



Toulouse 20-05-2022

Revue bibliographique sur les résultats de l'électrophysiologie chez l'enfant autiste

PIERRE COENE

Audiologue-Audioprothésiste-Régleur

GEORRIC / Tournai



Toulouse 20-05-2022

Exemple de comportement auditif particulier chez les enfants avec autisme:

- difficultés de lecture en présence d'un bruit de fond
- difficultés de concentration sur des tâches sonores
- Hyperacousie présente chez 18 % des enfants
- Sensibilité réduite pour certains sons



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	ITPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- ITPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field



Toulouse 20-05-2022

# DPOAEs and contralateral acoustic stimulation and their link to sound hypersensitivity in children with autism

Ali A. Danesh & Wafaa A. Kaf

International Journal of Audiology 2012; 51: 345–352



Toulouse 20-05-2022

- Groupe avec autisme: 14 garçons (6 à 14 ans)
- Groupe contrôle: 13 garçons (6 à 14 ans)

Conditions de stimulation des DPOAEs :

- Sans suppression controlatérale
- Avec un son supprimeur controlatéral de 1000 Hz
- Avec un bruit supprimeur controlatéral à large bande



Toulouse 20-05-2022

Sans suppression controlatérale

Réponse du rapport S/B dans le groupe contrôle: 26 dB

Réponse du rapport S/B dans le groupe témoin: 21,5 dB



Toulouse 20-05-2022

Avec un son supprimeur controlatéral

Pour les deux groupes:

- effet de suppression **plus grand** dans l'oreille gauche
- Effet supprimeur **plus grand** avec un bruit à large bande par rapport au son pur de 1000 Hz

Effet de suppression **plus faible** dans le groupe avec autisme



Toulouse 20-05-2022

Groupes divisés en 2 : enfants plus jeunes / enfants plus âgés

Pas de différence dans l'effet de suppression





Toulouse 20-05-2022

## Conclusion:

l'hypersensibilité des enfants avec autisme pour les sons forts proviendrait probablement de:

- effet combiné d'un dysfonctionnement cochléaire et d'un dysfonctionnement du faisceau olivo-cochléaire médian
  - recrutement
  - diminution des effets de suppression du système efférent
    - manque d'un filtre auditif efficace.



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	IIPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- IIPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field





Toulouse 20-05-2022

## Enfants de 2 à 6 ans ½

- 17 enfants présentant des symptômes autistiques légers à modérés
- 24 enfants présentant des symptômes autistiques sévères
- 10 enfants contrôle



Toulouse 20-05-2022

## Mesures:

- seuil d'obtention des réflexes stapédiens en ipsi et controlatéral pour différentes fréquences de stimulation
- rapport signal sur bruit des otoémissions des produits de distorsion pour différentes fréquences de stimulation
- potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral à 90 dB pour lesquels ils ont relevés les latences inter-pics par oreille
- latences inter-pics et les latences absolues par sujet ainsi que le rapport d'amplitude entre le pic V et le pic I.



Toulouse 20-05-2022

## Résultats:

Pas de différence entre les groupes pour le seuil d'obtention du réflexe stapédien

Mais rapport signal sur bruit augmenté:

- à 500 Hz pour les otoémissions des produits de distorsion pour les deux groupes d'enfants avec autisme
- à 750 Hz pour le groupe avec autisme modéré.



Toulouse 20-05-2022

## Conclusion:

Activation plus importante des CCE chez les enfants avec autisme, ce qui pourrait expliquer leur plus grande sensibilité aux stimuli auditifs.



Toulouse 20-05-2022

## BERA:

- latence inter-pics **diminué** à l'oreille droite par rapport à l'oreille gauche pour le groupe avec autisme léger à modéré
- latences absolues du pic III et V et une latence inter-pics I-III et III-V **augmentés** pour les deux groupes d'enfants avec autisme.
- amplitude de l'onde I **plus marquée** dans les deux groupes d'enfant avec autisme et plus spécialement dans le groupe avec autisme sévère.





Toulouse 20-05-2022

## Conclusion:

reflet d'un processus auditif anormal à un niveau primaire du système auditif



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	ITPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- ITPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field



Toulouse 20-05-2022

# Children with autism spectrum disorder have unstable neural responses to sound

Sebastian Otto-Meyer, Jennifer Krizman, Travis White-Schwoch, Nina Kraus

Experimental Brain Research (2018) 236:733–743



Toulouse 20-05-2022

## Enfants de 7 à 13 ans

12 enfants présentaient une pathologie du spectre autistique

1 ♀, 11 ♂

12 enfants dans le groupe témoin

3 ♀, 3 ♂

Stimulus

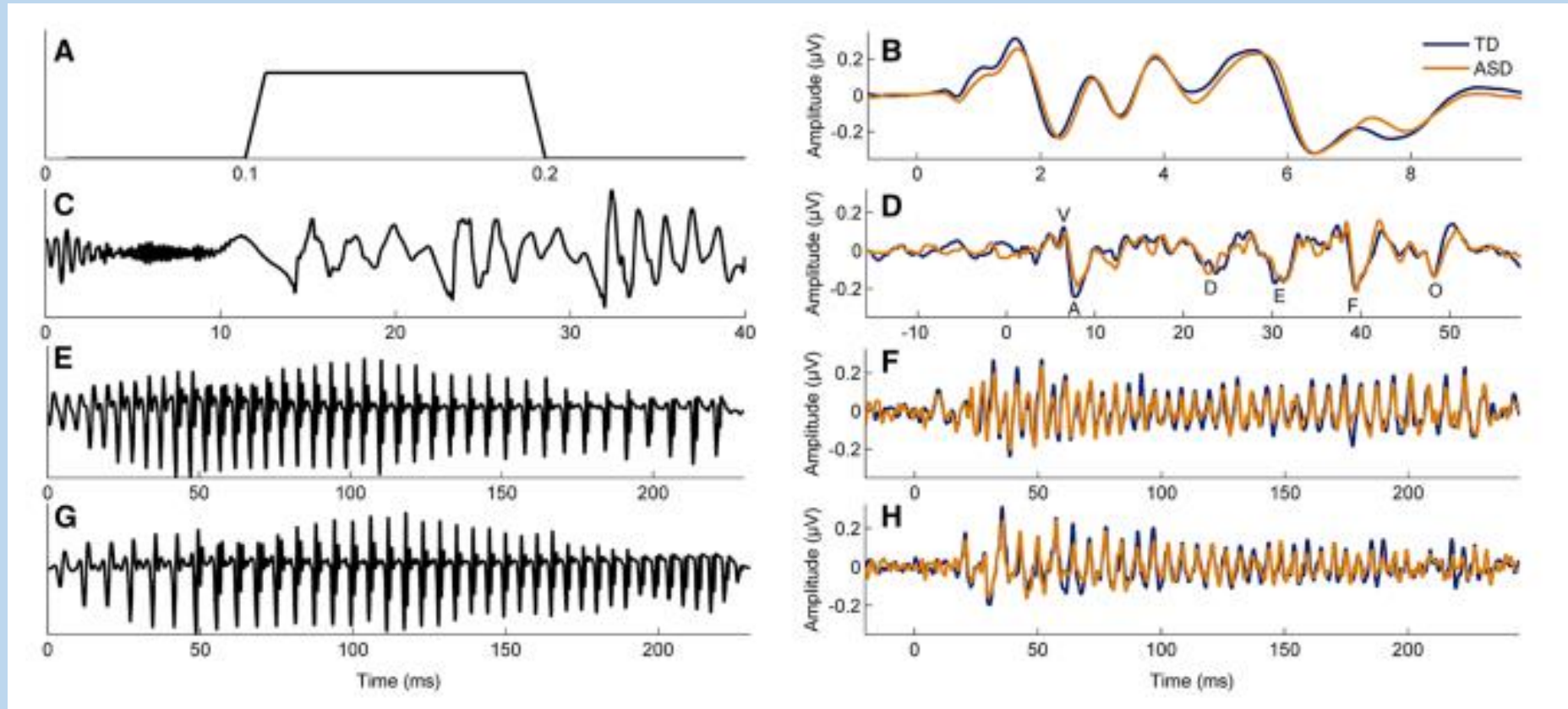
réponse

Click

/d/

/ya/ ↗

/ya/ ↘





Toulouse 20-05-2022

## Résultats:

Dans le groupe avec autisme:

- Stabilité diminuée pour tous les stimuli
- Grande variabilité inter-individu



Toulouse 20-05-2022

## Conclusion:

Cette variabilité au sein du système auditif déconnecte la formation d'une représentation stable du monde auditif et se manifeste par un déficit de l'intégration auditive.



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	IIPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- IIPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field





Toulouse 20-05-2022

# Brainstem auditory evoked potentials in children with autism spectrum disorder

Kamita, M.K., Silva, L.A.F., Magliaro, F.C.L., Kawai, R.Y.C., Fernandes, F.D.M. and Matas, C.G.

Jornal de Pediatria • 2019



Toulouse 20-05-2022

## Enfants de 7 à 12 ans

- 15 pathologie du spectre autistique
- 15 groupe témoin



Toulouse 20-05-2022

Stimuli :

- Clicks
- /da/



Toulouse 20-05-2022

## Résultats

### **Pour les deux stimuli:**

- latences absolues du pic I plus grande dans l'oreille droite que dans l'oreille gauche pour les deux groupes
- latences inter-pics III-V plus grande dans le groupe d'enfants avec autisme

### **Pour le stimulus de parole:**

- latence absolue de l'onde V plus courte dans le groupe d'enfant avec autisme



Toulouse 20-05-2022

## Conclusion

les personnes avec un trouble autistique pourraient présenter une dysfonction du système nerveux central pour les stimuli non verbaux et un encodage plus rapide de la partie verbale du stimulus, suggérant une hypersensibilité à des sons complexes comme la parole.



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	ITPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- ITPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field



Toulouse 20-05-2022

## Attenuated Auditory Event-Related Potentials and Associations with Atypical Sensory Response Patterns in Children with Autism

Donkers FCL, Schipul SE, Baranek GT, Cleary KM, Willoughby MT, Evans AM, Bulluck JC, Lovmo JE, Belger A

J Autism Dev Disord (2015) 45:506–523



Toulouse 20-05-2022

## Enfants de 4 à 12 ans

- 28 avec autisme
- 39 groupe témoin





Toulouse 20-05-2022

## Sensibilité sensorielle:

- Hypersensibles
- Hyposensibles
- En recherche

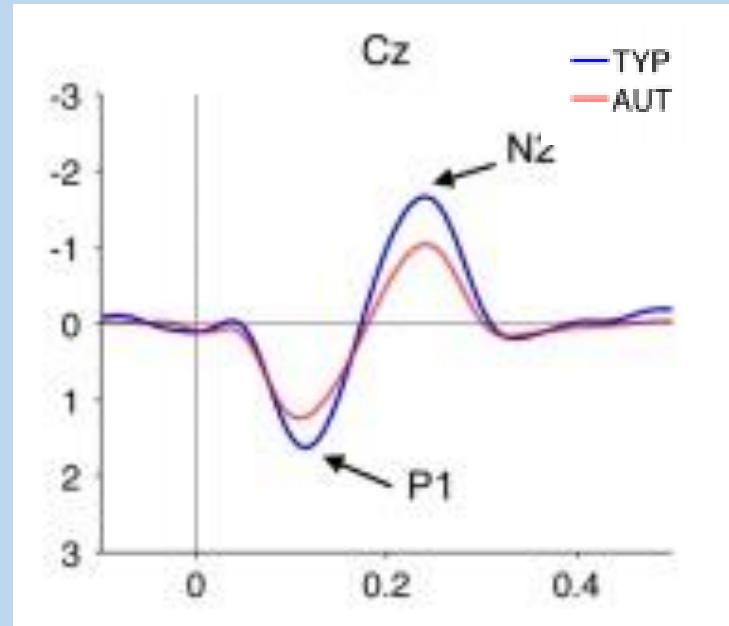


Toulouse 20-05-2022

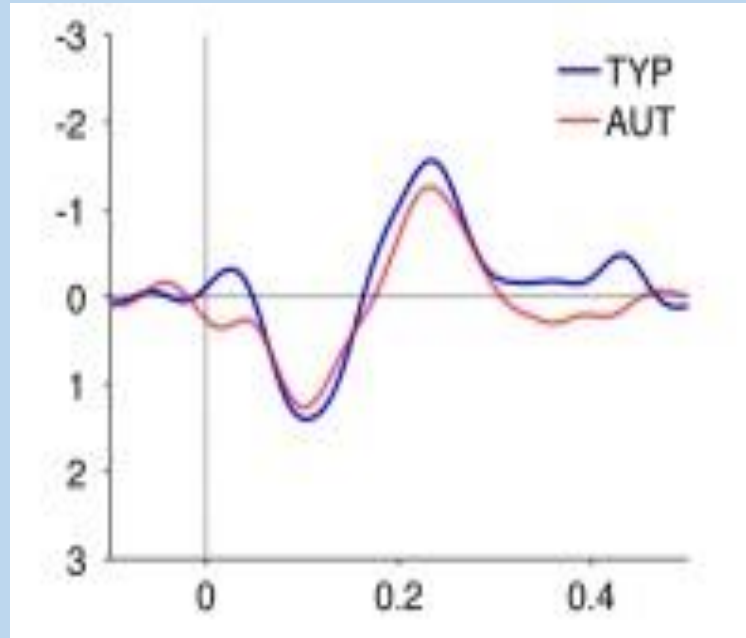
## Stimuli :

- Un son standard de 1000 Hz ( 200 ms)
- Un son déviant en hauteur ( 1100 Hz, 200 ms)
- Un son déviant en durée (1000 Hz, 190 msec)
- Un son nouveau ( son environnemental, 200 msec)

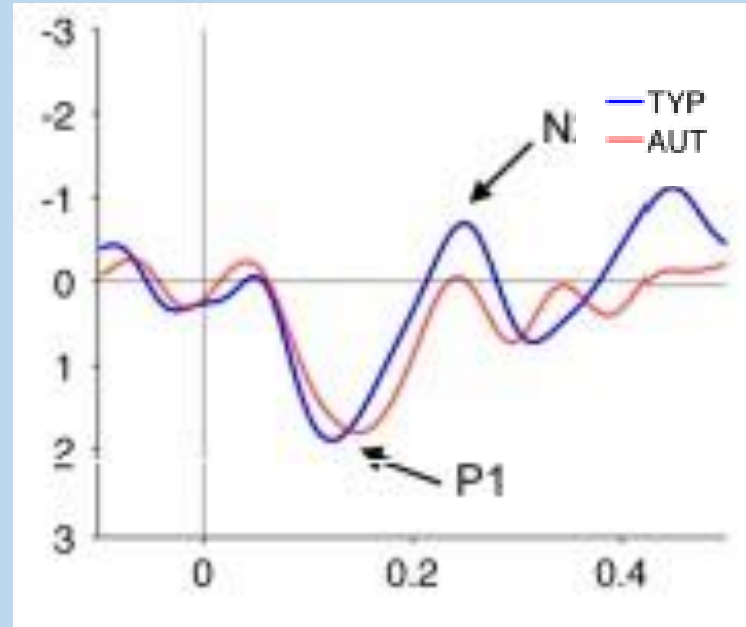
## Résultats:



amplitude diminuée pour le P1 et le N2 dans le groupe d'enfant avec autisme par rapport au groupe témoin



pas de différence entre les 2 groupes pour l'amplitude des réponses aux stimuli déviant en temps et en hauteur



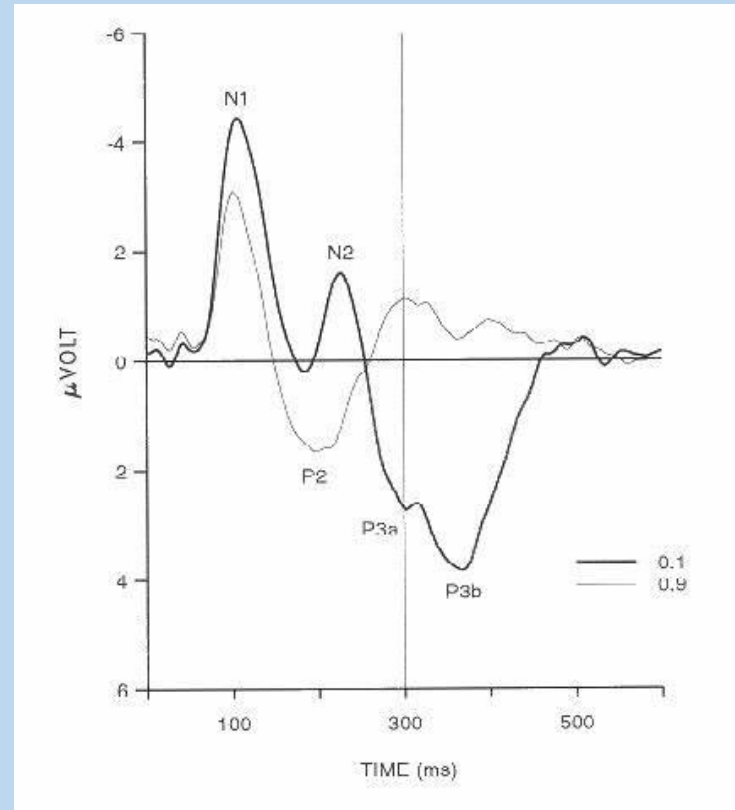
augmentation significative de la latence du P1 pour le stimulus déviant en hauteur dans le groupe d'enfant avec autisme.



Toulouse 20-05-2022

Les enfants avec autisme ont montré des réponses P3a  
significativement atténuées à la présentation des stimuli nouveaux

## P3 a





Toulouse 20-05-2022

diminution du P3a → l'orientation de l'attention ou la capacité d'attention serait compromise chez les enfants avec autisme.





Toulouse 20-05-2022

un comportement de recherche sensitive plus élevé peut être prédit si l'amplitude du P1 et du P2 diminuent en concomitance, ou si l'amplitude du P3a augmente en relation avec un P1 diminué.



Toulouse 20-05-2022

L'hypersensibilité peut être prédite en fonction des niveaux du P1 et du N2.

- si les deux pics sont ont des niveaux élevés, l'hypersensibilité prédite sera forte
- si les deux pics sont de faibles niveaux, l'hypersensibilité prédite sera faible.



Toulouse 20-05-2022

un haut niveau d'hyposensibilité peut être prédit par un haut niveau du pic N2



Toulouse 20-05-2022

## Conclusion

- tant les processus précoces de traitement du stimulus que le système top down attentionnel est perturbé chez les enfants avec autisme
- cette perturbation neurale peut être prédictive des comportements de recherche sensitive observée cliniquement, via des mécanismes neurologiques complexes



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	ITPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- ITPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field



Toulouse 20-05-2022

# Role of inter-trial phase coherence in atypical auditory evoked potentials to speech and nonspeech stimuli in children with autism

Yu L, Wang S, Huang D , Wu X , Zhang Y

Clinical Neurophysiology 129 (2018) 1374–1382



Toulouse 20-05-2022

L'ITC, également connu sous le nom de facteur de verrouillage de phase (Tallon-Baudry et al., 1996), ou cohérence de phase inter-essais (ITPC), reflète le degré auquel l'angle de phase d'une oscillation, à un instant donné par rapport à un événement déclencheur, est cohérent entre les essais



Toulouse 20-05-2022

## Enfants de 4 à 12 ans

- 15 avec autisme  
13 ♂, 3 ♀
- 16 groupe témoin  
13 ♂, 3 ♀

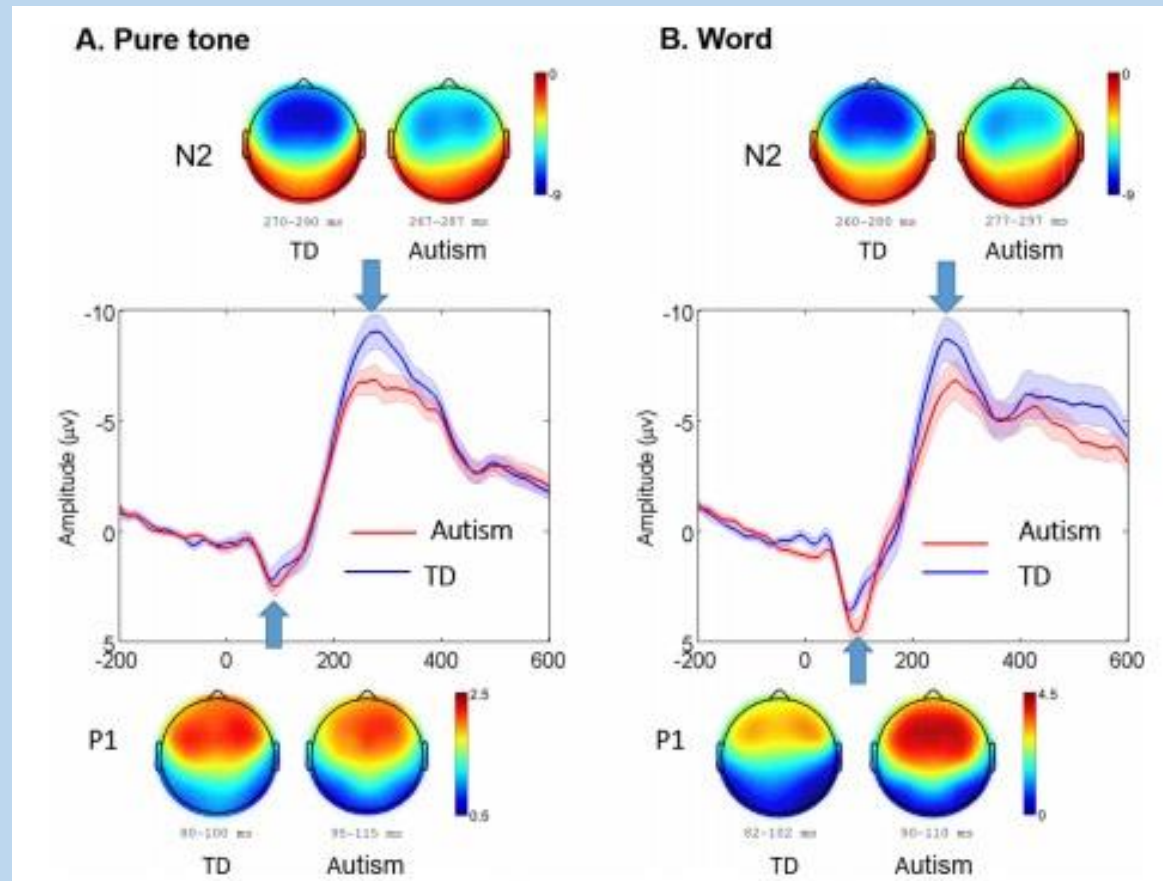




Toulouse 20-05-2022

## Stimuli :

- Un son pur de 216 Hz, 350 ms
- Un son de parole /bai2/, 350 ms





Toulouse 20-05-2022

## Résultats

dans le groupe des enfants avec autisme:

- le P1 a une latence prolongée d'environ 10 %
- le N2 a une intensité réduite par rapport au P1 et N2 du groupe cible

dans les 2 groupes:

- le stimulus de parole engendre une onde plus intense qu'avec un stimulus de sons purs.



Toulouse 20-05-2022

## ITPC

Enfants avec autisme:

- ITPC augmenté dans la fenêtre temporelle correspondant au P1 du potentiel évoqué
- ITPC diminué dans la fenêtre correspondant au pic N2.



Toulouse 20-05-2022

## Conclusion

Dans l'autisme, la synchronisation des influx nerveux auditifs est efficace pour la détection des informations auditives précoces mais que à un niveau plus central, le système est moins efficace, ce qui pourrait expliquer l'hypersensibilité de cette population à des stimuli particuliers ou à un signal d'ambiance



Toulouse 20-05-2022

Auteurs	Année	Type d'enregistrement	Fenêtre d'analyse	Stimulus
Danesh et al.	2012	DPOAEs et stimulation contralatérale	Frequentielle	Sons purs / bruit large bande
Ali et al.	2018	DPOAEs et ABR	Frequentielle / 0 à 12 ms	Sons purs / clicks
Otto-Meyer et al.	2017	ABR et FFR	0 à 10 ms et -15 à 60 ms	Click / parole
Kamita et al.	2018	ABR et FFR	0 à 24 ms et 0 à 60 ms	Click / parole
Donkers et al.	2013	ERP	-100 à 500 ms	Son pur/déviant/nouveau
Yu et al.	2018	ITPC de AEP	-200 à 600 ms	Son pur
Kurita et al.	2016	AEF	-50 à 800 ms	Parole

- DPOAEs = Distorsion Product OtoAcoustic Emissions
- ABR = Auditory Brainstem Response
- FFR = Frequency Following Response
- ERP = Event Related Potentials
- ITPC of AEP = Inter-trial phase coherence of auditory Evoked Potentials
- ORN = Object Related Negativity
- AEF = Auditory Evoked Field



Toulouse 20-05-2022

# Atypical Bilateral Brain Synchronization in the Early Stage of Human Voice Auditory Processing in Young Children with Autism

Kurita T , Kikuchi M, Yoshimura Y , Hiraishi H , Hasegawa C, Takahashi T , Hirose T Furutani N , Higashida H , Ikeda T Mutou K , Asada M , Minabe Y

PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0153077 April 13, 2016



Toulouse 20-05-2022

## Enfants de 3 à 8 ans

- 50 avec autisme

39 ♂

11 ♀

- 50 groupe témoin

39 ♂

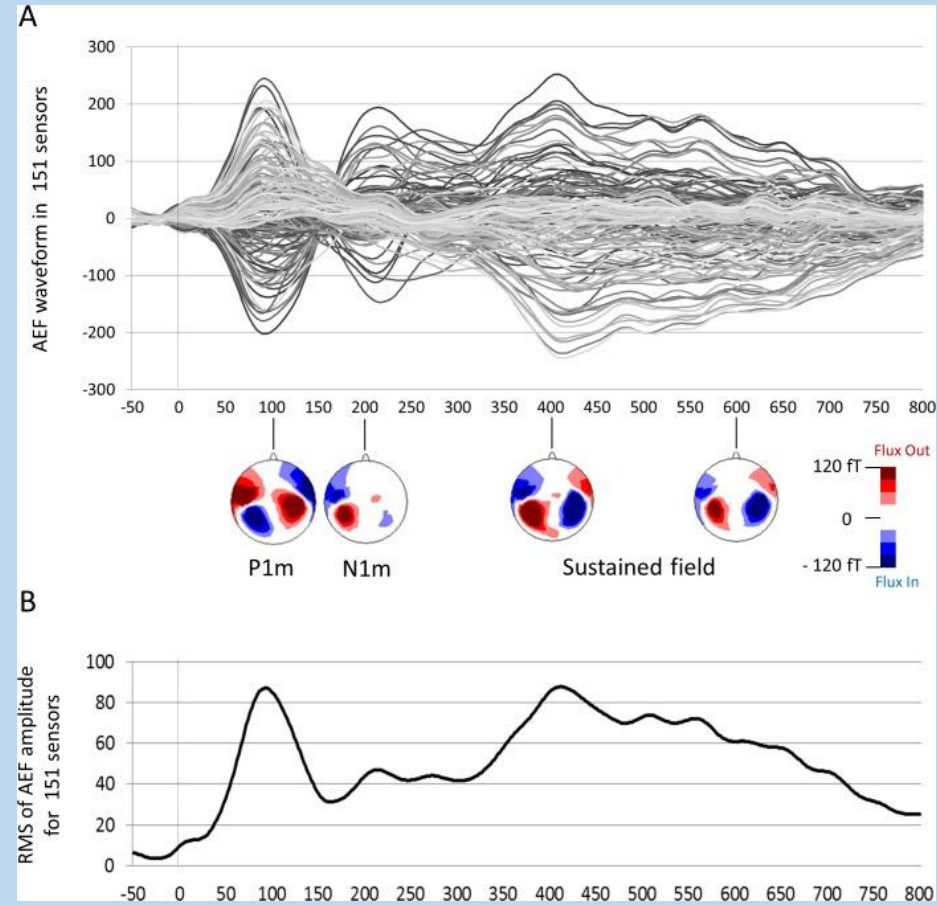
11 ♀





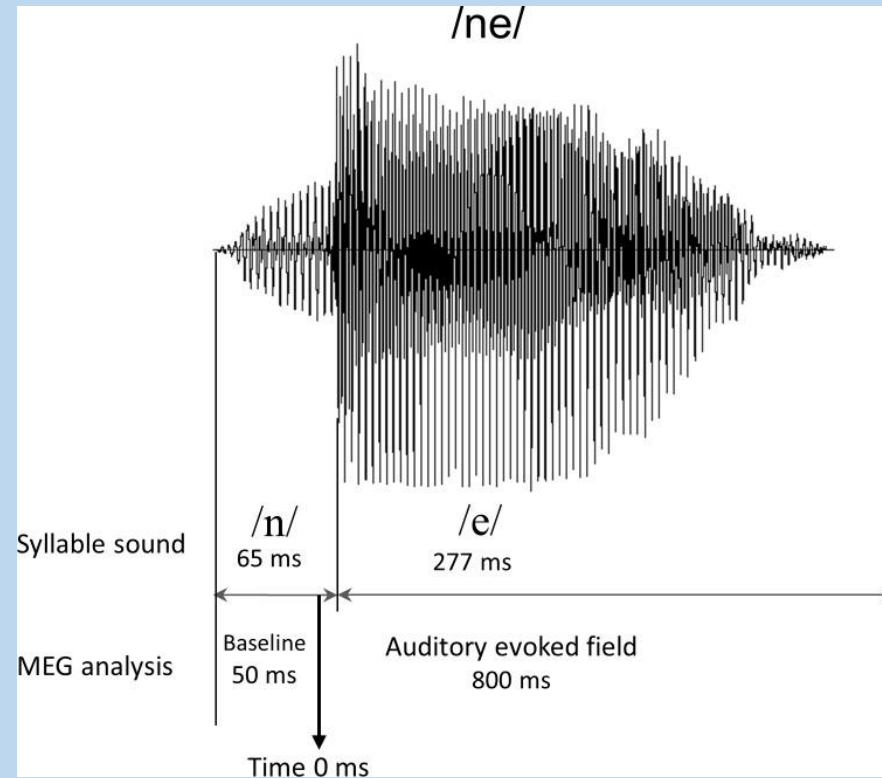
Toulouse 20-05-2022

AEF= Auditory Evoked Field



Kurita T , Kikuchi M, Yoshimura Y , Hiraishi H , Hasegawa C, Takahashi T , Hirosawa T Furutani N , Higashida H , Ikeda T  
Mutou K , Asada M , Minabe Y. PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0153077 April 13, 2016

Stimulus:



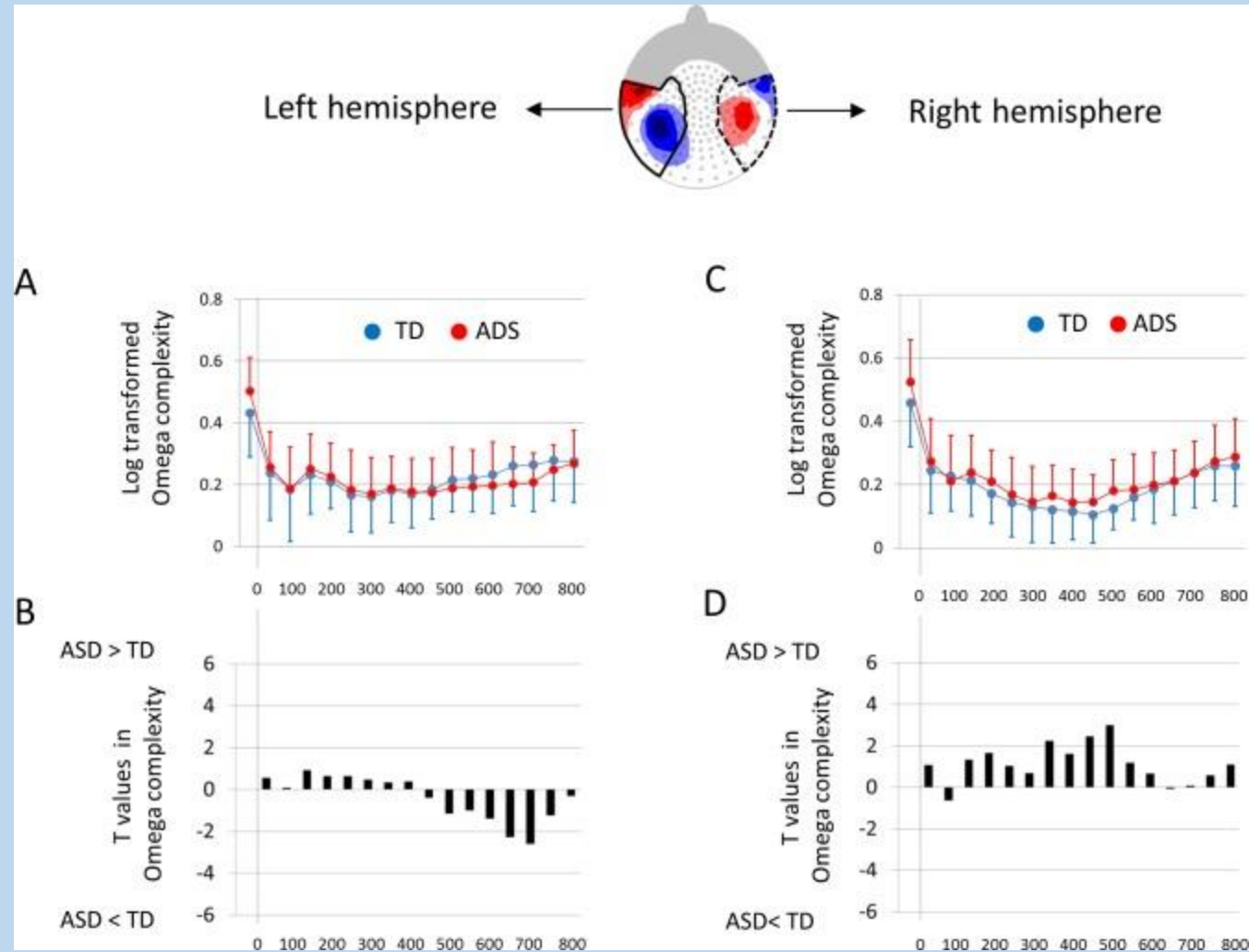
Signal de parole /ne/ envoyé aux deux oreilles simultanément



Toulouse 20-05-2022

## Resultats:

- Pas de différence entre les 2 groupes pour l'intensité du signal
- Pas de différence entre l'hémisphère droit et gauche.





Toulouse 20-05-2022

- Complexités Oméga significativement supérieure chez les enfants avec autisme par rapport au groupe témoin uniquement dans une fenêtre d'analyse de 0 à 50 ms
- Pas de différences de cette complexité oméga dans les enregistrements effectués séparément dans les deux hémisphères
- Pas d'effet en fonction de l'âge ou des capacités cognitives



Toulouse 20-05-2022

## Conclusion:

la réduction de la synchronisation pour la partie précoce du P1m chez les enfants avec autisme pourraient refléter une asymétrie auditive périphérique et/ou une diminution de la connectivité corticale interhémisphérique.





Toulouse 20-05-2022

**Différences significatives entre les groupes témoins et les groupes avec autisme  
mais pas de localisation topologique spécifique.**