

Les modes Doppler

Le Doppler Continu (DC) :

L'émission d'US est continue : la sonde est munie de 2 cristaux piézo-électriques indépendants (un émetteur et un récepteur) qui fonctionnent en continu.

Avantage : il peut **analyser des vitesses importantes** et a une **grande sensibilité sur les flux lents** (car aucune alternance entre un temps d'émission et un temps de réception)

Inconvénient : les échos reviennent en permanence au cristal récepteur sans que l'on puisse situer la profondeur de la source émettrice (**absence de résolution spatiale**, tous les flux situés sur le trajet la sonde sont enregistrés).

Le Doppler Pulsé (DP) :

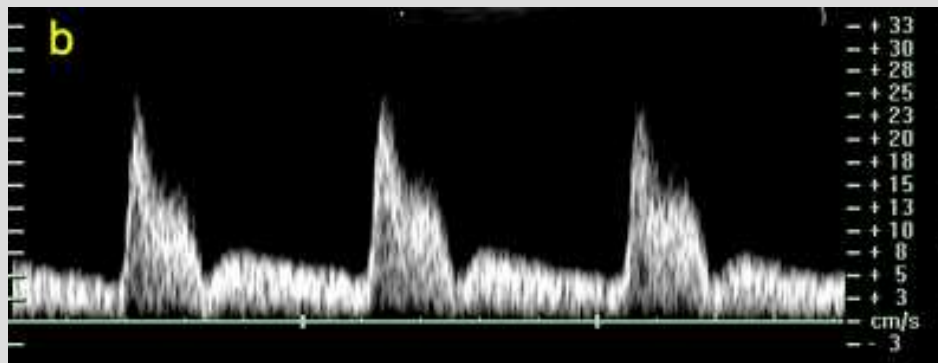
L'émission d'US est discontinue : sonde à cristal unique qui émet et reçoit alternativement le faisceau ultrasonore. Le délai entre deux impulsions détermine la fréquence de répétition des pulses appelée PRF (Pulse Repetition Frequency)

Avantage : il permet une **localisation précise de la cible**. on identifie la profondeur d'un écho par rapport à la sonde grâce au temps que met le faisceau pour aller et revenir (résolution spatiale de la zone d'échantillonnage ou *Time Gating*)...

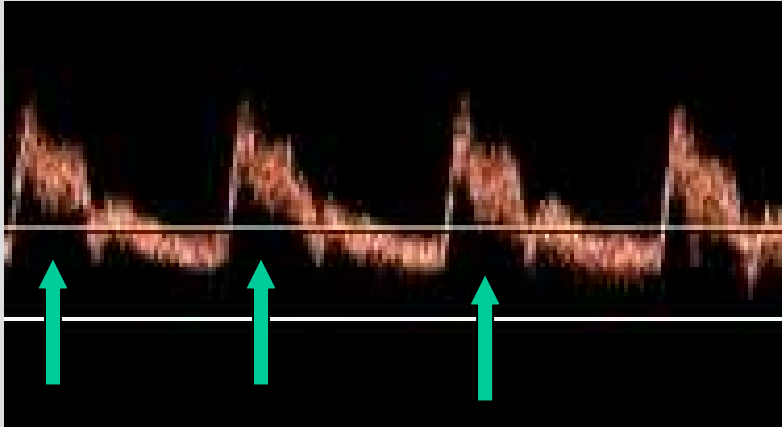
Inconvénient : le DP est très **limité dans sa capacité à percevoir les hautes vitesses** (voir le chapitre sur l'Aliasing) et les flux lents...

DC et DP s'affichent sur l'écran sous la forme d'un « spectrogramme » ou « sonogramme » où :

- un point lumineux représente, en temps réel, une fréquence réfléchie
- l'intensité de ce point lumineux est d'autant plus importante que cette fréquence est fortement représentée dans la zone d'échantillonnage (nombre de globules rouges concernés)



« Analyse
spectrale »



Lorsque l'écoulement est laminaire, la plupart des globules rouges ont la même vitesse : il existe une fenêtre spectrale (flèche) nette où des vitesses basses ne sont pas représentées.



Lorsque l'écoulement est turbulent, les vitesses sont multiples : la fenêtre spectrale est réduite ou absente

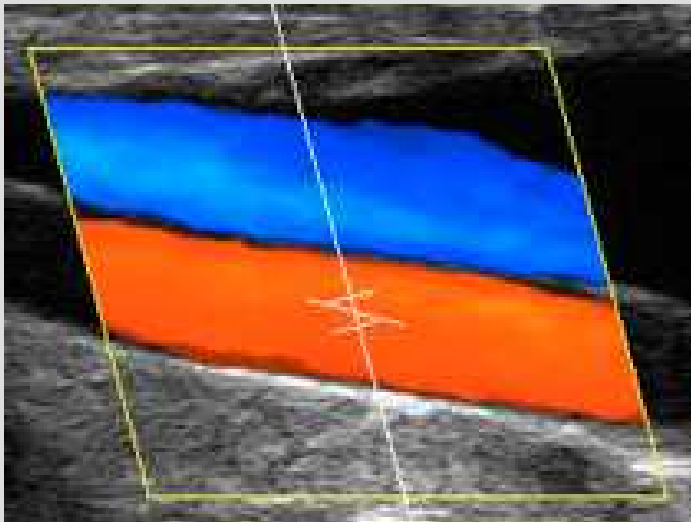
Le Doppler Couleur :

C 'est aussi une technique pulsée, mais...

En DP, pour apprécier du flux, on mesure le spectre des fréquences (qui exige un nombre important d 'échos pulsés) dans un volume d 'échantillon nécessairement restreint (car la vitesse de calcul est trop lente pour traiter la masse de données nécessaires pour couvrir un champ anatomique et construire ainsi en temps réel une image de la vélocité du flux).

En doppler couleur, pour élargir le champs d 'exploration et permettre ainsi d 'imager le flux en bi-dimensionnel il est impératif de limiter le temps de traitement de l 'information : évaluation d 'une « tendance » de fréquences de manière statistique (échantillonnage d 'une certain nombre de points)

L'encodage couleur est une cartographie des fréquences moyennes extraites des volumes d'échantillonnage. La couleur est d'autant plus saturée vers le blanc que la fréquence Doppler sera élevée



En bleu, les fréquences qui s'éloignent de la sonde. En rouge, les fréquences qui s'en rapprochent.

Le Doppler Puissance (ou Energie) :

Il ne prend en compte que l'énergie du signal rétrodiffusé (l'amplitude de la réflexion liée au nombre de globules en mouvement) et non le décalage fréquentiel moyen. De fait :

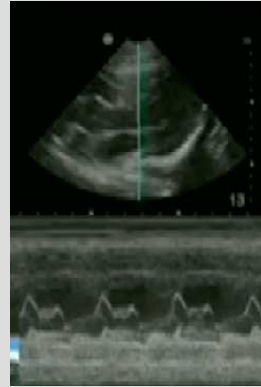
- Il n'apporte aucune information sur la vitesse (pas d'information sur le sens d'écoulement ni les vitesses)
- Il est indépendant de l'angle
- Il n'est pas intéressé par l'aliasing (que nous verrons plus tard)



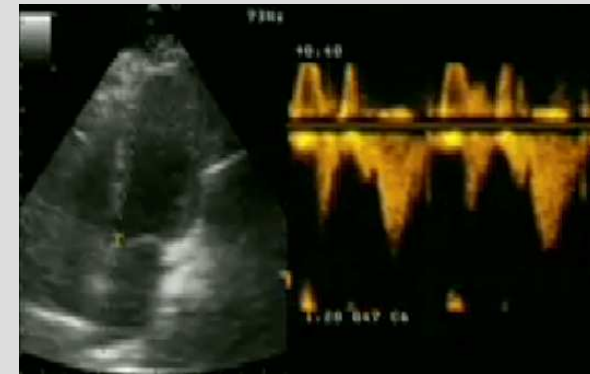
Mais il offre un bon remplissage endoluminal des vaisseaux...

Les modes peuvent être associés sur l'écran :

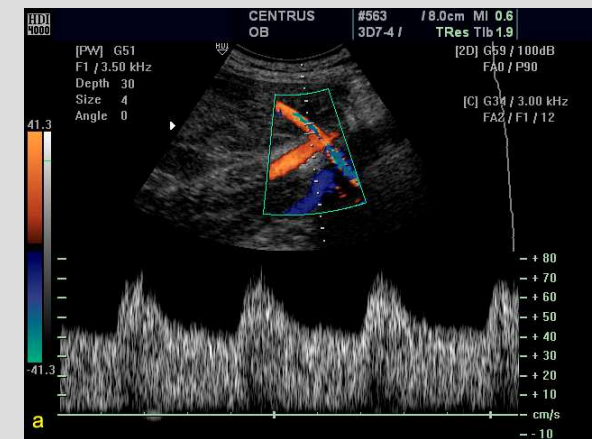
1) Mode B et Mode TM



2) Mode B et DP = Doppler Duplex



3) Mode B et DP et DC = Doppler Triplex



La règle est d'éviter le mode duplex et encore plus le mode triplex. Utilisez successivement chaque mode en passant instantanément de l'un à l'autre en appuyant sur la touche adéquate (la machine fige obligatoirement celui que vous abandonnez pour activer le mode que vous venez de choisir)

Le multitâche est moins bien assuré : chaque tâche produit une information de moins bonne qualité car une ou plusieurs caractéristiques de l'image sont moindres