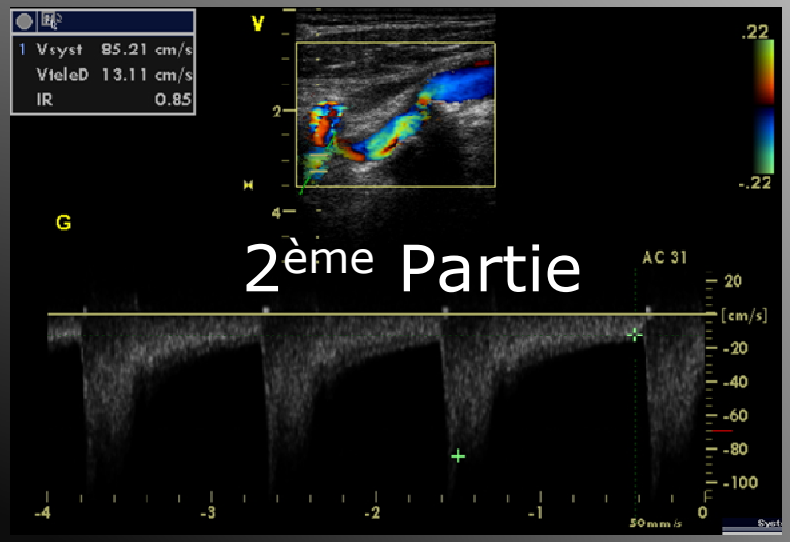
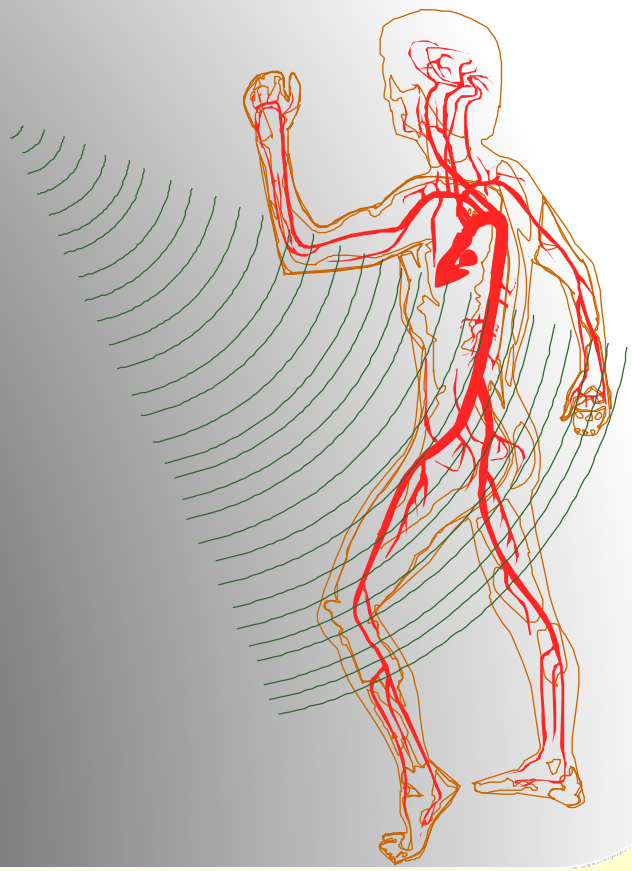
Détection et Mesure du Flux Sanguin par Ultrasonographie





Michel Dauzat, Antonia Pérez-Martin, Iris Schuster, Gudrun Böge, Jean-Pierre Laroche

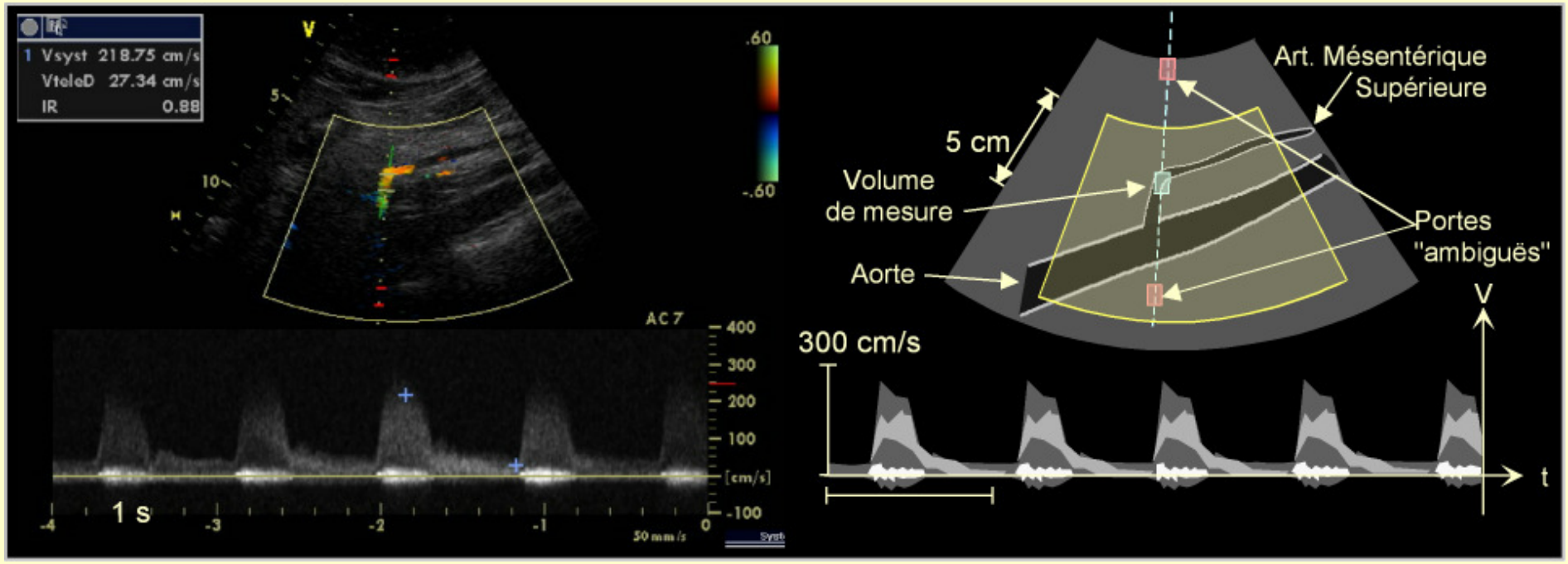
Service d'Exploration & Médecine Vasculaire - CHU de Nîmes
EA 2992 – UFR de Médecine de Montpellier – Site de Nîmes

Janvier 2012

Détection et Mesure du Flux Sanguin par Ultrasonographie

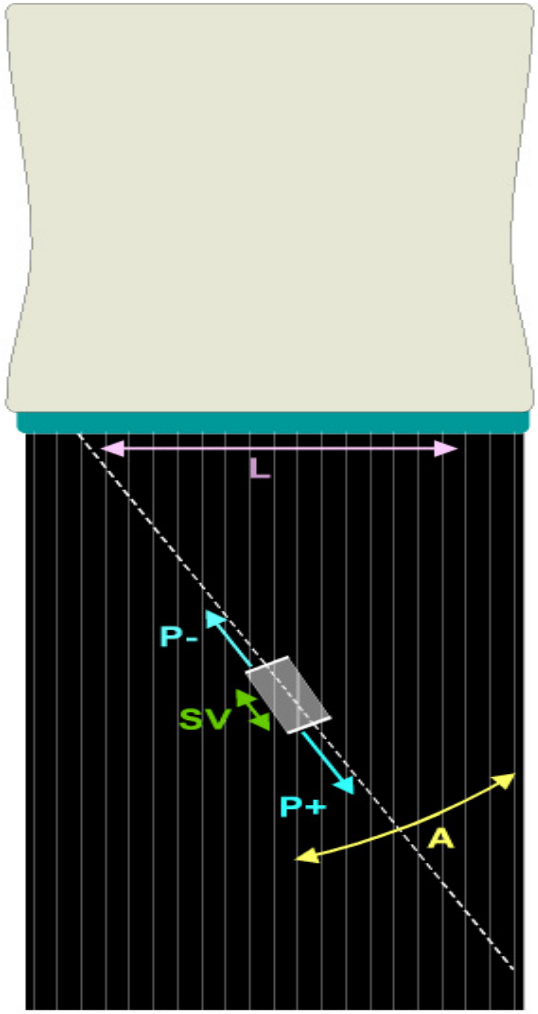
- Le principe : « Effet Doppler »
- Son application à la vélocimétrie sanguine
- L'Analyse du Signal Doppler
- Bande Passante et Filtrage
- Choix de la Fréquence d'émission
- Choix de l'angle d'incidence
- Limites du Doppler à Émission Continue
- Le Doppler à Émission Pulsée
- Résolution Spatiale / Temporelle / Ambiguïtés
- **Le Couplage écho-Doppler**
- L'imagerie des Flux sanguins
- Doppler tissulaire et poursuite d'écho.

Fréquence de Répétition des Impulsions

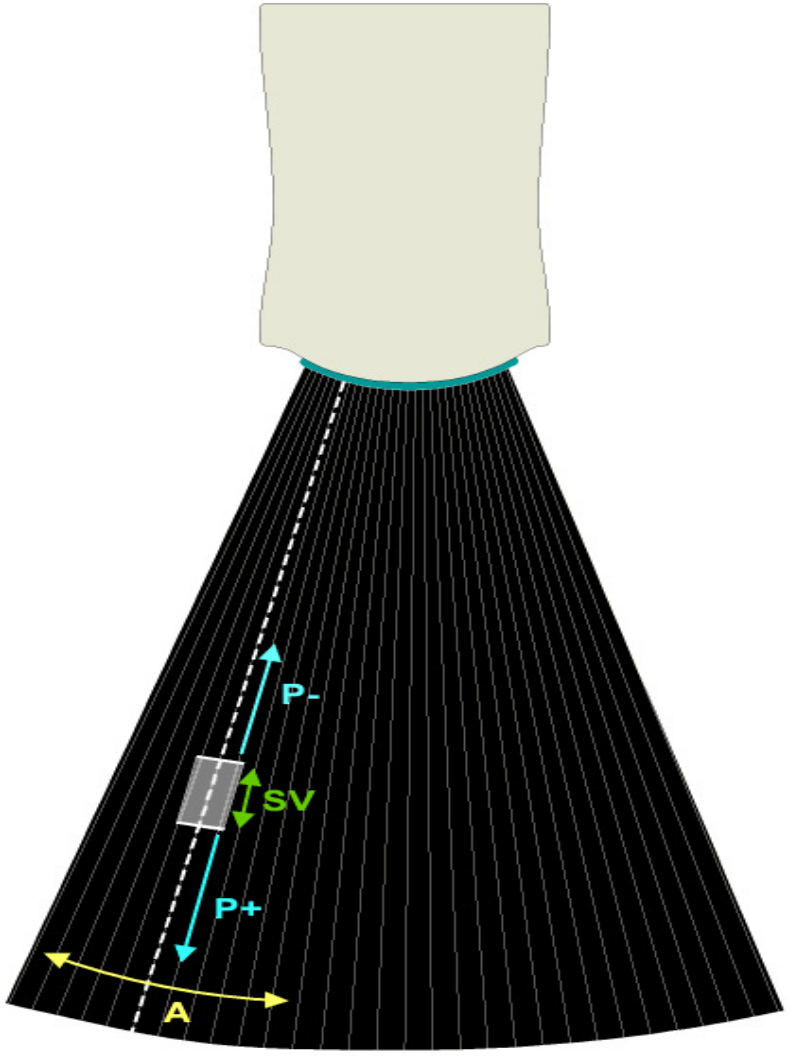


Ambiguïté spatiale (sténose de l'artère mésentérique supérieure)

Couplage Échographie – Doppler pulsé (Duplex)

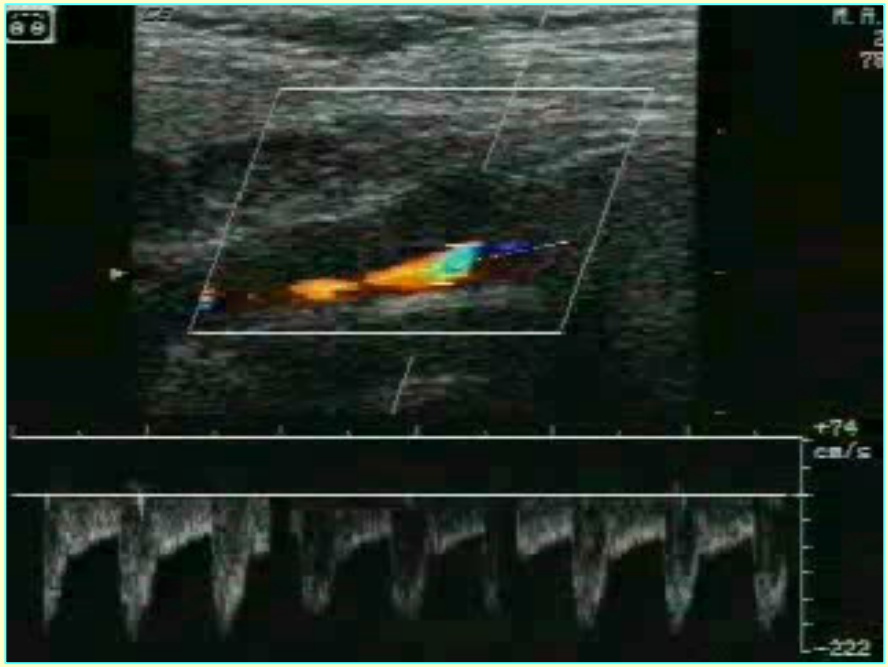


Balayage linéaire (sonde "barrette")

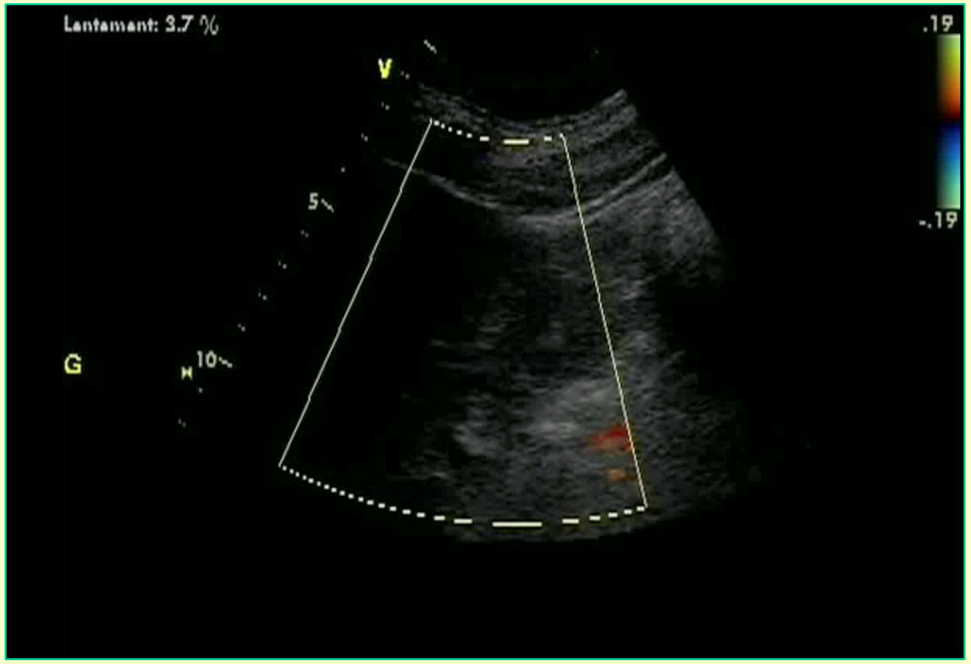


Balayage sectoriel (sonde convexe)

Couplage Échographie – Doppler pulsé



Balayage linéaire

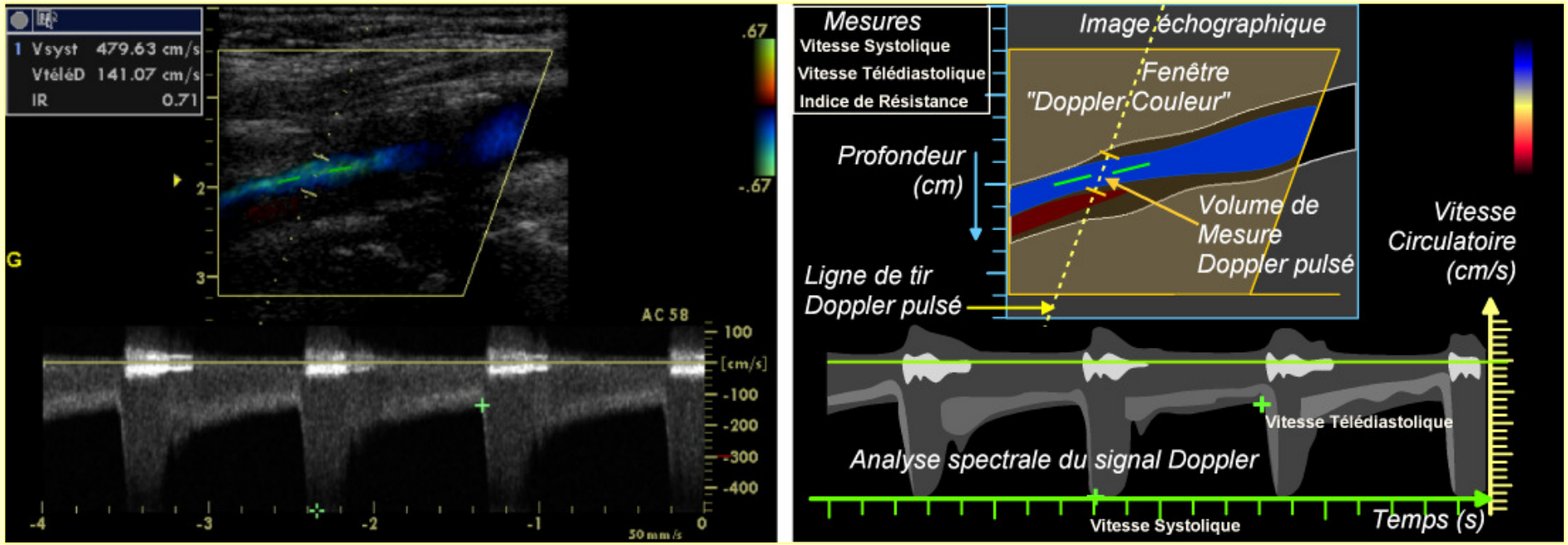


Balayage sectoriel

Détection et Mesure du Flux Sanguin par Ultrasonographie

- Le principe : « Effet Doppler »
- Son application à la vélocimétrie sanguine
- L'Analyse du Signal Doppler
- Bande Passante et Filtrage
- Choix de la Fréquence d'émission
- Choix de l'angle d'incidence
- Limites du Doppler à Émission Continue
- Le Doppler à Émission Pulsée
- Résolution Spatiale / Temporelle / Ambiguïtés
- Le Couplage écho-Doppler
- **L'imagerie des Flux sanguins**
- Doppler tissulaire et poursuite d'écho.

Couplage Échographie – Doppler couleur - Doppler pulsé (« triplex »)

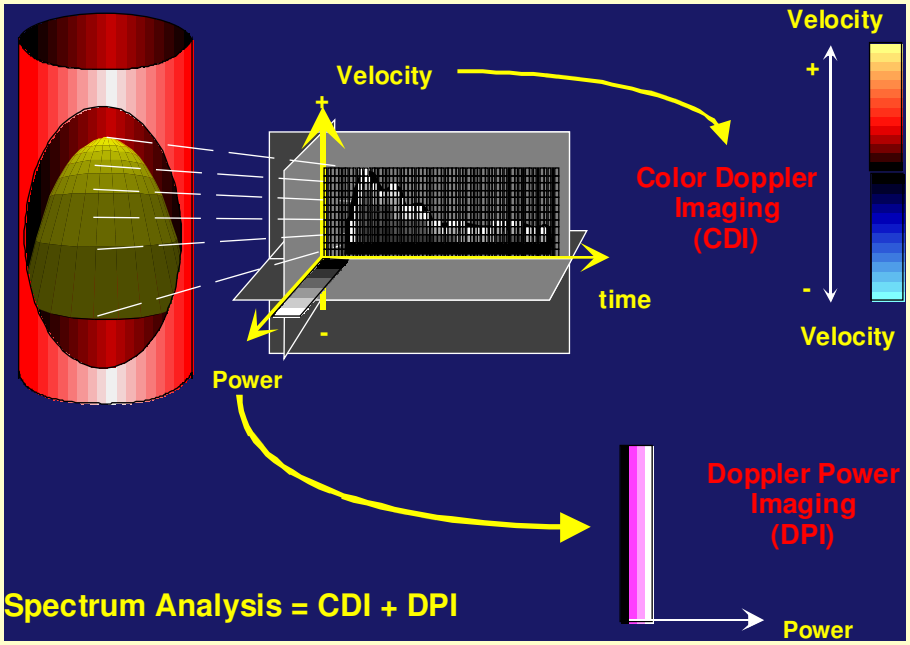


Sténose de l'artère carotide interne

L'imagerie des flux

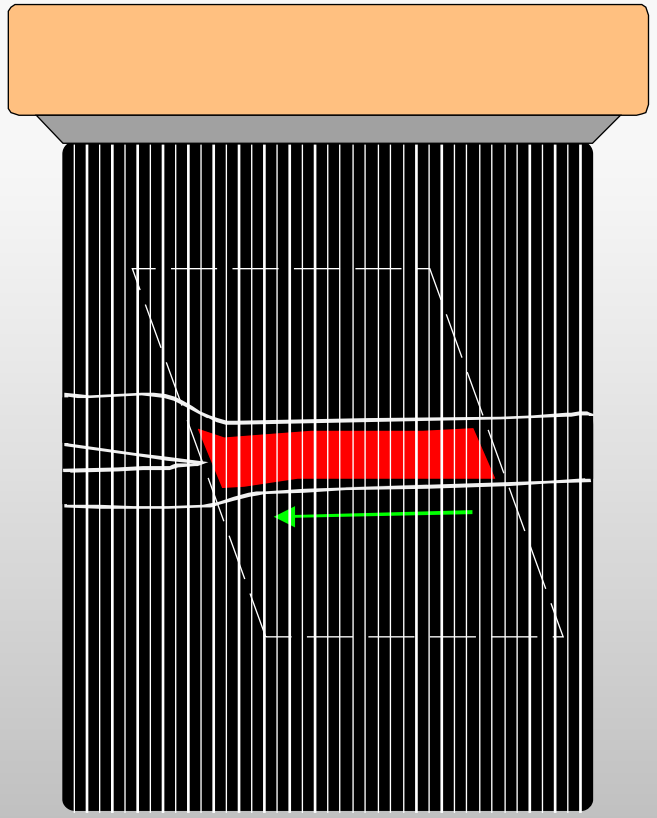
Techniques Doppler
- **<u>Doppler couleur</u>**
- Doppler énergie
- Doppler large bande

Techniques non Doppler
- CVI
- B-Flow

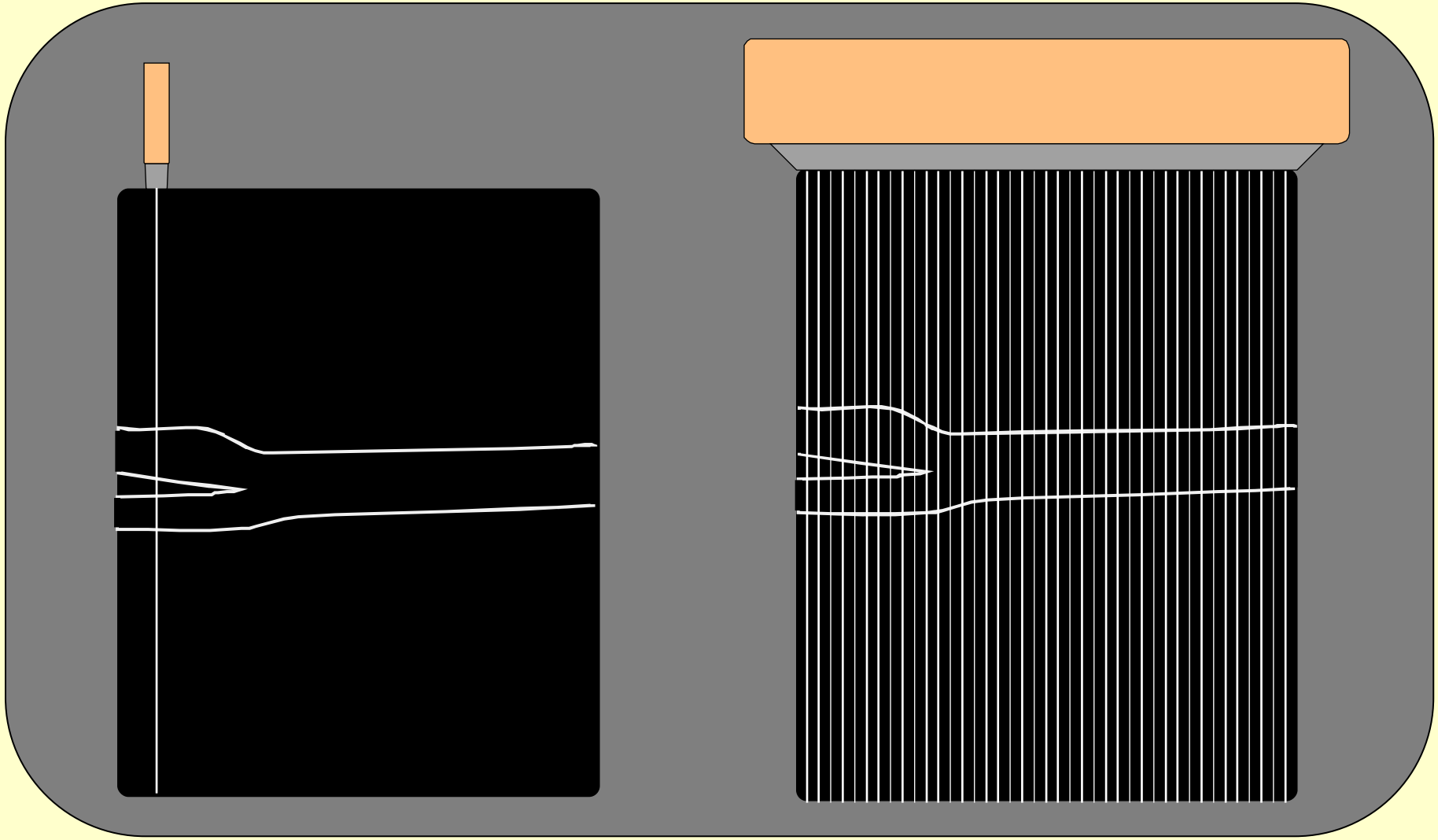


Le « Doppler Couleur »

- **Principe**
- Sens circulatoire
- Estimation de Vitesse
- Réglages de PRF
- Réglage de Gain
- Problème du Seuil



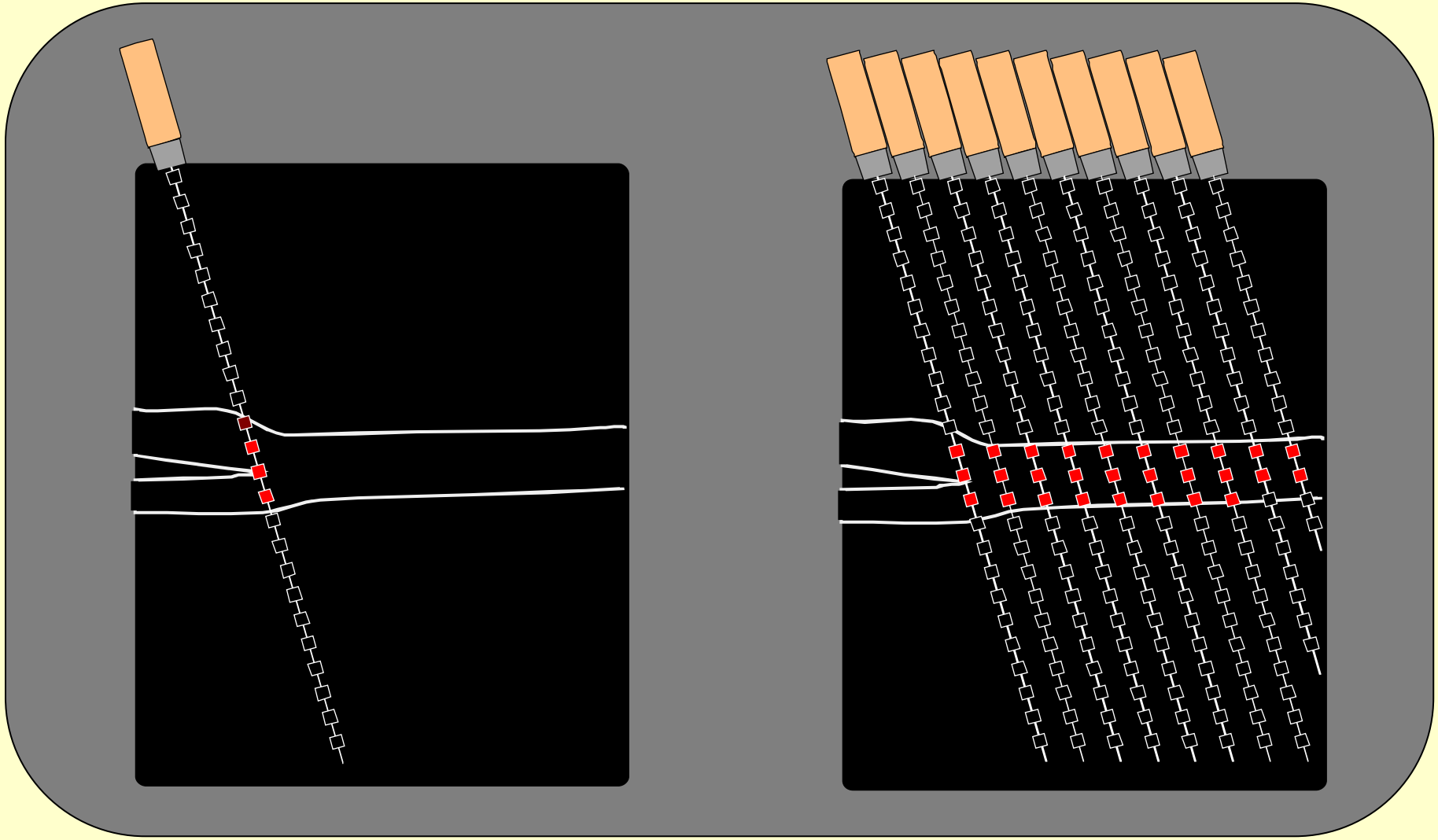
Construction de l’image échographique



Exploration Uni-Dimensionnelle

Exploration Bi-Dimensionnelle

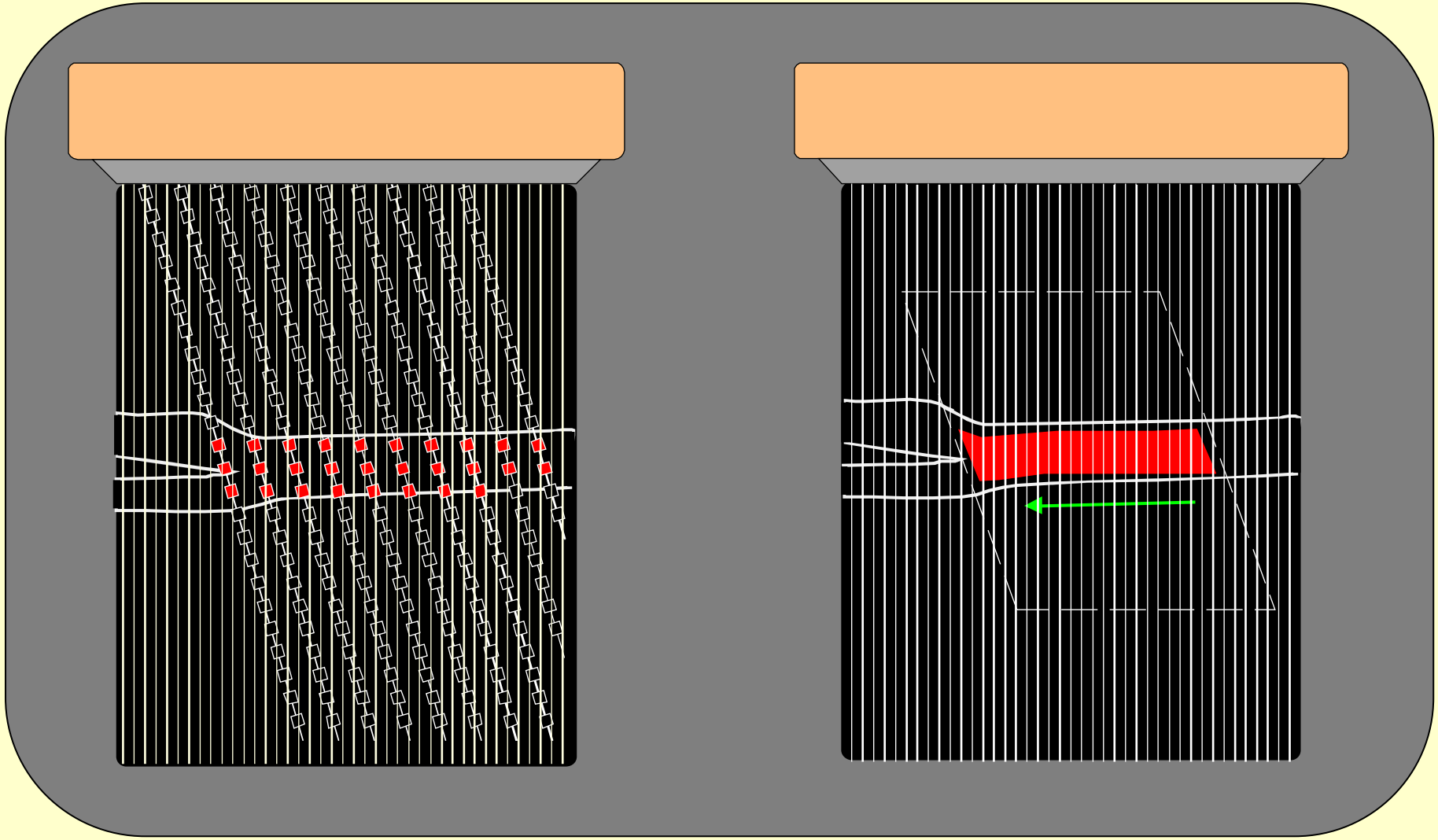
Construction de l’image Doppler Couleur



Exploration Uni-Dimensionnelle

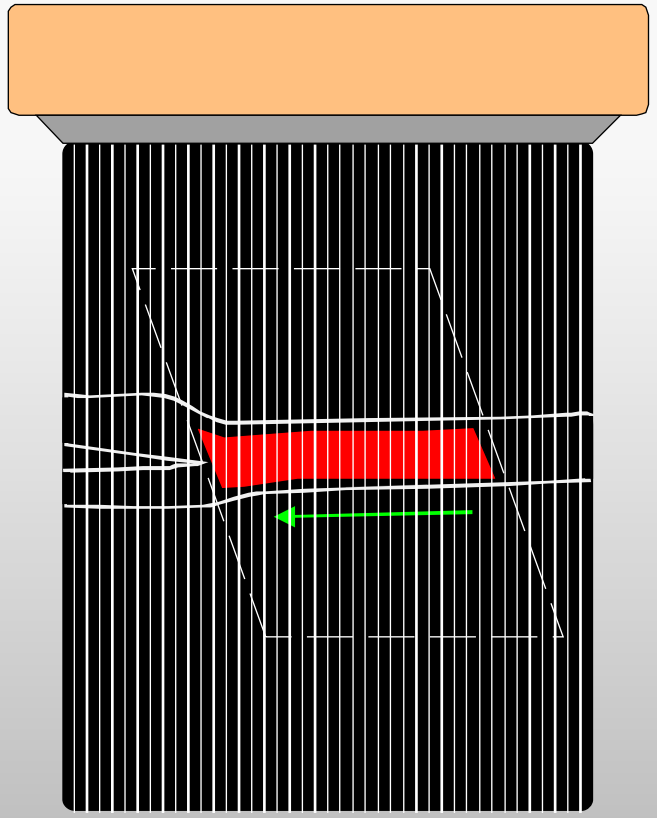
Exploration Bi-Dimensionnelle

Couplage Echo-Doppler Couleur

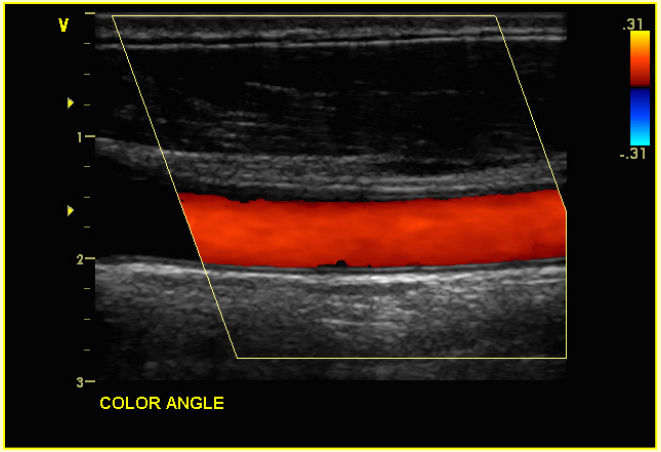


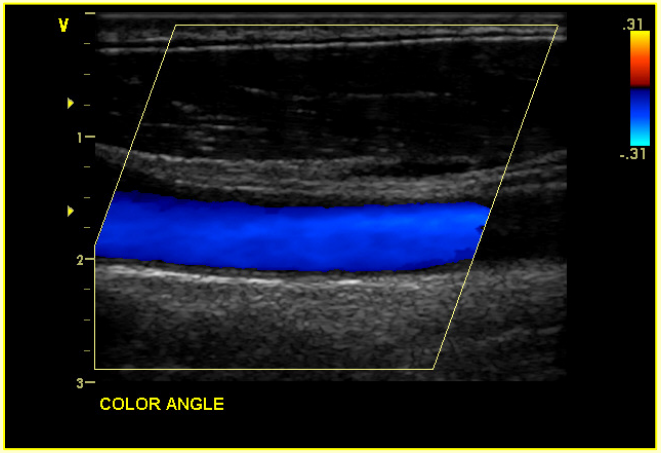
Le « Doppler Couleur »

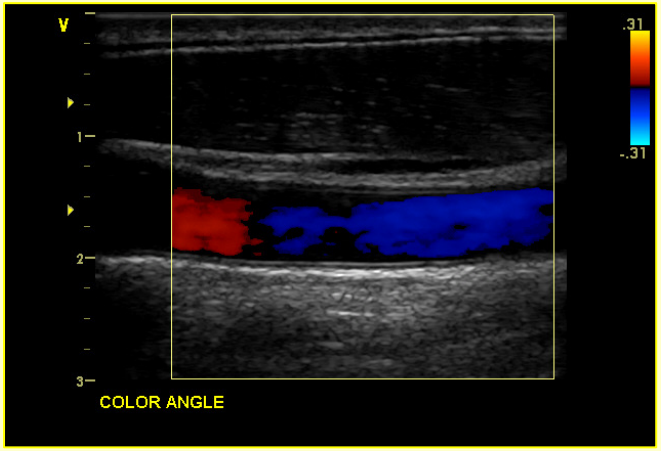
- Principe
- **<u>Sens circulatoire</u>**
- Estimation de Vitesse
- Réglages de PRF
- Réglage de Gain
- Problème du Seuil

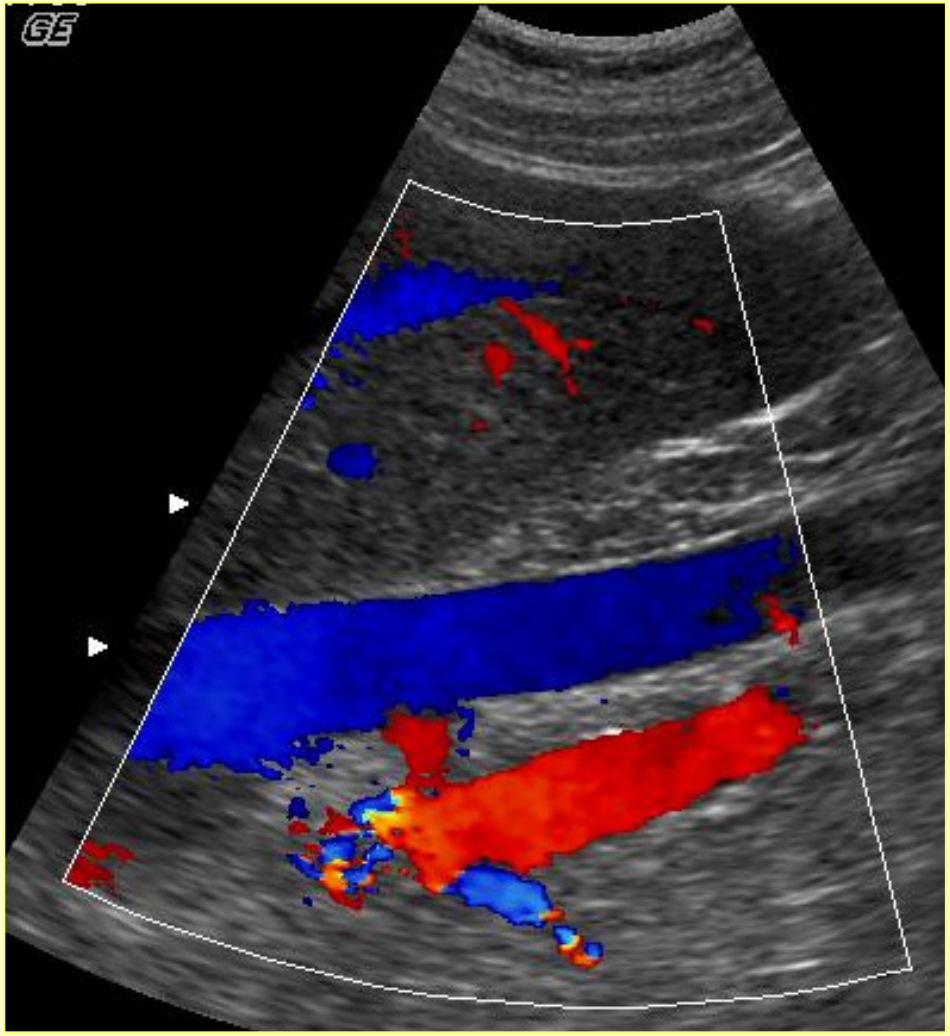


Angle d’incidence et sens d’écoulement sanguin



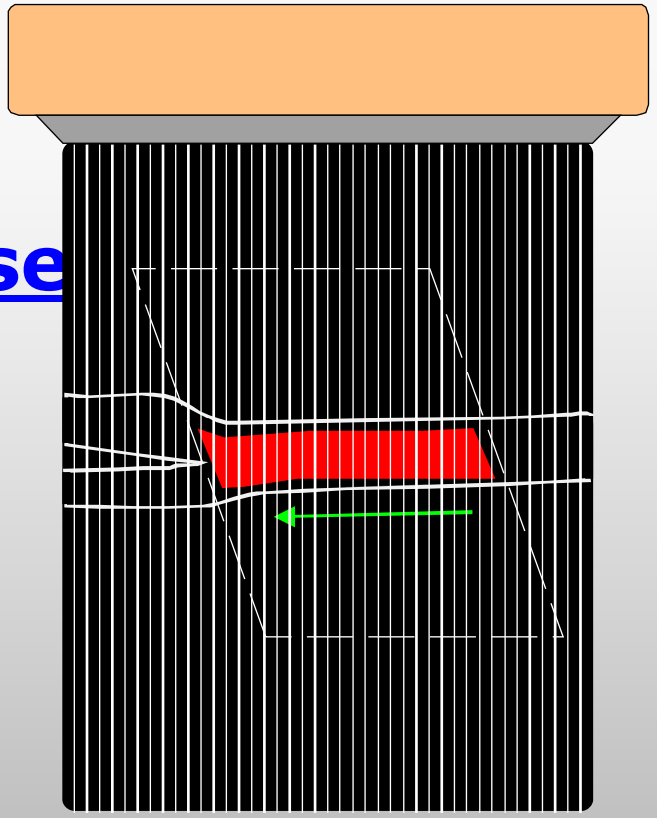




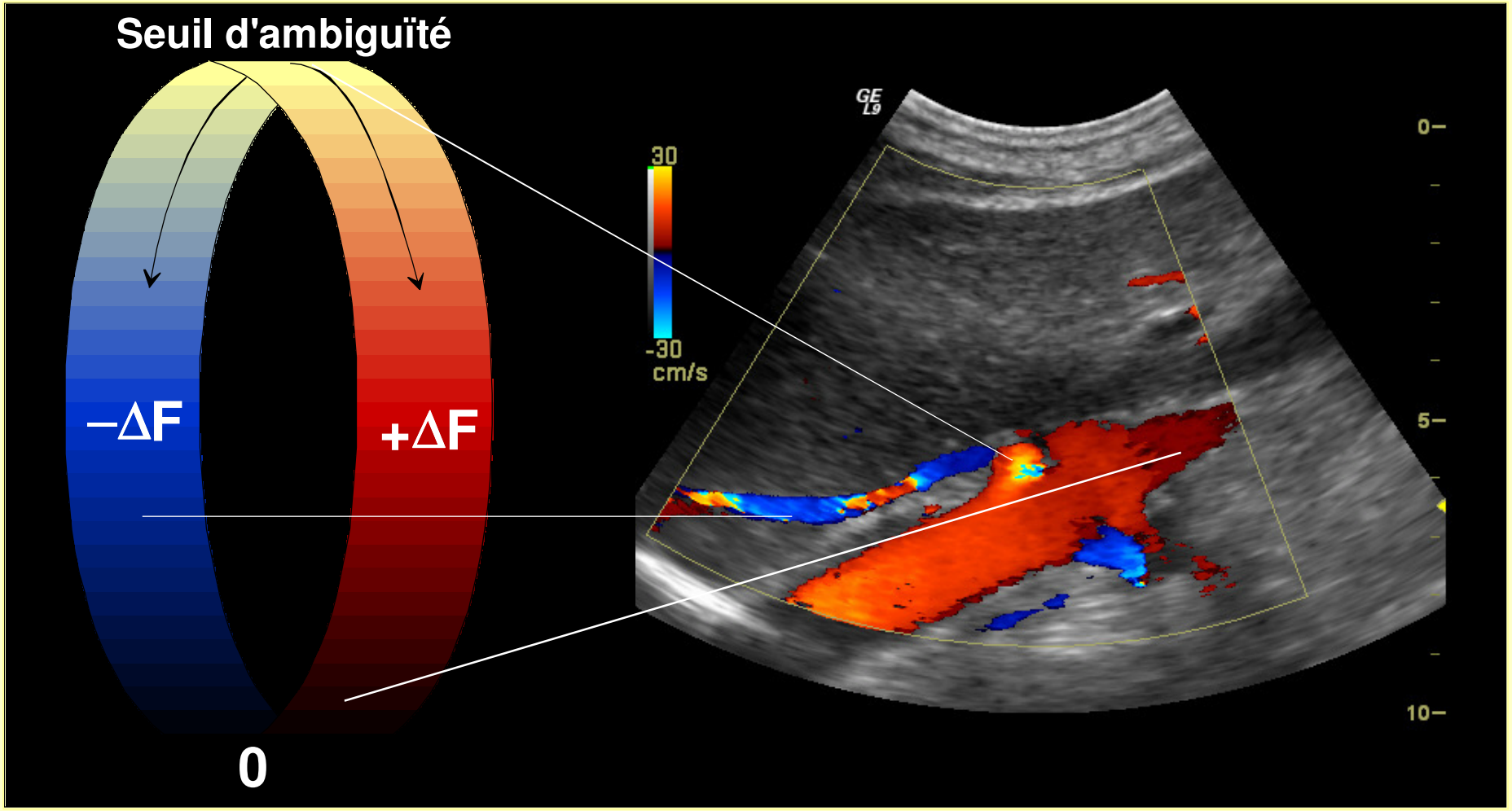


Le « Doppler Couleur »

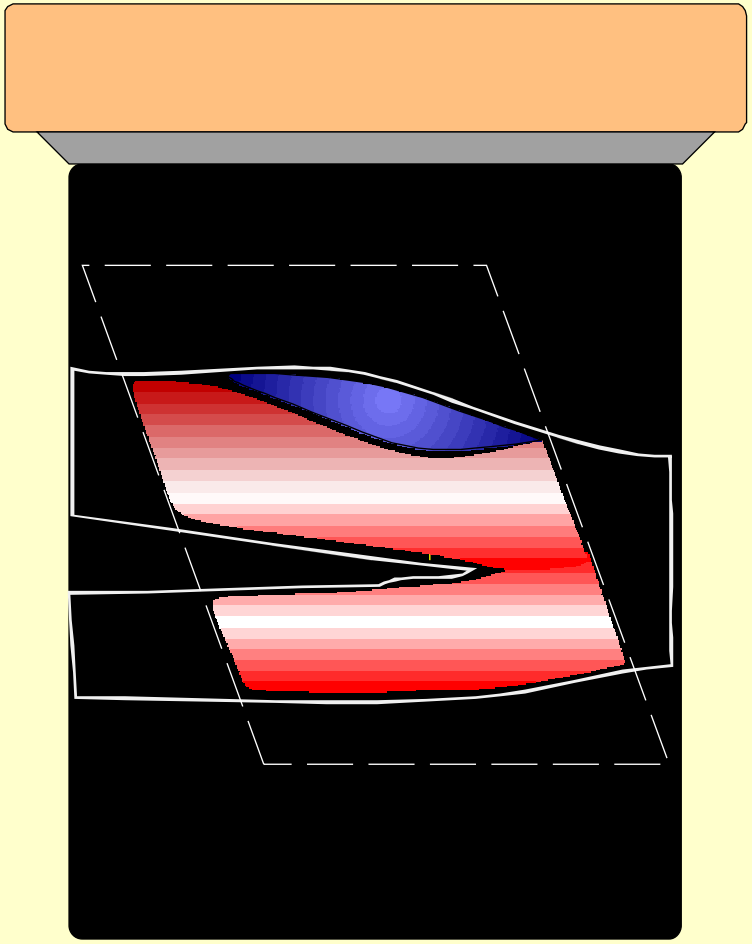
- Principe
- Sens circulatoire
- **<u>Estimation de Vitesse</u>**
- Réglages de PRF
- Réglage de Gain
- Problème du Seuil

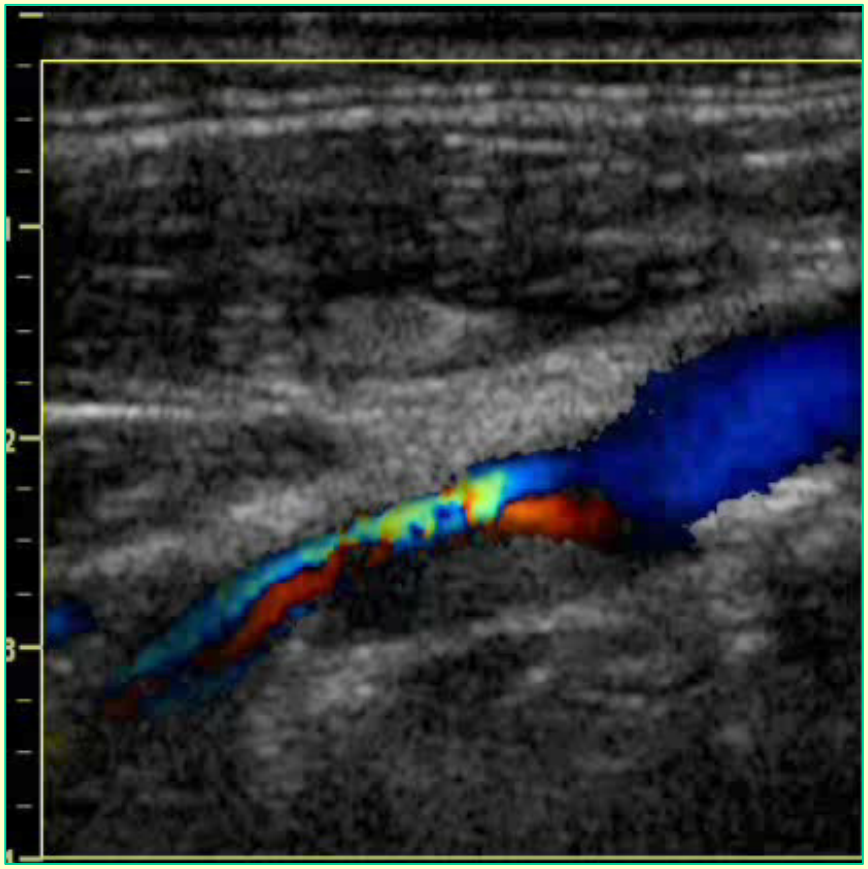


Codage de la Vitesse Circulatoire

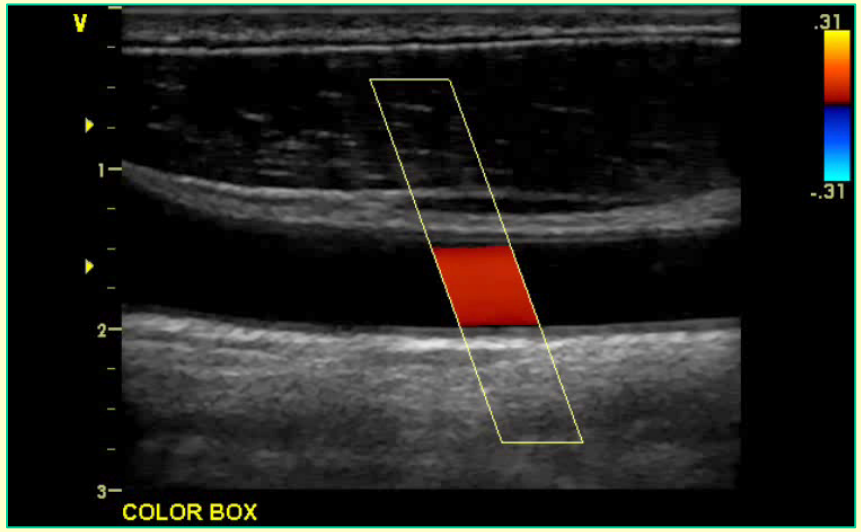


Changement de sens circulatoire ou ambiguïté ?

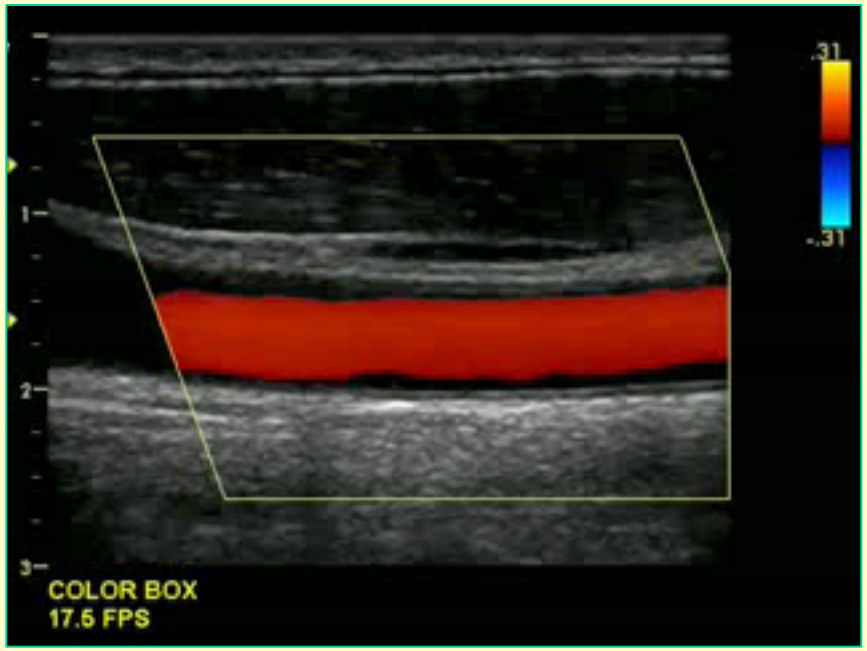




Résolution Temporelle et Doppler Couleur



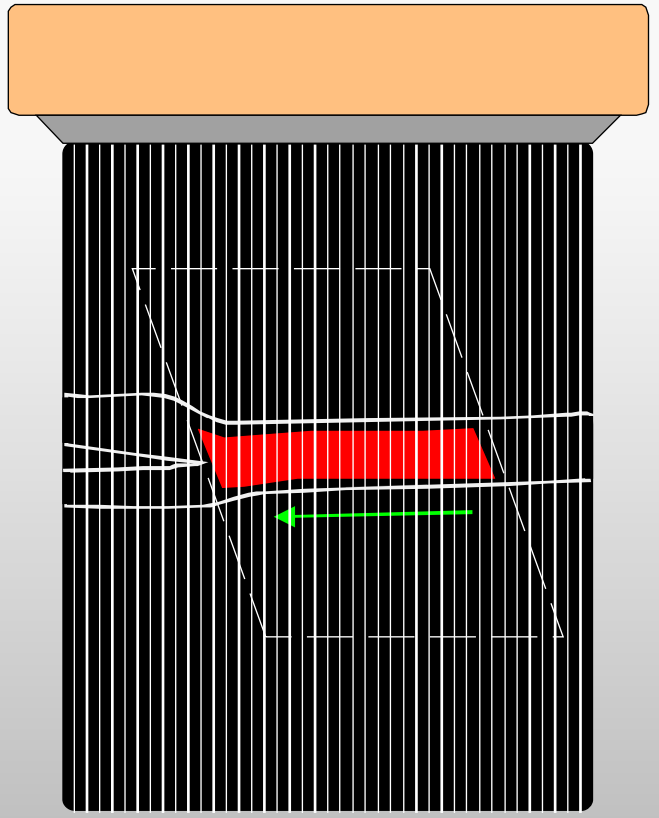
Fenêtre Restreinte :
Haute cadence d'imagerie
44,5 im/s

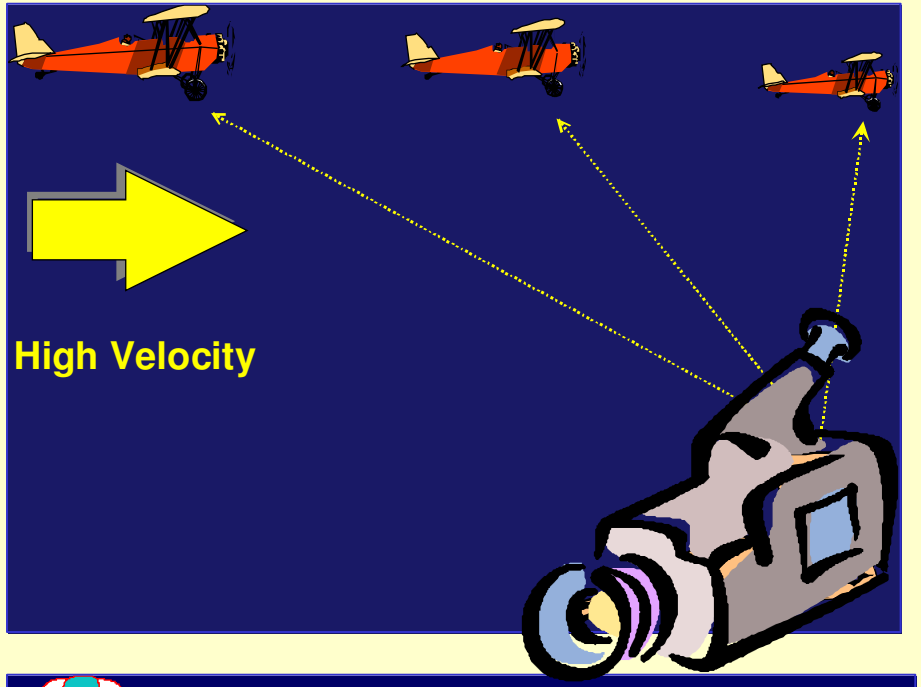


Fenêtre Large :
Basse cadence d'imagerie
17,5 im/s

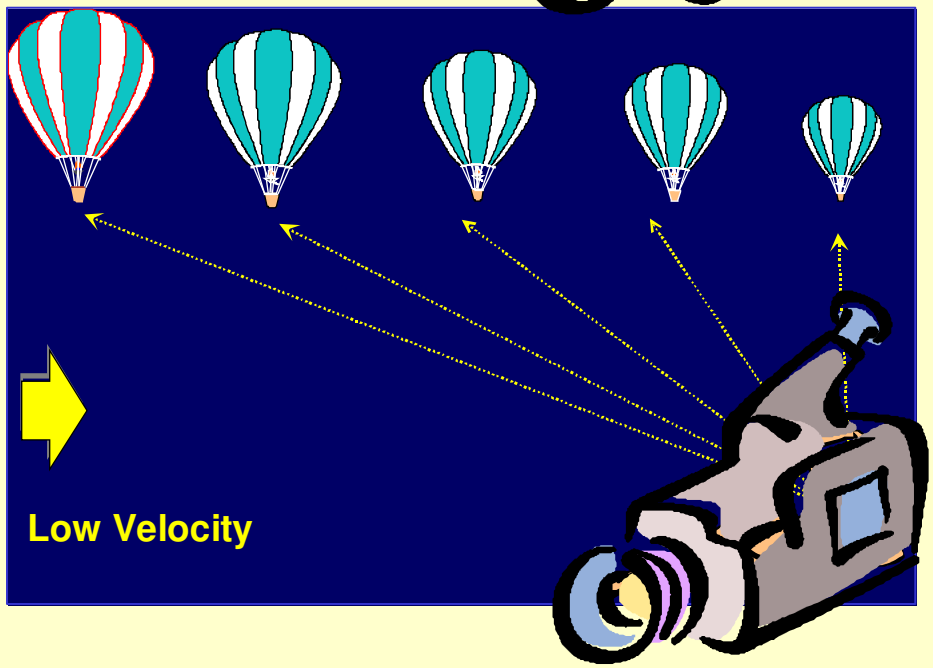
Le « Doppler Couleur »

- Principe
- Sens circulatoire
- Estimation de Vitesse
- **<u>Réglages de PRF</u>**
- Réglage de Gain
- Problème du Seuil



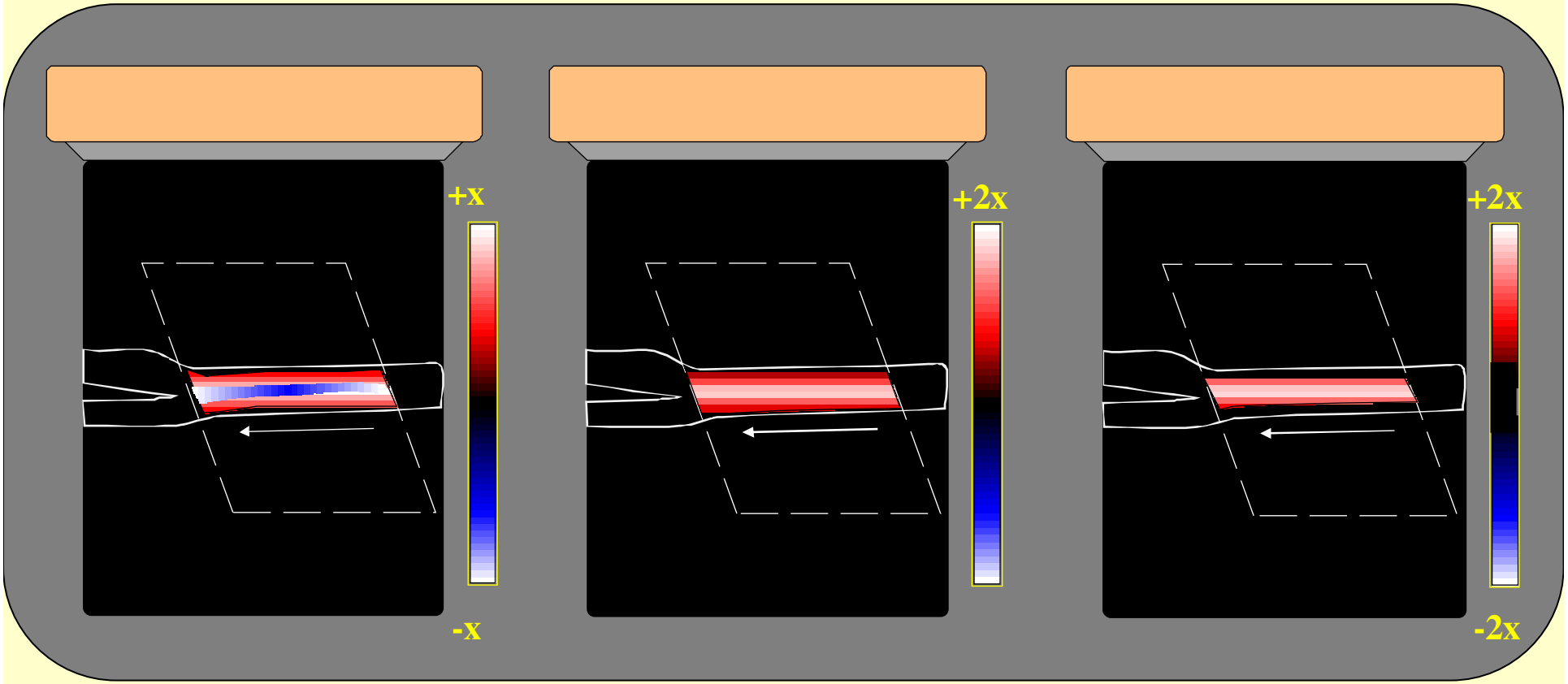


Vitesse rapide



Vitesse lente

Réglage de l'Echelle de Vitesse

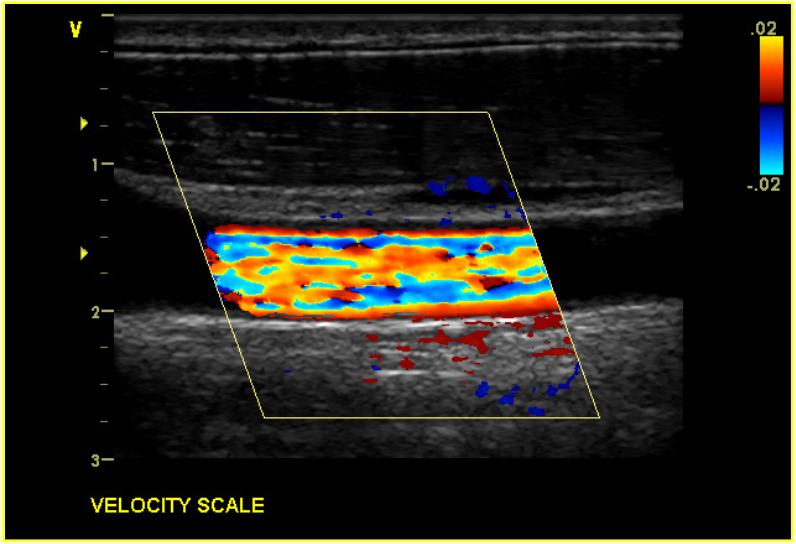


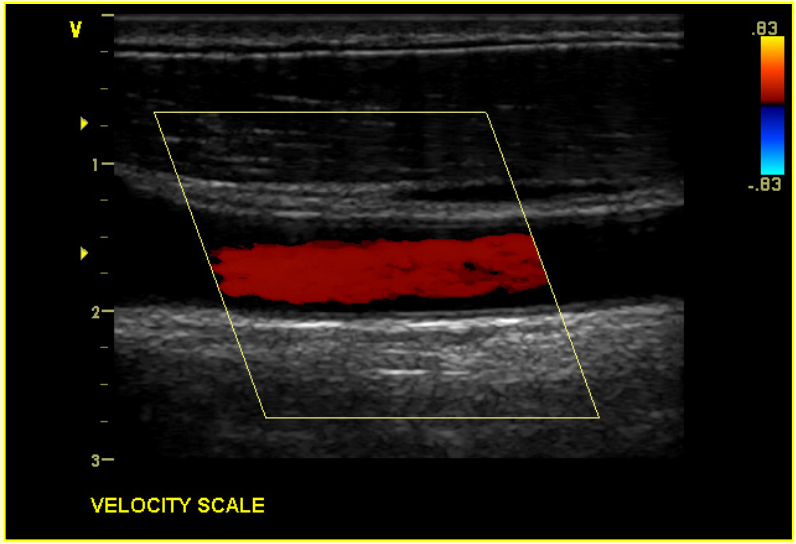
PRF trop haute :
Ambiguïté Spectrale

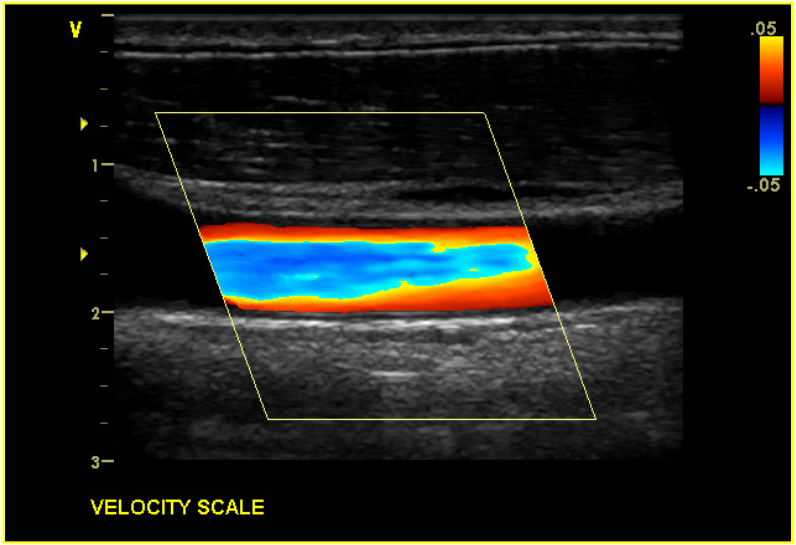
PRF adéquate :
Bon « remplissage »,
Pas de saturation

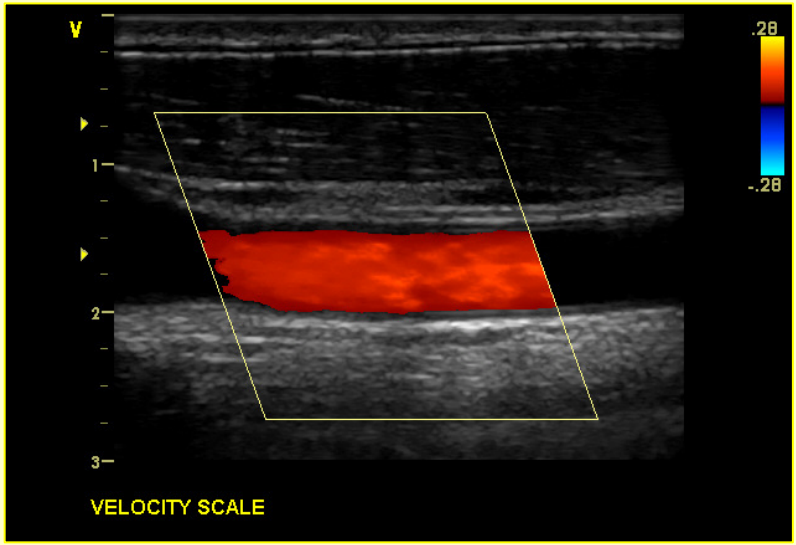
PRF trop basse :
Remplissage imparfait
Vitesses lentes non repésentées

Echelle de Vitesse en Doppler Couleur



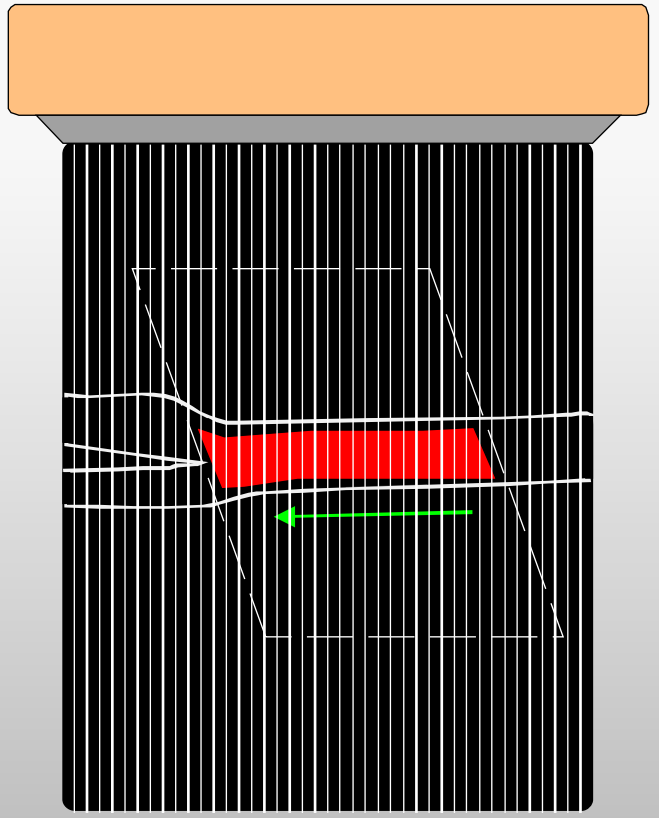




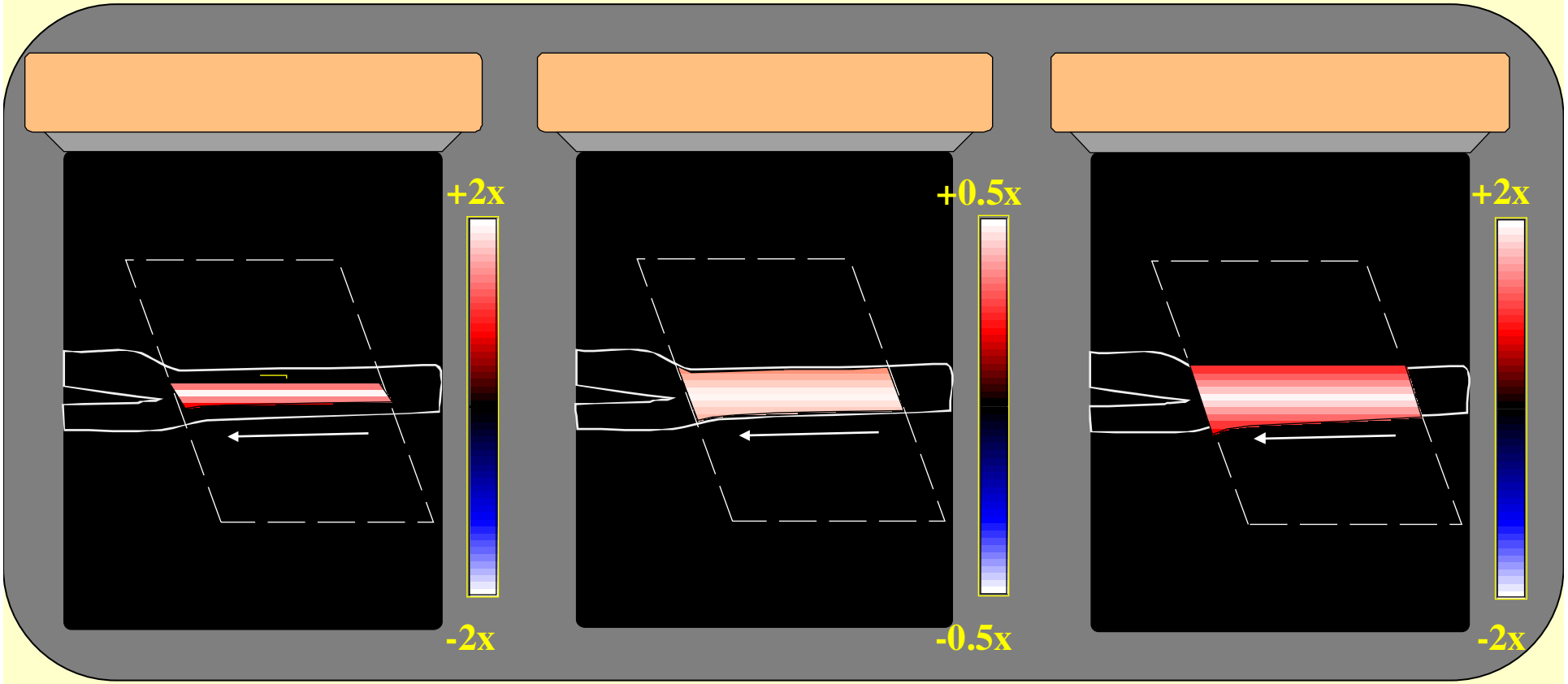


Le « Doppler Couleur »

- Principe
- Sens circulatoire
- Estimation de Vitesse
- Réglages de PRF
- **Réglage de Gain**
- Problème du Seuil



Gain en Mode Doppler Couleur

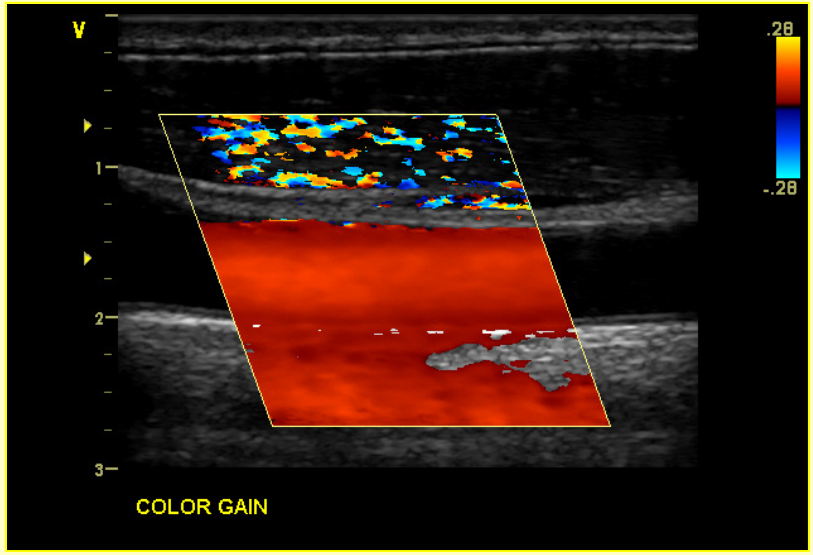


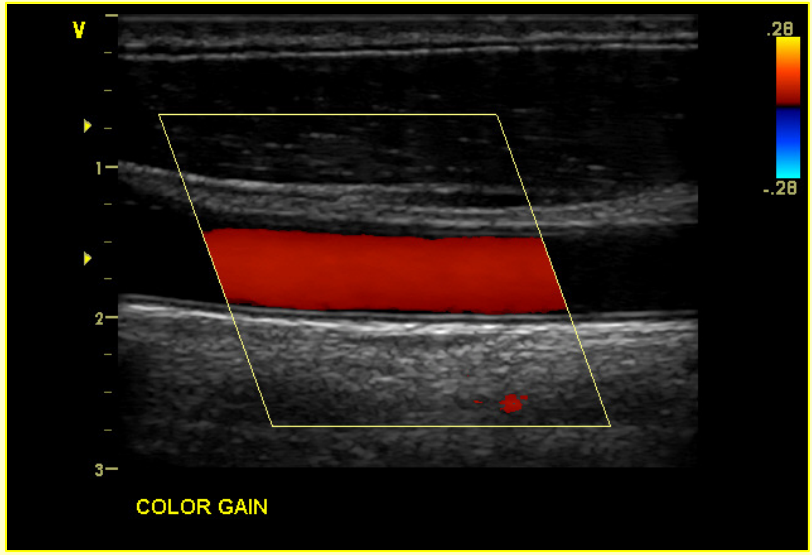
Gain insuffisant :
Remplissage incomplet

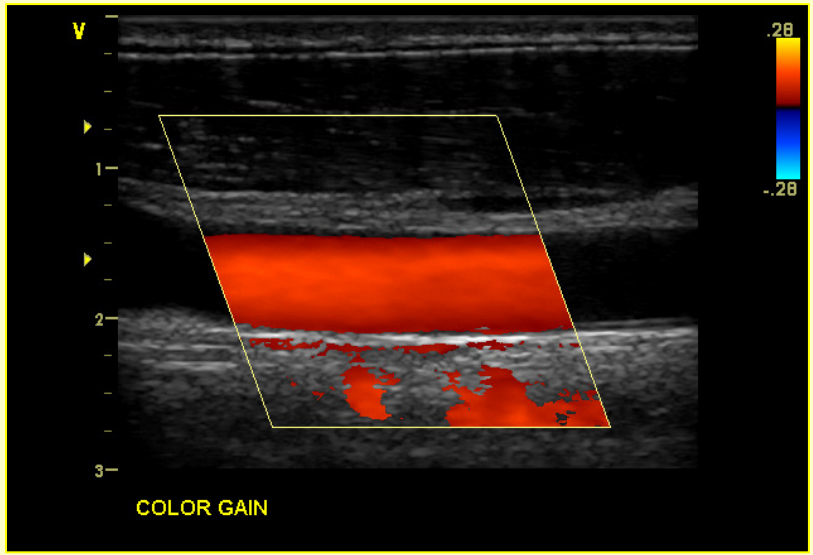
Gain adéquat :
Bonne délimitation flux/paroi

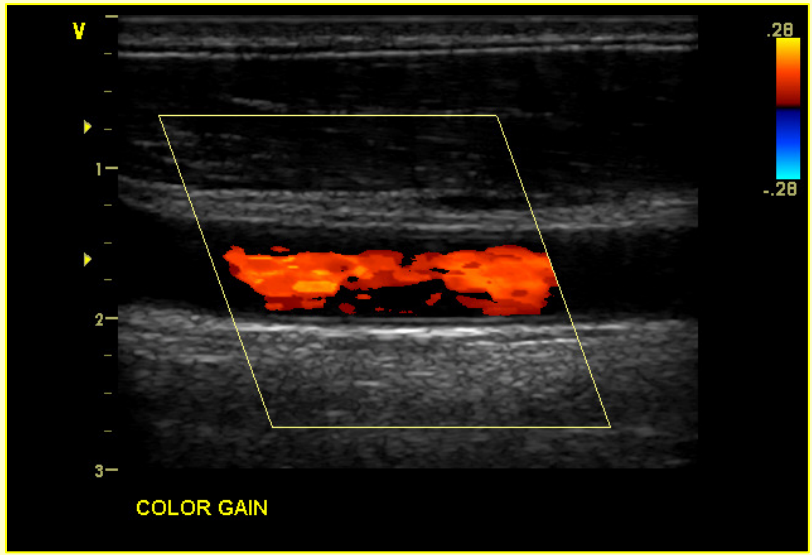
Gain excessif :
Débordement de la couleur

Gain en Mode Doppler Couleur et notion de seuil



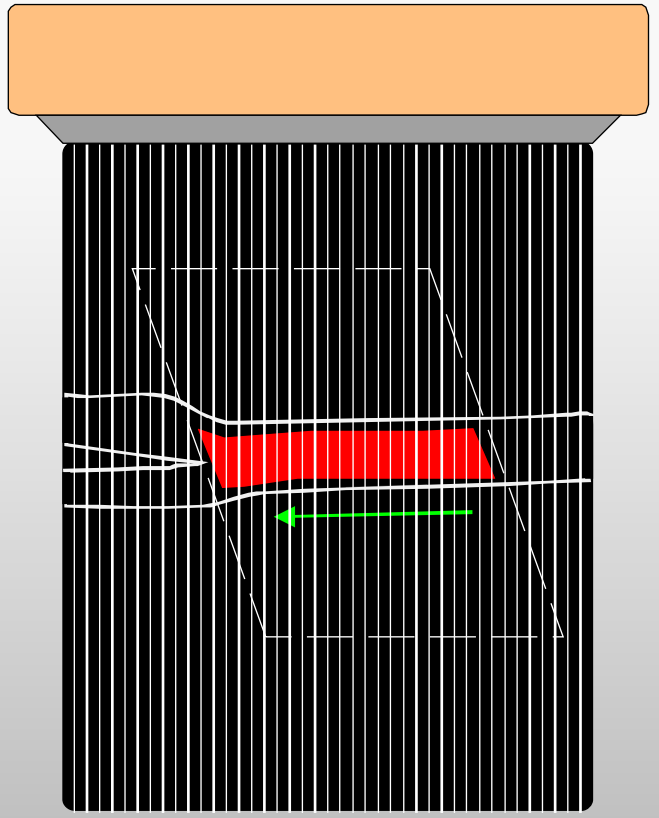




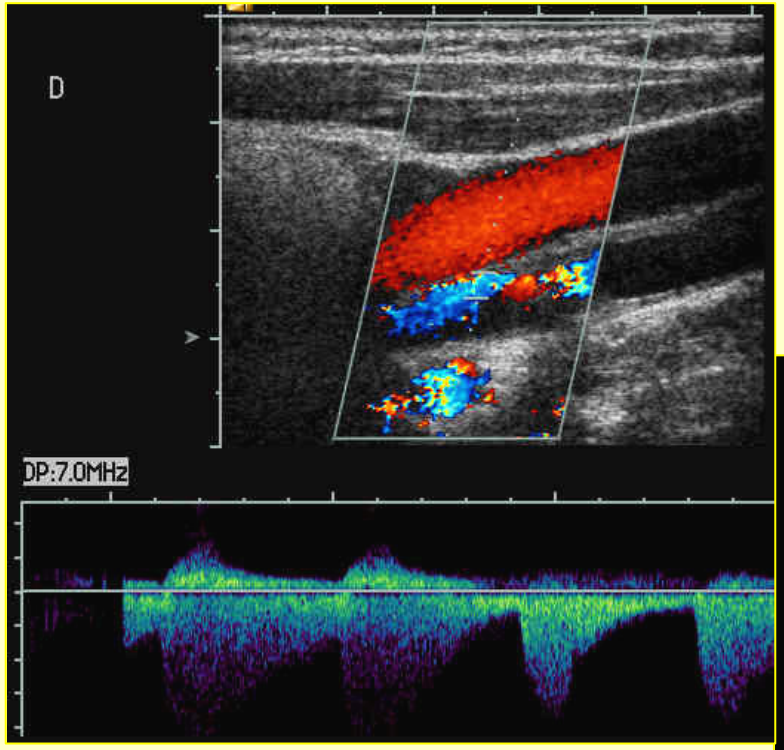


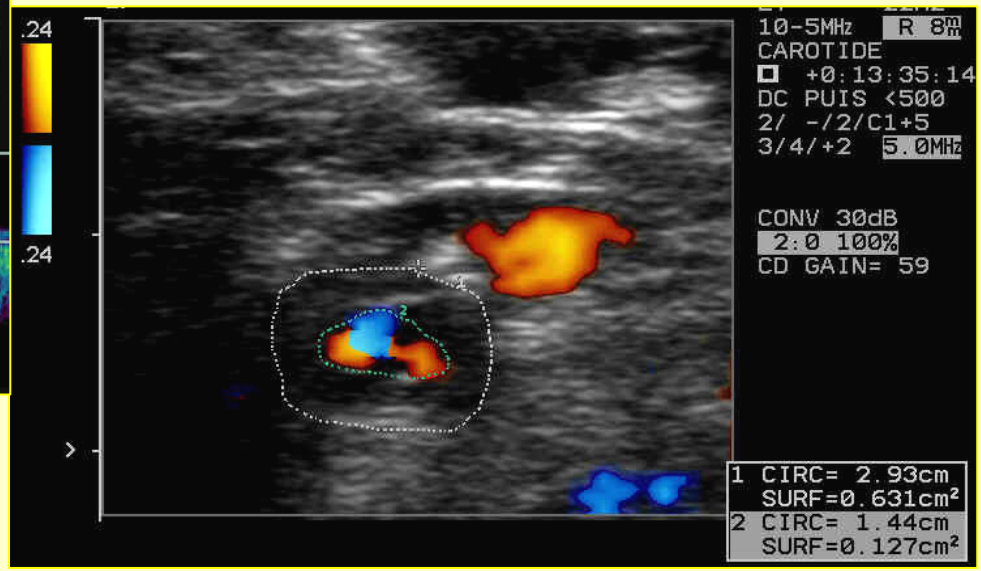
Le « Doppler Couleur »

- Principe
- Sens circulatoire
- Estimation de Vitesse
- Réglages de PRF
- Réglage de Gain
- **Problème du Seuil**



Problème lié aux seuils



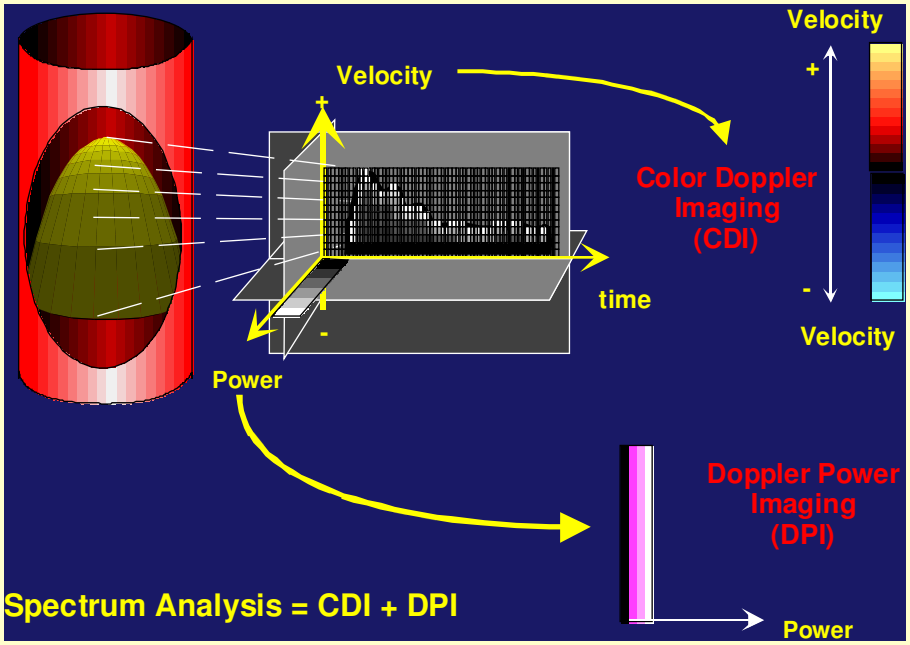


Risque de sous-estimation du degré de sténose

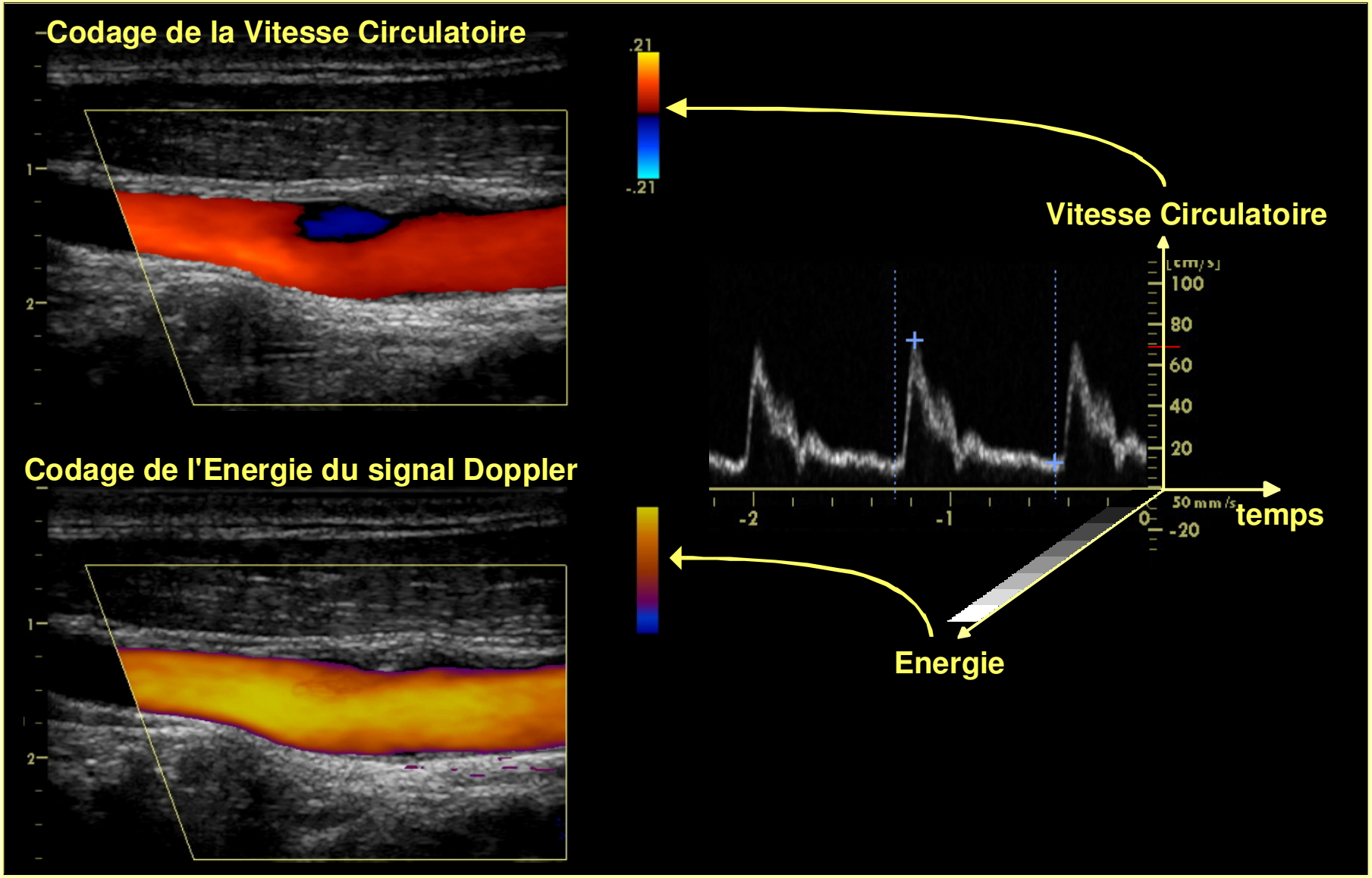
L'imagerie des flux

Techniques Doppler
- Doppler couleur
- **<u>Doppler énergie</u>**
- Doppler large bande

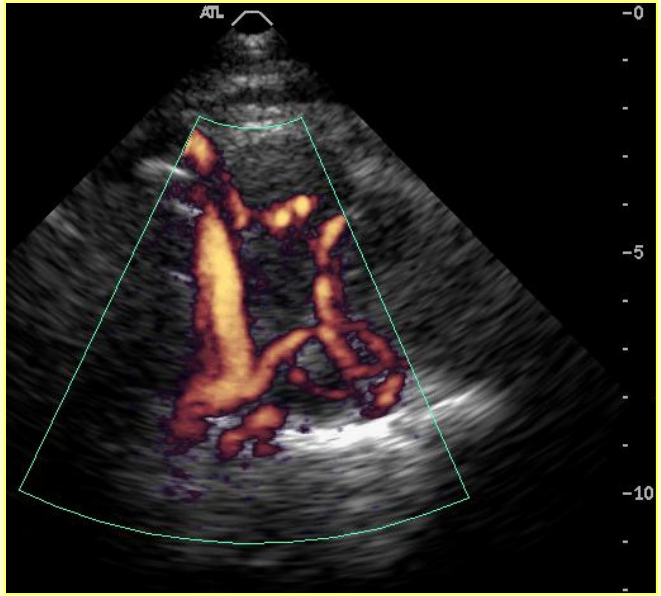
Techniques non Doppler
- CVI
- B-Flow



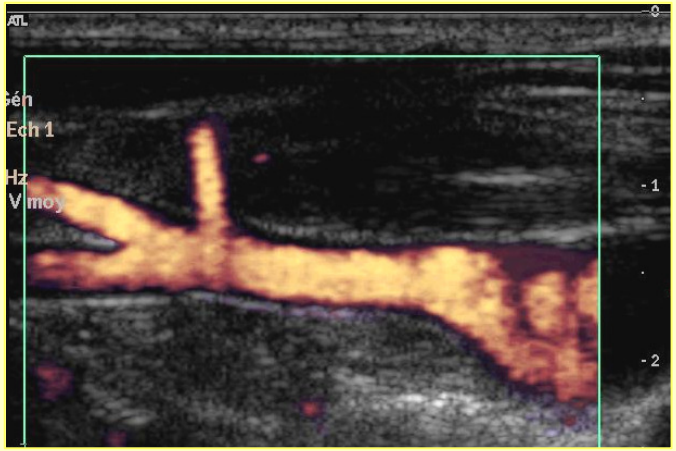
Codage de la fréquence ou de l'énergie du signal Doppler



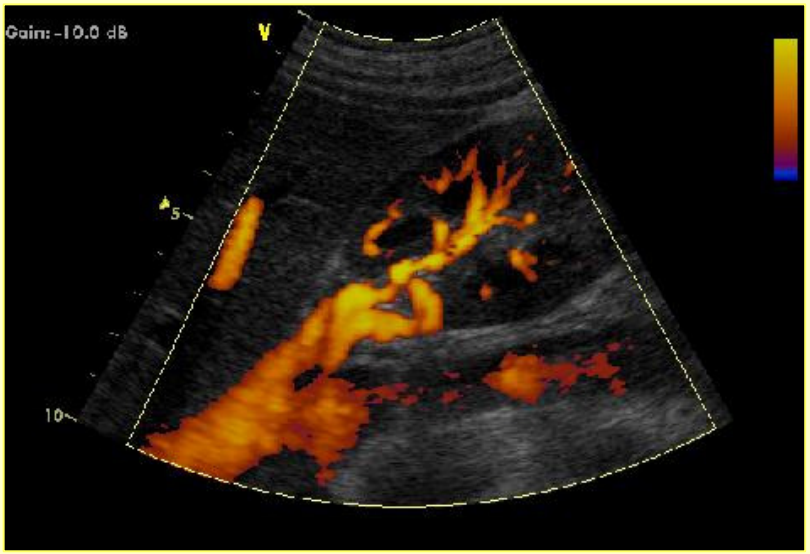
Doppler énergie



A. Vertébrales (V4)



Tronc Thyro-Cervical

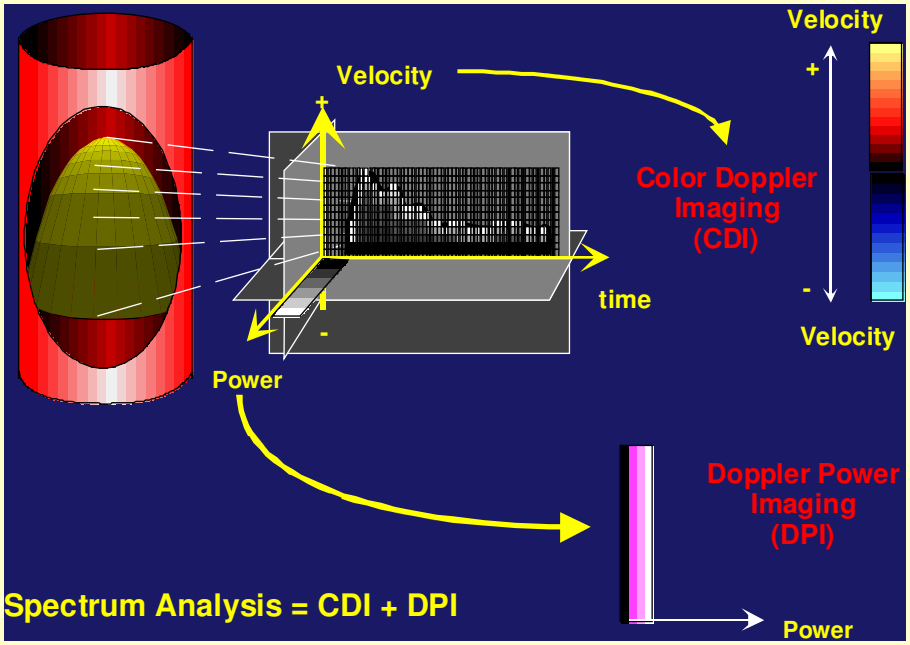


Vaisseaux rénaux

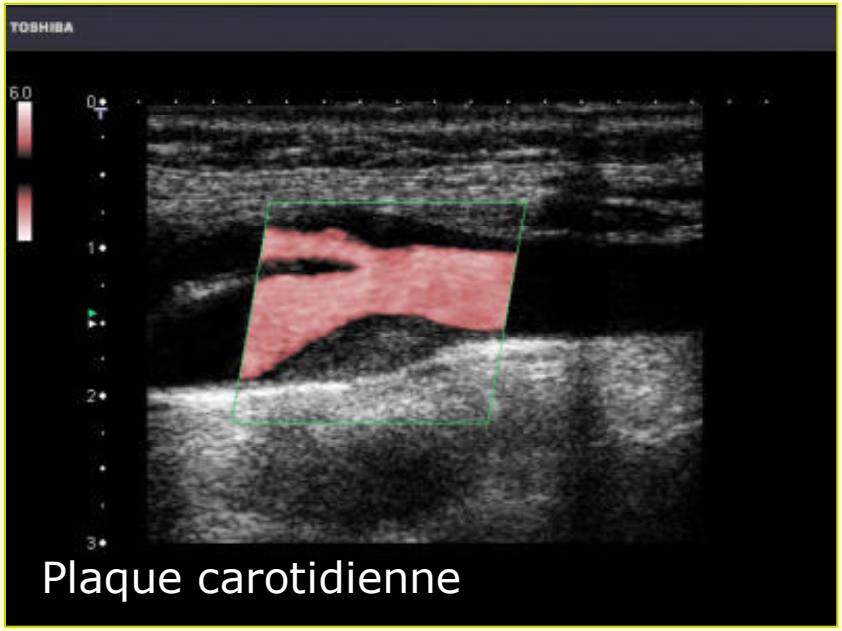
L'imagerie des flux

Techniques Doppler
- Doppler couleur
- Doppler énergie
- **Doppler large bande**

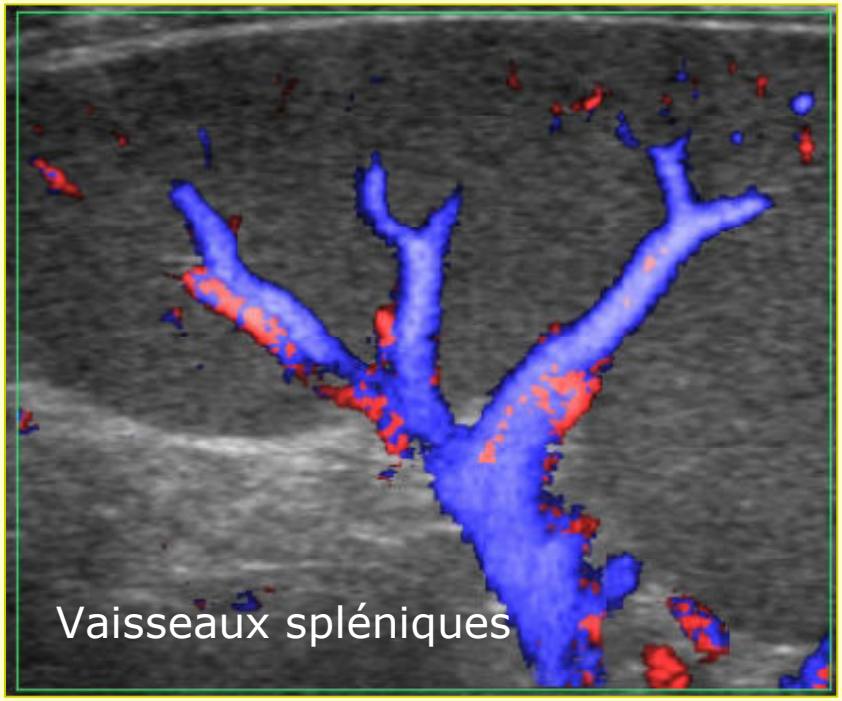
Techniques non Doppler
- CVI
- B-Flow

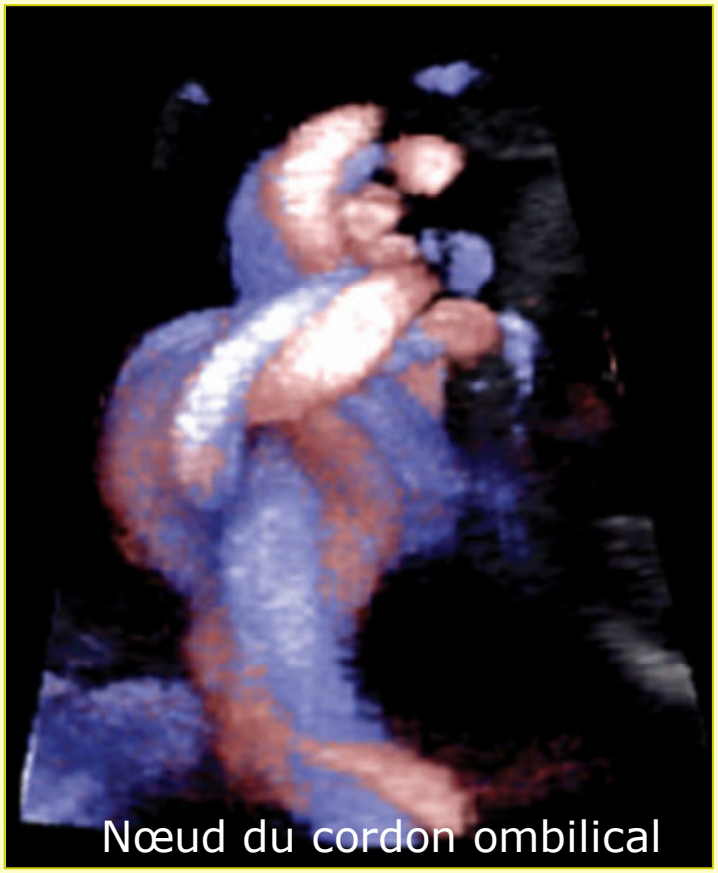


Advanced Dynamic Flow (ADF) - *Toshiba*

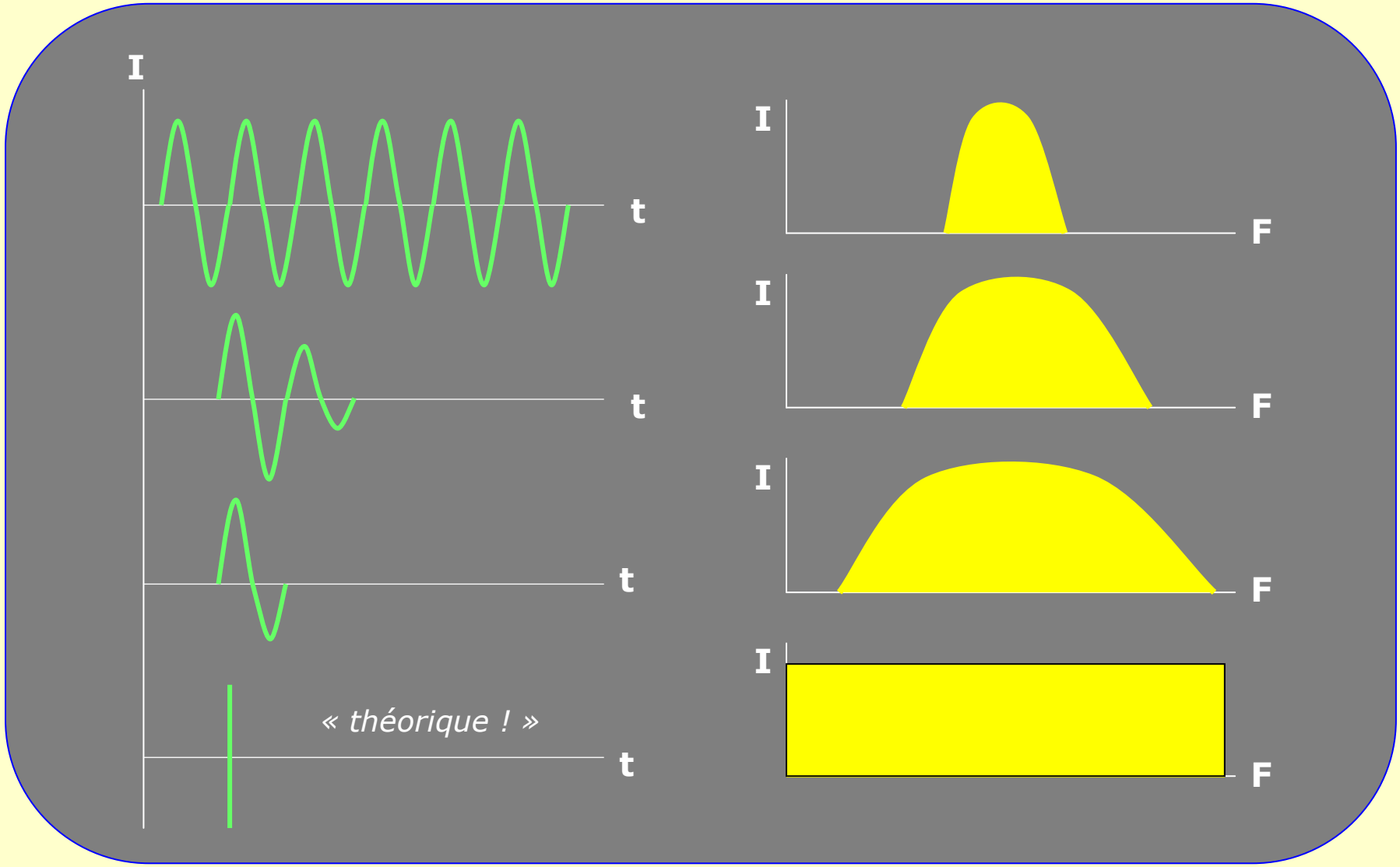


Plaque carotidienne


Vaisseaux spléniques

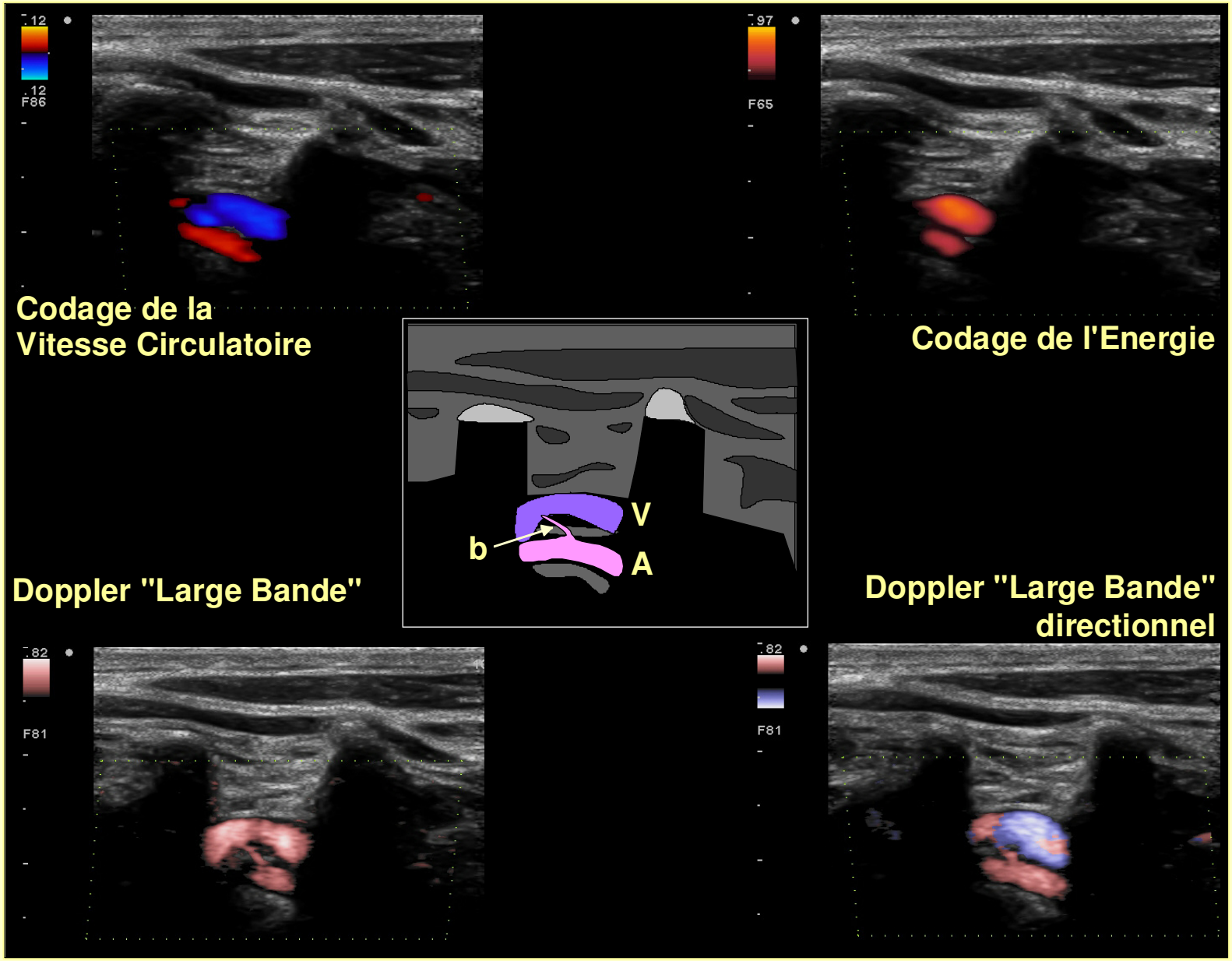

Nœud du cordon ombilical

L'émission ultrasonore



Le spectre de fréquences contenu dans l'impulsion est d'autant plus large que l'impulsion est brève

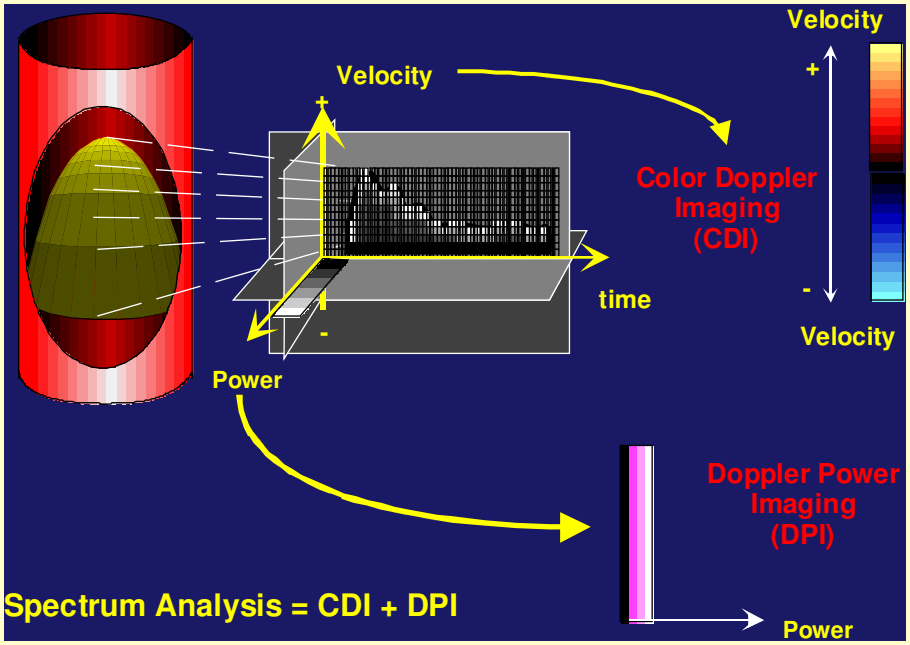
Doppler à large bande passante



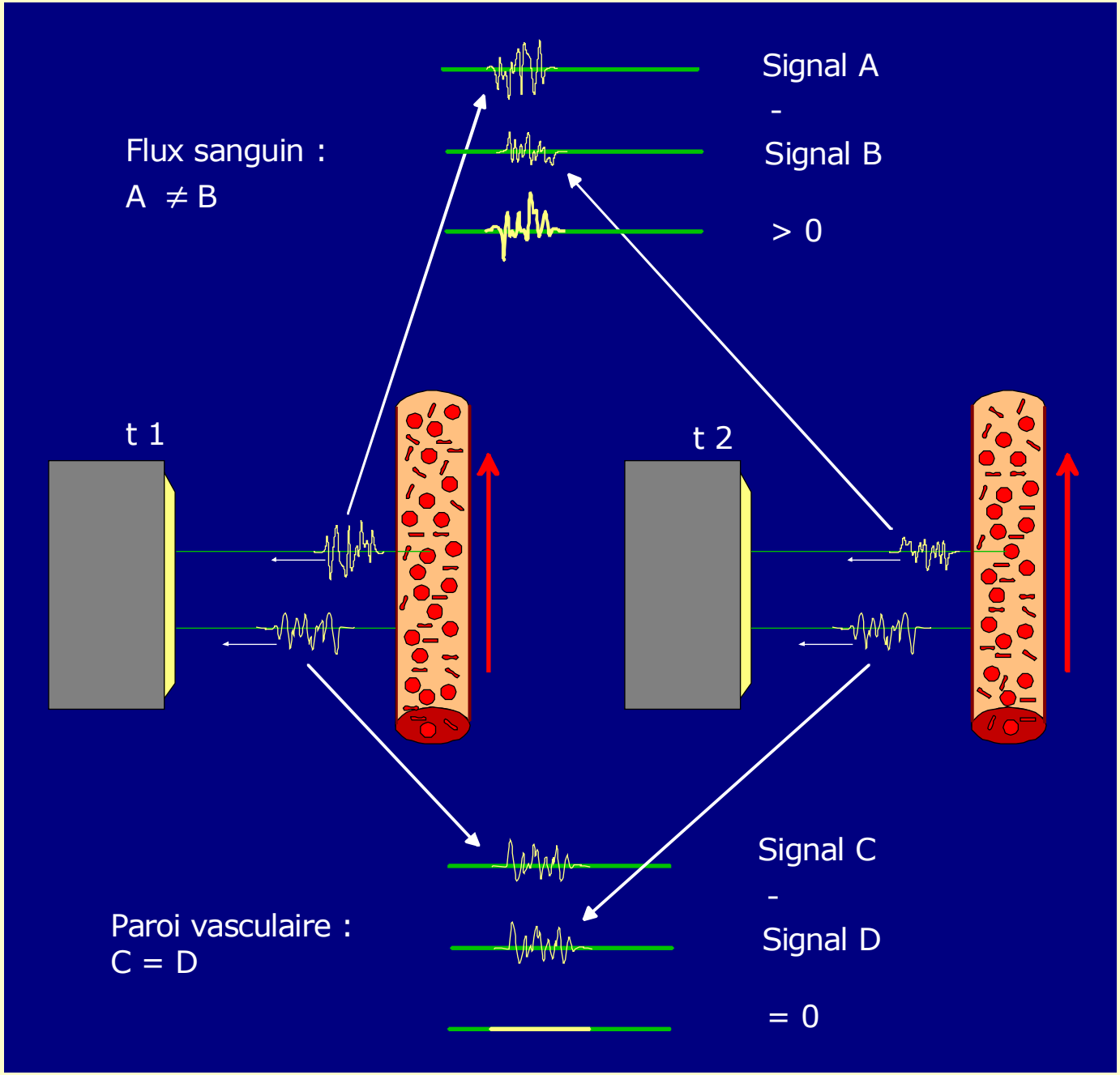
L'imagerie des flux

Techniques Doppler
- Doppler couleur
- Doppler énergie
- Doppler large bande

Techniques non Doppler
- CVI
- **B-Flow**

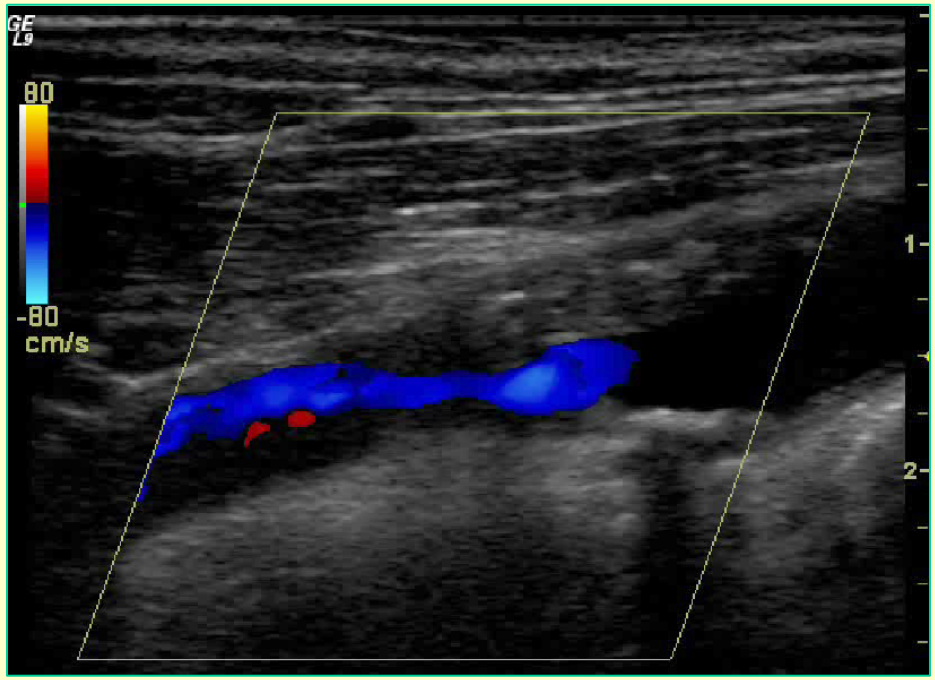


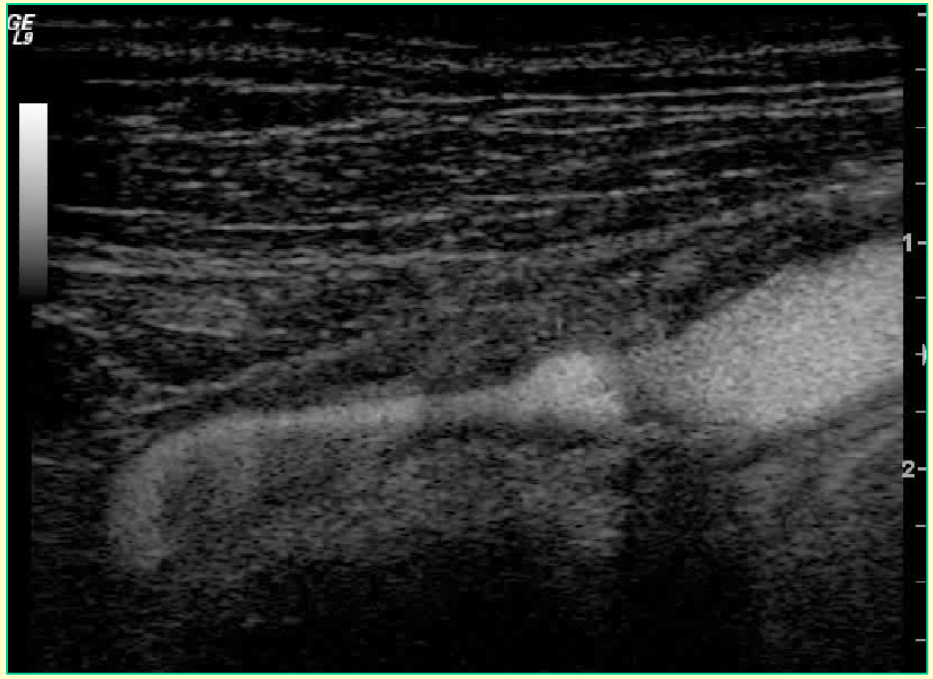
Mode B-Flow

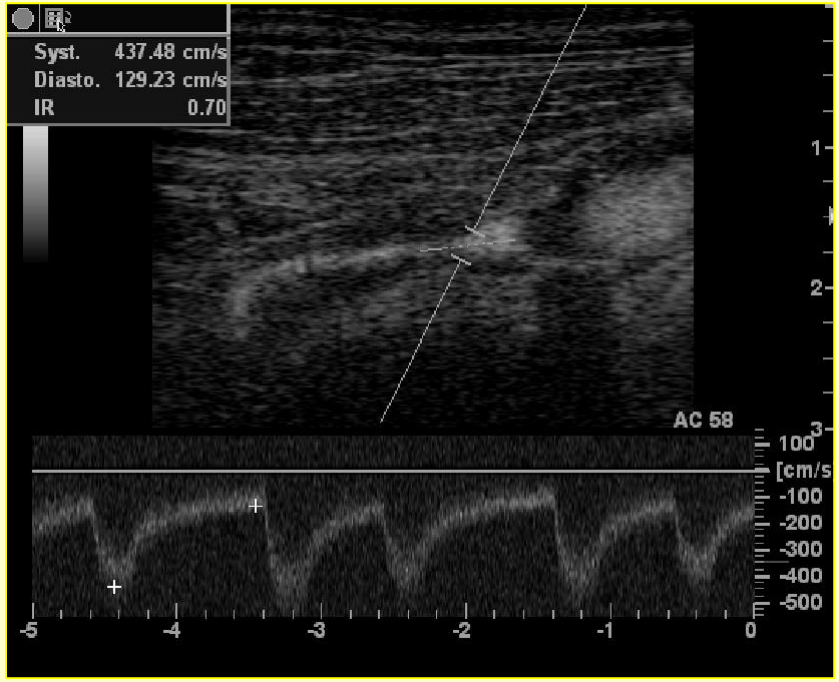


Technique de Corrélation

Artères Carotides

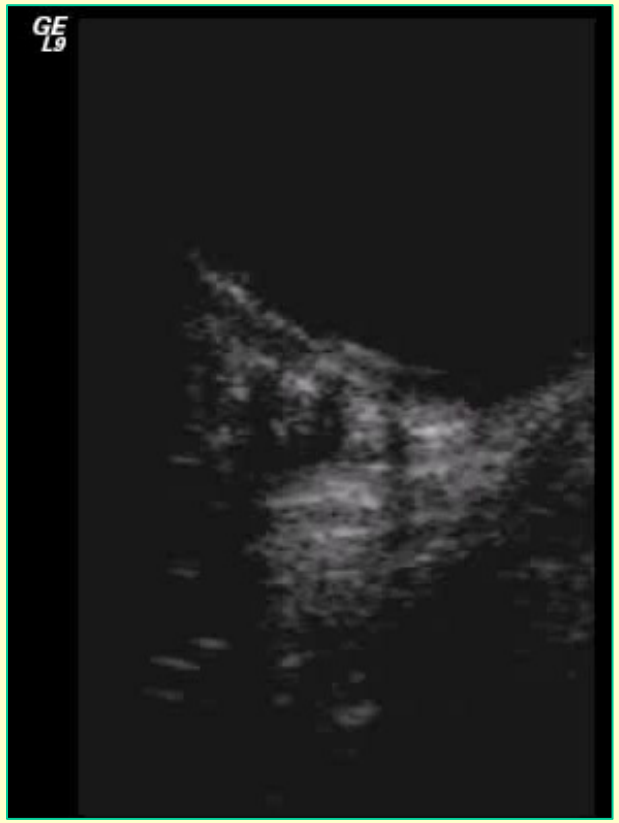






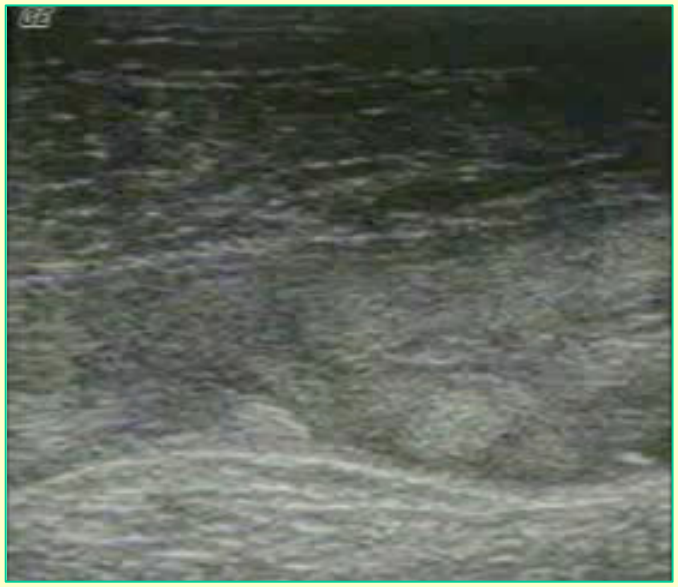
Sténose carotidienne serrée

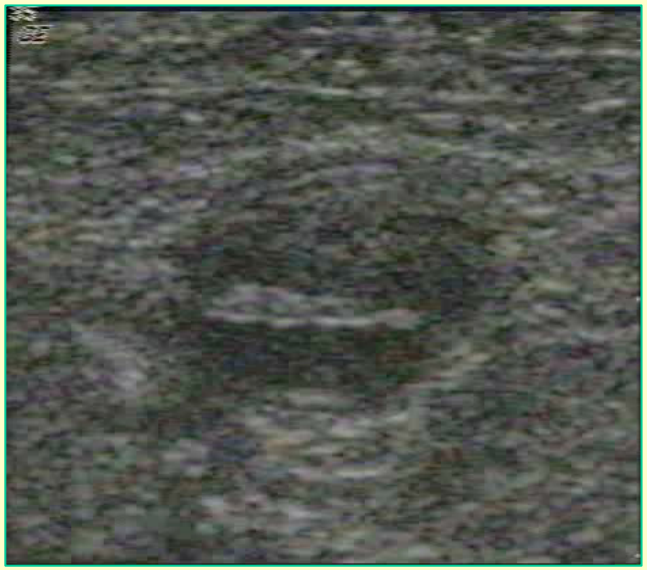
Artère Ophtalmique

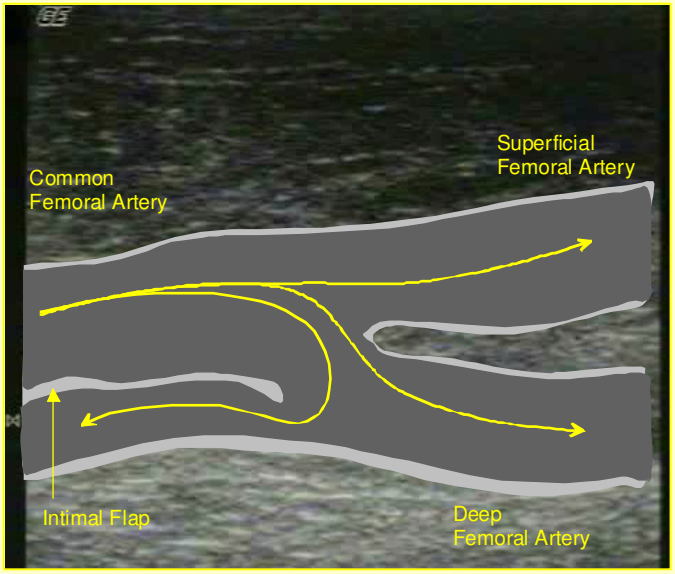


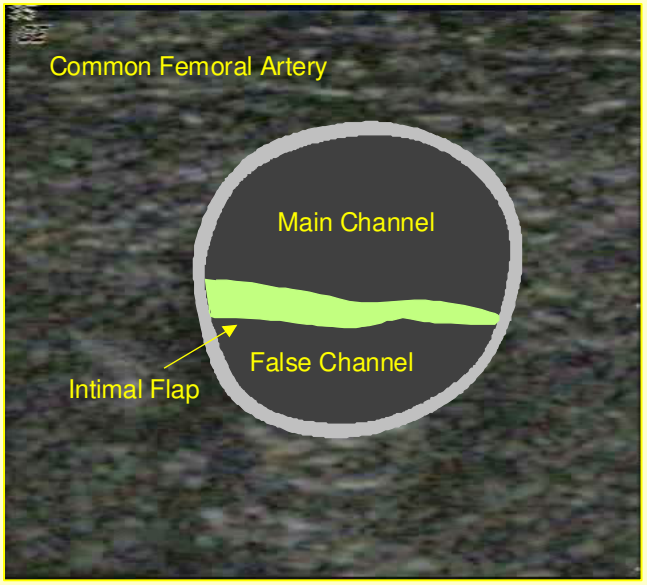
Artère Centrale de la Rétine - Tracé Normal

Dissection Artérielle



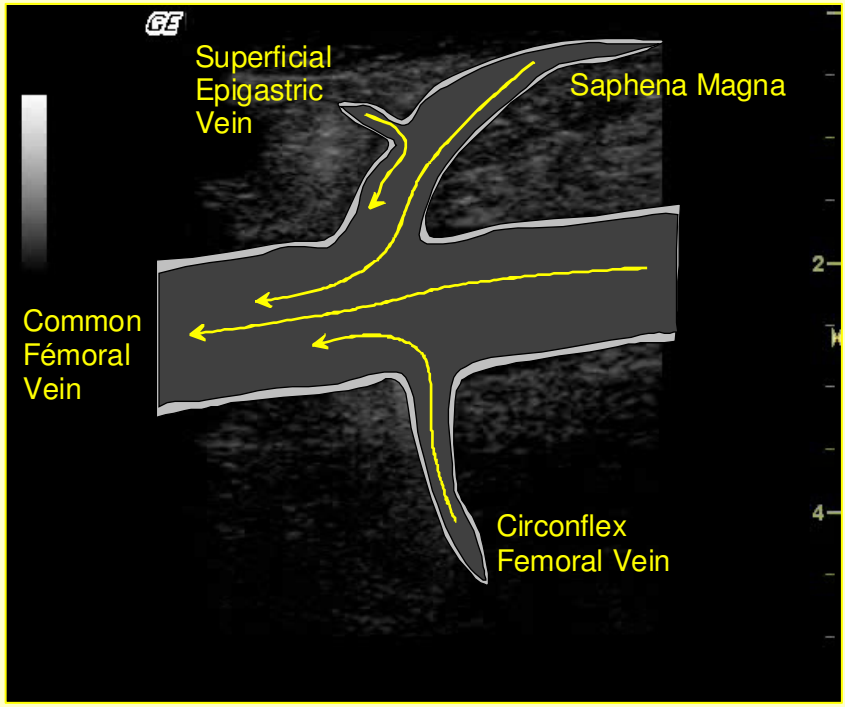






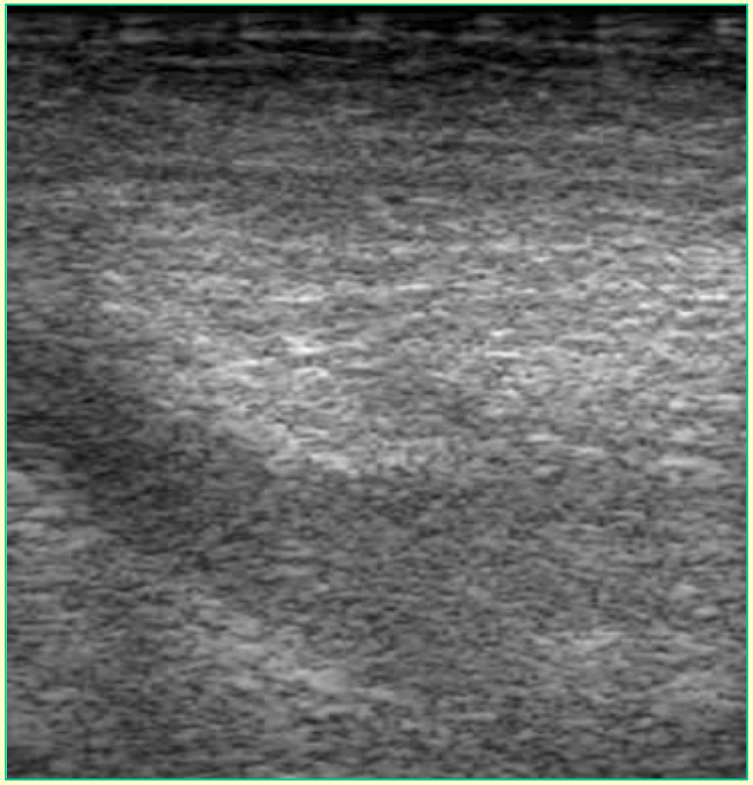
Dissection Aortique s'étendant jusqu'à l'artère fémorale gauche – Orifice secondaire au niveau de la bifurcation fémorale

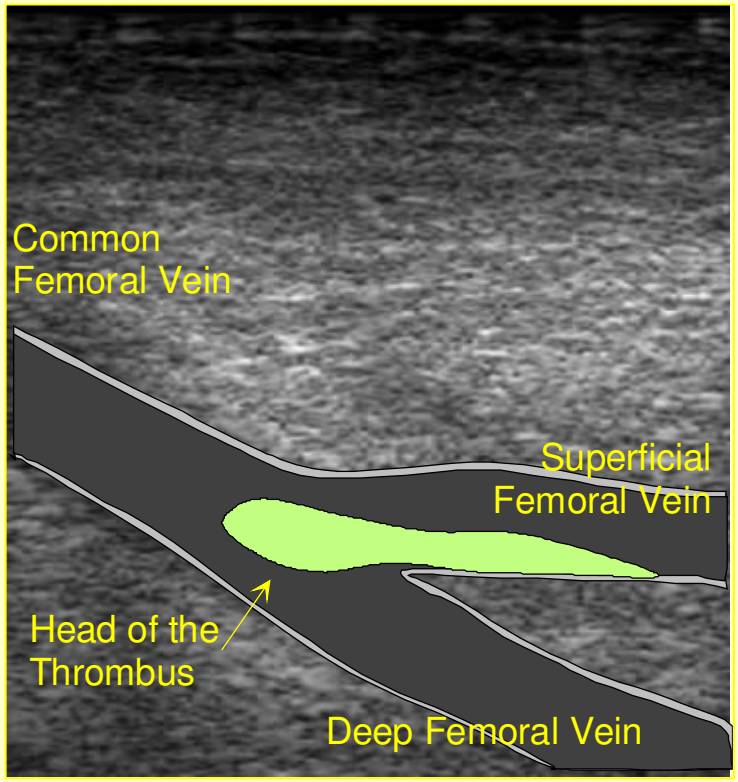
Flux Veineux



Confluence veineuse fémorale

Thrombus Veineux « Flottant »



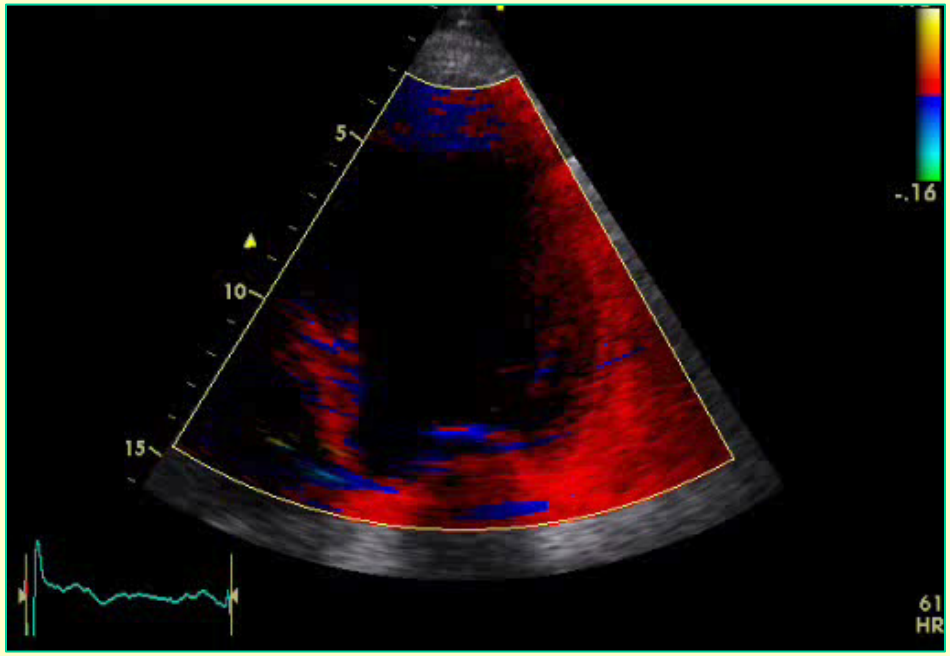


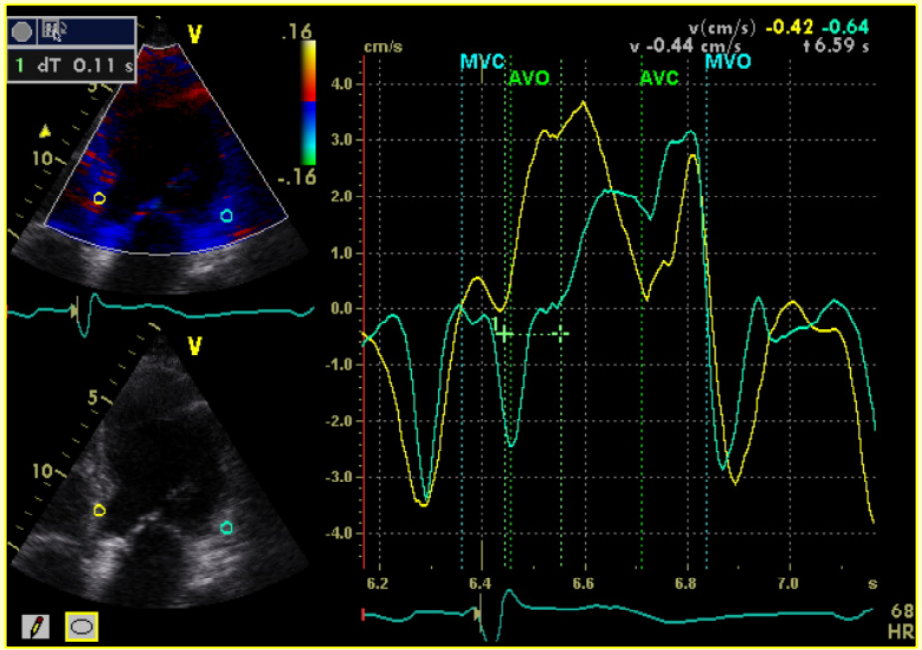
Thrombus flottant quasiment invisible en mode B et couleur (passé inaperçu lors d'un premier examen) et visualisé par le mode BFlow

Détection et Mesure du Flux Sanguin par Ultrasonographie

- Le principe : « Effet Doppler »
- Son application à la vélocimétrie sanguine
- L'Analyse du Signal Doppler
- Bande Passante et Filtrage
- Choix de la Fréquence d'émission
- Choix de l'angle d'incidence
- Limites du Doppler à Émission Continue
- Le Doppler à Émission Pulsée
- Résolution Spatiale / Temporelle / Ambiguïtés
- Le Couplage écho-Doppler
- L'imagerie des Flux sanguins
- **Doppler tissulaire et poursuite d'écho.**

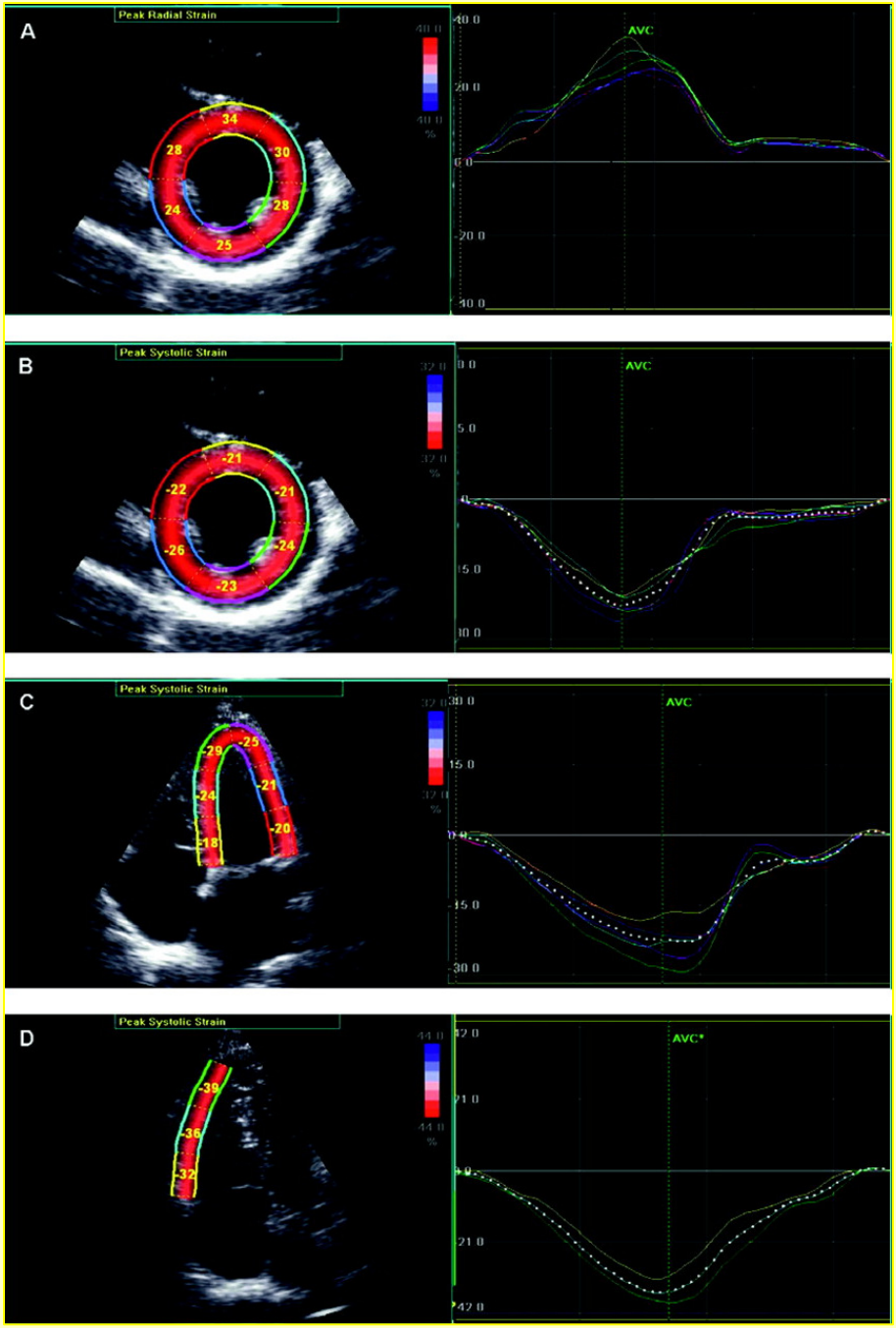
Tissue Doppler Imaging

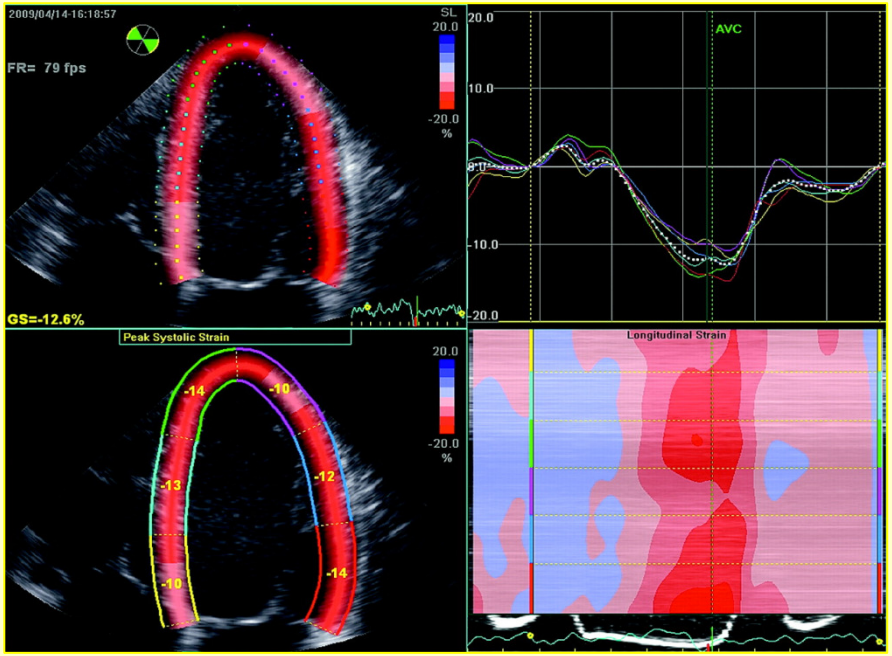




Étude de l'asynchronisme

Speckle tracking
(poursuite de signature acoustique)

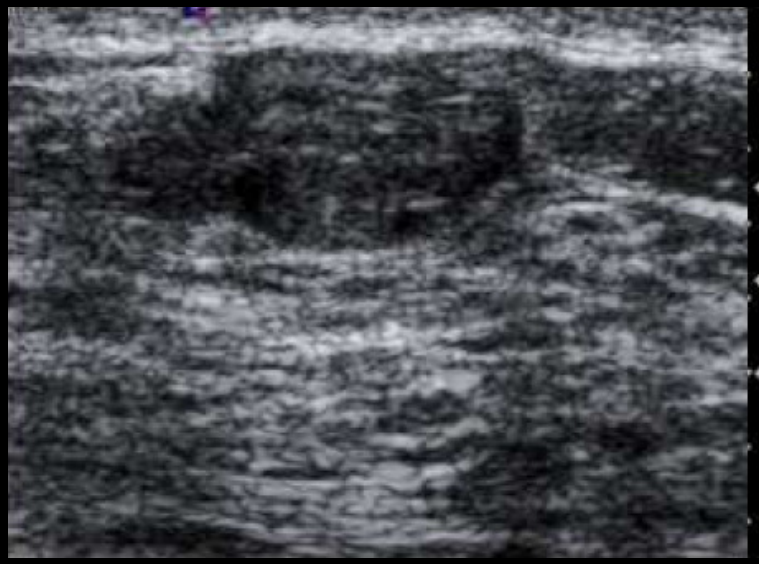




Analyse des déformations myocardiques (torsions…)

Elastographie

Sans compression



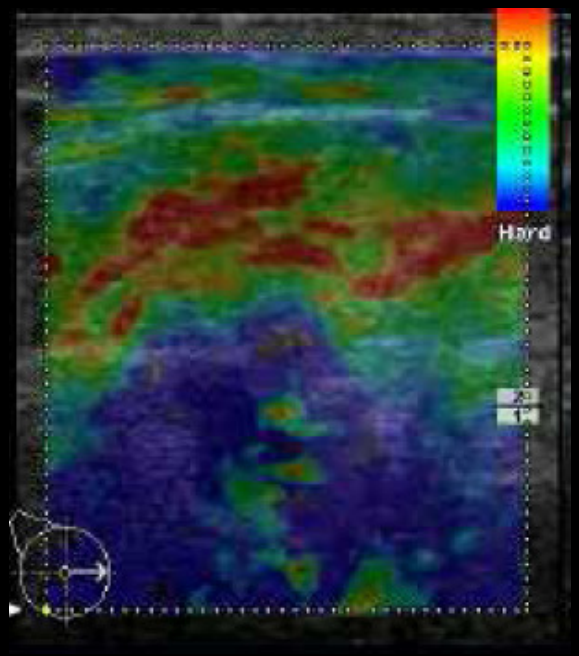
Avec compression

Force = k . ΔL (Loi de Hooke)

ΔL = Force / k Contrainte = ΔL /L

Elastographie

Sans compression

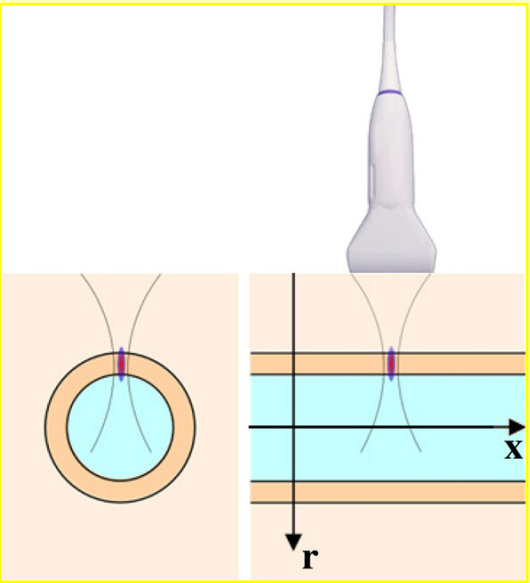


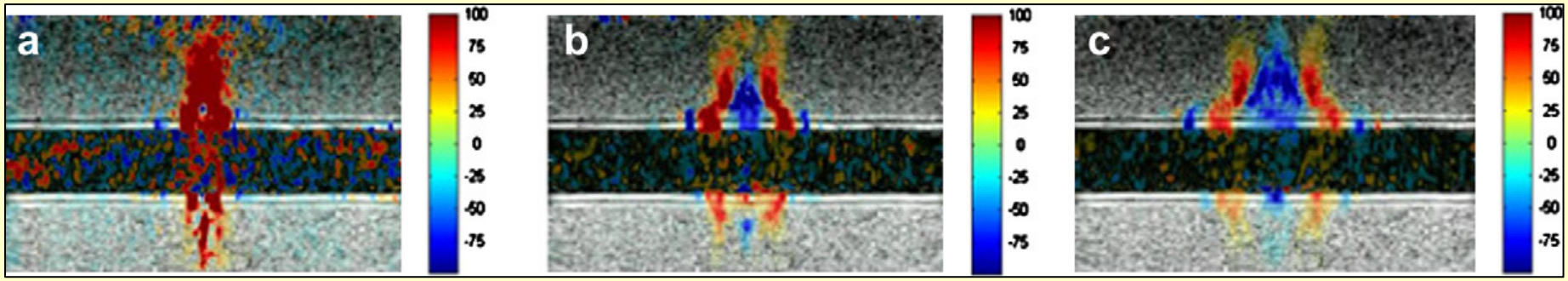
Avec compression

Force = k . ΔL (Loi de Hooke)

ΔL = Force / k Contrainte = ΔL /L

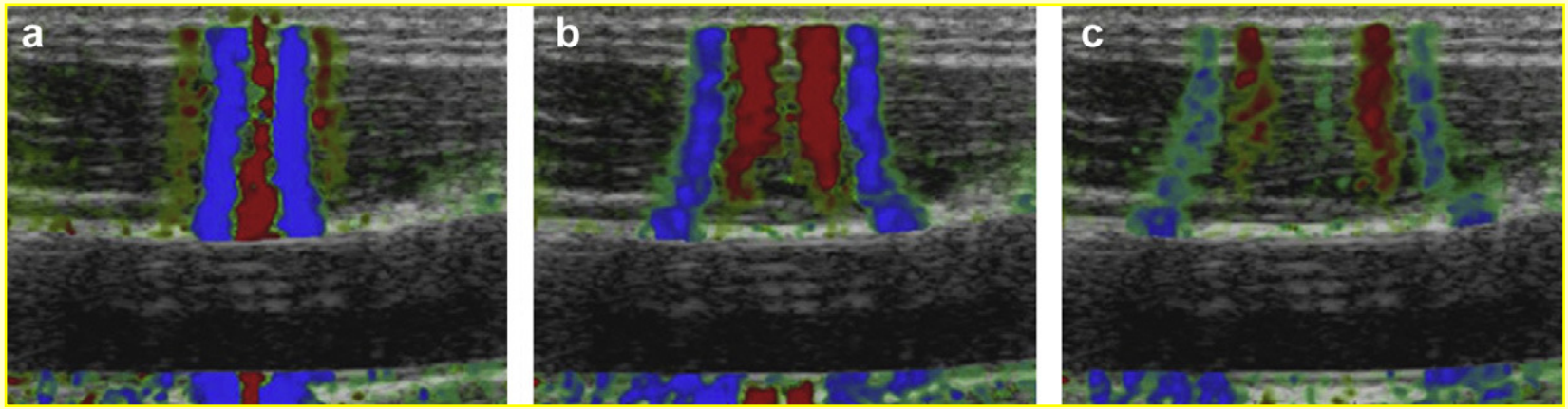
« Palpation Virtuelle » (élastographie)



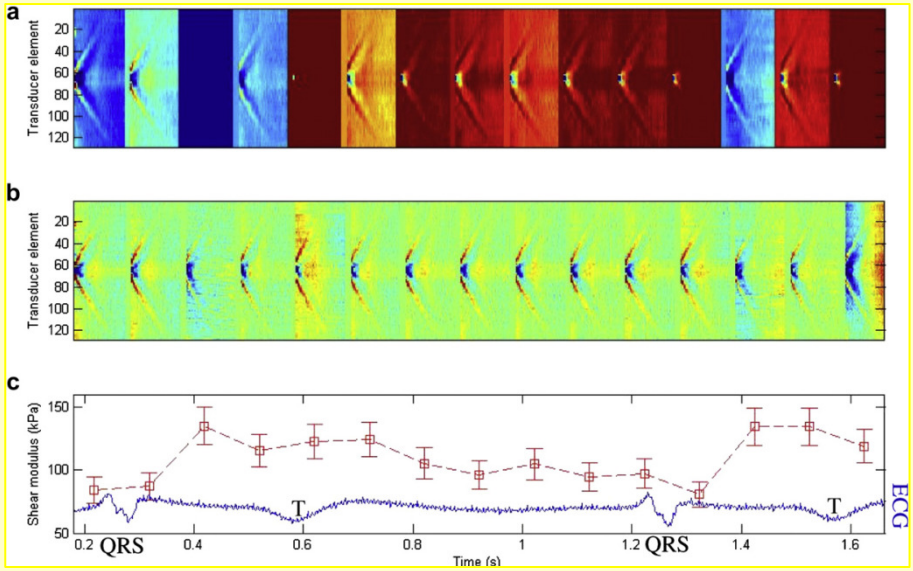


Imagerie à très haute cadence d'acquisition (plusieurs kHz) de la propagation d'une onde de cisaillement (SuperSonic Imagine®)

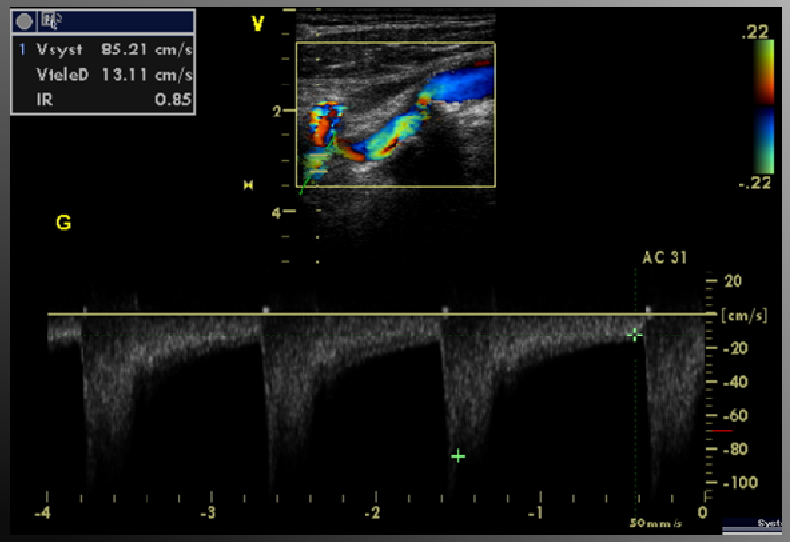
« Palpation Virtuelle » (élastographie)

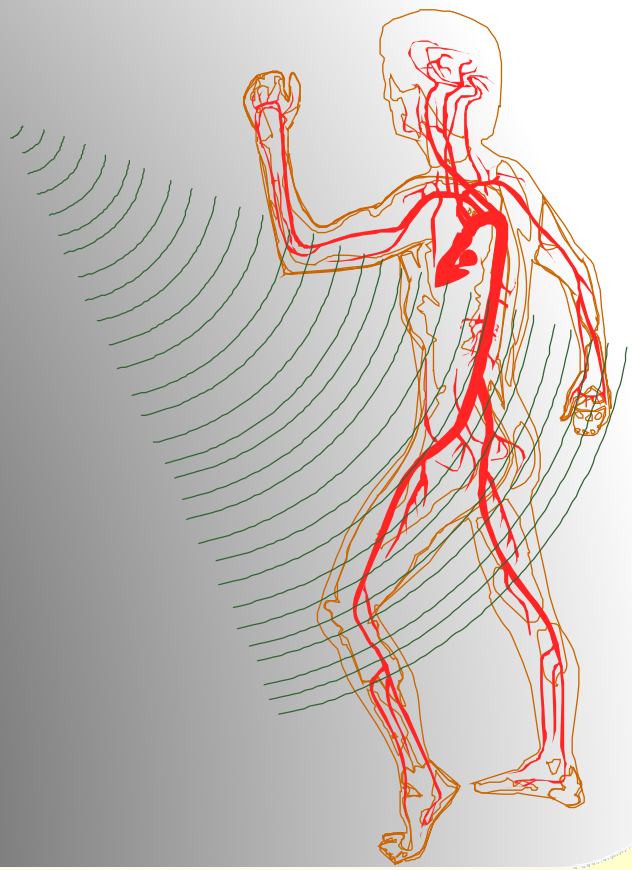


Evaluation des caractéristiques biomécaniques de la paroi artérielle par analyse de la propagation d'une onde de cisaillement



Détection et Mesure du Flux Sanguin par Ultrasonographie





Michel Dauzat, Antonia Pérez-Martin, Iris Schuster, Gudrun Böge, Jean-Pierre Laroche

Service d'Exploration & Médecine Vasculaire - CHU de Nîmes
EA 2992 – UFR de Médecine de Montpellier – Site de Nîmes

Janvier 2012