

Méthodes d'évaluation du métabolisme, de la perfusion et de la fonction myocardique

Alain COHEN SOLAL

Lariboisière

Métabolisme coronaire

Métabolisme coronaire

- Apport = besoins
- Repos/Effort
- $MVO_2 = Q_{cor} \times DA_{VO_2}$
- Role du $Q_{cor}+++$
- Si baisse des apports en O_2 (ischémie ou anoxie), passage en métabolisme anaérobie
- Modification de l'utilisation des substrats énergétiques
- Production d'acide lactique

Exploration du métabolisme coronaire

- Difficile
- Dosage de l'acide lactique dans le sinus coronaires
- Tomographie par émissions de positons (PET)

Evaluation de la perfusion

- Approche anatomique/physiologique
- Approche anatomique :
coronarographie
- Approche physiologique
 - Epreuve d'effort
 - Scintigraphie myocardique
 - Echo de stress
 - PET

Epreuve d'effort

- MVO₂ fonction de FC, Contractilité et de la tension Pariétale
- Tension = Pr/h
- Effort: augmentation de FC, P et contractilité
- EE max : FC 220 - age

EE

- Si ischémie
 - Premières manifestations : perturbations de courants ioniques
 - Modifications de la repolarisation ECG : sous décalage du segment ST
 - Localisation, précocité, importance, disparition

Scinigraphie myocardique au thallium

- Thallium : analogue du K^+
- Se fixe dans la cellule myocardique sauf quand non viable ou perturbée par l'ischémie (pompage actif demandant de l'énergie)
- 4h après : ischémie ou nécrose

Echo de stress

- Augmentation de la MVO₂ cor par l'effort ou une injection de dobutamine/atropine
- La diminution de l'épaississement pariétal signe l'ischémie

Evaluation de la fonction VG

- Cœur = muscle/pompe
- Indices de fonction
- $Q_c = VO_2/DAVO_2$
- $Q_c = FC \times VES$
- $VES = VTD - VTS$
- $FE = VES/VTD$
- $80/120 = 2/3 = 66\%$
- $40/120 = 1/3 = 33\%$

Déterminants du VES

- Contractilité
- Précharge
- Postcharge

Modes d'évaluation

- Cathétérisme droit
- Echocardiographie-doppler
- Scintigraphie : ventriculographie isotopique
- IRM

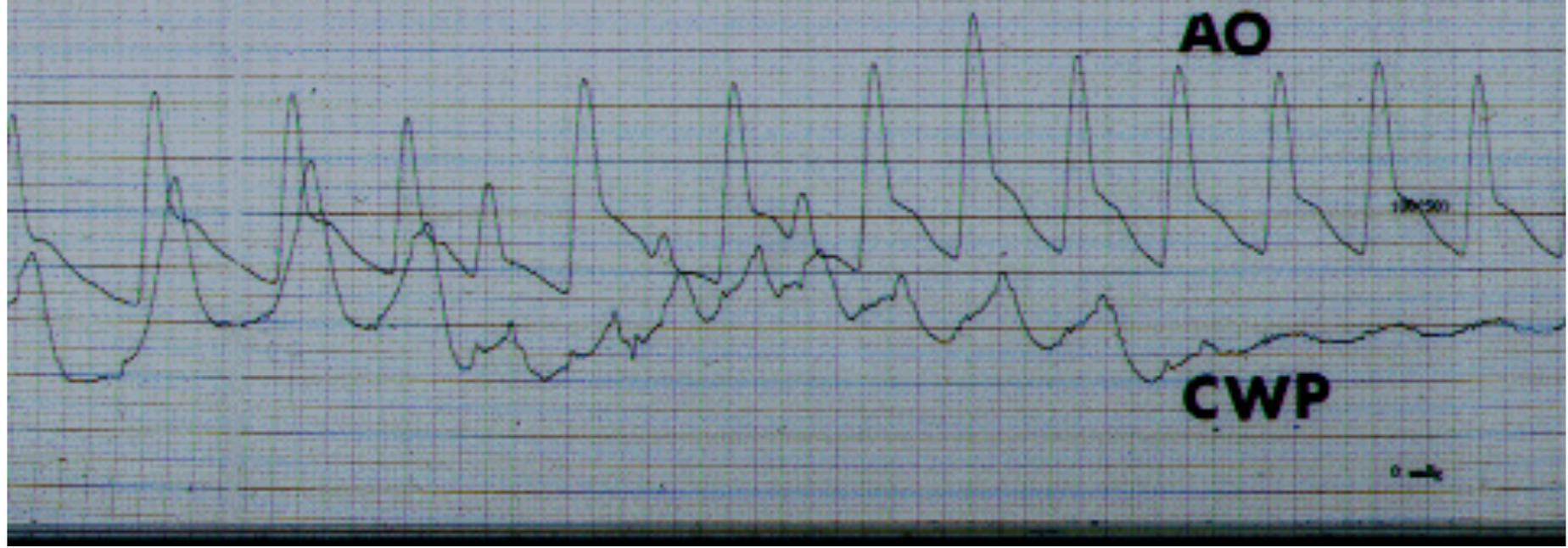
Etude hémodynamique

- Cathétérisme droit (Swan Ganz)
- Cathé gauche
- Variables mesurées
 - Q_c et $DAV O_2$ ($VO_2 = Q_c \times DAVO_2$)
 - POD : (hypovolémie)
 - Pression capillaire pulmonaire (>15)
 - PAP systolique et moyenne; RVP : si > 4 U Wood, CI transplantation
 - Angio VG : volumes, FEVG
- Peu a peu remplacé par méthodes non-invasives

50 mm

↓ **LV PACING**

1. lead 101/46, 97 (200)
1.000 50/20, 21 (100)



Echocardiographie-doppler

Schéma général

- Géométrie
 - Diamètres
 - Longueur
 - Epaisseurs
 - Géométrie (d/l, e/r)
 - Forme (oblongue, sphérique)

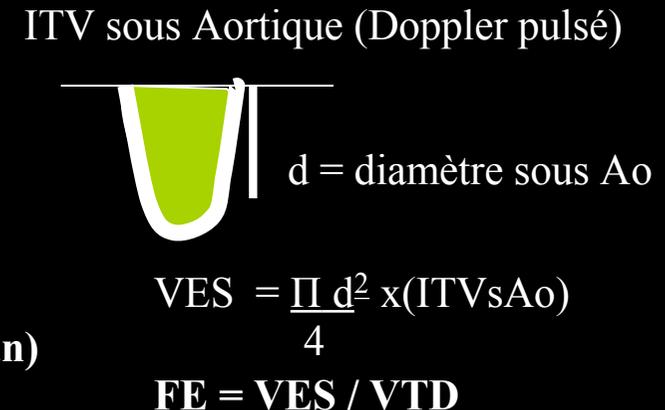
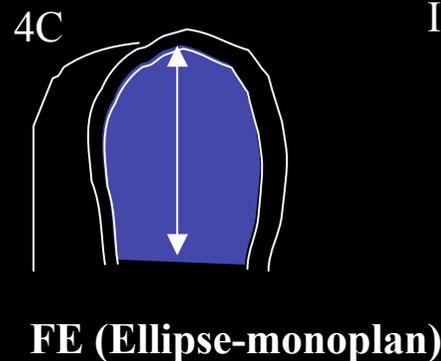
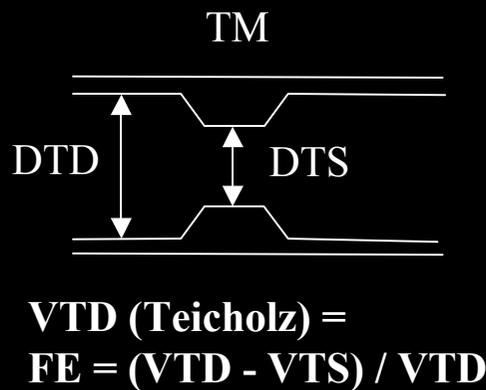
Fonction systolique

- Pourcentage de raccourcissement
- Fraction d'éjection
 - Teichholz
 - Simpson
 - « visuelle »
 - TMI
- Rapports FE/contraintes (endocarde, mi-paroi)
- dP/dt si IM

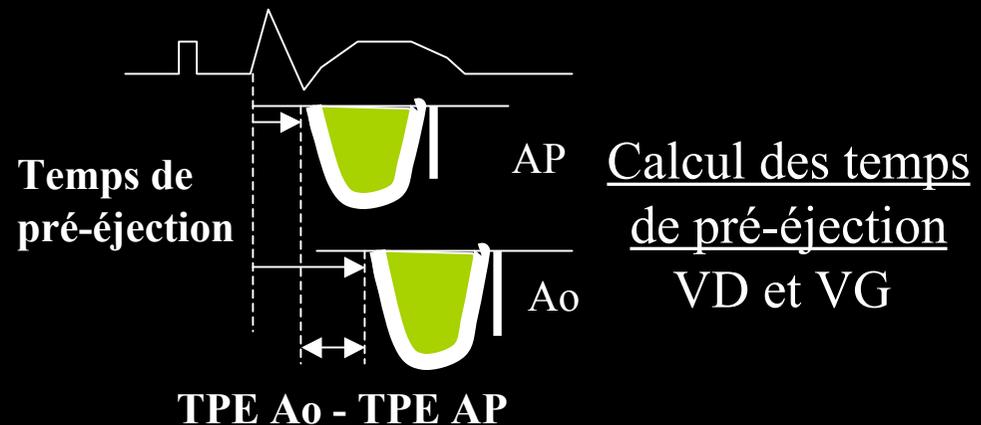
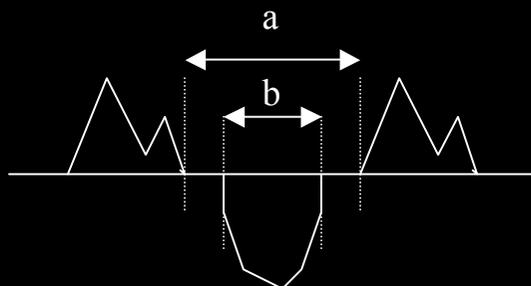
EchoDoppler et insuffisance cardiaque (1)

Fonction systolique, remodelage, asynchronisme

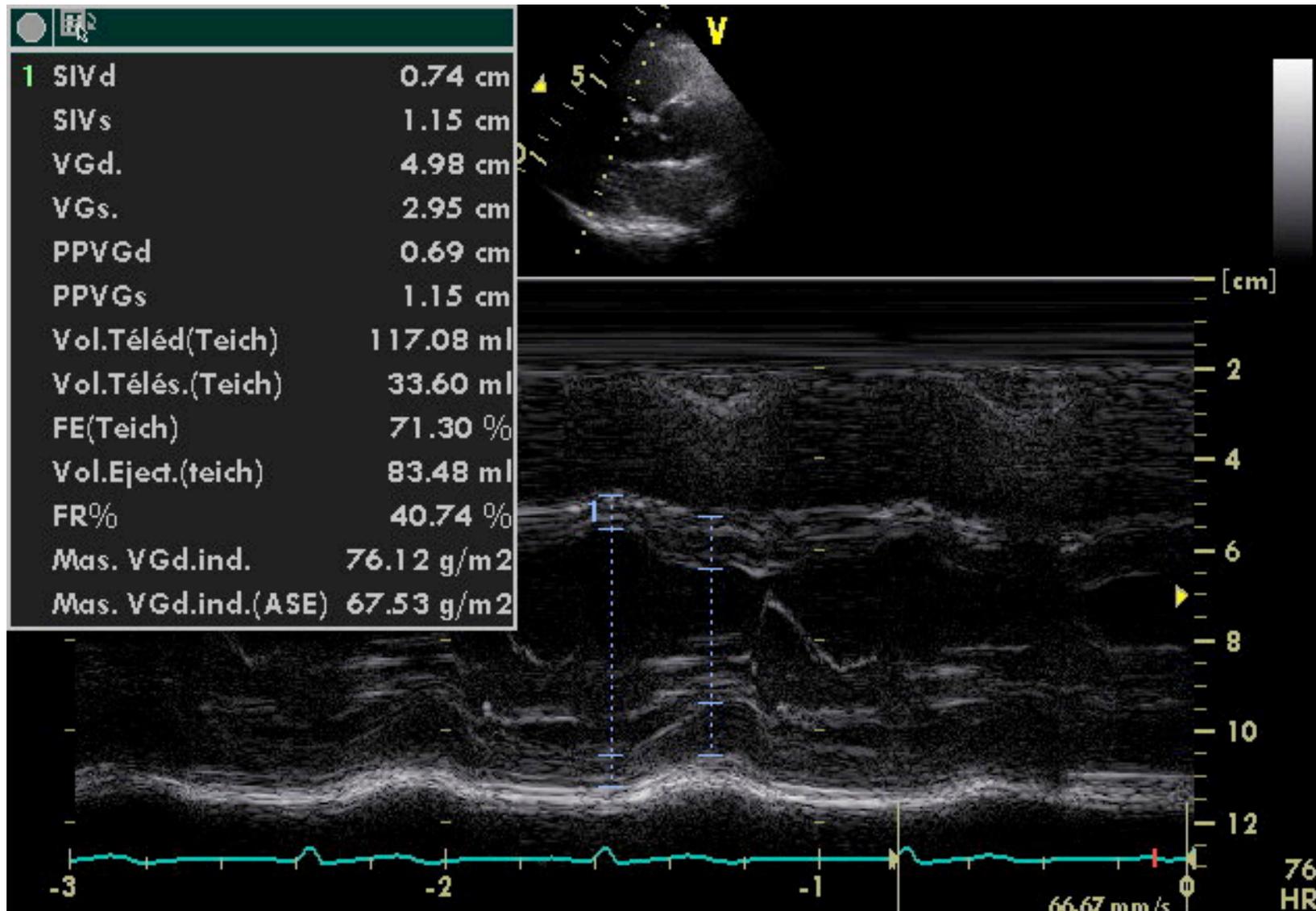
Méthodes d'évaluation du remodelage et de la FEVG



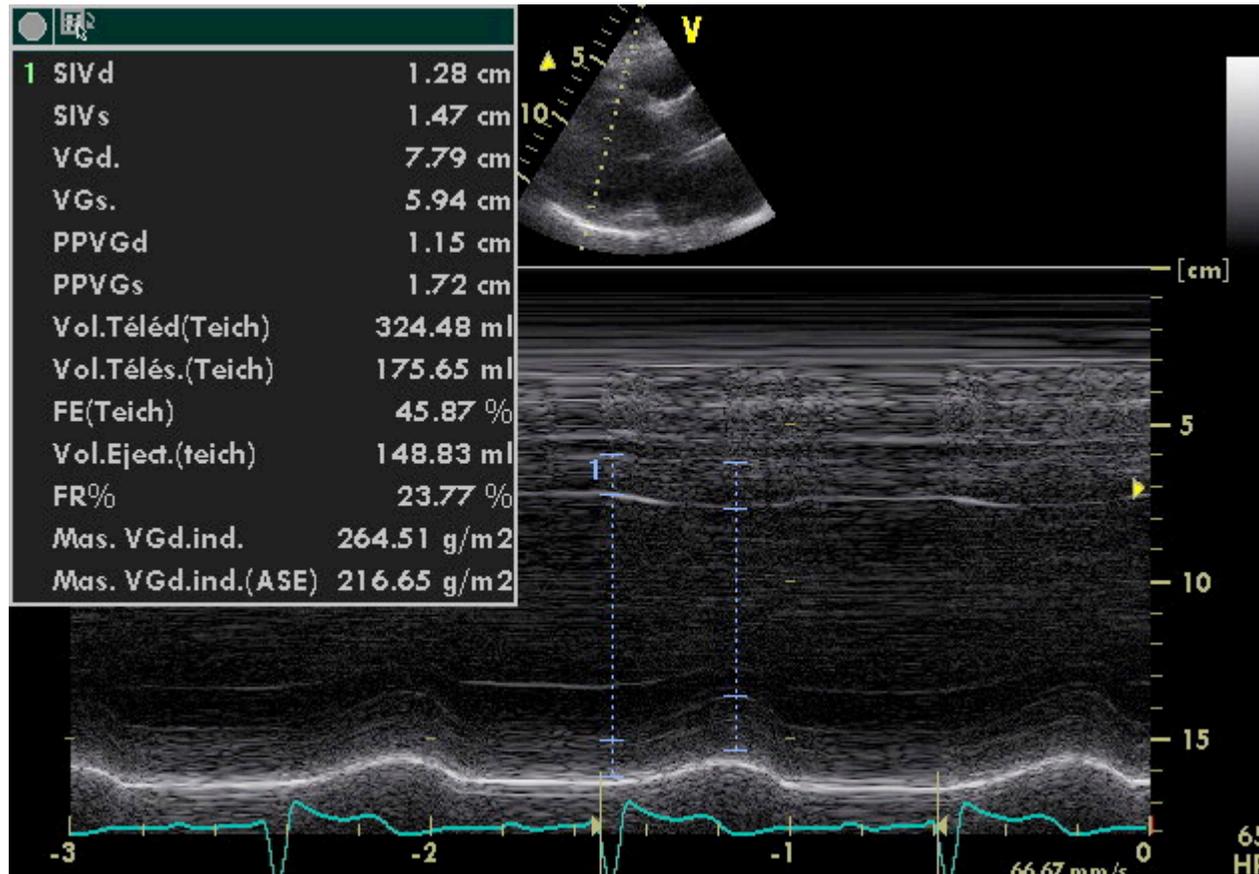
Indice de Tei = (a-b) / b



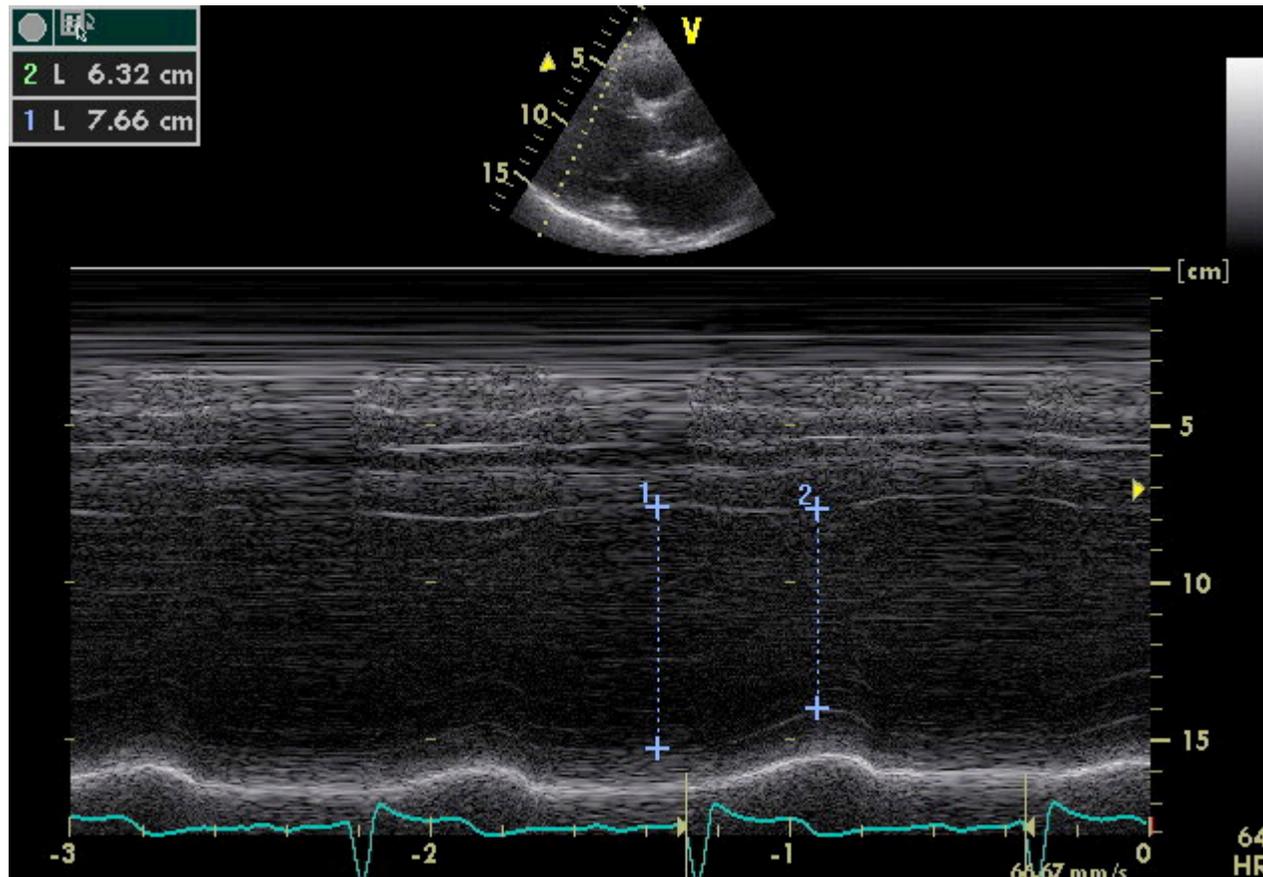
Analyse morphologique : remodelage, valvulopathie, IdM...

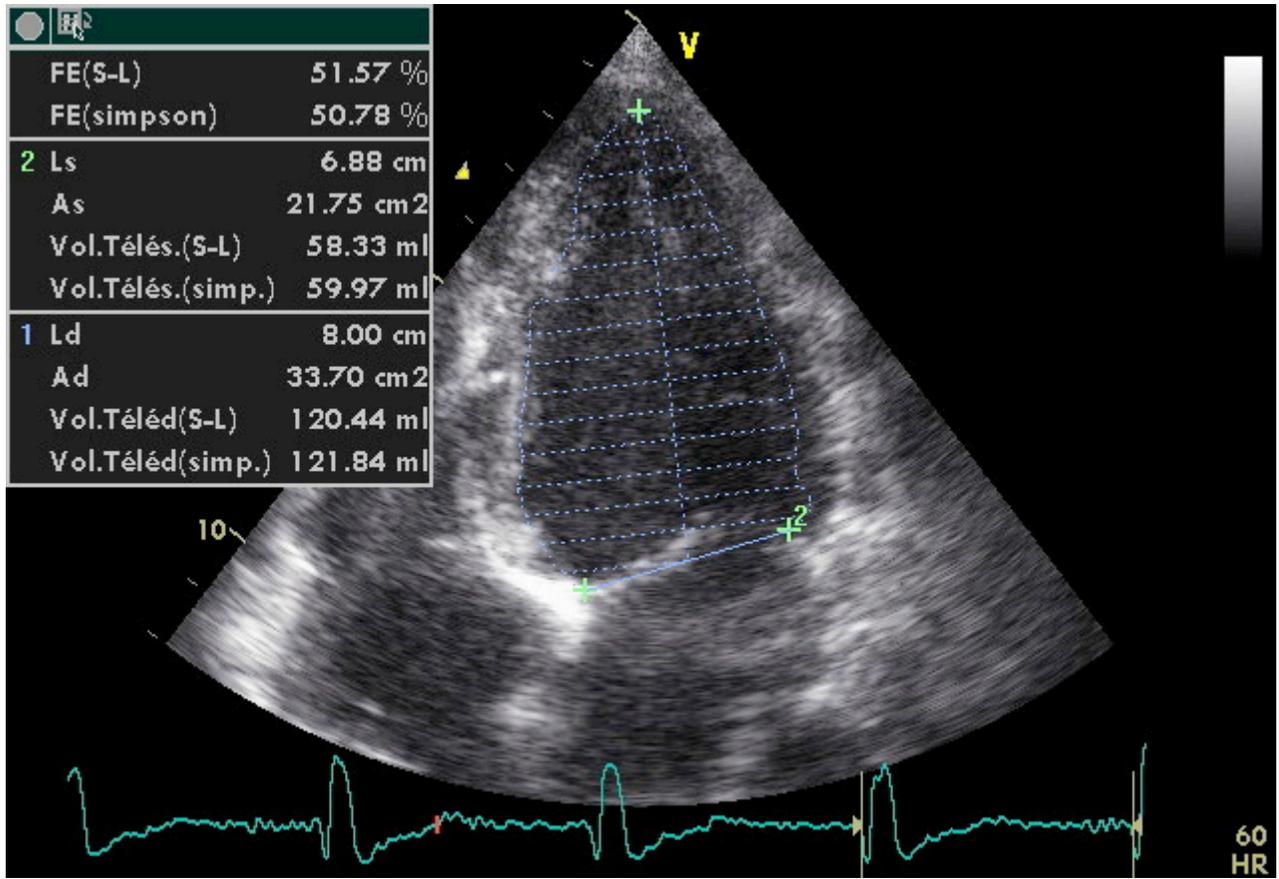


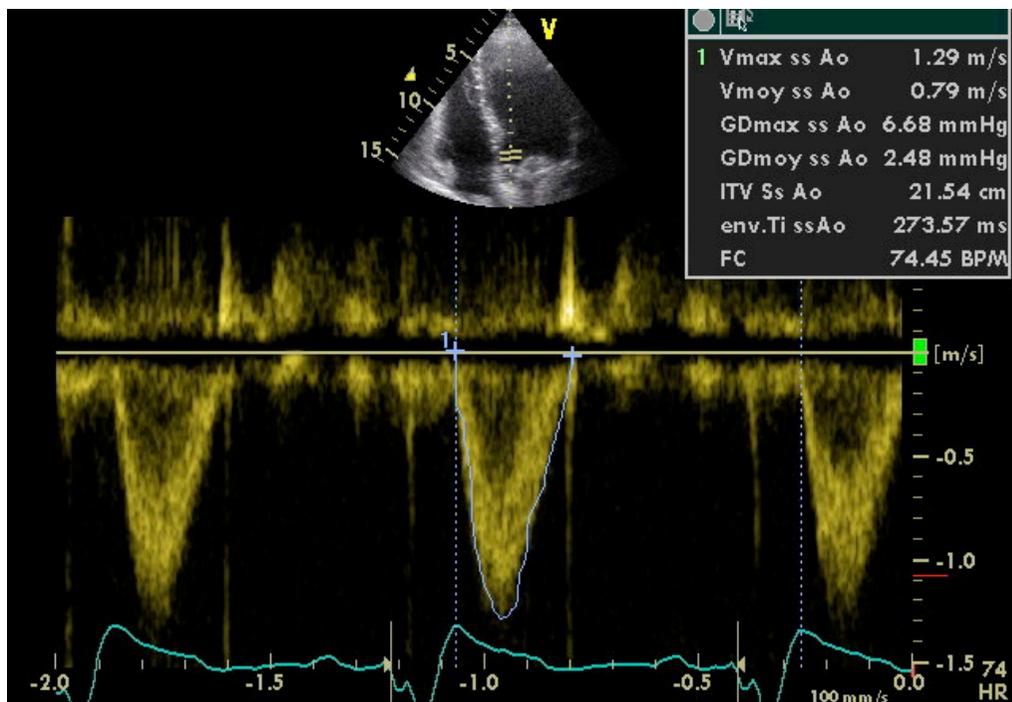
Analyse morphologique : remodelage, valvulopathie, IdM...

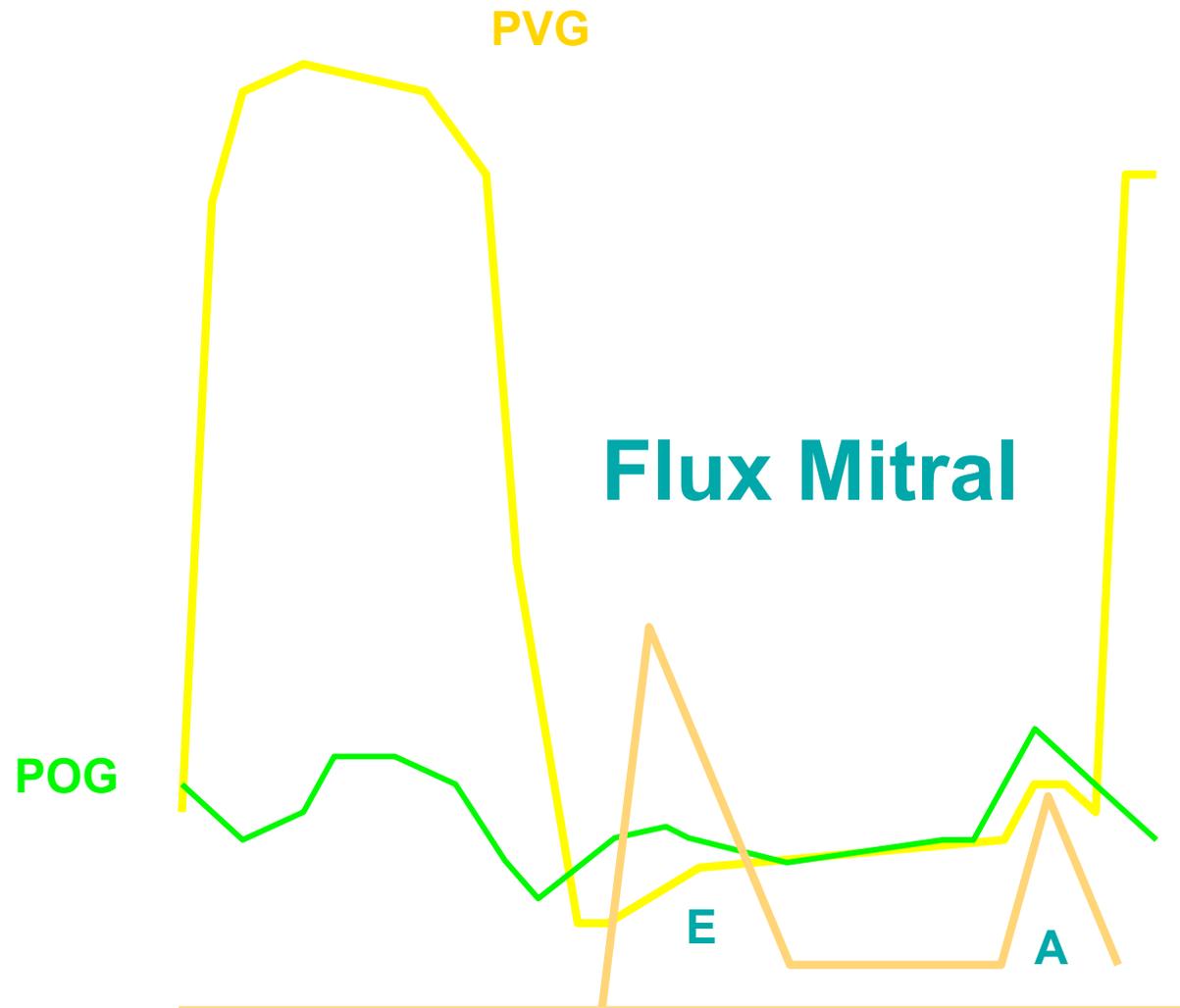


Analyse morphologique : remodelage, valvulopathie, IdM...



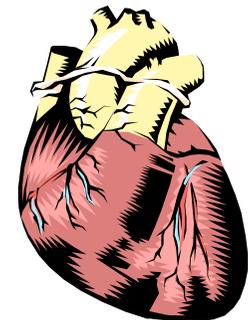


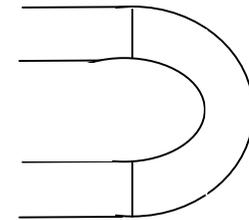
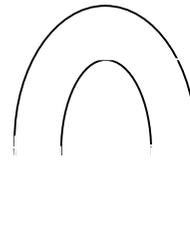
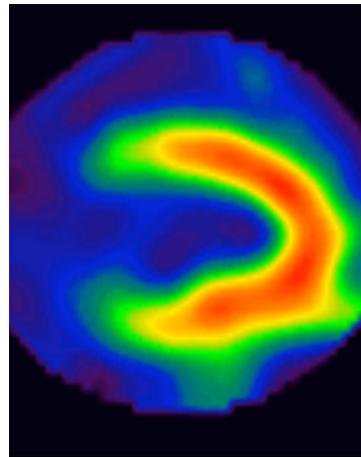
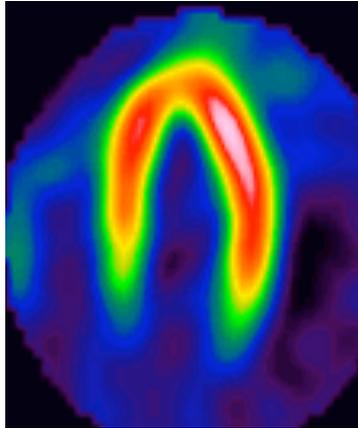
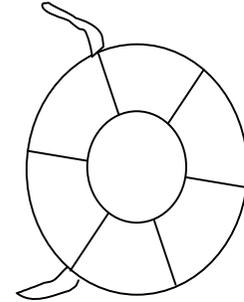
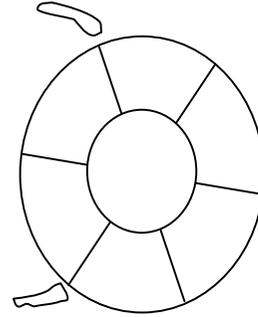
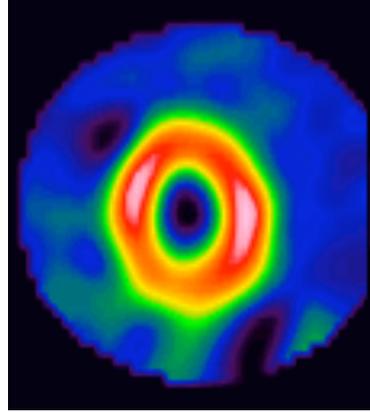
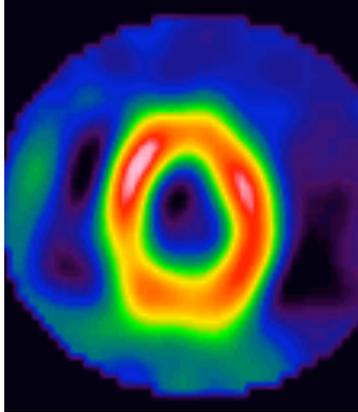




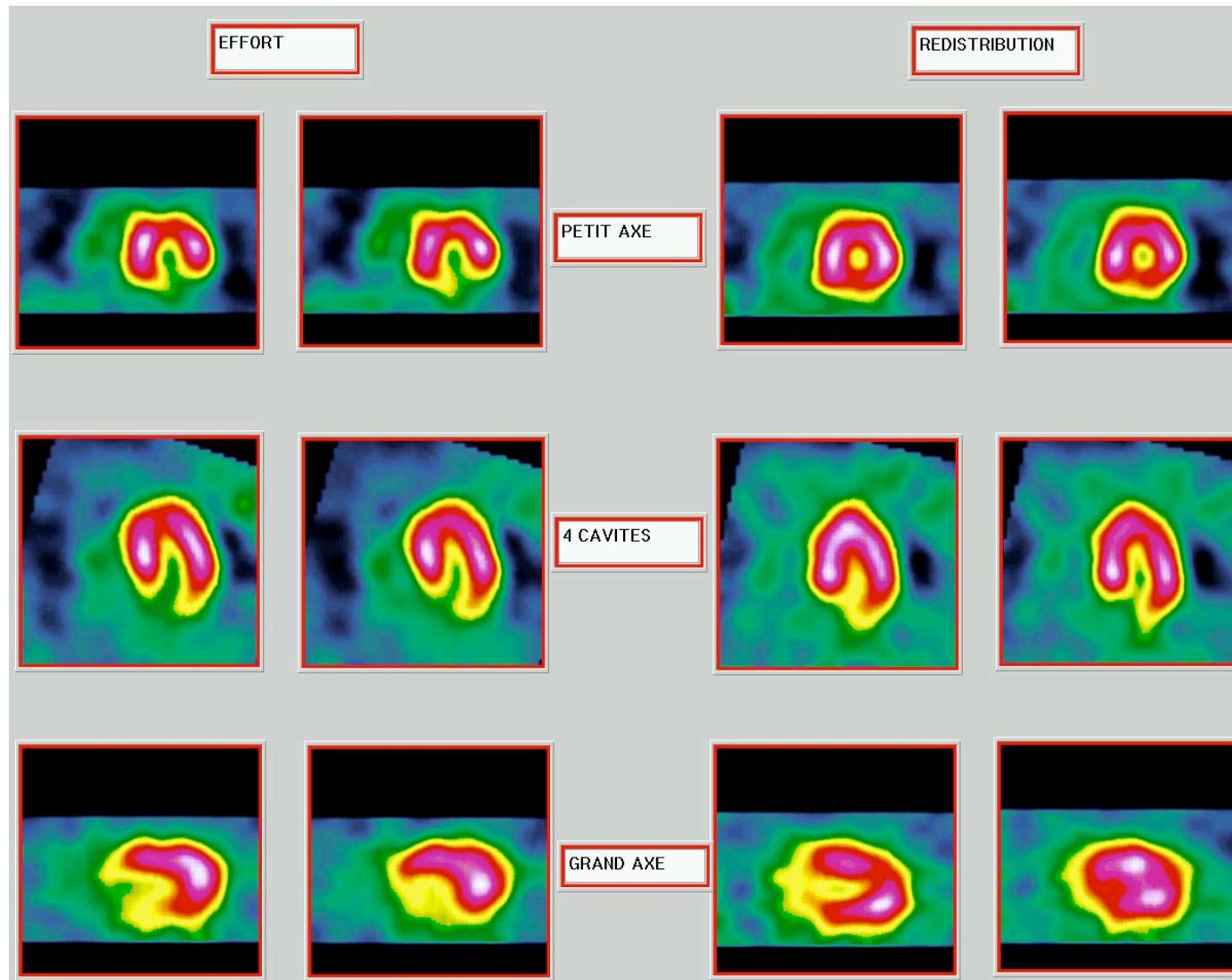
RECOMMANDATIONS EN CARDIOLOGIE NUCLEAIRE

- Recommandations de la SFC et de la SFMN de 2001 et 2002 (Manrique et al, Arch Mal Cœur) pour :
 - Les techniques de stress à l'effort ou pharmacologique
 - La quantification de la tomoscintigraphie myocardique SPECT et gated SPECT (VG à 17 segments, Cerqueira et al Circulation 2002) chez l'adulte et l'enfant

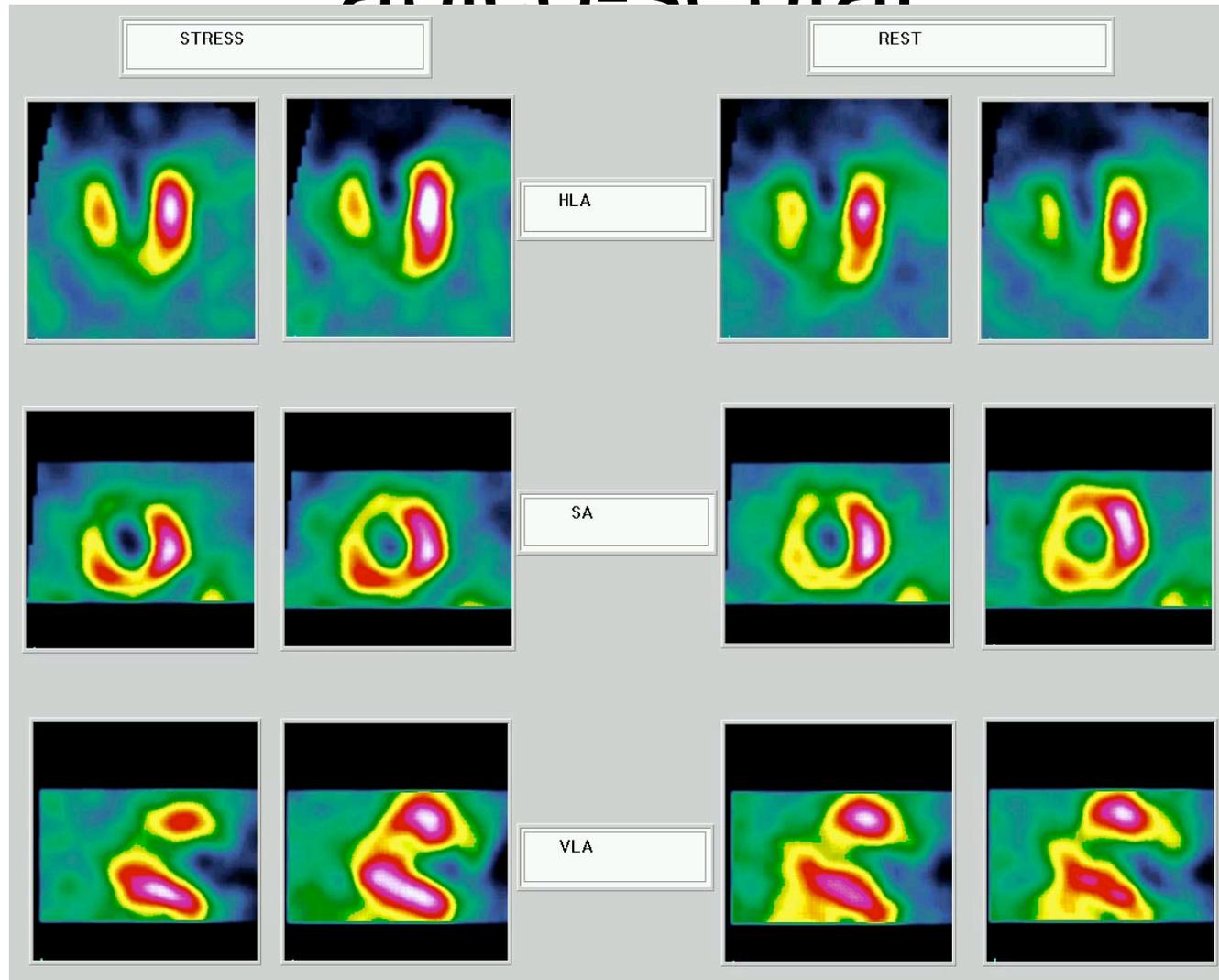


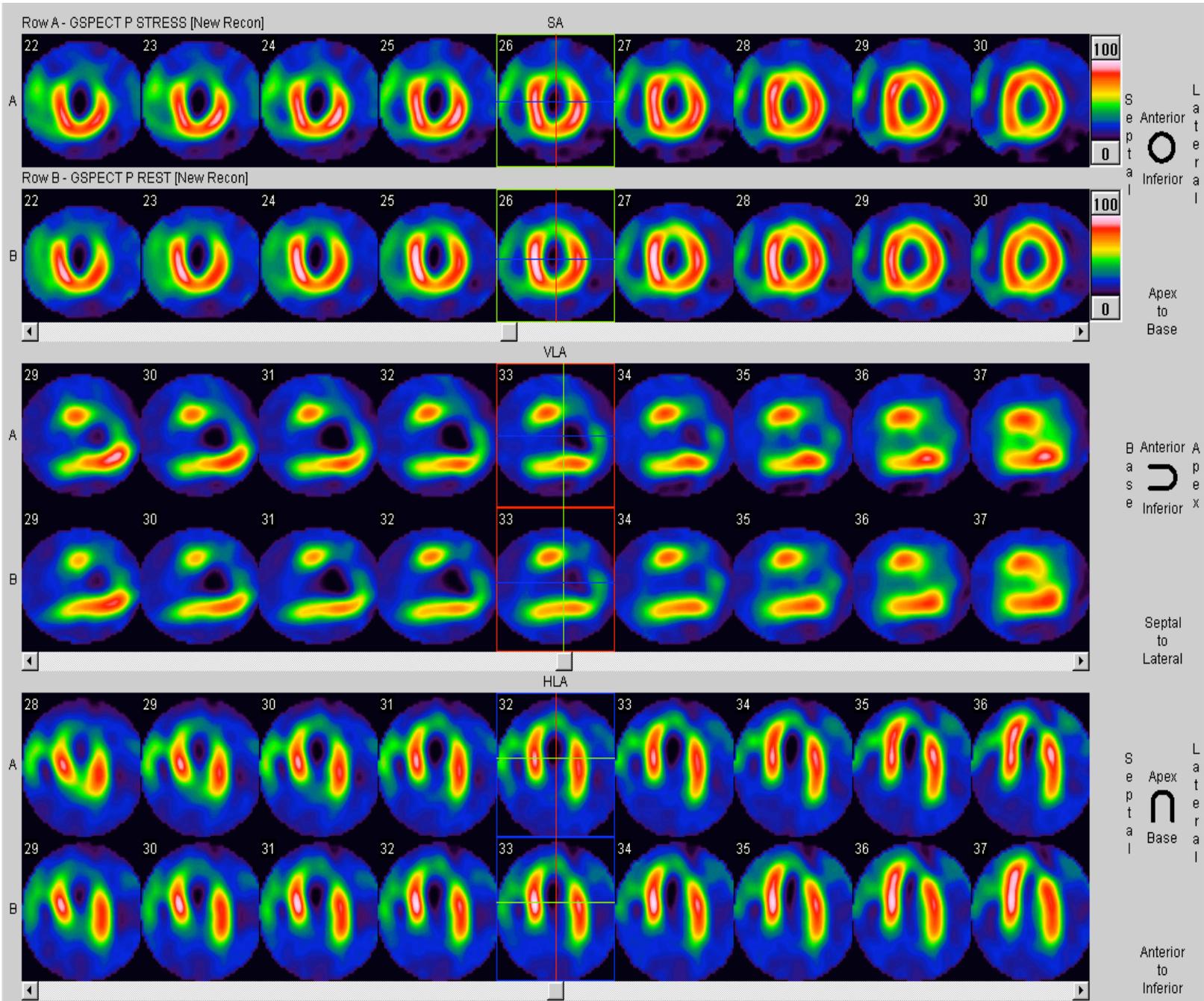


Ischémie inférieure



Infarctus du Myocarde antéro-anico-sental





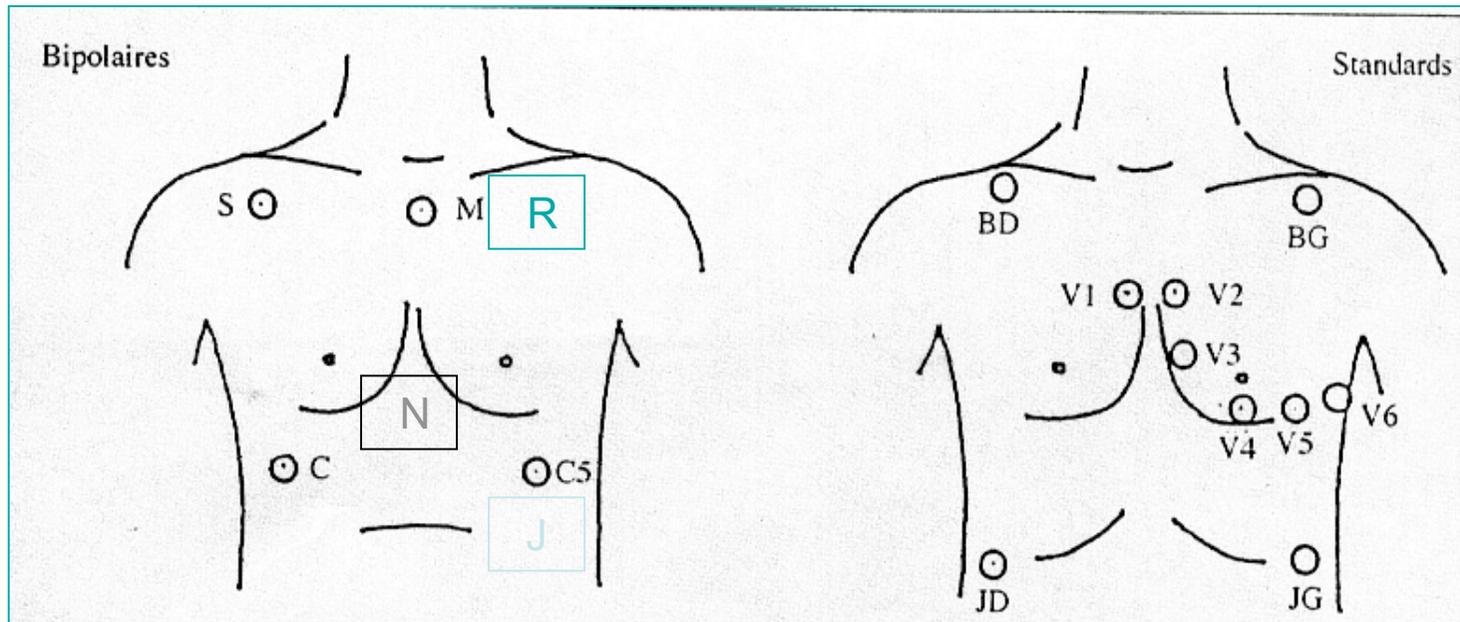
Épreuve d'effort

Différents protocoles d'évaluation de la capacité physique

FUNCTIONAL CLASS	CLINICAL STATUS	O ₂ COST ml/kg/min	METS	BICYCLE ERGOMETER	TREADMILL PROTOCOLS				METS					
NORMAL AND I	HEALTHY, DEPENDENT ON AGE, ACTIVITY			1 WATT = 6.1 Kpm/min FOR 70 KG BODY WEIGHT Kpm/min	BRUCE MODIFIED 3 min Stages MPH %GR		BRUCE 3 min Stages MPH %GR		NAUGHTON					
					6.0	22	6.0	22						
					5.5	20	5.5	20						
					5.0	18	5.0	18						
					56.0	16					16			
					52.5	15					15			
					49.0	14					14			
					45.5	13	1500	4.2			16	4.2	16	13
					42.0	12	1350					12		
					38.5	11	1200					11		
					35.0	10	1050	3.4			14	3.4	14	10
31.5	9	900					9							
28.0	8	750					8							
24.5	7	600	2.5	12	2.5	12	7							
21.0	6	450					6							
II	SEDENTARY HEALTHY			600					2	17.5	9			
									2	14.0	8			
III	LIMITED			450					2	10.5	6			
					1.7	10	1.7	10	2	7.0	5			
					1.7	5					2	3.5	4	
IV	SYMPTOMATIC			300	1.7	0			2	0	3			
					1.7	0			2	0	2			
				150					1	0	1			
											1			

Fletcher et al., Exercise standards for testing and training. Circulation 2001; 104: 1694-1740

Position des électrodes



- Faible valeur localisatrice des anomalies selon les électrodes
- V4 - V6 → 90 % détection

Critères d'arrêt d'une épreuve d'effort (1)

- ***Signes fonctionnels :***
 - Douleur ou gêne thoracique
 - Dyspnée inadaptée
 - Malaise
 - Signe clinique inhabituel

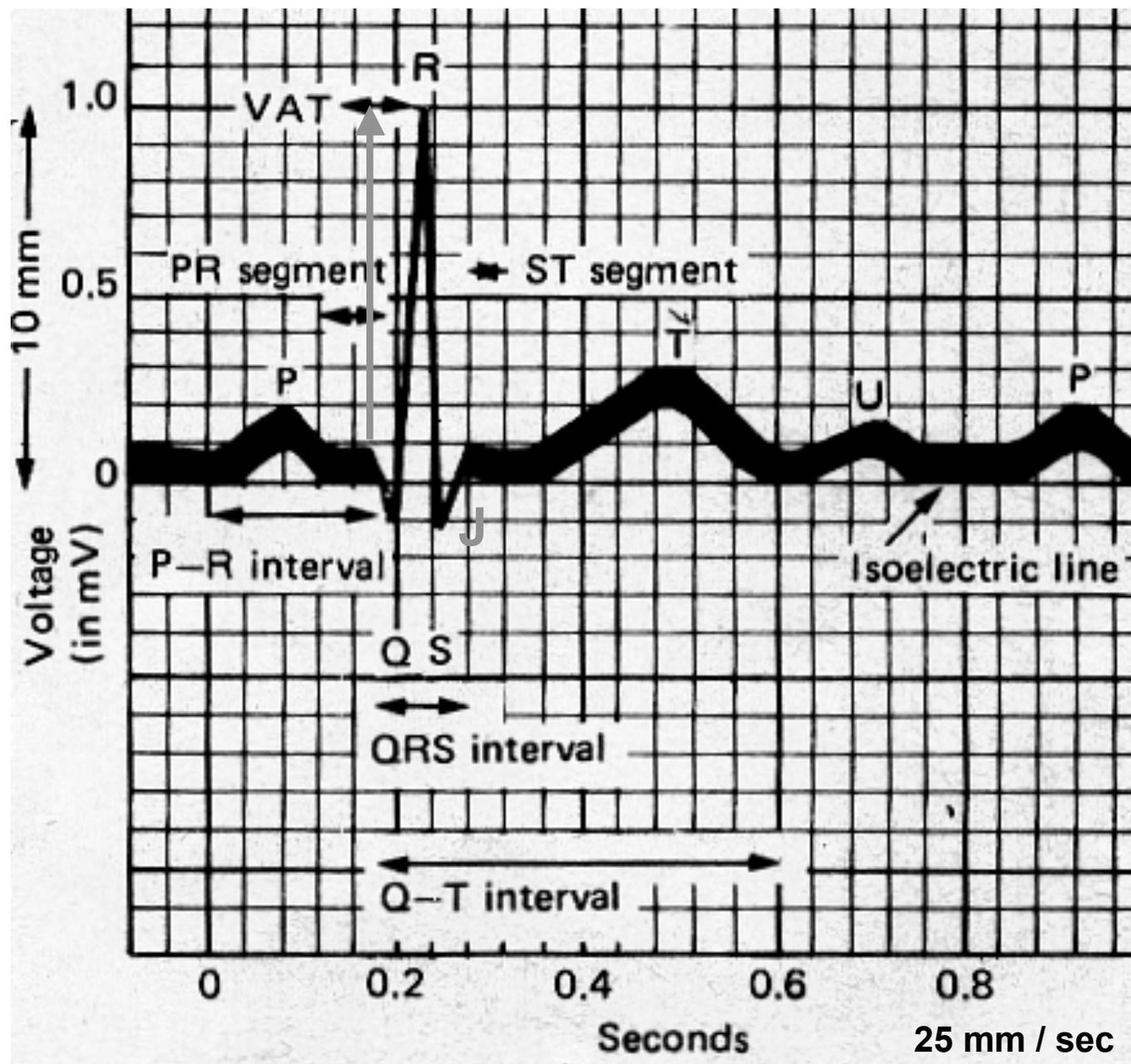
- ***Pression artérielle :***
 - Baisse PA systolique
 - Non ou faible élévation systolique (< 30 mm Hg)
 - PA systolique ou diastolique ++
trop élevée (PAS > 250mm Hg / PAD > 115 mm Hg)

- ***Anomalie ECG***
 - Repolarisation
 - Rythme
 - Conduction
 - Complexes QRS

- ***Mauvaise qualité ECG ou PA***

- ***Désir d'arrêt ou épuisement du sujet***

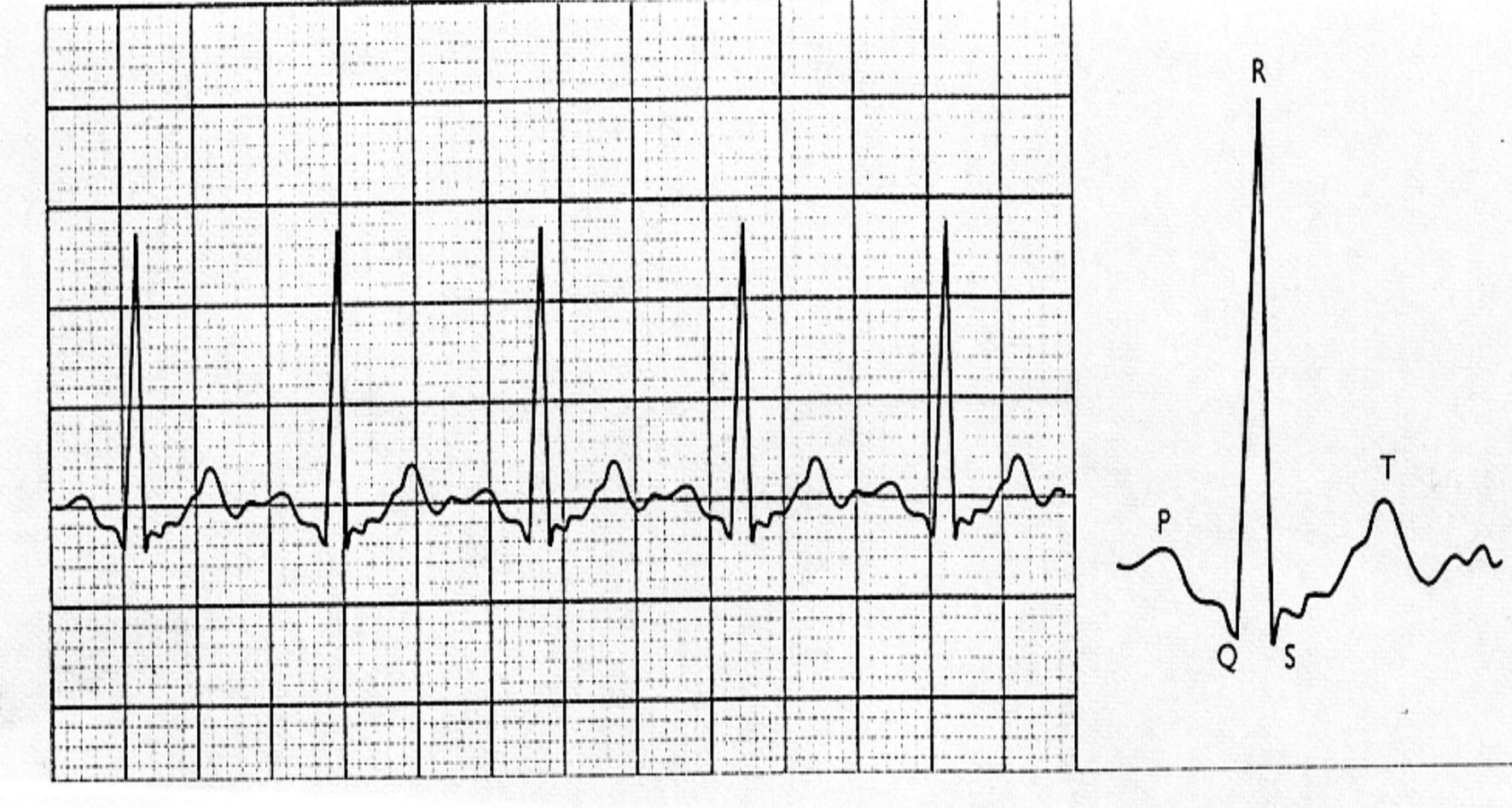
Nomenclature internationale de l'ECG



Évolution normale de l'ECG à l'effort (1)

<i>Onde P</i>	Amplitude augmente (D2-D3), se raccourcit ou non
<i>Espace PR</i>	Se raccourcit et pente descendante
<i>Complexe QRS</i>	Q change peu ou se creuse R augmente puis diminue (V5) S se creuse en contrepartie
<i>Point J</i>	S'abaisse (repolarisation précoce ++)
<i>Segment ST</i>	60 - 80 ms après J Ascension rapide
<i>Intervalle QT</i>	Se raccourcit
<i>Onde T</i>	Amplitude diminue, peut ré augmenter en fin effort, se normalise en 1 minute Anormales au repos → normalisation à l'effort Onde U ne change pas
<i>Arythmies</i>	Disparaissent ou ne s'aggravent pas
<i>FC</i>	> 85 % « FMT »

Évolution normale de l'ECG à l'effort (2)



Évolution anormale de l'ECG à l'effort (1)

Point J- Segment ST

Abaissement J et ST horizontal ou descendant $>$ ou $=$ 1 mm

Abaissement J et ST ascendant $>$ ou $=$ 1,5 mm

Élévation J et ST

Anomalie ST_{60} à 3,5 minutes de récupération

Pente $ST/FC > 2,4$ mV / bpm, index $ST / FC > 1,6$ (protocole adapté)

++

asymptomatique - Courbe ST-FC « horaire » en récupération

Onde T

Inversion des ondes T ou U

Complexe QRS

Q diminue

R augmente en fin d'effort et / ou s'allonge

Elargissement QRS

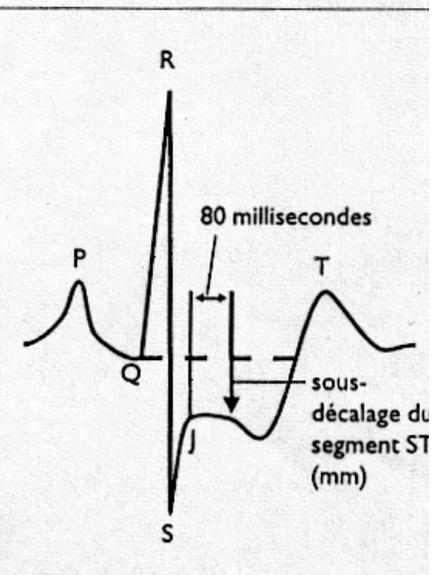
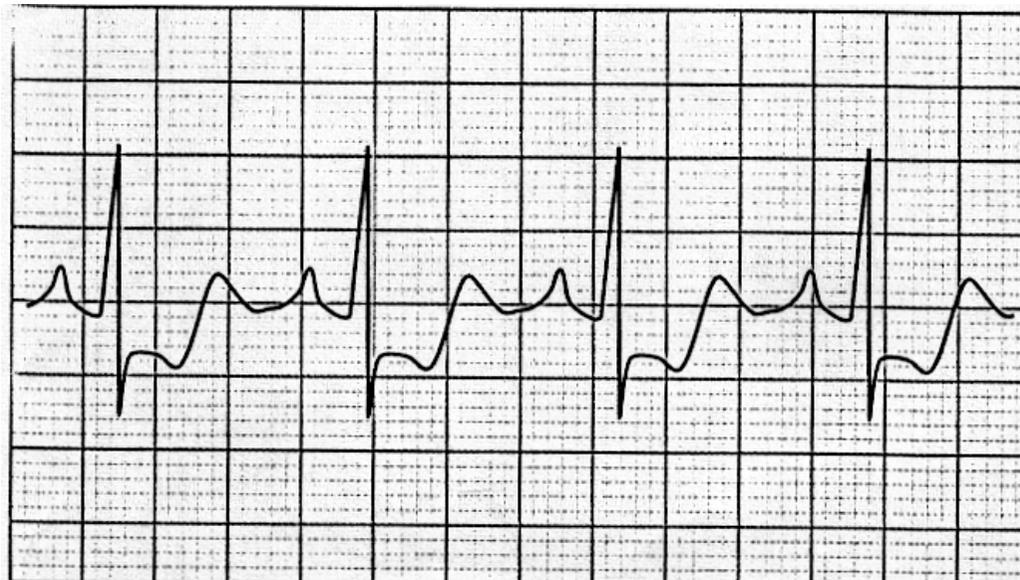
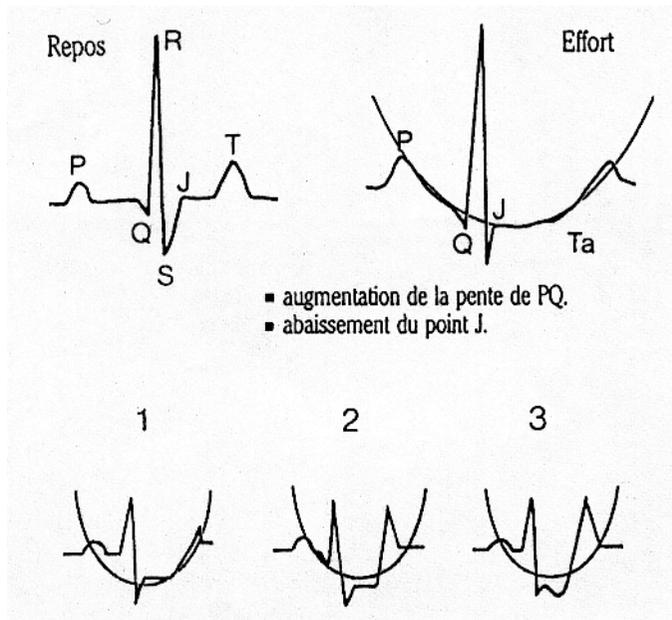
Onde P

« Bloquée » = bloc auriculo-ventriculaire d'effort

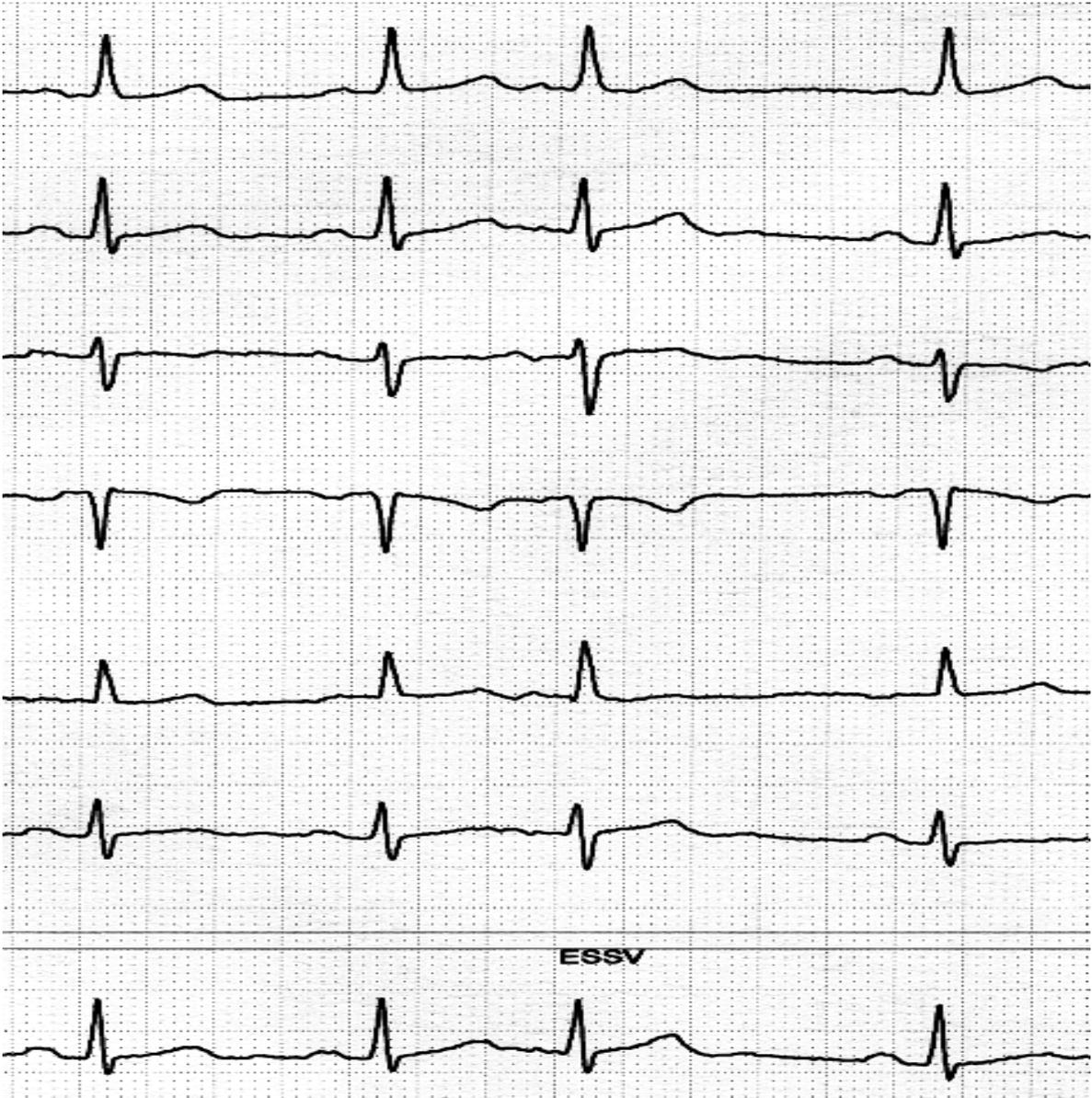
Intervalle QT

Allongement ou ne se raccourcit pas

Évolution anormale de l'ECG à l'effort (2)



Extrasystoles supraventriculaires



Extrasystoles ventriculaires (1)

➤ Monomorphes

➤ Isolées (+/-)

➤ Caractères :

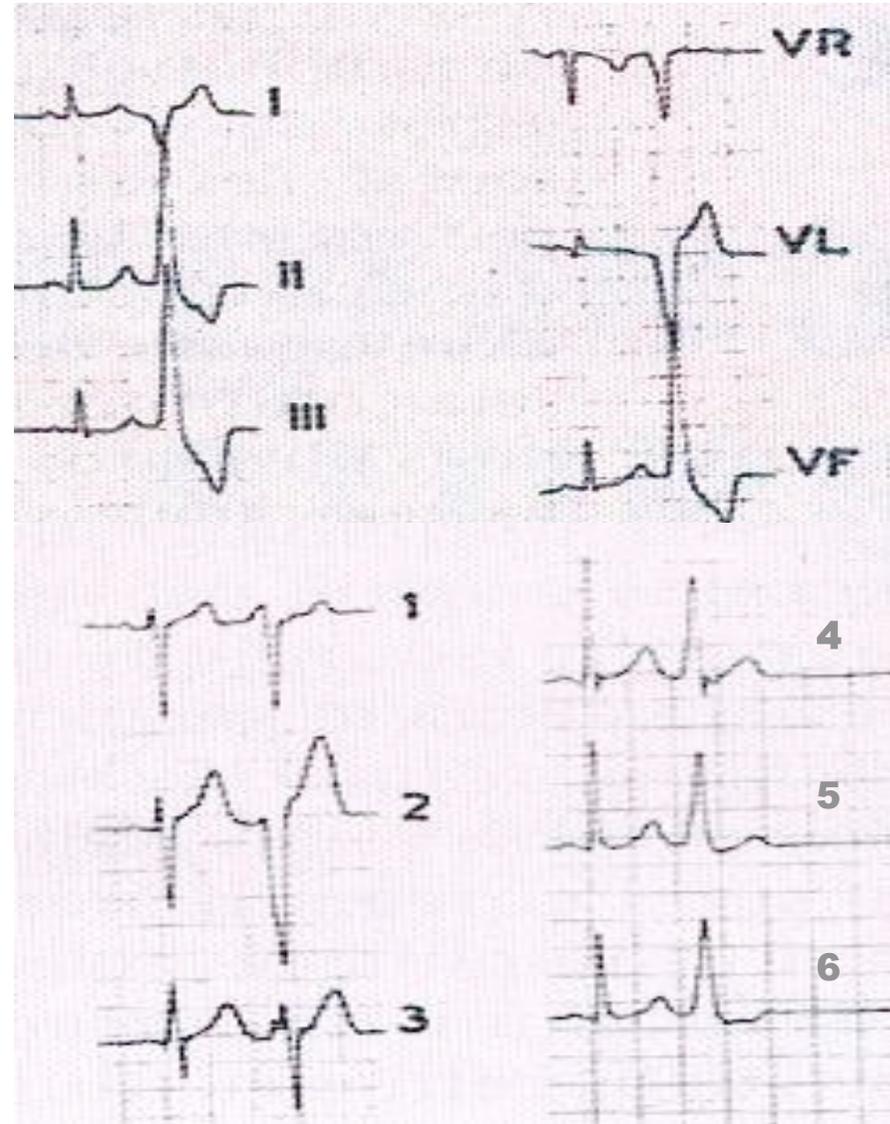
❖ *ample*

❖ *fine*

❖ *monophasique*

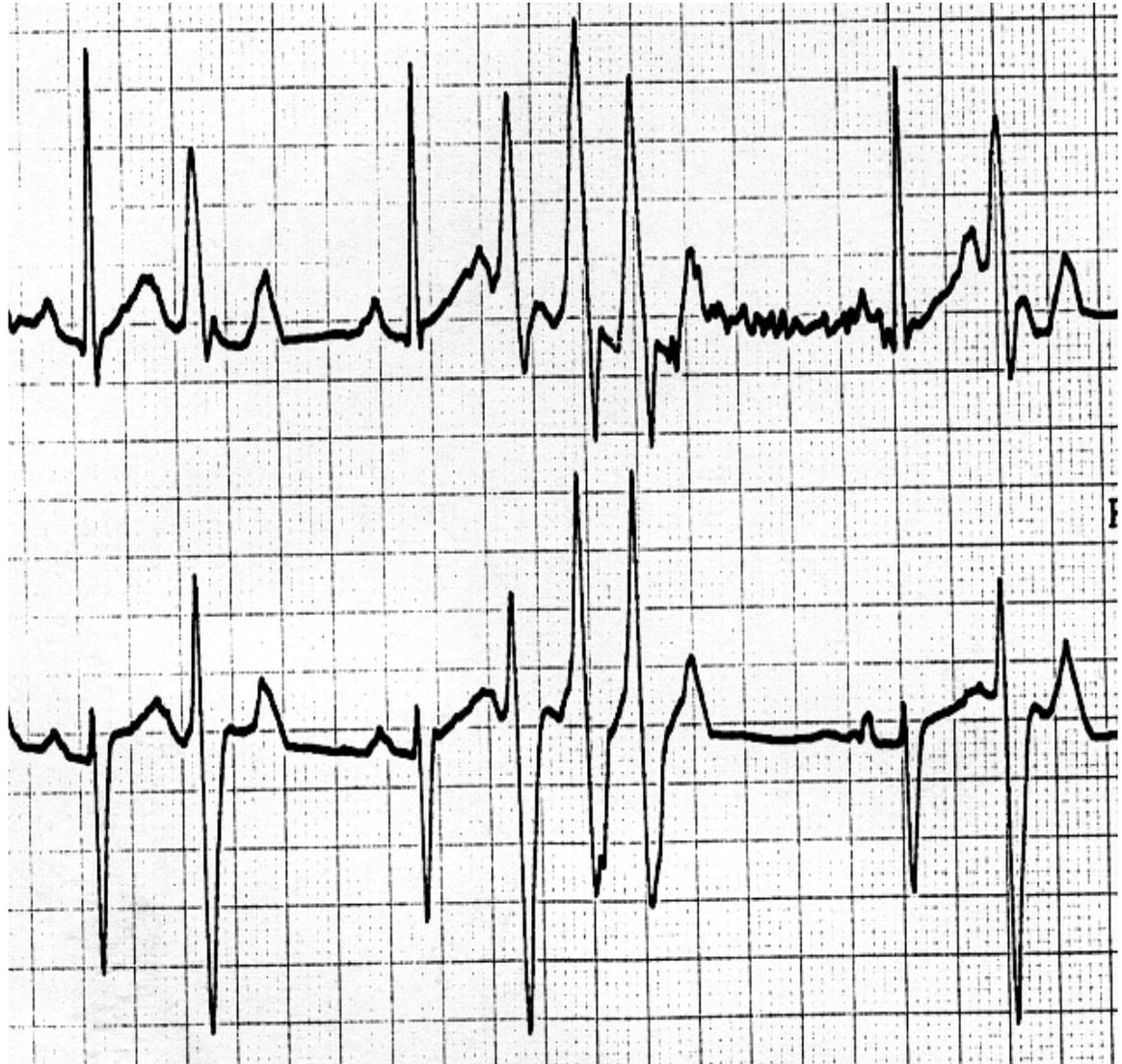
➤ Reste ECG normal

ESV type Rosenbaum →



Extrasystoles ventriculaires (2)

- **Caractères :**
 - ❖ *petites*
 - ❖ *larges*
 - ❖ *crochetées*
- **Répétitivité**
- **Polymorphes**
- **Nombre +/-**
- **Anomalies ECG associées**



**Évolution anormale
de l'ECG à l'effort**

