

# Traitement de la lomboradiculalgie par stimulation médullaire

Yann Sühan SENOVA <sup>1,2,3</sup>

*1 Neurochirurgien, Praticien Hospitalo-Universitaire, Hôpital Henri Mondor*

*2 Responsable Structure Douleur Chronique, Hôpital Henri Mondor*

*3 Laboratoire de Neuropsychiatrie Translationnelle, IMRB, INSERM, UPEC*

**16 Mai 2024**

[yann.senova@aphp.fr](mailto:yann.senova@aphp.fr)

IDE douleur: [celine.viard@aphp.fr](mailto:celine.viard@aphp.fr)

**Mots clés:**

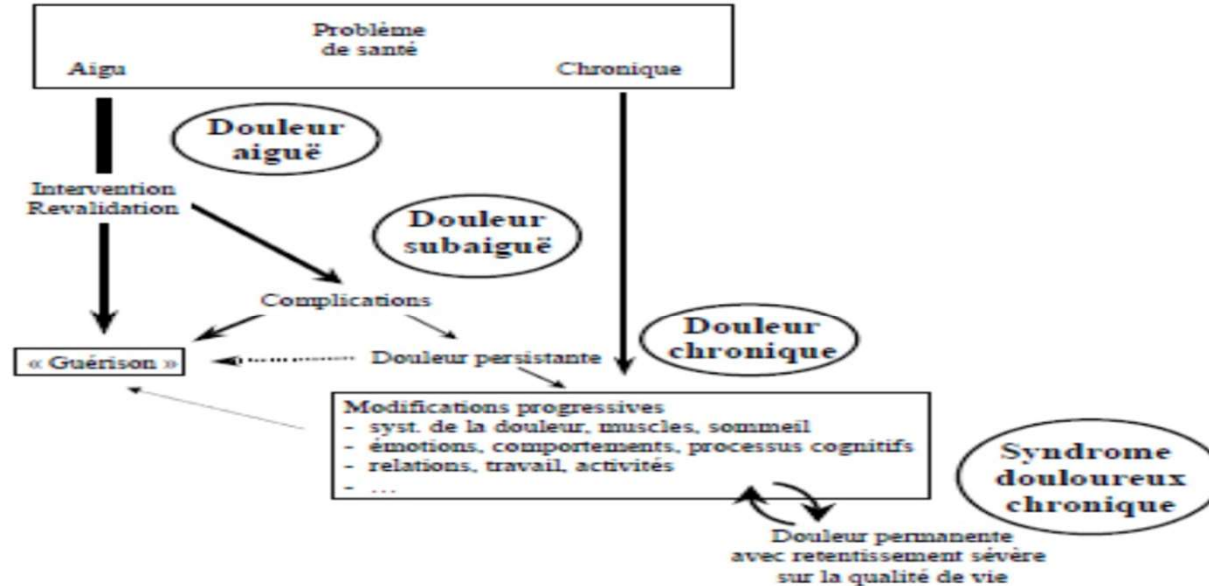
*Dose, patterns spatio-temporels,  
voies médiales et latérales de la douleur  
Stimulation paresthésiante vs infraparesthésiante,  
Cordons médullaires dorsaux, Cornes médullaires dorsales*



# Douleurs Chroniques

## Un enjeu de santé publique

- En France, HAS: 12 Millions de patients douloureux chroniques.
- Seulement 3% sont pris en charge dans une Structure Douleur Chronique (SDC)



# Stimulation Médullaire: recommandations

- 1978 : Rapport de la Société de Neurochirurgie (Sedan R, Lazorthes Y)
- 1993-98 : Recommandations bonnes pratiques (North R.)
- **Mars 2014: Avis HAS: service attendu suffisant**
- 2007 : EFNS Guidelines (Cruccu G et al.)



Neurostimulateurs médullaires implantables :  
une technique de dernier recours

## Les indications retenues par la HAS sont les suivantes :

- ▶ Douleurs chroniques neuropathiques réfractaires :
  - d'origine radiculaire ou tronculaire (diabétique, zostérienne, traumatique ou chirurgicale), > 1 an
  - syndrome douloureux régional complexe, > 6 mois
- ▶ Douleurs chroniques d'origine ischémique :
  - thrombo-angéite oblitérante (maladie de Buerger)

## Traitements pharmacologiques et non pharmacologiques de la douleur neuropathique : une synthèse des recommandations françaises

Pharmacological and Non-Pharmacological Treatment for Neuropathic Pain: Short Form French Guidelines

X. Moisset<sup>a,b</sup>, D. Bouhassira<sup>c,d</sup>, J. Avez Couturier<sup>e</sup>, H. Alchaar<sup>f</sup>, S. Conradi<sup>g</sup>, M.-H. Delmotte<sup>h</sup>, M. Lanteri-Minet<sup>i,j</sup>, J.-P. Lefaucheur<sup>k</sup>, G. Mick<sup>l</sup>, V. Piano<sup>m</sup>, G. Pickering<sup>n,o</sup>, E. Piquet<sup>l</sup>, C. Regis<sup>o</sup>, E. Salvat<sup>p</sup>, N. Attal<sup>q,r</sup>

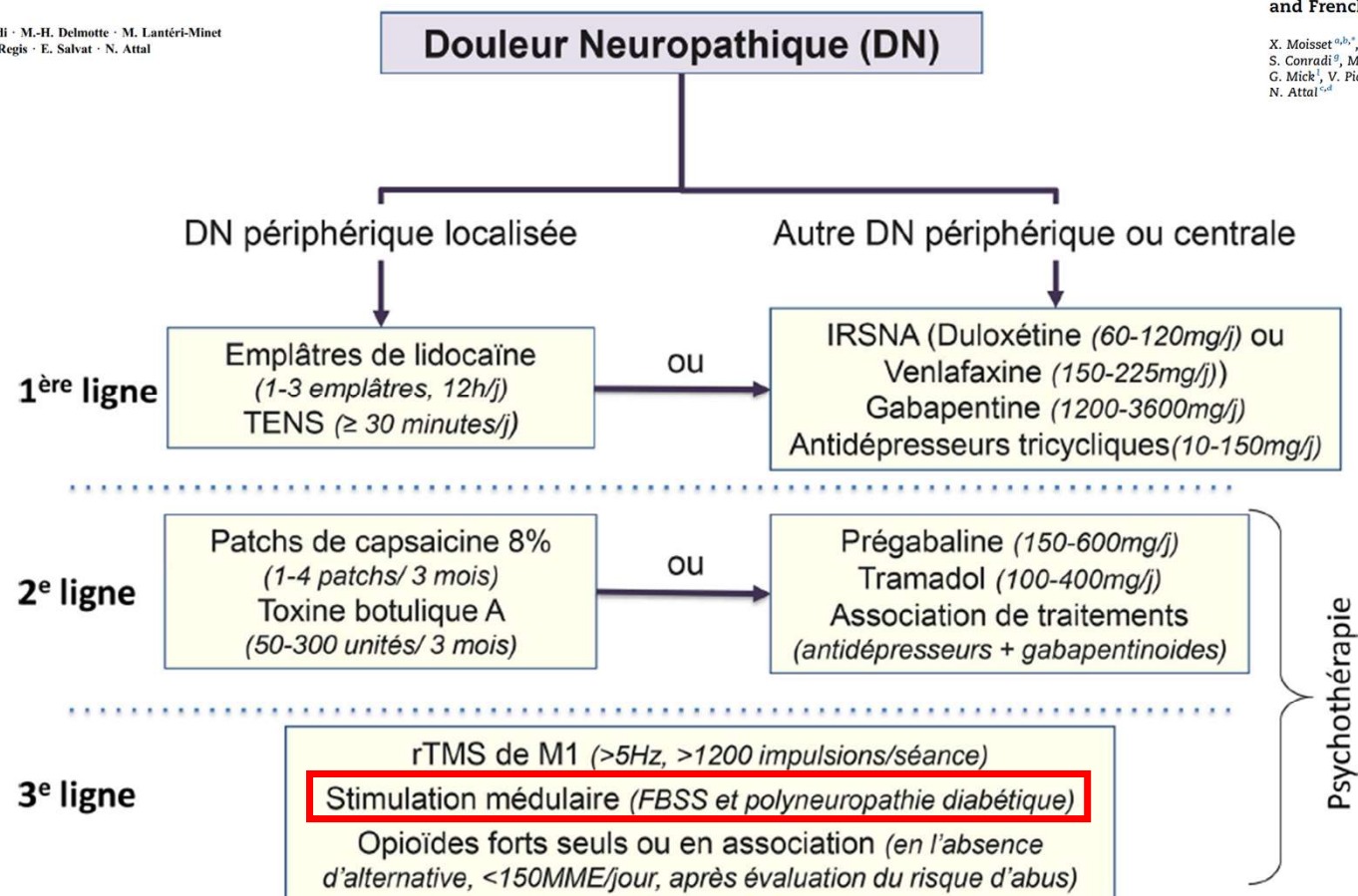


Practice guidelines

Pharmacological and non-pharmacological treatments for neuropathic pain: Systematic review and French recommendations



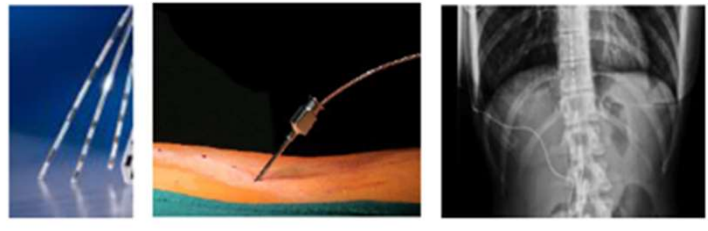
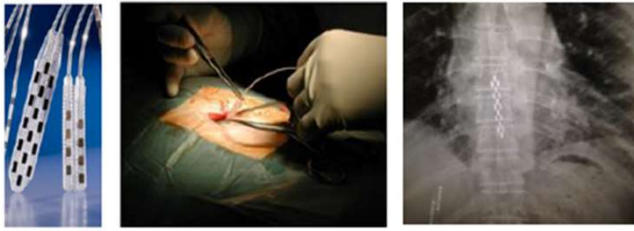
X. Moisset<sup>a,b</sup>, D. Bouhassira<sup>c,d</sup>, J. Avez Couturier<sup>e</sup>, H. Alchaar<sup>f</sup>, S. Conradi<sup>g</sup>, M.-H. Delmotte<sup>h</sup>, M. Lanteri-Minet<sup>i,j</sup>, J.-P. Lefaucheur<sup>k</sup>, G. Mick<sup>l</sup>, V. Piano<sup>m</sup>, G. Pickering<sup>n,o</sup>, E. Piquet<sup>l</sup>, C. Regis<sup>o</sup>, E. Salvat<sup>p</sup>, N. Attal<sup>q,r</sup>



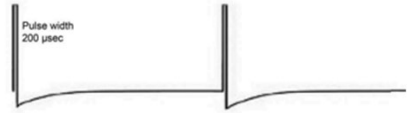
# Stimulation Médullaire « conventionnelle » tonique ( $\approx 40-90$ Hz)

*Abord chirurgical/AG*

*Abord percutané/AL*

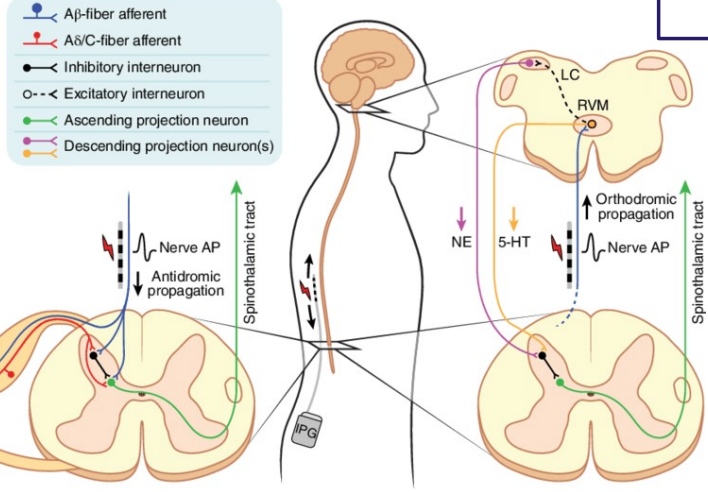
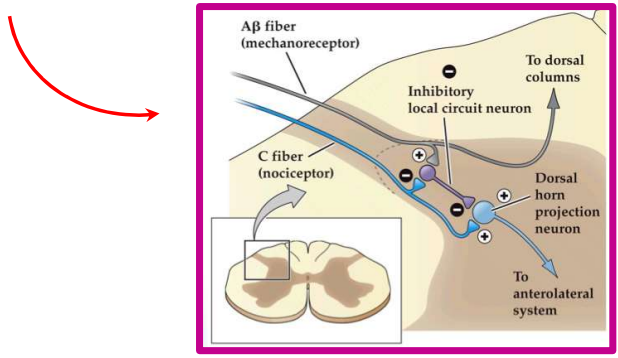


**stimulation paresthésiante**



• Activation antidromique des cordons  $A\beta$   
Mise en jeu du « Gate Control » dans les cornes dorsales

• Activation orthodromique des cordons  $A\beta$   
Mise en jeu de contrôles supra-spinaux et descendants inhibiteurs

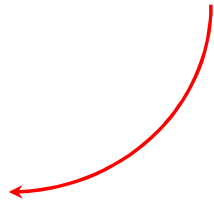
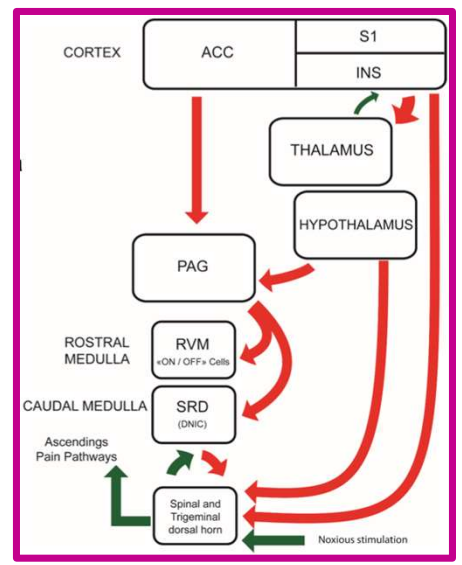


Clinical Evidence

- Decreased SSEPs
- Decreased RIII
- Reduced TS

Clinical Evidence

- Decreased RIII
- Improved CPM

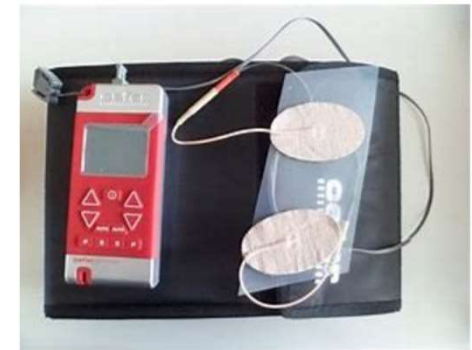
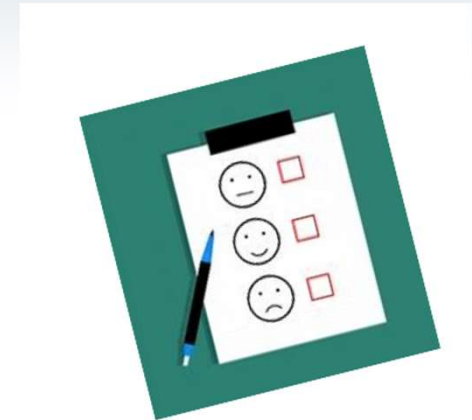


## Bilan pré-stimulation médullaire

- Evaluation **multimodale** de la douleur: EN, **DN4**, HADS, QRDSA...
- **TENS**: bonne valeur prédictive positive mais un TENS négatif ne doit pas faire renoncer à une tentative de stimulation médullaire
- **Potentiels Evoqués Somesthésiques**: temps de conduction centrale?
- Consultation **psychologique/psychiatrique**
- **IRM** panmédullaire et dorsolombaire: ne pas méconnaître un obstacle ou un conflit à lever avant la stimulation
- Discussion **RCP Douleur chronique**

## Contre-indications

- Attentes irréalistes
- Psychose, troubles de personnalité cluster B
- Troubles cognitifs majeurs, isolement social
- Troubles hémostasie
- Conflit médullaire ou radiculaire à lever au préalable



# Questionnaire DN-4



## Questionnaire DN4

Répondez aux 4 questions ci-dessous en cochant une seule case pour chaque item.

### INTERROGATOIRE DU PATIENT

**Question 1** : La douleur présente-t-elle une ou plusieurs des caractéristiques suivantes ?

	OUI	NON
1 - Brûlure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Sensation de froid douloureux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Décharges électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Question 2** : La douleur est-elle associée dans la même région à un ou plusieurs des symptômes suivants ?

	OUI	NON
4 - Fourmillements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - Picotements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - Engourdissement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Démangeaisons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### EXAMEN DU PATIENT

**Question 3** : La douleur est-elle localisée dans un territoire ou l'examen met en évidence ?

	OUI	NON
8 - Hypoesthésie au tact	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Hypoesthésie à la piqure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

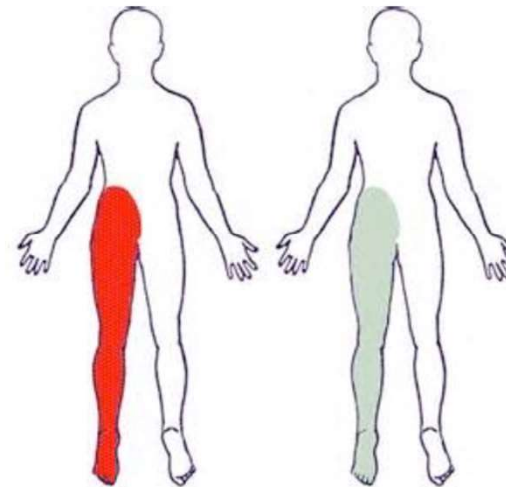
**Question 4** : La douleur est-elle provoquée ou augmentée par :

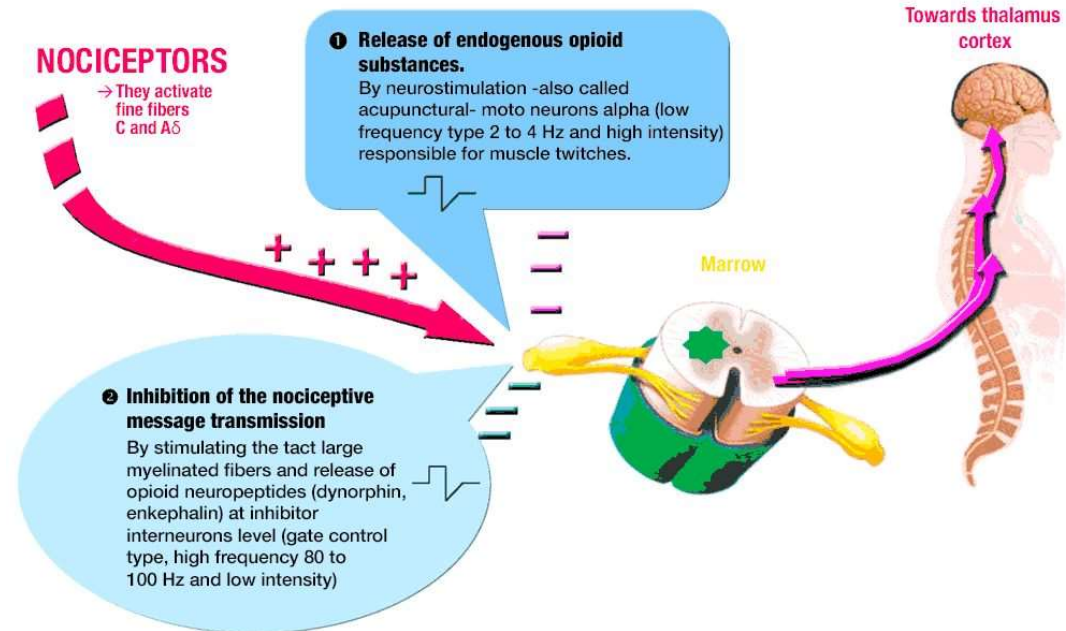
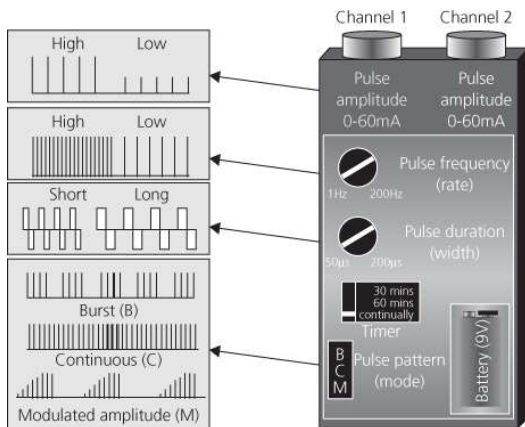
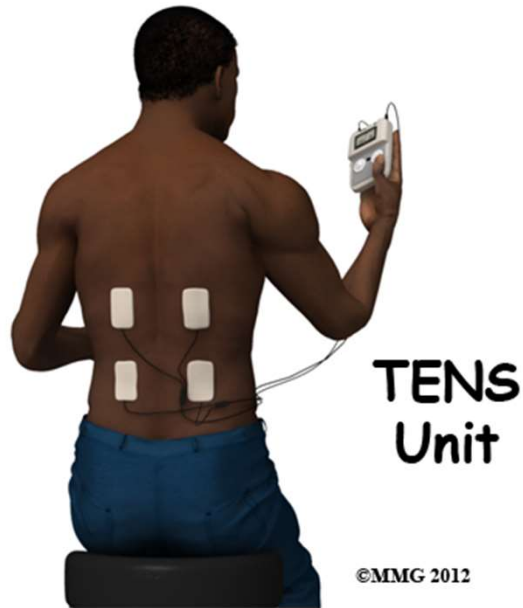
	OUI	NON
10 - Le frottement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Score du Patient :  /10

→ Un score  $\geq 4/10$  permet d'identifier correctement **86%** des DN

(sensibilité = 82,9% et spécificité = 89,9% pour une valeur seuil  $\geq 4/10$ )





### Contre-indications :

- pace-maker (risque d'interférences)
- région cervicale en regard des barorécepteurs sino- carotidiens

## TENS Conventionnelle

- largeur d'impulsion  $< 200 \mu\text{s}$
- stimulation continue
- fréquence 70-100 Hz
- intensité basse ( $< 10 \text{ mA}$ )
- site: dans la région de la douleur
- provoque des paresthésies non douloureuses
- effet antalgique localisé et rapide mais ne persistant pas après l'arrêt de la stimulation
- mécanisme: « gate control » par stimulation  $A\beta$

## Electro- acupuncture

- largeur d'impulsion  $\geq 200 \mu\text{s}$
- stimulation discontinue (bursts)
- fréquence 2-5 Hz
- intensité élevée ( $\geq 10 \text{ mA}$ )
- site: à distance de la zone douloureuse
- provoque des sensations intenses de battement
- effet antalgique retardé qui augmente durant la stimulation et persiste après l'arrêt
- mécanisme: « endorphinique » d'activation des contrôles diffus

# RCP Douleur Chronique

2 Lundis par mois, 15:30, Salle de Réunion de Neurochirurgie

## MEDICAL

- **Neurochirurgiens:**
  - Dr Yann Sühan Senova, Pr Stéphane Palfi
- **Neurologues Neurophysiologistes**
  - Pr Jean-Pascal Lefaucheur, Dr Benjamin Bardel

➤ **> 600 stimulations médullaires au CHU Henri Mondor depuis les années 1990**

- **Anesthésistes**
  - Dr Patricia Walleck (acupuncture)
- **Médecins Rééducateurs**
  - Dr Marjolaine Baude
- **Neurologues**
  - *Kit Yi Wu, Neurologue en FST dans l'équipe*

## PARAMEDICAL

- **Infirmière Douleur, neurochirurgie**
  - Mme Céline Viard
- **Psychologue, neurochirurgie**
  - M Thierry Soulas

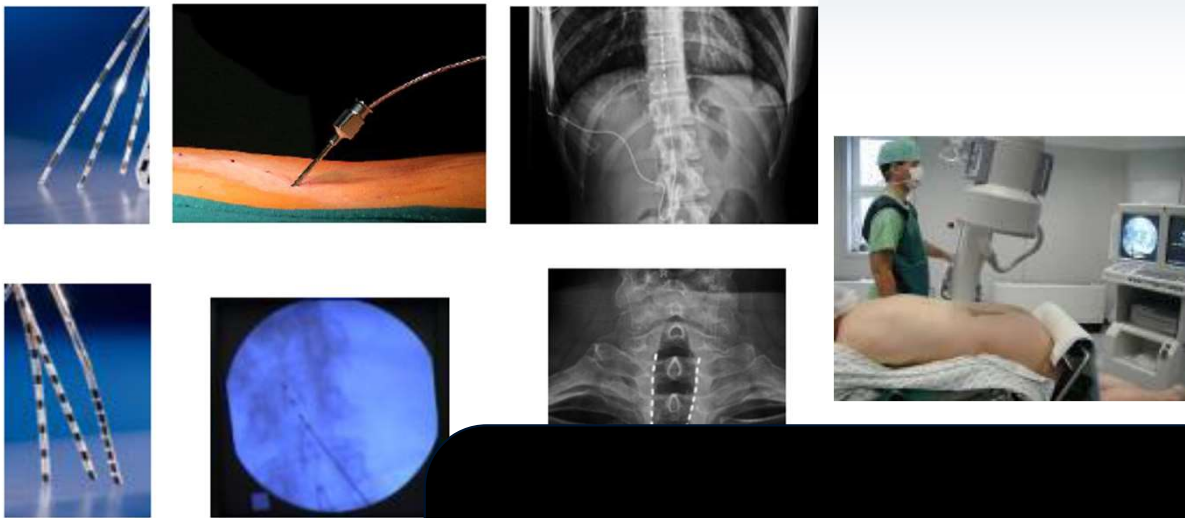
- **Kinésithérapeutes, neurochirurgie**
  - Mélanie Grivel Thibaut
  - Steven So
- **Hypnothérapeute, neurochirurgie**
  - Dr Gérard Fitoussi

## Complications

Labaran et al. Neuromodulation 2019 : Revue de la Base de Données Medicare 2005-2014 (Environ 13 000 Patients)

- Infections : 2% (entre 2% et 10% dans la revue générale de la littérature)
- Hématomes : 0,1 %
- Fractures, migrations des électrodes, dysfonctionnement avec réintervention : 0,3%
- Brèche durale : 0,1 %
- Traumatisme médullaire : 0,1%

# Stimulation Médullaire Chirurgicale vs percutanée



## Electrode percutanée :

- Abord par voie percutanée péridurale (aiguille de Tuohy)
- Ponction à hauteur des vertèbres lombaires et positionnement sous scopie de l'électrode en regard du niveau vertébral souhaité
- Possibilité de réaliser des tests per-opératoires pour ajuster le niveau de l'électrode (patient réveillé)
- Inconvénients :

Risque de mobilité de l'électrode dans le canal rachidien avec perte d'efficacité

Moins bonne couverture de la douleur car surface stimulée plus limitée (donc indiquées pour douleurs

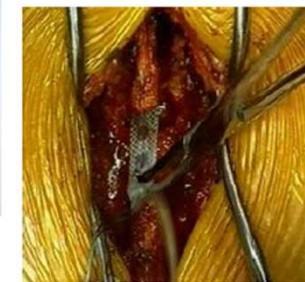
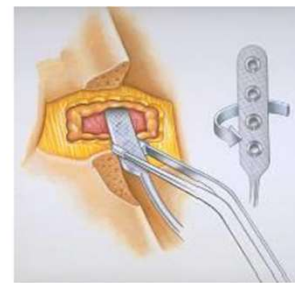
**Phase Test de 7 jours recommandée par la HAS entre implantation de l'électrode et implantation de la pile**

*pour la stimulation médullaire*

## Electrode chirurgicale:

- Abord chirurgical inter-laminaire sous contrôle scopique
- Mise en place d'une électrode stimulable/plus de combinaisons
- Tests per-op possibles mais plus difficiles (technique plus invasive)
- Meilleure stabilité dans le canal rachidien
- Pour douleurs plus complexes notamment associées à des lombalgies

- Extrémités inférieures et zone lombaire D9-D10
- Zone thoracique D1-D2
- Extrémités supérieures C3-C5
- Extrémités inférieures (pieds) D11-L1

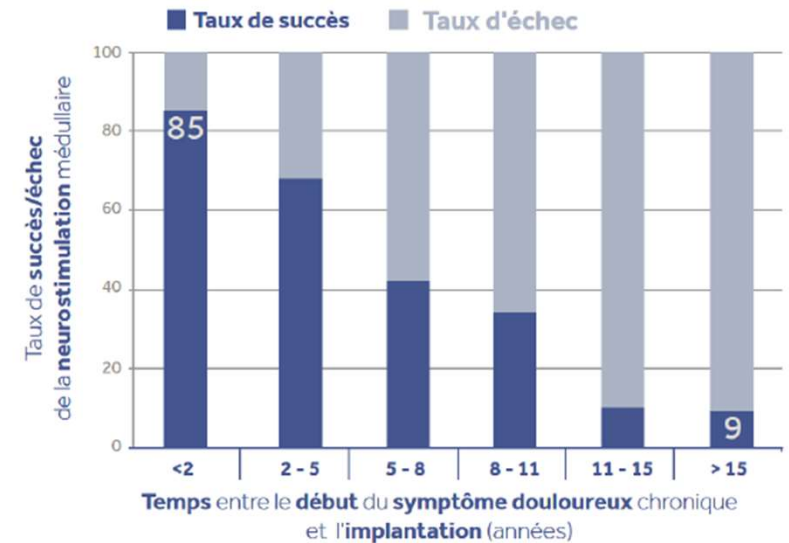


# Stimulation Médullaire « conventionnelle » tonique ( $\approx 40-90$ Hz)

## Service médical rendu important

- Pour Radiculalgies post-chirurgicales (FBSS/PSPS-T2):
  - *North R 2005* : supériorité à 2 ans du taux de succès de la SCS (47%) / réintervention (11%)
  - *Kumar K 2007* : supériorité à 2 ans du taux de succès de la SCS (48%) / ttt conventionnel (9%)
    - + amélioration activités vie quotidienne (74%)
    - + retour à l'emploi (31%)

UNE PRISE EN CHARGE PLUS PRÉCOCE PAR NEUROSTIMULATION MÉDULLAIRE AMÉLIORE LES RÉSULTATS DU TRAITEMENT<sup>1</sup>



**Mais limites dans l'efficacité (ex. lombalgies sans radiculalgies) et dans la tolérance (ex. paresthésies induites)**



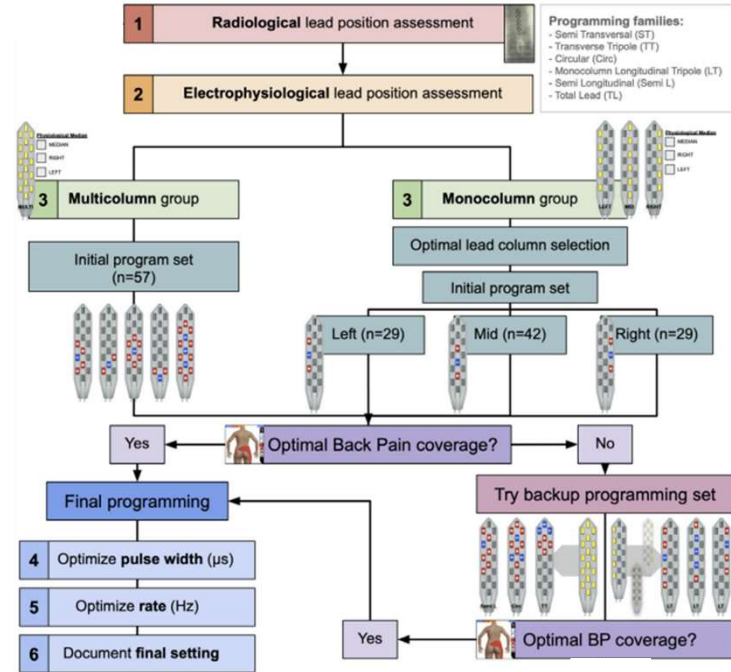
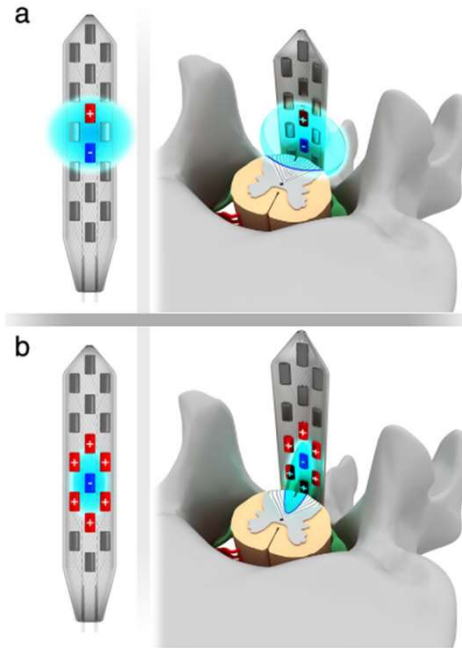
**Améliorations récentes liées :**

- au design des électrodes
- au design du pattern de stimulation

# Stimulation Médullaire « conventionnelle » tonique + Electrodes multi-colonnes

## How Should we Use Multicolumn Spinal Cord Stimulation to Optimize Back Pain Spatial Neural Targeting? A Prospective, Multicenter, Randomized, Double-Blind, Controlled Trial (ESTIMET Study)

Philippe Rigoard, MD, PhD<sup>1,2,3</sup>; Maxime Billot, PhD<sup>1</sup>; Pierre Ingrand, MD, PhD<sup>4</sup>; Isabelle Durand-Zaleski, MD<sup>5</sup>; Manuel Roulaud, MSc<sup>6</sup>; Philippe Peruzzi, MD<sup>6</sup>; Phong Dam Hieu, MD<sup>7</sup>; Jimmy Voirin, MD<sup>8</sup>; Sylvie Raoul, MD<sup>9</sup>; Philippe Page, MD<sup>2</sup>; Marie-Christine Djian, MD<sup>10</sup>; Denys Fontaine, MD<sup>11,12</sup>; Michel Lantéri-Minet, MD<sup>1,2,13,14</sup>; Serge Blond, MD<sup>15</sup>; Nadia Buisset, MD<sup>15</sup>; Emmanuel Cuny, MD<sup>16</sup>; Myriam Cadenne, MD<sup>17</sup>; François Caire, MD<sup>18</sup>; Danièle Ranoux, MD<sup>19</sup>; Patrick Mertens, MD<sup>20</sup>; Hussein Naous, MD<sup>20</sup>; Emile Simon, MD<sup>20</sup>; Evelyne Emery, MD<sup>21</sup>; Guillaume Béraud, MD<sup>22</sup>; Françoise Debiais, MD<sup>23</sup>; Géraldine Durand, MD<sup>23</sup>; Alain Serrie, MD<sup>24</sup>; Bakari Diallo, MD<sup>25</sup>; Julie Bulsei, PharmD<sup>2</sup>; Amine Ounajim, MSc<sup>1</sup>; Kevin Nivole, MSc<sup>1</sup>; Sophie Duranton, PharmD<sup>26</sup>; Nicolas Naiditch, MSc<sup>1</sup>; Olivier Monlezun, PharmD<sup>1</sup>; Benoit Bataille, MD<sup>2</sup>



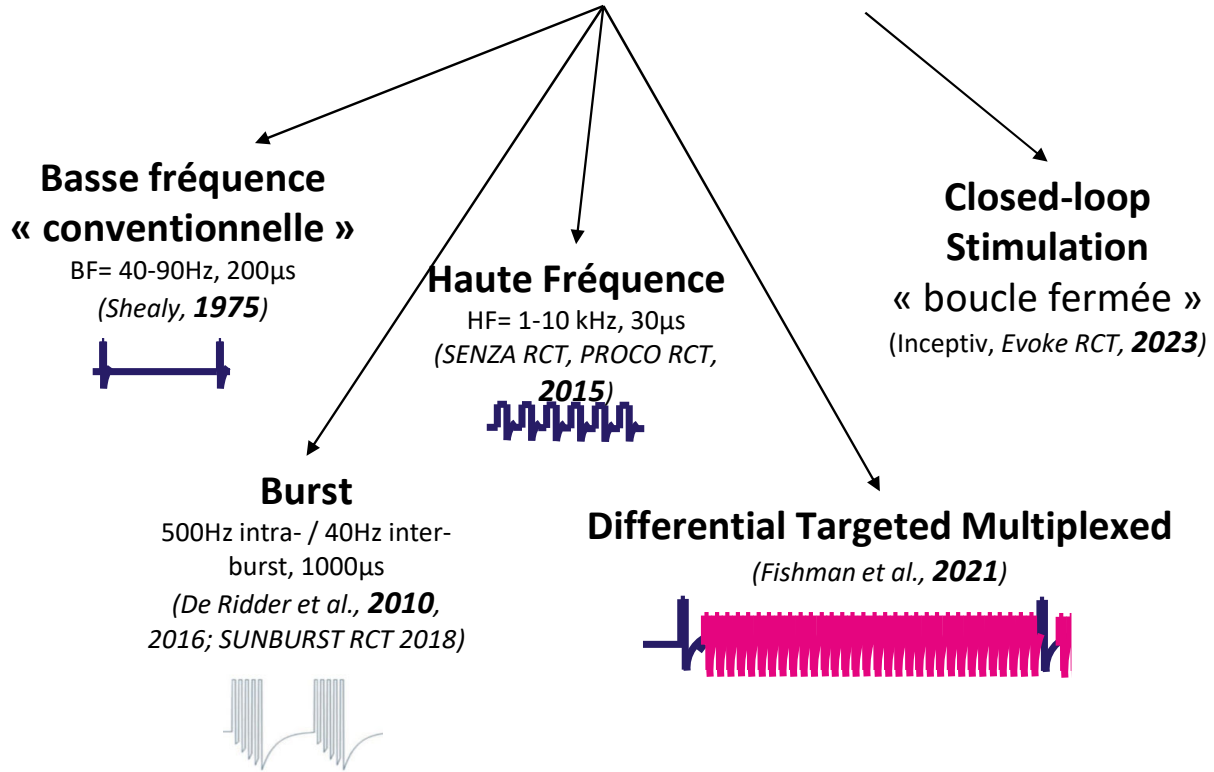
➔ Meilleure efficacité sur les lombalgies, liée au design de l'électrode (3 colonnes, 16 contacts)  
 Mais est dépendente aussi du ciblage qui peut être assez focal, ie réalisable sur 1 colonne

On augmente les chances d'avoir une colonne de plots en regard des fibres à stimuler pour obtenir L'effet antalgique

# Nouveaux paradigmes de stimulation médullaire

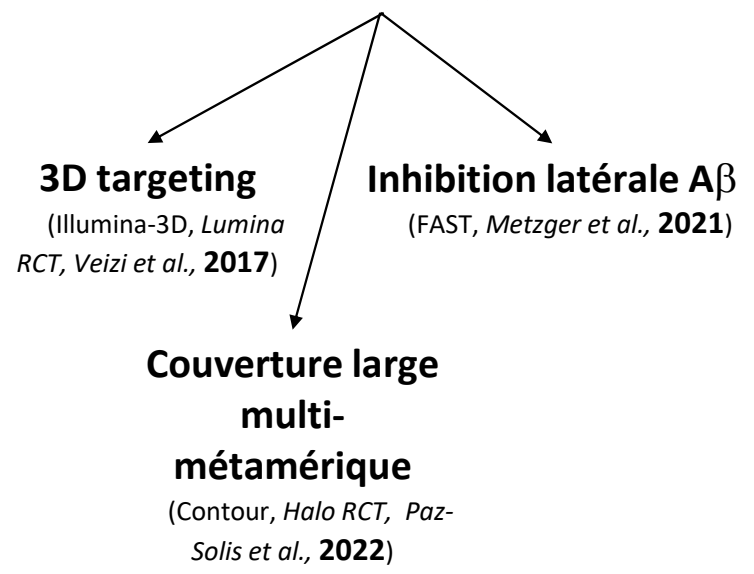
## Modifications aspects 'temporels':

*Pattern-Fréquence-Largeur impulsion 'Timing' de l'intensité de la stimulation*



## Modifications aspects 'spatiaux':

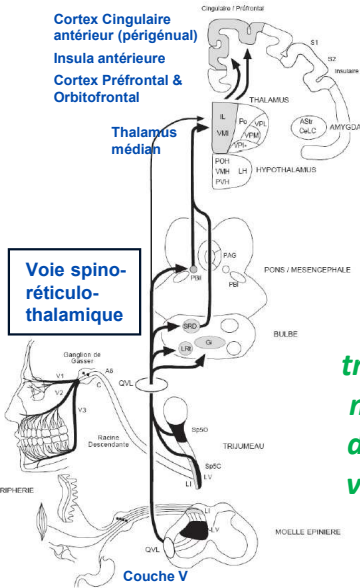
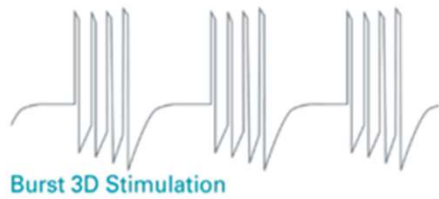
*Dosage, Montage*



# Stimulation 'burstique'

stimulation infra-paresthésiante

Voies Médiales Attentionnelles Et Emotionnelles



Neuromodulation: Technology at the Neural Interface  
 Received: June 1, 2015 | Revised: September 5, 2015 | Accepted: September 24, 2015  
 (onlinelibrary.wiley.com) DOI: 10.1111/nci.12368

### Burst and Tonic Spinal Cord Stimulation: Different and Common Brain Mechanisms

Dirk De Ridder, MD, PhD\*; Sven Vanneste, PhD†

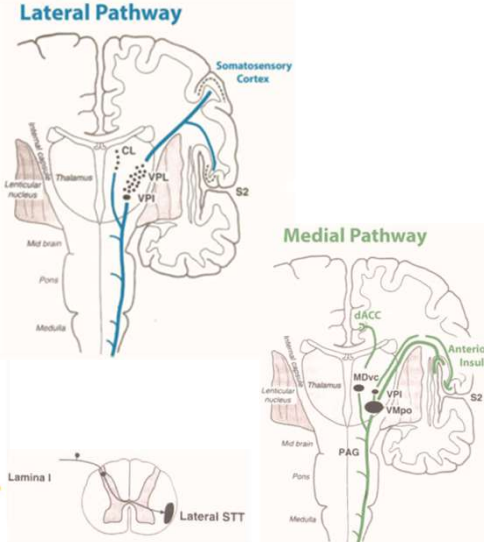



(n=5, étude par EEG)

Effet inhibiteur sur la transmission nociceptive au niveau des cornes dorsales différent en fonction des voies spino-thalamiques ??

stimulation paresthésiante

Voies Latérales (et Médiales) Sensori-discriminatives

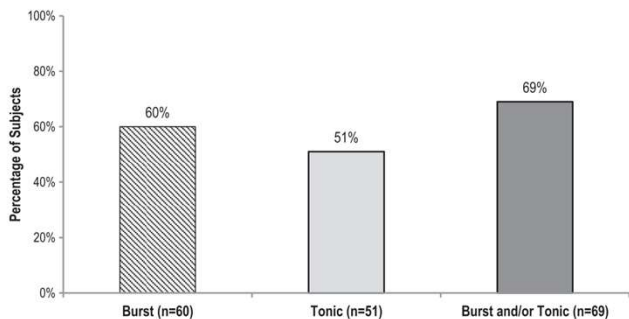
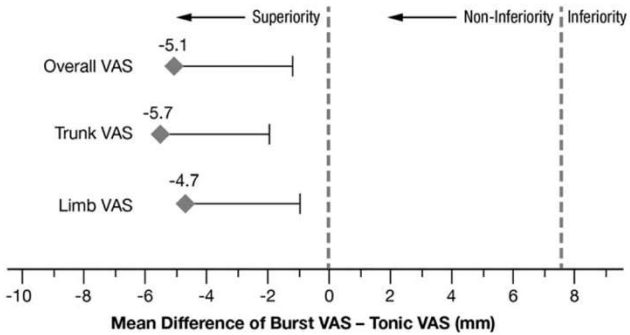


TONIC STIMULATION (TRADITIONAL)



SUNBURST RCT, 2018 (12w crossover)

- Supériorité antalgique de la stimulation Burstique à la stimulation conventionnelle
- Plus de 2/3 des patients préfèrent la modalité burstique
- Il est avantageux de pouvoir délivrer les stimulations burstique et/ou conventionnelle chez un même patient



# Stimulation tonique à 'haute-fréquence' : 1 à 10 kHz

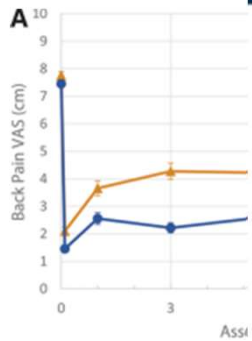
stimulation infra-paresthésiante

Potentiel effet de

## Rauck et al., NANS 2015

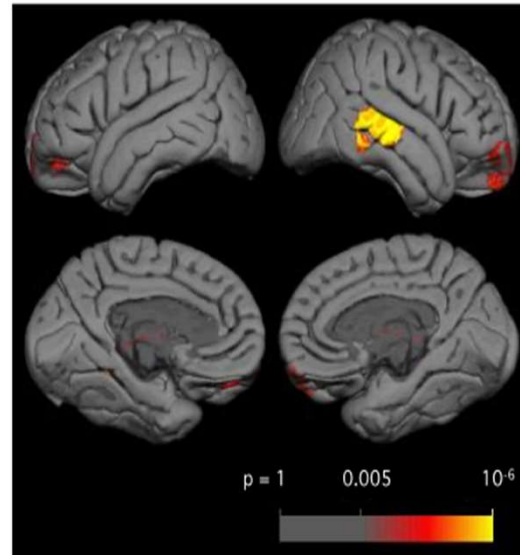
SENZA RCT, 2015

➤ Stimulation à tr  
stimulation conve

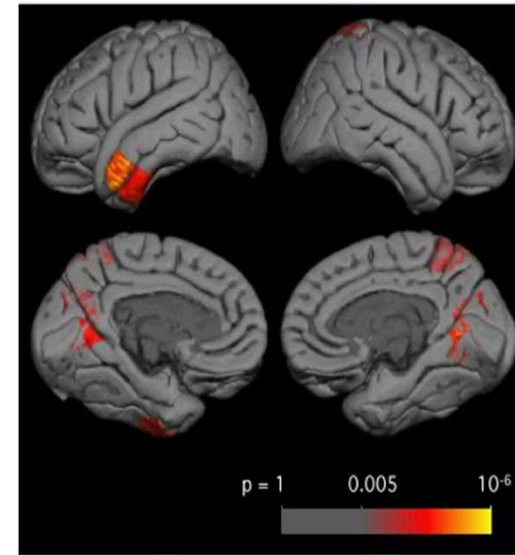


• PET Scans: Standard vs. 1-kHz (n=7)

Standard Rate



1-kHz



DISCOVER registry,

➤ Stimulation à 1 kHz  
amélioration de la  
d'antalgiques et a

itory neuron)

la lomboradiculalgie  
pour la pile

Hz

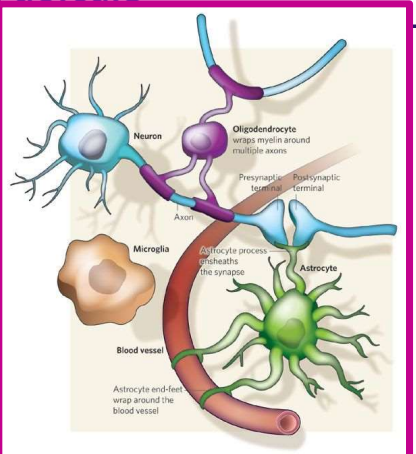
Change from baseline



# Stimulation 'multiplexée'

stimulation infra-paresthésiante

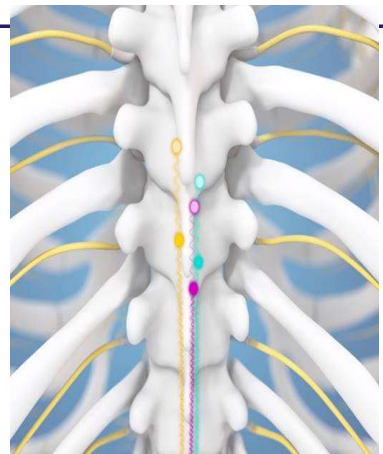
## Potentiel effet sur des populations cellulaires non-neuronales (gliales) de la corne dorsale



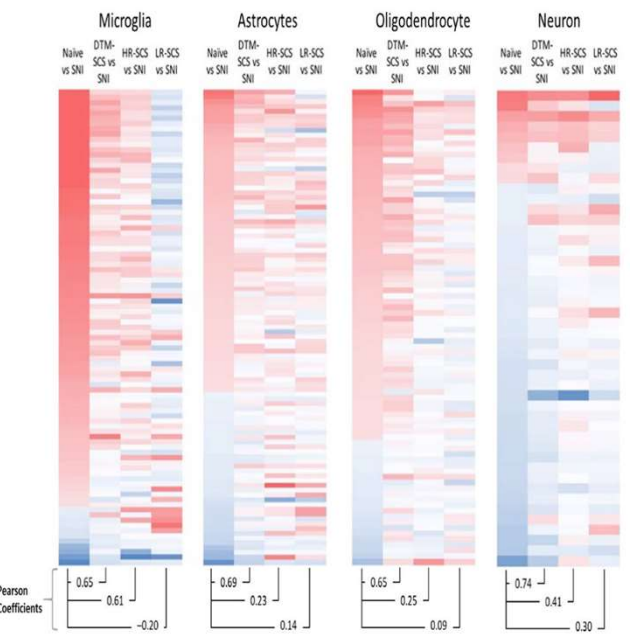
Journal of **Anatomy**  
 J. Anat. (2019) doi: 10.1111/joa.13061

**Glia to neuron ratio in the posterior aspect of the human spinal cord at thoracic segments relevant to spinal cord stimulation**  
 Amparo Ruiz-Sauri,<sup>1</sup> Jorge M. Orduna-Valls,<sup>2,3</sup> Arantxa Blasco-Serra,<sup>4</sup> Carlos Tornero-Tornero,<sup>2,3</sup> David L. Cedeno,<sup>5,6,7</sup> Daniel Bejarano-Quisoboni,<sup>2</sup> Alfonso A. Valverde-Navarro,<sup>4</sup> Ramin Benyamin,<sup>8,5,6,7</sup> and Ricardo Vallejo,<sup>5,5,6,7</sup>

Segment	Ratio Glie/Neurone ± écart type*
T8	10.9 ± 3.5
T9	11.5 ± 2.8
T9-T10	13.0 ± 4.2
T10	13.2 ± 5.5
T11	13.0 ± 3.4



➤ **Differential Targeted Multiplexed Stimulation : stimulation DTM™** peut impacter sur l'ensemble du tissu neural (neurones et cellules gliales) de la moelle avec 'normalisation phénotypique' des cellules gliales (Cedeno et al., 2019, 2020, 2022)



➤ **Indication 'Persistent Spinal Pain Syndrome T2' post-chirurgical (ex FBSS) :**  
 ➤ *Fishman et al 2021 :*  
 - supériorité de la stimulation DTM sur la stimulation conventionnelle sur la lombalgie, jusqu'à 12 mois post-op (84% répondeurs >50% et 69% répondeurs >80%)

Twelve-Month results from multicenter, open-label, randomized controlled clinical trial comparing differential target multiplexed spinal cord stimulation and traditional spinal cord stimulation in subjects with chronic intractable back pain and leg pain

Michael Fishman MD, MBA<sup>1</sup> | Harold Corder MD<sup>2</sup> | Rafael Justiz MD<sup>3</sup> | David Provenzano MD<sup>4</sup> | Christopher Merrell MD<sup>5</sup> | Binit Shah MD<sup>6</sup> | Julian Naranjo MD<sup>7</sup> | Philip Kim MD<sup>1</sup> | Aaron Calodney MD<sup>8</sup> | Jonathan Carlson MD<sup>9</sup> | Richard Bandschu MD<sup>10</sup> | Mahendra Sanapati MD<sup>11</sup> | Vipul Mangal MD<sup>12</sup> | Ricardo Vallejo MD, PhD<sup>13</sup>

➤ **ASRA 2023 et NANS 2024 :**  
 - confirmé pour **lombalgies PSPS-T1** : 82% répondeurs >50% à 12 mois  
 - confirmé pour **cervicalgies et NCB** : 86% répondeurs >50% à 12 mois

# Stimulations 'closed loop'

Concept : utiliser des biomarqueurs enregistrés on-line pour contrôler le déclenchement de la stimulation

La distance électrode/cible médullaire varie selon :

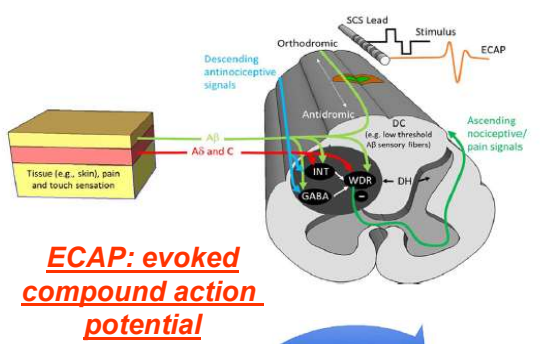
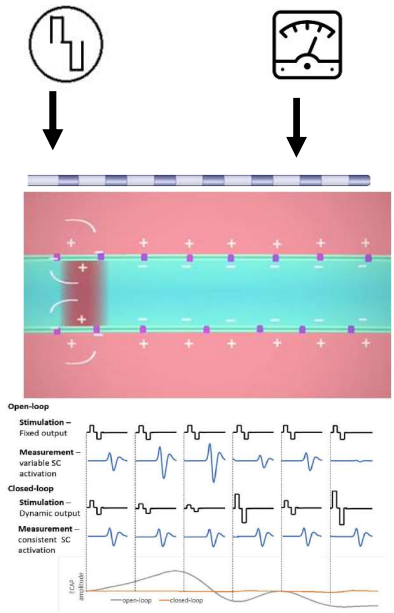
- Macro-mouvements (Schultz, Pain Physician 2012) (ex. marche, changements position (decubitus)...)
  - Micro-mouvements (ex. respiration, modifications tensionnelles...)



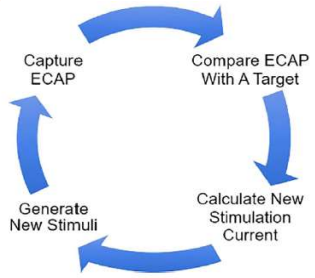
La variation de la distance modifie l'intensité du courant atteignant la cible :

Enregistrer on-line l'activité électrique générée par la stimulation permettrait d'adapter automatiquement l'intensité de stimulation à délivrer (Mekhail, Lancet Neurol 2020)

- Closed-Loop SCS en stimulation conventionnelle : EVOKE RCT 12 mois (Lancet Neurology 2020); 24 mois (JAMA Neurology 2022); 36 mois (Reg Anesth & PM 2023)
- Closed-Loop SCS en stimulation DTM™ infraparesthésique : Mohabbati et al. 2023 (eINS; ERC)



**ECAP: evoked compound action potential**

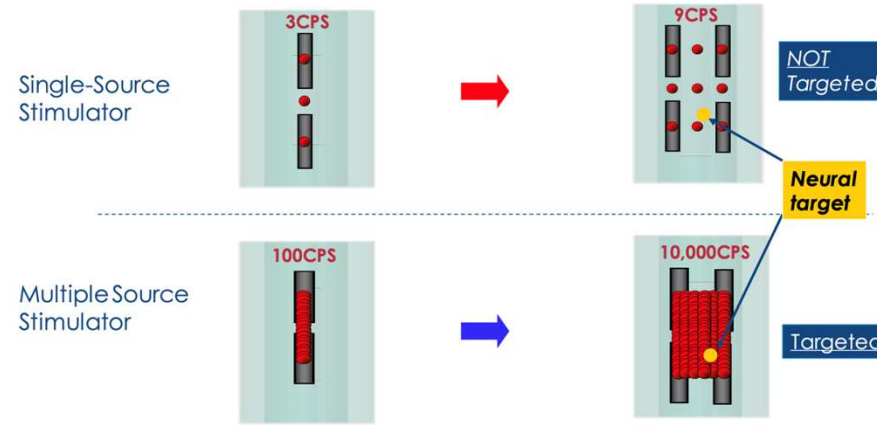
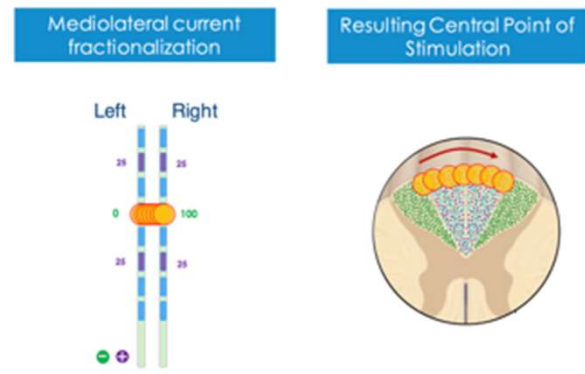
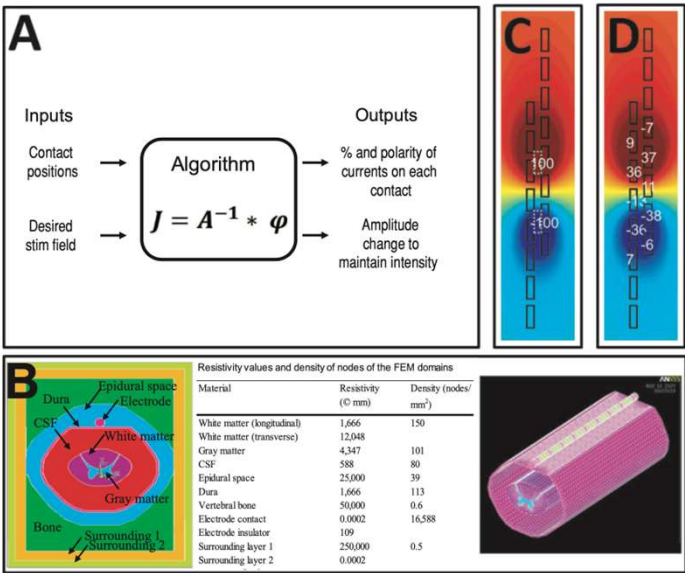


	12 months			p value
	Closed-loop group	Open-loop group	Difference (95% CI)	
<b>VAS percentage change from baseline</b>				
Overall pain	72.3% (29.0)	56.2% (38.5)	16.0% (3.6 to 28.5)	0.012
Back pain (hierarchical secondary outcome)	69.4% (30.6)	54.0% (39.5)	15.4% (2.5 to 28.3)	0.020§
Leg pain (hierarchical secondary outcome)	72.9% (31.0)	62.1% (37.5)	10.7% (-1.8 to 23.3)	0.0007¶
<b>VAS responder rates*  </b>				
Overall pain ≥50% reduction (primary outcome)	49/59 (83%)	36/59 (61%)	22.0% (6.3 to 37.7)	0.0060§
Back pain ≥50% reduction (hierarchical secondary outcome)	47/59 (80%)	34/59 (58%)	22.0% (5.8 to 38.3)	0.0079§
Leg pain ≥50% reduction	49/59 (83%)	36/59 (61%)	22.0% (6.3 to 37.7)	0.0060§
<b>VAS high responder rates*  </b>				
Overall back and leg pain ≥80% reduction (hierarchical secondary outcome)	33/59 (56%)	22/59 (37%)	18.6% (1.0 to 36.3)	0.039§

# Stimulation conventionnelle '3D-targeting'

stimulation paresthésiante ou infra-paresthésiante

Concept : modélisation 3D de stimulation 'conventionnelle' en fonction des contacts et du courant délivrés, et du tissu stimulé, pour cibler plus spécifiquement les métamères correspondant au territoire douloureux



Stimulation tonique ≈ 60 Hz, 400µs  
3D-Neural Targeting - Modélisation en éléments finis

Pain Medicine 2017; 18: 1534-1548  
doi: 10.1093/pm/pnw050



## NEUROMODULATION & INTERVENTION SECTION

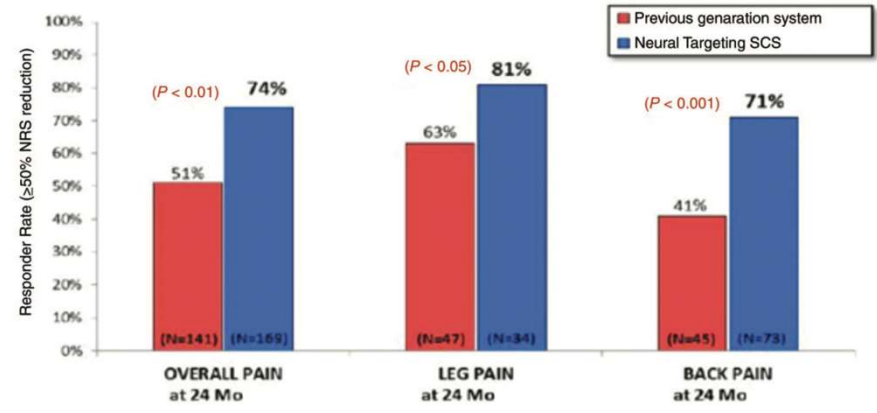
Original Research Article

Spinal Cord Stimulation (SCS) with Anatomically Guided (3D) Neural Targeting Shows Superior Chronic Axial Low Back Pain Relief Compared to Traditional SCS—LUMINA Study



illumina 3D™  
Ciblage Précis

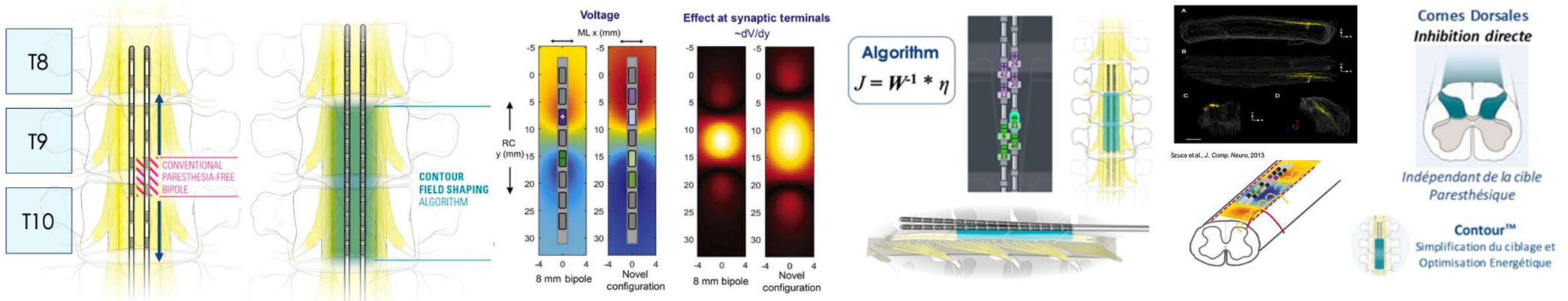
Elias Veizi, MD, PhD,<sup>1,†</sup> Salim M. Hayek, MD, PhD,<sup>1,†</sup> James North, MD,<sup>2</sup> T. Brent Chafin, MD,<sup>1</sup> Thomas L. Yearwood, MD, PhD,<sup>3</sup> Louis Raso, MD,<sup>4</sup> Robert Frey, MD,<sup>5</sup> Kevin Cairns, MD,<sup>1†</sup> Anthony Berg, MD,<sup>1†</sup> John Brendel, MD,<sup>6§</sup> Nameer Haider, MD,<sup>7¶</sup> Matthew McCarty, MD,<sup>8§</sup> Henry Vucetic, MD, Alden Sherman, BA,<sup>9\*\*\*</sup> Lilly Chen, PhD,<sup>10\*\*</sup> and Nitzan Mekel-Bobrov, PhD<sup>10\*\*\*</sup>



# Stimulation à fréquence intermédiaire 'large multi-métamérique'

stimulation infra-paresthésiante

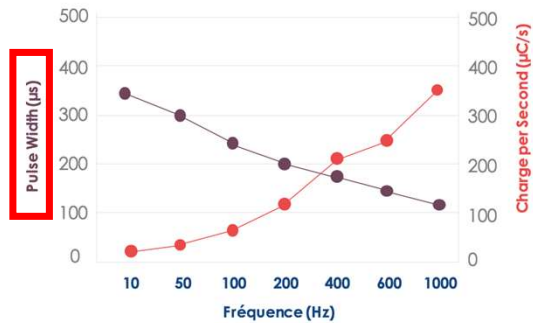
Concept : modélisation de stimulation tonique 'infra-paresthésiante' pour agir de façon large multi-métamérique mais plus sélective sur les connexions synaptiques neuronales au sein de la corne dorsale



Neuromodulation: Technology at the Neural Interface  
 Received November 20, 2020; Revised February 16, 2021; Accepted February 23, 2021  
<https://doi.org/10.1111/ner.13390>

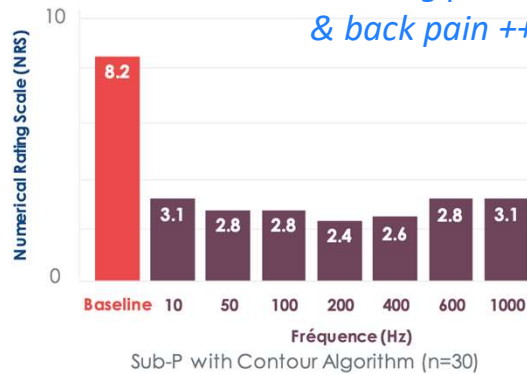
## Exploration of High- and Low-Frequency Options for Subperception Spinal Cord Stimulation Using Neural Dosing Parameter Relationships: The HALO Study

José Paz-Solis, MD<sup>1</sup>; Simon Thomson, MBBS<sup>2</sup>; Roshini Jain, MSc<sup>3</sup>; Lilly Chen, MSc<sup>3</sup>; Ismael Huertas, PhD<sup>3,\*</sup>; Que Doan, BSc<sup>3,\*</sup>

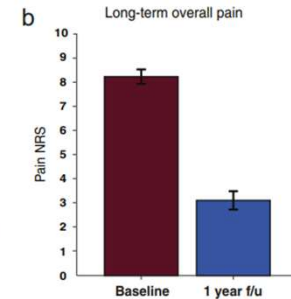
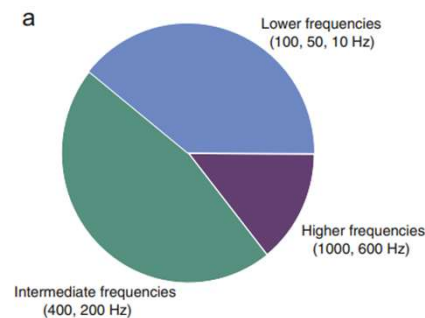


## Efficacité thérapeutique

Idem leg pain & back pain ++



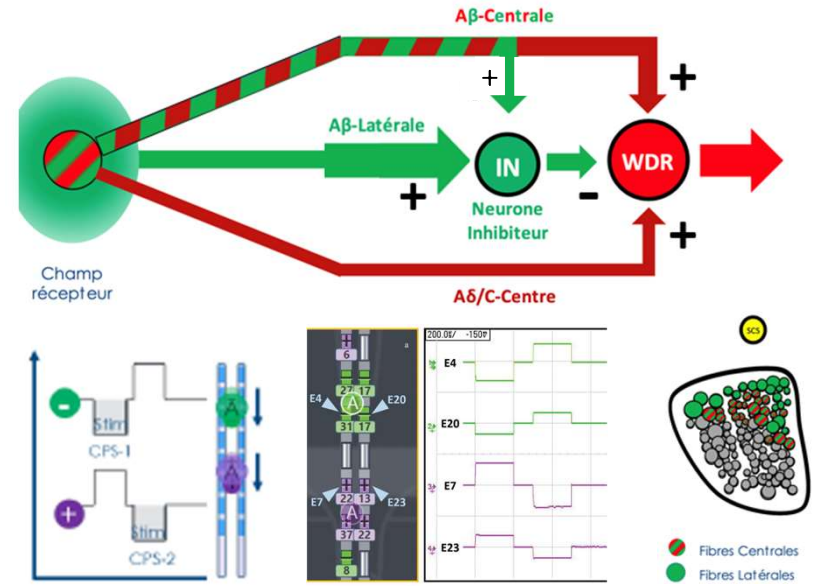
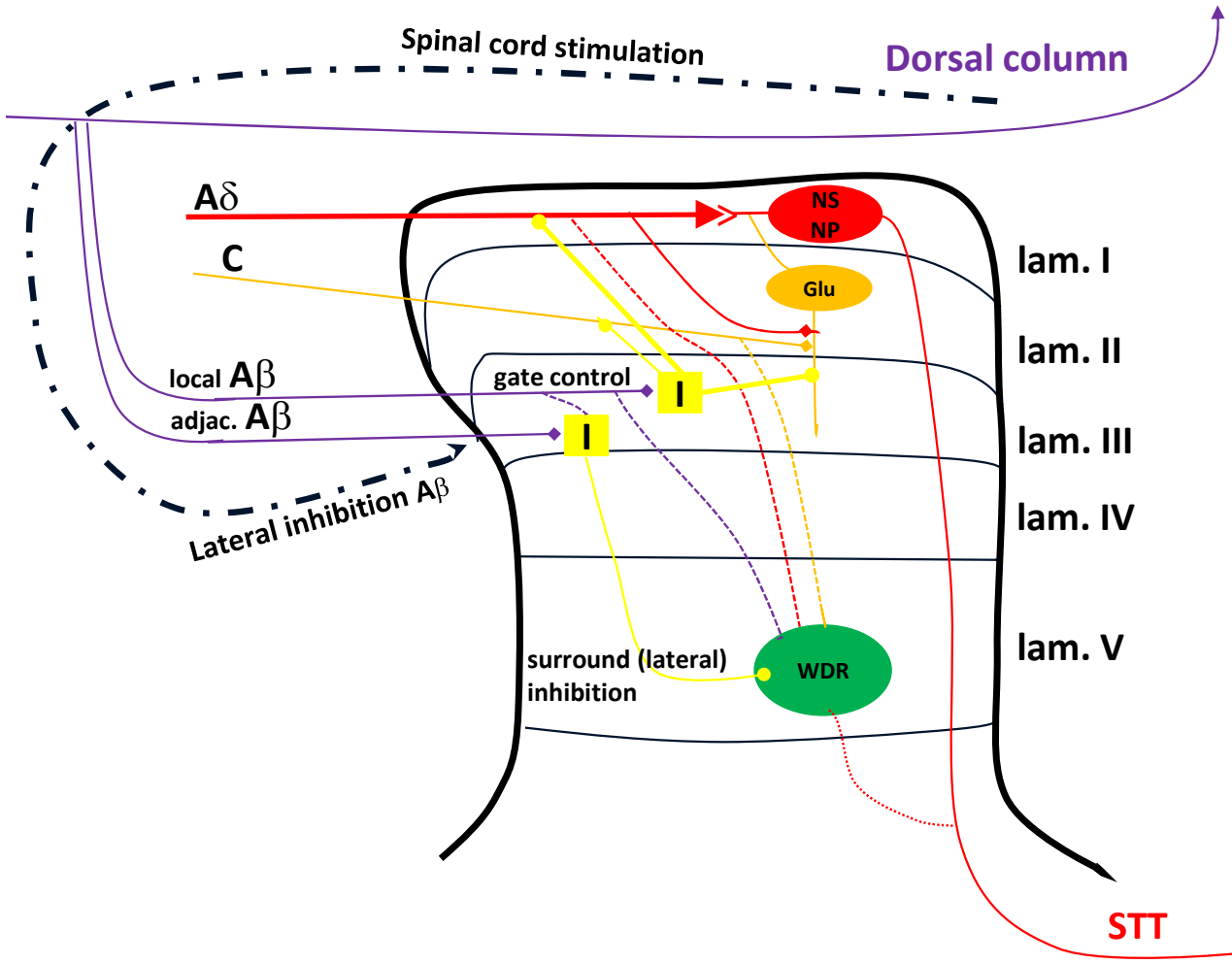
La stimulation infra-paresthésiante 'Contour' permet de réduire la fréquence de stimulation à **200 Hz** (optimal) voire jusqu'à 10 Hz sans perdre l'effet antalgique → épargne de la pile de 74% à 97% par rapport la stimulation haute-fréquence usuelle (1 KHz)



# Stimulation 'inhibition latérale Aβ'

stimulation infra-paresthésiante

Concept : activation sélective sur l'inhibition latérale par les fibres Aβ au sein des cornes dorsales

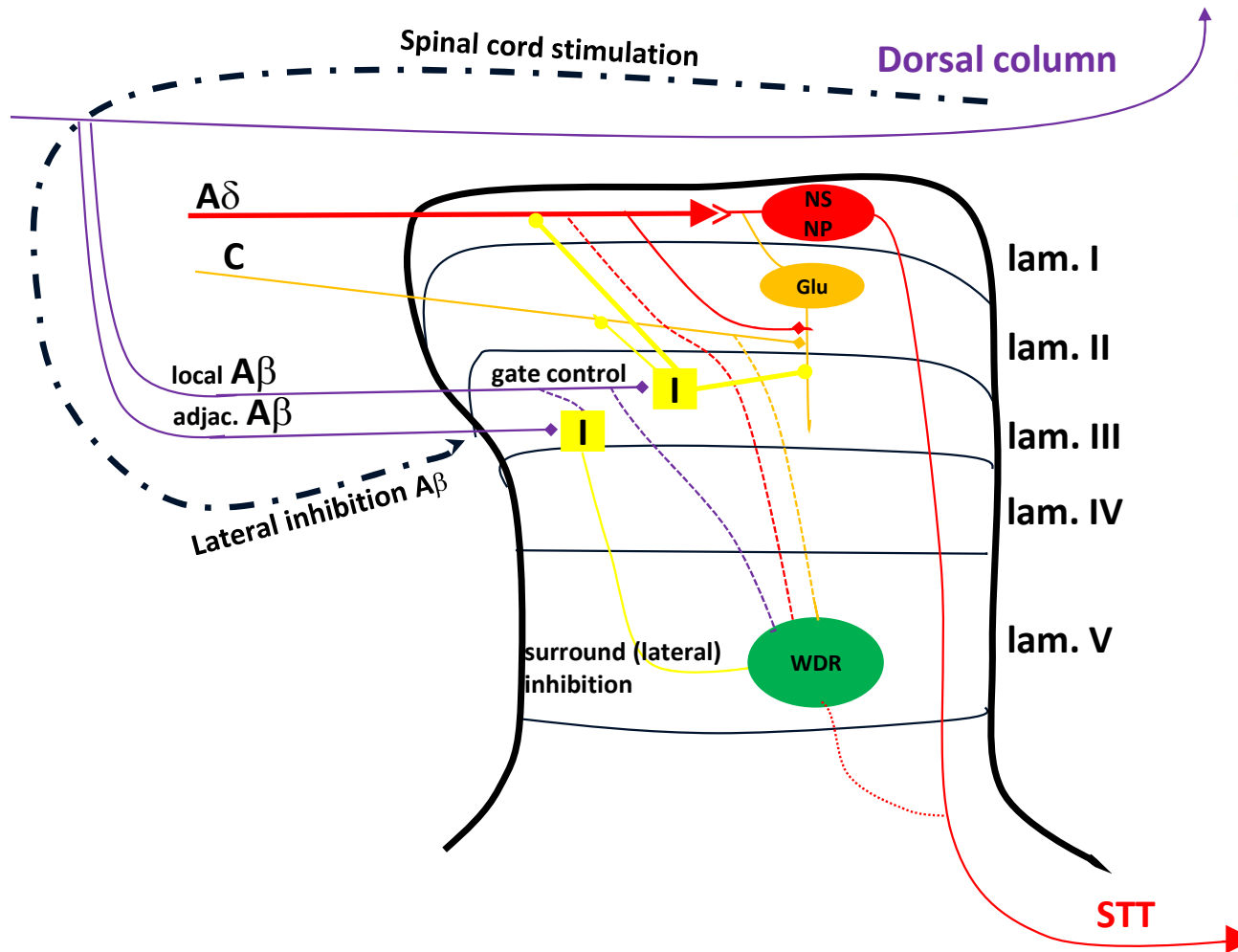


Somatotopie de la colonne dorsale??

# Stimulation 'inhibition latérale Aβ'

stimulation infra-paresthésiante

Concept : activation sélective sur l'inhibition latérale par les fibres Aβ au sein des cornes dorsales



EXPERT REVIEW OF MEDICAL DEVICES  
<https://doi.org/10.1080/17434440.2021.1890580>

Taylor & Francis  
 Taylor & Francis Group

ORIGINAL RESEARCH

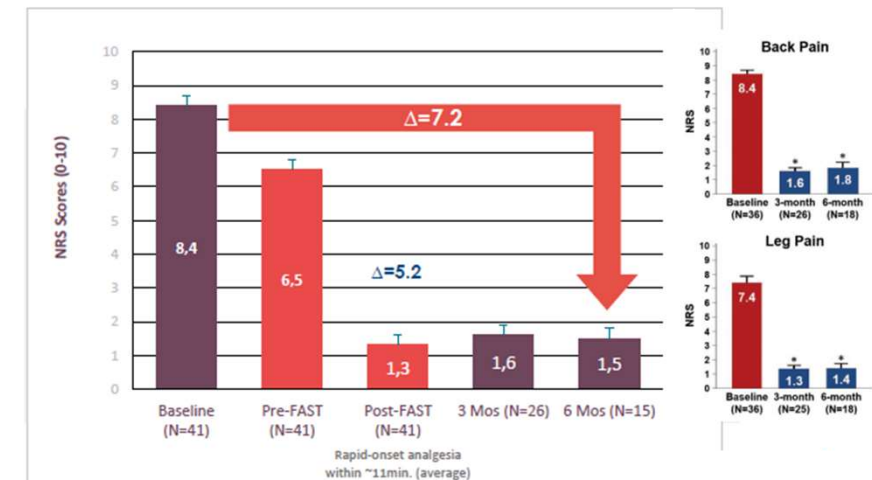
OPEN ACCESS Check for updates

A novel fast-acting sub-perception spinal cord stimulation therapy enables rapid onset of analgesia in patients with chronic pain

Clark S. Metzger<sup>a</sup>, M. Blake Hammond<sup>b</sup>, Jose F. Paz-Solis<sup>b</sup>, William J. Newton<sup>c</sup>, Simon J. Thomson<sup>d</sup>, Yu Pei<sup>e</sup>, Roshini Jain<sup>e</sup>, Michael Moffitt<sup>e</sup>, Luca Anneschino<sup>e</sup> and Que Doan<sup>e</sup>

Stimulation tonique, 90 Hz, 200-300μs  
 infra-paresthésiante (30-40% du seuil)

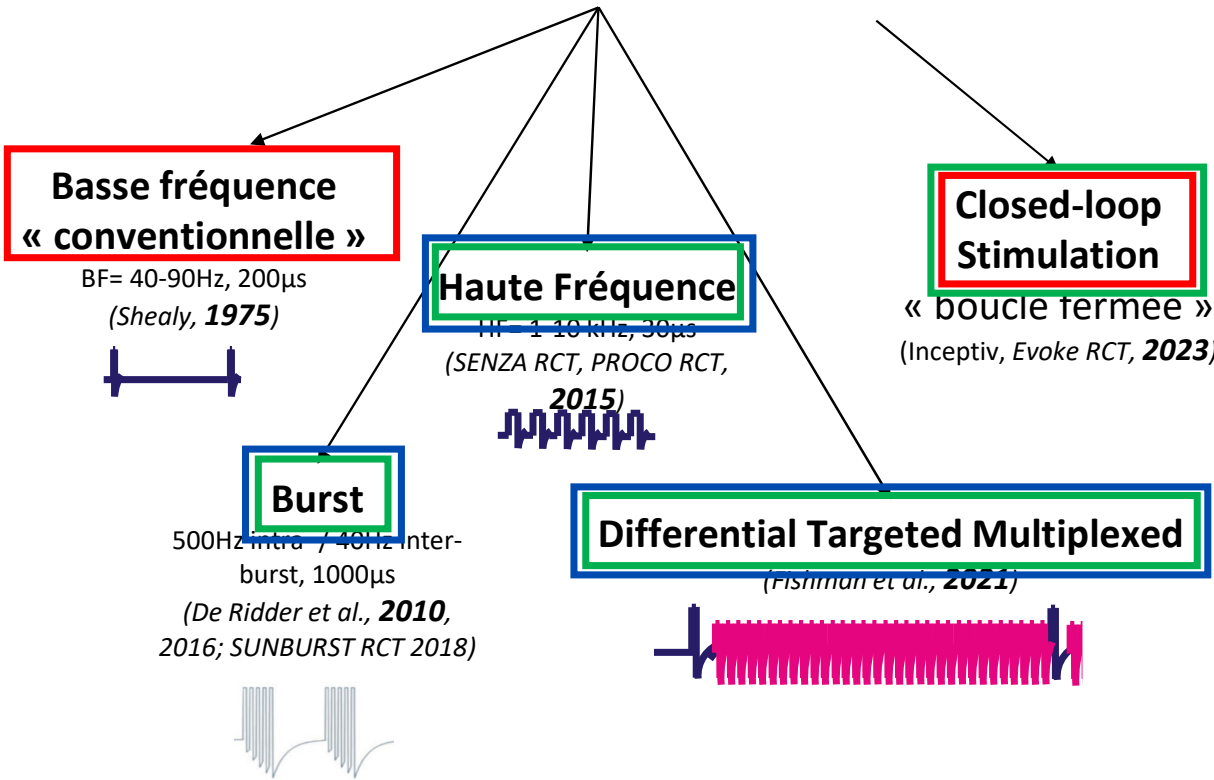
— Score de douleur global: Avant et Après FAST<sup>5</sup> —



# Nouveaux paradigmes: en résumé

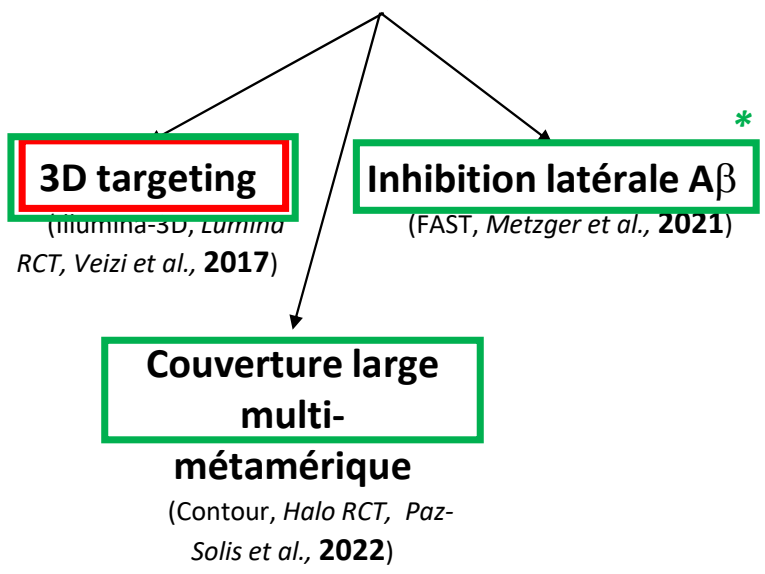
## Modifications aspects 'temporels':

Pattern-Fréquence-Largeur impulsion 'Timing' de l'intensité de la stimulation



## Modifications aspects 'spatiaux':

Dosage, Montage



**stimulations paresthésiantes**  
 = action sur les colonnes dorsales - voie latérale

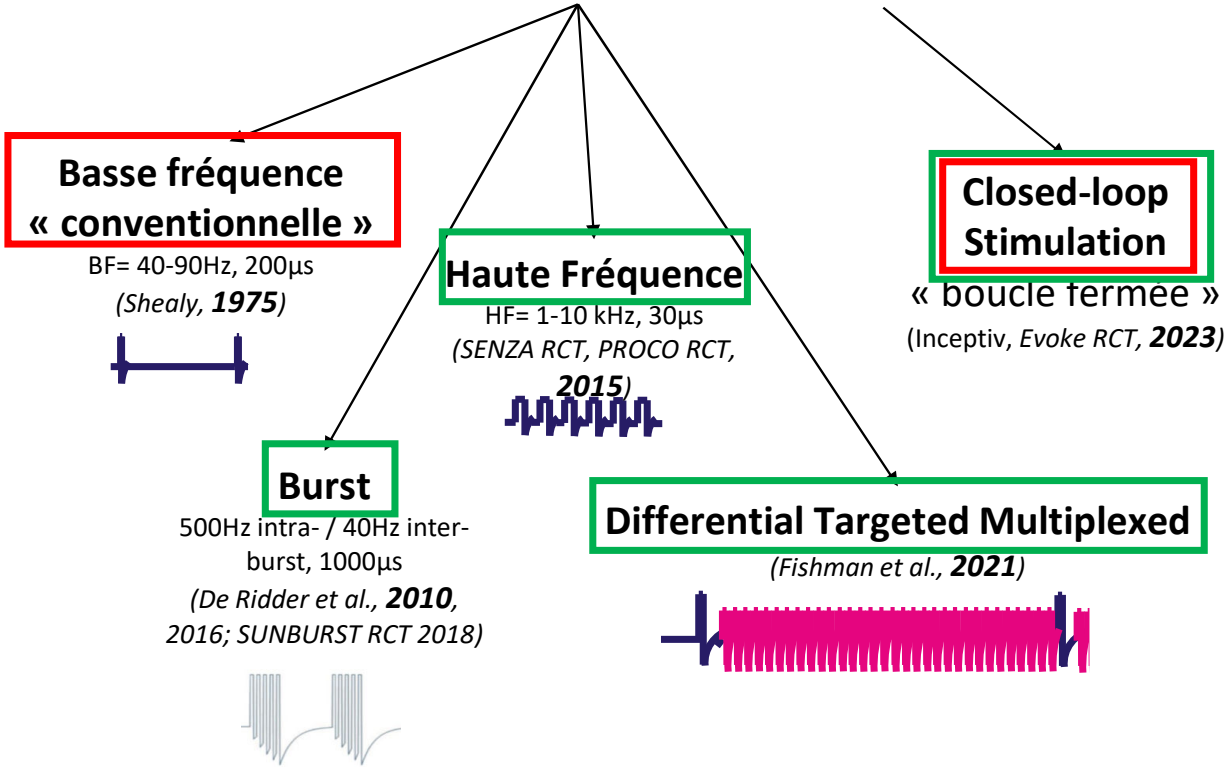
**stimulations infra-paresthésiantes**  
 = action au sein des cornes dorsales, sauf \*

+ action sur les cornes dorsales - voie médiale

# Nouveaux paradigmes: en résumé

Modifications aspects 'temporels':

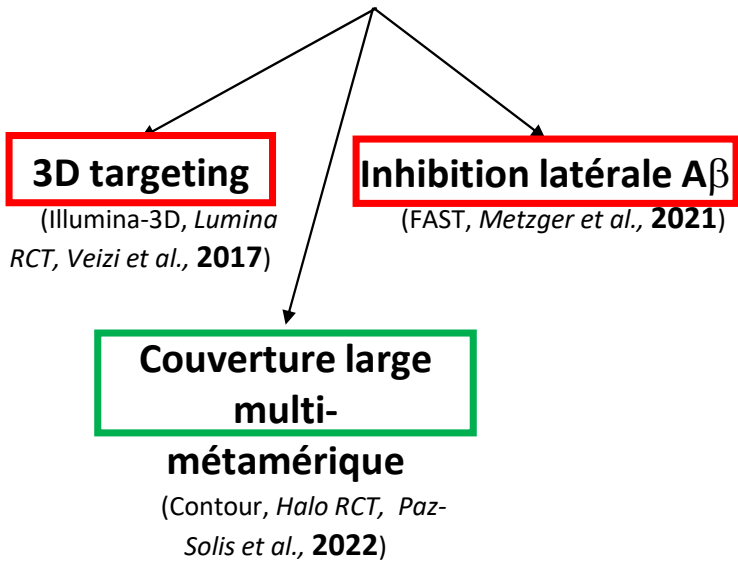
Pattern-Fréquence-Largeur impulsion 'Timing' de la stimulation



**Action rapide ON-OFF, type 'gate control'**

Modifications aspects 'spatiaux':

Dosage, Montage



**Action retardée, type plasticité synaptique**