

Tétraplégies :

Stimulation phrénique
Aide au désencombrement

Dr. Bénédicte Reiss
CHU Nantes

Epidémiologie

- **Lésions médullaires traumatiques** :
 - France : 19,4 / million d'habitants, 954 nouveaux cas/an (Albert 2005)
 - Etiologie respiratoire : 1^{ère} cause de décès de 1973 à 1998
 - 28% la 1^{ère} année, 22% après
- **Tétraplégies ventilateur dépendant** :
 - Taux x 3 en 30 ans : 2,3% en 1973, 6,8% en 2003 (Albert 2005)
 - Mortalité diminue de 90% entre 1973 et 1986 (DeVivo 1999)
- **Espérance de vie en fonction de l'âge** (De Vivo 1999)

Age	Sujets sains	AIS D	C1-C4	C5-C8	T1-S5	Vent. dép.
20	56.8	50.1	32.9	38.5	44.1	15.3
21	55.9	50.1	35.3	39.5	44.3	25.9
25	52.1	46.8	33	37.6	41.8	28.5

Qualité de vie et tétraplégies ventilées

- Hall et al. (1999) :
 - 82 tétra C1 à C4
 - 9 /10 à domicile, 1/4 exerce une activité professionnelle, 1/5 marié
 - 95 % sont heureux d'être en vie
- Bach et al. (1994) :
 - 42 VAITs, 45 ABITs, vs 273 sujets sains
 - Satisfaction significativement meilleure (vie familiale, quotidien) gpe tétra ventilés (VAITs) vs groupe contrôle.
 - Perte autonomie ventilatoire moins importante que la déficience motrice, moins importante que ne l'aurait estimée le groupe contrôle.
- Approche individuelle, environnementale et de la Société.
- Difficultés philosophiques et méthodologiques (Hammel 2004, 2007)
- Evaluation quantitative difficile, peu d'échelles spécifiques

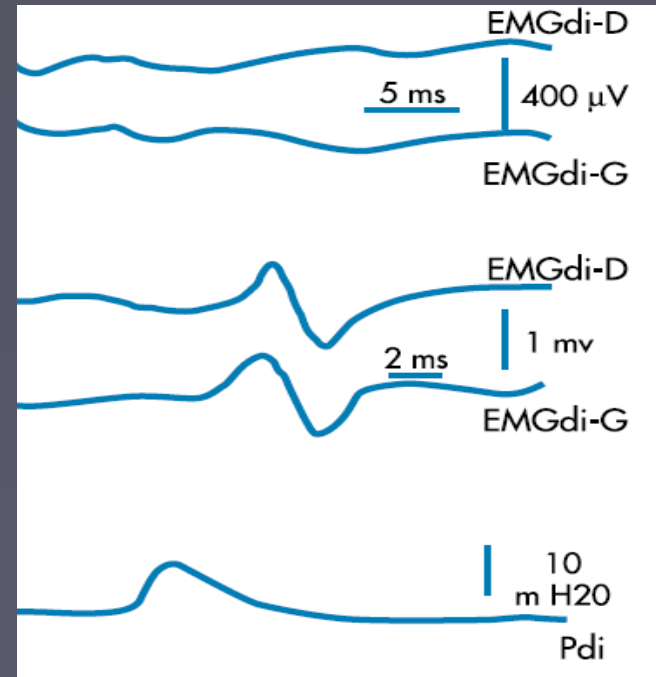
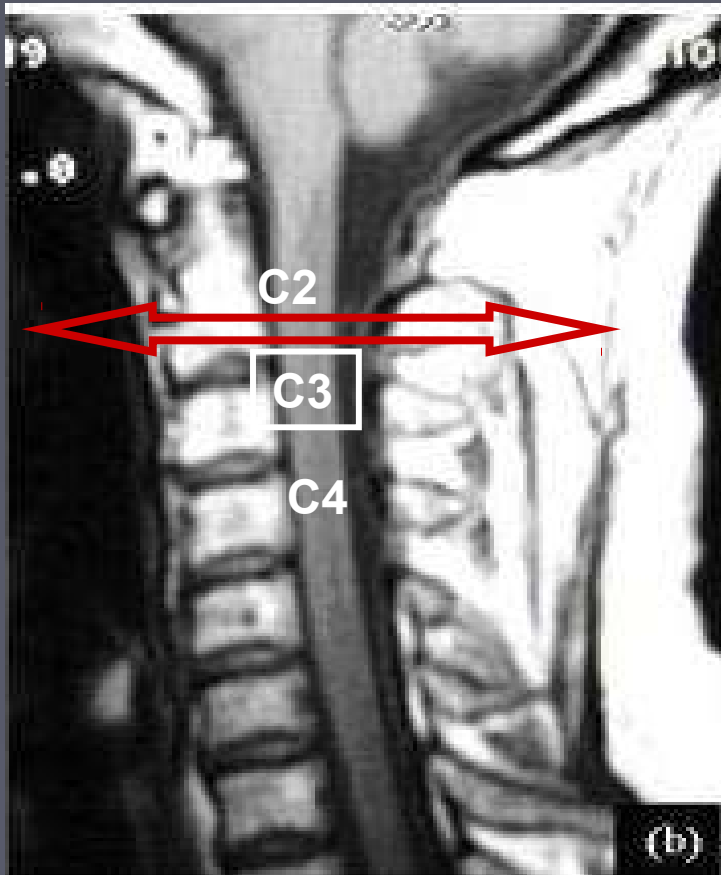
Les techniques de stimulation

Restauration d'une respiration électrostimulée

- Contraction diaphragmatique par stimulation des nerfs phréniques

Postulats :

- MN phrénique sous-lésionnel
- Nerve phrénique stimuable, pouvant conduire l'influx électrique_



- Atteinte des voies de conduction centrale
- Préservation des voies de conduction périphérique

Les techniques de stimulation

Restauration d'une respiration électrostimulée

- Contraction diaphragmatique par stimulation des nerfs phréniques

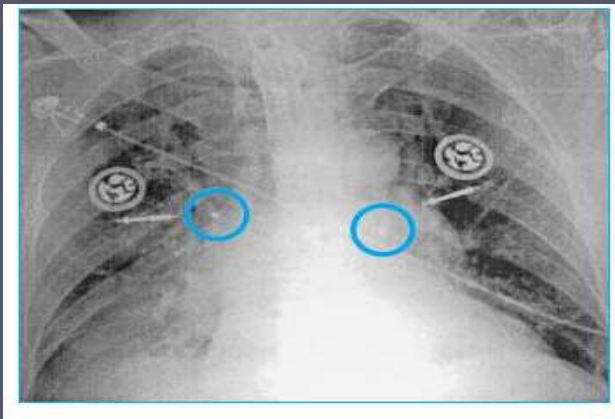
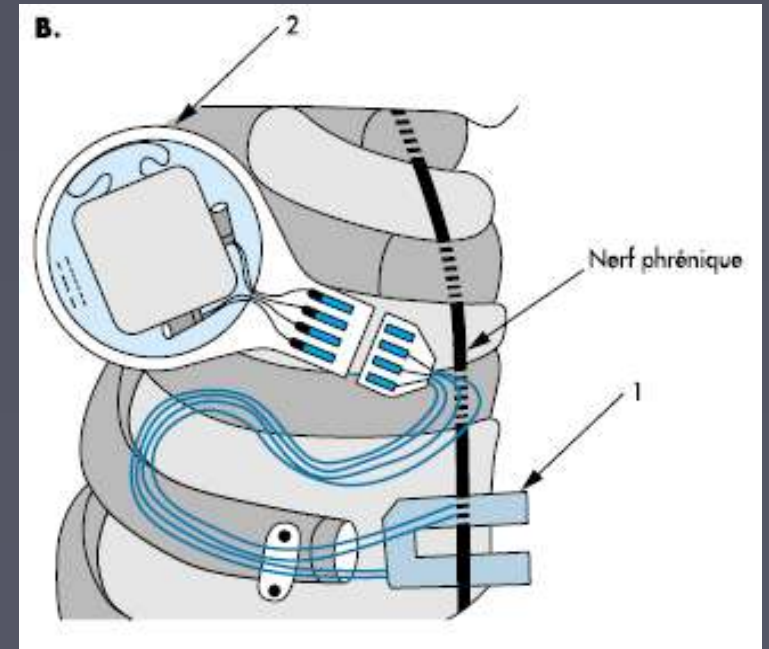
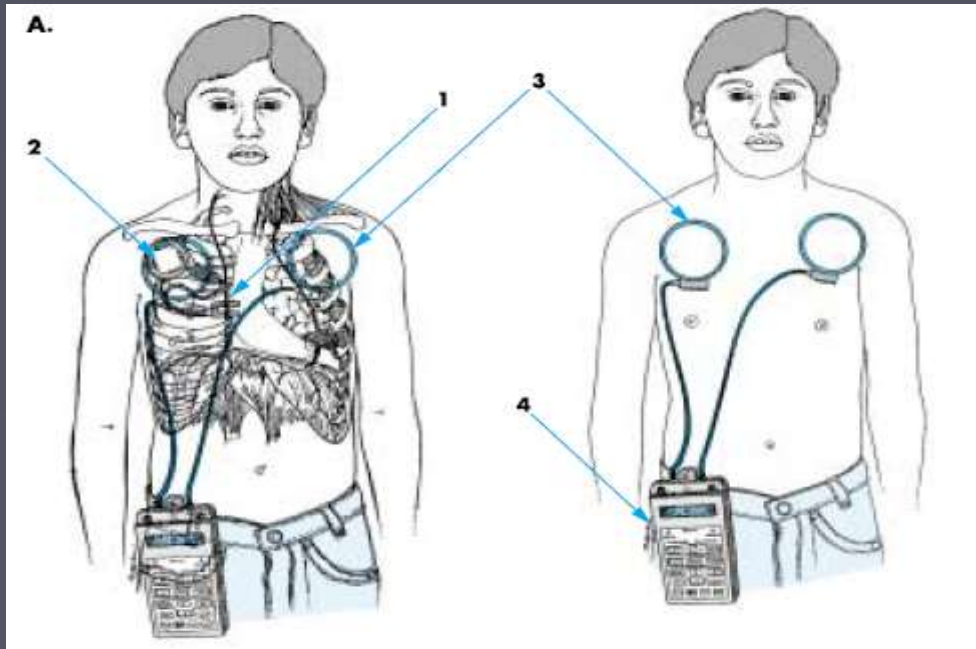
Postulats :

- MN phrénique sous-lésionnel
- Nerf phrénique stimuable, pouvant conduire l'influx électrique

- Glenn 1970 : stimulation phrénique cervicale
- Fodstad et Vanderlinden 1987 : électrodes thoraciques

- Deux techniques distinctes
 - Electrodes phréniques thoraciques (Stimulation phrénique implantée)
 - Electrodes intra-diaphragmatiques (Stimulation diaphragmatique)

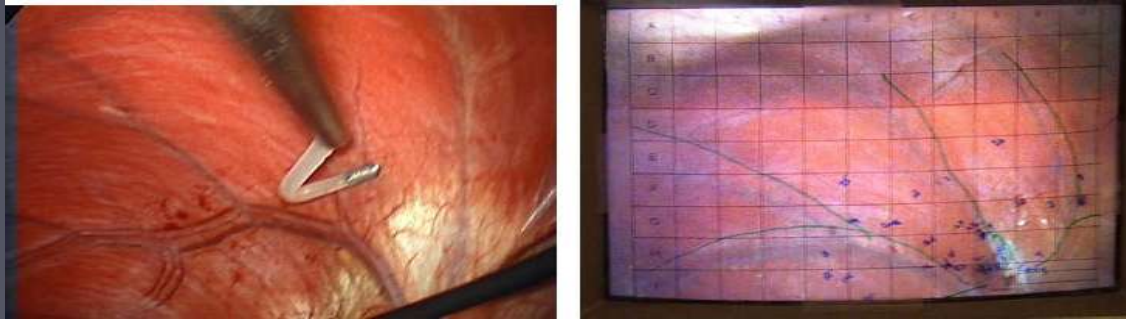
Stimulation phrénique implantée → Thoracotomie



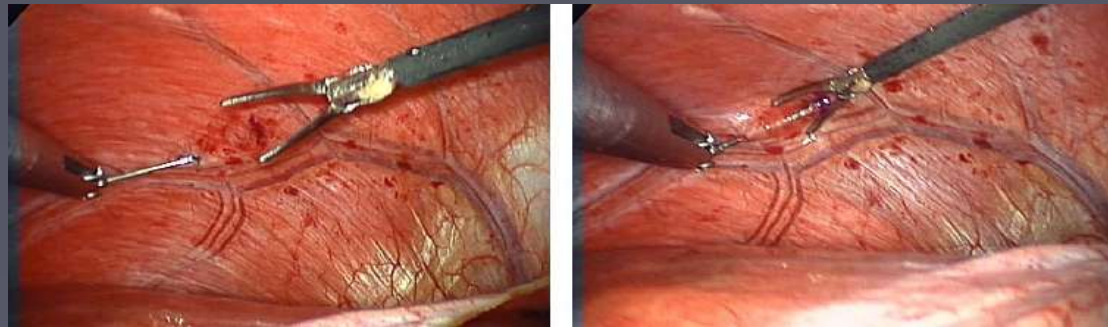
- 1 : Electrode implantée (voie thoracique)
- 2 : Récepteur sous-cutané
- 3 : Antenne de transmission
- 4 : Boîtier de commande

Stimulation diaphragmatique —→ Laparoscopie

- Repérage du point moteur phrénique, déterminé lors d'une cartographie diaphragmatique (Mapping Procedure).



- Implantation de 4 électrodes intra-diaphragmatiques

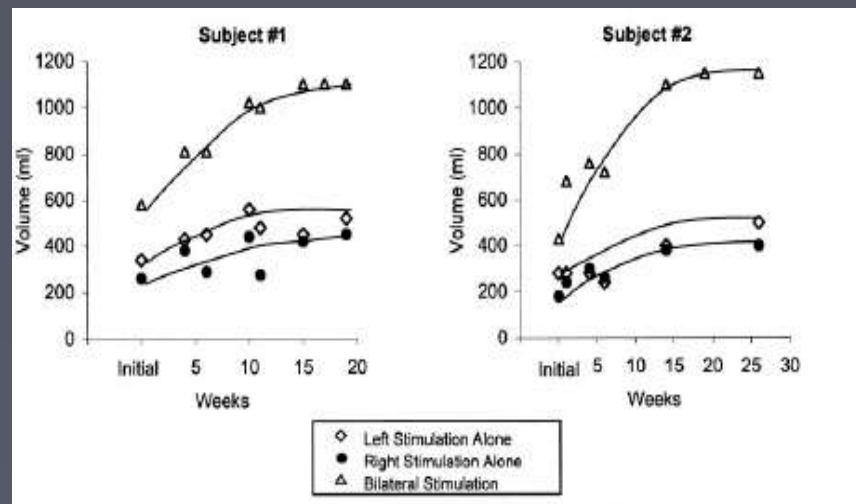


- Tunnélisation sous-cutanée des fils d'électrodes, connectées directement au boîtier externe de stimulation.



Principes communs aux 2 techniques

- Phase de reconditionnement diaphragmatique
 - Atrophie diaphragmatique de non utilisation
 - Répétition à des fréquences variables, à des intensités croissantes, 5 à 10 min/heure, durant 5 à 6 heures/jour
 - Période de reconditionnement variable (5 à 15 semaines)



- Phase de réglages :
 - Soupir, temps inspiratoire, pente inspiratoire, fréquence inter-impulsions et intensité de stimulation.
 - Variation CV assise / couchée 16% (Baydur *et al.* 2001)

Comparaison des 2 techniques

- **Efficacité comparable** : amplitude du volume inspiré, pression trans-diaphragmatique, PCO_2 et PO_2 similaires
- **Durée de reconditionnement diaphragmatique** : identique
- **Stimulation diaphragmatique**
 - Suites opératoires simples
 - Phase de reconditionnement initiée précocement
 - Absence de système complètement implantable
- **Stimulation phrénique**
 - Suites opératoires lourdes, coût élevé
 - Phase de reconditionnement différé (cicatrisation)
 - Risque per-opératoire : lèser le nerf, risque de micro-ischémie

Indications et contre-indications

- Critères majeurs électrophysiologiques
 - MN phréniques sous-lésionnels
 - Conduction centrale abolie ou faible
 - Préservation des voies de conduction périphériques
 - Réponse diaphragmatique (EMG et mécanique)
- Critères d'exclusion majeurs :
 - Atteinte lésionnelle des MN phrénique et dégénérescence Wallérienne des nerfs
 - Lésions radiculaires ou nerveuse périphérique du phrénique
- Critères d'exclusion mineurs :
 - Contexte psychologique, social ou familial défavorable (projet de vie finalisé et planifié avec le patient et son entourage)

Résultats

Expérience internationale : 1500 à 2000 implantations depuis 1970

<i>Etudes</i>	<i>Glenn 1984</i>	<i>Garrido- García 1998</i>	<i>Eleftriad es 2002</i>	<i>Onders 2002</i>	<i>Di Marco 2005</i>	<i>Onders 2007</i>
<i>Populatio n</i>	5 tétra C2C3	13 tétra 9 HVAC	12 tétra	6 tétra	5 tétra	10 tétra
<i>Stimulati on</i>	Phrénique	Phrénique	Phrénique	Diaph.	Diaph.	Diaph.
<i>Tps de stim.</i>	24h/24 (5)	24h/24 (18) Nuit (4)	24h/24 (6) Nuit (6)	24h/24 (5) 10h/24 (2)	24h/24 (5) 20h/24 (1)	24h/24 (4) Jour (4)
<i>Délai post- Trauma.</i>	NC	NC	NC	1 à 8 ans	1 à 8 ans	10 mois à 19 ans

Expériences françaises

- Berck (Dr. Brûlé) 21 patients (19 tétraplégies)
 - 12 autonomie respiratoire > 12 heures
 - 12 retour à domicile, 3 reprises d'activité professionnelle
- AP-HP 1997-2008 (Pr. Similowski) 25 patients (22 tétraplégies)
 - Sur 24 patients effectivement stimulés :
 - Sevrage diurne : 22
 - Autonomie 24h possible : 24
 - Hématose sous stimulation correcte : 24
 - Bénéfice ressenti : 23
 - Lien direct SPI-retour domicile : 12
 - 1 décès avt stimulation, 5 décès ap stimulation
 - 2 dysfonctionnements unilatéraux, 2 échecs de reconditionnement (dénutrition), un arrêt de stimulation pour inefficacité (obésité)
 - Aucune décanulation

Qualité de vie

- Suppression lien vital avec le respirateur
- Restauration capacité olfactive et gustative (amélioration interaction avec l'environnement)
(Adler D, Gonzales-Bermejo J, Eur Respir J, 2009)
- Ventilation invasive vs électrostimulée
 - Satisfaction globale significativement meilleure gpe Spi
(Esclarin 1994, Hirschfeld 2008)

Morbi-mortalité

- Amélioration hématose, ICD (TVP ?)
- ↘ Complications infectieuses, aspirations endo-trachéales
(Hirschfeld *et al* Spinal Cord 2008)
- Amélioration compliance thoraco-pulmonaire, ventilation lobes postérieurs.

Economique

- ↘ Réhospitalisations, coût de PEC

Limites et complications

Techniques :

- Absence d'alarmes de sécurité,
- Contre-indication IRM, lithotritie, couverture de survie

Physiologiques :

- Collapsus des VAS (instabilité, asynchronisme)
- Aucune adaptation métabolique

Economiques :

- 60000 € (S ph) vs 20000 € (S Dia)
- Pas d'inscription LPPR, prise en charge du geste chirurgical

Complications liées au matériel : Weese-Mayer 1996 (étude multicentrique)

- 2,6% infections post-op., 6% dysfonctionnement du récepteur, 19% altérations électrodes.

Aides au désencombrement

Tétraplégies et paraplégies thoraciques hautes :

- Atteinte des muscles expiratoires : abdominaux, intercostaux internes
- VRE non nul : faisceau claviculaire du grand pectoral

De Troyer, 1986 NEJM

- Toux inefficace : impossibilité de drainage périphérique et trachéal
- Hypertonie vagale à la phase initiale : hypersécrétion bronchique et diminution du calibre endo-bronchique.

Dicpinigaitis 1994 Chest

Technique de drainage périphérique :

- **Postures de drainage bronchique**
- *Percussions manuelles : clapping*
- *Vibration externe : lit*
- *Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences : percussionnaire*

Techniques de vidange trachéale :

- *Cough-assist*
- *Hyperinsufflation : relaxateur de pression (α 200), air-staking*

Modification des propriétés du mucus

- Mucolytiques à proscrire +++

Technique de drainage périphérique :

- Postures de drainage bronchique
- **Percussions manuelles : clapping**
- *Vibration externe : lit*
- *Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences : percussionnaire*

Techniques de vidange trachéale :

- *Cough-assist*
- *Hyperinsufflation : relaxateur de pression (α 200), air-staking*

Modification des propriétés du mucus

- Mucolytiques à proscrire +++

Technique de drainage périphérique :

- Postures de drainage bronchique
- Percussions manuelles : clapping
- **Vibration externe : lit**
- *Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences : percussionnaire*

Techniques de vidange trachéale :

- *Cough-assist*
- *Hyperinsufflation : relaxateur de pression (α 200), air-staking*

Modification des propriétés du mucus

- Mucolytiques à proscrire +++

Vibrations/postures/oscillations externes



Fink Chest 1990.

106 patients traumatisés thoraciques, randomisés matelas classique ou celui ci

Diminution significative des pneumopathies

Technique de drainage périphérique :

- Postures de drainage bronchique
- Percussions manuelles : clapping
- Vibration externe : lit
- **Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences : percussionnaire**

Techniques de vidange trachéale :

- *Cough-assist*
- *Hyperinsufflation : relaxateur de pression (α 200), air-staking*

Modification des propriétés du mucus

- Mucolytiques à proscrire +++

VENTILATION à HAUTES FREQUENCES ET OSCILLATIONS



Beaucoup de petites études...

1 « randomisée »

Braggion, *Pediatr Pulmonol*, 1995 : pas de différence avec les autres méthodes dans la DDB



- Diminution du nombre d'atélectasies
- Utilisation possible quelque soit le niveau
- Aucune étude de validation chez le blessé médullaire

Technique de drainage périphérique :

- Postures de drainage bronchique
- Percussions manuelles : clapping
- Vibration externe : lit
- Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences : percussionnaire

Techniques de vidange trachéale :

- **Cough-assist**
- *Hyperinsufflation : relaxateur de pression (α 200), air-staking*

Modification des propriétés du mucus

- Mucolytiques à proscrire +++

Technique de drainage périphérique :

- Postures de drainage bronchique
- Percussions manuelles : clapping
- Vibration externe : lit
- Percussions intra-pulmonaires à hautes fréquences : percussionnaire

Techniques de vidange trachéale :

- Cough-assist
- **Hyperinsufflation : relaxateur de pression (α 200), air-staking**

Modification des propriétés du mucus

- Mucolytiques à proscrire +++

Nerf phrénique stimuable

Conduction périphérique préservée
Conduction centrale abolie ou faible réponse

=

MN phrénique sous-lésionnel

(total ou partiel)



Nerf phrénique non stimuable

Absence de conduction périphérique

=

MN phrénique lésionnel



Alternatives non invasives

- VNIPP
- Respiration glosso-pharyngée / muscles accessoires
- Ceinture pneumatique abdominale

Techniques de stimulation

- Stimulation phrénique implantée

- Stimulation diaphragmatique

(Stimulation phrénique unilatérale +
stimulation médullaire des intercostaux)

Anastomoses nerveuses

- Anastomose sous lésionnelle :
nerf phrénique / nerf intercostal couplée à
une stimulation implantée

Avenir ?

- Anastomose sus lésionnelle :
nerf phrénique / nerf laryngé inférieur, nerf
phrénique controlat. / nerf sterno-
thyroïdien.