

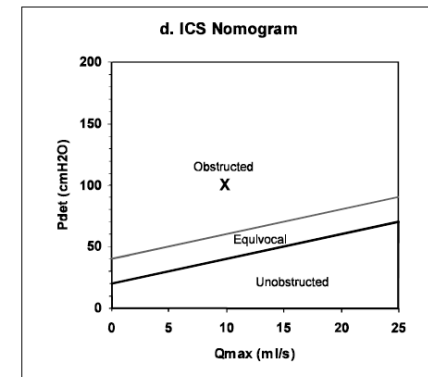
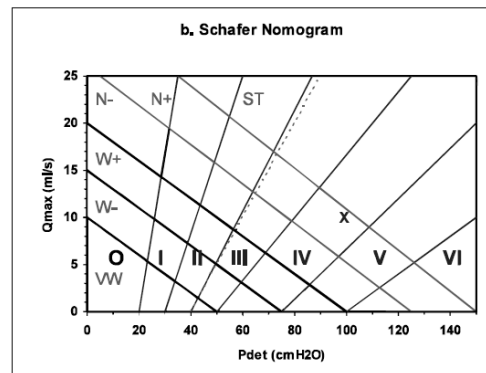
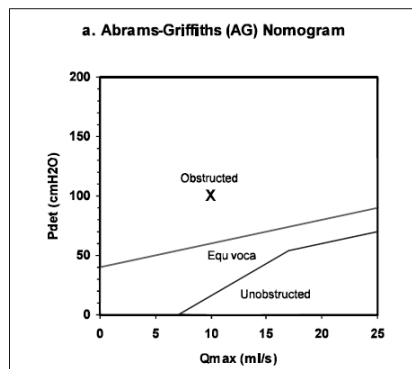
Alternatives non invasives à l'étude pression-débit (EP/D)

D^r Calin CIOFU

Paris, Hôpital Tenon, 26 noct. 2012

EP/D : quand? (chez l'homme)

- **Etablir la relation causale: symptômes / obstruction sous vésicale**
Hypocontractilité du détrusor (évolution de l'obstruction, DHIC, chir pelvienne..)
Hyperactivité vésicale sans obstruction chez l'homme
Co-existence: obstruction / hyperactivité / hypocontractilité
- **Poser l'indication de la désobstruction et prédire ses résultats**
- **Résoudre les cas plus complexes**
- **Définir l'obstruction: la relation pression / débit**



EP/D : quand?

- **Bilan pré-thérapeutique de TUBA-HBP: EP/D**
 - Age <50 ans.
 - Suspicion de vessie neurologique
 - ATCD de chirurgie pelvienne élargie ou de radiothérapie (hypocontractilité)
 - RPM>300ml (hypocontractilité)
 - Qmax>15ml/s et/ou Vol uriné constamment<150 ml (OAB non obstructive)
 - Echec d' un traitement invasif (non médicamenteux) de l' HBP.

Prognostic de la chirurgie

- Succès chirurgical:
chez obstrués > EP/D non obstrués (15 - 29%)

Méthodes morphologiques non urodynamiques

Alternatives morphologiques

Etudier la prostate (cause la plus fréquente de l'obstacle)

Volume global, volume de la Zone de Transition (ZT), ZT/Vol_{total}

Index de forme

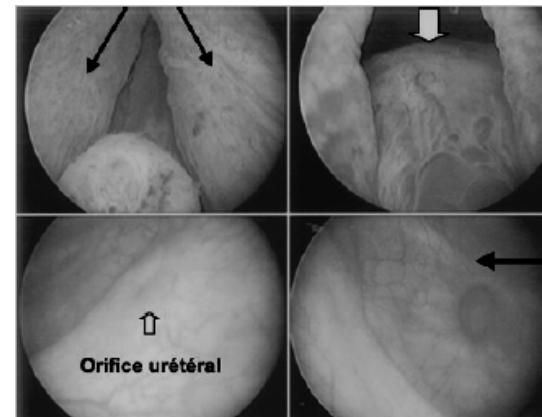
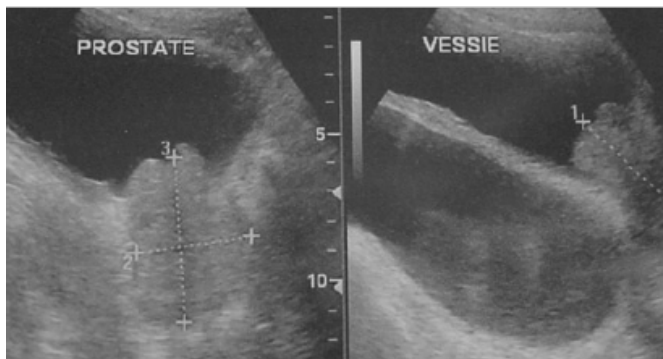
Index de protrusion dans la base vésicale**

Etudier la vessie (Chercher les conséquences de l'obstruction)

Volume résiduel, volume uriné

Epaisseur paroi vésicale/ Estimation du poids vésical**

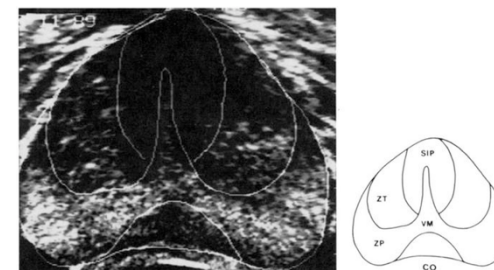
Index de résistivité du detrusor doppler



Morphologie prostatique / obstruction

- **Volume** total, $V_{.ZT}$ ou **ZT index** ($=V_{.ZT}/V_{.total}$)

- Echographie endorectale
- Faible corrélation avec $P_{det\ max\ flow}$ (chiffre AG)
 - Vol. total > 40ml : Se 49% Sp 32%
 - $V_{.ZT} / Q_{max}$ R:0.43



- **Forme circulaire** (PCAR presume circle-to-area ratio)

- PCAR > 0,8: Sens. 77% Spec. 75%. PCAR > $V_{.ZT}$ *Kojima et al. Urology 97*

	Obstructif (pression/d bit)	Non Obstructif (pression/d bit)	
Test +	VP	FP	$V_{pp} = VP/VP+FP$
Test -	FN	VN	$V_{pn} = VN/VN+FN$
	Se = $VP/VP+FN$	Sp = $VN/VN+FP$	

- **Index de protrusion** prostatique dans le plancher vésical

- Echographie sus pubienne
- Influence du volume de remplissage ++
- IPP \downarrow avec remplissage > 250ml (Mesure pour 150-250ml)

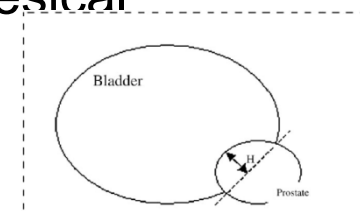


FIG. 1. IPP measurement. Height (H) in mm represents IPP grade.

Grade I < 5mm

Grade II 5 à 10mm

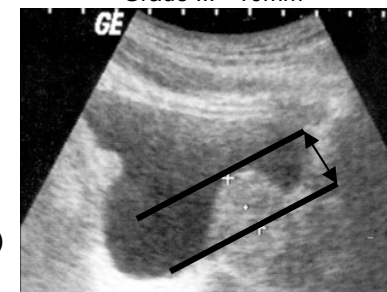
Grade III > 10mm

- **IPP Grade III corrélié à l' obstruction++**

- Se 83%, Sp 95%, LR 17,6 *Chia et al. BJU int 03, Lim et al. Int j Urol 06*

- **IPP et RAU: prédictif résultat du désondage et récidence de RAU**

- TWOC et IPP > 10mm RR 5,83 *Tan et al J urol 2003, Mariappan et al JUrol 07*
- Récidence de RAU dans les 6 mois et IPP > 10mm (64% vs 25% p0.03)



Morphologie prostatique / obstruction

Index de protrusion prostatique seuil 10mm (IPP°III)

Avantages

Simple et non invasif

- Echographie sus pubienne

Pas besoin de miction

- Utilisable si RAU

Rétention aigue d' urine**

- Prédictif risque RAU
- Prédictif reprise miction après RAU

Limites

Réservé à population ciblée

- Obstruction sur HBP
- Sténoses, DVS exclues

Non discriminant cas complexes

- Hyperactivité vésicale
- Hypocontractilité
- Vessie-neuro et HBP

Reproductibilité

Inter- et intra observateur δ non étudié

Origine des données (patients asiatiques)

Morphologie vésicale / obstruction

Épaississement précoce de la paroi vésicale et en cas d'obstruction

Augmente avec l'âge (H & F)

H>F

Augmente significativement chez H avec LUTS (mais se superpose aussi avec âge)

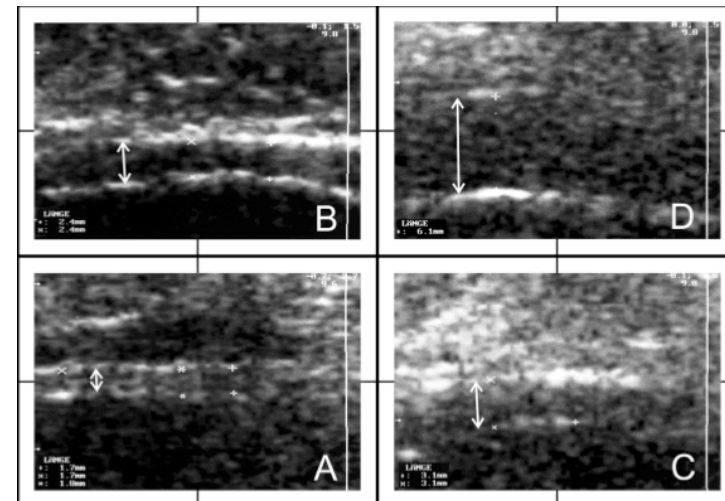
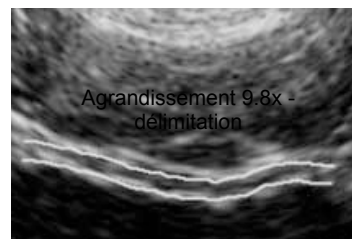
Levin et al NeuroUrol Urodyn 2000

Épaisseur paroi vésicale (BWT) ou épaisseur du détrusor (DWT)

Volume vésical >250ml, Echographie 7,5 MHz résolution 0,13mm (muqueuse / adventice - graisse périvésicale)

Indépendant : âge / poids / BMI, (homme > femme)

Reproductible : Inter-observateur δ 4 à 12% - intra-observateur δ 5%



Images d'après Oelke et al. Eur Urol 2007

Performances de la mesure de l'épaisseur du détrusor

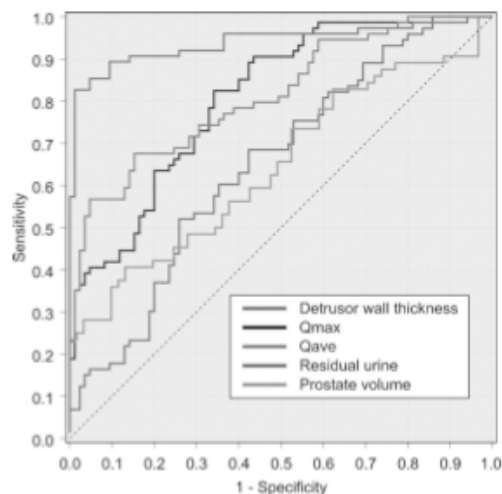
1 étude clef : Oelke et al Eur Urol 2007

Etude prospective monocentrique, 160 hommes avec et sans obstruction
5 Tests évalués vs test de référence (étude pression débit)

Table 4 – Diagnostic parameters of noninvasive or minimally invasive tests to diagnose BOO in men with BPH

Parameter	Nonobstructive/ obstructive	PPV (%)	NPV (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Accuracy (%)	LR ⁺	LR ⁻
DWT	<2/≥2 mm	94 (88–100)	86 (79–93)	83 (74–91)	95 (91–100)	89	17.57 (6.71–45.98)	0.18 (0.11–20.02)
Q _{max}	≥15/<15 ml/s	59 (50–67)	97 (91–103)	99 (96–101)	39 (28–49)	67	1.61 (1.36–1.91)	0.03 (0–4.42)
	≥10/<10 ml/s	69 (58–79)	72 (63–82)	68 (57–78)	73 (63–82)	70	2.5 (1.7–3.68)	0.44 (0.31–3.2)
Q _{ave}	≥7/<7 ml/s	59 (50–68)	83 (72–94)	89 (82–96)	46 (35–56)	66	1.65 (1.34–2.04)	0.23 (0.12–1.98)
Postvoid residual urine	≤50/>50 ml	52 (43–62)	63 (51–76)	72 (62–82)	42 (32–53)	56	1.25 (0.99–1.57)	0.66 (0.43–1.33)
Prostate volume	≤25/>25 ml	51 (42–60)	67 (51–83)	85 (77–93)	27 (18–36)	54	1.16 (0.99–1.37)	0.56 (0.29–0.98)

BOO = bladder outlet obstruction; BPH = benign prostatic hyperplasia; DWT = detrusor wall thickness; Q_{max} = maximum urinary flow; Q_{ave} = average urinary flow; PPV = positive predictive value; NPV = negative predictive value; LR⁺ = likelihood ratio of positive test result; LR⁻ = likelihood ratio of negative test result.
Note: The 95% confidence interval of the result is listed in parentheses.



DWT corrélés à l'obstruction (EPD++)

Valeurs seuils prédictives de l'obstruction:

Epaisseur de detrusor DWT > 2mm ++

Oelke et al. Eur Urol 2007

BWT diminue après chirurgie

Sensible à 1 semaine, nadir 6 sem.

Avant / 1 an post-op: 5.2mm vs 2.9mm

Tubaro et al. JUrol 2001

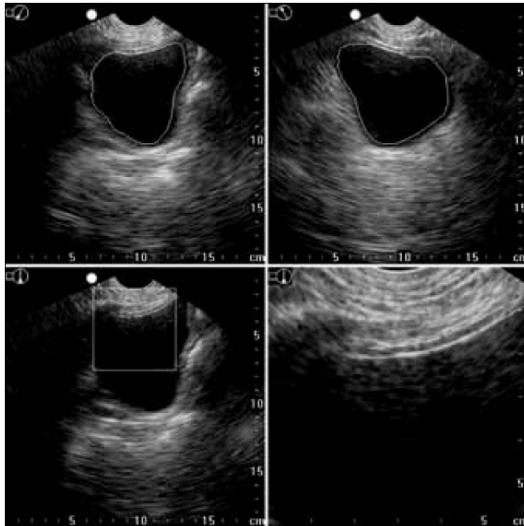
BWT ↓ 29% après 1 mois d'alpha bloquant et se maintient à 6 mois

Sironi et al. Eur Urol 2000

Morphologie vésicale / obstruction

Estimation échograpique du poids vésical (UEBW)

Recherche d'une mesure indépendante du volume vésical



1 - Mesure du volume vésical (sondage ou échographie) estimation du rayon de la sphère correspondante.

2 - Epaisseur vésicale + rayon de la sphère vésicale interne = sphère vésicale externe

3 - Rayon de la sphère vésicale externe \Rightarrow volume sphère vésicale externe.

4 - Volume sphère vésicale ext. - int. = vol. paroi vésicale

5 - Vol paroi vésicale x poids spécifique tissu vésical = poids vésical en gr.

Valeur seuil prédictive d'obstruction: UEBW = 35 gr (normal 29 gr)

- Se 85%; Sp 87%
- 12% faux+ ; 16% faux-

Corrélation UEBW / index d'obstruction (P_{det} au $Q_{max} - 2 Q_{max}$) et grd de Schaffer

Kojima et al Juroi 1997, Guzman et al Juroi 2000

Morphologie vésicale / obstruction

- **Automatisation de la mesure avec sonde échographie 3D (BladderScan)**
 - Valeur seuil prédictive d'obstruction a déterminer (Normale 42 gr)
 - Corrélation UEBW / index d'obstruction et UEBW hyperactivité du détrusor

• *Housami et al. Euro Urol suppl et JuroI 2008*

- **Comparaison entre mesure « automatique » 3D et échographie conventionnelle**
 - Mesures à 150 et 250ml – différence moyenne de -0,1 à +0,01mm
 - Mesure automatique n'est plus sensible si BW>4mm

Oelke et al WJUrol2009

Morphologie vésicale / obstruction

1 paramètre à retenir: épaisseur du détrusor
seuil prédictif d' obstruction: $DWT > 2\text{mm}$

Avantages

Simple et non invasif (DWT et BWT)

- Echographie sus pubienne
- Automatisable? UEBW

Toutes les causes d' obstruction

- Sténoses, maladie du col vésical..

Valable chez la femme

Pas besoin de miction

- Utilisable si RAU

Limites

Variabilité avec remplissage vésical

DWT vs BWT vs UEBW?

Reproductibilité

courbe d' apprentissage?, données monocentriques.

Non discriminant cas complexes

- Hypocontractilité
- Vessie-neuro et HBP
 - Hyperactivité du detrusor = facteur confondant

Morphologie vésicale / obstruction

Index de résistivité du détrusor (doppler)

Principe

Diminution du flux sanguin dans le détrusor obstructif vs non obstructif (hypertrophie sans augmentation apport sanguin)

Lin et al Neurourol urodyn 1995

Technique

Echographie sus pubienne et Doppler couleur

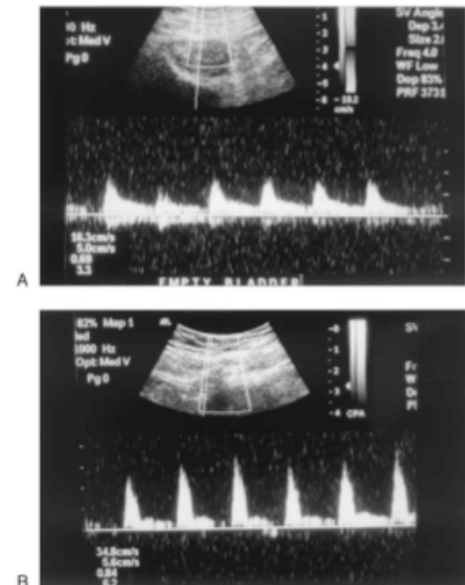
$$(RI = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}})$$

Résultat

Valeur seuil $RI > 0,7$ discriminante pour obstruction

2 études corrélation avec l'index d'obstruction sur étude pression débit

précision 89% mais VPN 54%



Kojima et al. Eur Urol 2000, Belenky et al Urology 2003

Synthèse 1

Single Parameter	No. Pts	% Sensitivity	% Specificity	LR	% Probability	
					Pretest	Posttest*
Symptoms:	933					
Decreased stream		94	8	1.022	60.3	60.8
Terminal dribble		94	7	1.011	60.3	60.6
Intermittence		89	13	1.023	60.3	60.8
Hesitance		84	19	1.037	60.3	61.1
PVR greater than 50 ml	117	87.5	35	1.346	75.2	80.3
Total PV greater than 40 gm	571	49	32	0.721	61.5	54
PCAR	85	77	75	3.088	67.1	86.3
RI greater than 0.7	57	85	46	1.566	57.9	68.3
IPP:	200					
Grade I		7	56	0.156	62.5	20.6
Grade II		17	53	1.56	62.5	72.2
Grade III		76	92	9.5	62.5	94.1
BWT (mm):						
Greater than 5	174	54	92	6.367	56	89.7
Greater than 2	70	64	97	23.55	47.1	95.5
UEBW greater than 35 gm	65	85	87	6.61	52.3	87.9

* PPV.

LR	Changes from pretest to posttest probability
1-2	Minimal
2-5	Small
5-10	Moderate
Greater than 10	Large

- Deux paramètres candidats à un usage clinique
 - Index de protrusion prostatique
 - Epaisseur du détrusor

Synthèse 2

Bilan pré-thérapeutique de TUBA-HBP *Prise en charge de l'HBP : Recommandation EAU 2009*

Quand IPP et DWT pourraient-ils remplacer étude pression / débit?

- Age <50 ans
 - **NON (pas pour rechercher autre cause qu' HBP) OUI (affirmer obstruction)**

- Suspicion de vessie neurologique
 - **NON ne permet de faire la part hyperactivité du détrusor neurogène ou liée à l' obstacle, n' explore pas la contractilité ne localise pas l' obstacle ni la part relative HBP / DVS ds l' obstacle....**

- ATCD de chirurgie pelvienne élargie ou de radiothérapie (hypocontractilité)
 - **NON n' explore pas la contractilité**

- RPM>300ml (hypocontractilité)
 - **NON n' explore pas la contractilité**

- Qmax>15ml/s et/ou Vol Uriné constamment<150 ml (OAB non obstructive?)
 - **OUI**

- Echec d' un traitement invasif (non médicamenteux) de l' HBP
 - **+/- oui pour DWT (persistance obstruction, a confirmer)**

IPP et DWT à combiner avec urodynamique non invasive?

Méthodes non morphologiques et non urodynamiques

Les différentes techniques :

1) Modélisation mathématique

2) Electromyographie de surface

3) NIRS (infra rouge)

4) Sonométrie

« Musique mictionnelle »

« Son périnéal »

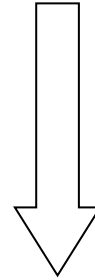
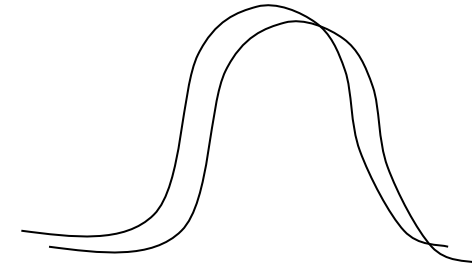
« Doppler périnéal »

1) Modélisation Mathématique de la miction

- **principe : restitution théorique d' une débimétrie à partir d' une débimétrie réelle, à l' aide d' un modèle mathématique de la miction.**
- **La variation successive d' un ou plusieurs paramètres entrant dans la composition du modèle, permet la reconstitution de la courbe qui doit être “in fine” strictement superposable à la courbe initiale.**

Modèle mathématique → **Débimétrie construite**

Débimétrie spontanée



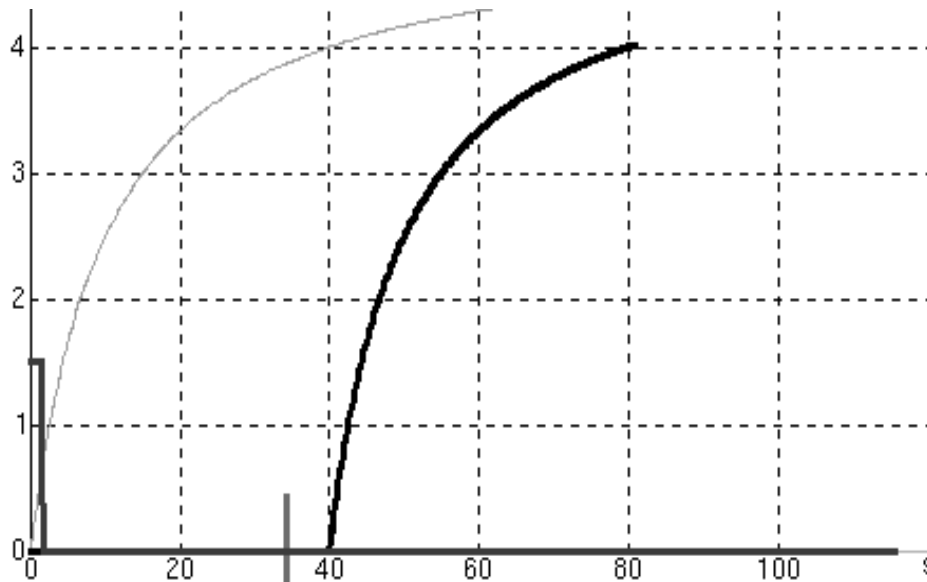
Ajustée pas à pas par la modification successive des différents paramètres entrant dans la construction du modèle ... jusqu' à ce que la débimétrie finale construite soit superposable à la débimétrie réelle

mécanique de l' urètre

mécanique du detrusor

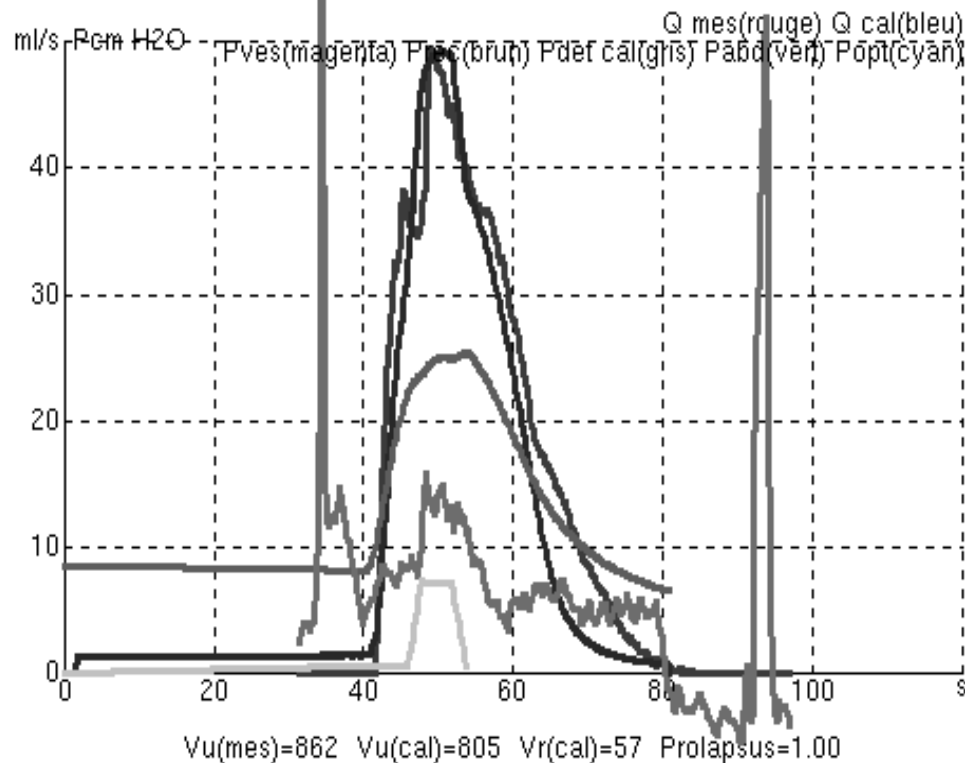
mécanique des fluides

excitation nerveuse vésicale



Courbes d'excitation :

- gris : détrusor théorique
- noir : détrusor modifié
- rouge : sphincter



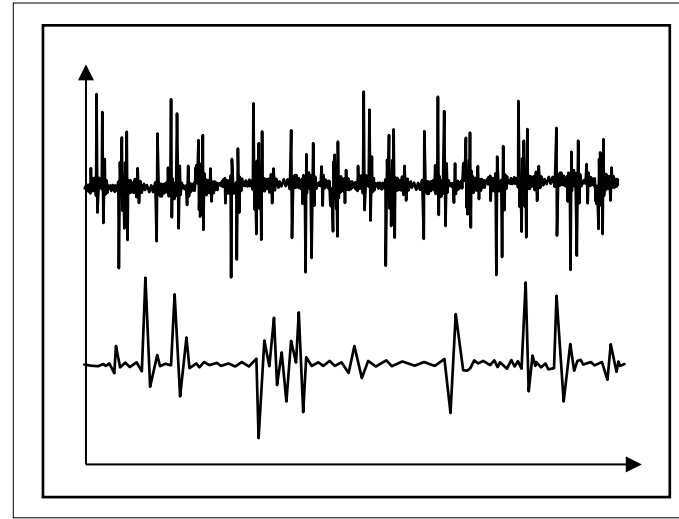
Courbes :

- débit réel : rouge
- débit calculé : bleue
- P. abdo mesurée marron
- P. abdo calculée verte
- P. Détrusor grise

2) Electromyographie

EMG 1

EMG 2

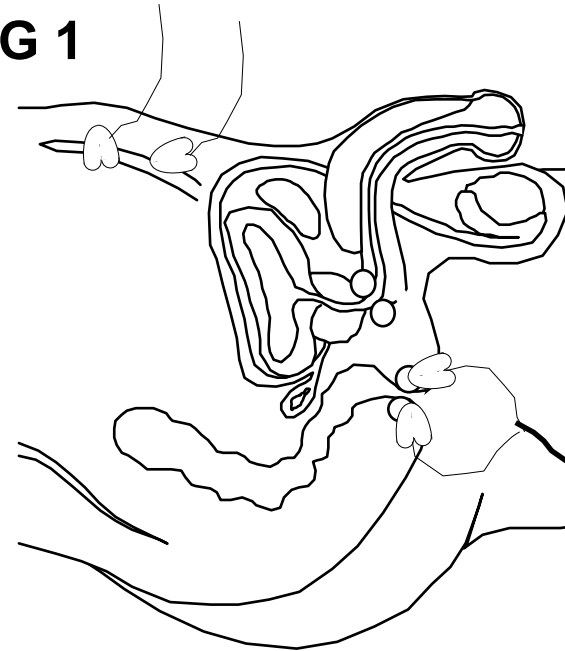


Electromyographie



dépistage poussée abdominale

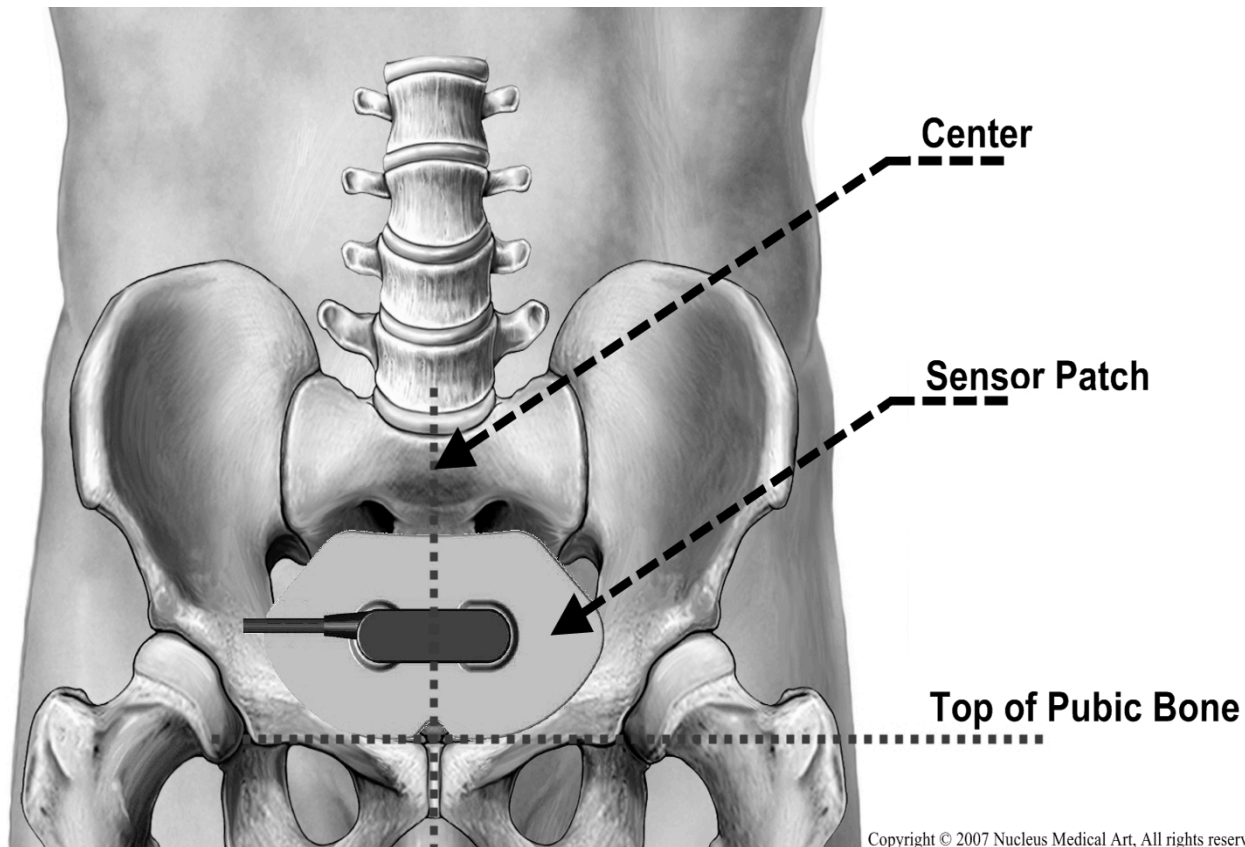
EMG 1



EMG 2

3) Near Infrared Spectroscopy (NIRS)

Spectroscopie infrarouge



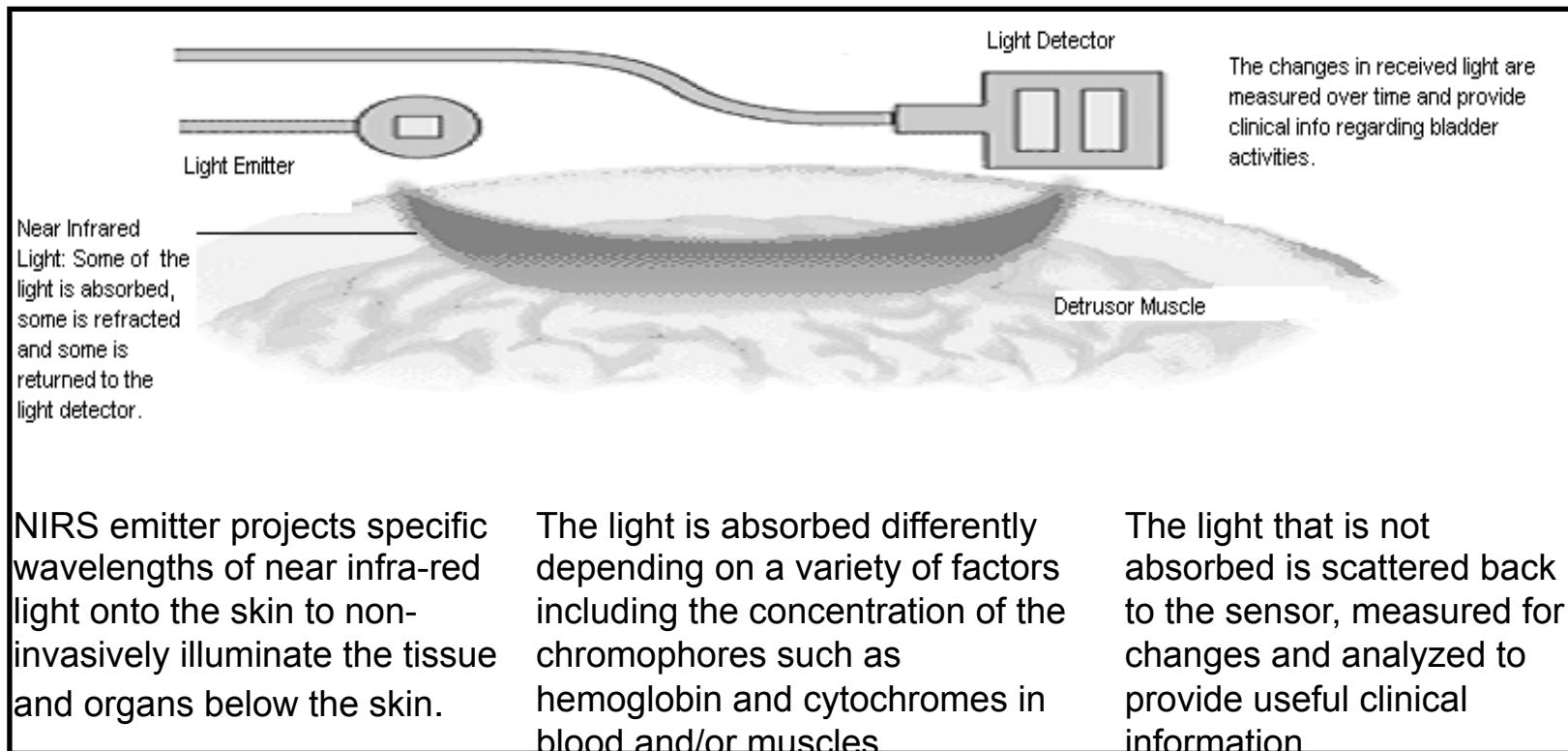
Copyright © 2007 Nucleus Medical Art, All rights reserved.

“NIRS”

Concept

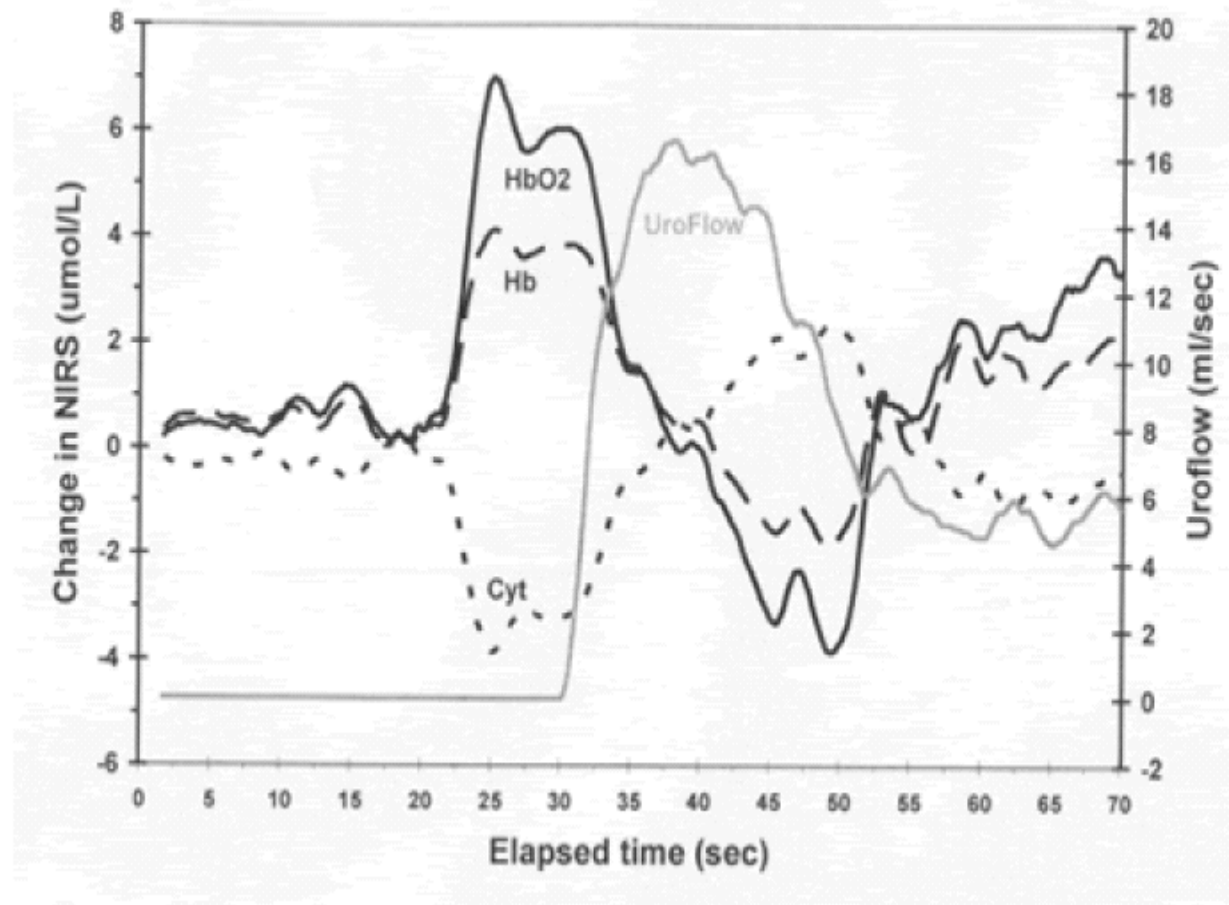
- **principe : ondes infrarouges transmises vers la surface du tissu considéré via une fibre optique et détectées par une batterie de diodes photoélectriques à la surface de la peau**
- **l'émetteur émet des ondes de lumière infrarouge (785nm, 808nm, 830nm) sur la peau, qui traversent les tissus jusqu'à l'organe cible; une partie de la lumière non absorbée est diffusée et détectée par le capteur**
- **Hb, HbO₂ ont des caractéristiques différentes d'absorption de la lumière infrarouge**
- **analyse du changement de concentration de l'oxyhémoglobine et de la désoxyhémoglobine = > reflet de l'activité vésicale**

Matériel



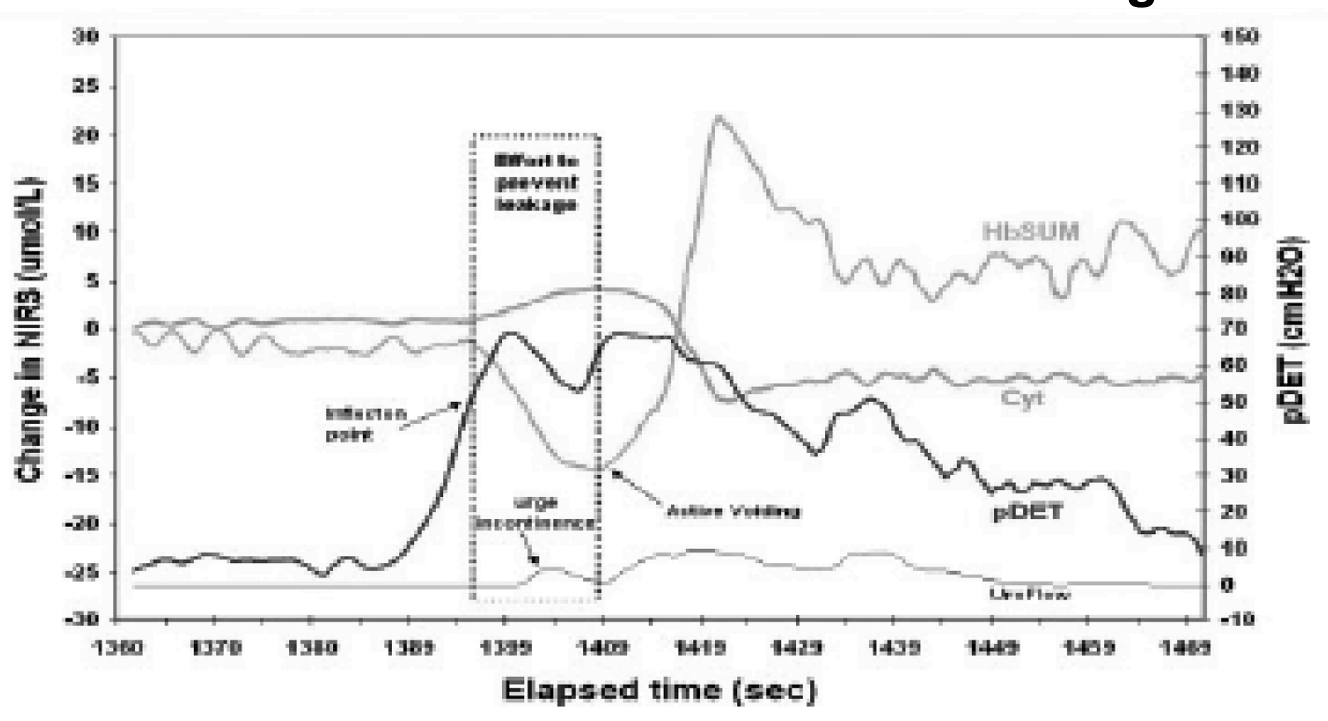
Mesure Hb et HbO₂ avec NIRS pdt remplissage spontané et miction chez des adultes sains. Etude de 15 hommes (18-60 ans) et 15 femmes (20-60 ans)

NIRS detecte de manière non invasive les chgts physiologiques de Hb et HbO₂ qui surviennent pdt remplissage et miction

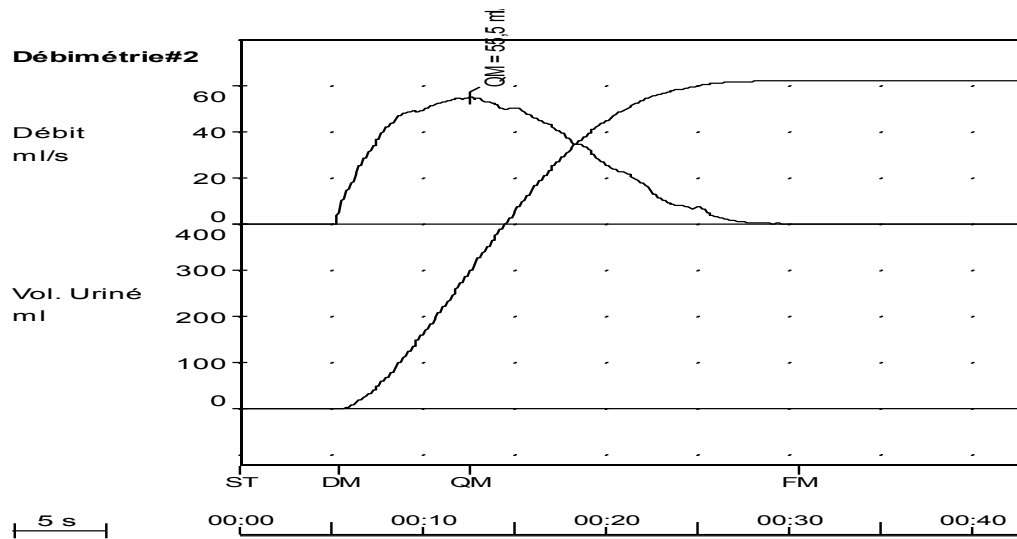
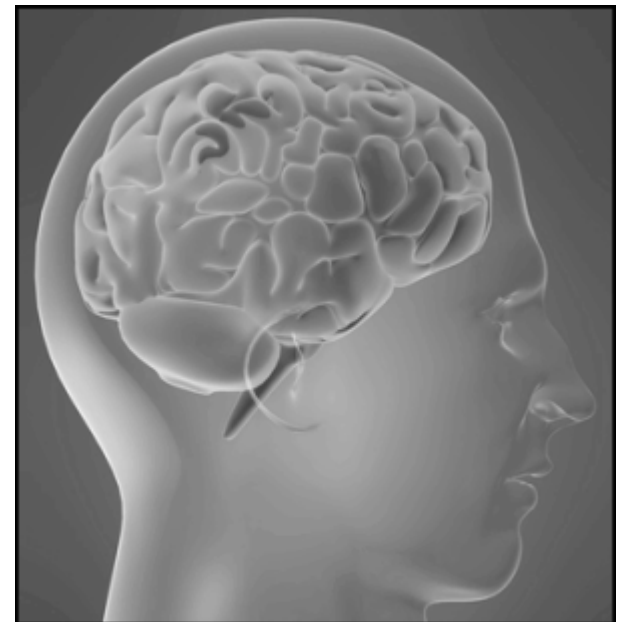


Publications ...

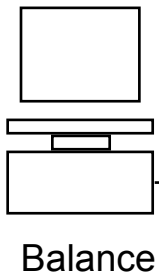
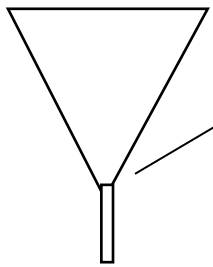
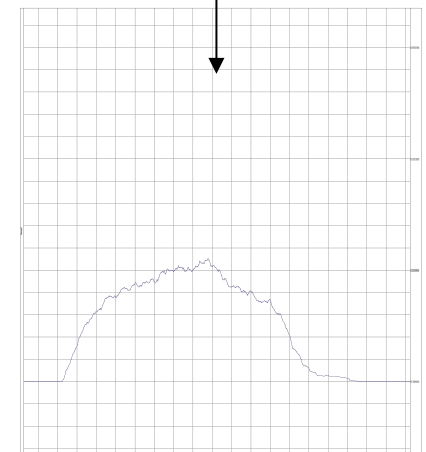
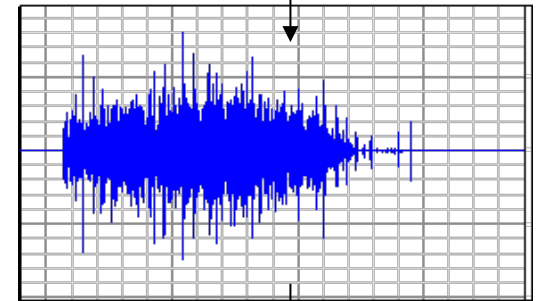
- modification significative des concentrations HbO₂ et Hb pendant débimétrie et étude pression-débit ;
- les hautes pressions détrusoriennes sont corrélées à une diminution de concentrations en Hb avec un retour à la normale du ratio HbO₂/Hb lors de la vidange.



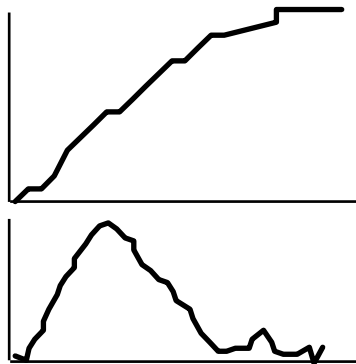
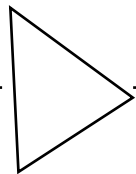
4) Sonométrie



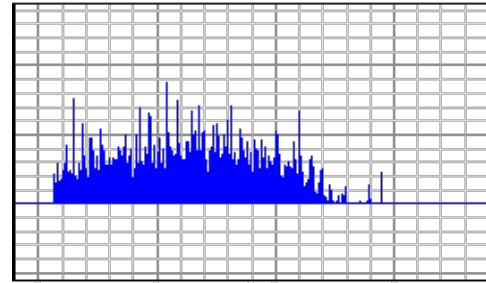
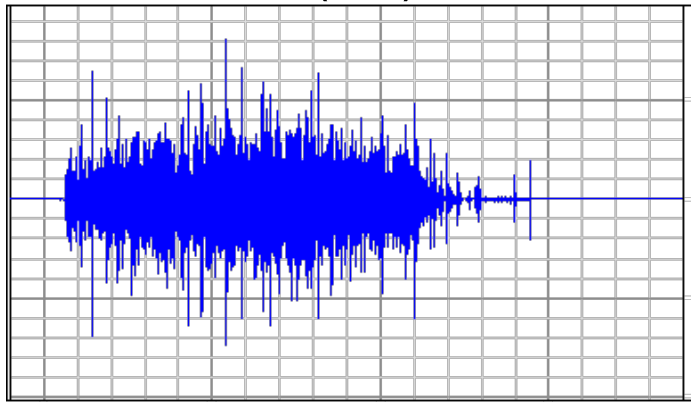
???



Amplificateur

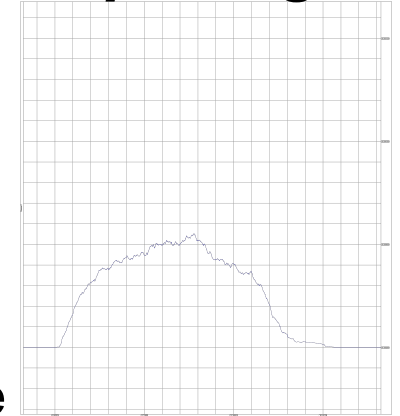


fichier initial (.aif)

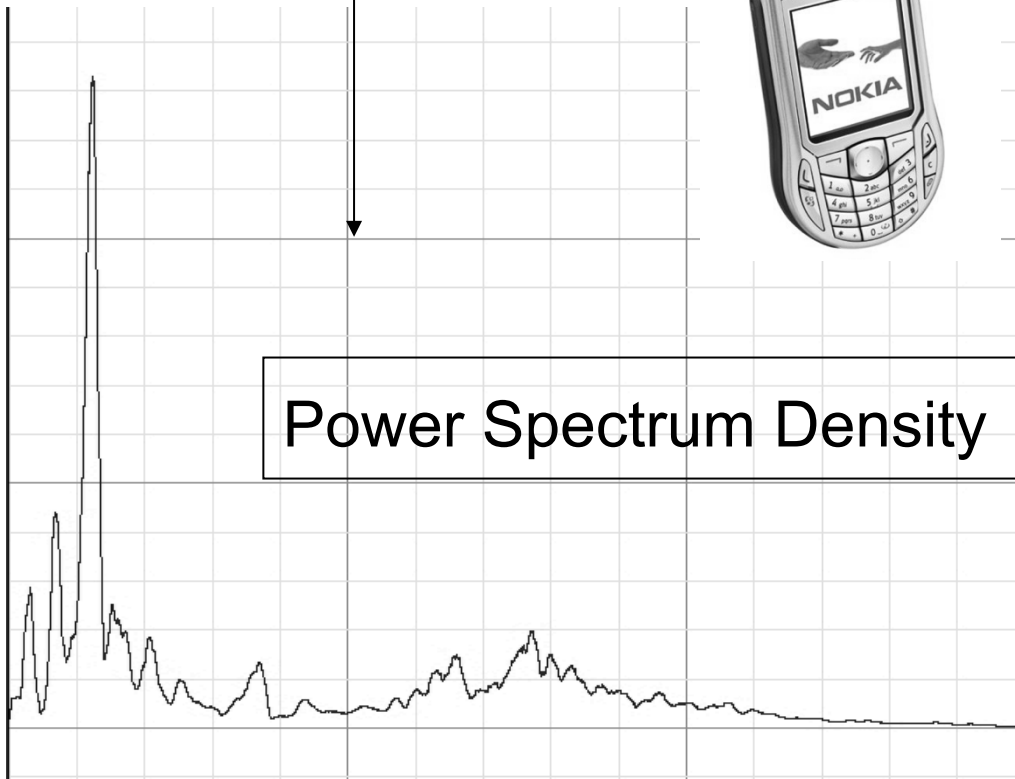


intégration

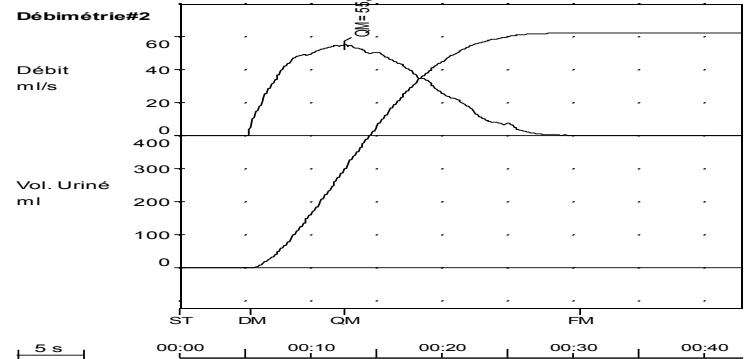
morphologie



lissage



Power Spectrum Density

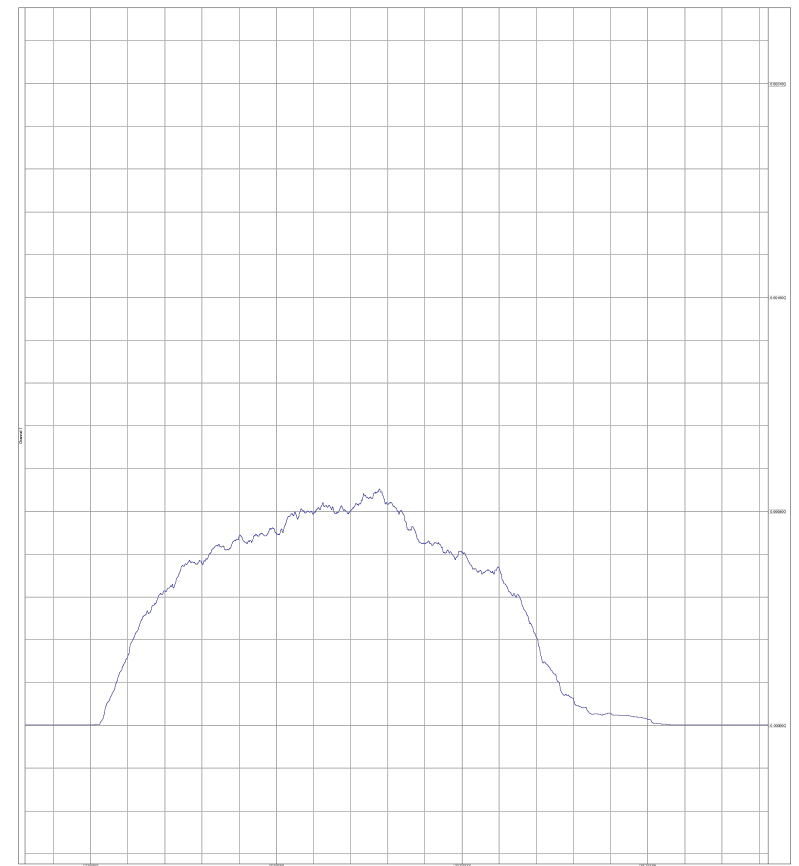
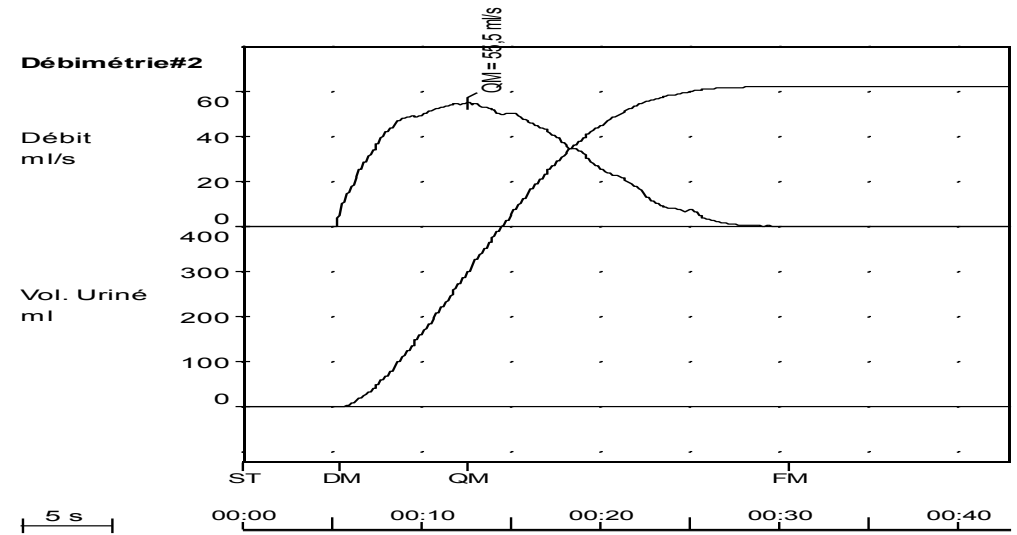
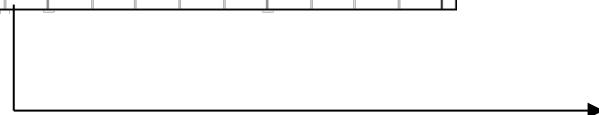
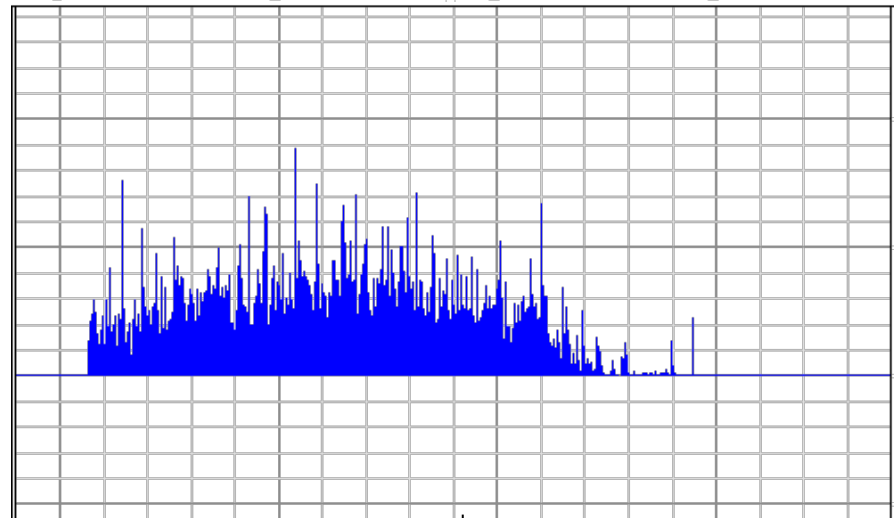
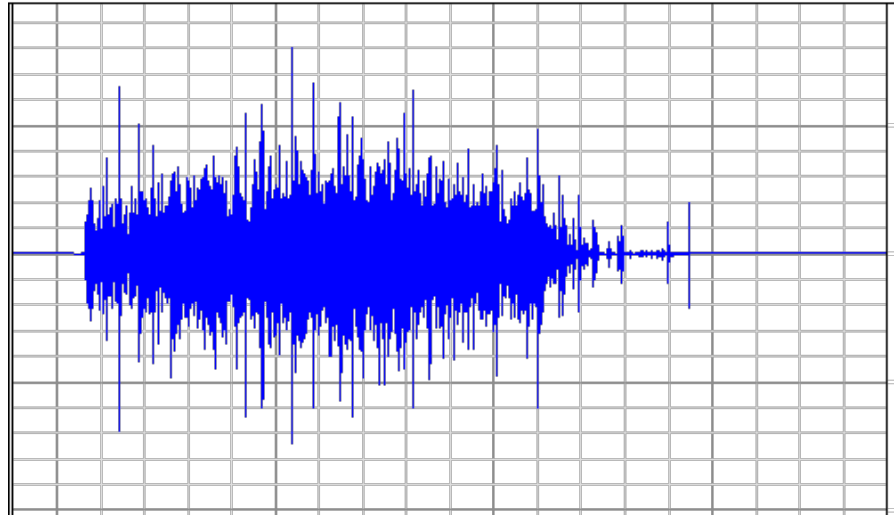


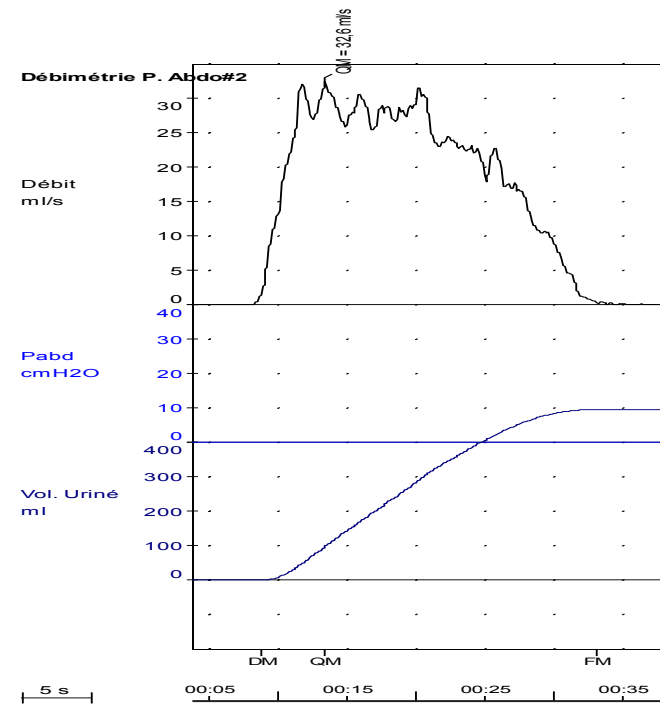
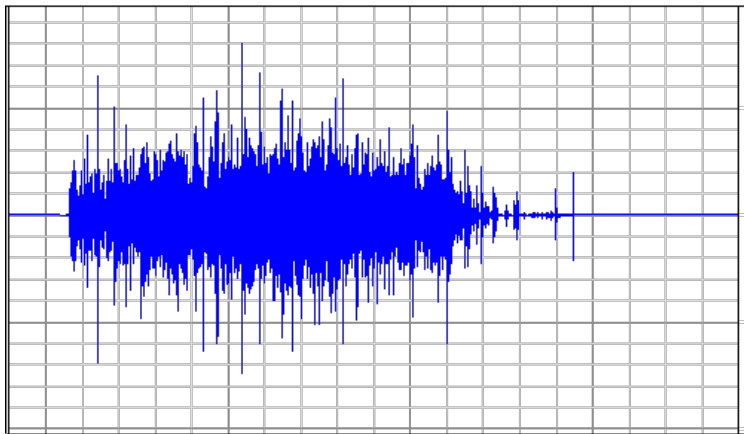
?

- T100 : Temps de miction à 100ml
- TQ : Temps de miction
- TQmax : Temps au débit maximum
- Qmax : Débit maximum
- Qave : Débit moyen
- Veomp : Volume Uriné

quantitatif

Sujet normal





Sujet normal N°2

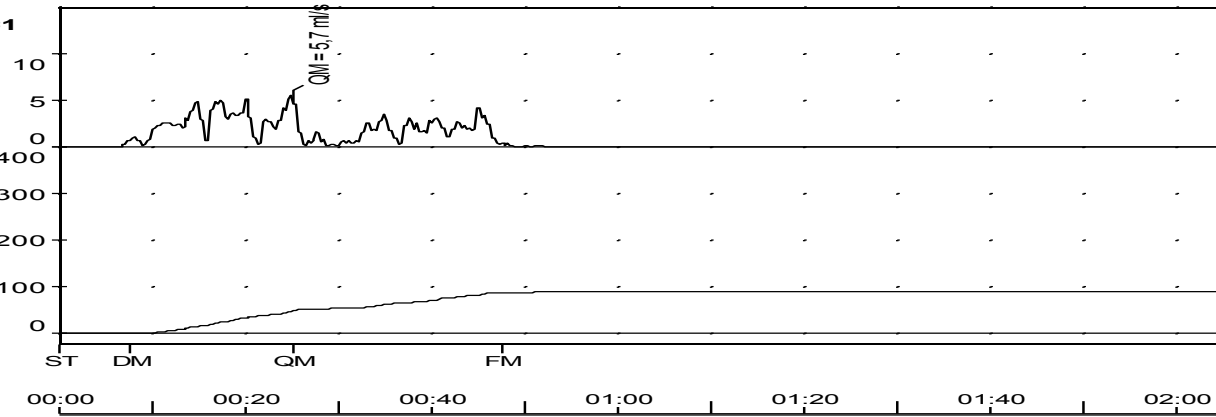
Homme obstrué obs 1

Débitmétrie#1

Débit
ml/s

Vol. Uriné
ml

10 s



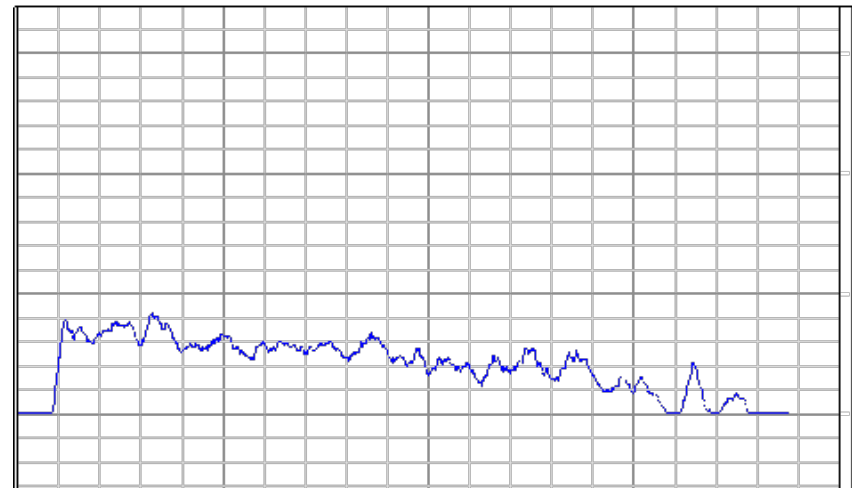
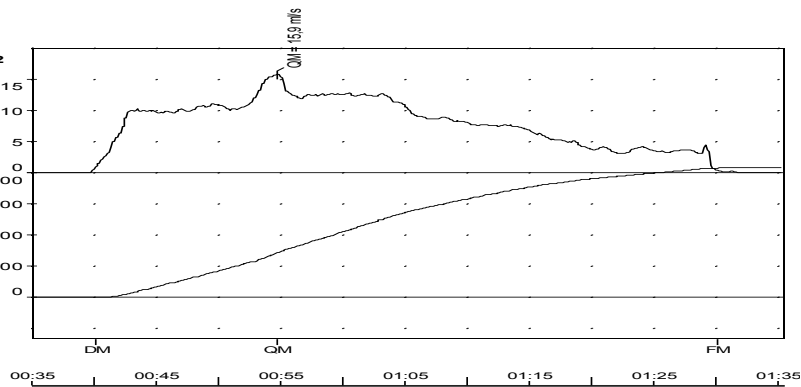
Homme obstrué obs 2

Débitmétrie#2

Débit
ml/s

Vol. Uriné
ml

5 s



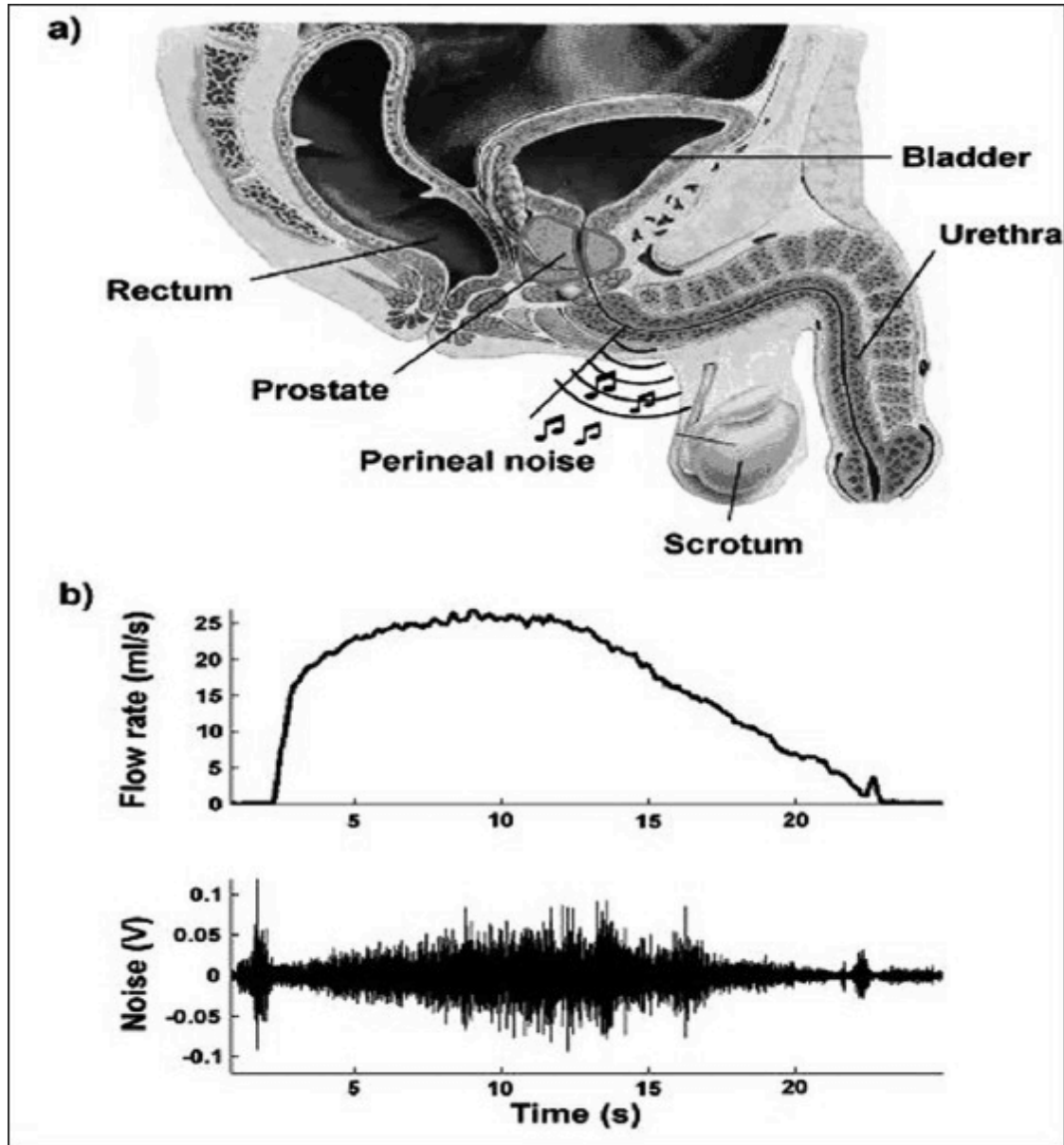
Poster# 59

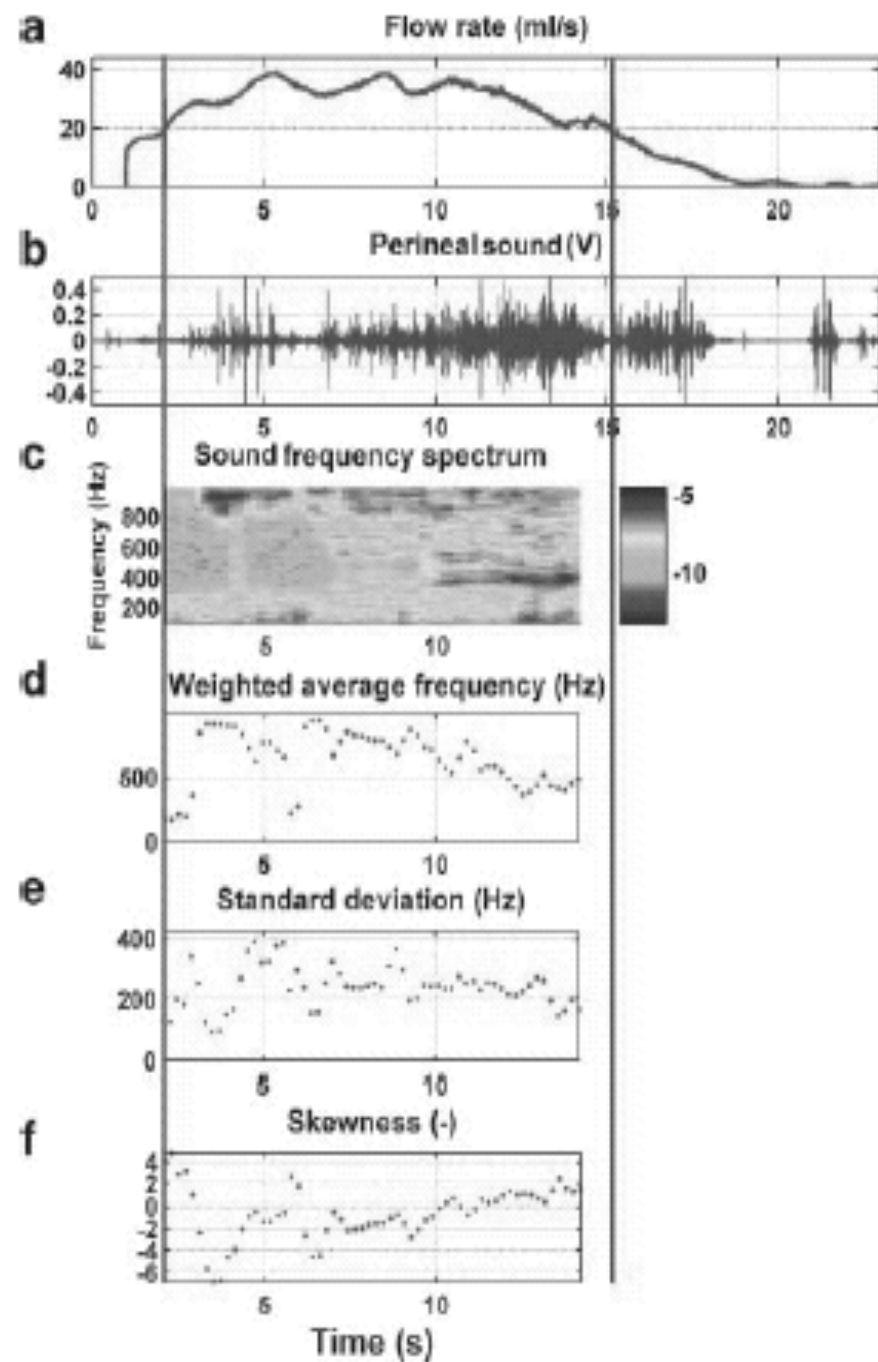
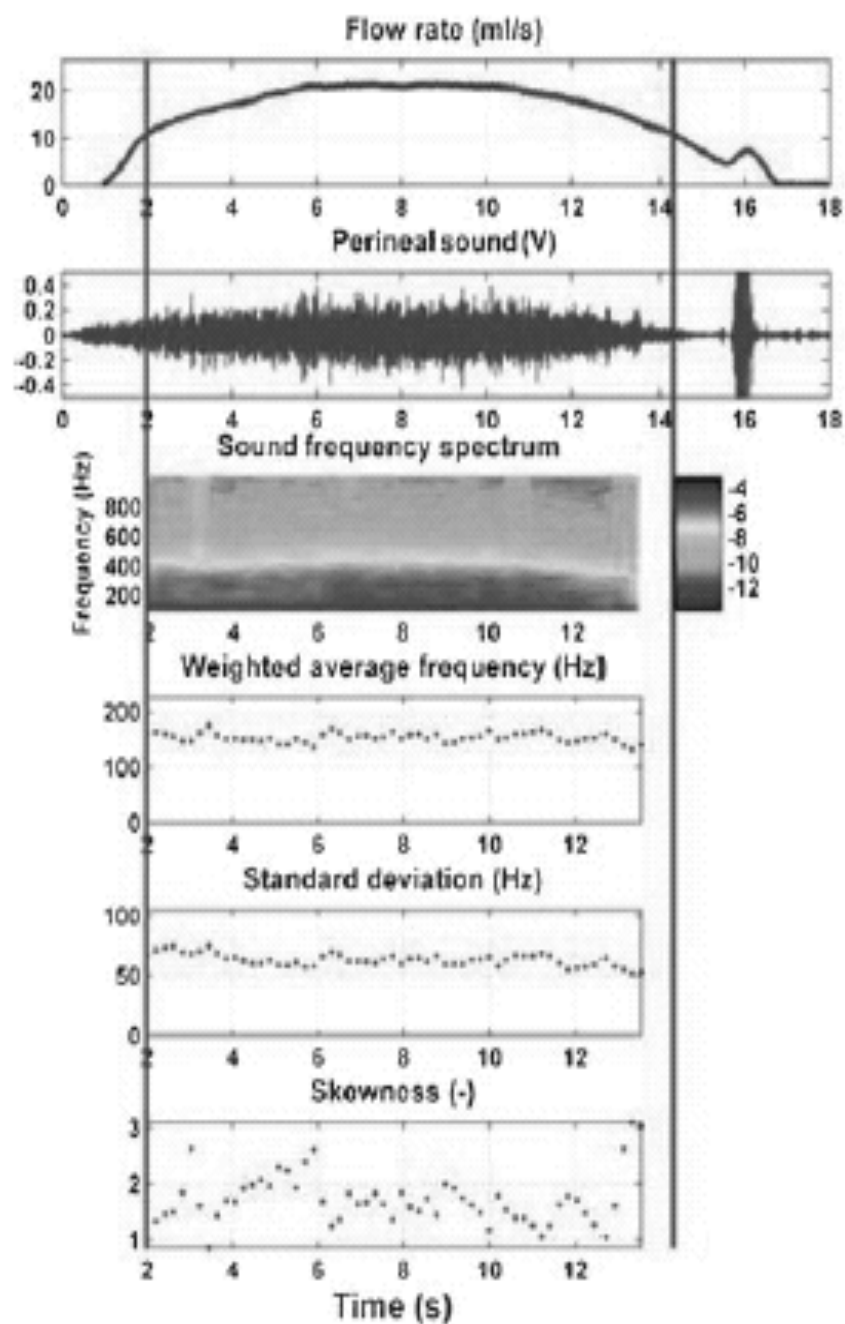
REPRODUCIBILITY OF UROFLOW MEASUREMENT:
CONVENTIONAL VERSUS SONOUROFLOWMETRY– A NEW
E-METHOD FOR ASSESING VOIDING DYSFUNCTION

Katarina Zvarova, MD, PhD¹, Chyi-Lyi Liang, PhD² and
Peter Zvara, MD, PhD¹ (Presented By: Katarina Zvarova)

¹Department of Surgery University of Vermont, Burlington,
Vermont; ²Community Development and Applied Economics
University of Vermont, Burlington, Vermont







Perineal Noise Recording as a Non-Invasive Diagnostic Method of Urinary Bladder Outlet Obstruction: A Study in Polyvinyl Alcohol and Silicone Model Urethras

Tim Idzenga,^{1*} Johan J.M. Pel,¹ Radj A. Baldewsing,² and Ron van Mastrigt¹



Variability and Repeatability of Perineal Sound Recording in a Population of Healthy Male Volunteers

Tim Idzenga*

Erasmus MC, Department of Urology, Rotterdam, The Netherlands

Méthodes urodynamiques non invasives

Principes

Deux techniques

- Condom test
- Penile cuff test

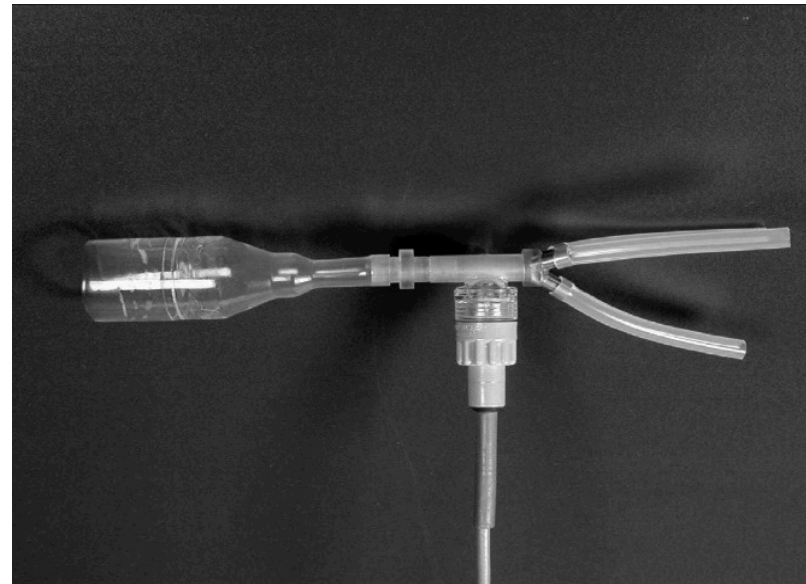
Un même principe

- Estimation de la **pression vésicale isovolumétrique**.
- Durant la miction il existe une **colonne de fluide continue entre la vessie et l'urètre**
- La pression sur l'urètre nécessaire à stopper le jet est théoriquement égale à la pression vésicale isovolumétrique.
- On a ainsi accès au débit et à la pression de façon non invasive
 - Obstruction / hypocontractilité

Condom test

Description du matériel

- Préservatif modifié
(Rochester Medical Corp®)
- Dome relié à 3 tubes
métalliques de diamètre
différent branchés sur des
valves pneumatiques
permettant de les obturer
- Tête de pression (Statham®)
- PC avec logiciel Labview®
contrôlant les valves et
enregistrant débit et pression



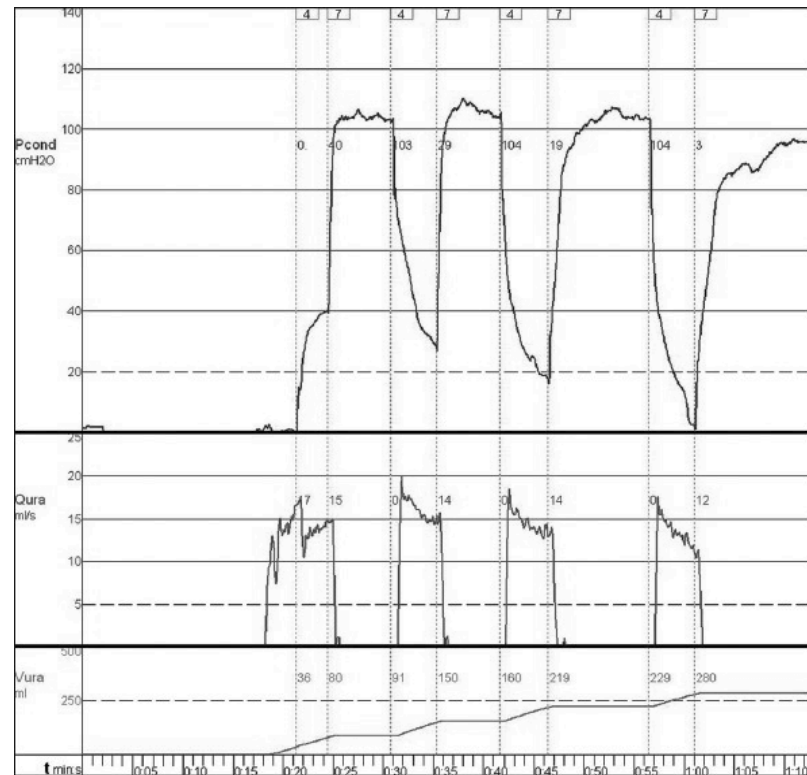
Van Mastrigt Neurourol Urodyn 1995, 14, 480-481

Van Mastrigt BJU 1999,84, 195-203

Van Mastrigt Indian J Urol 2009, 25, 99-104

Description de la procédure

- 8 niveaux d'obstruction (0 à 3 valves fermées)
- Début de miction
- Fermeture de quelques valves
- Fermeture de toutes les valves → arrêt du débit : mesure de la pression vésicale isovolumétrique
- Procédure reproduite plusieurs fois



Applications du test

- Suivi à visée épidémiologique d'hommes âgés de 40 à 80 ans (exclusion passé urologique/neurologique)
- Test à l'inclusion/2,5ans/5ans
 - Reproductibilité identique à P/Q (différence moyenne 18 cm d'eau)
 - Le meilleur volume de remplissage vésical pour faire le test est 264+/-122 ml
 - La résistance urétrale mesurée par le test est corrélée à l'IPSS mais pas au volume prostatique
 - La mesure du RPM est plus élevée après le condom test
 - > 3 interruptions
 - Effet de l'hyperdiurèse

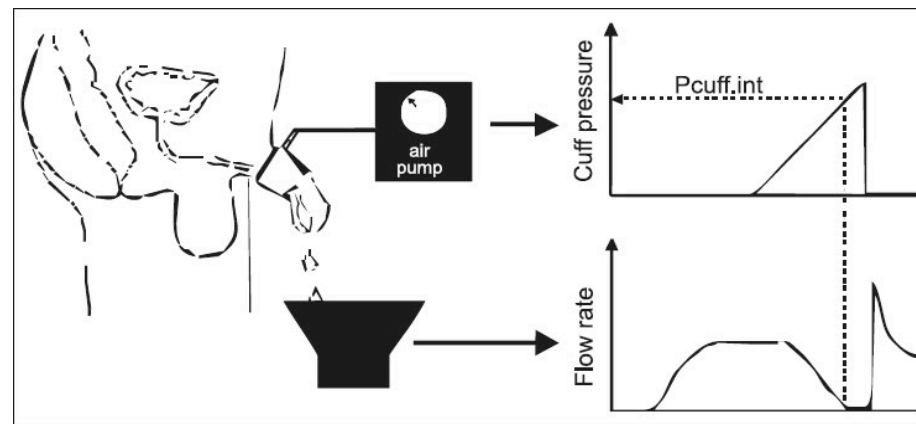
Limitations du test

- Limité à l'homme
- Test mis en défaut si miction par poussée abdominale
- Test mis en défaut si $Q_{max} < 5,4$ ml/s
- Pas de valeur localisatrice

Cuff test

Description du matériel

- Manchette
- CT3000, Mediplus®
- Débitmètre



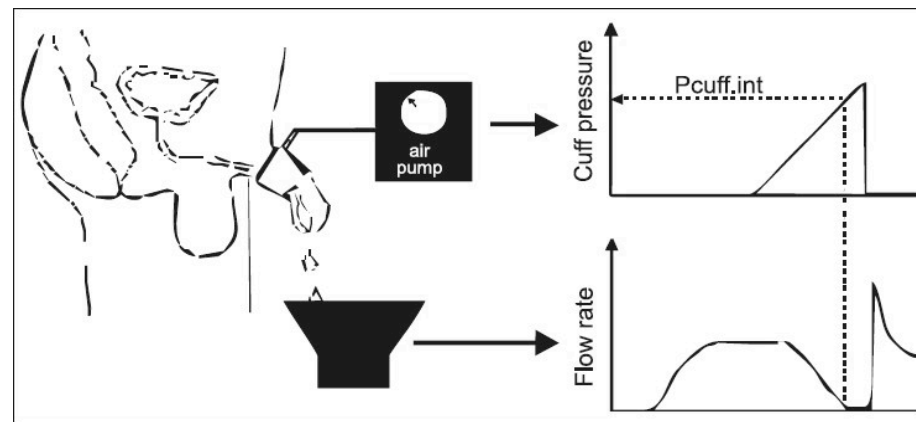
Penile Cuff-Test (PCT)

- Instrument CT3000 MEDIPLUS®
- Principe mesure TA
- Brassard autour du pénis
- Miction sur débitmètre sans PA
- Miction => gonflage cuff (10cmH₂O/sec) jusqu' à interruption miction (sécurité à 200cmH₂O)
- P_{cuff.int} = P° vésicale isovolumétrique



Description de la procédure

- Miction autorisée
- Compression de la manchette jusqu' à couper le débit
- La pression nécessaire correspond à la pression vésicale iso-volumétrique
- Décompression de la manchette – reprise de la miction – répétition de la procédure à plusieurs reprises
- Système de sécurité à 200 cm d' eau

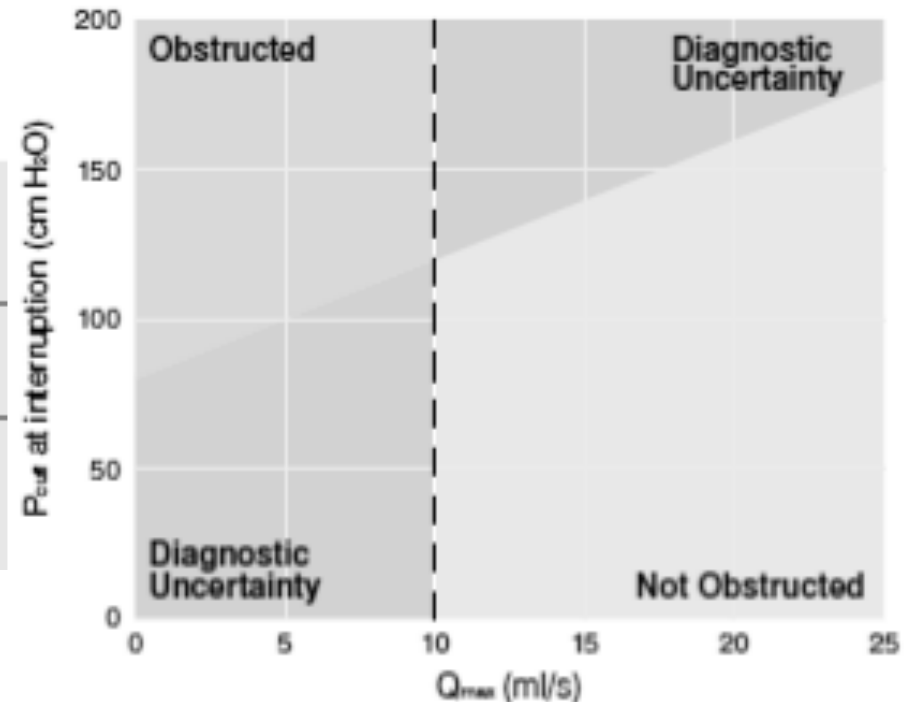


Validation du Nomogramme Newcastle

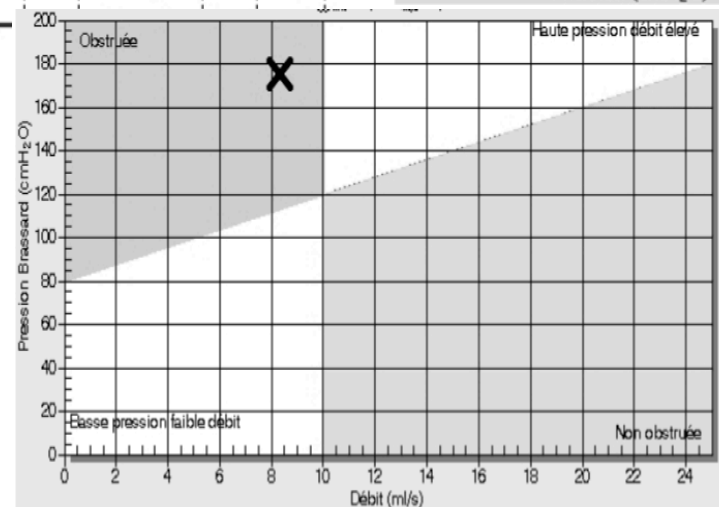
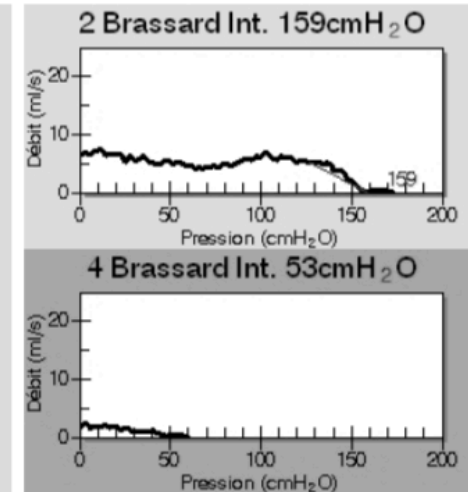
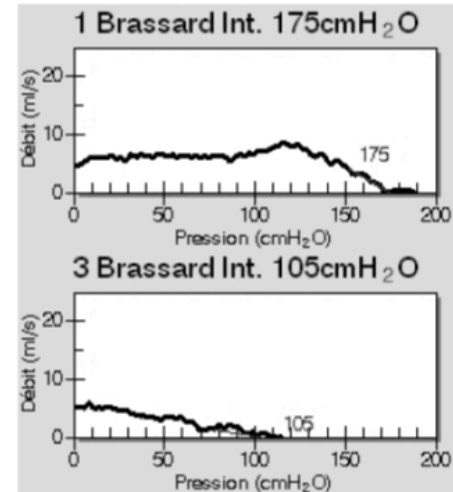
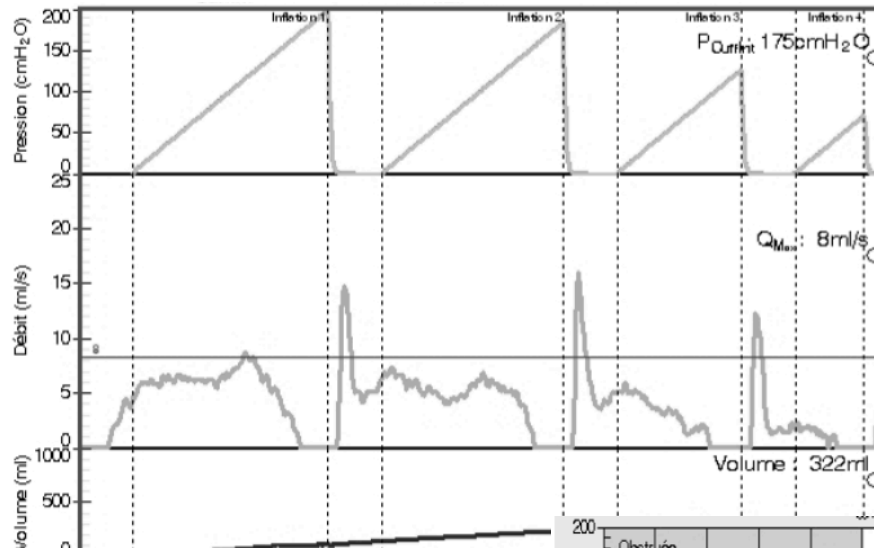
- 143 patients : PCT vs EP/D

PPV and NPV for modified nomogram, for Q_{max} less than 10 ml second⁻¹ and in 69% of patients in whom 2 methods agreed

Technique	% Pts	% Obstructed PPV	% Equivocal or Unobstructed NPV
Modified nomogram	100	68	78
Q_{max} less than 10 ml sec ⁻¹	100	77	77
Combined	69	88	86



Utilisation du Nomogramme



$P_{CuffInt}$: 175cmH₂O; Q_{Max} : 8ml/s; Volume: 322ml

Limitations du test

- Limité à l'homme
- Test mis en défaut si miction par poussée abdominale
- Test mis en défaut si $Q_{max} < 5,4$ ml/s
- Pas de valeur localisatrice

Résultats : interprétations experts

- 30 QM / 28 QM-PR / 11 QM-EMG : 69 courbes/expert
- URO : utilisation des paramètres quantitatifs et qualitatifs sauf dans 1 cas
- MPR : utilisation des 2 paramètres dans 72% des cas

Examens	Nbr patients	VPP «obstrué»	VPN «non obstrué- équivoque»	Se	Sp
<u>QM</u>	30	0-50%	55-57.1%	0-30.8%	70.6-94.1%
<u>QM-PR</u>	28	45.5-72.7%	58.8-76.5%	41.7-66.7%	62.5-81.3%
<u>QM-EMG</u>	11	40-100%	33.3-62.5%	16.7-50%	50-100%

Synthèse

- **Evaluation non invasive de l' obstruction faisable**
- **Outils les mieux évalués**
 - Index de protrusion prostatique
 - Epaisseur du détrusor
 - Débitmétrie+ Modèle mathématique de Valentini
 - Mesures de la pression vesicale isovolumétrique
 - Penile Cuff test et Condom catheter test
- **D' autres outils en développement**
 - NIRS ++
 - Combinaison de mesure non invasive
- **Limites**
 - Modèle d'évaluation HBP de l' homme non neurologique
 - Obstruction chez la femme?
 - Pas de valeur localisatrice du problème
 - Homme neurologique (part relative des facteurs obstructifs)
 - Situations mixte obstacle et hypocontractilité
 - Pour ces cas complexes intérêt des EPD couplée à l' imagerie
 - EPD Vidéo-urodynamique