



centre  
national  
de la  
danse

Forum International danse et santé  
*"la danse : un art à l'épreuve du risque"*

Paris, 27 novembre 2014

# La place de la sensibilité viscérale dans le contrôle de la posture et du mouvement

Le système viscéral est un système complexe qui agit sur la posture et le mouvement. Il est composé de nombreux organes et tissus qui sont sensibles à la douleur et à la pression. Cette sensibilité est transmise au système nerveux central, qui agit sur les muscles et les articulations pour maintenir l'équilibre et le mouvement.



**Guillaume Krief**

Ostéopathe DO, CDS (Lausanne)  
DIU Posturologie Clinique  
DU Anatomie Clinique  
DU Communication Scientifique Médicale  
Master Sciences de l'Education  
BE Educateur Sportif

**1. QUELQUES DÉFINITION ANATOMIQUES,  
PHYSIOLOGIQUES ET SÉMANTIQUES**

**2. NOTIONS ACTUELLES AUTOUR DE LA  
POSTUROLOGIE**

**3. LA PLACE DES ORGANES ET VISCÈRES  
ABDOMINAUX DANS LE CONTRÔLE POSTURAL**

**4. LES GRAVICEPTEURS VISCÉRAUX ET LEUR  
INTEGRATION CENTRALE**

**6. BILAN ET PERSPECTIVES PRATIQUES**

# 1. QUELQUES DÉFINITION ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET SÉMANTIQUES

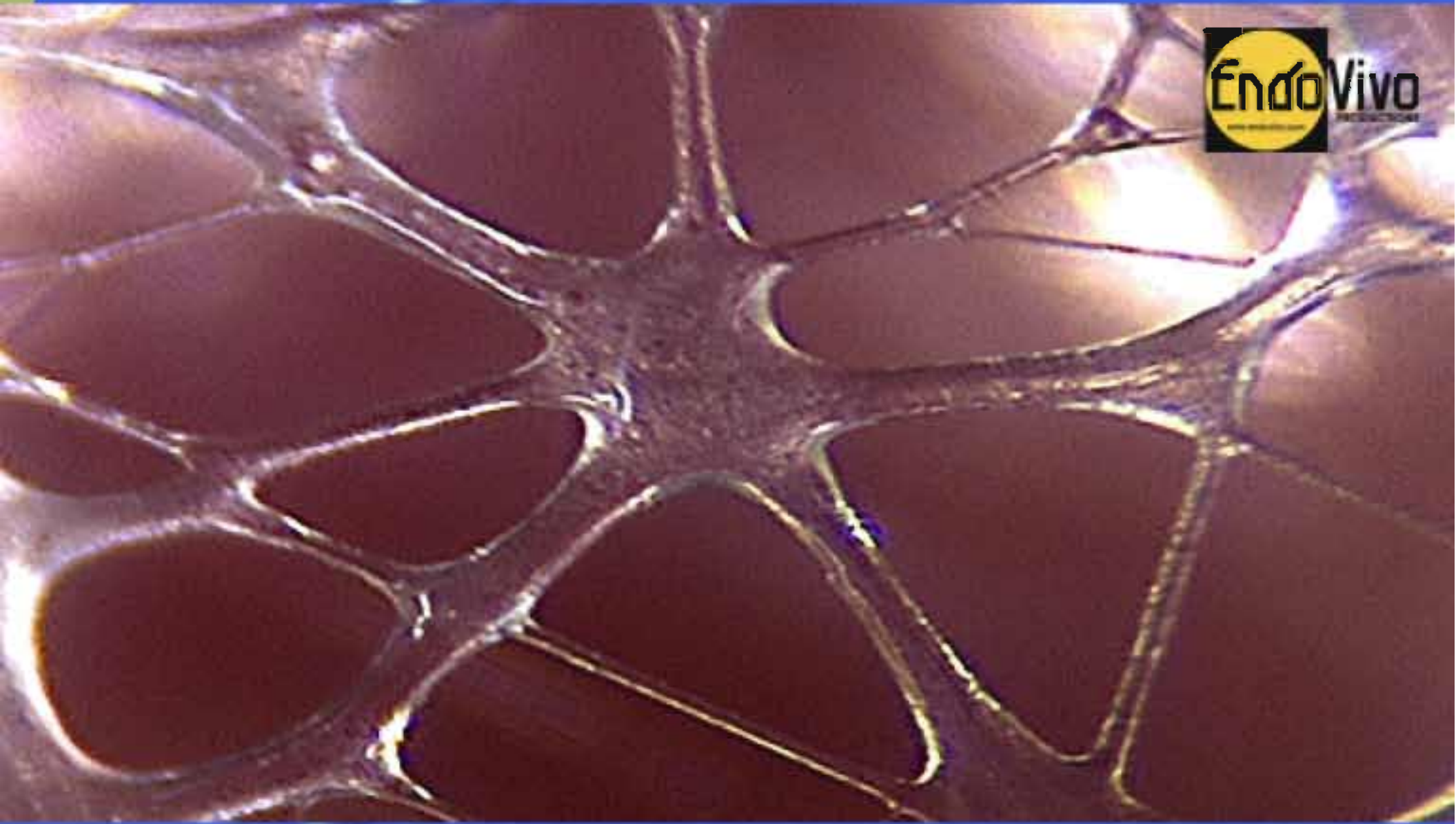


## 1.1 Physiologie

La physiologie est l'étude des fonctions des organismes vivants. Elle se concentre sur les processus biologiques qui permettent à un organisme de maintenir l'équilibre et de répondre à son environnement. Les physiologistes étudient comment les organes et les systèmes interagissent pour assurer la survie et la santé.

## 1.2 Neurologie

La neurologie est l'étude du système nerveux, qui contrôle et coordonne toutes les activités de l'organisme. Les neurologues se concentrent sur le diagnostic et le traitement des troubles du système nerveux, tels que la maladie d'Alzheimer, la sclérose en plaques et les accidents vasculaires cérébraux.





# 1.1 Physiologie

Chaque structure viscérale exerce plusieurs fonctions :

Fonctions « primaires » :

- digestion
- filtration sanguine
- sécrétions / réabsorption
- procréation
- plaisir

Fonctions « secondaires » : toutes liées à la posture et au mouvement, que ce soit en termes de mécanique ou en termes d'afférences sensibles et d'intégration :

- espaces de glissements (séreuses),
- espaces de pressions hydropneumatiques,
- informations afférentes sensibles, proprioceptives, somato-émotionnelles, viscéro-somatiques...
- Intégration, mémorisation, anticipation de scénarios

# 1.2 Neurologie

Système nerveux central et périphérique

Système nerveux autonome, ortho- et parasympathique

Afférences et efférences (30%), intégration dans aires associatives (70%)

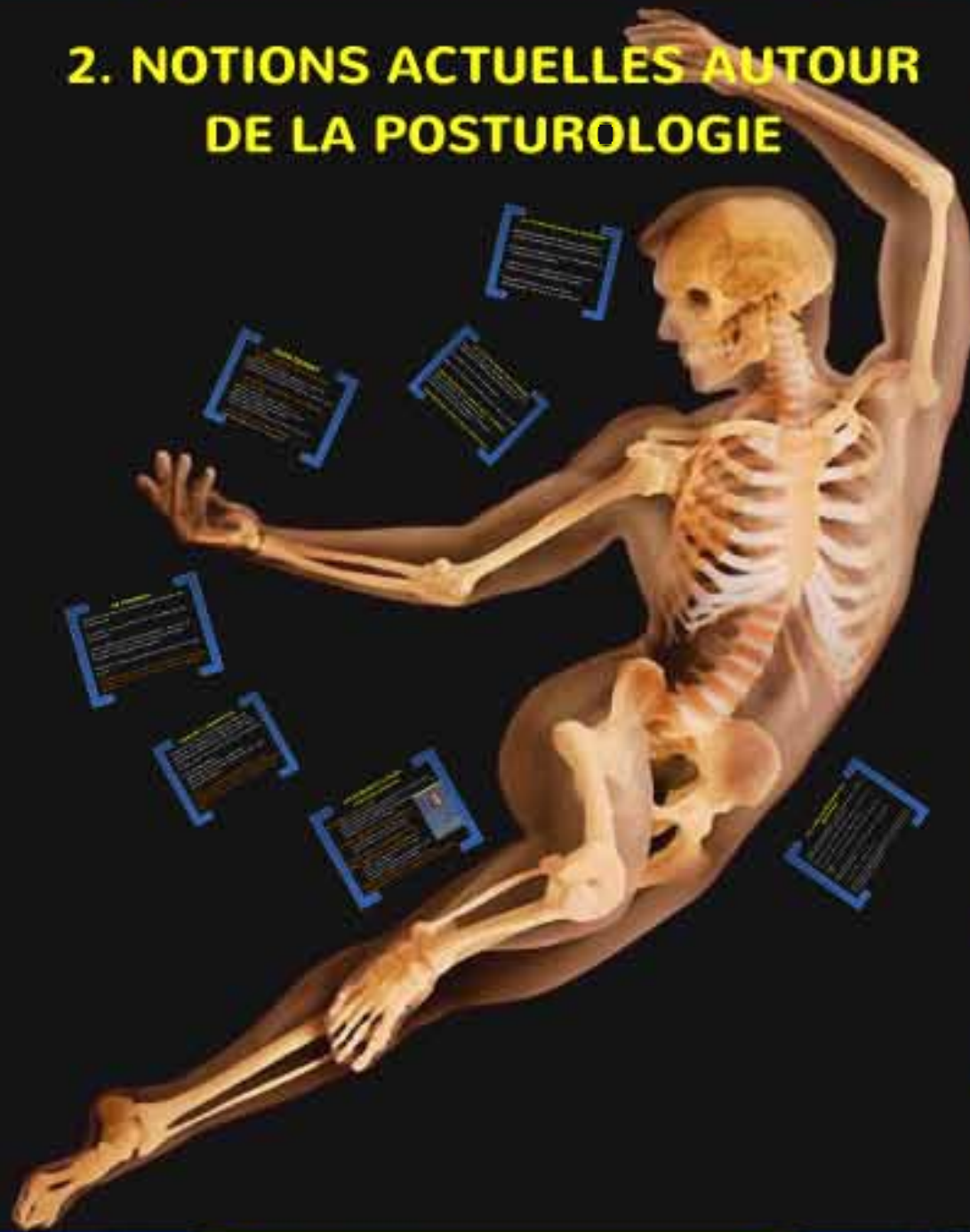
Moëlle épinière, tronc cérébral, cervelet, système limbique et diencephale, cortex / lobe frontal et cortex préfrontal

Plasticité neuronale

réflexes : somatiques, sensoriels, viscéro-somatiques, somato-émotionnels, trigger-points, cartographies...

Toute perception est indissociable d'une action et de ses conséquences envisagées en fonction de la mémorisation : "la perception est une action anticipée" (Berthoz, 1997)

## 2. NOTIONS ACTUELLES AUTOUR DE LA POSTUROLOGIE





## **UN SYSTÈME DÉFINI PAR LA NEUROLOGIE**

Ajustement permanent de boucles retroactives  
(modèle cybernétique d'échange d'informations)

Capteurs, transmetteurs, zones d'intégration et de  
mémorisation, anticipation

La présence d'un capteur dans une structure a  
toujours un sens physiologique et central

Objectif efficacité et économie (base  
physiologique : survivre, et se reproduire)

## **UN SYSTÈME TOURNÉ VERS L'INTÉRIEUR**

Capteurs donnant des informations plus ou moins conscientes de l'état des structures internes

Perception de la verticale (gravitaire)

Base de l'homéostasie, de la posture et de la motricité

## **MAIS AUSSI OUVERT, TOURNÉ VERS L'EXTÉRIEUR**

Capteurs donnant des informations sur l'environnement et sur les degrés d'interaction entre nous et cet environnement

## **CONSIDÉRATIONS OBJECTIVES ET SUBJECTIVES**

# TENIR DEBOUT

## Un système d'informations performant, rapide et efficace

- Analyse de données multiples, objectives et subjectives
- Perception toujours active et jamais passive
- Fruit d'une décision perceptive en fonction des modèles connus

## Un système d'intégration et de traitement des données

- Afférences issues de capteurs différents
- Traitement central par sommation et recoupement d'informations complexes ou paradoxales
- Mémorisation de scénarios
- Capacité prédictive des scénarios et réaction aux imprévus

## Un système mécanique effecteur

- Réponses adaptées, efficaces, économiques

# se mouvoir

L'étude de la posture est parfaitement indissociable de celle du mouvement

Le cerveau n'analyse pas des muscles, il n'analyse que des mouvements.

L'action influence directement la perception : Percevoir est une action active et non passive, c'est le résultat d'une projection à la recherche d'informations

Percevoir est affaire d'interprétation et d'anticipation ("garçon de café")

Considération plus dynamique ("top-down") que la posturologie "classique" issue de la découverte des réflexes en laboratoire ("bottom-up")

# CHERCHER L'INFORMATION

Le cerveau doit, à partir des différentes afférences sensorielles, reconstruire une perception unique et cohérente des relations entre notre corps et l'espace

Stratégie active idiosyncrasique de tri des informations

Place des référentiels :

- égocentré, sens internes, subjectivité
- allocentrés, liés à l'action possible (Grüsser, 1991)
- géocentrés, gravité

« Vivre, c'est choisir le bon comportement au bon moment » (ROLL) : la référence d'un mouvement dépend de la tâche (se pencher avec un verre plein ou avec un livre)

# LES DIFFÉRENTS ACTEURS : référentiels posturaux

## Le vestibule (géocentré)

repères inertiels : accélérations linéaires (otolithes) et angulaires (CSC)  
dans les trois plans de l'espace (Barra 2013)  
codeur du sens de la gravité ("fil à plomb biologique")  
Stabilisation de la posture et du regard

## La vision (allocentré, ou exocapteurs)

Vision périphérique, verticales et flux visuel  
Vision prolongée par la musculature axiale

## La musculature squelettique et les FNM (egocentré ou endocapteurs)

variations de longueur et de tension (rapport  
charge / mouvement)  
Concerne la musculature striée squelettique, dont  
les muscles oculomoteurs extrinsèques

Capteurs articulaires, cutanés, plantaires,  
manducateurs, auditifs, viscéraux... et émotionnels



# UN SYSTÈME INTERCONNECTÉ ET HIÉRARCHISÉ

Données rétiniennes périphériques et données proprioceptives oculomotrices extrinsèques ; vision dynamique, rarement testée

Intégration des autres afférences (vestibule, ouïe, musculature du rachis...)

"La vision est palpation par le regard" (Merleau-Ponty)

Modèle cervical comme prolongement des muscles oculomoteurs, donc du regard

Des reflexes organisés vers l'alerte, un SNC organisé vers la gestion de l'imprévu (réorganisation)

"Aller où je regarde" > "regarder où je vais"

Les données les plus récentes des neurosciences donnent parfaitement raison aux enseignements d'Hubert Godard (1995) lorsqu'il décrit le "pré-mouvement" et la notion dynamique de "corporéité"

### 3. LA PLACE DES ORGANES ET VISCÈRES ABDOMINAUX DANS LE CONTRÔLE POSTURAL

**LE DIAPHRAGME**  
Le diaphragme est un muscle qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale. Il est constitué de fibres musculaires et de tissu conjonctif. Sa contraction permet de diminuer le volume de la cavité thoracique, ce qui entraîne l'expiration.

**LE DIAPHRAGME**  
Le diaphragme est un muscle qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale. Il est constitué de fibres musculaires et de tissu conjonctif. Sa contraction permet de diminuer le volume de la cavité thoracique, ce qui entraîne l'expiration.



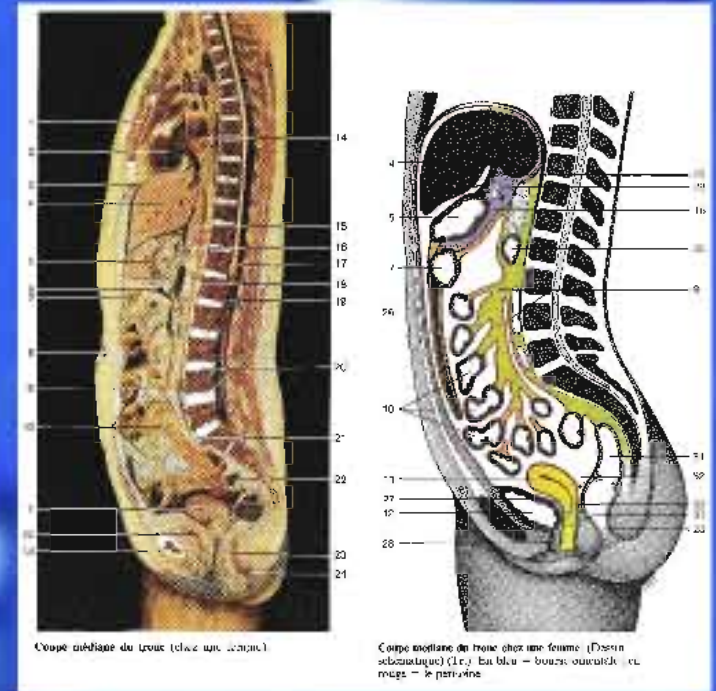
**LES ORGANES ABDOMINAUX**  
Les organes abdominaux sont situés dans la cavité abdominale. Ils comprennent le foie, la vésicule biliaire, le pancréas, l'estomac, l'intestin grêle, l'intestin épais, le côlon, le rectum, la vessie, l'utérus et les ovaires.

**LE DIAPHRAGME**  
Le diaphragme est un muscle qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale. Il est constitué de fibres musculaires et de tissu conjonctif. Sa contraction permet de diminuer le volume de la cavité thoracique, ce qui entraîne l'expiration.



# LE COUPLE THORACO-ABDOMINAL

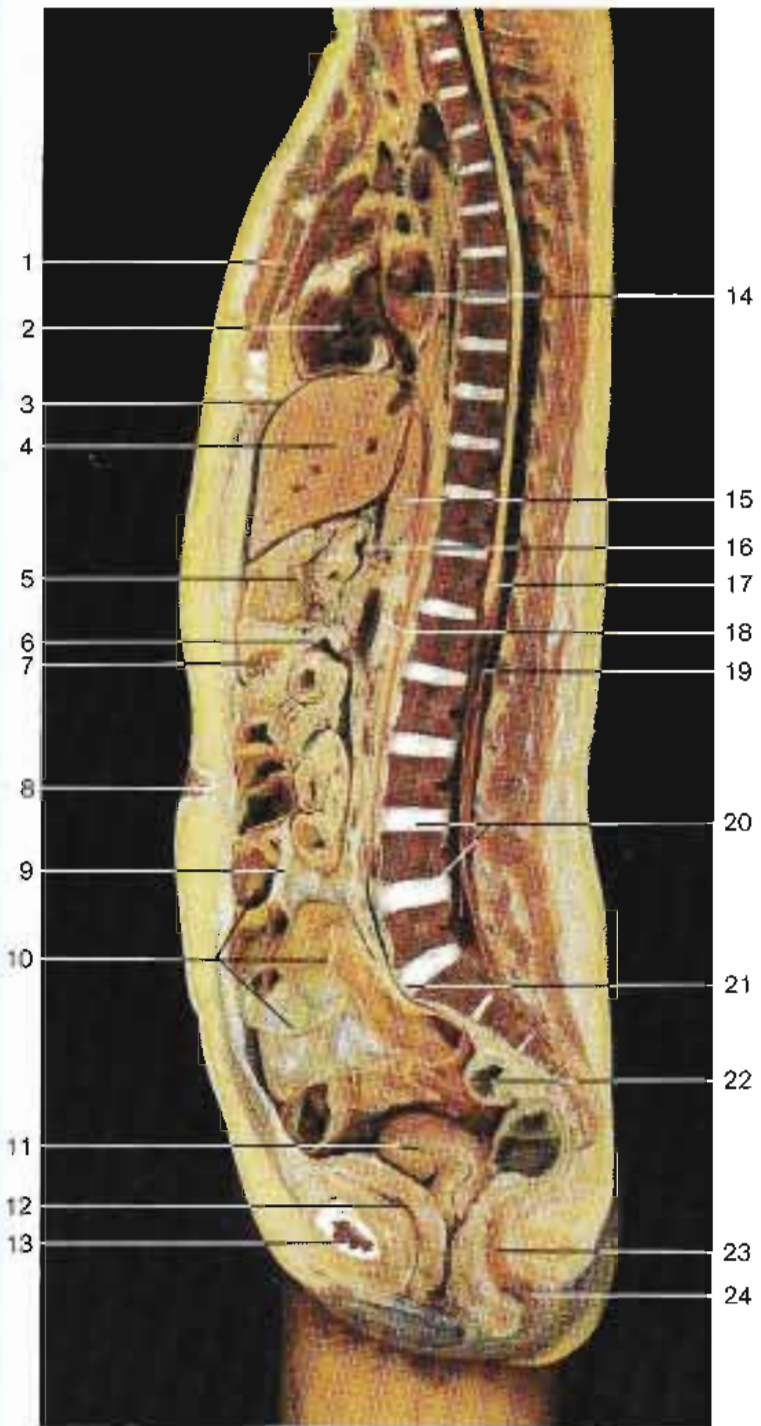
- Caisson hydropneumatique
- Répartition des forces et des appuis (colonne vertébrale, centres de rotation)
- Amortissement et stabilité
- Espaces séreux de glissements (articulation séreuse mésentérique)



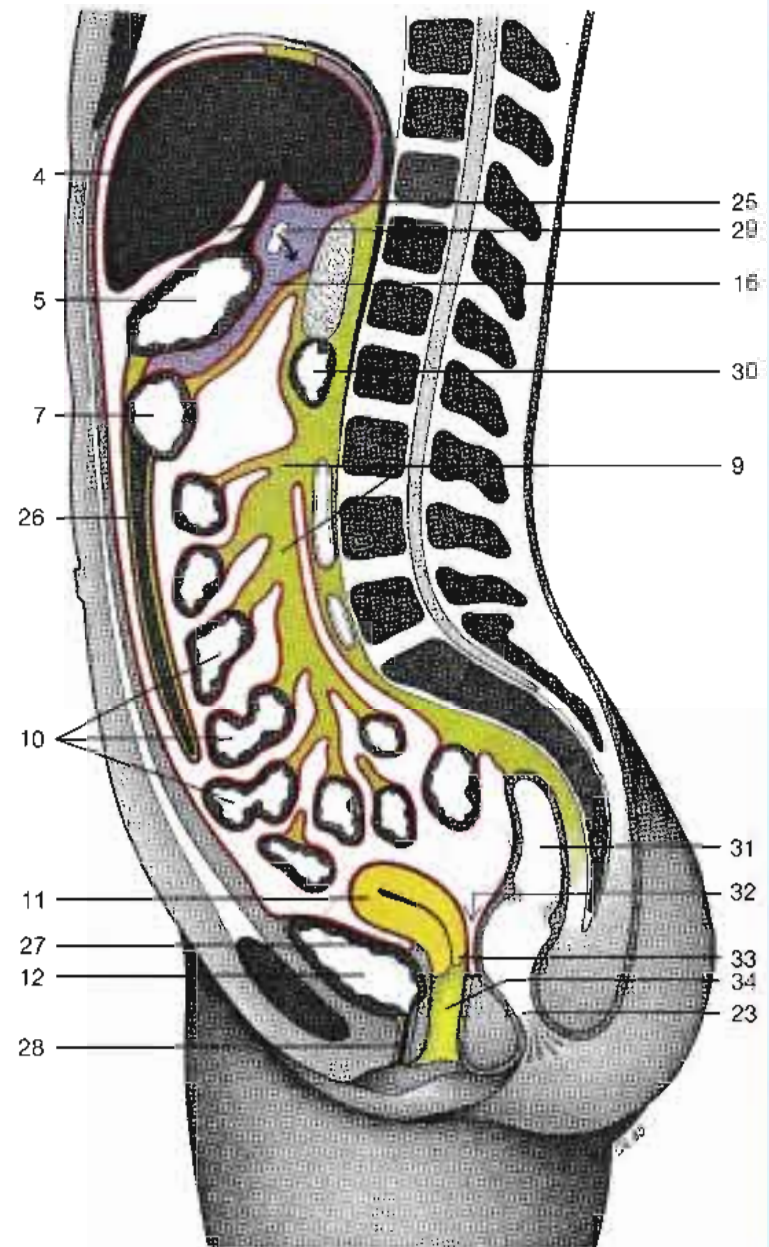
# CAISSON ABDOMINAL, RESPIRATION ET DIGESTION

Balance thoraco-abdominale et alternance des pressions



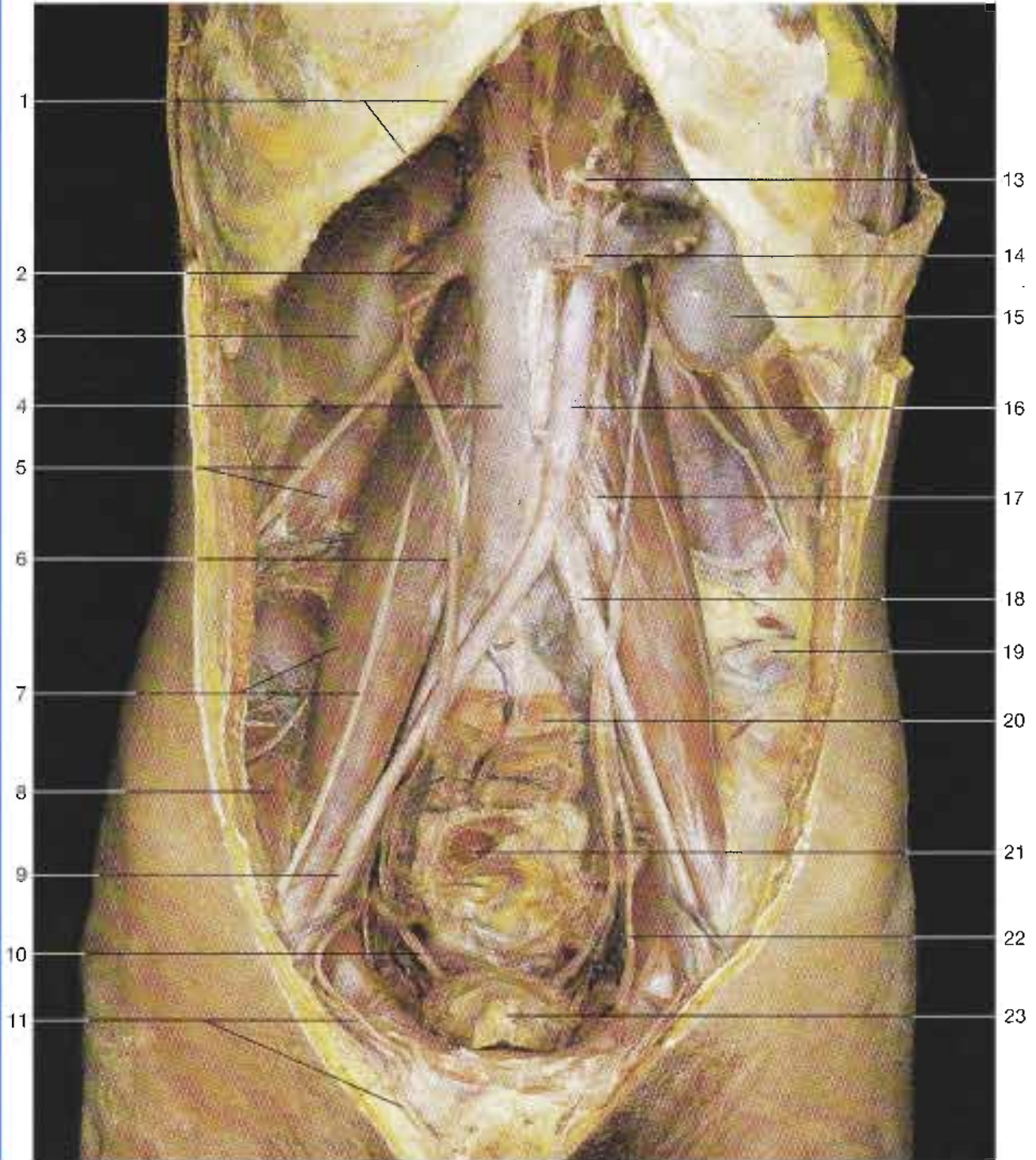


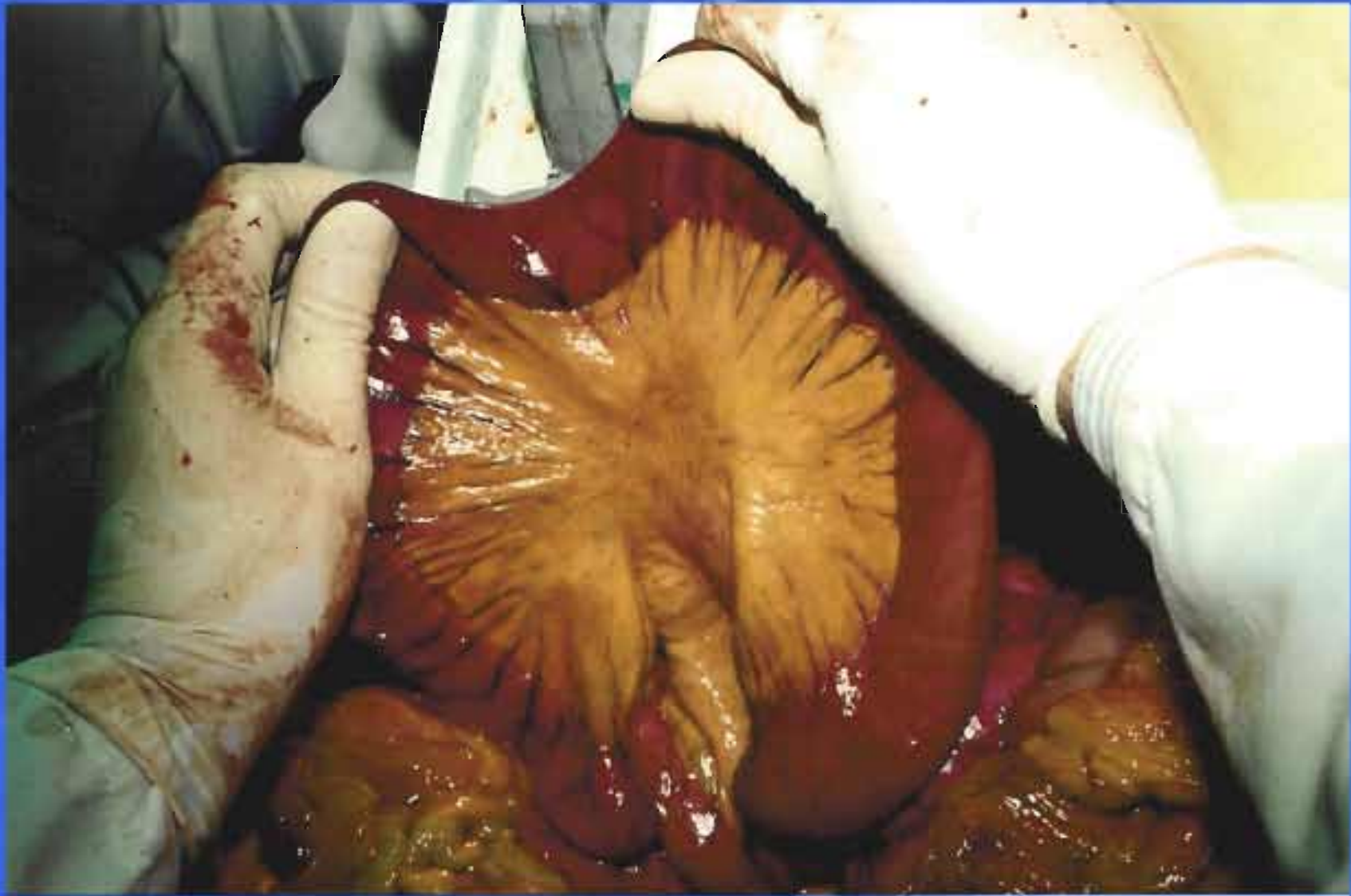
Coupe médiane du tronc (chez une femme).



Coupe médiane du tronc chez une femme. (Dessin schématique) (Tr.). En bleu = bourse omentale ; en rouge = le péritoine.

# La paroi abdominale postérieure et les structures rétro-péritonéales





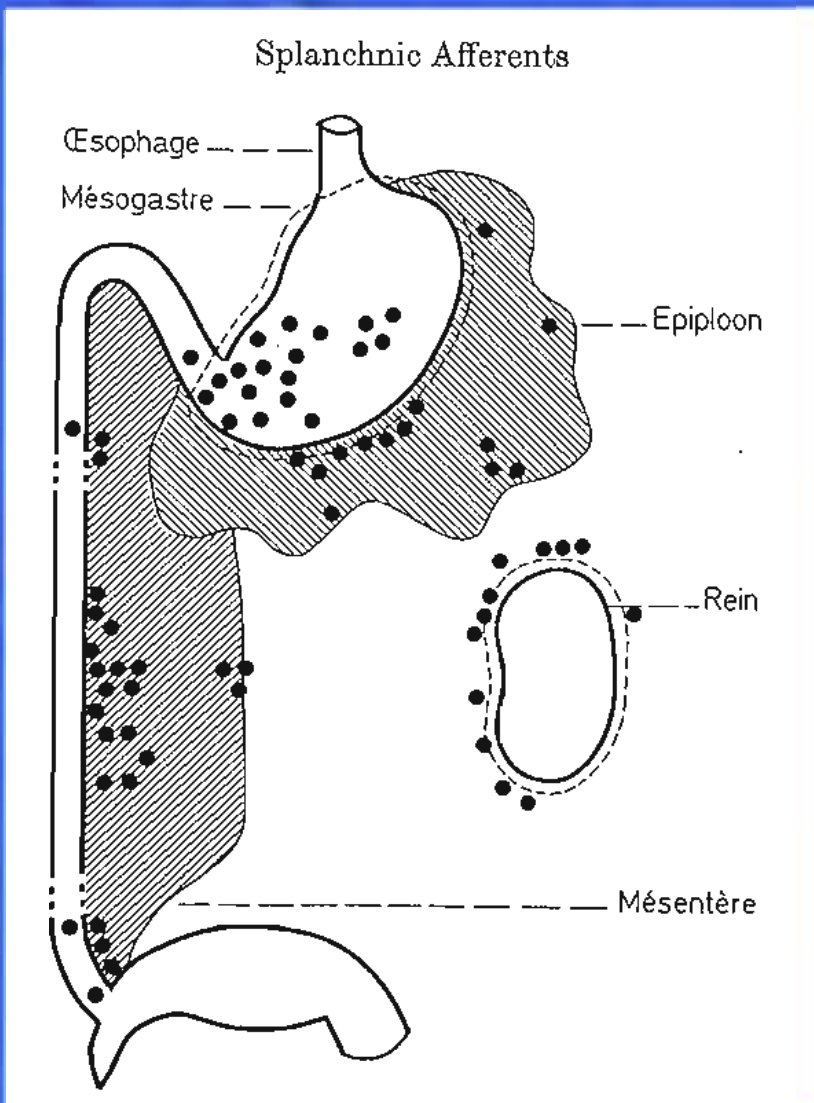
Racine du mésentère (collection personnelle, Centre du Don des Corps, Paris V)

# "SCHEMA CORPOREL" VS "MODELES INTERNES"

Schéma corporel : représentation corticale du corps  
(Head, 1911)

Modèles internes : multiplicité des représentations  
sensorielles des mondes extérieur et intérieur,  
associée à des champs d'action envisagées comme  
possible (ou pas) (Berthoz 1997, Wolpert 1997,  
Merfeld 1999, Assaiante 2010, Barra  
2010-2012-2013, Butz 2012)

# DES MECANORECEPTEURS MÉSENTÉRIQUES



Description ancienne (Sheenan 1932, Bain 1935, Gammon 1935, Bessou 1966...)

Description plus précise par Méi, Crousillat, Ranieri, Morrison (1970)

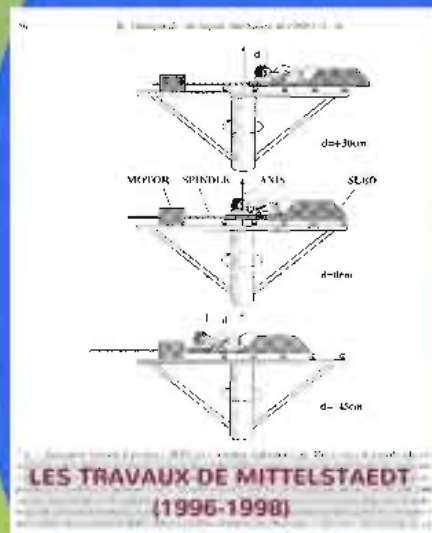
Présence essentiellement dans le mésentère et les reins (cf. centrales inertielles)

Réponses à la traction, à la torsion et à l'étirement (mobilisation de la masse viscérale par la respiration et par le mouvement)

Seuil d'excitabilité entre 0,5 et 100 g. selon les capteurs

Localisation des récepteurs splanchniques dans le tractus gastro-intestinal et le péritoine. Chaque point indique la position d'un récepteur, déterminé par stimulation ponctiforme. Ranieri et al 1973

# 4. LES GRAVICÉPTEURS VISCÉRAUX ET LEUR INTEGRATION CENTRALE



**LES GRAVICÉPTEURS VISCÉRAUX**

Le système vestibulaire est composé de trois canaux semi-circulaires (canal antérieur, canal postérieur, canal horizontal) et de deux otolithes (utricle et saccule). Ces structures sont situées dans le labyrinthe de l'oreille interne. Les gravicépteurs viscéraux sont des récepteurs situés dans les muscles et les ligaments de la tête et du cou, qui permettent de détecter les changements de position de la tête par rapport à la gravité.

**Le SNC et sa participation**

Le système nerveux central (SNC) joue un rôle essentiel dans l'intégration des informations provenant des gravicépteurs viscéraux. Les signaux sont transmis par le nerf vestibulaire au noyau vestibulaire du tronc cérébral, qui agit comme un centre de traitement. Le SNC interprète ces informations et génère des réponses motrices pour maintenir l'équilibre et la posture.



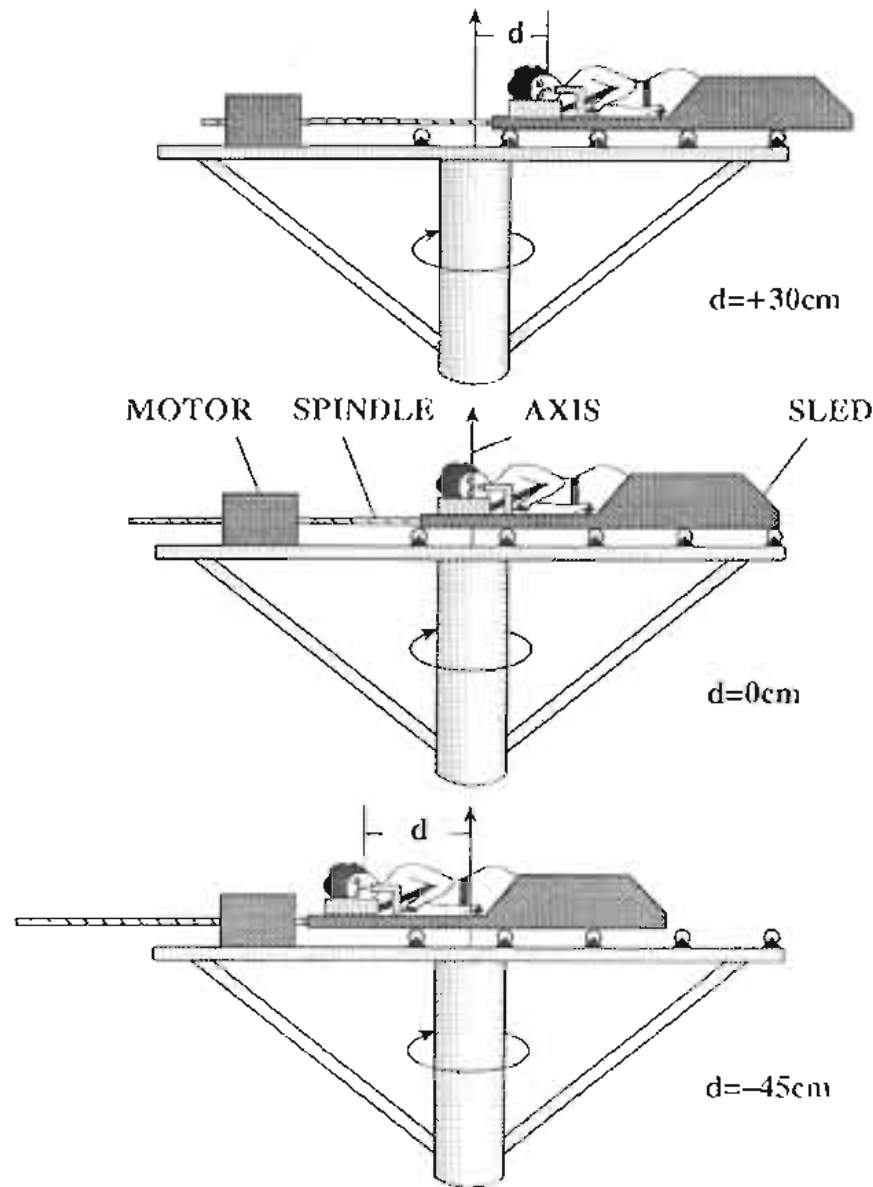
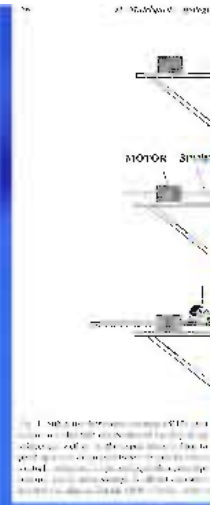


Fig. 3. Subjective horizontal position (SHP) on a rotating sled centrifuge. The subject is placed right ear down on a sled that can be moved radially along the subject's spinal (Z-) axis in remote control by the subject. The sled is moved until the subject feels horizontal, and the distance between the gravity sense organ(s) and the centrifuge axis, and moves the sled until she feels horizontal. In this subjectively horizontal position, the distance  $d$  of the centrifuge axis from the binomial axis is then recorded. A subject who feels naturally horizontal will set  $d$  to zero if the otoliths alone affect the SHP; without otoliths, however, to  $d$  between  $-45$  and  $-55$  cm (Figs. 3, 4).

**LES TRAVAUX DE MITTELSTAEDT**  
(1996-1998)



DES C

Mêmes expéri  
Résultats tend  
gravicepteurs (

Vait (2001) ten  
joueront un r  
la gravité, et qu



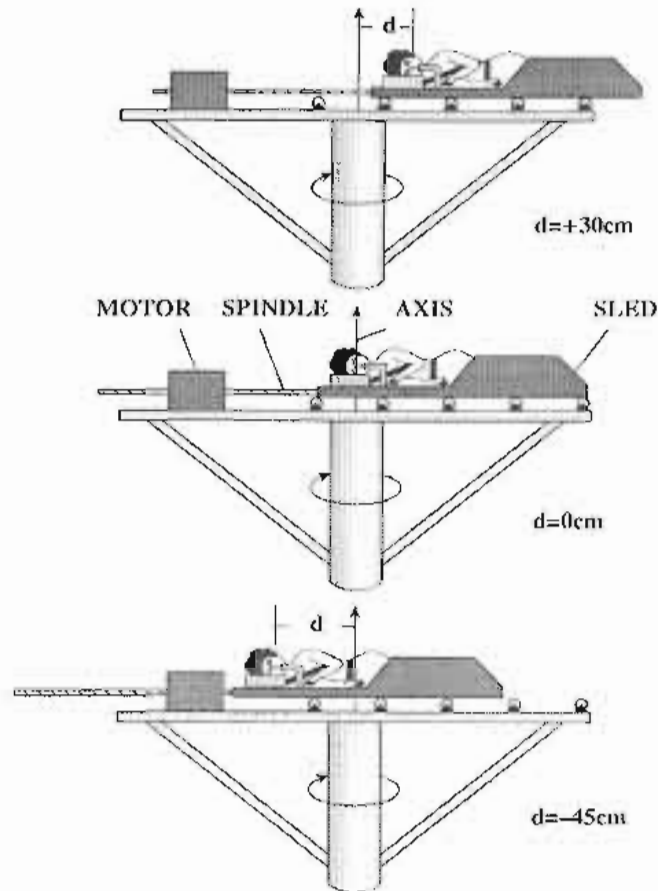


Fig. 1. Subjective horizontal position (SHP) on a rotating sled centrifuge. The subject is placed right ear down on a sled that can be moved radially along the subject's spinal (Z-) axis via remote control by the subject (as well as by the experimenter). Due to the additional acceleration, the subject feels tilted depending on the distance between the gravity sense organ(s) and the centrifuge axis, and moves the sled until she feels horizontal. In this subjective horizontal position (SHP) the distance  $d$  of the centrifuge axis from the tinnital axis is then recorded. A subject who sets the tiltable board accurately horizontal will set  $d$  to zero if the otoliths alone affect the SHP, without otoliths, however, to  $d$  between  $-45$  and  $-55$  cm (Figs. 3, 4).

Les récepteurs vestibulaires étant sensibles à la gravité qui est une accélération linéaire, ils ne peuvent pas, seuls, faire la distinction entre une inclinaison et une translation.

Expériences :

- plateau tournant, inclinable, réglable à partir du centre
- sujet en decubitus latéral et pouvant ajuster la position de leur corps par rapport au centre de rotation du plateau
- sujet "sains", sujets "neurectomisés", sujets "nephrectomisés"

Attentes :

- si labyrinthe seul récepteur à la gravité, les sujets devraient se sentir :
  - verticaux tête en haut si axe au-dessus de la tête
  - verticaux tête en bas si axe en-dessous de la tête
  - horizontaux si axe au niveau de l'oreille interne

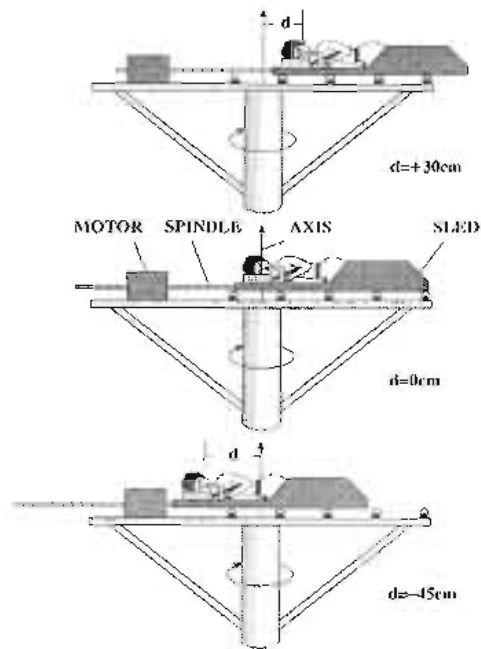
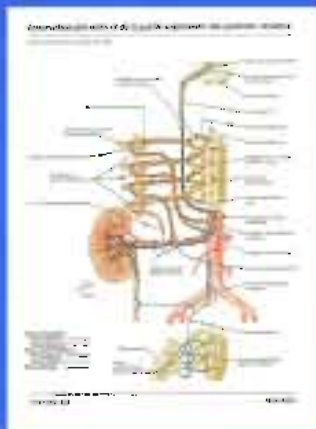


Fig. 1. Subjective horizontal position (SHP) on a rotating sled centrifuge. The subject is placed right side down on a sled that can be moved radially along the subject's spinal (Z-) axis via remote control by the subject (as well as by the experimenter). Due to the additional acceleration, the subject feels tilted depending on the distance between the gravity sense organ(s) and the centrifuge axis, and moves the sled until she feels horizontal. In this subjective horizontal position (SHP) the distance  $d$  of the centrifuge axis from the horizontal axis is then recorded. A subject who sits the table board asymmetrically horizontal will not discover if the condition does affect the SHP without oscillos, however, to  $d$  between  $-45$  and  $+55$  cm (Figs. 3, 4).



## Résultats :

- sujets sains "horizontaux" axe entre oreille interne et dernières côtes
- sujet neurectomisés "horizontaux" axe au niveau dernières côtes

## Interprétation :

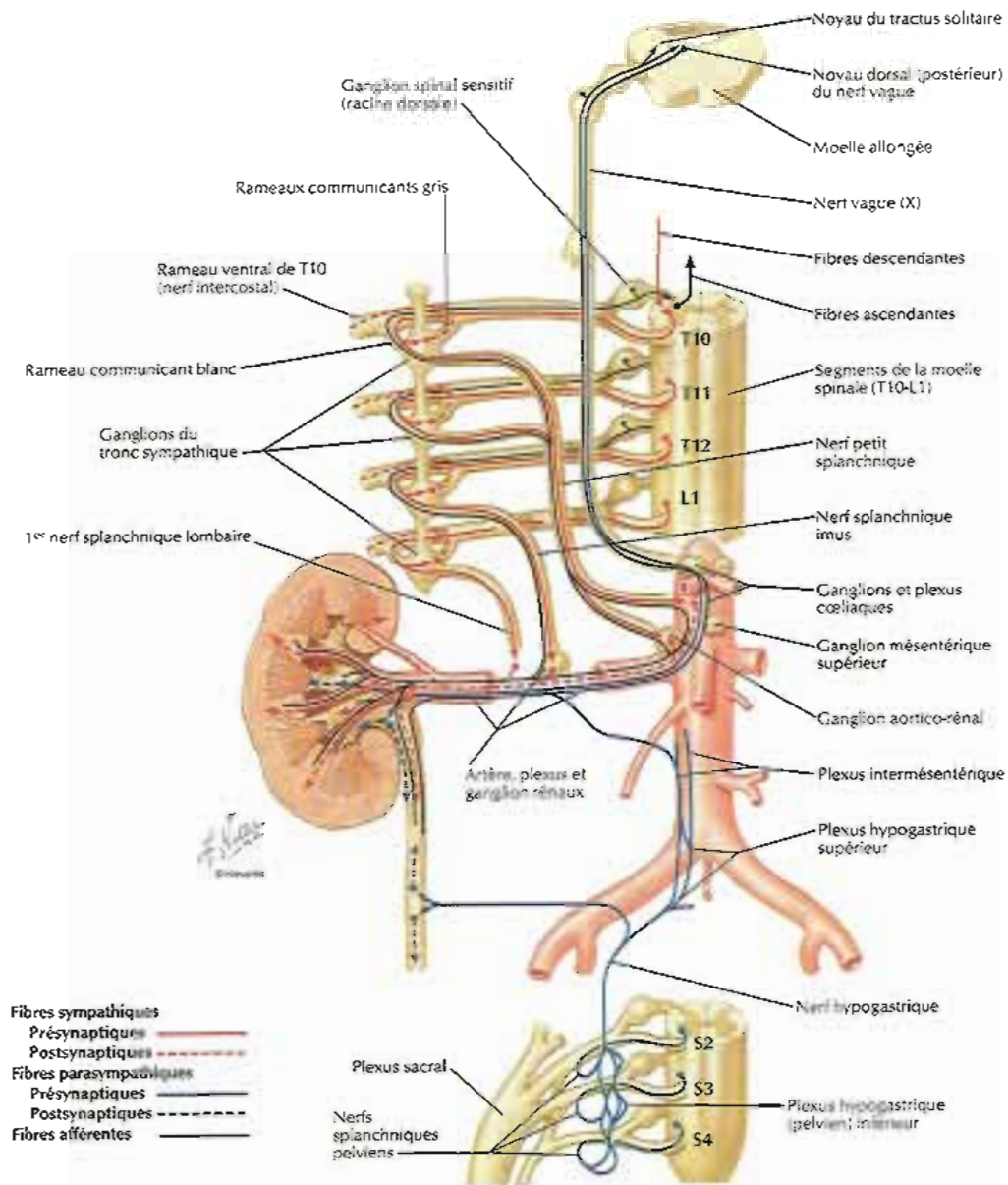
- Au moins deux entrées réceptives à la gravité : vestibule + organes innervés par segment médullaire T11 (+/- regard T8)

- reins (capsule) comme "centrale inertielle"

- relation avec système moteur via cerebellum et modulation par propriocepteurs de la paroi abdominale (Ammons 1992)

## Innervation des reins et de la partie supérieure des uretères : schema

VOIR AUSSI LES PLANCHES 153, 388



## DES GRAVICEPTEURS VASULAIRES

Mêmes expérimentations avec sujets jambes sur- ou dé-pressurisées

Résultats tendent à démontrer liquides jouant aussi rôle de gravicepteurs (gravicepteurs localisés dans gros vaisseaux)

Vaitl (2001) tend même à démontrer que les liquides vasculaires joueraient un rôle supérieur à celui du vestibule dans la perception de la gravité, et que les deux système interagieraient pour s'automoduler

## **Le SNC est en permance en "état de veille active" et module les afférences qui s'additionnent**

Intégration thalamique des repères gravitationnels vestibulaires et somesthésiques (Barra 2010)

Le sens de verticalité issu de la périphérie "bottom-up" est modulé par des processus cognitifs de haut niveau "top-down" (Barra 2013)

Tronc cérébral, hypothalamus et thalamus ont en commun de :

- recevoir toutes les informations issues des capteurs posturaux
- favoriser l'apprentissage et donc l'anticipation
- participer à la modulation du tonus autonome (ortho- et parasympathique)
- participer à la modulation des réactions aux "stress"
- effectuer des retours sur la sensibilité en général et le tonus musculaire axial en particulier

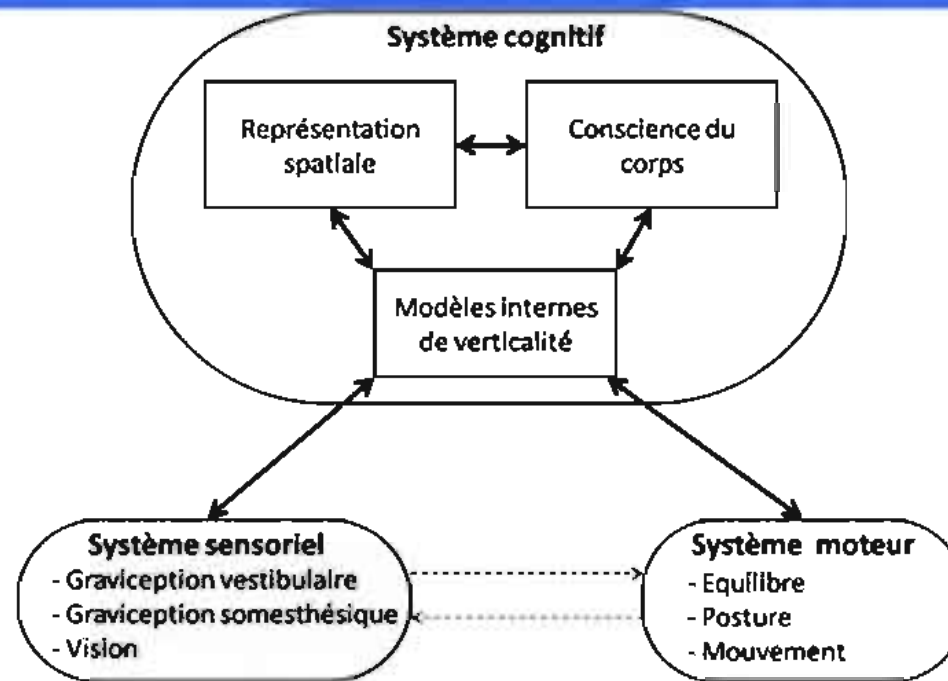


Figure 2 Modèle intégré de la représentation de la verticalité prenant en compte les systèmes sensoriel, cognitif et moteur. Ce modèle reflète les influences « bottom-up » des systèmes sensoriel et moteur sur la représentation de la verticalité mais aussi ...

J. Barra , D. Pérennou

Le sens de verticalité est-il vestibulaire ?

Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, Volume 43, Issue 3, 2013, 197 - 204

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neucli.2013.02.001>



# **5. BILAN ET PERSPECTIVES PRATIQUES**

**Pour augmenter ses performances et  
préserver sa santé (FIDS 2014)**





**Évoluer yeux fermés**

**Dérouler (très) lentement**

Massages, Chi Nei Tsang, thérapies manuelles...

D

Élargir les champs d'activité

Travailler...

Suivre les formations dispensées par l'AFCMD

Eviter autant que possible toute orthèse, sauf cas estimé comme majeur et dans une durée limitée

# La Santé

Yeux clos, travailler l'équilibre dans le déséquilibre sur sol fixe ("pendule inversé") plutôt que sur plate-forme instable ("plateau de Freeman")



**S'ouvrir au monde, aux autres et à la gratitude :-)**

