INTERET PRATIQUE DE L'EPREUVE D'EFFORT

A.W. KEDRA

Service d'Explorations Fonctionnelles - Hôpital Lariboisière

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthode****(s)*
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthode****(s)*
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT - *BUT*

BUT = EVALUATION DES MECANISMES D'ADAPTATION A L'EXERCICE MUSCULAIRE

- ***cardio-circulatoire :***
  - *modifications de l'ECG*
  - *profil tensionnel (PAS, PAD)*
  - *$\dot{V}O_2$ Max*
  - *autre : claudication intermittente …*
- ***respiratoire***
  - *ventilatoire*
  - *hématose*
- ***métabolique***

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthode****(s)*
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT

MATERIEL

- ***ergomètre***

  - vélo, tapis roulant, rameur, …

- ***électrocardiographe***

  - scope, enregistreur papier, …

- ***tensiomètre***

- ***autre :*** *pneumotachographe, analyseur gaz,…* $\rightarrow$ $\dot{V}O_2$ ***Max***

- ***chariot d'urgence***

  - drogues, O_2, défibrillateur, laryngoscope +, …

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(1)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(2)*

BICYCLETTE ERGOMETRIQUE - TABLEAU DE BORD

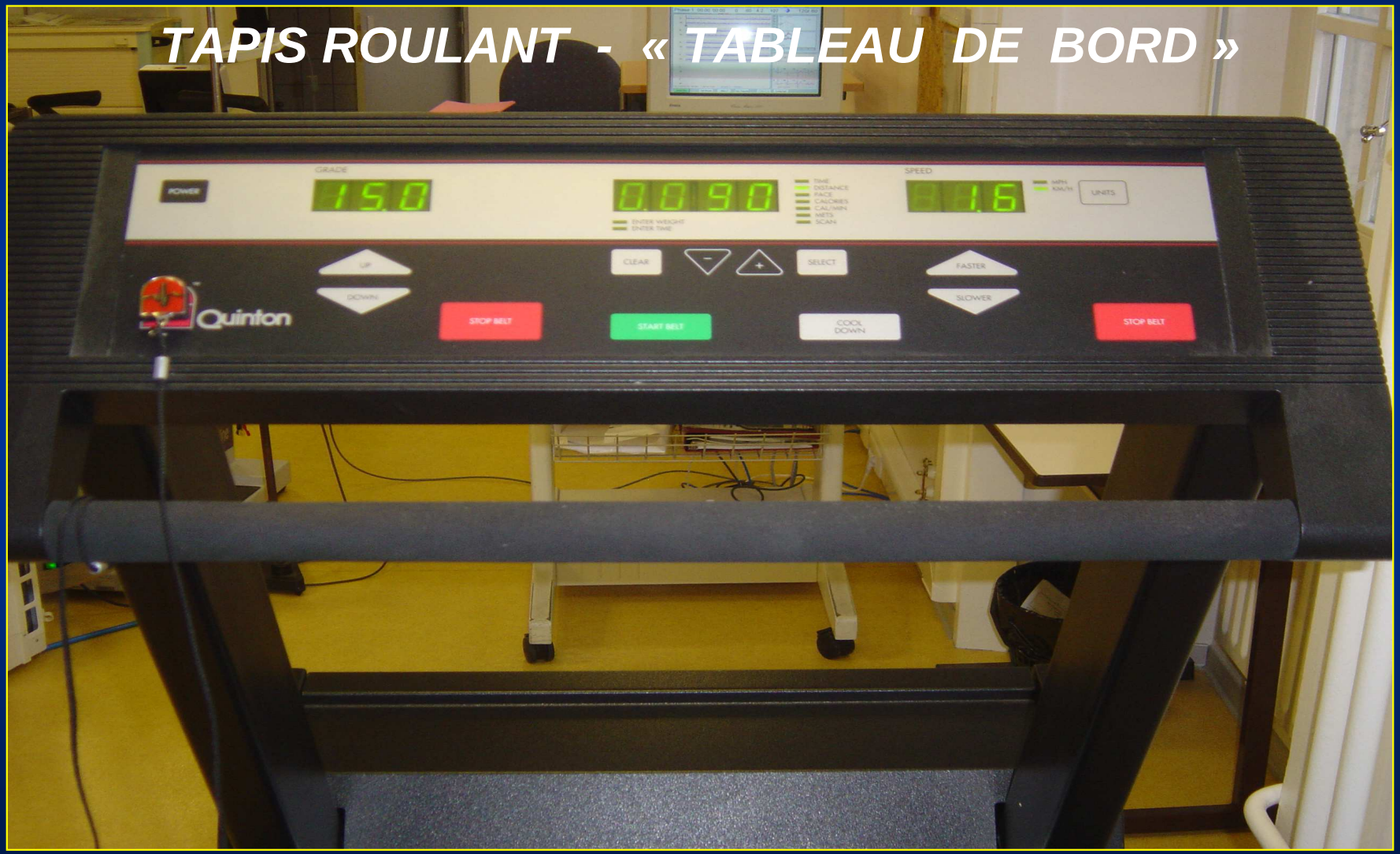
EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(3)*

BICYCLETTE ERGOMETRIQUE - TABLEAU DE BORD

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(4)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(5)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(6)*

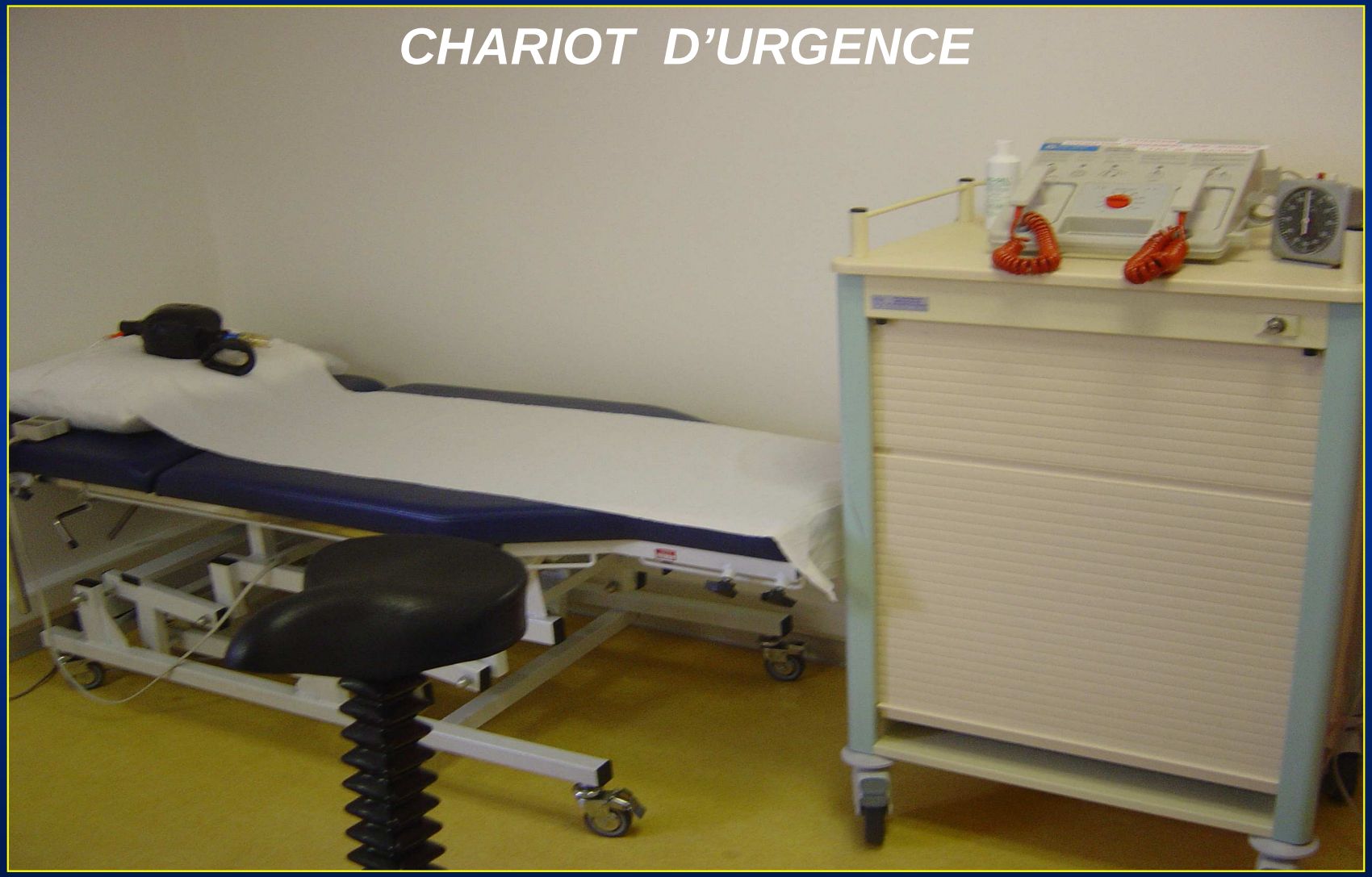


EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(7)*

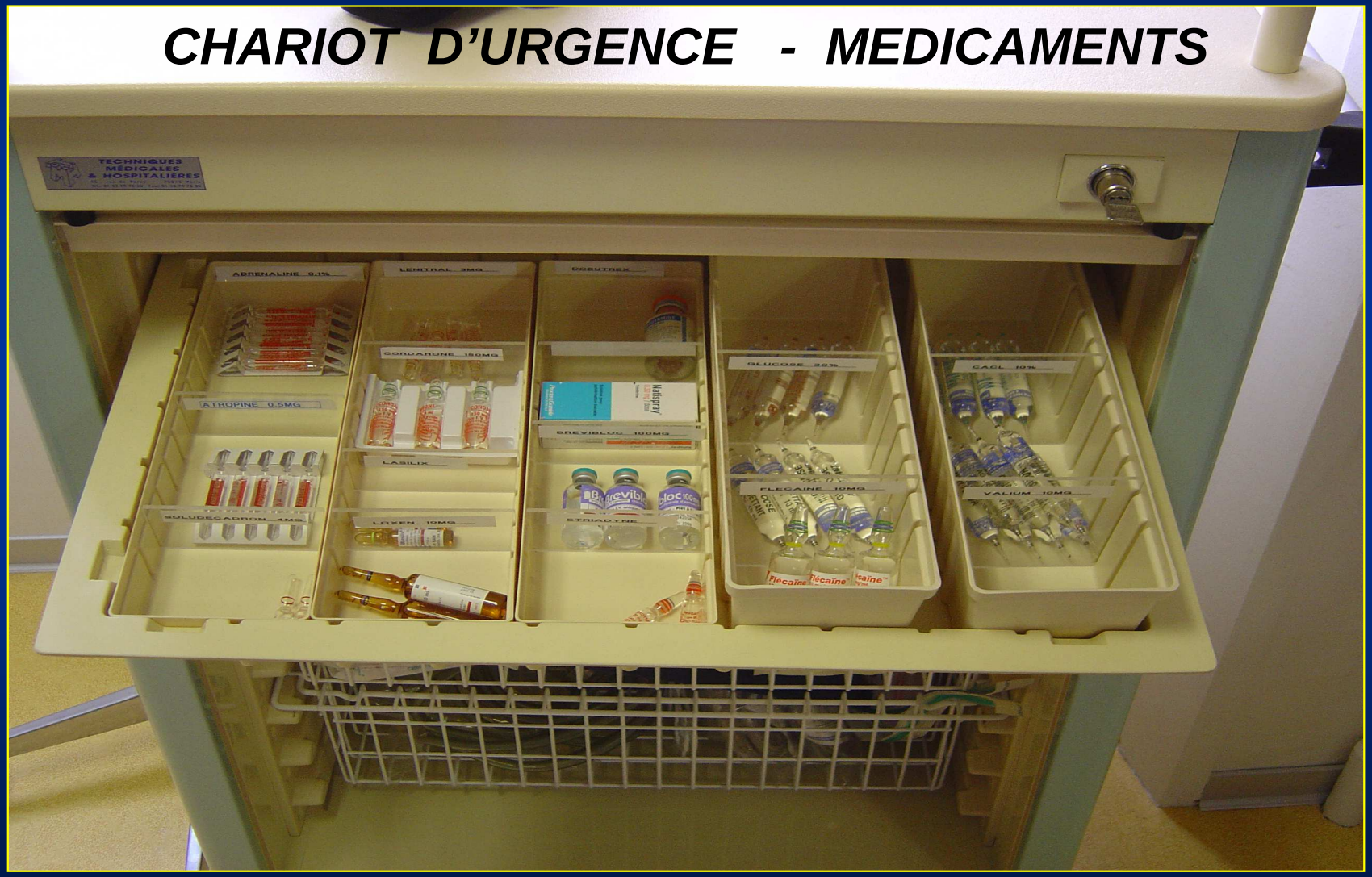
ECG - ECRAN DE SURVEILLANCE

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(8)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(9)*



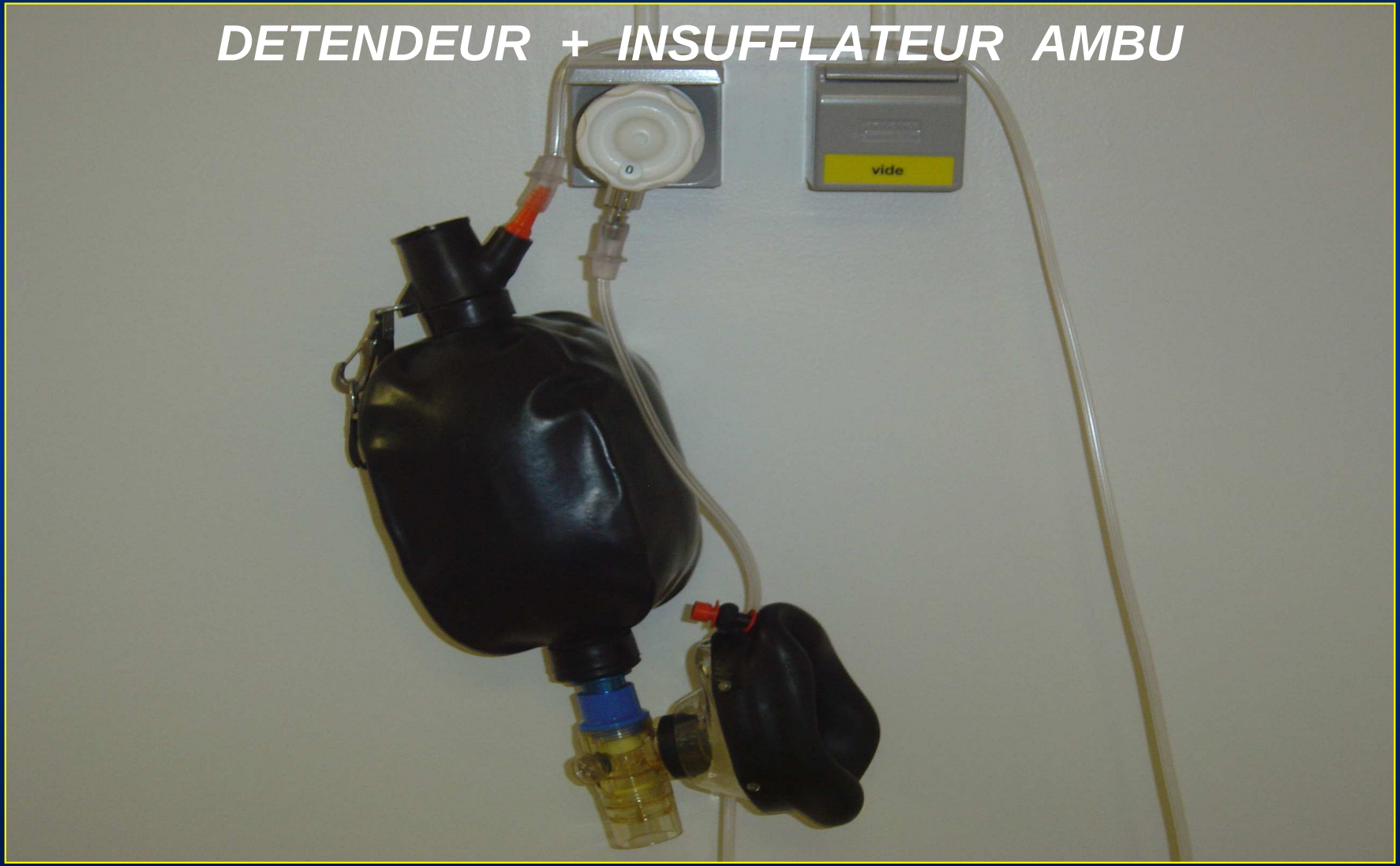
EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(10)*



EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(11)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(12)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(13)*



EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(14)*

MATERIEL D'INTUBATION *(LARYNGOSCOPE + CANULE)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(15)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(16)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(17)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(18)*

EPREUVE D'EFFORT - *MATERIEL* *(19)*

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthode(s)***
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT

METHODES

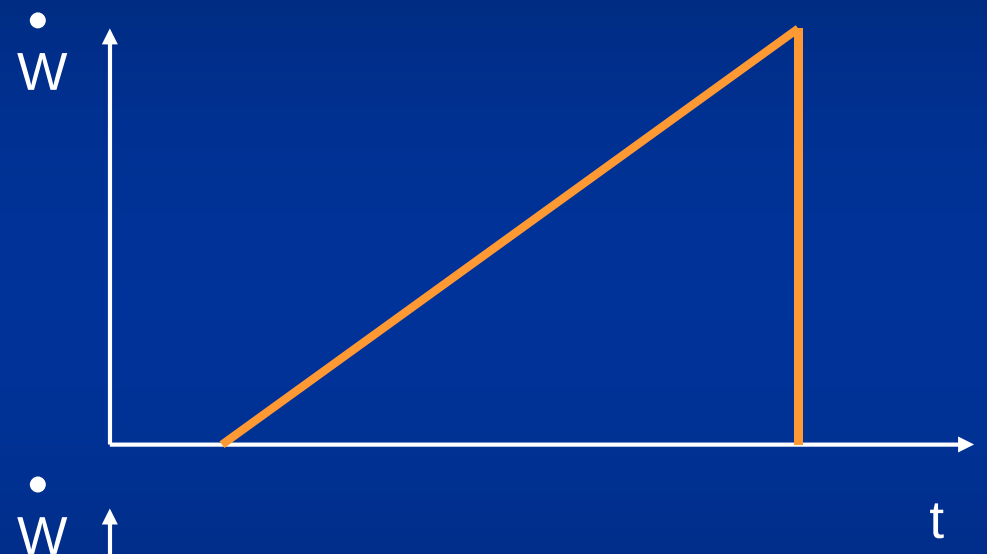
- ***type d'exercice musculaire dynamique***
  - ***triangulaire***
  - ***rectangulaire***
- ***protocoles***
  - *sur bicyclette ergométrique*
  - *sur tapis roulant*
- ***surveillance***
- ***motifs d'arrêt***

EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(1)*

EXERCICE MUSCULAIRE DYNAMIQUE

Types :

- ***triangulaire***



- ***rectangulaire***

EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(2)*

E.E. SUR BICYCLETTE

PROTOCOLES :

charge initiale / durée de paliers / incréments

- ***30W / 2 ou 3 min / 30W***
- ***60W / 2 ou 3 min / 30W***
- ***60W / 2 ou 3 min / 30W***
- *50W / 2 ou 3 min / 25W*
- *20W / 1 min / 10W*
- *autres (p.ex. rampe, épreuve abrupte, …)*

EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(3)*

E.E. SUR TAPIS ROULANT

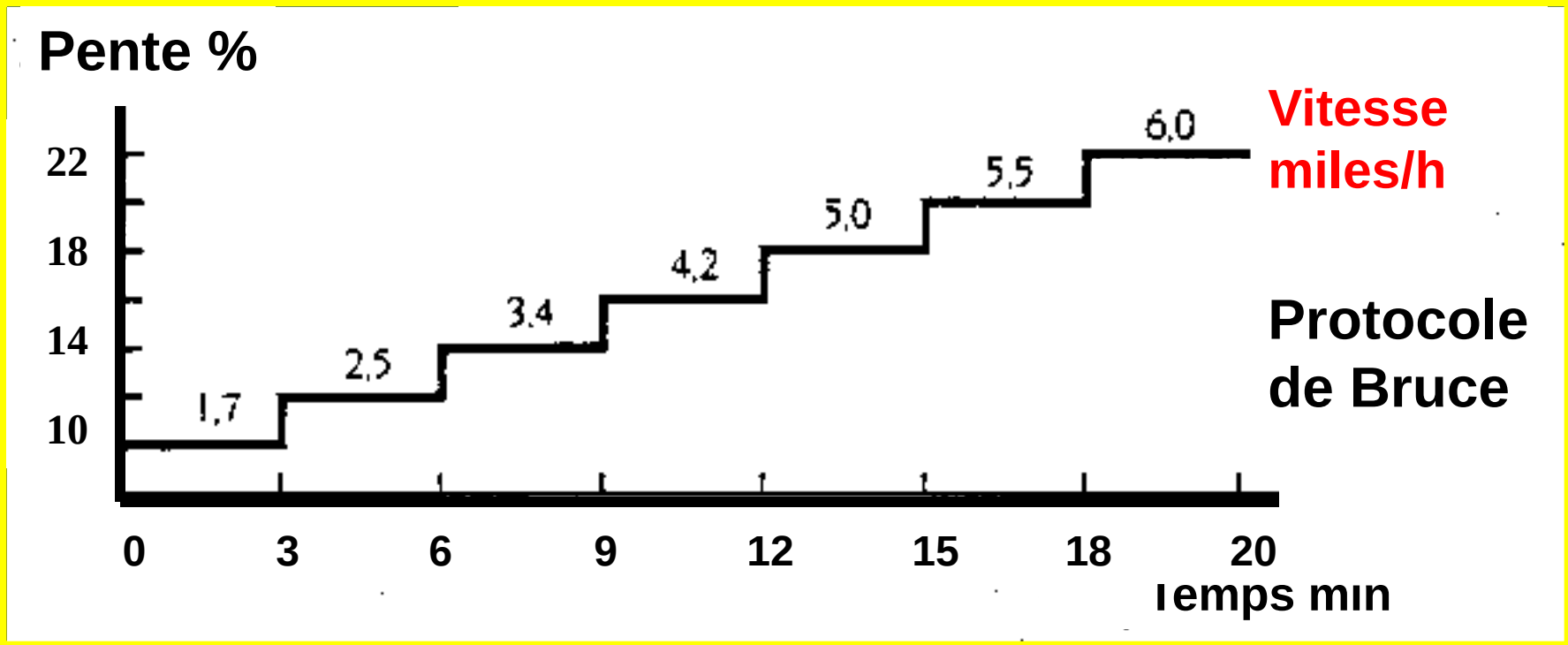
PROTOCOLES :

- ***Exercice triangulaire***
  - ***Bruce : pente et vitesse croissantes***
  - ***Balke : pente croissante, vitesse constante***
  - ***Autres …***
- ***Exercice rectangulaire***
  - ***Epreuve de Strandness*** *(pente 10%, V 3,2 km/h)*

EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(4)*

E.E. SUR TAPIS ROULANT

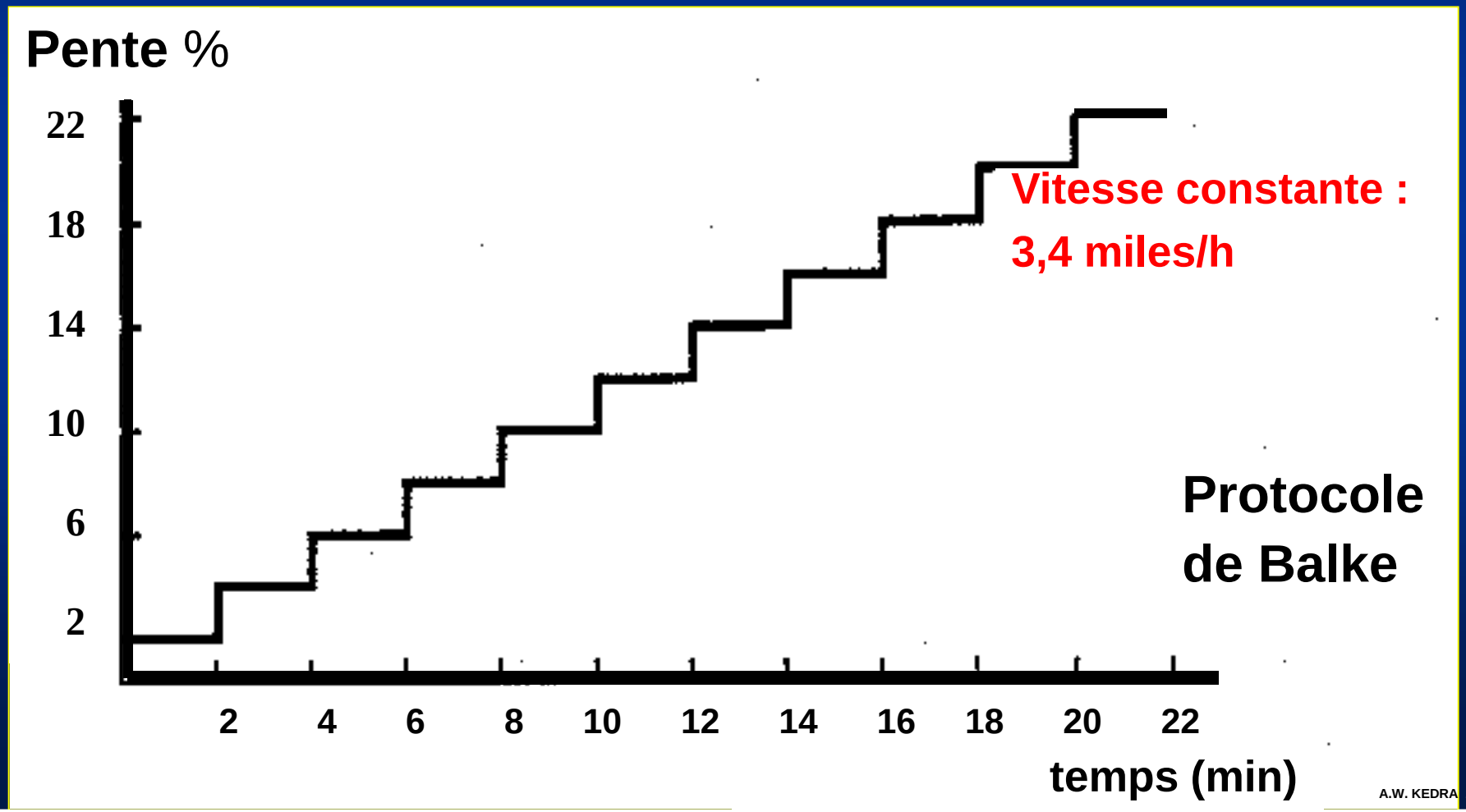
(PROTOCOLE DE BRUCE)



EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(5)*

E.E. SUR TAPIS ROULANT

(PROTOCOLE DE BALKE)



EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(6)*

E.E. - SURVEILLANCE

- ***clinique***
- ***élecrocardiographique***
- ***tensionnelle***

*ceci qu'elle que soit le but de l'EE **

* ***sauf épreuve de Strandness***

EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(7)*

E.E. - MOTIFS D'ARRET *(A)*

- ***épuisement musculaire***
- ***dyspnée***
- ***impossibilité de pédaler (marcher)***
- ***intense douleur angineuse***
- ***signes ECG d'ischémie***

.../...

EPREUVE D'EFFORT - *METHODE(S)* *(8)*

E.E. - MOTIFS D'ARRET *(B)*

- ***troubles du rythme grave (ventriculaire, auric. …)***
- ***chute de la PA***
- ***pic hypertensif (PAS > 270, PAD > 130 mm Hg)***
- ***autres …***

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthodes***
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(1)*

INTERET(S) PRATIQUE(S) DE L'E.E.

→ ***Nombreuses situations, différentes spécialités***

- ***cardiologie***
- ***angiologie***
- ***pneumologie***
- ***autres spécialités …***

- ***médecine du sport***

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(2)*

INTERET(S) PRATIQUE(S) DE L'E.E.

- ***EN CARDIOLOGIE :***
  - ***coronaropathie*** *(ECG d'effort , évent. + TSM, + ETT)*
  - ***troubles du rythme*** *(ECG d'effort)*
  - ***insuffisance cardiaque*** *(ECG d'effort + $\dot{V}O_2$ Max)*
  - ***HTA*** *(ECG d'effort)*

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(3)*

INTERET(S) DE L'E.E. EN CARDIOLOGIE *(A)*

- ***CORONAROPATHIE :***
  - ***diagnostic*** *(maladie inconnue jusqu'à lors)*
  - ***évaluation des traitements :***
    - ***médical***
    - ***angioplastie coronaire*** *(ATL ou APC)*
    - ***pontage aorto-coronaire*** *(PAC)*
  - ***tolérance fonctionnelle*** → *évolutivité, …*
  - ***rééducation*** *(après IDM, après PAC, …)*

→ ***intérêt thérapeutique*** *de l'exercice musculaire*

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(4)*

INTERET(S) DE L'E.E. EN CARDIOLOGIE *(B)*

- ***RYTHMOLOGIE*** *(troubles du rythme)* ***:***
  - ***hyperexcitabilités :***
    - ***auriculaire***
    - ***ventriculaire***
  - ***blocs auriculo-ventriculaires (BAV)***
  - ***autres :***
    - ***syndrome WPW***
    - ***syndrome QT long***
    - ***recherche d'insuffisance chronotrope***
    - ***évaluation fonctionnement pacemaker***
    - ***…***

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(5)*

INTERET(S) DE L'E.E. EN CARDIOLOGIE *(C)*

- ***INSUFFISANCE CARDIAQUE***

  (ECG d'effort couplée à la mesure de la $\dot{V}O_2$ ***Max****) :*

  - ***Evaluation :***
    - ***degré de la défaillance cardiaque***
      - *classification de Weber et Janicki*
    - ***traitements :***
      - *médical*
      - *réadaptation*
      - *résynchronisation (stimulation multisite)*
      - *transplantation*

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(6)*

INTERET(S) DE L'E.E. EN CARDIOLOGIE *(D)*

- ***HYPERTENSION ARTERIELLE*** *(HTA)*

  PROFIL PA : *EFFORT & RECUPERATION*

  - ***Epreuve « diagnostique »***
  - ***Evaluation des traitements***

EPREUVE D'EFFORT - *INDICATIONS* *(7)*

INTERET(S) DE L'E.E. EN ANGIOLOGIE

- ***ARTERIOPATHIE OBLITERRANTE DES M.Inf.***
  (Epreuve de Strandness sur tapis roulant)
  - ***Epreuve diagnostique*** *(chute PAS distale)*
  - ***Mesure du périmètre de marche***
  - ***Evaluation des traitements***

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthodes***
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT - *CONTRE - INDICATIONS*

EE - CONTRE INDICATIONS ABSOLUES (1)

- ***SCA : IDM récent (3–5 jours) ou angor instable***
- ***sténose serrée <u>connue</u> du tronc commun CG***
- ***troubles du rythme graves non contrôlés***
- ***rétrécissement aortique serré symptomatique***
- ***insuffisance cardiaque non contrôlée***

.../...

EPREUVE D'EFFORT - *CONTRE – INDICATIONS*

EE - CONTRE INDICATIONS ABSOLUES (2)

- ***embolie pulmonaire, phlébite en évolution***
- ***myocardite, péricardite, endocardite évolutives***
- ***thrombus intra VG post IDM surtout si mobile***
- ***incapacité ou refus du patient***

EPREUVE D'EFFORT - *CONTRE – INDICATIONS*

EE - CONTRE INDICATIONS RELATIVES (1)

- ***sténose valvulaire modérée***
- ***HTA ou HTAP sévères***
- ***importantes anomalies électrolytiques***
- ***CMH et CMO***

.../...

EPREUVE D'EFFORT - *CONTRE – INDICATIONS*

EE - CONTRE INDICATIONS RELATIVES (2)

- *anévrysme du VG*
- *BAV de haut degré*
- *maladies générales évolutives*
- *non - coopération du patient*

EPREUVE D'EFFORT

PLAN

- ***But de l'épreuve d'effort*** *(E.E.)*
- ***Matériel***
- ***Méthodes***
- ***Intérêt pratique*** *(clinique)* ***: indications***
- ***Contre – indications***
- ***Résultats***

EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(1)*

RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

- ***EVOLUTION :***
  - ***F.C.***
  - ***clinique***
  - ***électrocardiographique***
  - ***$\dot{V}O_2$ Max***
  - ***ventilatoire***
  - ***gazométrique***
  - ***autre*** *(p.ex. PAS à la cheville)*

EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(2)*

RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

- ***EVOLUTION DE LA F.C. :***
  - ***test maximal :*** *FCMT atteinte (220 – l'âge)*
  - ***test sous maximal <u>significatif</u> :*** *<u>≥</u> 85% FCMT*
  - ***test sous maximal <u>non significatif</u> :*** *< 85% FCMT*

EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(3)*

RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

- ***EVOLUTION CLINIQUE :***
  - ***test positif :*** ***déclanchant LE symptôme (angor)***
  - ***test litigieux :*** ***symptôme OUI MAIS pas typique***
  - ***test négatif :*** ***asymptomatique***

EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(4)*

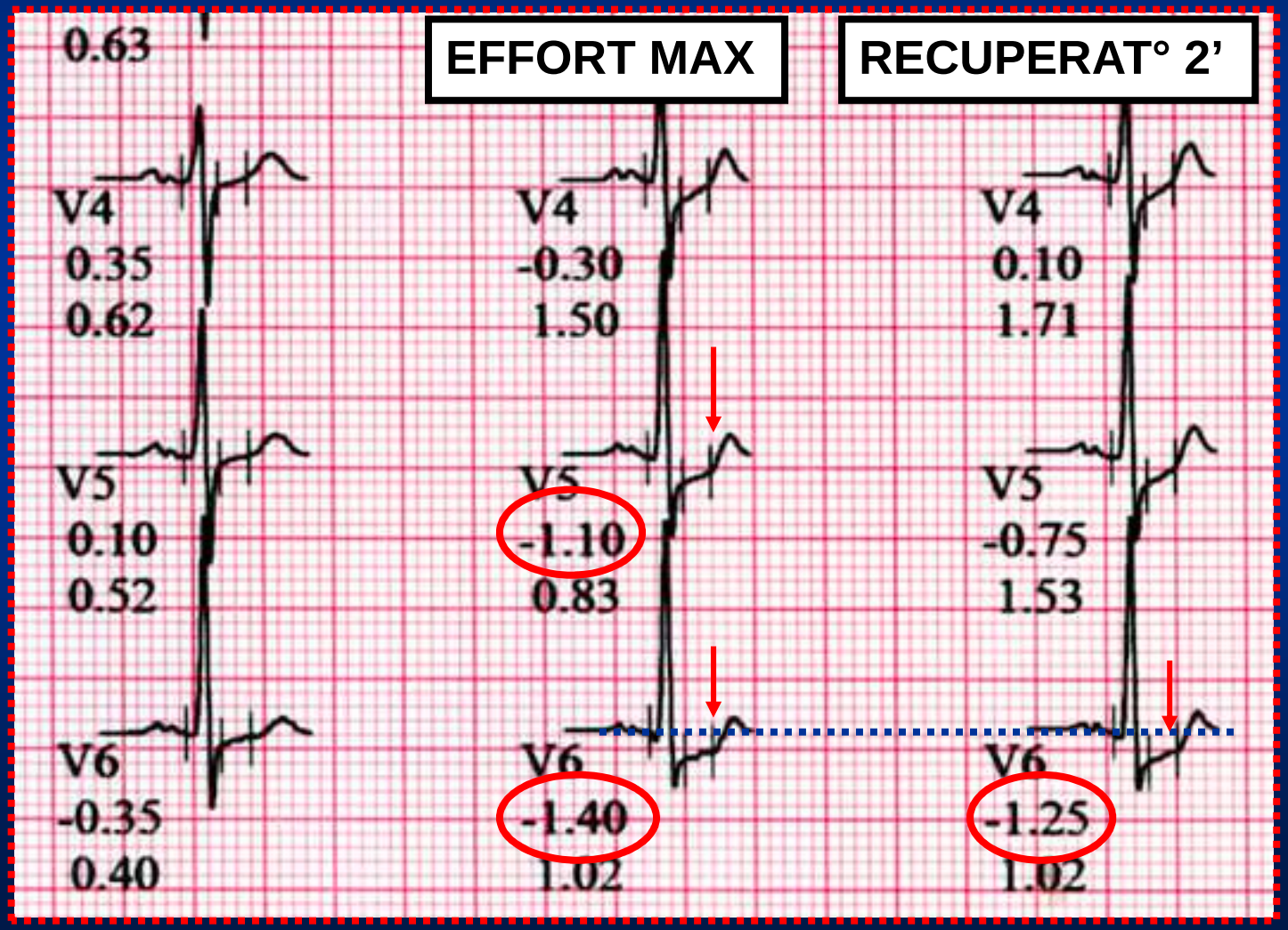
RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

EVOLUTION ELECTROCARDIOGRAPHIQUE *(A)*

- ***Recherche d'ischémie myocardique :***
  - ***test positif :***
    - ***sous décalage ST*** *: horizontal, descendant ou ascendant* ***MAIS >*** *1 mm (80 ms après J)*
    - ***sus décalage ST*** *> 2 mm (80 ms …,* ***hors IDM****)*
  - ***test litigieux :*** *modifications « limites » ST*
  - ***test négatif :*** *absence de modification significative*

EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(5)*

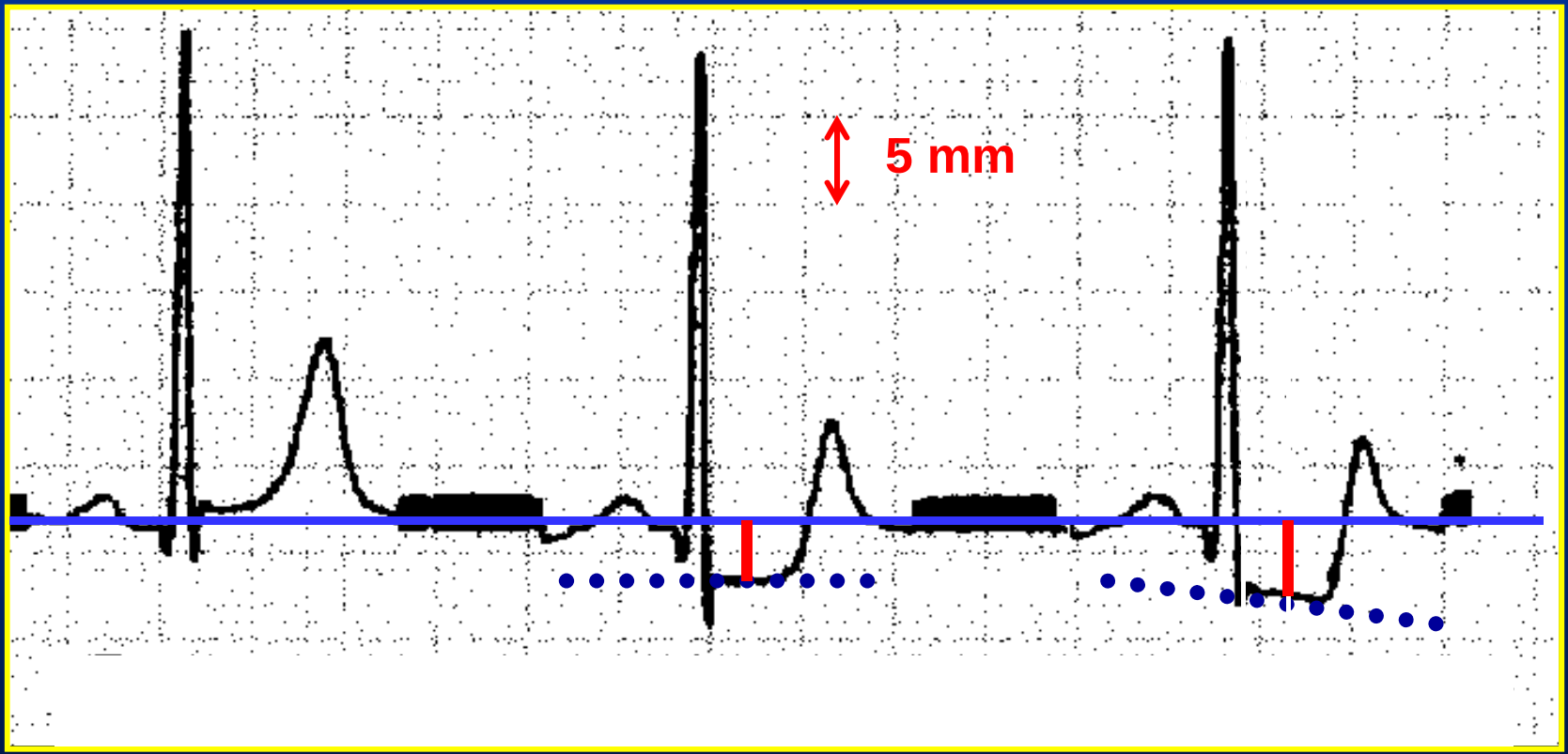
SOUS DECALAGE ASCENDANT ST > 1 mm



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(6)*

SOUS – DECALAGE ISCHEMIQUE DU ST

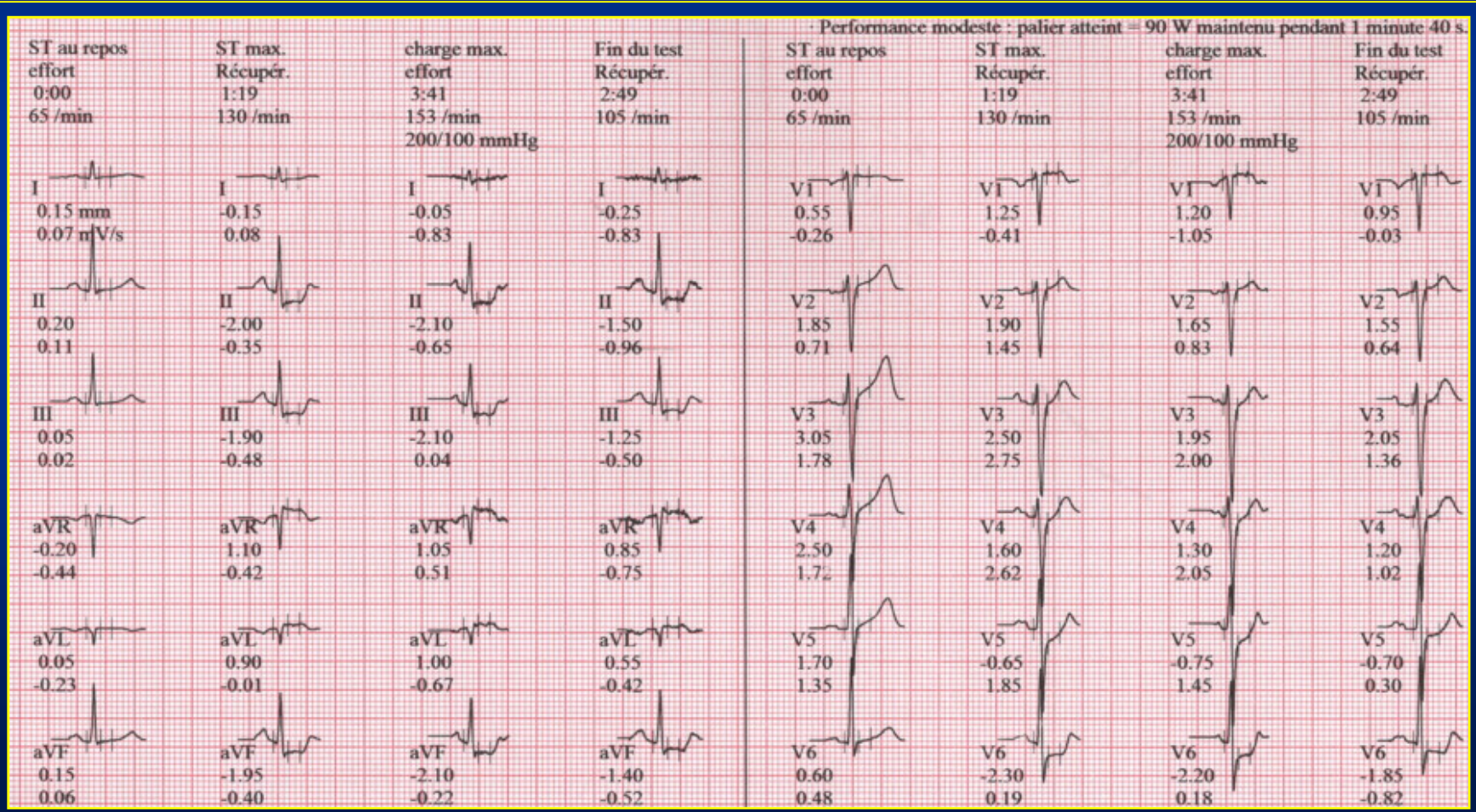
Type horizontal *et/ou* ***descendant***



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(7)*

SOUS – DECALAGE ISCHEMIQUE DU ST

Type horizontal puis descendant à la récupération

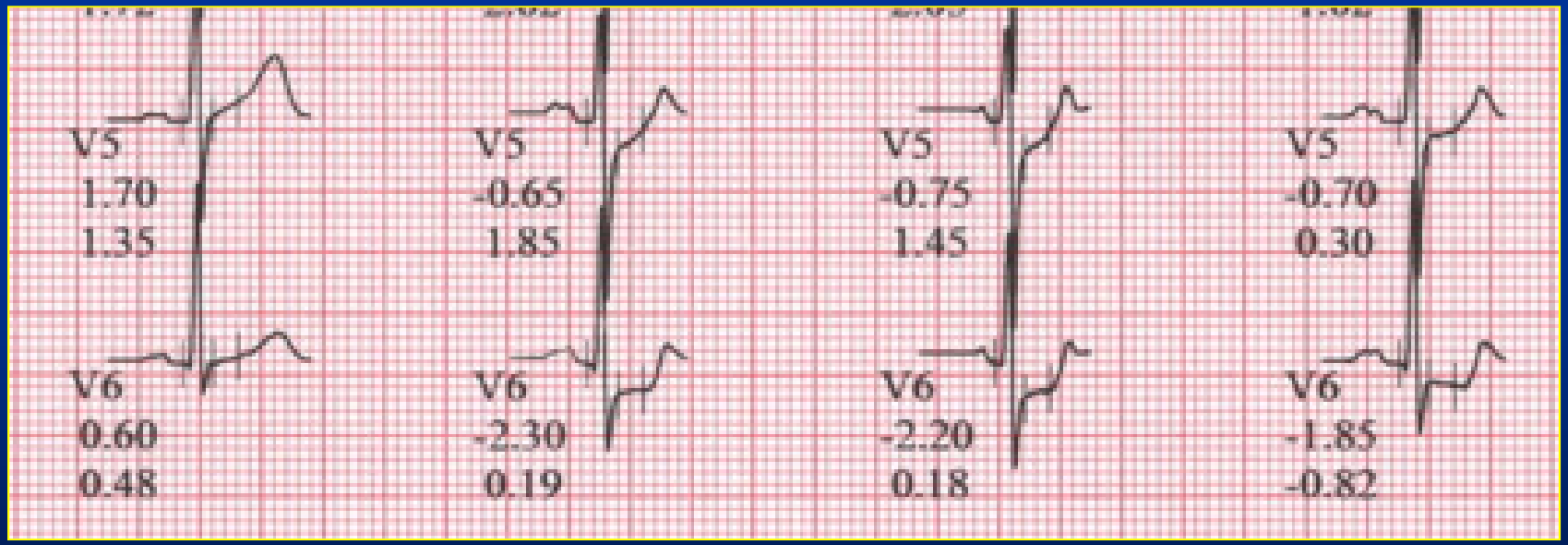


EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(8)*

SOUS – DECALAGE ISCHEMIQUE DU ST

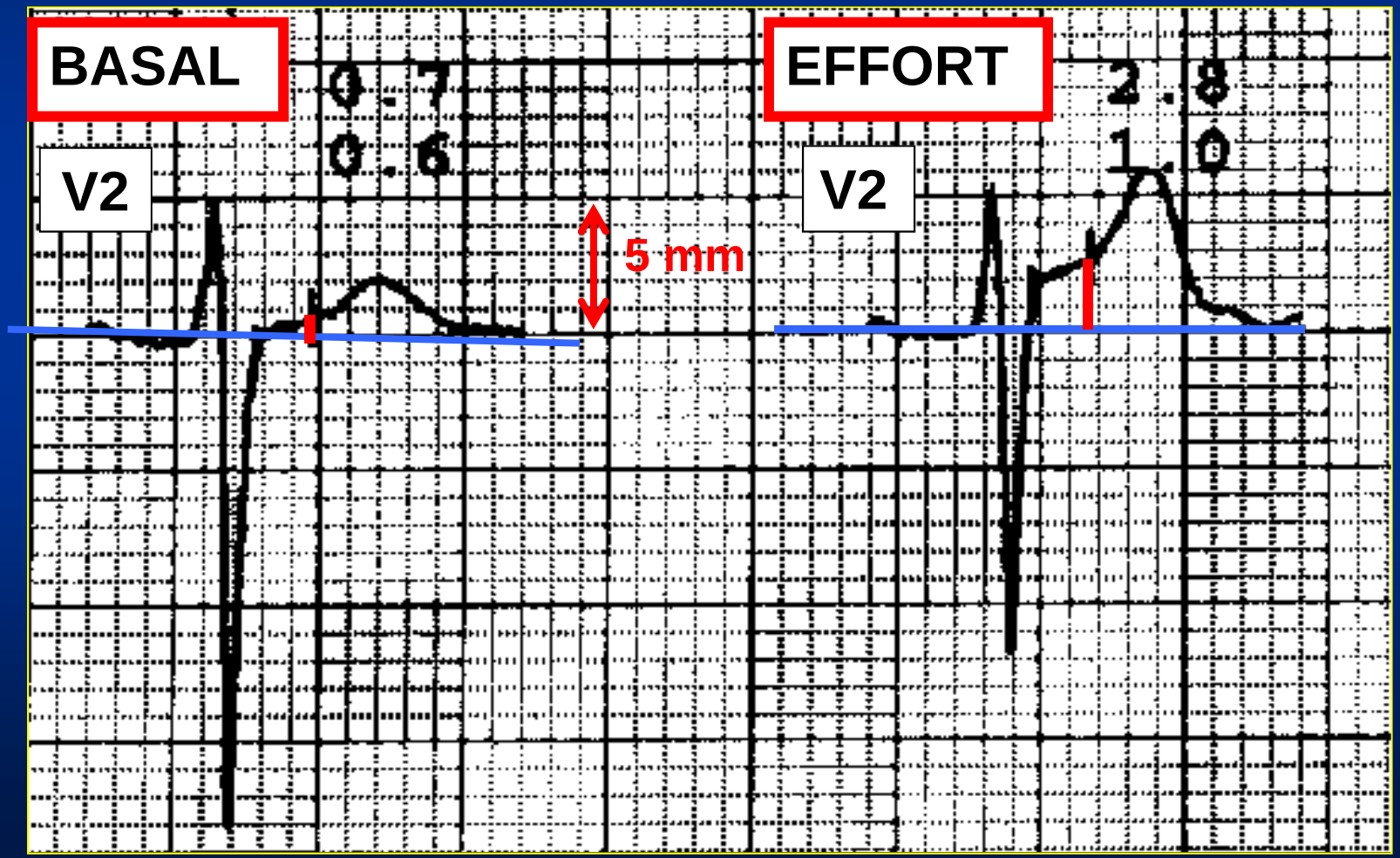
Type horizontal puis descendant à la récupération

Repos **ST max. R 1'19"** **Charge max.** **Fin test 2'49"**



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(9)*

SUS DECALAGE ST (> 2 mm)



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(10)*

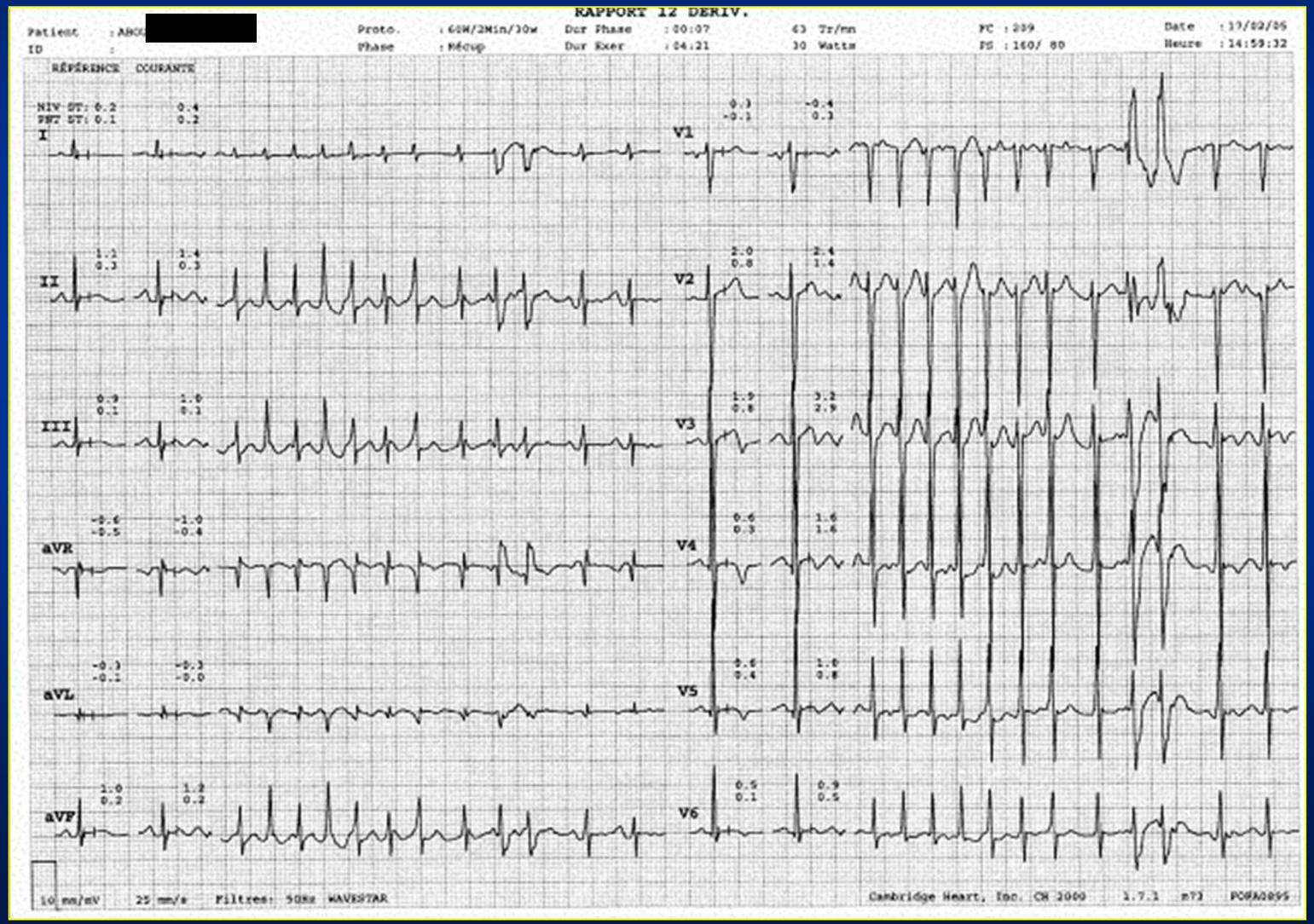
RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

EVOLUTION ELECTROCARDIOGRAPHIQUE (B) :

- ***Recherche de trouble du rythme :***
  - ***Hyperexcitabilité auriculaire :***
    - ***ESA en salves, TSV, flutter auriculaire, FA, …***
  - ***Hyperexcitabilité ventriculaire :***
    - *ESV, salves TVNS, TV soutenue,* ***… et plus !!!***
  - ***Trouble de la conduction A-V***
    - *(BAV à l'effort)*

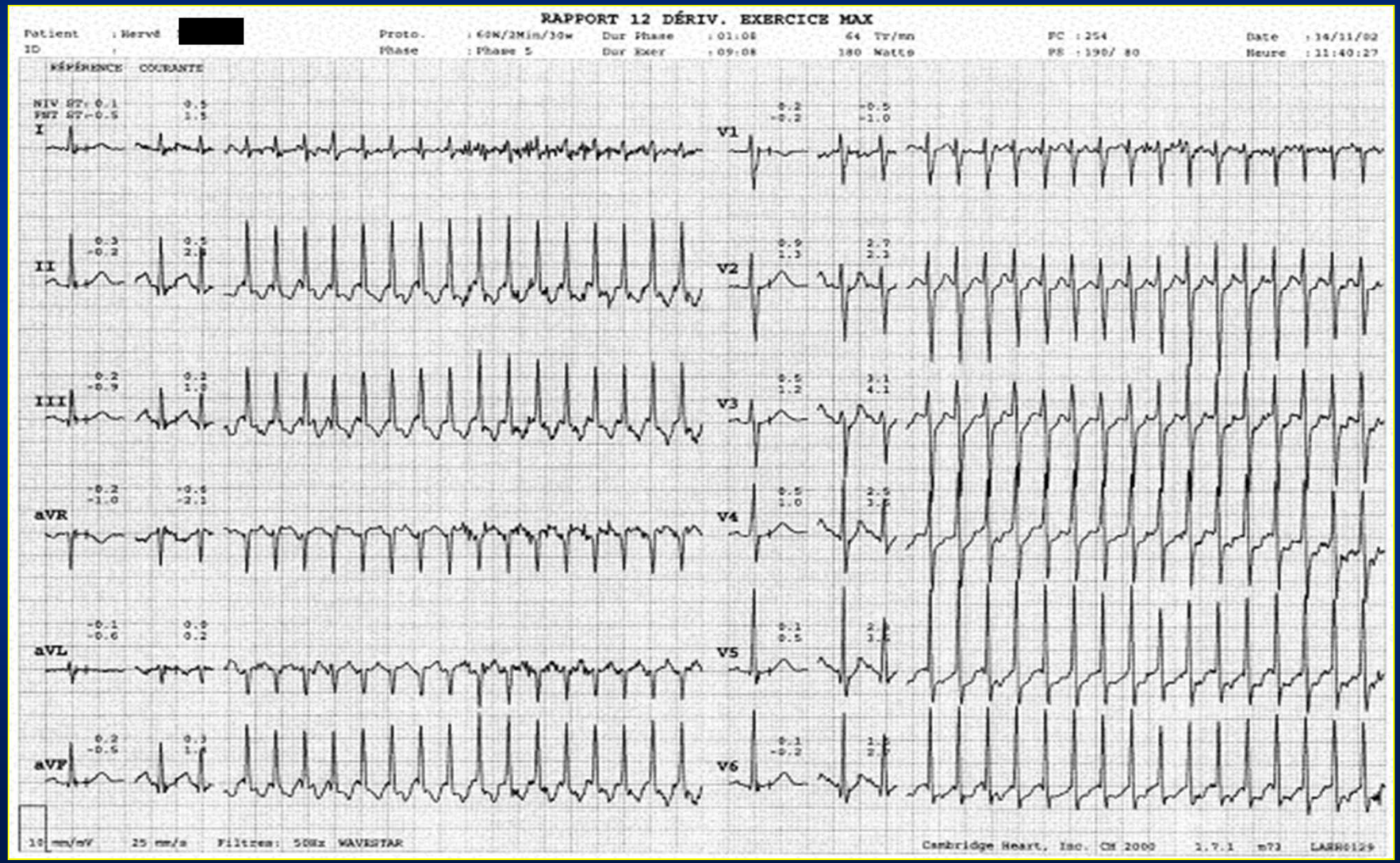
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(11)*

Tachyarythmie SV 239/min



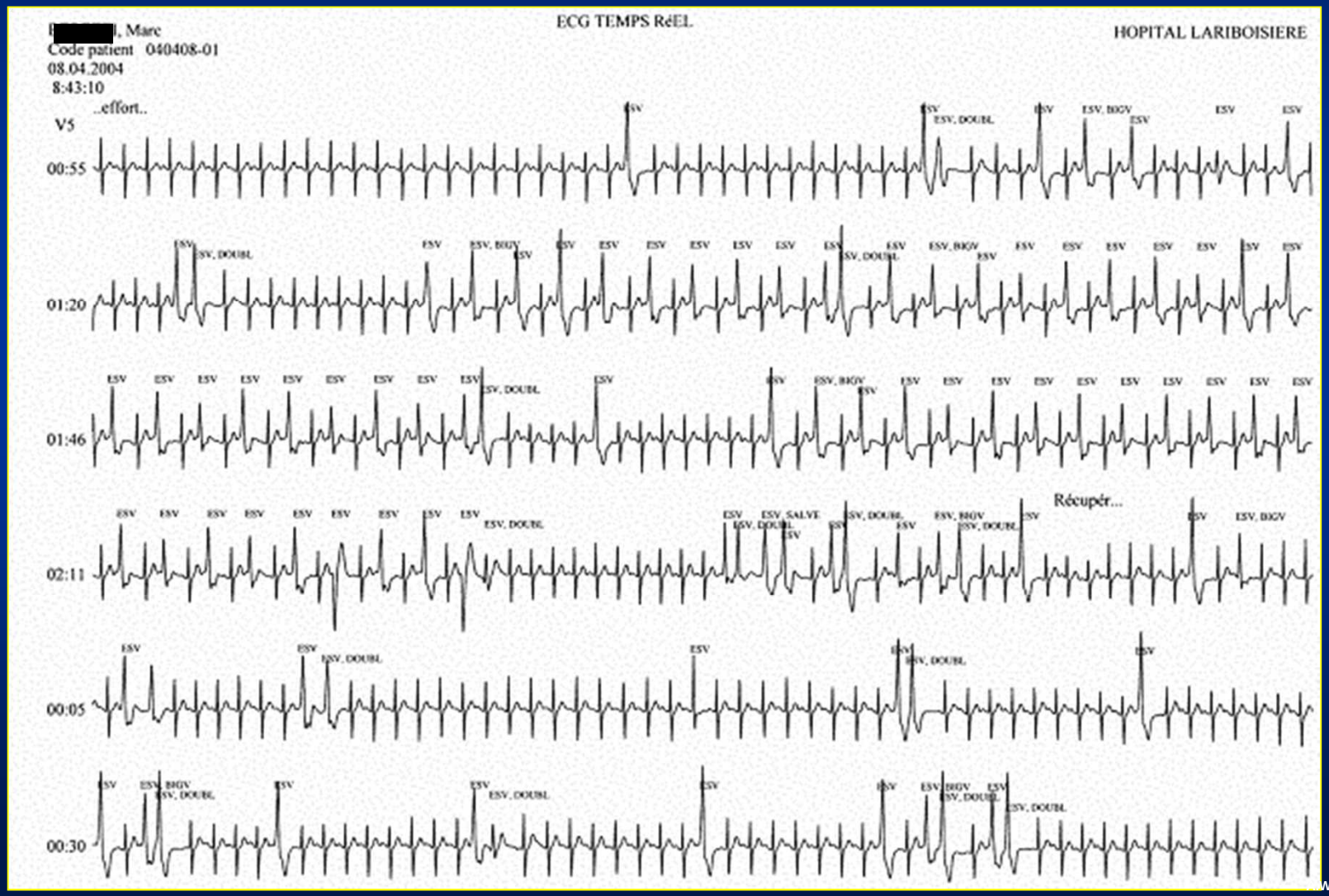
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(12)*

TSV 254/min



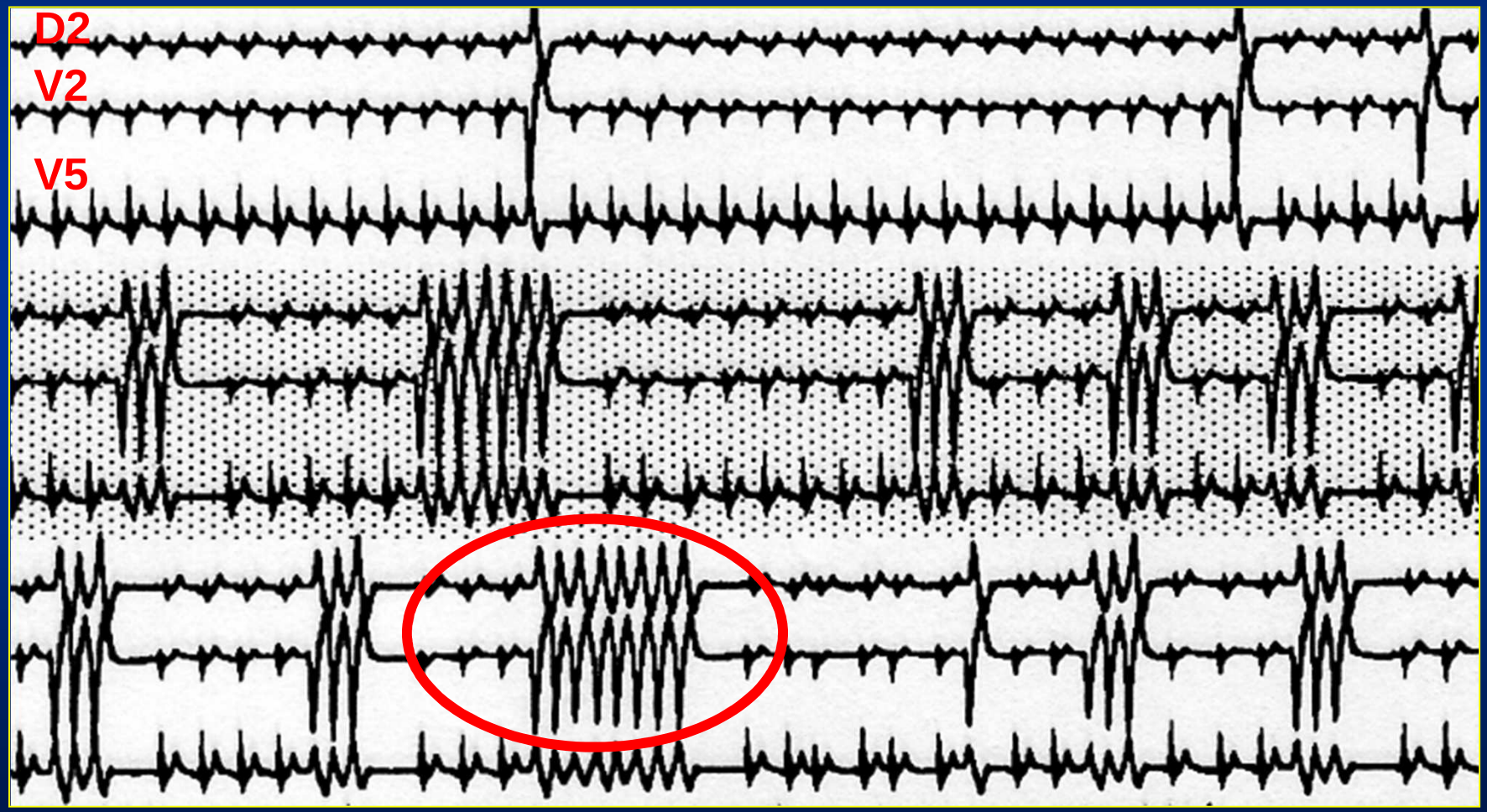
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(13)*

ESV à l'effort



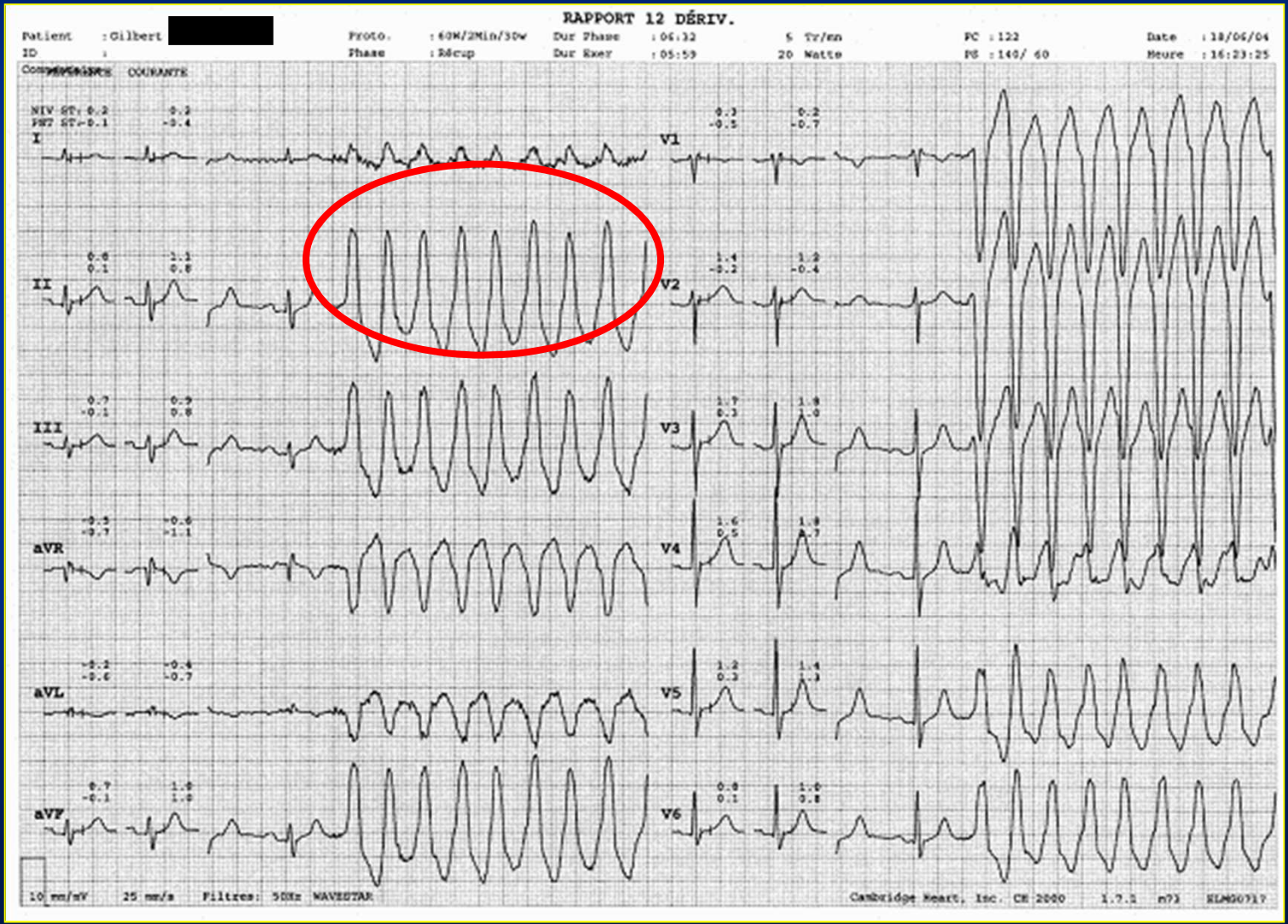
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(14)*

SALVES DE TVNS



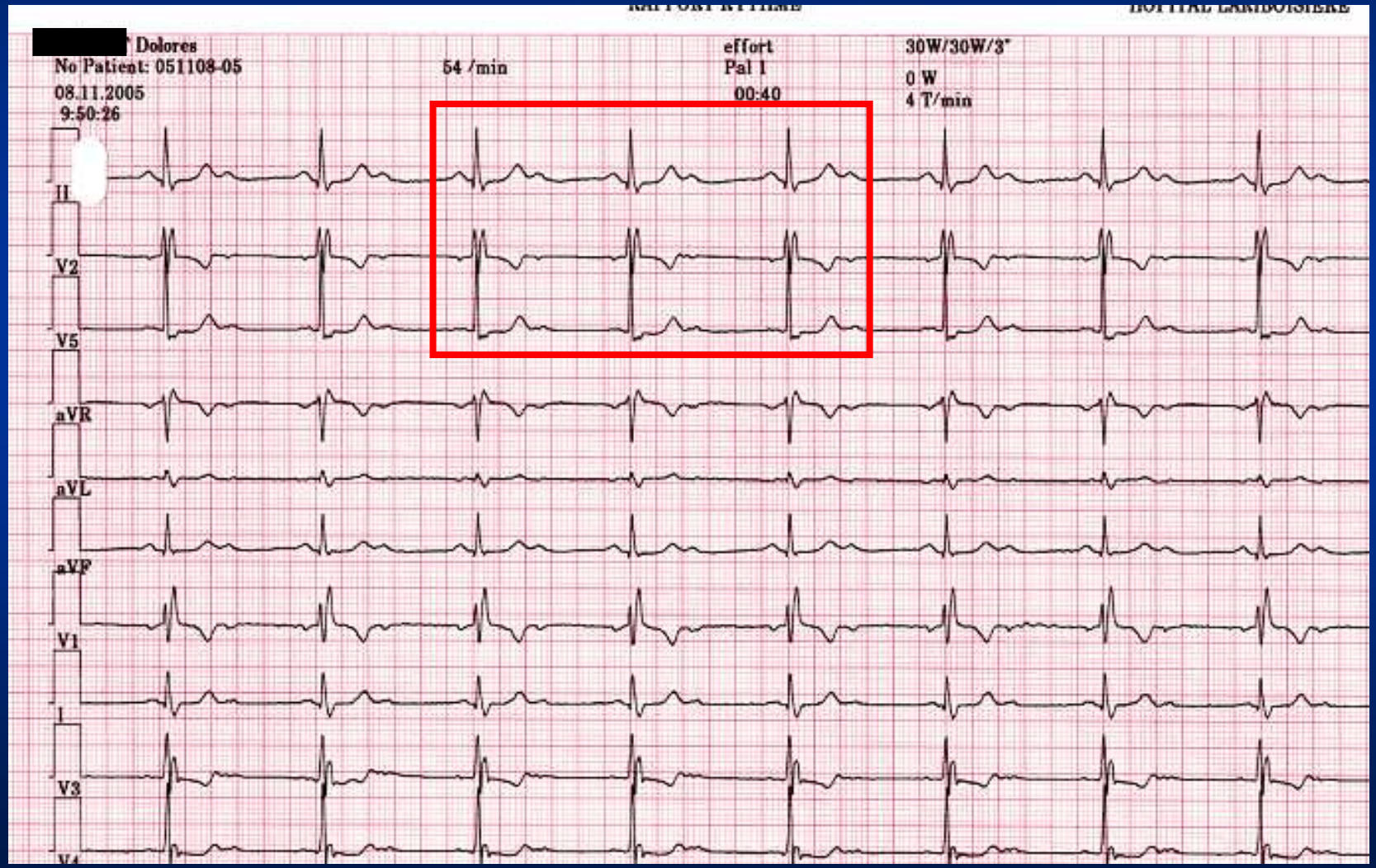
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(15)*

Salve de TVNS



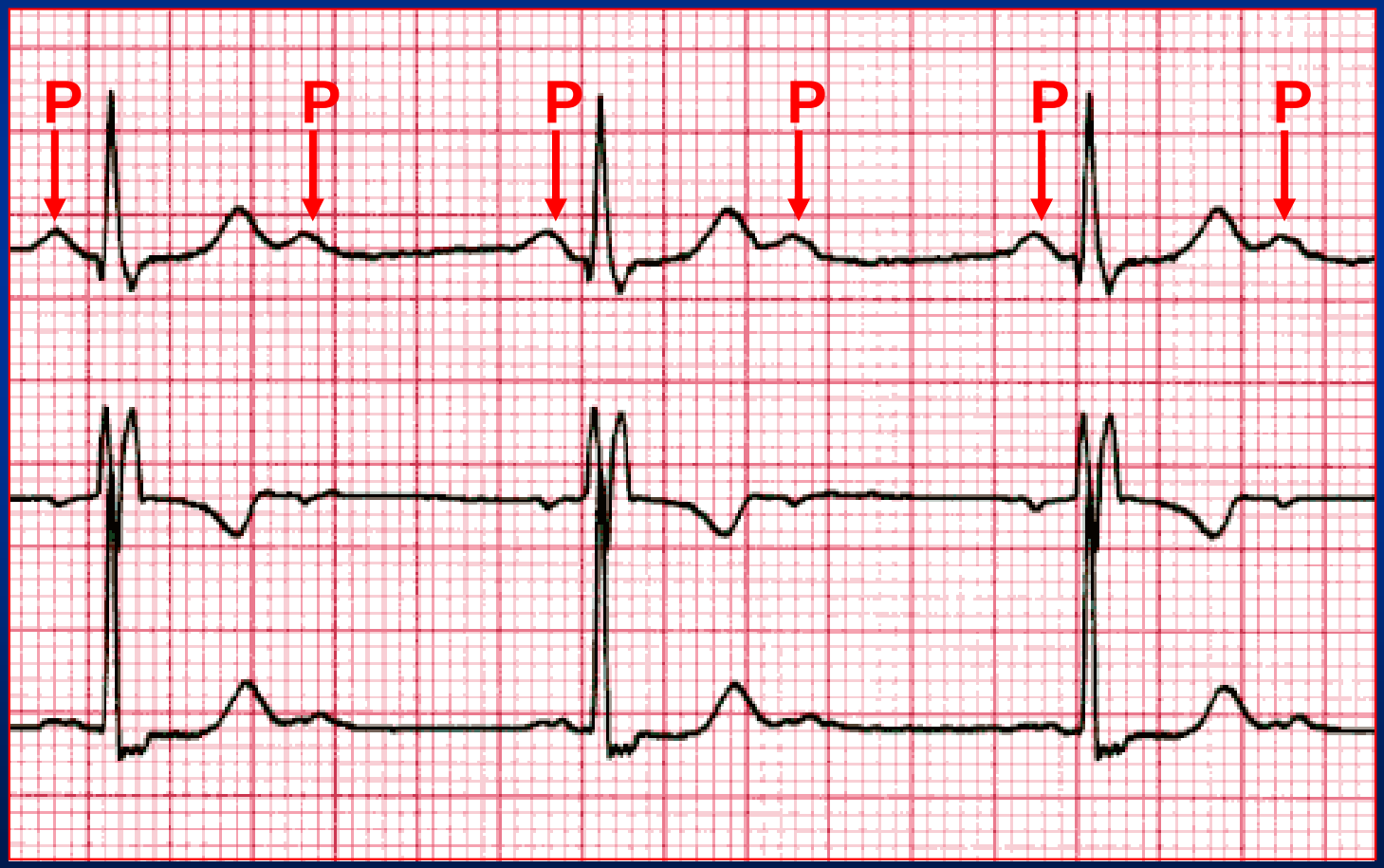
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(16)*

REPOS : BAV II° type 2:1



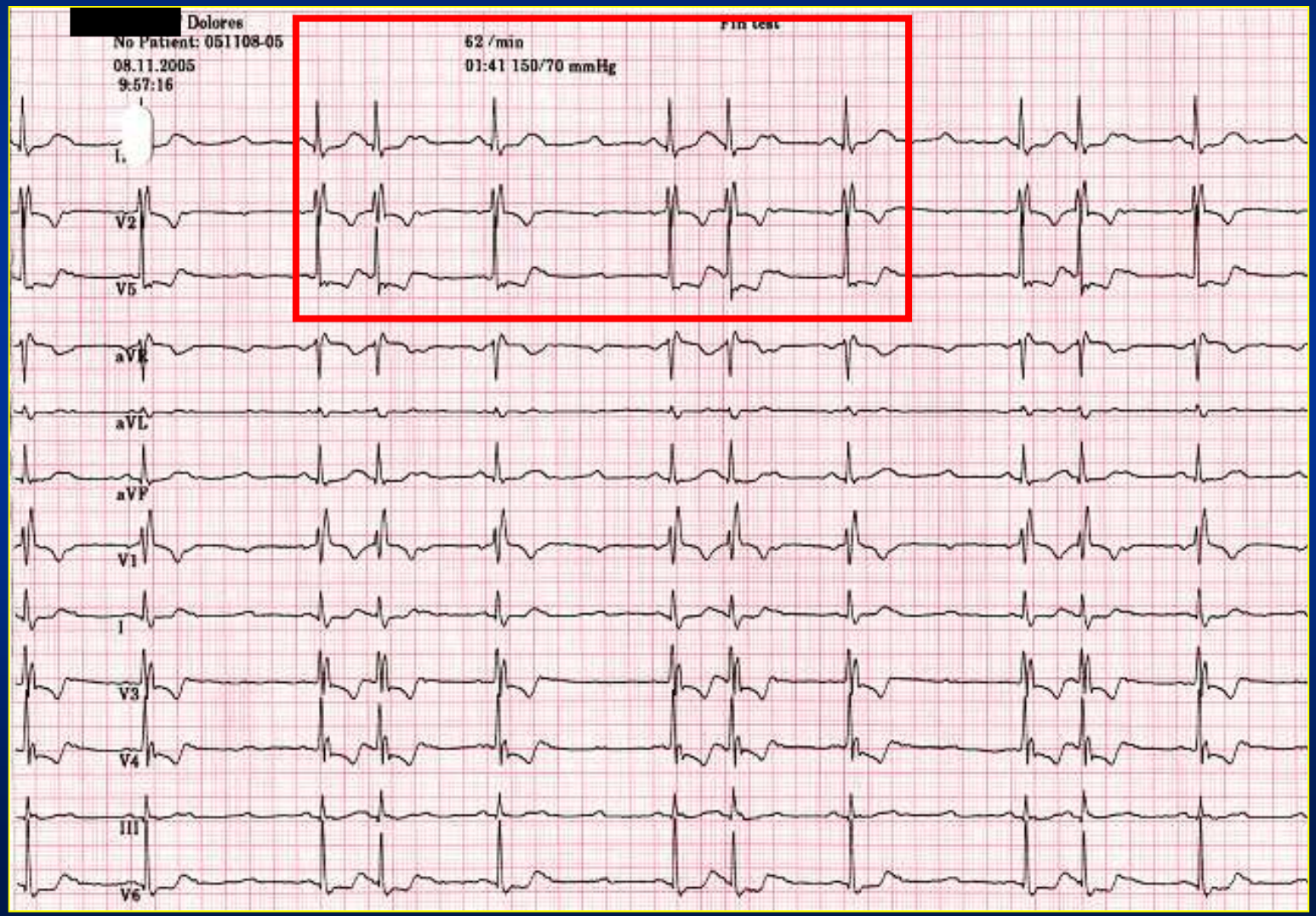
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(17)*

REPOS : BAV II° type 2 : 1



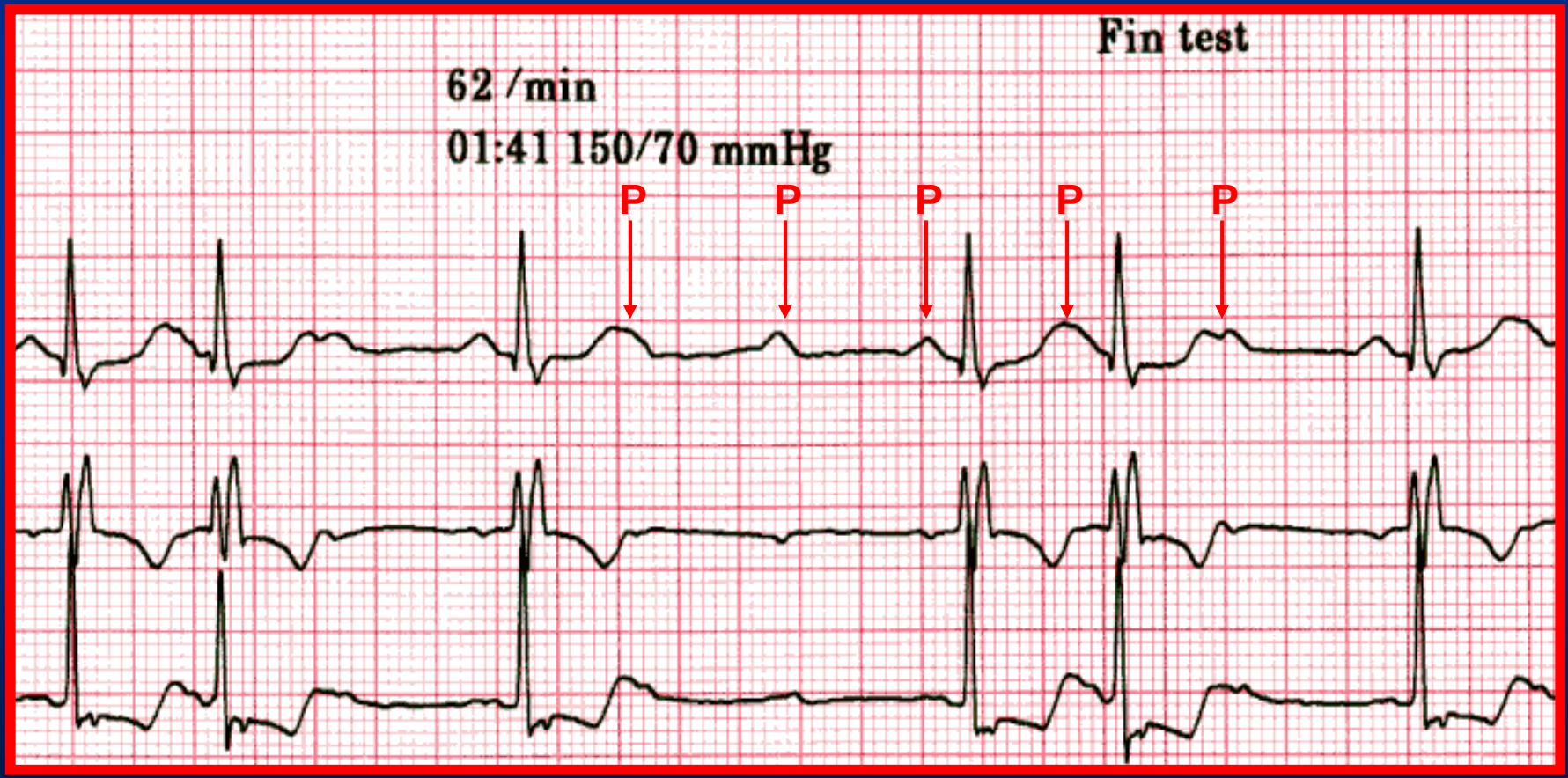
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(18)*

EFFORT : BAV II° type MOBITZ 2 (→ 3:1)



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(19)*

EFFORT : BAV II° type MOBITZ 2 (→ 3:1)



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(20)*

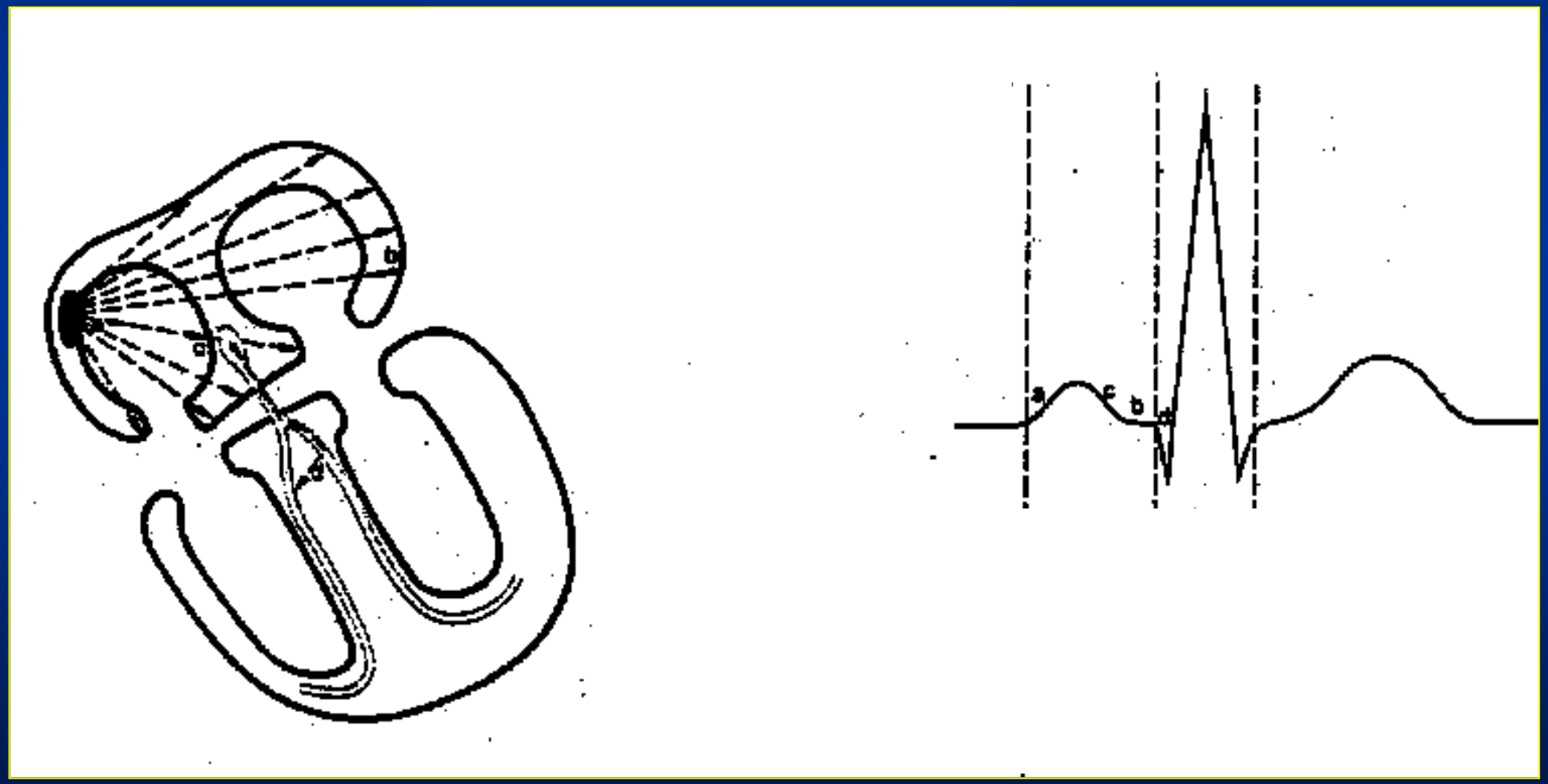
RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

EVOLUTION ELECTROCARDIOGRAPHIQUE (C) :

- ***Autre recherche :***
  - ***Insuffisance chronotrope*** *(FC max. < 70% FCMT)*
  - ***Perméabilité du faisceau de Kent*** *(Syndrome WPW)*
  - ***Adaptation du QT*** *(syndrome de QT long)*
  - ***Alternance de l'onde T***

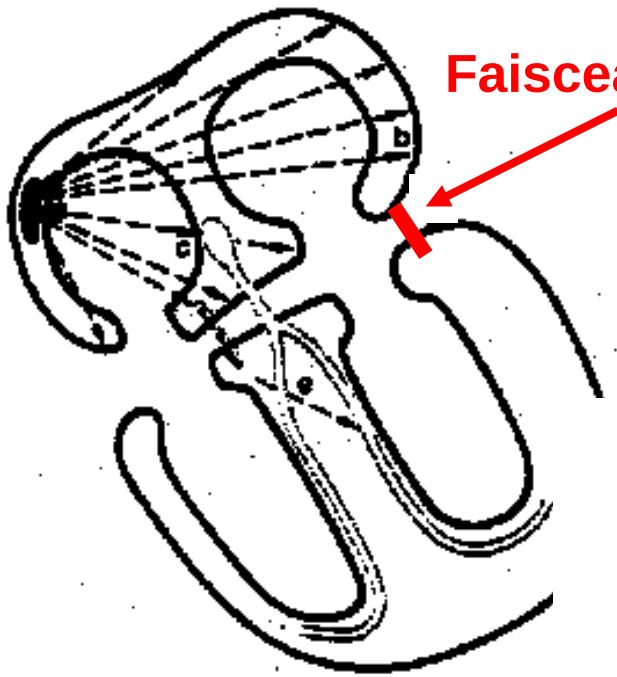
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(21)*

CONDUCTION A-V NORMALE



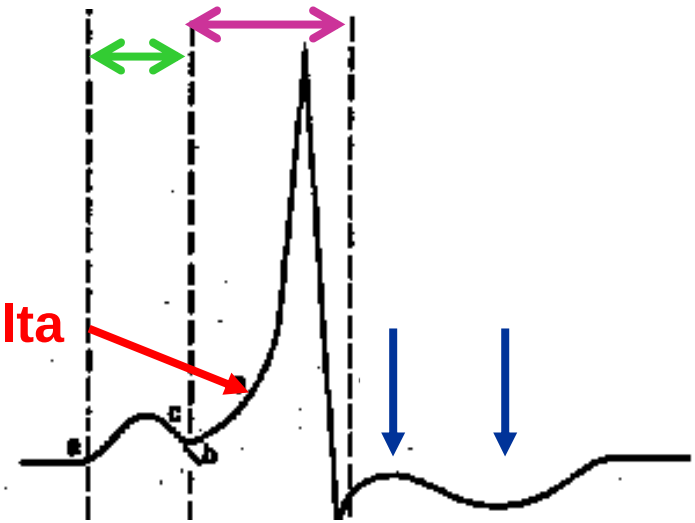
EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(22)*

SYNDROME DE PREEXCITATION - Σ WPW (Wolf-Parkinson-White)



Faisceau de Kent

Onde delta



1° PR court

2° Onde delta

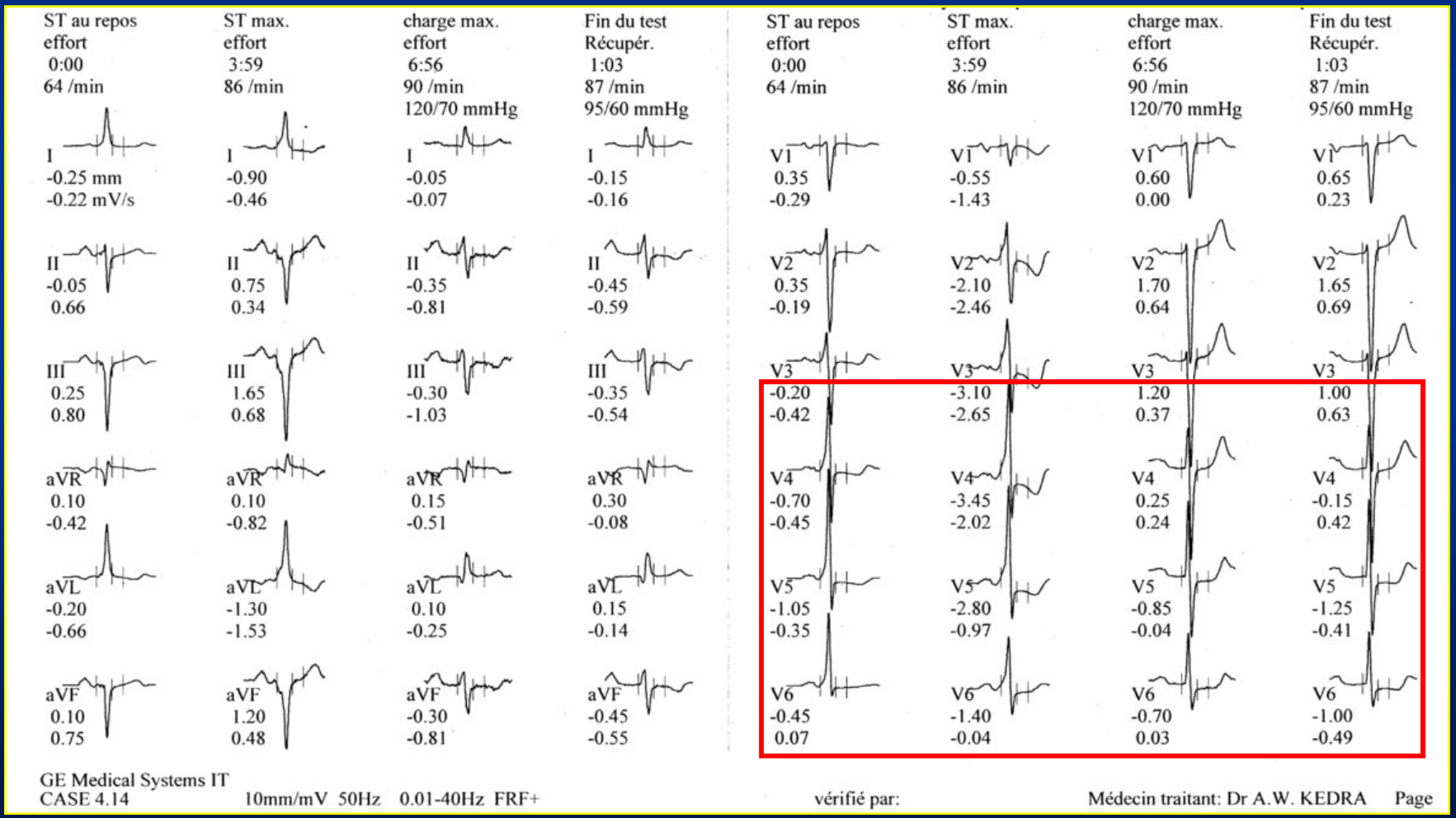
3° Élargissement du QRS

4° Anomalies de la repolarisation

EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(23)*

SYNDROME DE PREEXCITATION - Σ WPW (Wolf-Parkinson-White)

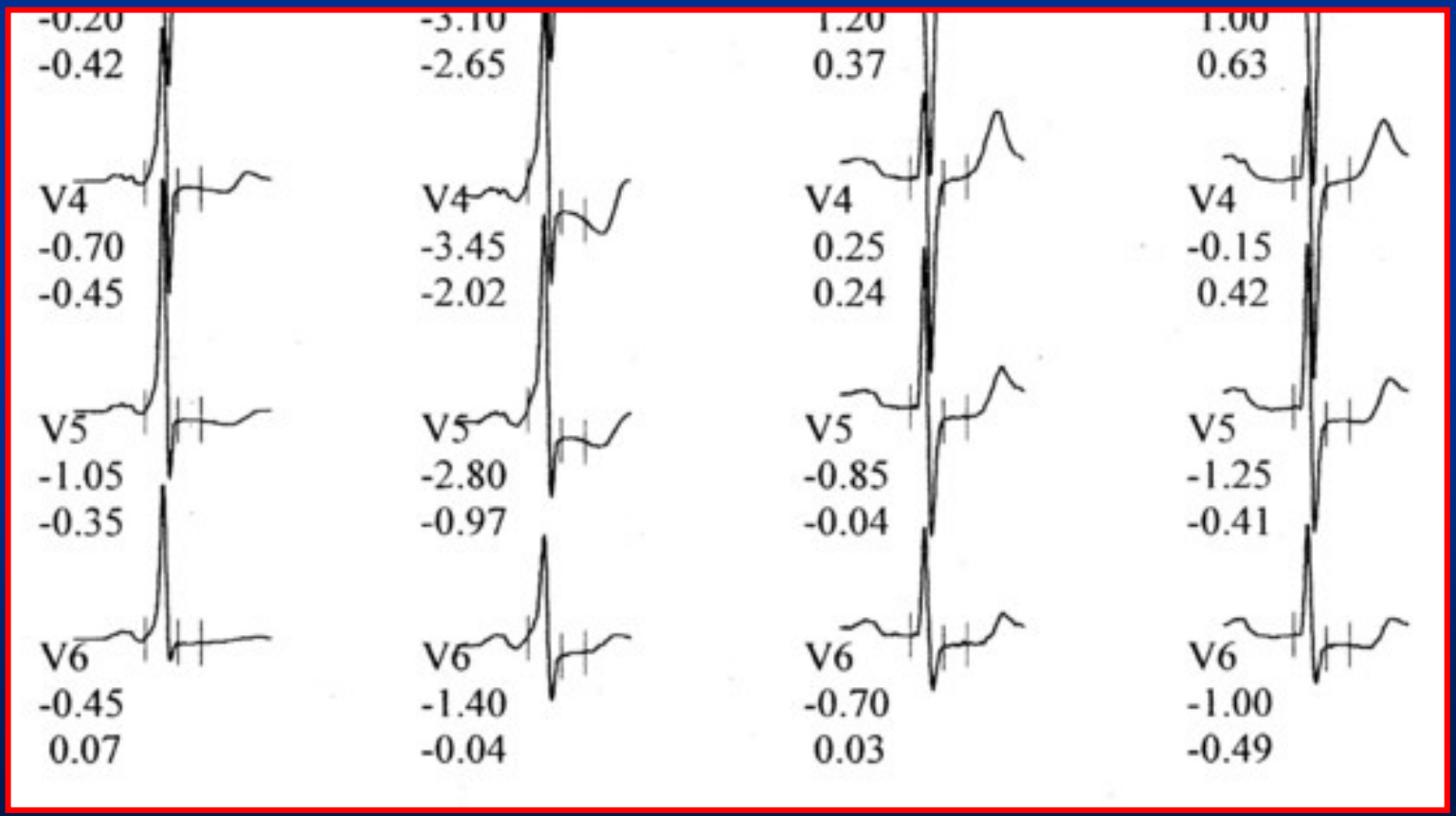
Conduction dans le faisceau de Kent « casse » à 90/min



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(24)*

SYNDROME DE PREEXCITATION - Σ WPW (Wolf-Parkinson-White)

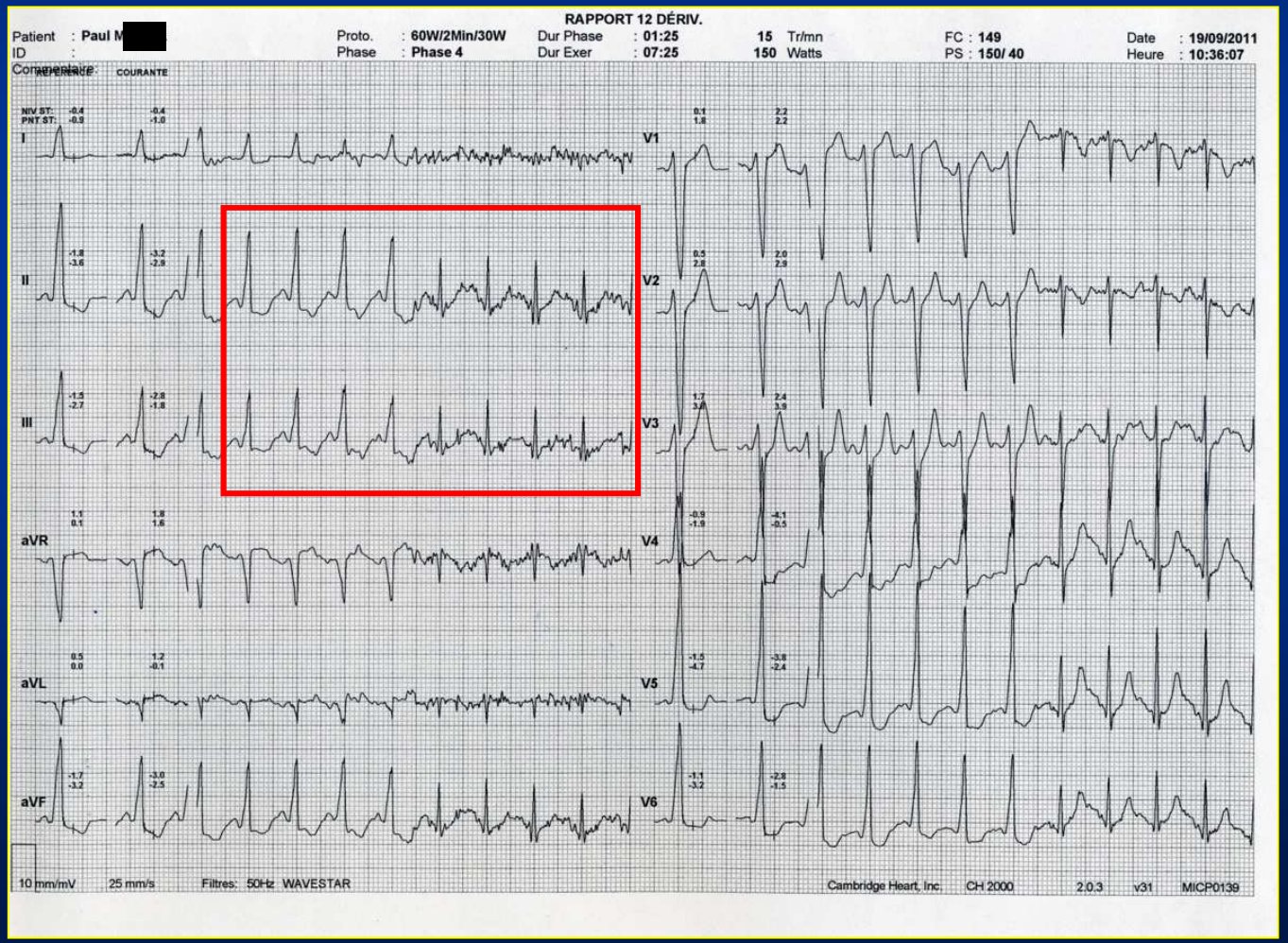
Conduction dans le faisceau de Kent « casse » à 90/min



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(25)*

SYNDROME DE PREEXCITATION - Σ WPW (Wolf-Parkinson-White)

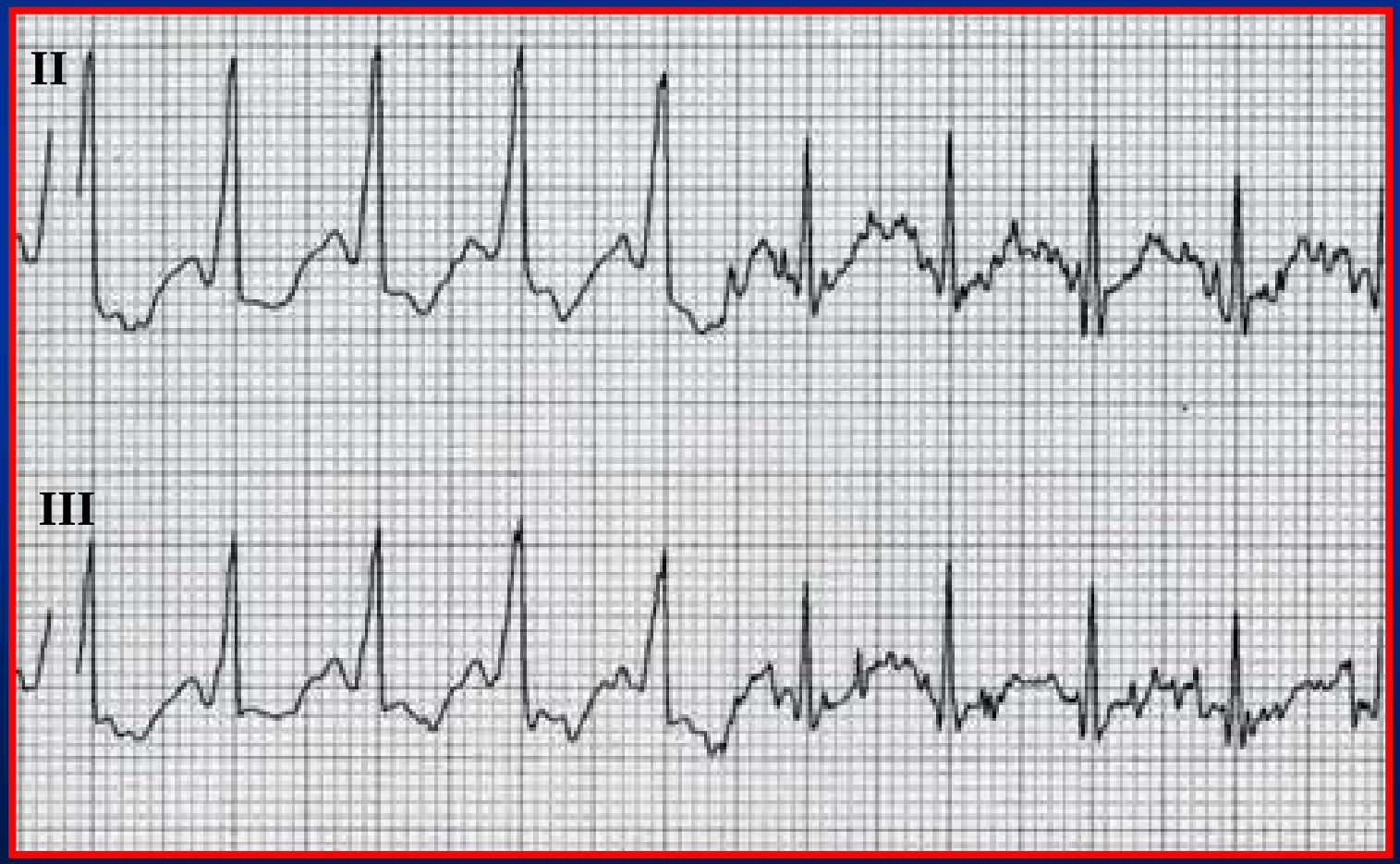
Conduction dans le faisceau de Kent « casse » à 149/min



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(26)*

SYNDROME DE PREEXCITATION - Σ WPW (Wolf-Parkinson-White)

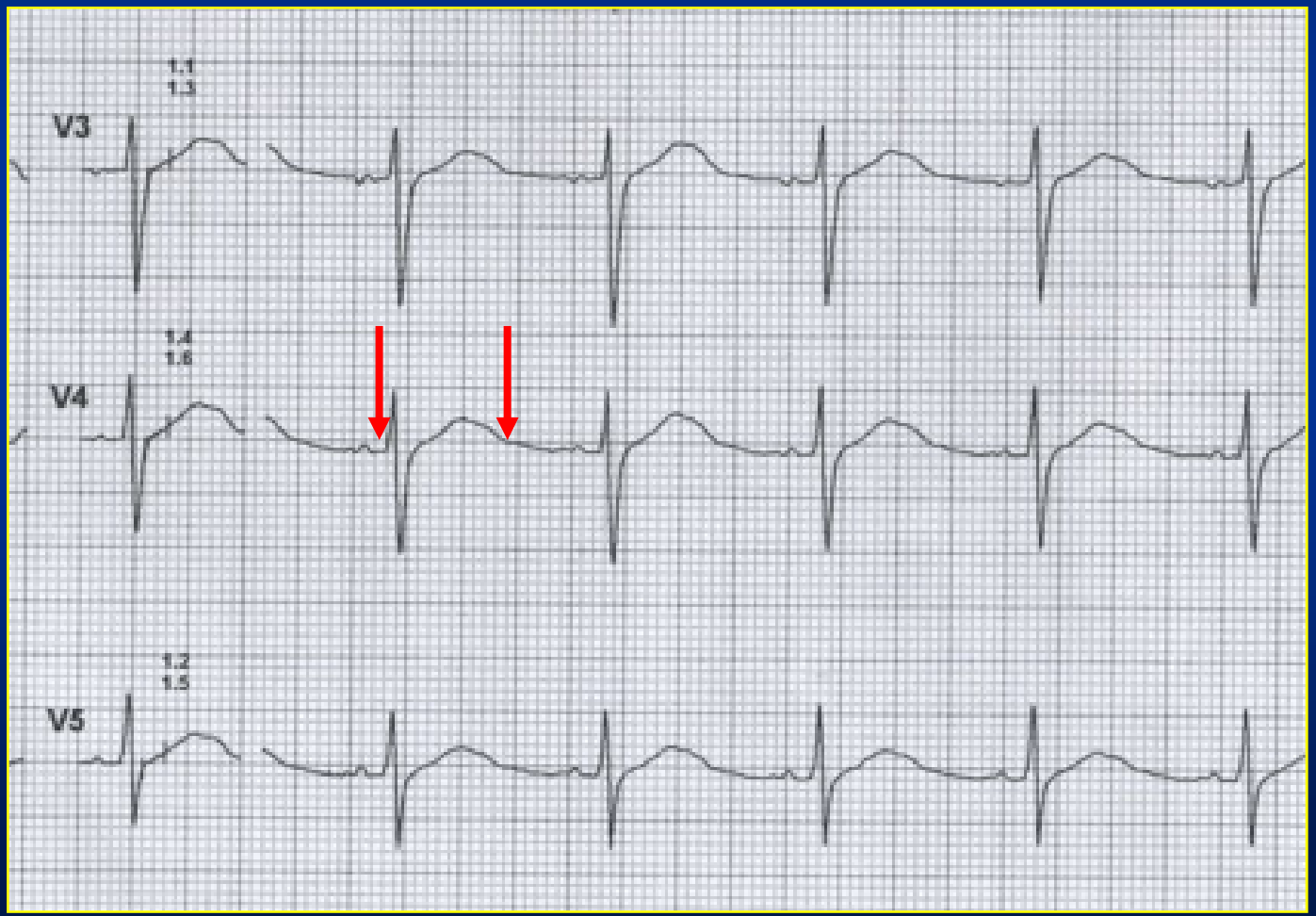
Conduction dans le faisceau de Kent « casse » à 149/min



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(27)*

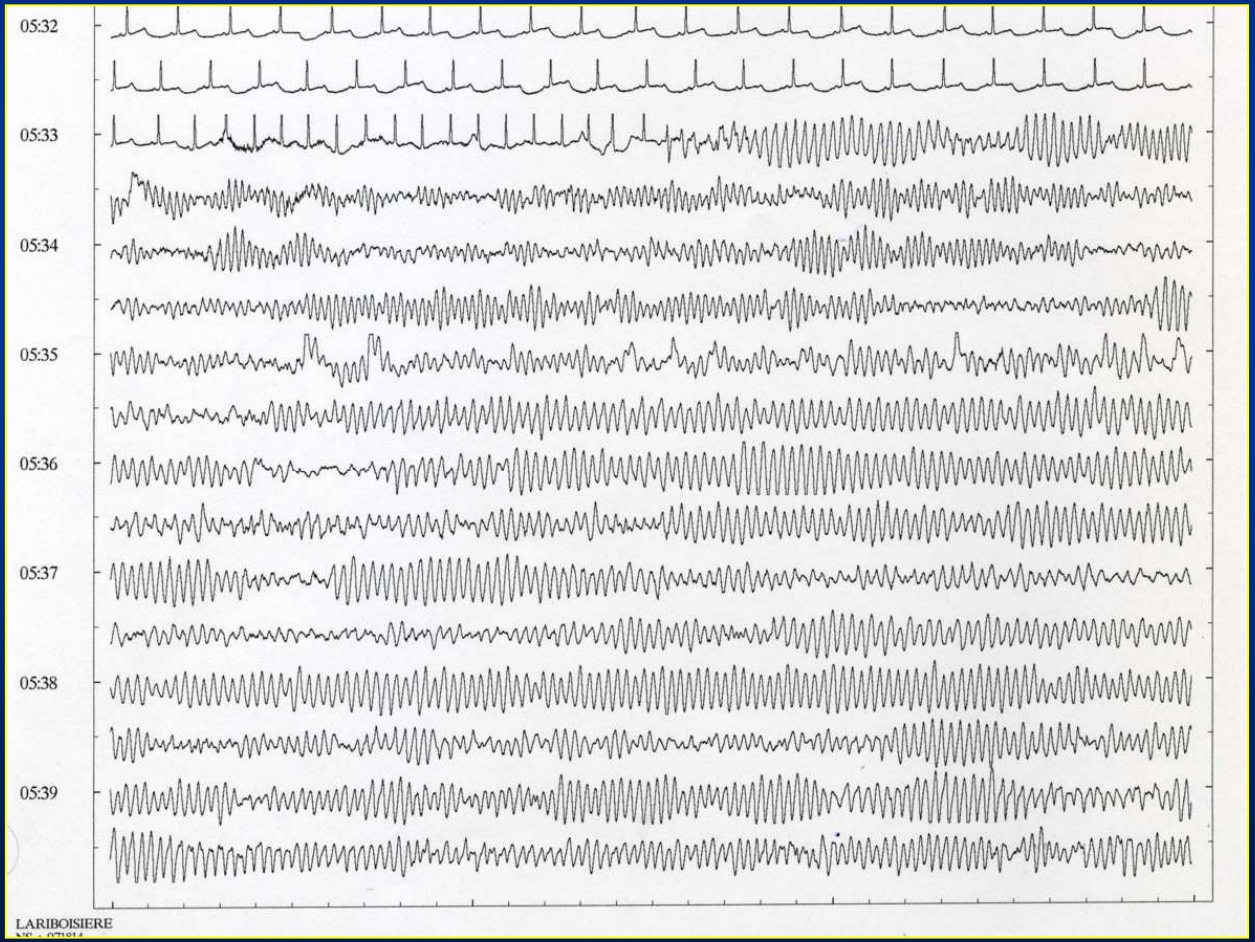
SYNDROME DU QT LONG

FC = 79/min QT = 460 ms (Nl = 350 ms)



EPREUVE D'EFFORT - *RESULTATS* *(28)*

HOLTER : SYNDROME DU QT LONG → TORSADE DES POINTES



RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT

INSUFFISANCE CARDIAQUE (IC)

(ECG d'effort couplée à la mesure de la $\dot{V}O_2$ Max)

- ***Classification de Weber et Janicki*** *(f° de $\dot{V}O_2$ Max)*
  - ***classe A*** *- IC minime : > 20 ml/kg/min*
  - ***classe B*** *- IC modérée : 16 – 20 ml/min/kg*
  - ***classe C*** *- IC moyenne : 10 – 15 ml/min/kg*
  - ***classe D*** *- IC sévère : < 10 ml/kg/min*

Indication de la transplantation cardiaque :

< 10 ml/min/kg mais seulement si QR > 1,15 …

TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE D'EFFORT

TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE (1)

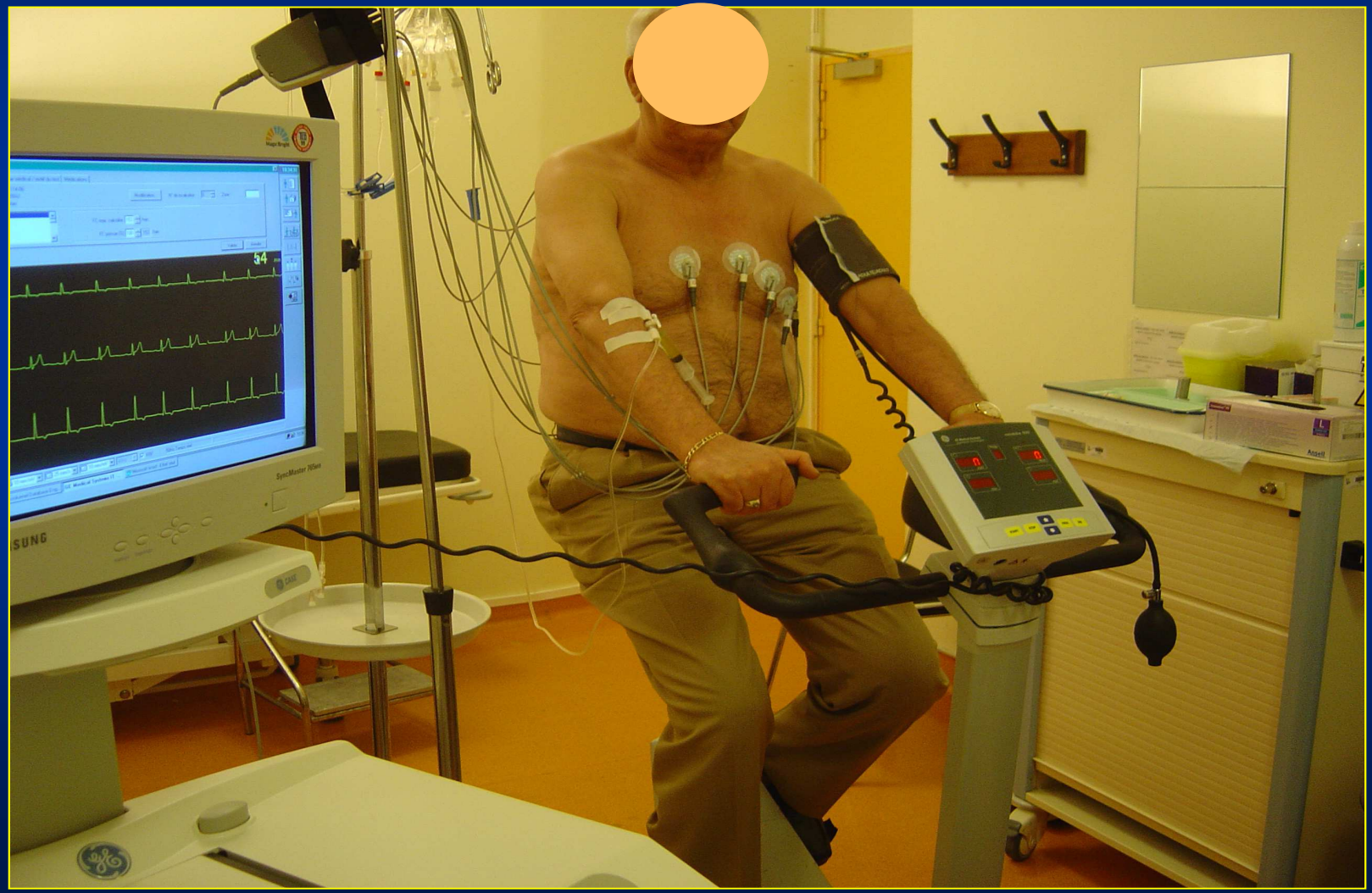
TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE D'EFFORT (TSM d'effort)

TSM d'effort = ECG d'effort → scintigraphie

- *Analyse de la perfusion myocardique à l'aide d'un radio-isotope injecté dans une veine périphérique à l'acmé de l'exercice musculaire (ECG d'effort).*
- *Comparaison des images post effort immédiat avec celles réalisées après 4H de repos (redistribution)*

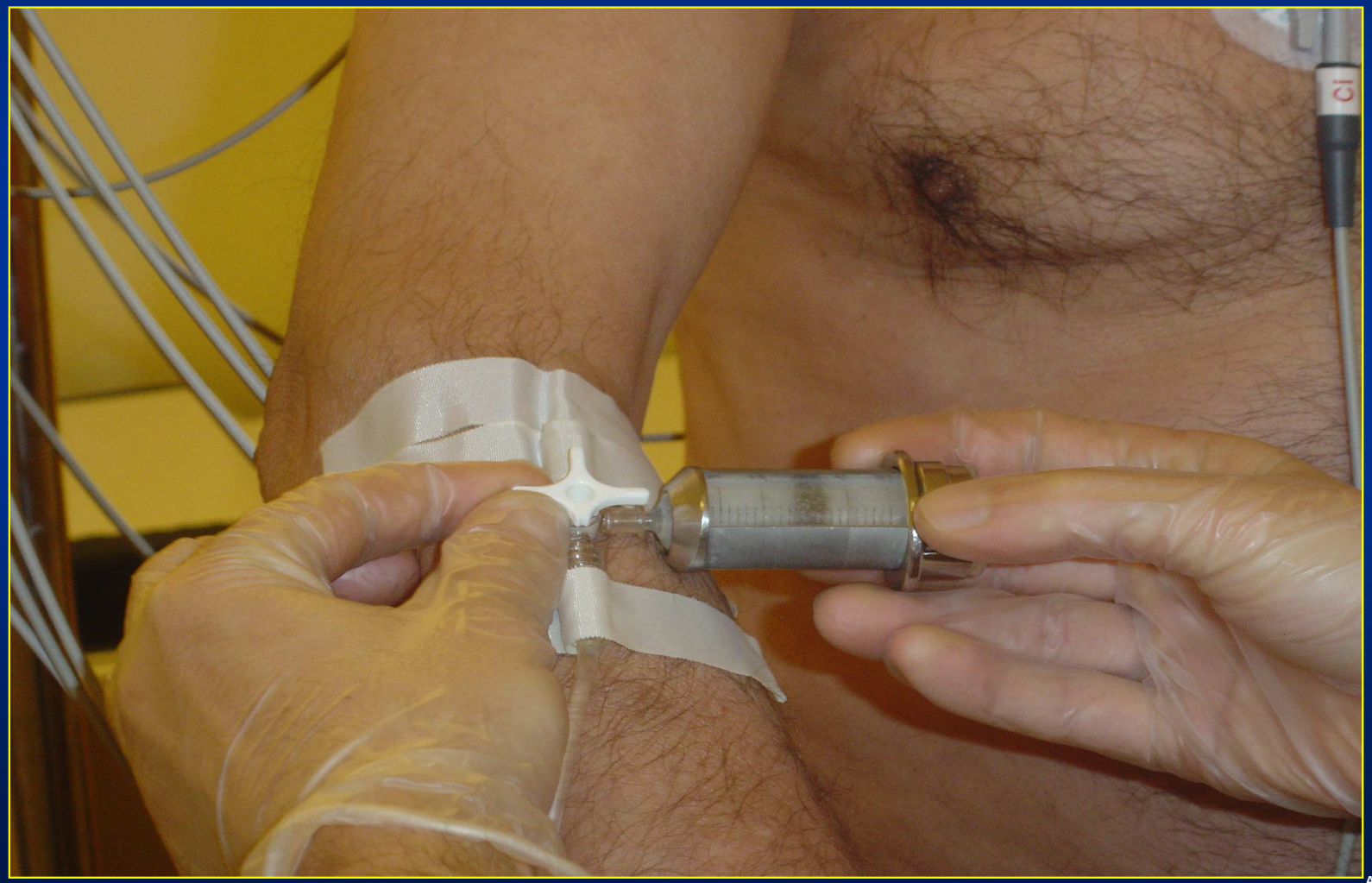
TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE (2)

TSM D'EFFORT = ECG D'EFFORT → SCINTIGRAPHIE



TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE (3)

TSM D'EFFORT : INJECTION THALLIUM ^{201}

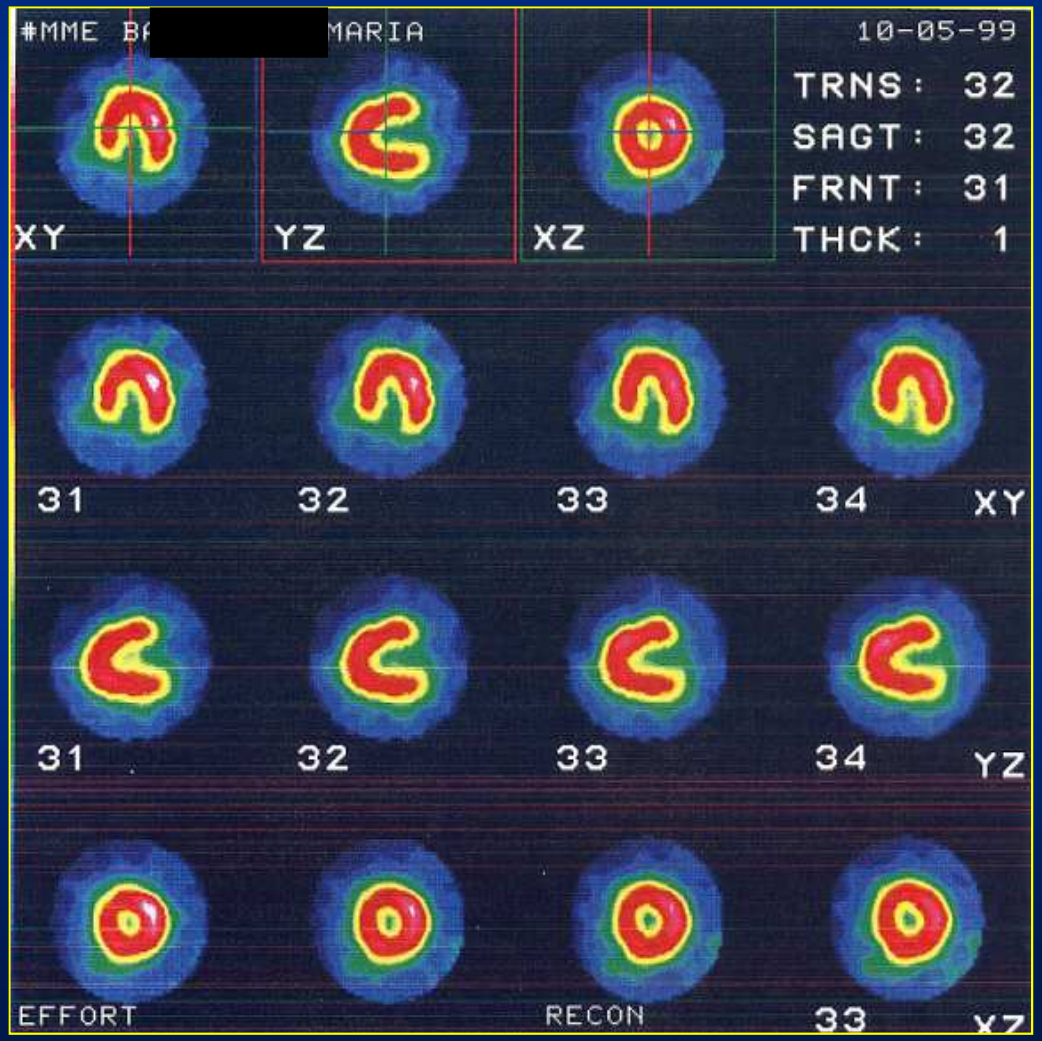


TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE (4)

TSM D'EFFORT : GAMMA CAMERA

TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE (5)

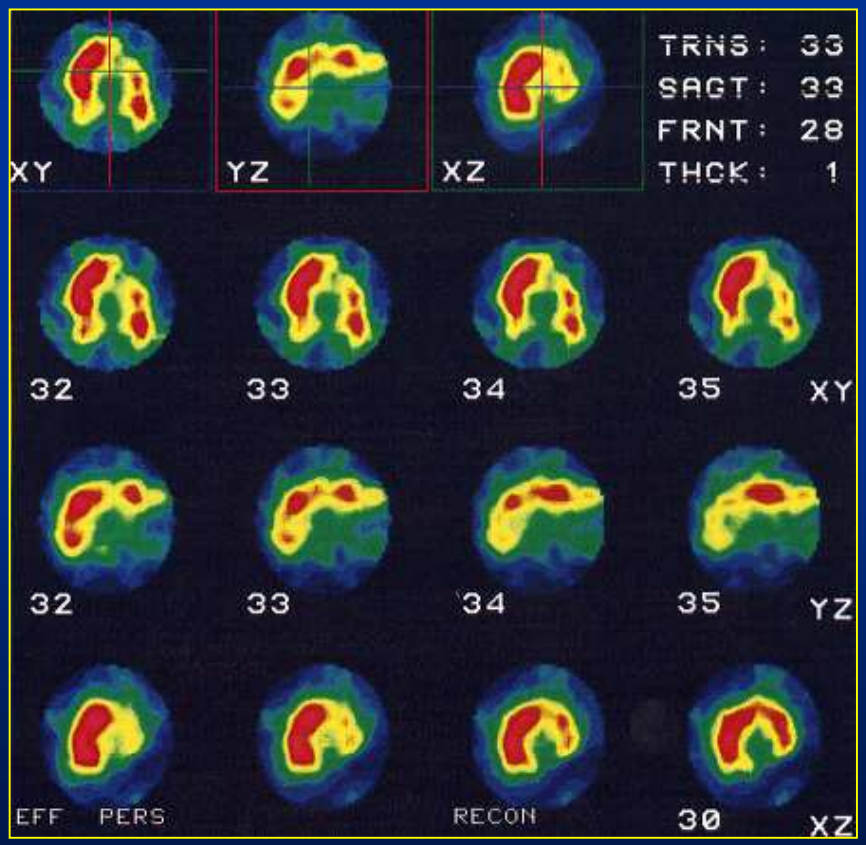
TSM D'EFFORT NORMALE



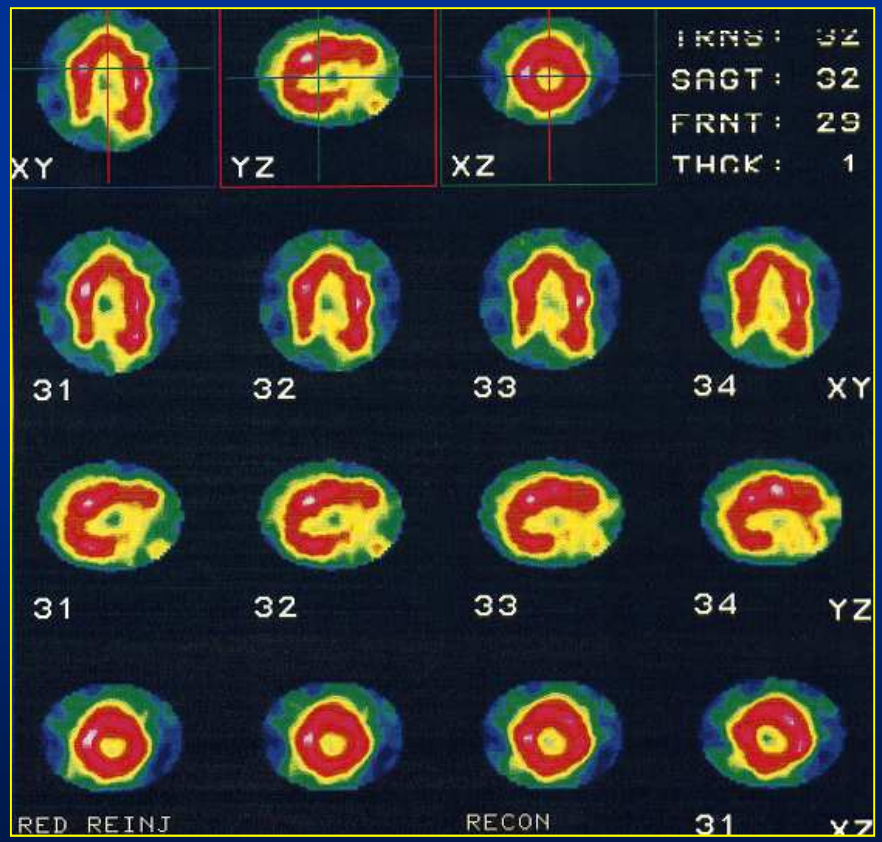
TOMOSCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE (6)

TSM D'EFFORT : ISCHEMIE DIFFUSE

EFFORT



REDISTRIBUTION



EPREUVE DE STRANDNESS

EPREUVE DE STRANDNESS (1)

INTERET DE L'EPREUVE DE STRANDNESS

(Epreuve sur tapis roulant : pente 10%, V 3,2 km/h)

- ***ARTERIOPATHIE OBLITERRANTE DES MEMBRES INFERIEURS*** *(AOMI)*
  - ***Epreuve diagnostique***
  - ***Mesure du périmètre de marche***
  - ***Evaluation des traitements***

EPREUVE DE STRANDNESS (2)

DEROULEMENT

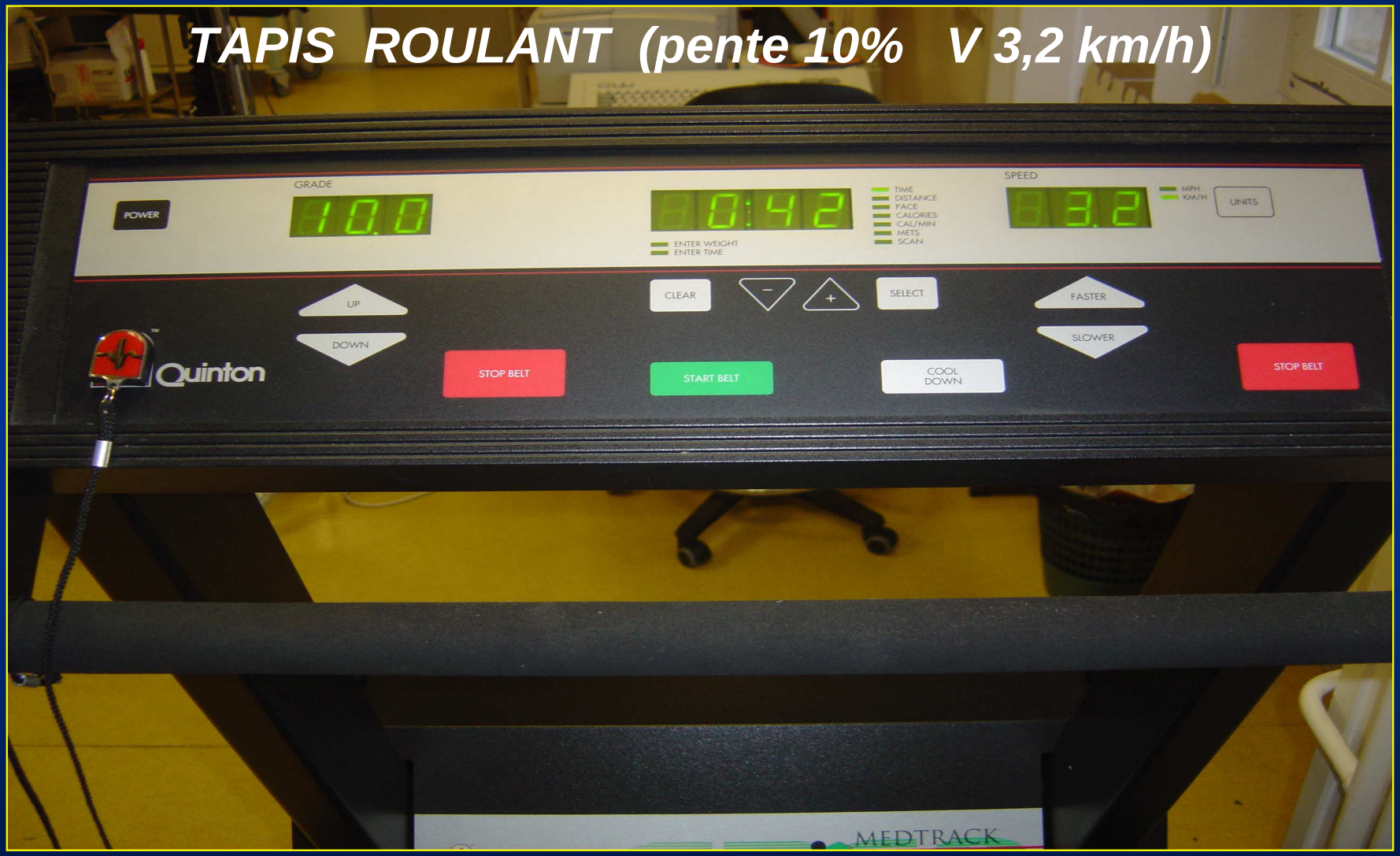
- ***REPOS*** *(examen en décubitus)*
  - *mesures des PAS : humérale et distale (cheville)*
  - *calcul de l'index systolique : PAS distale/ humérale*
- ***MARCHE SUR TAPIS ROULANT***
  - *pente 10%, V 3,2 km/h*
  - *mesures des périmètres de marche : douleur et arrêt*
- ***RECUPERATION*** *(décubitus)*
  - *mesures des PAS : humérale et distale (cheville)*
  - *calcul de l'index systolique : PAS distale/ humérale*

EPREUVE DE STRANDNESS (3)

EPREUVE DE STRANDNESS (4)

EPREUVE DE STRANDNESS (5)

EPREUVE DE STRANDNESS (6)



EPREUVE DE STRANDNESS (7)

EPREUVE DE STRANDNESS (8)

RESULTATS

APRES LA MARCHE :

- ***↓ INDEX DES PRESSIONS (IPS) : AOMI***
- ***IPS ↑ OU = : ABSENCE D'AOMI SIGNIFICATIVE***

SI CLAUDICATION :

- ***évaluation de la gravité de l'AOMI*** *(périmètres marche)*
- ***évaluation de l'efficacité des traitements***

FIN