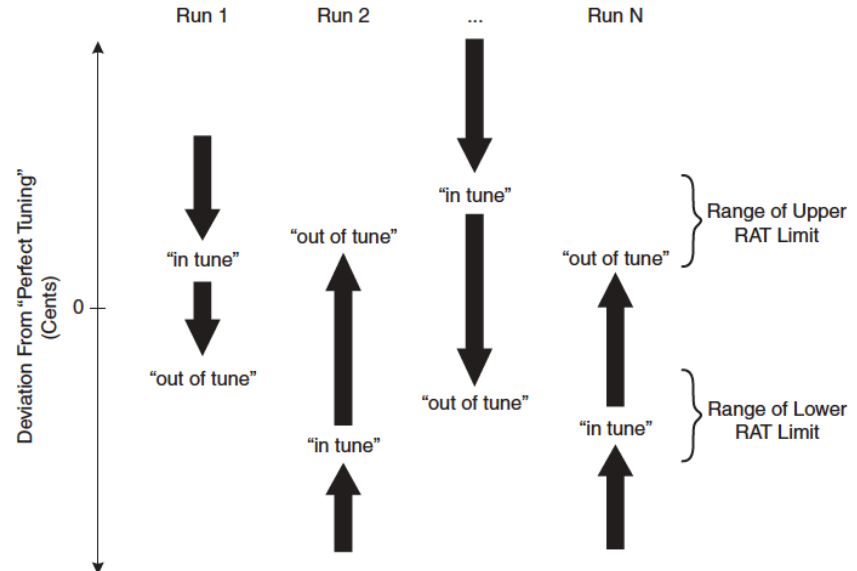
## □ Tâches

- Test-retest
- Méthode des limites

Van Besouw et al. (2008)

## □ Résultats

- Seuil de justesse chez des non-experts
  - Suite avec des experts
  - Variation du contexte mélodique
  - Effet du timbre
- Critère pertinent pour évaluer la justesse



# Annexe 2

# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Contexte

64

### □ Stress

#### ■ Symptômes physiologiques et psychologiques

(Langendörfer et al., 2006)

#### ■ Conséquences sur la f0

■ Augmente sous stress (Streeter et al., 1977, Scherer et al., 1977)

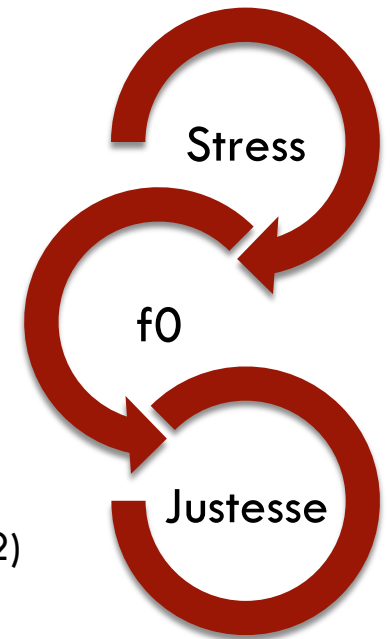
■ Diminue sous stress (Brenner et al., 1979; Lively et al., 1993)

■ F0 liée à la fréquence cardiaque (Bermudez et al., 2012)

### □ Objectifs

#### ■ Modifications physiologiques en examen de solfège ?

#### ■ Effet du stress sur la justesse





# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Participants et Matériel

65

- 31 étudiants en solfège au conservatoire (2 niveaux)
  - ▣ Monitoring + questionnaires
- Mélodie chantée et analysée

80 :

Voice

1 2 3 4 5 6 7

15 16 17

8 9 10 11 12 13 14

18

The image shows a musical score for voice on a yellow background. It consists of two staves of music in a single system. The top staff is labeled 'Voice' and contains a sequence of notes with stems pointing up. Below the notes are blue numbers 1 through 7, and green numbers 15, 16, and 17. The bottom staff contains a sequence of notes with stems pointing down. Below these notes are blue numbers 8 through 14, and a green number 18. Above the first staff, there is a tempo marking '80 : '. The key signature has one flat (Bb) and the time signature is 4/4. The music ends with a double bar line and repeat dots.

# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Procédure

66

- Observation du niveau d'anxiété
  - Fréquence cardiaque
  - Questionnaire CSAI-2R
    - Auto-évaluation de l'intensité des symptômes somatiques et cognitifs
    - Direction de ces symptômes (facilite ou handicape)

### □ Enregistrement à 3 temps

T0 : Apprentissage

T1 : Situation calme

T2 : Examen

T3 : Situation calme

### □ Analyse de la justesse avec nos outils

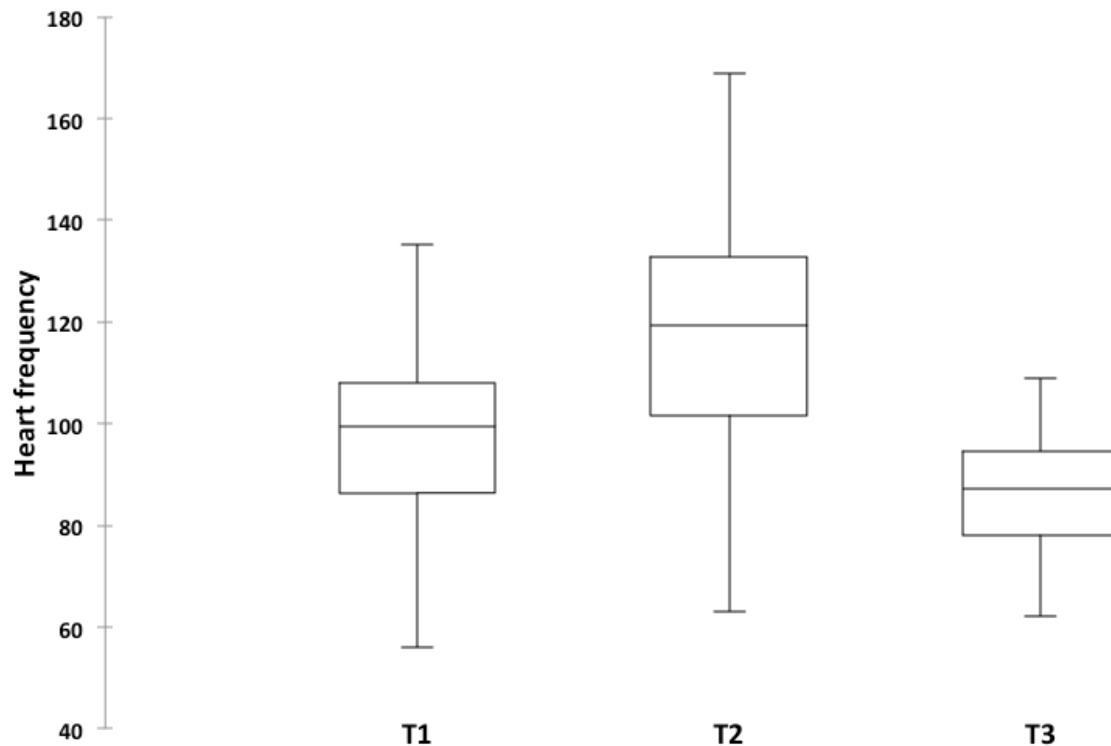
- Précision des intervalles
- Respect du centre tonal

# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Fréquence cardiaque

67

- ▣  $F(2, 90) = 12.60, p < 0.001$
- ▣  $T2 > T1$  ( $p = .02$ ) et  $T3$  ( $p < .001$ )



# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Symptômes cognitif et somatique

68

- Questionnaire CSAI-2R (Martinent et al., 2010)
- T2  $\neq$  T3

Symptoms	T2 M (SD)	T3 M (SD)	Difference T2 / T3
Somatic (intensity)	23.74 (1.10)	13.13 (0.78)	$p < .001$
Somatic (direction)	-5.13 (1.33)	3.29 (2.53)	$p = .002$
Cognitive (intensity)	27.68 (1.40)	15.06 (1.07)	$p < .001$
Cognitive (direction)	-9.10 (1.54)	3.23 (2.44)	$p < .001$

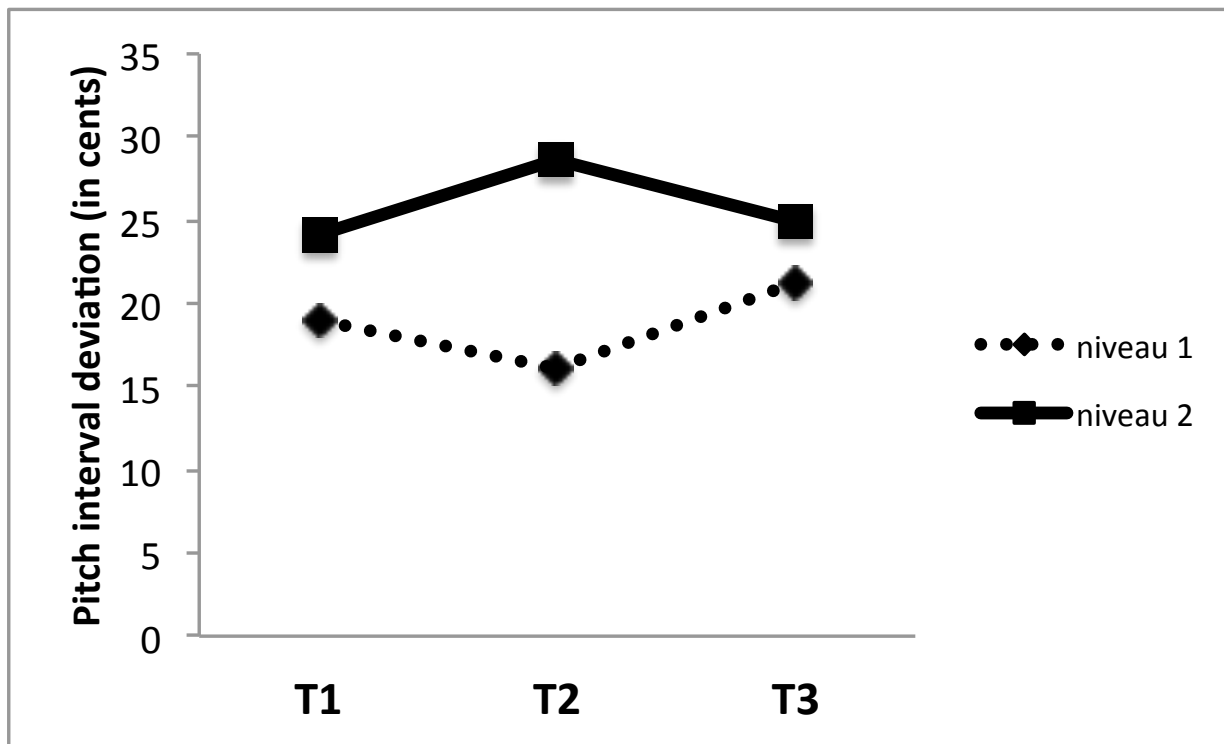
- Effet du niveau pour la direction des symptômes somatiques (augmentation pour 2<sup>ème</sup> année  $>$  1<sup>ère</sup> année)

# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Précision des intervalles

69

- ▣ 1<sup>ère</sup> année : meilleurs à T2 que T1 ou T3 ( $p < .05$ )
- ▣ 2<sup>ème</sup> année : pas de différence

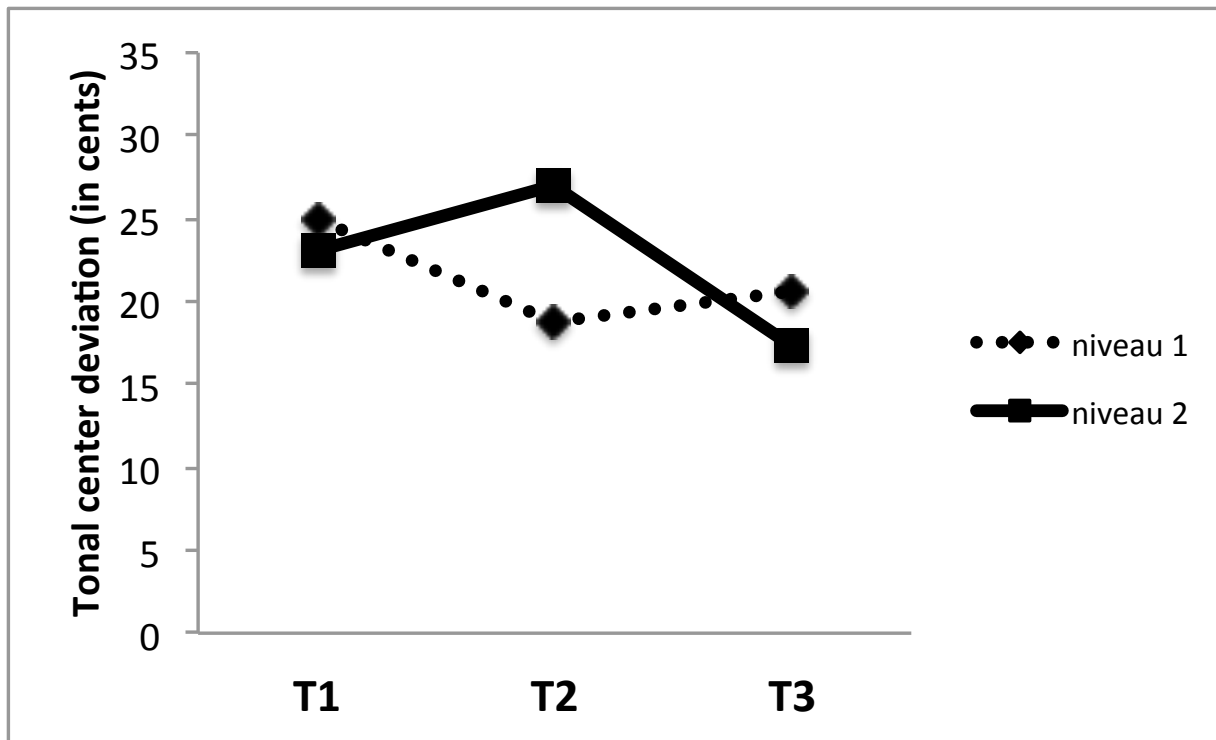


# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Respect du centre tonal

70

- ❑ 1<sup>ère</sup> année : pas de différence
- ❑ 2<sup>ème</sup> année : moins bons à T2 que T1 ou T3 ( $p < .05$ )



# Impact de l'anxiété sur la justesse

## Discussion

71

- Examen de solfège => haut niveau d'anxiété
- Lien entre stress et  $f_0$  en voix chantée
- Impact sur la justesse
  - Bénéfique en 1<sup>ère</sup> année (précision des intervalles +)
  - Négatif en 2<sup>ème</sup> année (centre tonal -)

**Larrouy-Maestri, P., & Morsomme, D. (in préparation) Impact of performance anxiety on the accuracy of the singing voice among music students**