

UE3-2 - Physiologie digestive

Chapitre 2 : Motricité du tube digestif

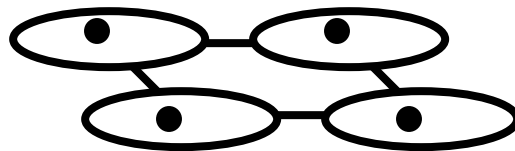
Professeur Bruno BONAZ

Partie 1 :

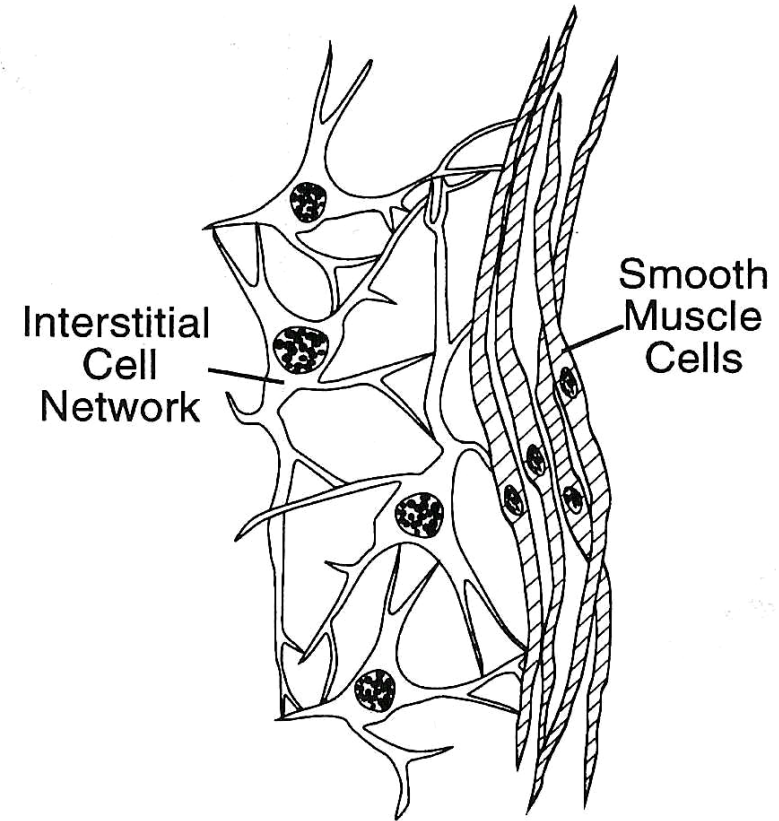
Rappels de motricité digestive

- **ANATOMIE**
- **HISTOLOGIE**
 - Muqueuse** : (épithélium stratifié ou uni-cellulaire +++)
 - Sous-muqueuse** : Plexus de Meissner
 - Muscleuse** : Plexus d'Auerbach entre la couche longitudinale externe et la couche circulaire interne
 - Séreuse**
- **MUSCLE DIGESTIF = MUSCLE LISSE**
 - Sauf :**
 - sphincter oesophagien supérieur (SOS)
 - 1/3 supérieur de l'œsophage = Muscle strié
 - sphincter anal externe

Nexus \Rightarrow Syncytium fonctionnel



Cellules interstitielles de Cajal



Cellules pace-maker, interviennent dans le déclenchement des ondes lentes au niveau du muscle lisse de la couche circulaire interne

- **Activité myogène inhérente : muscle lisse unitaire**
 - Ondes lentes :
 - rythme électrique de base (REB) potentiel de repos instable
 - "electrical control activity" (ECA)
 - Potentiels de pointe : contraction



- **REMARQUE**
 - muscle lisse de l'oesophage = muscle lisse multi-unitaire : PR stable
 - muscle lisse de l'estomac proximal : idem

Partie 2 :

Exploration de la motricité digestive

Les différentes méthodes

1. METHODE DE TRANSIT

Résultat final de la motricité

Exemple : test au rouge carmin

2. METHODE MANOMETRIQUE ++++

Effet de la motricité sur la pression (P) endoluminale

Loi de Laplace : $P = T / R$

Contraction du tube digestif : $T \uparrow$ et $R \downarrow \Rightarrow P \uparrow$

Mesure de la P endoluminale \Leftrightarrow activité contractile du muscle digestif

- Ballonnets
- Tubes ouverts et perfusés ++++
- Capteurs miniaturisés
- Capsules télémétriques

Méthode de référence chez l'Homme (matériel à usage unique)

3. METHODE ELECTROMYOGRAPHIQUE (EMG)

Activité électrique

Corrélation électro-mécanique

Utilisée surtout chez animal (problème du matériel à usage unique chez l'Homme)

Partie 3 :

Déglutition

DEFINITION

Ensemble des phénomènes mécaniques qui conduit les aliments de la bouche à l'estomac

3 ETAPES : buccale, pharyngée, oesophagienne

1. Temps buccal :

- volontaire ou involontaire
- aliments plaqués contre la paroi pharyngienne postérieure

2. Temps pharyngien

- réflexe : muqueuse buccale-pharyngienne
- ascension du larynx et progression descendante de l'onde contractile pharyngienne
- suspension de la respiration

Commande des temps 1 et 2

Centre : bulbo-protubérantiel

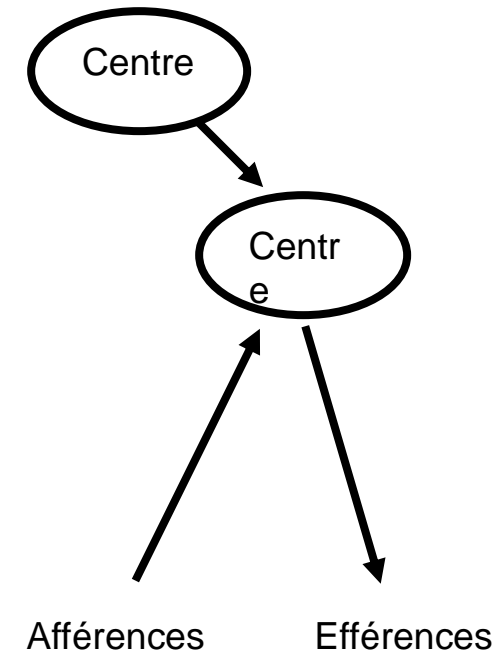
Afférences :

- terminaisons nerveuses libres : palais, pharynx, larynx, œsophage
- informations véhiculées par : V (nerf maxillaire), IX, laryngé sup (X)

Efférences : V, VII, IX, X (+++)

Action inter-centrale : la déglutition inhibe

- mastication
- respiration



3. Temps oesophagien : motricité oesophagienne

Anatomie :

- Sphincter oesophagien supérieur (SOS) : muscle strié (muscle cricopharyngien)
- Œsophage moyen (corps) : strié à la partie sup puis lisse essentiellement
- Sphincter oesophagien inférieur (SOI) : muscle lisse

Innervation

- SOS : somatique, 1 seul neurone (plaque motrice), X (AC)
- Corps : SNI : AC, NA, VIP...
SNE : X (+++), Σ
- SOI : idem corps

Phénomènes moteurs

- SOS :
 - Tonique (7-8kPa) : fermeture active
 - Phasique : ouverture de 1 à 2 s, rebond de fermeture
 - commande centrale avec inhibition
- Corps :
 - Tonique : passif (-0,5 kPa)
 - Phasique : ondes péristaltiques (type 1 et 2)
- SOI :
 - Tonique : 2-3 kPa (point d'inversion de P)
 - Phasique : relaxation

Contrôle des phénomènes moteurs (expérimental : opossum)

- SOS :
 - Influx nerveux permanent (X)
- Corps :
 - Strié : organisation neuronale bulbaire stéréotypée (abolie par la vagotomie)
 - Lisse : n'a pas d'activité myogène inhérente. Son contrôle est donc purement nerveux. Si la vagotomie paralyse l'œsophage strié, elle n'abolit pas le péristaltisme dans l'œsophage lisse. On admet que la commande centrale joue un rôle déterminant dans l'initialisation de l'onde péristaltique de l'œsophage lisse mais qu'elle n'est pas indispensable à son entretien. Le SNI peut induire une contraction péristaltique réflexe. Il existe donc un programmeur oesophagien destiné au muscle lisse, il est normalement dominé par le programmeur bulbaire.

- SOI :
 - P de fermeture : elle est d'origine myogène (\neq corps).
 - Elle est modulée par des facteurs nerveux :
 - $\text{para}\Sigma$: \uparrow tonus SOI
 - Σ : \uparrow modérée tonus SOI
 - Relaxation :

X : non adrénergique, non cholinergique, inhibitrice

VIP, CCK, GIP, somatostatine

PG, stéroïdes sexuels

Nicotine, graisses, thé-café

Relaxation du SIO

Anomalies

SOS : spasme, myasthénie, polio

Corps : Hypokinésie (sclérodermie)

Dyskinésie (spasmes étagés, achalasie)

Hyperkinésie

SOI : Absence de relaxation (achalasie)

SOI : facteur anti-reflux (reflux gastro-oesophagien : RGO)

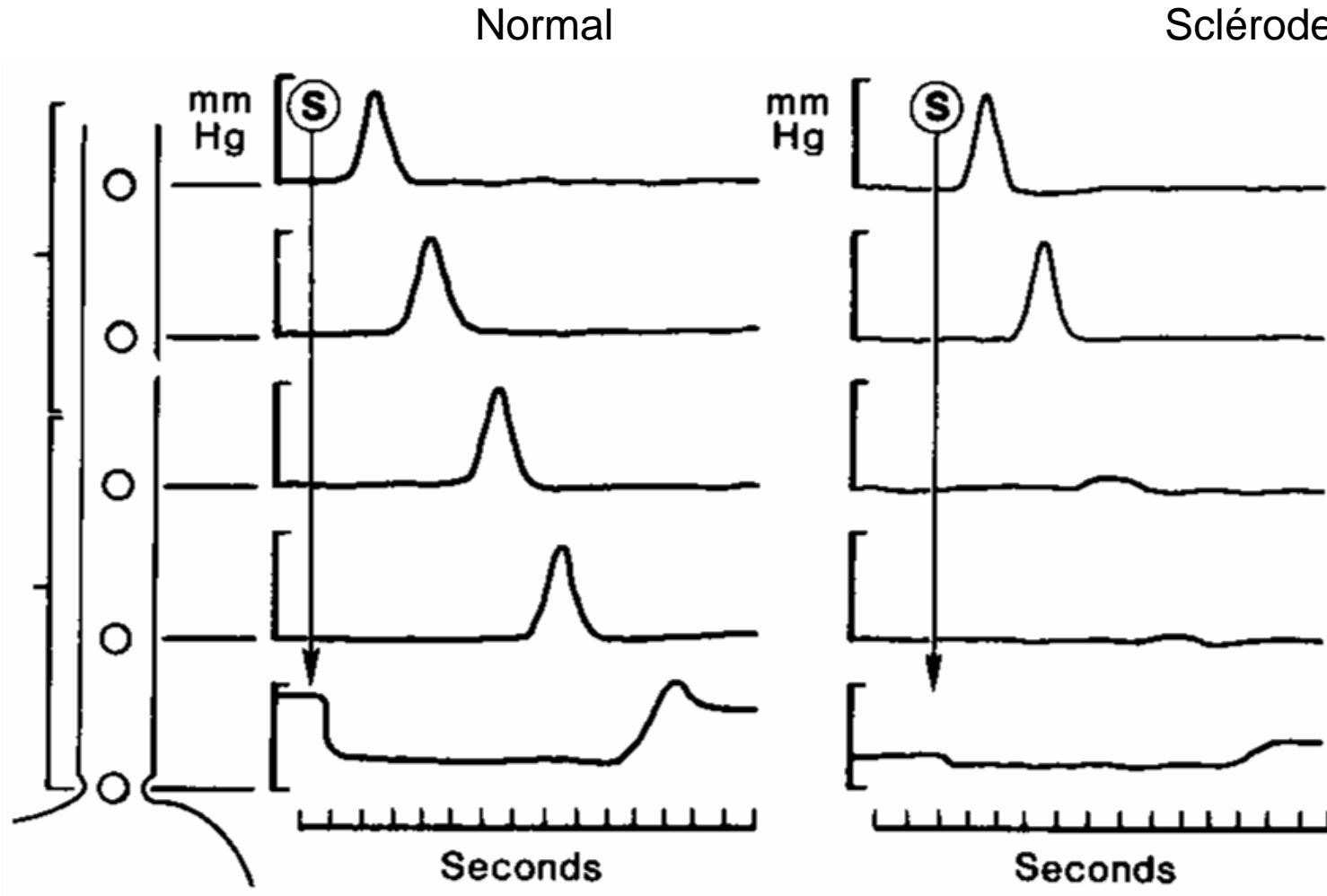
Il existe une relation entre la P du SIO et le RGO

Mais efficacité du SIO dépend également de la position du hiatus diaphragmatique

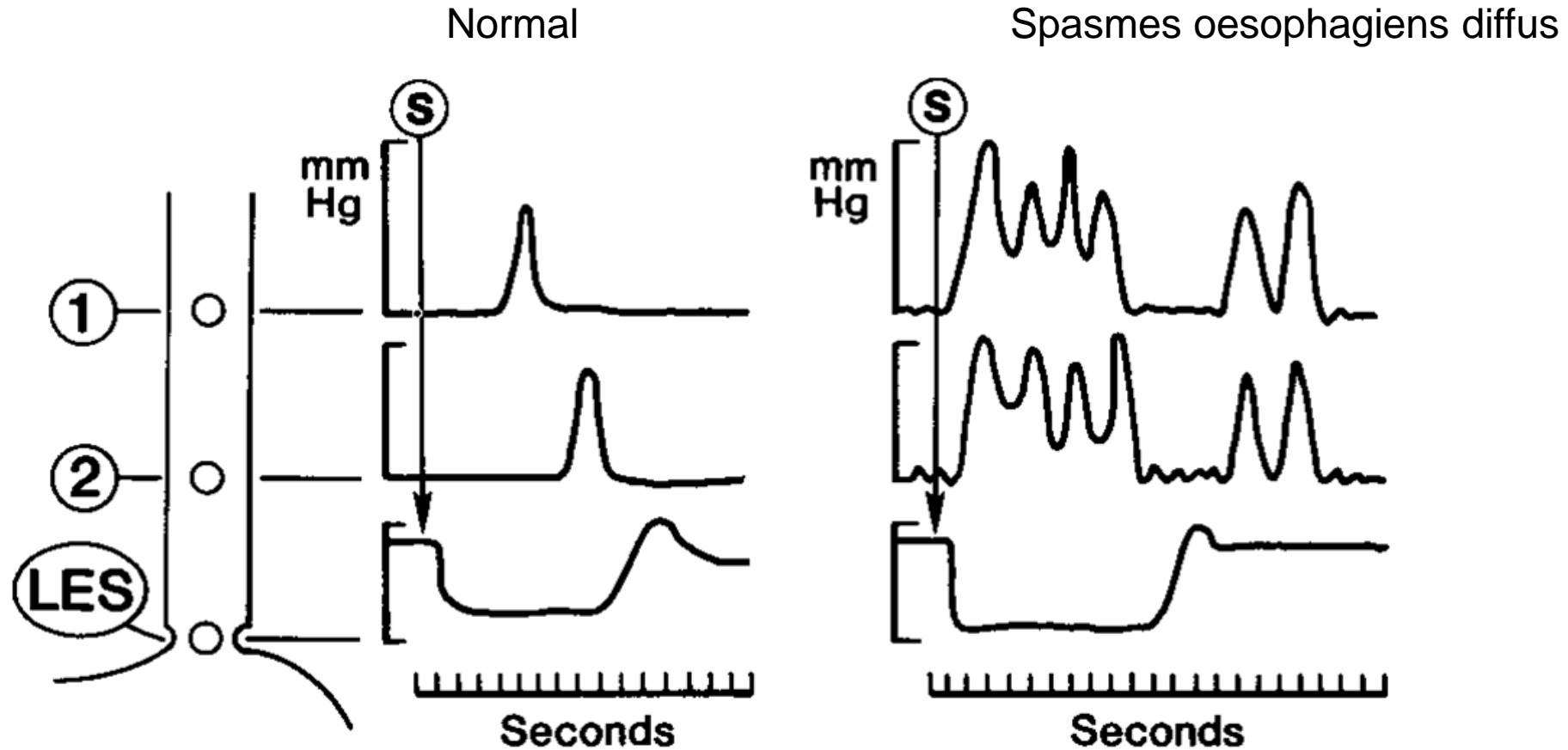
Méthodes d'études :

- manométrie essentiellement,
- scintigraphie

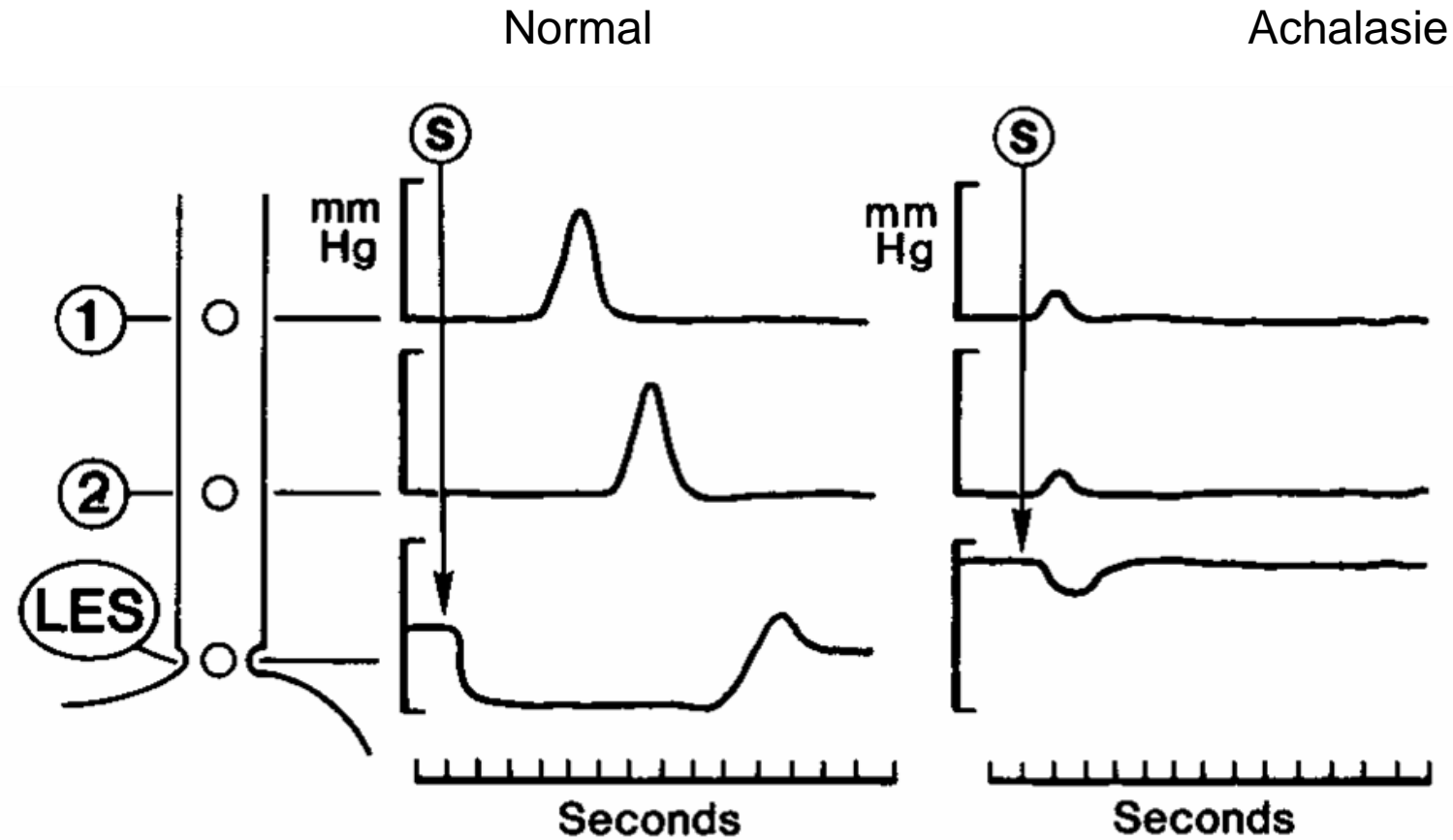
Troubles moteurs oesophagiens dans la sclérodermie



Troubles moteurs oesophagiens dans les spasmes diffus



Troubles moteurs oesophagiens dans l'achalasie



Partie 4 :

Motricité gastrique

ESTOMAC :

Fonction acido-sécrétrice

Vidange gastrique

Estomac assure :

- distribution régulière des aliments à l'intestin grêle
- débit calorique stable et constant (2-3 kcal/min)

MUSCLE GASTRIQUE

3 couches musculaires :

- longitudinale externe
- circulaire intermédiaire
- oblique interne

INNERVATION

- Intrinsèque : plexus nerveux
 - sous-muqueux (Meissner)
 - myentérique (Auerbach)
- Extrinsèque :
 - efférences
 - afférences

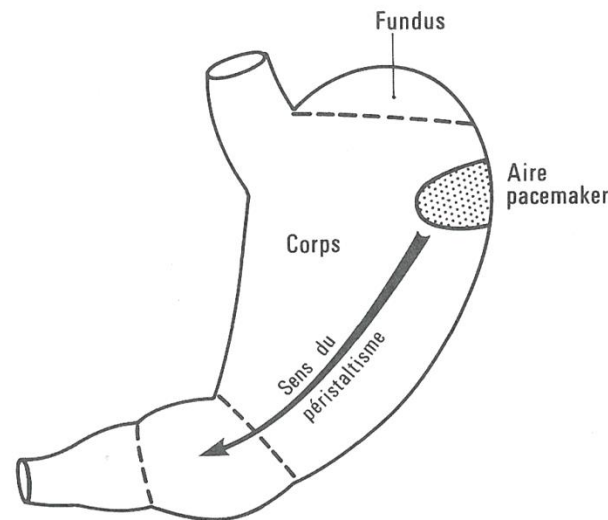
Activité électrique (myogène)

Potentiels à plateau : ondes lentes

- N'existent pas dans estomac proximal
- Origine : pace maker (jonction 1/3 sup-2/3 inf grande courbure)

Plateau surchargé d'oscillations rapides

- Activité contractile
- Antre, augmente quand se rapproche du pylore



Variations physiologiques

à jeun : complexe moteur (myoélectrique) migrant : CMM

- 3 phases : I, II, III (cf schéma)
- Périodicité chez l'Homme: 90-120 min (rat: 15 min)

après repas :

- phase II "like"
- coordination électrique gastroduodénale (SNI)

Activité mécanique

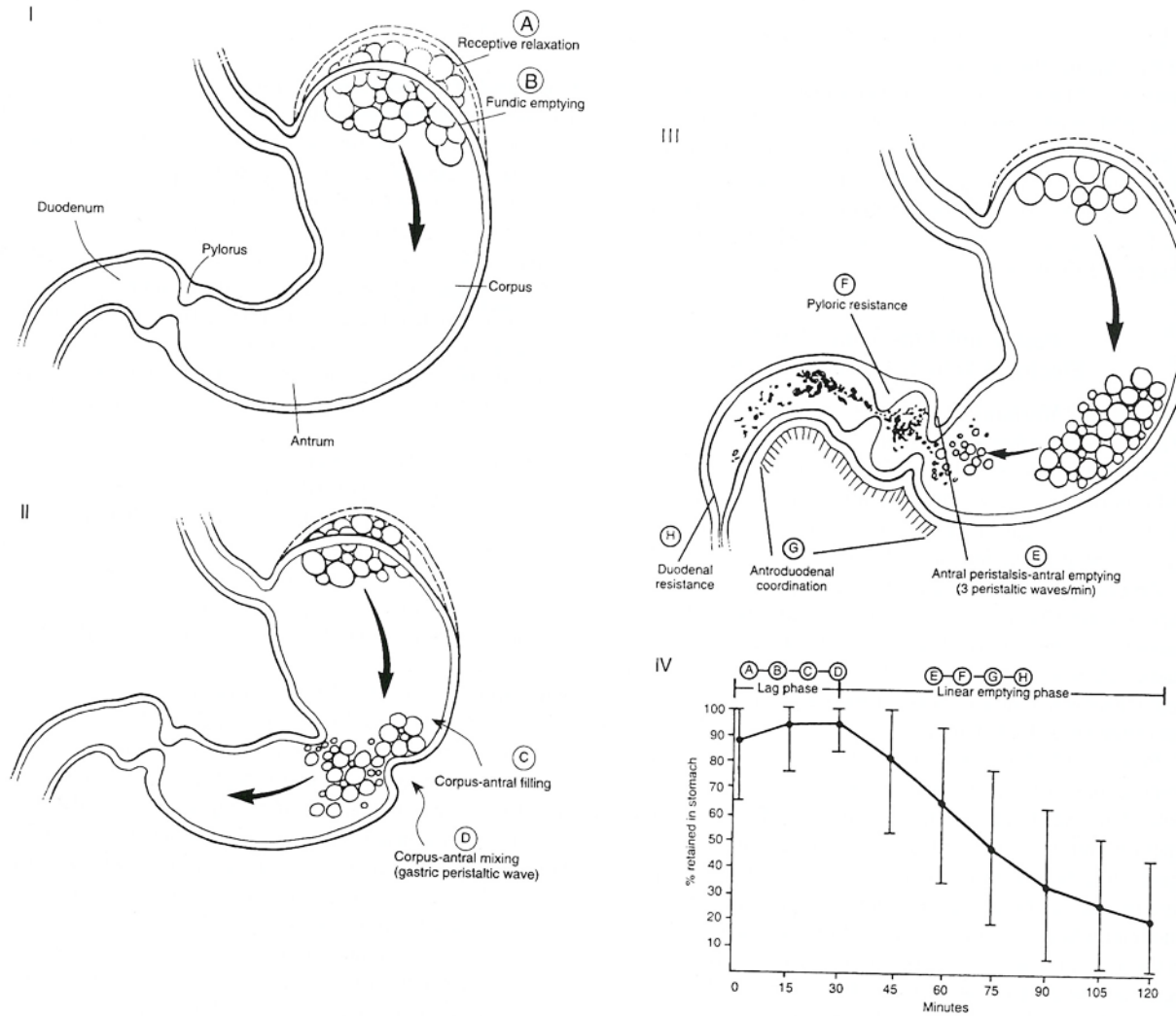
Estomac proximal (fundus + partie haute du corps)

- pas d'activité péristaltique
 - relaxation réceptrice
 - Adaptation
- X non Adrénergique non Cholinergique
(VIP/NO)

Estomac distal : Péristaltisme

- type II : ondes propulsives (3/min)
- (type I, III) :
 - I : amplitude faible, non propulsive
 - III : contractions toniques

- Pylore :**
- régule la livraison de chyme à l'intestin grêle
 - facteur anti-reflux duodéno-gastrique (RDG)
 - Réplétion gastrique : "moulin antral"
 - Vidange gastrique achevée : pression de fermeture faible
 - Jeûne (CMM) :
 - pendant phase II : pylore est fermé
 - pendant phase III : ouvert



Réponse motrice de l'estomac à un repas solide
(D'après Schuster)

Vidange Gastrique (VG)

1. Données physiologiques :

- débute quelques min après début du repas
- débit dépend de la coordination antro-pyloro-duodénale
- vidange des solides (S) : péristaltisme antral
- vidange des liquides (L) : gradient de pression estomac proximal-duodénum
- pathologie : vagotomie \Rightarrow accélération de la vidange des L
- durée : 4 h \Leftrightarrow phénomène lent : VG des L plus rapide que VG des S

2. Facteurs modifiants la VG

- position : allongée (augmente durée VG)
- variation circadienne : VG plus rapide le matin que le soir
- composition du repas : gras \Rightarrow ralentit VG
- volume du repas : durée VG augmente avec volume
- composition du chyme gastrique :
 - pression osmotique : règle de l'isotonie
 - acidité : ralentit la VG
 - glucose, protéines, graisses (acides gras)
- taille des aliments : durée VG augmente avec taille
- viscosité : ralentit VG
- facteurs psycho-affectifs : stress ralentit VG
- âge (ralentit VG des L), sexe (?), S et pds corporel (?)

Théorie de la vidange gastrique

1. Théorie du double composant :

- région proximale = L
- antre = S

2. Théorie multi-composante :

- tonicité estomac proximal
- contractilité antrale
- coordination gastro-duodénale

3. Théorie hydrodynamique :

- viscosité
- gravité

Contrôle de la motricité gastrique

1. Myogénique (potentiels à plateau)

- Agents : neurocrines, endocrines, paracrines
 - AC, G : ↑ durée-amplitude potentiels à plateau
↑ durée et puissance contraction
 - sécrétine, noradrénaline, neurotensine : effet inhibiteur
 - VIP : effet inhibiteur
 - bombésine, enképhalines, SP : effet stimulant

2. Nerveux :

a. para Σ (X)

- Stimulation du X :
 - contraction tonique de l'estomac proximal
 - déclenche péristaltisme antral
- Stimulation du X + atropine : relaxation de l'estomac proximal
- Vagotomie :
 - Tronculaire : \downarrow VG \Rightarrow nécessité d'un drainage
 - Sélective : stase
 - Supra-sélective : \sim pas de stase

b. Σ

- action relaxatrice de l'estomac proximal
- antre :
 - effet moins net, indirect par action inhibitrice sur le X
 - \downarrow péristaltisme

c. Réflexes gastro-intestinaux

- duodéno-gastrique (chémo-récepteurs)
- fundo-antral (mécano-récepteurs)
- gastro-entérique (mécano-récepteur)
- intestino-gastrique (mécano-récepteur)

3. Hormonal

pharmacologique → physiologique ?

- Estomac proximal : ↓ pression ⇒ ↑ capacité du réservoir
- toutes les hormones testées (G, CCK, VIP, somatostatine, sécrétine)
- Pylore : contraction
 - Antre :
 - G et CCK : ↑ péristaltisme ~ physiologique
 - VIP, sécrétine, glucagon, GIP : ↓
 - Motiline → CMM (paraΣ pré-ganglionnaire ?)
 - Neurotensine : -

Vomissement

1. Phénomènes mécaniques :

- contenu intestinal → estomac
- contraction antre
- relâchement SIO et œsophage
- contraction du diaphragme et des muscles abdominaux
- inspiration profonde et fermeture de la glotte

2. Centres : bulbe

3. Afférences-efférences : X

Etude de le vidange gastrique

1. Radiologique : transit oeso-gastro-duodéal (TOGD)

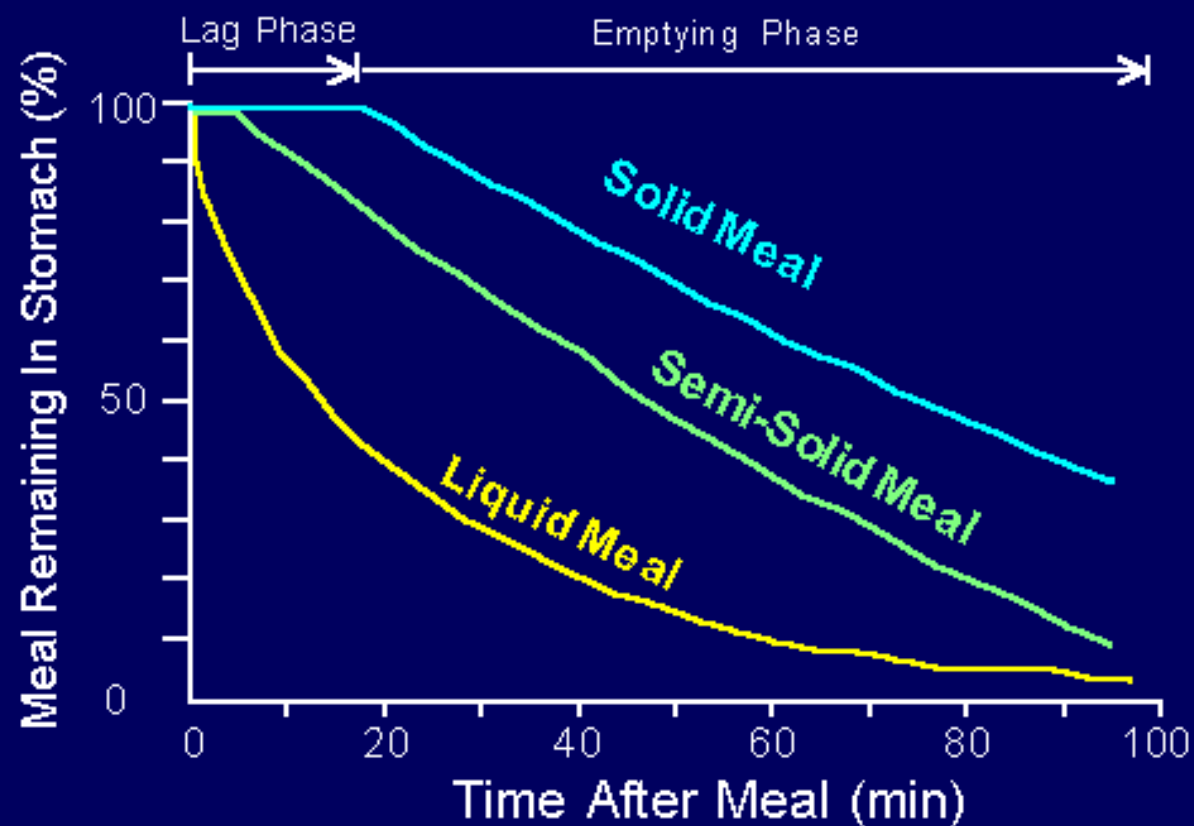
2. Echographique : VG des L surtout

3. Scintigraphie : technique de référence +++

solides : Tc 99m

liquides : In 111 DTPA

THE ONSET AND RATE OF GASTRIC EMPTYING VARIES WITH THE COMPOSITION OF THE MEAL



● Lag phase reflects time required for reduction of particles to sufficient size for emptying.

Partie 5 :

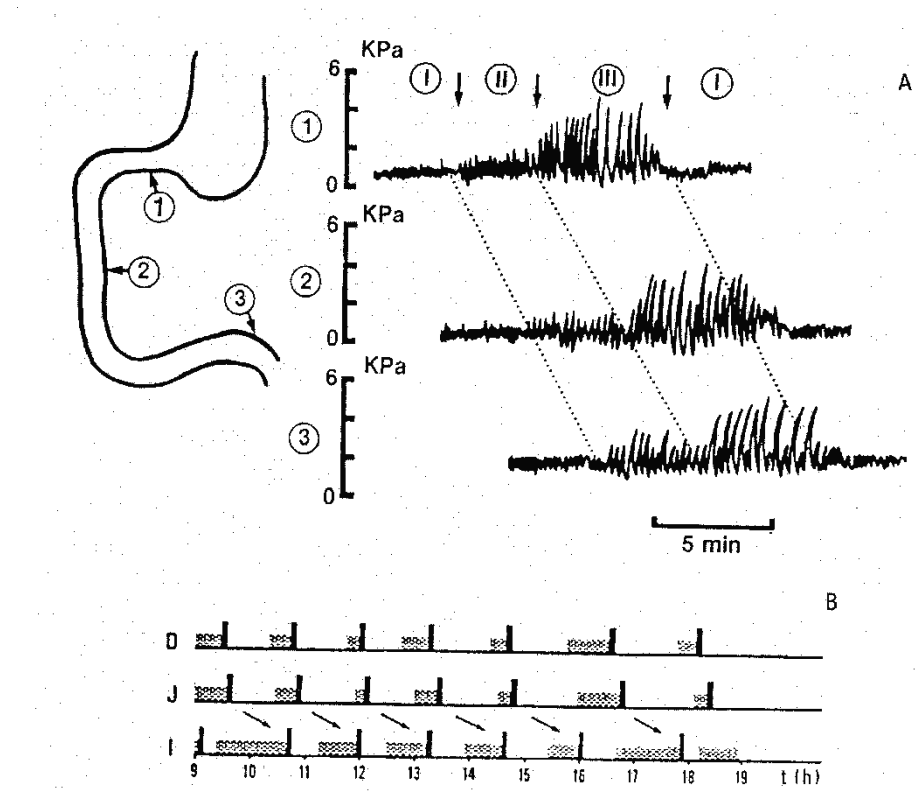
Motricité de l'intestin grêle

Intestin grêle : 3 fonctions

- **Mélange des aliments avec sécrétions digestives**
- **Facilite contact du chyme avec muqueuse**
- **Assure la propulsion du contenu intestinal dans le sens aboral**

Organisation de l'activité motrice

1. Période inter-digestive : CMM (I, II, III)



Organisation de l'activité motrice

Phases

Phase I :

Dure 35-65 min, phase de quiescence, pas d'activité contractile, sur l'EMG seules les ondes lentes sont présentes.

Phase II :

Dure 25-60 min, activité irrégulière, apparition très irrégulière de potentiels d'action qui viennent surcharger les ondes lentes, contractions irrégulières et propagées.

Phase III :

La plus typique, la plus brève (5-10 min), période d'activité régulière, chaque onde lente est porteuse de potentiels d'action, bouffées de contractions propagées.

Rôle fonctionnel du CMM

Contribue à débarrasser l'intestin :

- des particules alimentaires non digérées
- des sécrétions digestives non réabsorbées
- des bactéries ayant résisté à l'action de l'acide gastrique et des sels biliaires

En pathologie

Anomalie du CMM (sclérodermie, diabète) \Rightarrow favorise pullulation microbienne de l'intestin grêle.

2. Période post-prandiale :

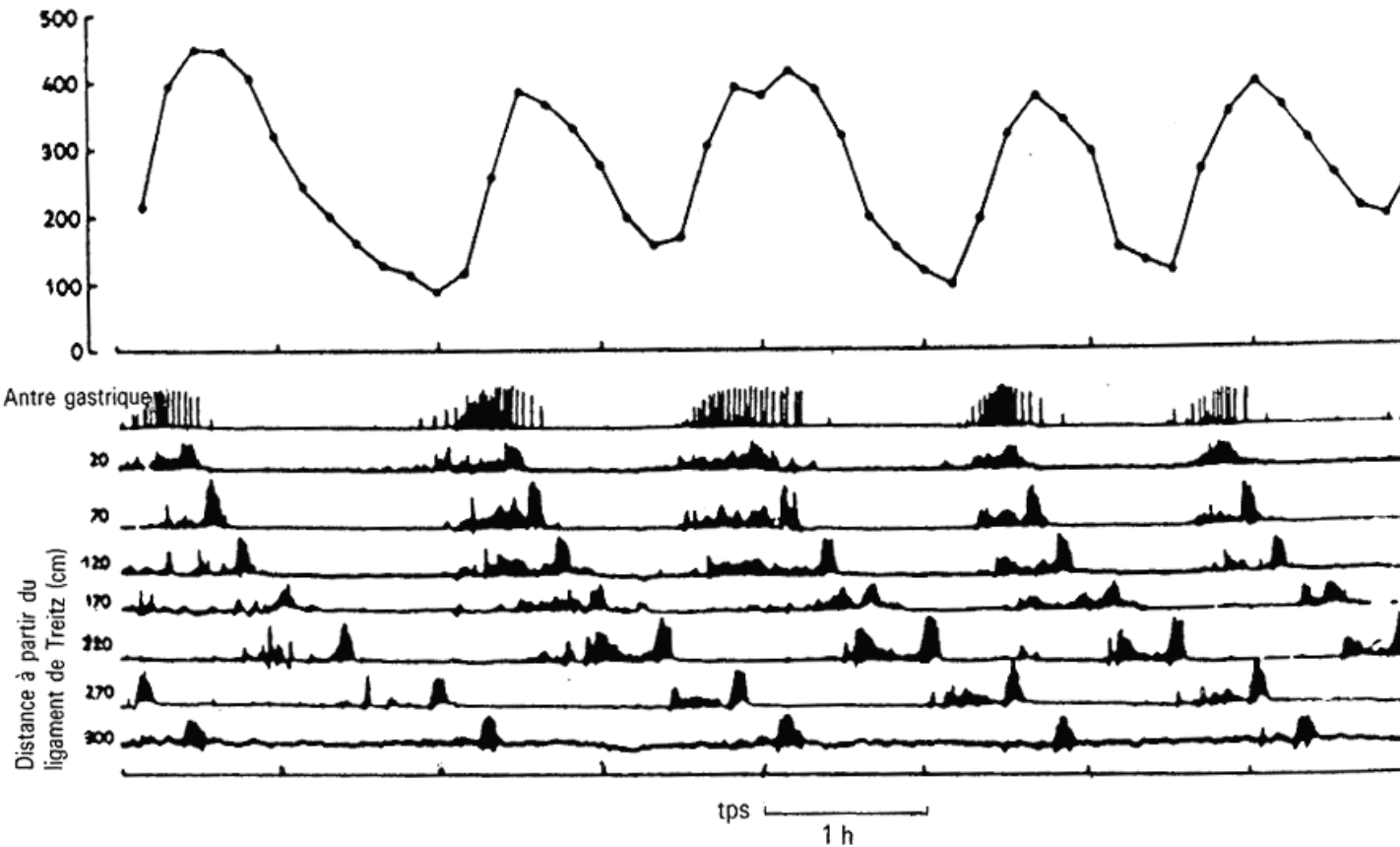
Interruption du CMM → phase II "like"

- activité segmentaire de mixage → contact
- activité péristaltique → propulsion aborale

Régulation

- **Myogène** : ondes lentes, fréquence ↓ du duodénum à iléon
- **Nerveux** :
 - SNI :
 - segmentation (couche musculaire circulaire)
 - péristaltisme (circulaire et longitudinale)
 - iléus paralytique
 - SNE :
 - para Σ excitateur (X)
 - Σ inhibiteur
 - réflexes extrinsèques : inhibiteurs
 - distension/étirement : nerfs splanchniques
- **Hormonal** : motiline → CMM

Concentration plasmatique en motiline ($\text{pg}\cdot\text{ml}^{-1}$)



Relation entre la concentration plasmatique en motiline et le CMM
(D'après Grundy)

Partie 6 :

Motricité colique

Colon : trois fonctions

- **Activité de mélange** : réabsorption d'eau et de sodium
- **Activité propulsive**
- **Stockage temporaire des fécès entre les défécations**

Organe peu accessible à l'étude de la motricité :

- EMG ou manométrie (centres spécialisés)

Organisation de l'activité motrice

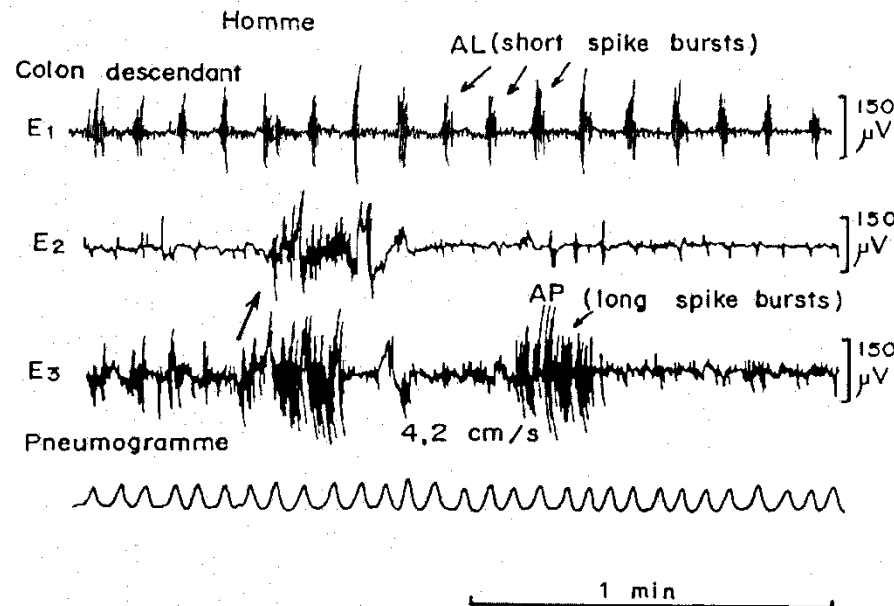
- **A jeun :**
 - activité aléatoire, périodes de silence
 - bouffées de contractions segmentaires non propulsives
- **Période post-prandiale :** ↑ motricité
 - segmentation
 - péristaltisme : défécation post-prandiale

"Réflexe Gastro-Colique" ⇔ Réponse colique post-prandiale
- **Nycthémère :**
 - Nuit : silencieux
 - 5h matin : pic activité segmentaire et péristaltique
 - matinée : activité modérée segmentaire
 - repas midi : pic moteur (2h)
 - après-midi : idem matinée
 - repas du soir : idem repas de midi

Régulation de la motricité

1. Myogène

- ondes lentes : gradient de fréquence aboral-oral
- activité électrique rapide :
 - short spike bursts (SSB) : 1,5 à 3 s
 - long spike bursts (LSB) : 10-20 s



EMG du colon
descendant chez
l'Homme
(D'après Ruckebusch)

2. Nerveux

- SNI : segmentation, péristaltisme
 - SNE : Para Σ excitateur
 - X \rightarrow colon proximal
 - Nerf pelvien \rightarrow colon descendant Σ inhibiteur
- Réflexes extrinsèques : + ou –
- intestino-colique : -
 - colo-colique : -
 - colo-colique : +

3. Hormonal

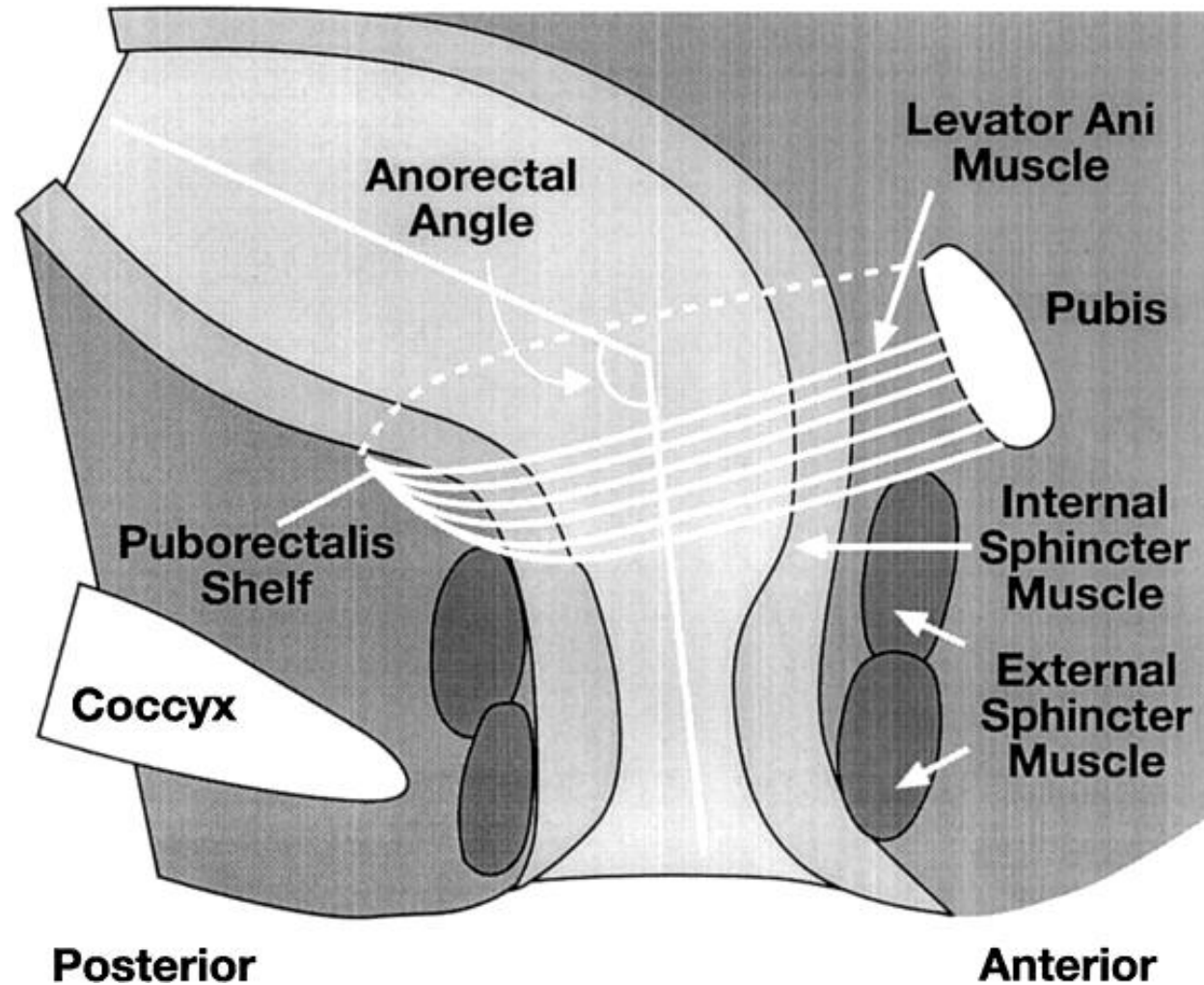
Controversé

G et CCK : rôle physiologique +

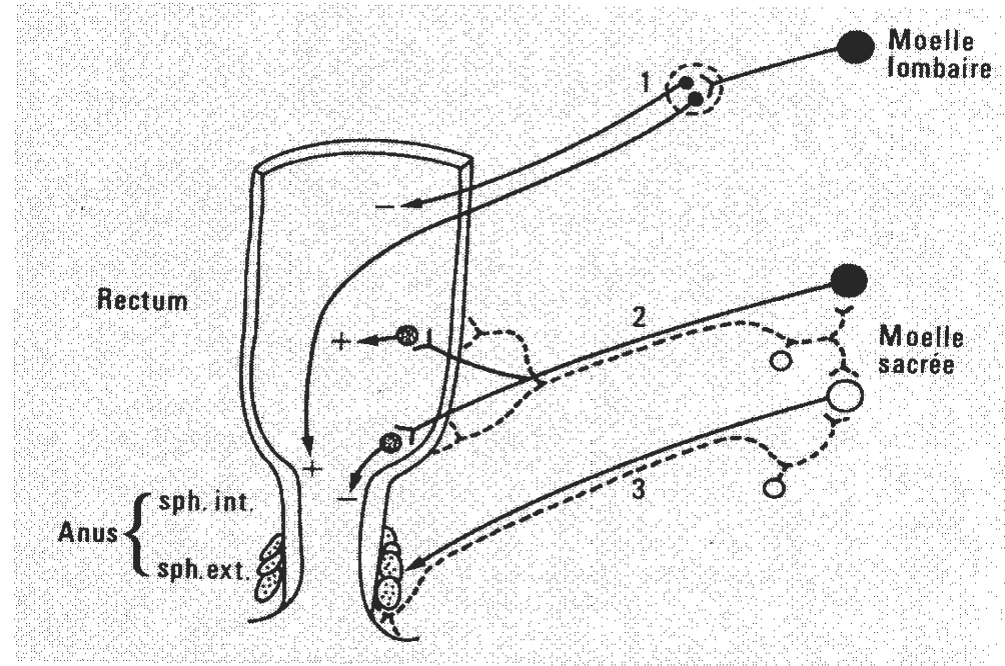
Partie 7 :

Continence fécale et défécation

Charnière ano-rectale



Innervation de la charnière ano-rectale



15.3 Innervation du rectum et des sphincters de l'an.

1 : gg. et nerf hypogastriques

2 : nerf pelvien

3 : nerf honteux

In Meunier et al., Pédiatrie, 1974, 24 : 679-688.

Mécanisme de la continence

- **Repos**

- canal anal : 5-9 kPa (sphincter interne)
- rectum : 1 kPa

- Tonus du sphincter interne :

- myogène
- innervation extrinsèque :
 - Nerfs hypogastriques
 - Racines rachidiennes sacrées

Tonus sphinctérien entretenu automatiquement (moelle)

- Tonus sphincter externe et releveur de l'anus :
motoneurones somatiques sacrés

- **Posture-activité**

Toute augmentation de pression abdominale est transmise au rectum

→ Contraction réflexe :

- sphincter externe
- releveur anus

Exception : manœuvre de Valsalva

Réflexe spinal

Rq : constipation dyschésique = absence de relaxation à la poussée volontaire (anismie)

- **Adaptabilité rectale : capacitance**

Relation tension-volume non linéaire → peut adapter volume important sous faible pression

Propriété d'origine myogène

Rq : incontinence ↔ réduction fonction réservoir

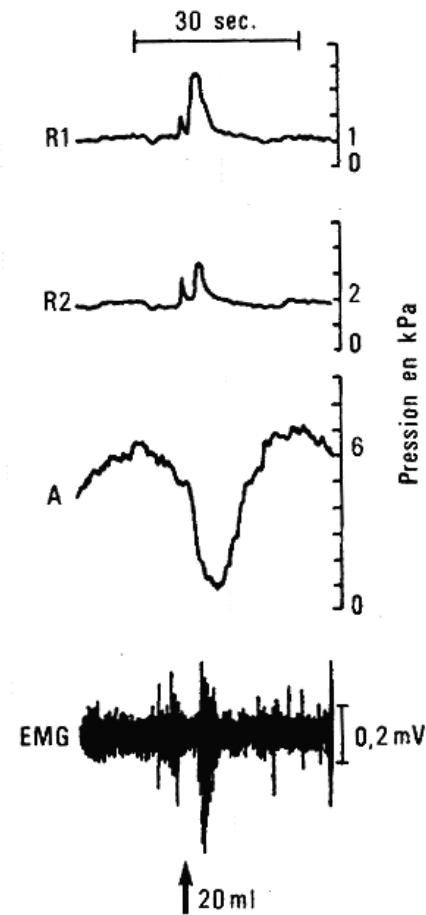
Réflexes recto-sphinctériens

Distension brève du rectum (5-40 ml air) :

- Réflexe recto-rectal (RRR) : contraction rectale propulsive
- Réflexe recto-anal inhibiteur (RRAI) : sphincter interne
- Réflexe recto-anal excitateur (RRAE) : sphincter externe

- Persiste chez l'Homme spinal
- Disparaît après anesthésie de la muqueuse rectale
- Volume tolérable maximal = 300 ml
 - relaxation SI et SE → défécation
- Voie afférente : nerf pelvien
- Voie efférente : nerf honteux → RRAE
- RRR et RRAI : réflexes intra-muraux ← SNI

Rq : RRAI absent dans la Maladie de Hirschsprung (mégacolon aganglionnaire)



Réflexes recto-sphinctériens

15.5 Réflexes rectosphinctériens normaux. Cette séquence motrice est provoquée par la distension brève de l'ampoule rectale (flèche) par 20 ml d'air. On observe en R1 et R2 une contraction rectale propulsive, une relaxation du canal anal supérieur (réflexe recto-anal inhibiteur), la contraction du sphincter externe (EMG) protège alors la continence. In Meunier et al. Lyon Médical, 1977, 237, 697-702.

Sensibilité rectale et défécation

- **Distension paroi rectale** → sensation perçue comme un besoin
 - Seuil de détection bas (20 ml)
 - Sensation adaptée à tension pariétale

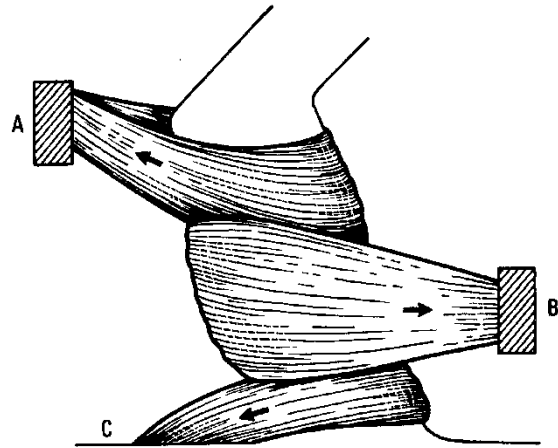
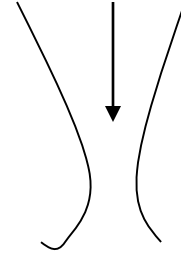
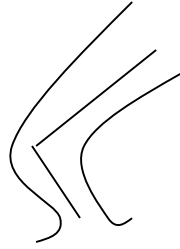
Sensation rectale → défécation

↙ -
Cortex (évacuation différée)

- **Phénomènes mécaniques**
 - descente du plancher pelvien
 - relâchement sangle pubo-rectale
 - contraction colon terminal → expulsion colonne fécale
 - poussée abdominale (Valsalva) ≠ miction
 - fin défécation : arrêt brutal de ces phénomènes mécaniques
 - "guillotine" de la sangle des releveurs → aspect effilé partie post des selles

Ouverture angle recto-anal

Ouverture de l'angle
Recto-anal



Le système à 3 boucles du
sphincter externe
(D'après Shafik)

Contrôle nerveux

Cortex reçoit information → amorce ou diffère défécation

Homme spinal :

- réflexe médullaire
- indépendant volonté
- stimulation cutanée périnéale → défécation réflexe

Mentions légales

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits en Première Année Commune aux Etudes de Santé (PACES) à l'Université Grenoble Alpes, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.