

# Le rééducation musicale à la marche dans la maladie de Parkinson

Dr Valérie Cochen De Cock

Neurologue

Clinique Beau Soleil

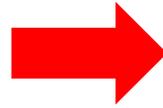


Montpellier, France



# La maladie de Parkinson

- Troubles de la marche (freezing...)
- Troubles posturaux
- Troubles de l'équilibre



- Chutes
- Perte d'autonomie
- Institutionnalisation

Souvent **résistants** aux traitements conventionnels



# Pourquoi proposer de la musique?



Montpellier, France



Montpellier, France



# Musique et mouvements

- Très étroitement liés

- Très naturel dans la population général

*Repp, 2005, 2010; Sowinski & Dalla Bella, 2013*

- Universel et ancien

*Honing, 2012; Mithen, 2006; Ravignani et al., 2014*

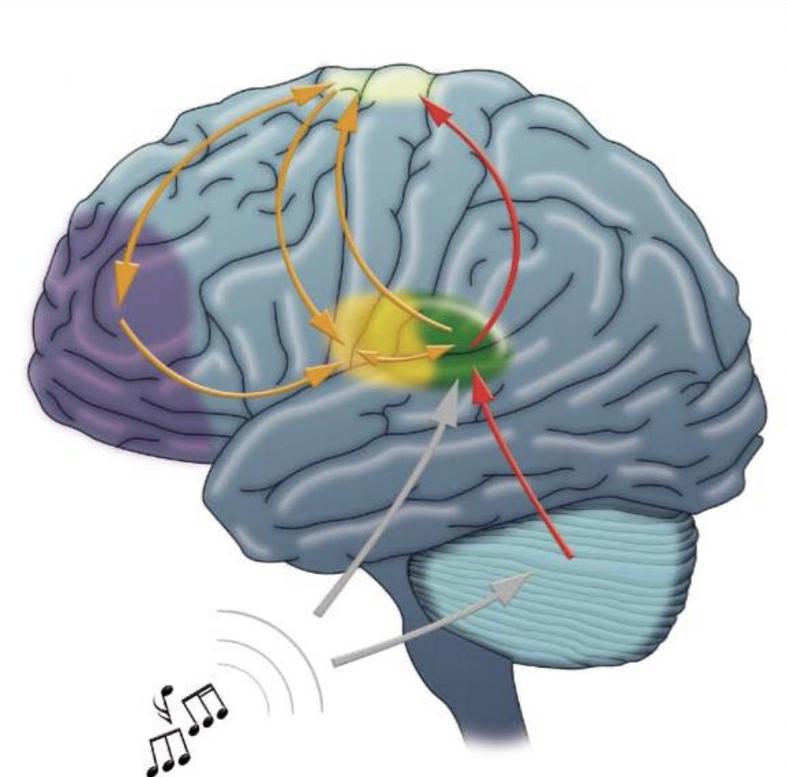
- Précoce dans le développement

*Phillips-Silver & Trainor, 2005; Winkler et al., 2009; Kischner & Tomasello, 2009*

- Soutenu par des réseaux cortico-sous-corticaux

Ganglions de la base, cervelet, cortex pré-moteur, SMA

*Penhune et al., 1998; Pollak et al., 2005; Wing, 2002; Steele, 2012; Steele & Penhune, 2010; Zatorre, Chen, & Penhune, 2007*





the effect of cueing on walking.



Firstly, the patient walks without cues,  
demonstrating freezing on turning.



Pas de son



Tour 1 – 20' Tour 2 – 40' Tour 3 – 60'

Musique



Tour 1 – 15' Tour 2 – 30 Tour3 – 45'



L'indiçage rythmique auditif amélioire la marche de façon immédiate au cours de la maladie de Parkinson.

- Vitesse
- Cadence
- Taille du pas

Rocha et al. Clin. Neurol. Neurosurg. 2014

Spaulding et al. Arch. Phys. Med. Rehabil. 2013

# Est-ce que l'indiçage auditif est adapté pour tous les patients?



Montpellier, France



OUI tapez 1

Non tapez 2

# Efficacité de l'indication auditive variable

- Selon les études
- Parmi les patients

# Quels sont les facteurs qui influencent cette réponse?



Montpellier, France



Montpellier, France



# Facteurs qui influencent la réponse?

- A : les caractéristiques démographiques : âge, sexe
- B : la sévérité de la maladie évaluée sur l'UPDRS moteur en « on »
- C : la dose de traitement en équivalent L Dopa
- D : la vitesse de marche avant toute stimulation musicale
- E : la taille de la foulée avant toute stimulation musicale
- F : la capacité à détecter le rythme
- G : la capacité à se synchroniser au rythme

# Rhythmic abilities and musical training in Parkinson's disease: do they help?

npj | Parkinson's Disease

V. Cochen De Cock<sup>1,2,3</sup>, D. G. Dotov<sup>3</sup>, P. Ihalainen<sup>3</sup>, V. Bégel<sup>3</sup>, F. Galtier<sup>2</sup>, C. Lebrun<sup>2</sup>, M. C. Picot<sup>2</sup>, V. Driss<sup>2</sup>, N. Landragin<sup>4</sup>, C. Geny<sup>3,5</sup>,  
B. Bardy<sup>3</sup> and S. Dalla Bella<sup>3,6,7,8</sup>

- Sujets

- 39 patients parkinsoniens non déments
- 39 sujets sains appariés

- Méthodes

- marche spontanée
- puis avec indiçage auditif
  - Marches militaires
    - Marche Turque
    - Le pont de la Rivière Kwai
  - +10% de la fréquence spontanée

- Paramètres spatio-temporels de la marche

- Capteurs fixés face dorsale des pieds et face antérieure jambes
- Unités de mesures inertielles comprenant des accéléromètres et des gyroscopes 3 D  
(MobilityLab, APDM Inc., Portland)



# Effet de l'indiçage sur les paramètres de marche

	Patients with PD (n = 39)		Controls (n=39)		Patients vs Controls		Cueing vs Baseline	
	Baseline	Cueing	Baseline	Cueing	F(df)	p	F(df)	p
Cadence (steps/min)	107.04±12.94	113.09±11.25	106.46±8.31	109.25±8.63	1.17 (1,76)	0.3	13.63 (1,76)	<0.001
Velocity (m/sec)	1.13±0.15*	1.21±0.15	1.26±0.11	1.32±0.11	22.90 (1,76)	<0.001	18.04 (1,76)	<0.001
Stride length (m)	1.27±0.15*	1.30±0.16	1.43±0.10	1.45±0.10	39.39(1,76)	<0.001	2.57 (1,76)	0.2
Gait Variability (CV stride)	0.025±0.011*	0.026±0.007	0.020±0.005	0.021±0.006	14.16(1,76)	<0.001	1.63 (1,76)	0.1

Maintien de la longueur de la  
\* foulée alors que la cadence  
augmente

Grande variabilité de la  
réponse individuelle

# Grande variabilité de la réponse individuelle

22 patients avec response positive\*

17 patients sans

Dont 6 avec un effet délétère de  
l'indiçage

\*Réponse supérieure à la plus  
petite valeur considérée comme  
cliniquement pertinente :

➤ 0.06 m/s

Grande variabilité de la réponse individuelle

Quels sont les facteurs associés à cette grande variabilité?

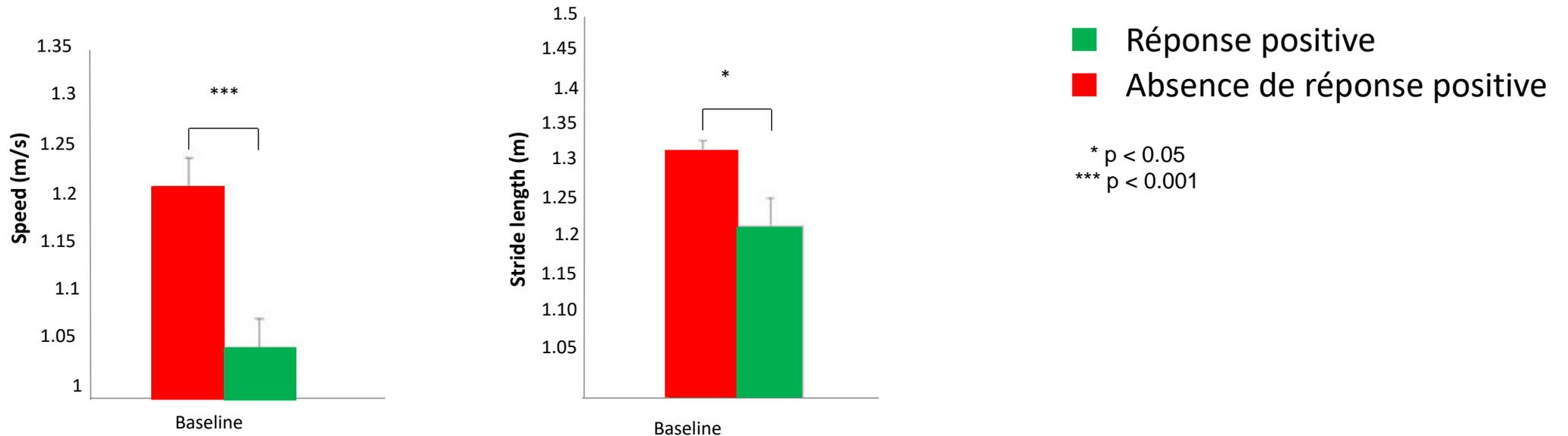
# Caractéristiques de la maladie de Parkinson

Pas de différence entre patients avec **une réponse positive** à l'indigage et les patients **sans réponse positive**

- L'âge (64.0 ±11.1 vs. 60.4±8.0,  $p = 0.25$ ),
- La durée de la maladie (8.1 ±4.2 vs 8.9±5.6,  $t < 1$ )
- L'âge de début (55.6 years ±10.9 vs 51.4±8.4,  $p = 0.16$ ),
- Les traitements (levodopa-equivalent daily dose 772 mg ±367 vs 948±604,  $p = 0.27$ )
- La sévérité de l'atteinte motrice
  - Hoehn & Yahr score, 2.1±0.6 vs 1.9±0.4,  $t < 1$ )
  - MDS-UPDRS (I, 11.1±6.3 vs. 11.8±6.6,  $t < 1$ ; II, 11.3±5.3 vs. 12.0±5.9,  $t < 1$ ; III, 26.1±15.9 vs. 21.9±8.4,  $t(33.2) = 1.05$ ,  $p = 0.30$ ).

# Paramètres de marche de base

Vitesse sans indiçage plus lente et taille de la foulée plus courte chez patients avec **une réponse positive** à l'indiçage et les patients **sans réponse positive**



# Réponse à l'indiçage en fonction de la cognition et des résultats des évaluations psychopathologiques

moins bonne flexibilité mentale aux tests cognitifs chez les **répondeurs**

	Controls		Patients with PD			t(df)	p
			Positive response	Non-positive response			
Number of subjects	39		22	17			
	Raw data	Raw data	z-scores	Raw data	z-scores		
MOCA	27.5±2.0	26.8±3.2	-0.0±1.8	27.7±2.1	0.1±1.1	1.0(33.5)	0.3
Apathy (Lars)	-11.4±2.2	-10.1±2.8	0.5±1.0	-9.5±4.2	0.8±1.9	0.6(23.2)	0.6
Depression (BDI)	5.9±7.7	13.0±9.5	1.5±1.9	14.6±9.1	1.1±1.2	-0.7(34.0)	0.5
Working memory (WAIS digit span)	11.2±2.5	9.9±3.1	-0.5±1.3	10.5±2.6	-0.2±0.9	0.9(35.8)	0.4
Cognitive flexibility							
Trail making test A	37.3±19.3	59.2±50.6	0.7±2.0	38.7±12.5	0.6±1.3	-0.1(34.4)	0.9
Trail making test B	89.8±30.0	136.1±97.	1.4±3.6	122.1±79.	1.3±2.6	-0.0(35.7)	0.7
B/A ratio	2.6±0.7	2.6±0.8	0.1±1.2	3.1±1.4	0.7±1.8	1.5(26.7)	0.1
Wisconsin number of categories	5.7±0.6	4.6±1.6	-3.5±4.5	5.1±1.2	-0.5±1.7	2.8(26.7)	<b>&lt;0.01</b>
number of errors	6.4±4.2	12.1±7.6	1.8±2.1	8.4±5.6	0.3±1.2	-2.7(32.8)	<b>0.01</b>
number of perseverations	1.6±1.7	3.8±3.8	1.3±2.1	1.9±2.0	0.1±1.4	-2.2(34.4)	<b>&lt;0.05</b>
Inhibition (stroop)							
Naming raw time	60.9±11.2	74.9±21.3	0.8±1.6	66.9±13.7	1.2±1.9	0.7(31.0)	0.5
Reading raw time	42.9±16.9	50.6±13.4	0.9±1.8	48.8±9.8	1.4±1.8	0.9 (34.3)	0.4
Interference raw time	115.5±32.	159.4±99.	0.9±2.4	125.1±52.	0.9±2.7	0.1(32.4)	0.9
Naming score	42.3±16.9	49.6±27.5	0.3±1.4	39.1±25.0	-0.1±0.9	-0.7(28.3)	0.5
Interference score	89.5±34.1	103.7±58.	0.3±1.5	86.8±61.3	0.1±2.3	-0.3(26.0)	0.7

# Musicalité

## Index de sophistication musicale de Goldsmith

- Inventaire de compétence musicales
- Auto-questionnaire
- Comprenant 39-items
- Répartis en 5 sous types

Engagement musical

« Je lis ou je cherche souvent sur internet des choses en lien avec la musique »

Capacité perceptives

« Lorsque j'écoute une musique, je suis capable d'identifier son genre »

Formation musicale

« J'ai suivi des cours de solfège pendant 0 / 0.5 / 1 / 2 / 3 / 4-6 / 7 ou plus années »

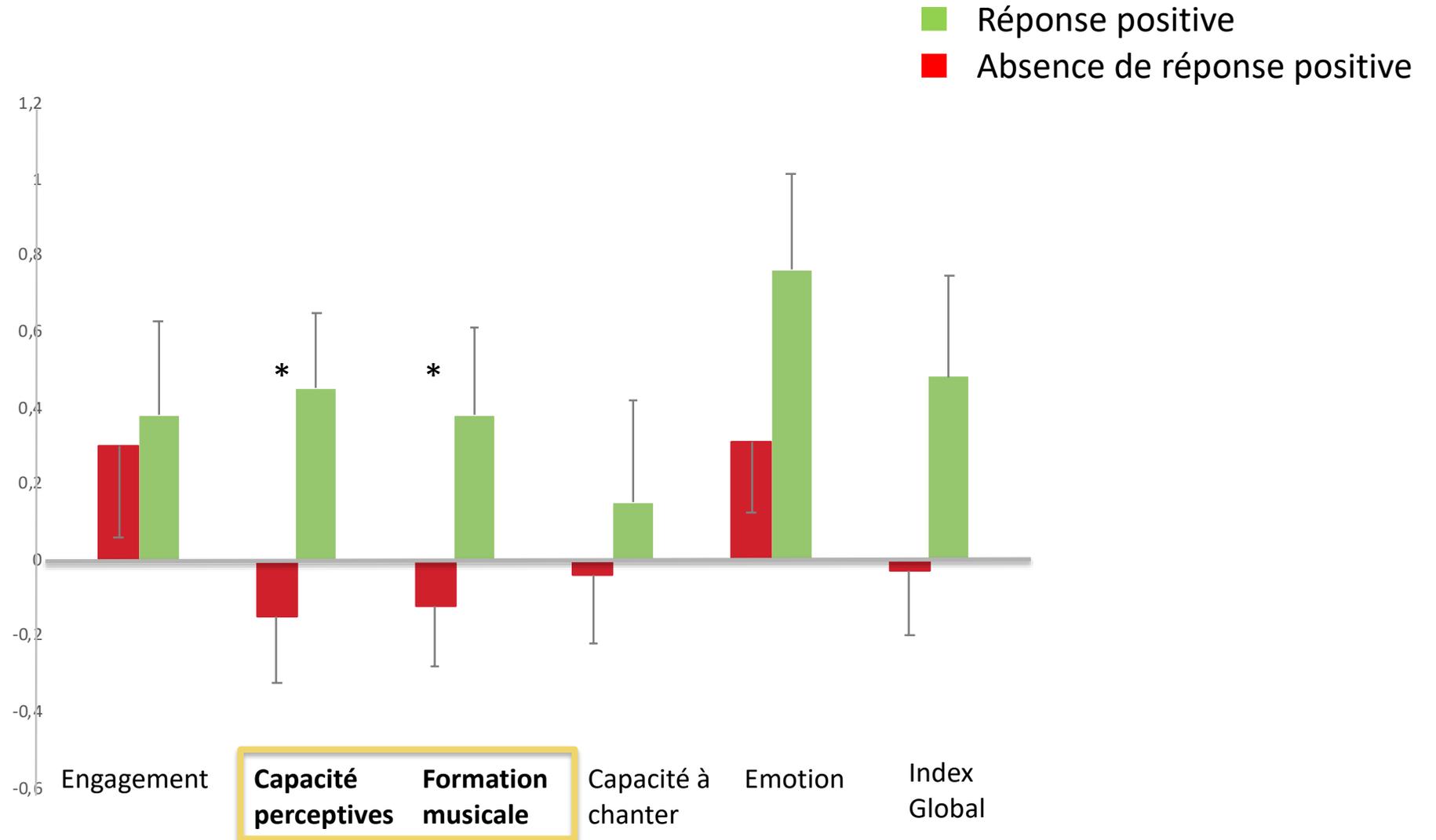
Capacité à chanter

« Je n'aime pas chanter en public car j'ai peur de faire des fausses notes »

Emotions

« Je choisis parfois de la musique qui me donne des frissons »

# La musicalité



# Compétences rythmiques avec la BAASTA

## Tâches sensorimotrices

Tapping  
spontané



Synchronisation  
métronome



Synchronisation  
musique



## Tâches perceptives

**Discrimination de la durée**



Durée = 600 ms



Durée = 1000 ms

« Est- ce que le second est plus long? »

**Alignement du rythme**

3 IOIs : 450, 600, 750 ms, e.g :

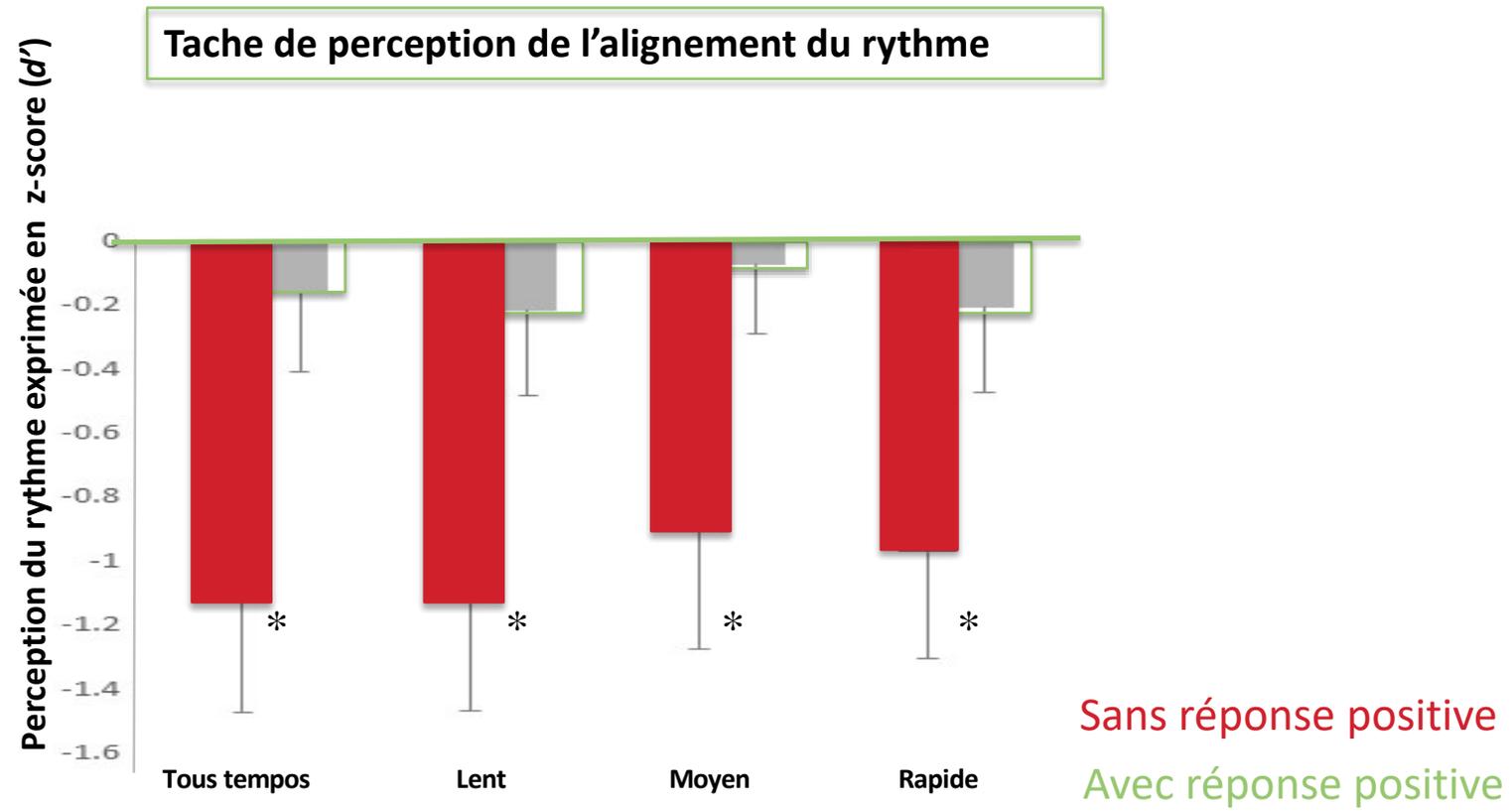
Rythme de la musique

Rythme du métronome



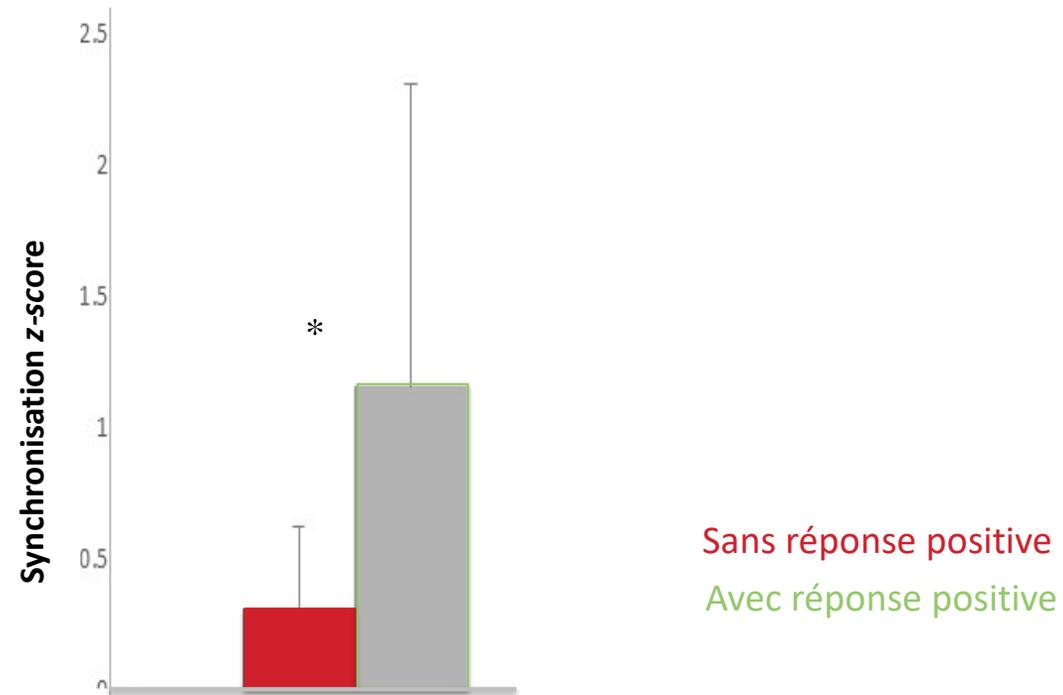
« Est- ce que le métronome superposé à la musique est en rythme? »

# Perception du rythme évaluée à la BAASTA



\* $p < 0.05$

# Synchronisation du pas sur le rythme de la musique

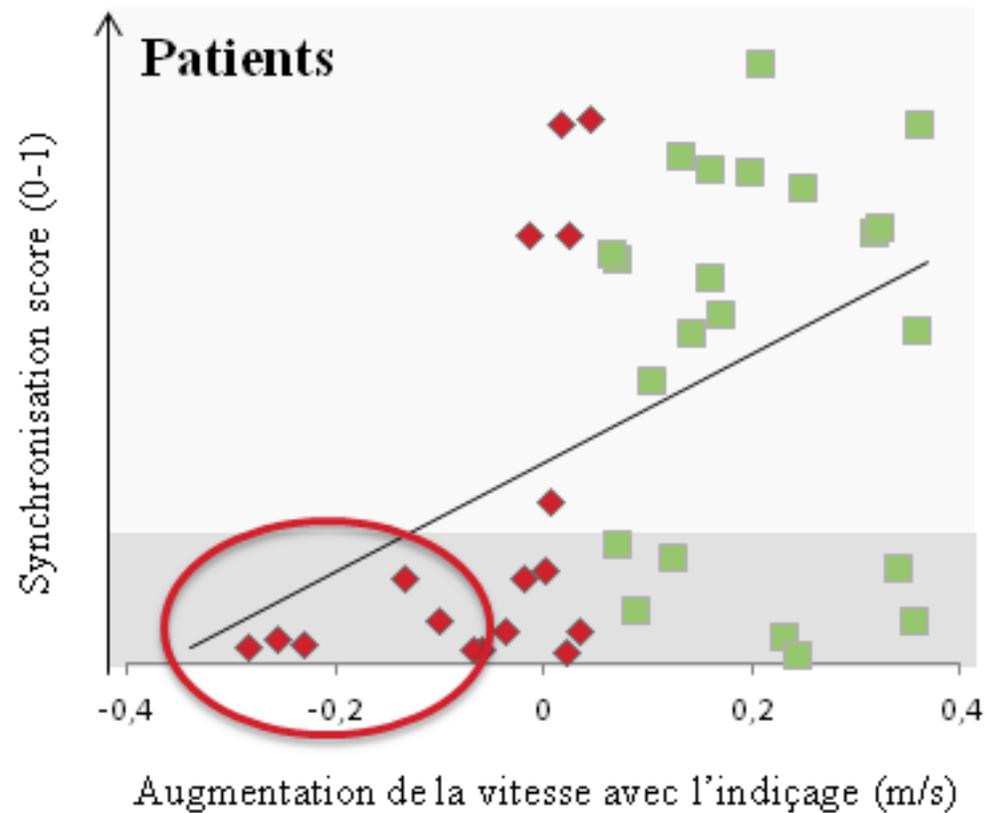


\* $p < 0.05$

# Effet variable en fonction des individus

17 patients  
Sans réponse positive

22 patients  
Avec réponse positive



# Conclusion

- Les patients qui bénéficient de l'indiciage ont
  - Une atteinte de la marche spontanée plus sévère
  - Une moins bonne flexibilité mentale
  - De meilleures compétences musicales
    - meilleure capacité à détecter le rythme
    - meilleure formation musicale
  - Une meilleure synchronisation du pas sur la musique

# Facteurs qui influencent la réponse?

- A : les caractéristiques démographiques : âge, sexe
- B : la sévérité de la maladie évaluée sur l'UPDRS moteur en « on »
- C : la dose de traitement en équivalent L Dopa
- D : la vitesse de marche avant toute stimulation musicale
- E : la taille de la foulée avant toute stimulation musicale
- F : la capacité à détecter le rythme
- G : la capacité à se synchroniser au rythme
  
- Réponses DEFG

# Conclusions

La réponse à l'indiçage auditif au cours de la maladie de Parkinson **dépend des compétences rythmiques et musicales des patients**

L'indiçage auditif ne peut avoir une efficacité que si les **réseaux neuronaux qui interviennent dans le traitement de l'information rythmique sont suffisamment épargnés.**

# Conclusions

Pour obtenir des bénéfices de l'indiçage

- 1) **sélection de patients** en fonction de leur formation musicale et de leur capacité à percevoir le rythme
- 2) **développement d'un système adaptatif**, permettant à la musique de se synchroniser au pas du patient



**BEAU SOLEIL**  
CLINIQUE MÉDICO CHIRURGICALE

**Coordination du projet: B. Bardy / S. Dalla Bella**

<http://www.euromov.eu/beathealth>



Une **application smartphone** capable

- 1) de synchroniser le tempo de la musique à la cadence de marche du patient,
- 2) de mesurer les performances du patient en temps réel

Développée pour améliorer la marche des personnes atteintes de maladie de Parkinson



**BEAU SOLEIL**  
CLINIQUE MÉDICO CHIRURGICALE

**Coordination du projet: B. Bardy / S. Dalla Bella**

<http://www.euromov.eu/beathealth>

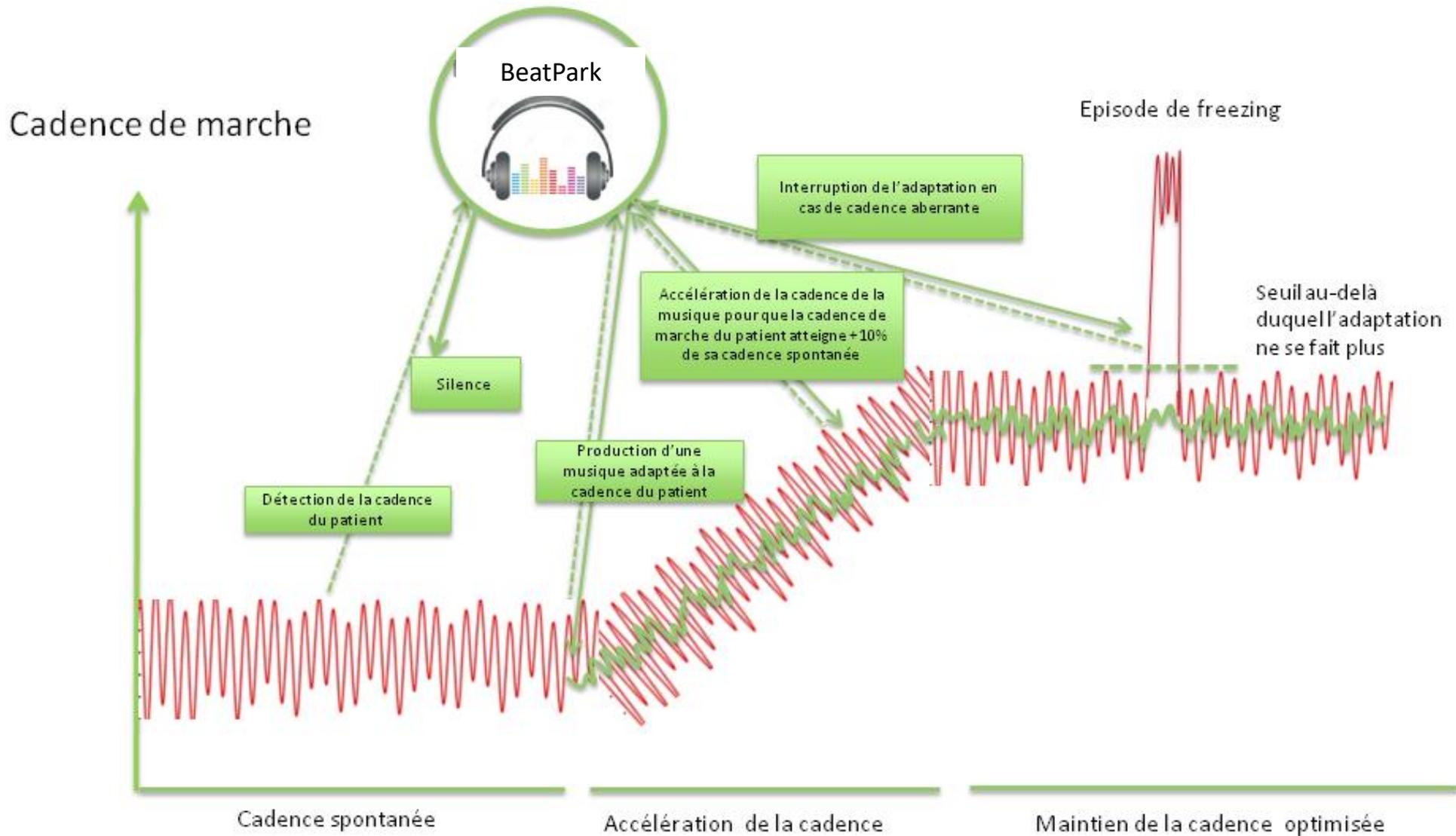


Une **application smartphone** capable

- 1) de synchroniser le tempo de la musique à la cadence de marche du patient,
- 2) de mesurer les performances du patient en temps réel

Développée pour améliorer la marche des personnes atteintes de maladie de Parkinson

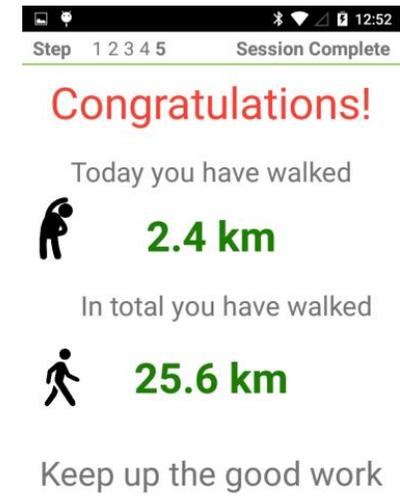
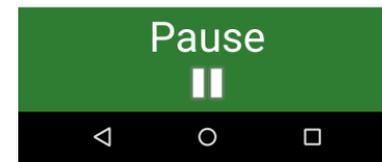
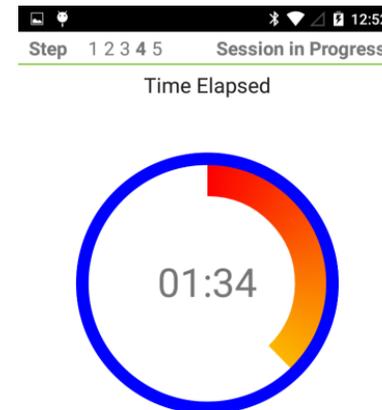
# Intérêt d'un système adaptatif



Le système synchronise la musique au pas du patient  
Il n'est plus en double tâche

# BeatPark

- Bibliothèque de musiques
  - **Choisies** par des personnes avec Maladie de Parkinson
  - Regroupées **en différents genres que le patient peut sélectionner**
- Description de
  - la **progression** de la session
  - De la **performance** à la fin de la session avec **message d'encouragement**

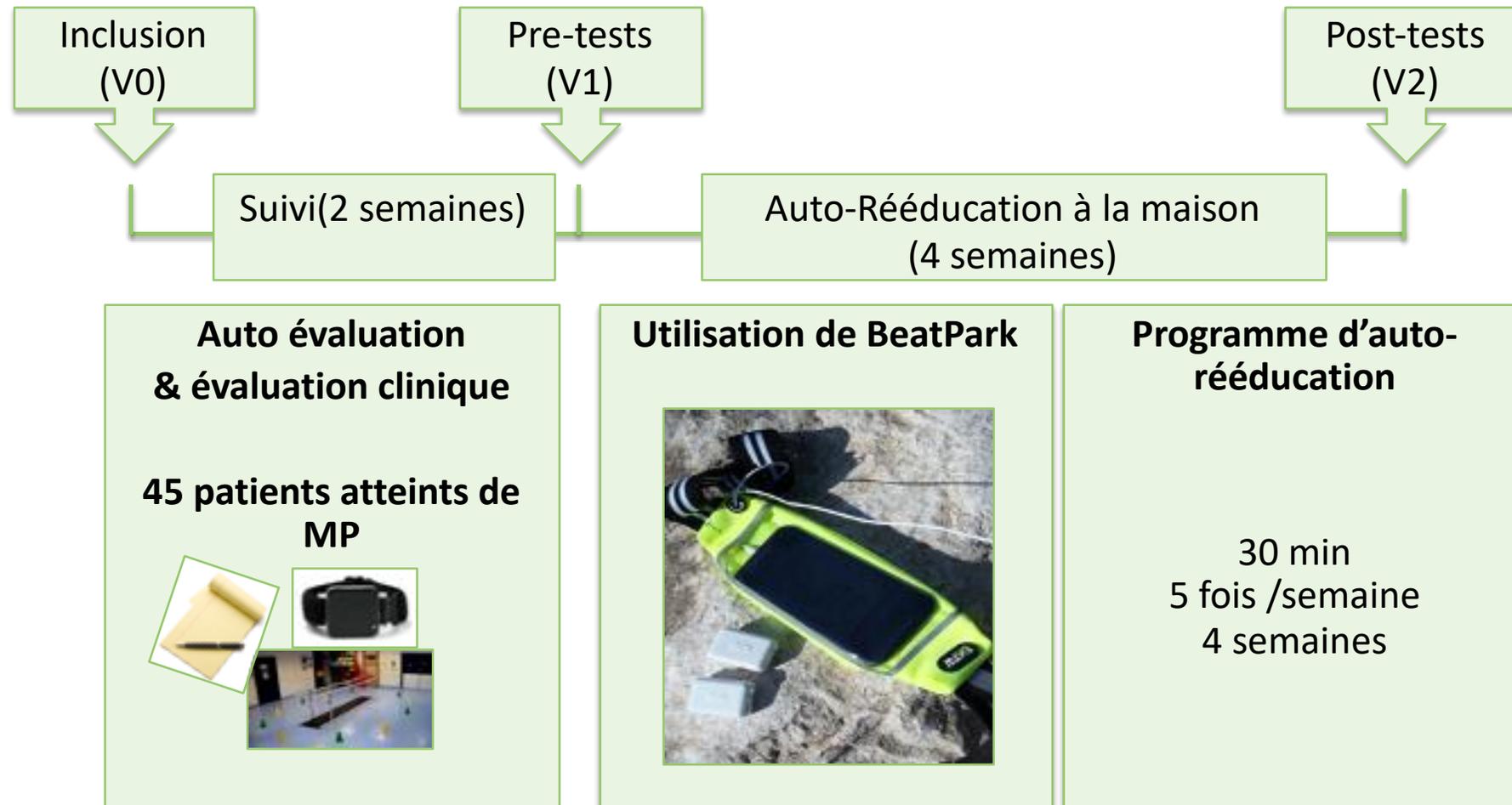




# Etude de sécurité, de tolérance, d'observance, d'acceptabilité et de satisfaction à l'utilisation de BeatPark

Cochen De Cock V, Dotov DG, Damm L, Ihalainen P, Driss V, Geny C,  
Bardy B, Dalla Bella S

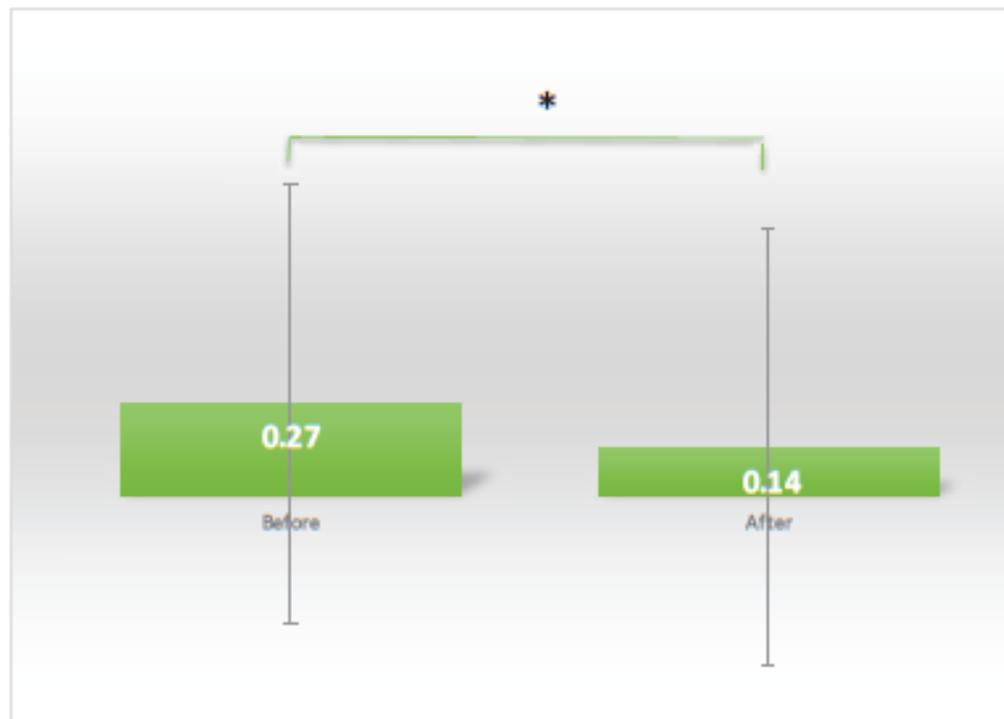




45 personnes atteintes de maladie de Parkinson (agées de  $65 \pm 9$ ;  $H\&Y = 2.4 \pm 0.6$ )

# Sécurité

Number of falls/week



Reduction of  
the number of  
falls by 50%

\*  $P < 0.05$

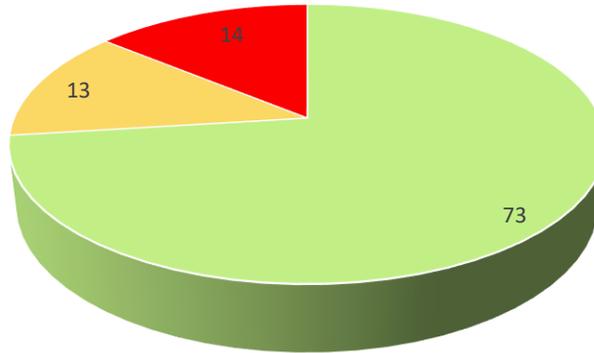
# Tolérance



\* P<0.05

# Acceptabilité

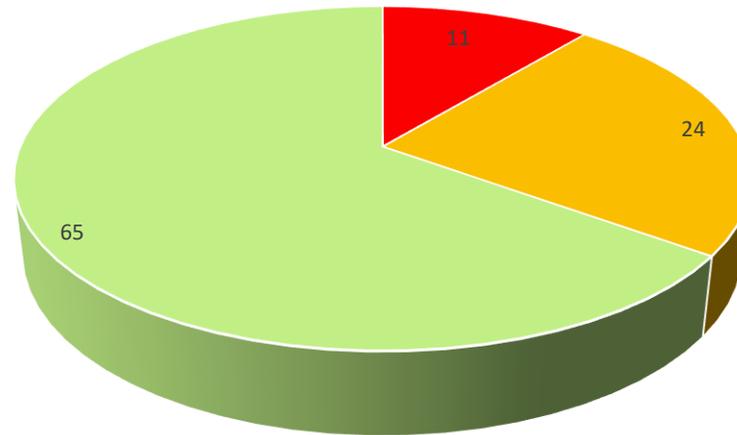
*BeatPark est facile à utiliser*



■ agree ■ neutral ■ disagree

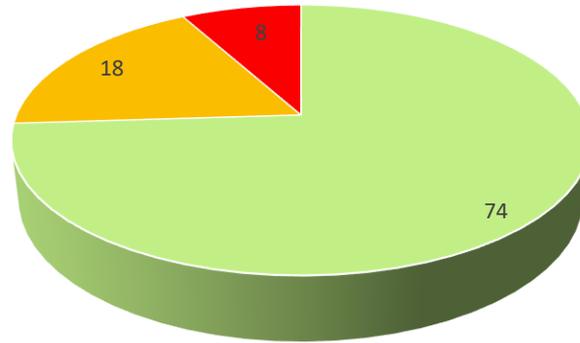
# Acceptabilité

*Je n'aurais besoin de personne pour m'aider à utiliser BeatPark*



# Acceptabilité

*Je pense que les gens pourraient apprendre à utiliser BeatPark rapidement*



■ agree ■ neutral ■ disagree

# Observance

- Utilisation moyenne de l'application 78.8% ( $\pm 28.2$ ) du temps prescrit
  - Moins de 25% : 7.7% des patients (n=3)
  - Plus de 90 % : 48.7% (n=19)
- Nombre moyen de sessions 15.9  $\pm$  5.8 (range: 1–20)/ 20 sessions
- Durée moyenne des sessions 29.71  $\pm$  1.10 minutes/30 minutes)
- Distance moyenne parcourue
  - 2.42  $\pm$  0.53 km par session
  - Par programme 39.2  $\pm$  17.3 km.

# Observants/ non observants

- Les patients non observants (<50% d'utilisation, n=8) avaient avant le programme
  - Plus peur de tomber
    - FSESS :  $34.00 \pm 11.94$  vs  $25.71 \pm 7.67$ ,  $p=0.05$
  - Plus d'atteinte de la motricité en vie quotidienne
    - MDS-UPDRS-II :  $14.86 \pm 5.27$  vs  $8.71 \pm 6.46$ ,  $p=0.02$
  - Une moindre qualité de vie
    - EQ5D:  $9.14 \pm 1.68$  vs  $7.86 \pm 1.27$ ,  $p=0.05$

# Satisfaction

- Echelle de satisfaction envers l'activité physique  $29.21 \pm 8.61$  [8-56] après une semaine d'utilisation de BeatPark
- Et 90.3% se décrivaient comme satisfaits (>24)
- Ces scores restaient similaires après un mois (respectivement,  $28.33 \pm 8.46$  ( $p=0.2$ ) and 92.0%).

Mullen S, Olson E, Phillips S, *et al.* Measuring enjoyment of physical activity in older adults: invariance of the physical activity enjoyment scale (paces) across groups and time. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011; **8**: 103.

# Efficacité

	Before rehabilitation program	After rehabilitation program	P
Number of subjects	39	39	
Parkinson's disease evaluation			
Hoehn and Yahr	2.4±0.5	2.5±0.5	0.4
MDS-UPDRS-I	9.04 ±6.27	7.67±5.99	0.46
MDS-UPDRS-II	9.44 ±6.50	9.71±8.35	0.54
MDS-UPDRS-III	26.71 ±12.06	22.87±15.39	0.30
MDS-UPDRS-IV	4.11 ±3.66	4.24±3.66	0.67
Balance			
Falls self-efficacy score	<b>26.87 ±9.03</b>	<b>24.73±7.86</b>	<b>0.05</b>
Mini Best test	24.13 ±3.12	24.73±2.62	0.18
Quality of life			
EQ5D	<b>7.89 ±1.42</b>	<b>7.59 ±1.57</b>	<b>0.03</b>
EQ5D EVA	65.78 ±16.99	66.76±15.56	0.57
Psychopathological evaluation			
Depression (BDI)	11.53 ±6.74	11.81±8.43	0.91
Anxiety (PAS)	12.82 ±7.16	12.84±8.10	0.57
Apathy (LARS)	<b>-7.3±4.6</b>	<b>-9.0±3.4</b>	<b>0.02</b>
6 minutes test			
Distance	<b>452.66 ± 75.39</b>	<b>470.29±60.11</b>	<b>0.01</b>
Cadence (steps/min)	<b>118.01±11.88</b>	<b>121.08±10.13</b>	<b>0.01</b>
Velocity (m/sec)	<b>1.28 ± 0.20</b>	<b>1.32±0.17</b>	<b>&lt;0.01</b>
Stride length (m)	<b>1.29 ±0.13</b>	<b>1.31±0.15</b>	<b>0.04</b>
Asymmetry index (PCI, %)	5.42 ±2.28	5.41±2.46	0.49

# Efficacité

	Before rehabilitation program	During rehabilitation program	P
Number of subjects	39	39	
Caloric expenditure/week			
in all exercise -related activities	3793.91±2750.97	3876.74±2714.73	0.9
In at least moderate intensity exercise-related activities	2521.40±1766.20	2693.00±2137.58	0.9
in “fast walk for exercise”	<b>158.70±348.56</b>	<b>528.39±553.21</b>	<b>&lt;0.005</b>
Frequency/week			
of all exercise-related activities	22.00±13.25	23.91±9.07	0.3
of at least moderate intensity exercise-related activities	<b>8.81±7.15</b>	<b>11.29±5.84</b>	<b>&lt;0.001</b>
of walk for exercise	<b>0.82±1.62</b>	<b>4.62±1.79</b>	<b>&lt;0.0001</b>
Percentage of subjects			
who exercise with moderate intensity	<b>89.75</b>	<b>100</b>	<b>&lt;0.05</b>
who walk for exercise	<b>28.2</b>	<b>100</b>	<b>&lt;0.001</b>

# Conclusion

- **Sécurité** et **tolérance** de BeatPark sont très rassurantes
- **Satisfaction** et **acceptabilité** très intéressantes
- Les résultats sur l'**efficacité** sont encourageants mais une **large étude randomisée contrôlée** est nécessaire pour confirmer ces résultats préliminaires

Etude randomisée contrôlée, de l'efficacité  
d'un programme d'auto-rééducation à la marche  
par stimulation rythmique auditive musicale adaptée,  
délivrée par BeatPark,  
chez des personnes atteintes de maladie de Parkinson.



# Quels groupes contrôles prendriez-vous?

- A : Pas d'activité physique
- B : Kinésithérapie habituelle
- C : Kinésithérapie intensive
- D : Marche selon le même protocole
- E : Marche selon le même protocole avec feed back
- F : Marche selon le même protocole avec feed back en musique à tempo aléatoire

# Quels groupes contrôles prendriez-vous?

- A : Pas d'activité physique
- B : Kinésithérapie habituelle
- C : Kinésithérapie intensive
- D : Marche selon le même protocole
- E : Marche selon le même protocole avec feed back
- F : Marche selon le même protocole avec feed back en musique à tempo aléatoire

# Etude à venir

- 396 patients
- 3 groupes, 132 patients par bras
  - BeatPark : musique adaptée
  - Musique à tempo aléatoire
  - Sans musique



**16 centres en France**

Grenoble

Lille

Marseille

Montpellier \*2

Nîmes

Paris \*4

Pointe à Pitre

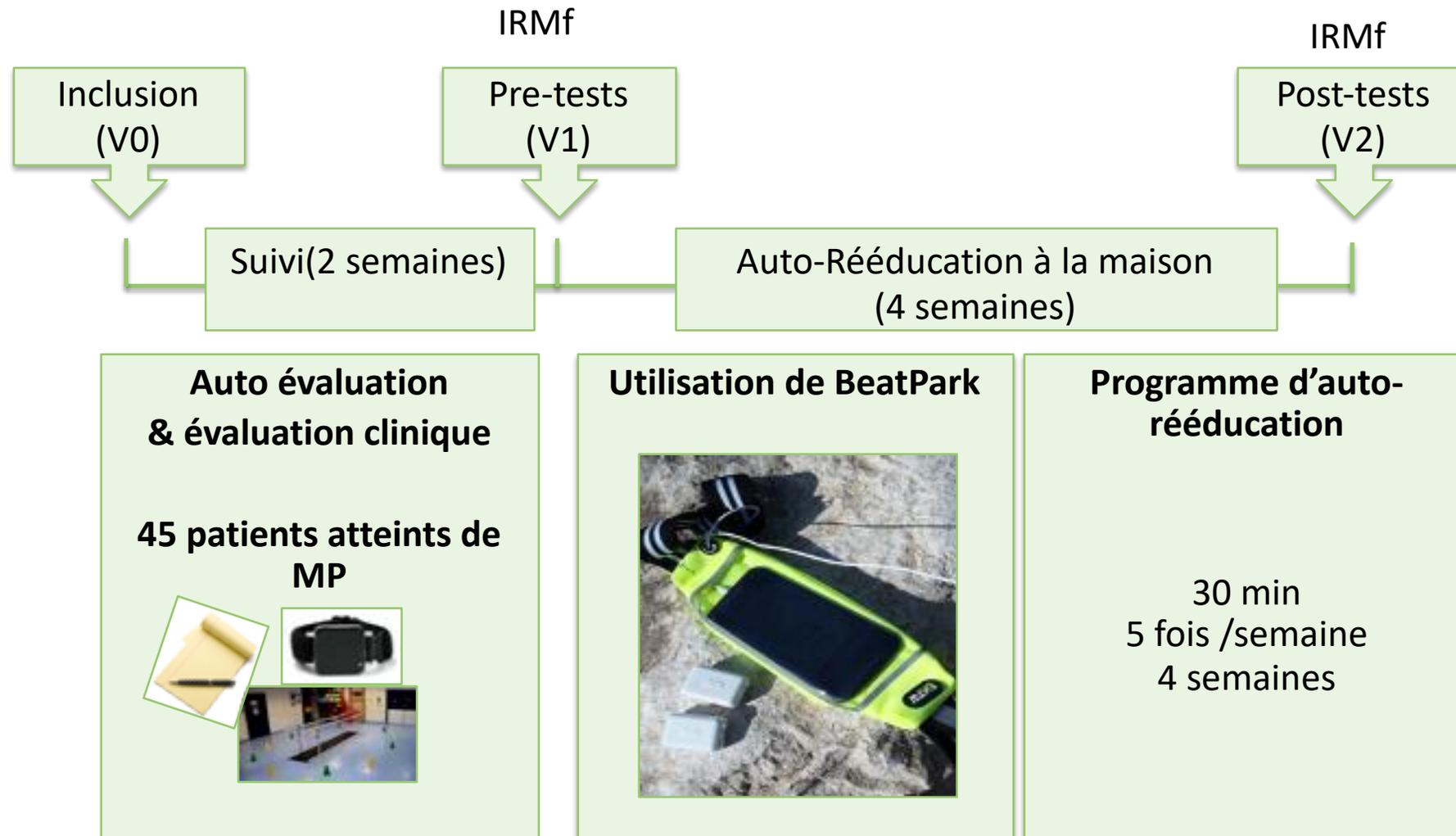
Poitiers

Rennes

Rouen

Saint Priest en Jarez

Toulouse



Utilisation des semelles FeetMe

# Durée de l'étude

- Nombre de visites : 3
- Durée du suivi : 1 mois et demi
- Durée des inclusions : 24 mois,
- Durée totale de l'étude : 3 ans.

Nous espérons que vous serez nombreux à faire participer vos patients.

# Merci pour votre attention et merci à tous mes collaborateurs



V. Driss



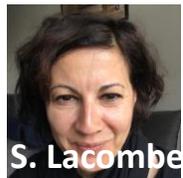
C. Geny

- CHRU de Montpellier

- Valérie Driss
- Christian Gény
- Marie Christine Picot
- Florence Galtier

- Clinique Beau Soleil

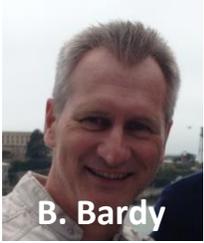
- Sandy Lacombe
- Nicolas Benard Serre



S. Lacombe

- Euromov

- Loïc Damm
- Benoit Bardy
- Simone Dalla Bella  
(and BRAMS, Montreal)
- Petra Ihalainen
- Dobri Dotov  
(and McMaster University,  
Canada)



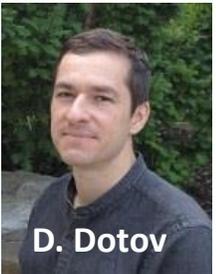
B. Bardy



L. Damm



S. Dalla Bella



D. Dotov



P. Ihalainen