

PROGRAMME d'e-learning
Collège des Enseignants en Neurochirurgie

Prise en charge Neurochirurgicale de la Douleur

Responsable de l'e-module « Douleur » :
Philippe RIGOARD

Responsables scientifiques du projet :
Jean-Luc BARAT & Philippe RIGOARD

Partie A :
Douleur

Partie B :
Neurochirurgie
lésionnelle
de la douleur

Partie C :
Neuromodulation
de la douleur

Partie D:
« Camp de base »

Module 12 :
Neurostimulation médullaire
(électrode percutanée, électrode chirurgicale,
stimulation hybride & générateur implantable)
P.RIGOARD



En partenariat avec:



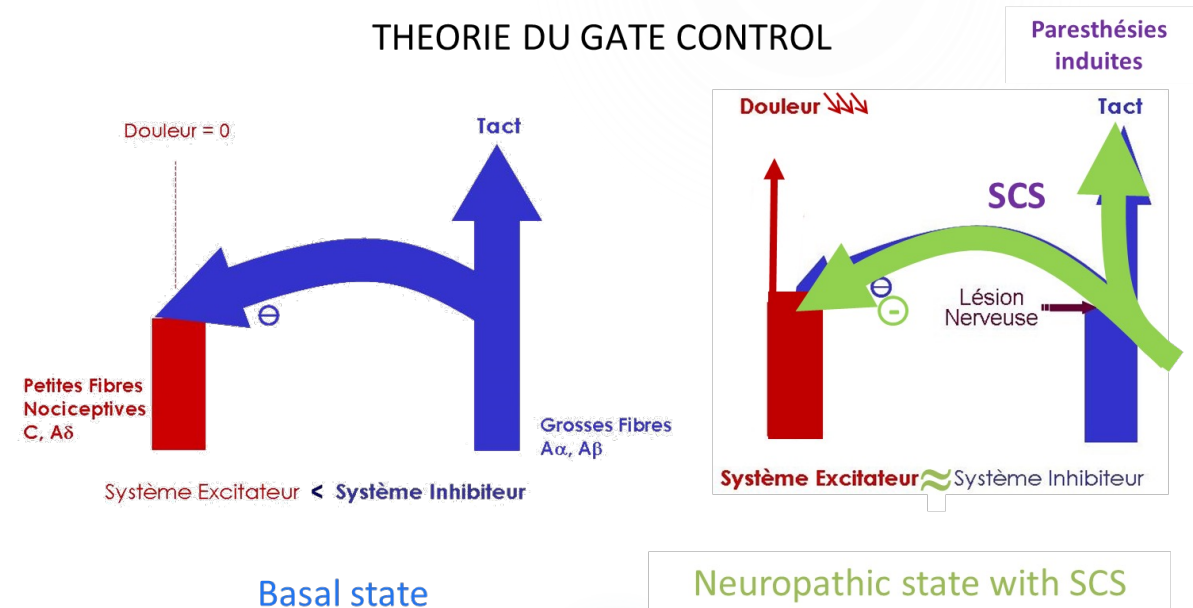
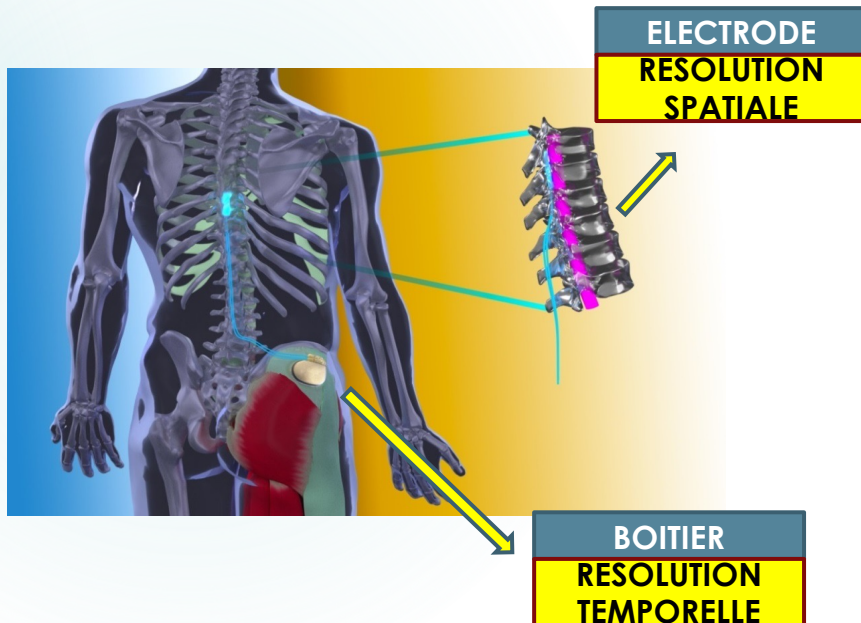
Neurostimulation médullaire implantée:

De quoi parle-t-on?

Technique invasive ou semi-invasive consistant à implanter un dispositif sur le système nerveux de façon à stimuler ce dernier. Dans le cas de patients douloureux, elle permet de diminuer leur perception de la douleur grâce au mécanisme du « Gate control ».

Le neurostimulateur est fait de deux parties :

- Une électrode au contact du système nerveux permet de cibler des parties du corps précises en fonction de son emplacement sur la moelle
- Le boîtier, relié à l'électrode permet de déterminer quand la stimulation est active



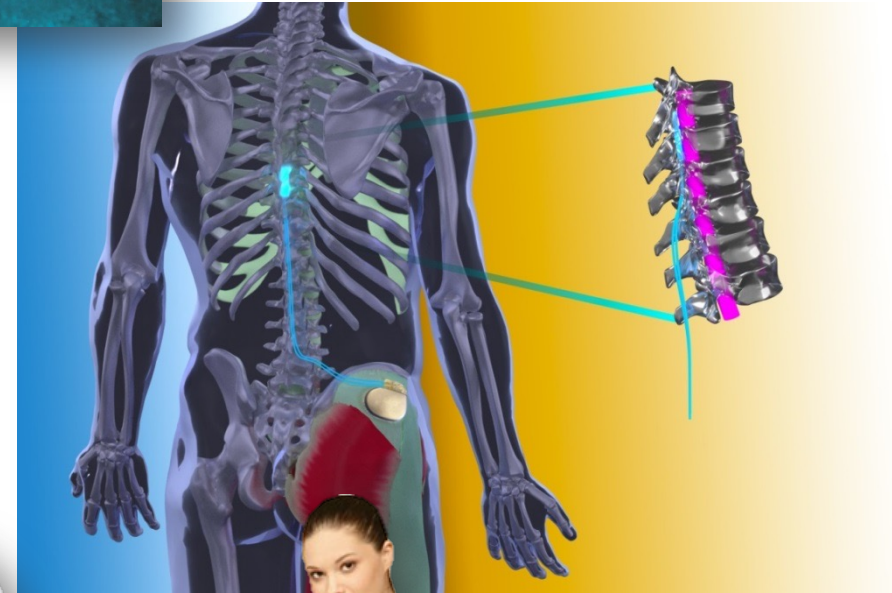
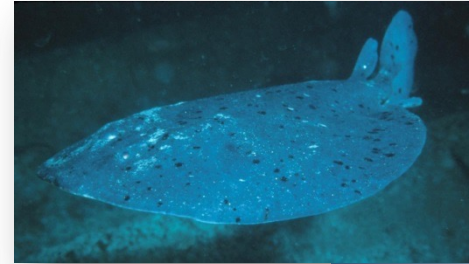
Brève histoire de la neurostimulation

L'utilisation de courants électriques dans le traitement de la douleur a déjà été mentionnée chez les anciens Grecs, qui appliquaient des décharges électriques des poissons torpilles sur les régions douloureuses.

1928 : 1ères publications sur la TENS à visée antalgique chez des patients souffrant de névralgie faciale.

1960 : Implantations d'électrodes dans le thalamus chez des patients souffrants de neuropathies rebelles.

1967 : 1ère implantation médullaire.



Indication de la stimulation médullaire



Syndromes douloureux **chroniques** (depuis au moins 6 mois) à prédominance **neuropathique** et **résistant** aux traitements pharmacologiques.

- Principalement **Lombo-Radiculalgies Post-Opératoires** (LRPO, ou FBSS en anglais pour Failed Back Surgery Syndrom) correspondant à 85% des implantations et **Syndrome douloureux régional complexe** (ancienne algodystrophie)
- Technicité en fonction de l'indication et des cibles

LES ÉVOLUTIONS DU MATÉRIEL

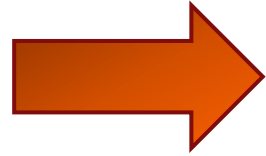
Électrodes

Générateurs

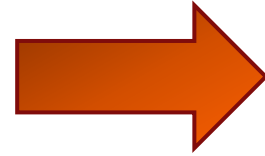
Évolution des électrodes percutanées



4 plots



8 plots



16 plots

Leur avantage principal concerne leur faible invasivité puisqu'elles s'introduisent, comme leur nom l'indique, à travers la peau et le chat d'une aiguille plus ou moins large.

Il s'agit d'électrodes cylindriques dont l'inconvénient est la diffusion du champ électrique à 360°, donc moins sélectif. L'autre inconvénient concerne l'impossibilité théorique d'utiliser une diffusion du champ électrique aussi sophistiquée que les électrodes multi colonnes.

Tout cela est maintenant à relativiser car il y a des générations d'électrodes de courant multi-sources qui permettent d'obtenir des champs de stimulation beaucoup plus sélectifs. De plus, une compagnie a développé un système d'introduction qui permettrait un accès épidural avec plusieurs électrodes au sein du même dispositif d'introduction.

Holsheimer, J., & Struijk, J. J. (1997). *U.S. Patent No. 5,643,330*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Logé, D., De Coster, O., Pollet, W., & Vancamp, T. (2011). A novel percutaneous technique to implant plate-type electrodes. *min-Minimally Invasive Neurosurgery*, 54(05/06), 219-222.

Logé, D., Vanneste, S., Vancamp, T., & Rijckaert, D. (2013). Long-Term Outcomes of Spinal Cord Stimulation With Percutaneously Introduced Paddle Leads in the Treatment of Failed Back Surgery Syndrome and Lumboischialgia. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 16(6), 537-545.

Evolution des électrodes chirurgicales



Il y a encore 15 ans, les électrodes comprenaient quatre plots installés consécutivement sur une plaque chirurgicale comportant une colonne unique de stimulation.

Aujourd'hui, les électrodes les plus sophistiquées, en plus d'être IRM compatibles, comprennent 4 voire 5 colonnes de stimulation, permettant d'impliquer électriquement 8, 16, 20 voire 32 plots, en regard de la cible neurologique.

Il est désormais possible de produire des champs de stimulation médullaire plus fins, plus profonds, plus discriminants vis à vis des populations neuronales adjacentes, pour tenter de « capturer » des territoires à soulager de plus en plus précis

Evolution des électrodes

Electrodes implantables : un problème pour l'IRM ?



Pouvoir surveiller une lésion en place ou des modifications de signaux au niveau des disques intervertébraux

Maintenant : **électrodes IRM compatibles !**

Evolution des générateurs



En rapport avec l'évolution des technologies, les batteries sont devenues rechargeables. Les critères pour répondre à un générateur rechargeable sont :

- La forte consommation d'énergie avec des amplitudes $> 3,5$ V ou $4,7$ mA
- Une longévité du boîtier inférieure à 30 mois

Les générateurs sont maintenant dotés de capteurs de position et sont capables de gérer de nouvelles formes d'ondes dites non conventionnelles, de type haute fréquence, BURST. Les dernières générations de stimulateur permettent aux patients d'utiliser la stimulation « à la carte ».

Percutanée

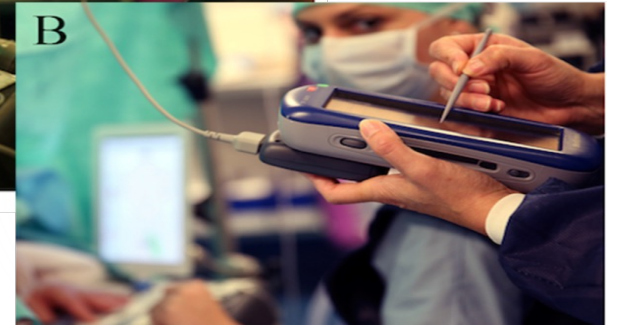
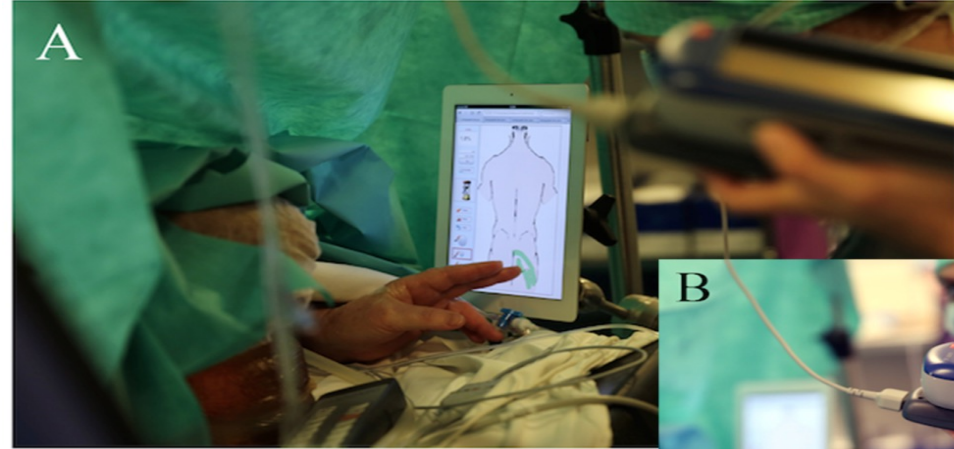
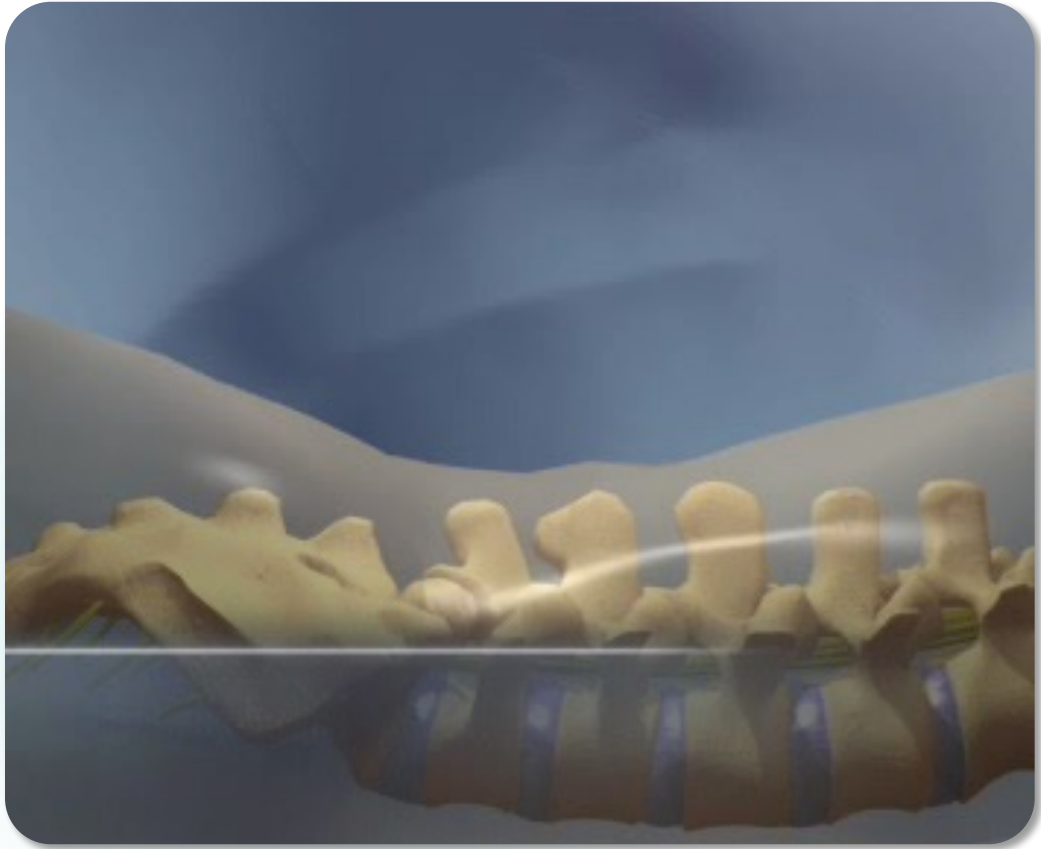
Chirurgicale

LES TECHNIQUES ET SPÉCIFICITÉS D'IMPLANTATION

**Générateur de
neurostimulation**

Complications

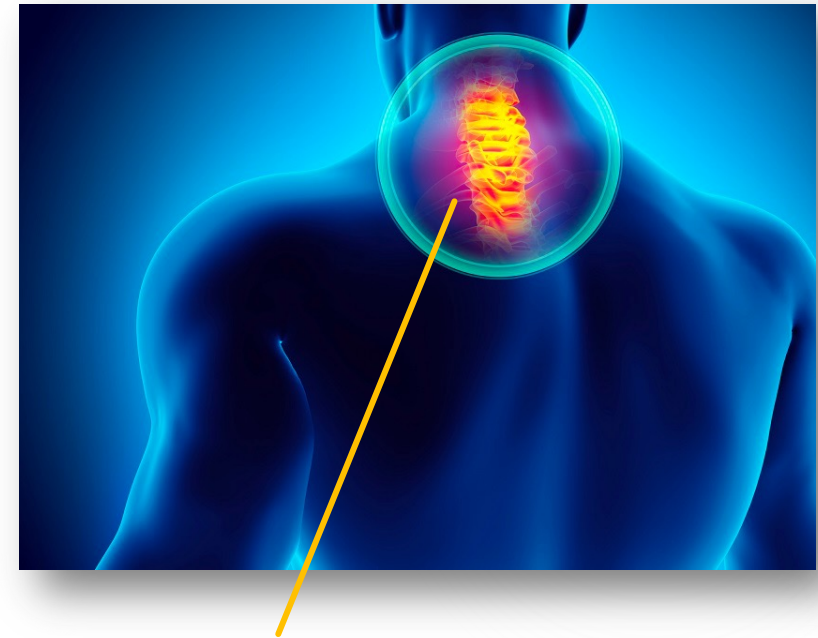
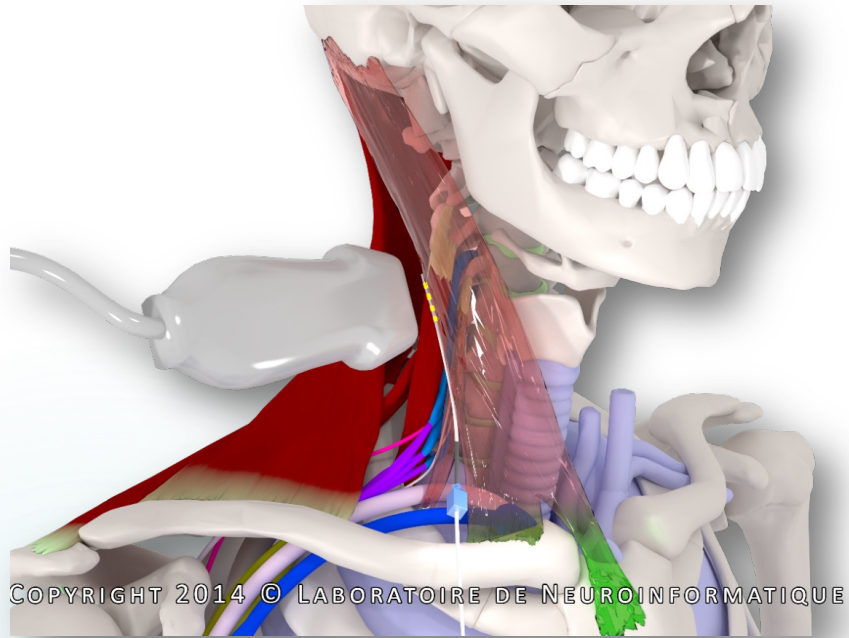
Technique d'implantation percutanée



Technique d'implantation percutanée

Spécificité de l'implantation percutanée

13



Autres abords possibles

L'implantation d'électrodes percutanée permet d'aller stimuler les nerfs périphériques avec des résultats très intéressants.

Le Docteur Bouche a par exemple développé des techniques d'implantation du plexus brachial avec des résultats publiés dans la revue *neuromodulation*, citée en référence (**voir module 14 « stimulation nerveuse périphérique »**)

Évolution des techniques d'implantation chirurgicale

2011

2013

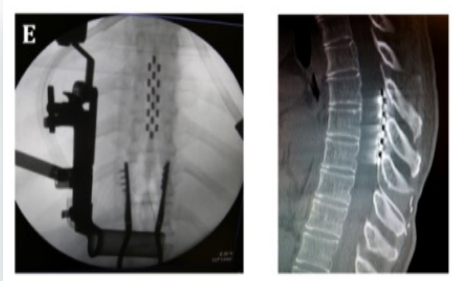
2014

2016

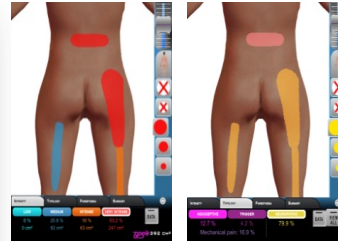
2018



Electrodes nouvelle génération



Technique mini-invasives



Anesthésie IV à Objectif de Concentration
Cartographie tactile interactive peropératoire



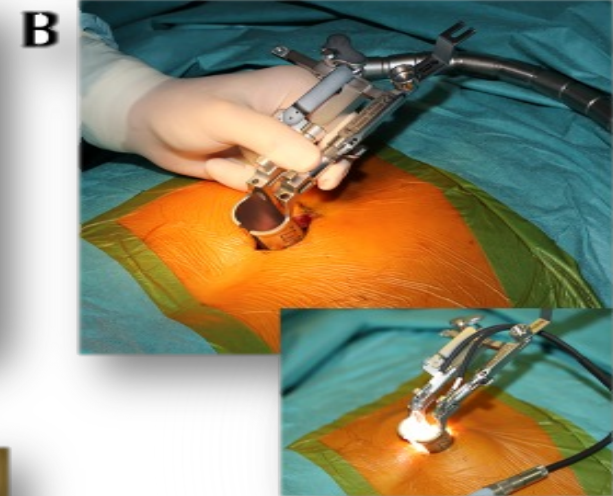
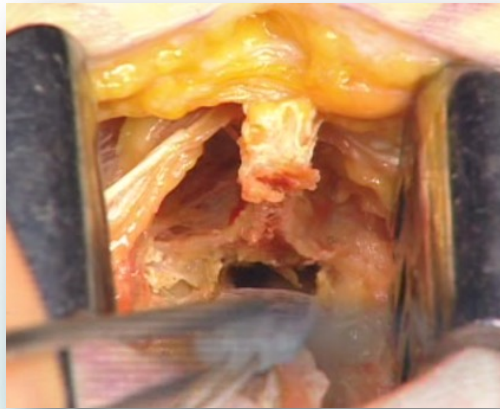
Hypnose intra-opératoire



Réalité virtuelle

Techniques d'implantation chirurgicale

Approche classique



Approche mini-invasive

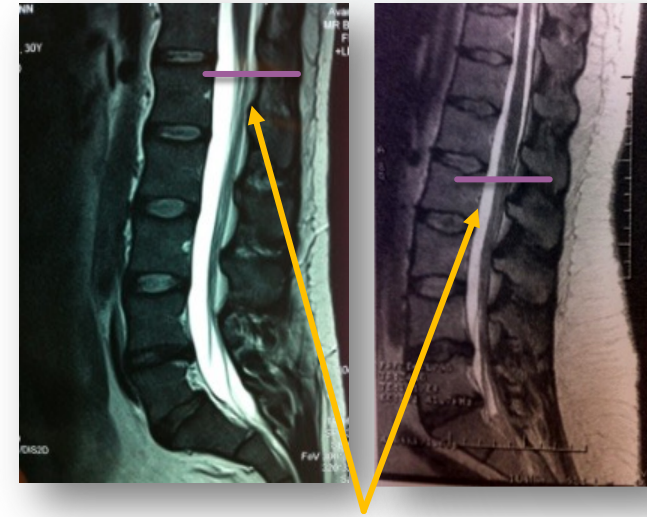
Rigoard, P., Luong, A. T., Delmotte, A., Raaholt, M., Roulaud, M., Monlezun, O., ... & Diallo, B. (2013). Multicolumn spinal cord stimulation lead implantation using an optic transligamentar minimally invasive technique. *Neurosurgery*, 73(3), 550-553.

Monlezun, O., Voirin, J., Roulaud, M., Ingrand, P., Veyrieras, C., Brandet, C., ... & Rigoard, P. (2015). "MAST" prospective study: value of minimal access spine technologies technique for multicolumn spinal cord stimulation surgical lead implantation in the context of a French multicentre randomized controlled trial (ESTIMET study). *Neurochirurgie*, 61, S125-S130.

Technique d'implantation SCS

Spécificité de l'implantation chirurgicale

Autres
abords
possibles



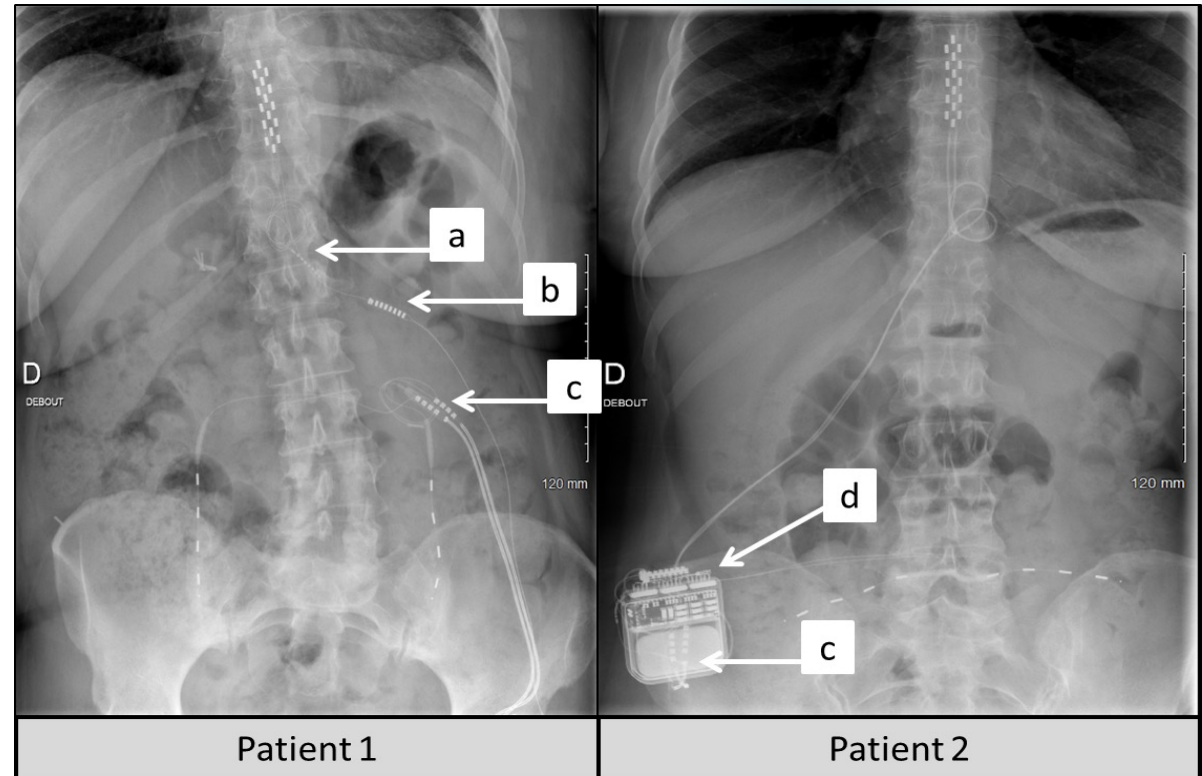
Cône terminal : **variabilité
interindividuelle !**

Il est possible d'implanter des électrodes chirurgicales par voie rétrograde au niveau cervical avec une technique réalisée par le Professeur Moens, en Belgique, avec un abord de la charnière cranio-cervicale.

La position du cône terminal est décisive car il est finalement illusoire de prédire un niveau d'implantation radiologique d'une électrode puisque entre deux patients, la variabilité de position du cône est importante.

En fonction de celle-ci, on procédera finalement à l'implantation en se repérant non pas sur des étages radiologiques mais plutôt myélomériques.

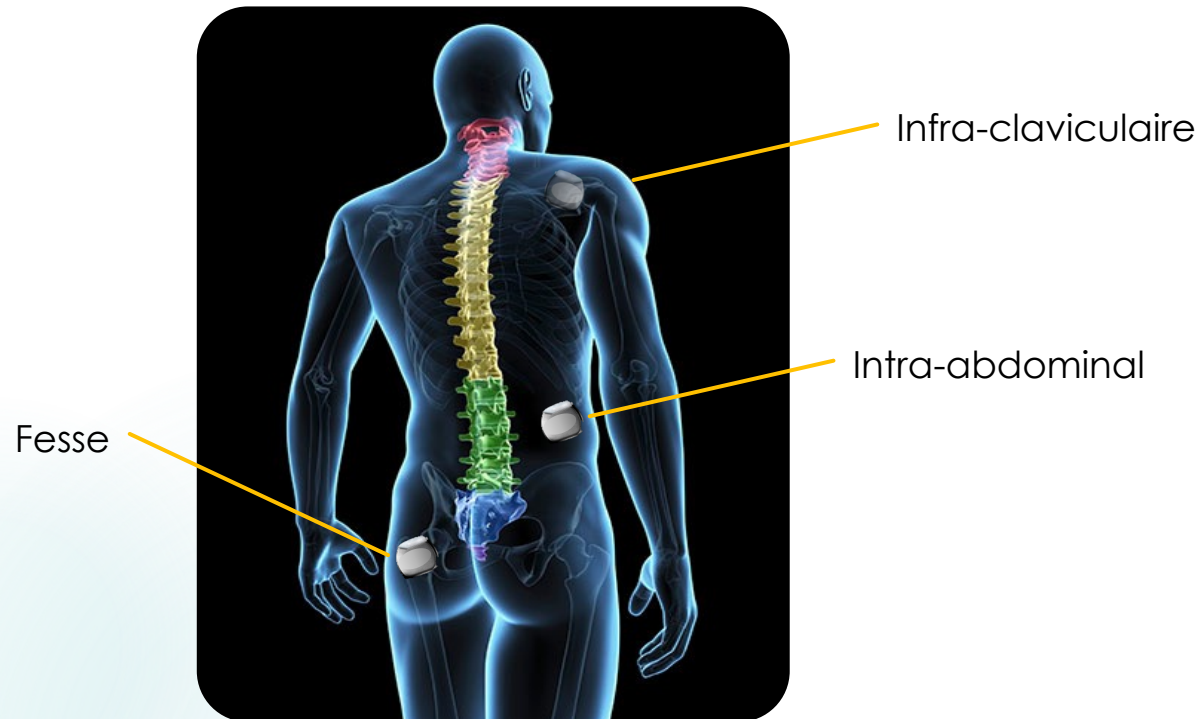
Approche hybride : SCS + PNfS



La stimulation de la moelle épinière (SCS) donne satisfaction à près de 2/3 des patients souffrant du syndrome de persistance de la douleur rachidienne de type 2 (PSPS-T2) implantés pour des douleurs chroniques réfractaires du dos et/ou des jambes, lorsqu'elle ne traite pas de manière adéquate la composante dorsale, elle laisse les patients dans un cul-de-sac thérapeutique.

La stimulation du champ nerveux périphérique (PNfS) a montré des résultats intéressants pour traiter les douleurs dorsales dans la même population. Loin de placer ces deux techniques en opposition, nous suggérons que ces approches pourraient être combinées pour mieux traiter les patients PSPS-T2. Nous avons conçu un RCT (CUMPNS), avec un suivi de 12 mois, pour évaluer la valeur ajoutée potentielle de la PNfS, en tant que traitement de sauvetage, chez les patients PSPS-T2 présentant un « Syndrome d'échec de la SCS » dans la composante de la douleur dorsale.

Site d'implantation du boîtier en sous-cutané



L'implantation de stimulation médullaire s'effectue en deux étapes :

- L'implantation de l'électrode puis une période de phase test
- L'implantation du boîtier, conformément aux recommandations de la haute autorité de santé.

Cette phase test aura une durée d'environ 7 à 10 jours et se concrétisera par l'implantation définitive d'un générateur de stimulation si le patient observe une diminution de l'EVA de +50% à l'issue de cette phase test.

Il peut être implanté au niveau infraclaviculaire, surtout pour les stimulations cervicales, ou en occipito-cervical, tout comme il l'est pour les chirurgies de stimulation cérébrale profonde.

L'avantage de la position fessière est l'accessibilité à l'ensemble du matériel de neurostimulation en cas de complication, le patient étant en décubitus ventral. Son inconvénient concernerait une plus grande fréquence de douleurs sur le site d'implantation.

L'avantage de la position intra-abdominale est la moindre fréquence des douleurs post-opératoires, mais l'accessibilité est beaucoup moins aisée en cas de complication et de dysfonctionnement de la stimulation.

Technique d'implantation Boitier

Complications techniques

(voir module 22 « complications »)



Non spécifiques à la technique d'implantation, elles peuvent être graves et conduire à une ré-intervention :

- **Anesthésiologique** : rare, en rapport avec l'allergie à un anesthésiant ou bien une détresse respiratoire lorsque le malade était en décubitus ventral.
- **Hématome épidural** : rare mais pouvant conduire un déficit sensitivo-moteur et génitosphinctérien irréversible. La fréquence est plus importante avec les électrodes chirurgicales.
- **Hématome sous-cutané** : beaucoup moins grave, mais il peut être préoccupant s'il nécessite une reprise chirurgicale car le risque infectieux augmentera d'autant.
- **Infection** : complication assez fréquente, entre 5 et 10% des patients sur les séries prospectives.
- **Complications mécaniques** : déplacement d'électrodes lorsque l'ancrage est suboptimal et des fractures de matériel en cas de faux mouvement ou contraintes exagérées sur dispositif. Ces fractures surviennent plus fréquemment lorsqu'il n'y a pas d'ancrage et que l'électrode est suturée directement sur l'aponévrose.
- **Brèche dure** : complications rarissimes. Peut survenir notamment en cas de ponction par voie percutanée. Elle conduira encore plus rarement à une méningite post-opératoire.

Importance de la technique

Une excellente couverture
Une mauvaise
couverture initiale
finalement !



Électrode posée sous AG :

Électrode reposée sous AIVOC + Hypnose intra-opératoire :
Couverture=100% !

Conclusion



- Maitrise de l'indication et de la sélection des patients
- Approche multidisciplinaire
- Implanteur entraîné
- Ne pas être prisonnier de sa technique
- Maitrise des paramètres anatomiques
- A chaque fois que possible: coopération peropératoire du patient pour optimiser le positionnement de l'électrode quelque soit la technique d'implantation utilisée

Quiz : question

1. Le point d'entrée vertébral pour une implantation d'électrodes de stimulation médullaire par voie percutanée pour des douleurs des membres inférieurs est situé au niveau T9-T10.

- Vrai
- Faux

Quiz : réponse

1. Le point d'entrée vertébral pour une implantation d'électrodes de stimulation médullaire par voie percutanée pour des douleurs des membres inférieurs est situé au niveau T9-T10.

- Vrai
- Faux

Quiz : question

2. Dans le cadre de douleurs périnéales réfractaires, il faut implanter une électrode multicolonne sur le cône terminal c'est à dire en L3-L4.

- Vrai
- Faux

Quiz : réponse

2. Dans le cadre de douleurs périnéales réfractaires, il faut implanter une électrode multicolonne sur le cône terminal c'est à dire en L3-L4.

- Vrai
- Faux

Quiz : question

3. L'implantation d'un générateur de neurostimulation en sous-cutané ne requiert pas de points de fixation au niveau du générateur.

- Vrai
- Faux

Quiz : réponse

3. L'implantation d'un générateur de neurostimulation en sous-cutané ne requiert pas de points de fixation au niveau du générateur.

- ✓ Vrai
- ✓ Faux

Quiz : question

4. Le site d'implantation d'un générateur est toujours localisé au niveau fessier.

- Vrai
- Faux

Quiz : réponse

4. Le site d'implantation d'un générateur est toujours localisé au niveau fessier.

- Vrai
- Faux

Quiz : question

5. L'angle de pénétration de l'aiguille est d'environ 60 à 70° avec l'horizontale, lors de l'implantation d'une électrode de stimulation médullaire par voie percutanée.

- Vrai
- Faux

Quiz : réponse

5. L'angle de pénétration de l'aiguille est d'environ 60 à 70° avec l'horizontale, lors de l'implantation d'une électrode de stimulation médullaire par voie percutanée.

Vrai

Faux