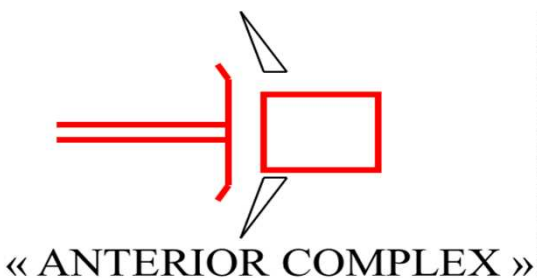
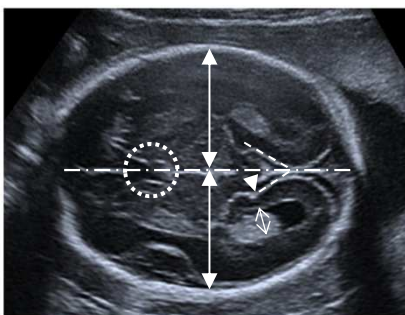


# INTERET DE REPERES NEURO-ANATOMIQUES PRECIS POUR L'ETUDE ECHOGRAPHIQUE DUCERVEAU FŒTAL EN COUPE AXIALE



« ANTERIOR COMPLEX »



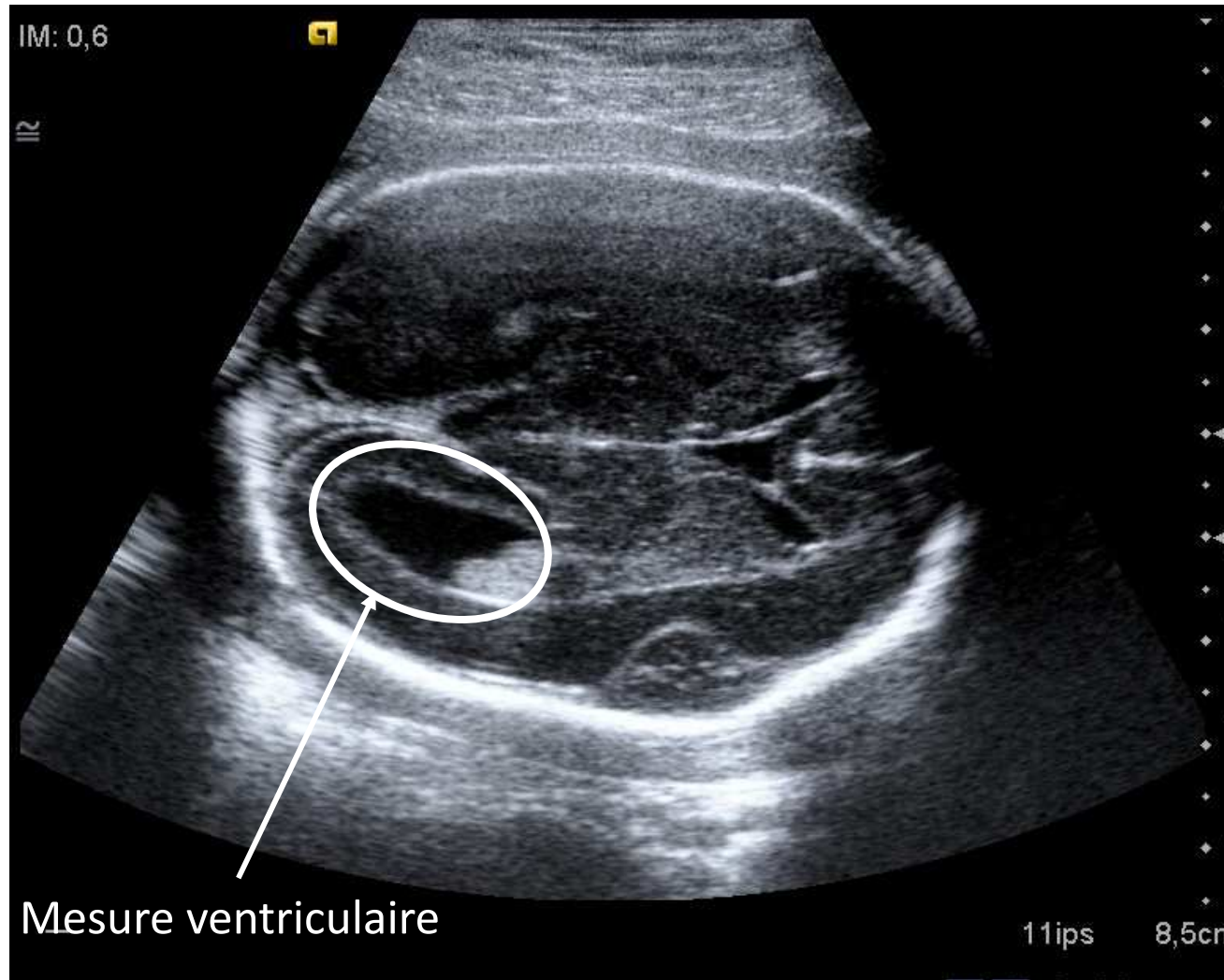
26 WK

**L. GUIBAUD, MD PhD**  
Imagerie Pédiatrique et Fœtale  
Hôpital Femme-Mère-Enfant  
Université Claude Bernard Lyon I

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FOETAL

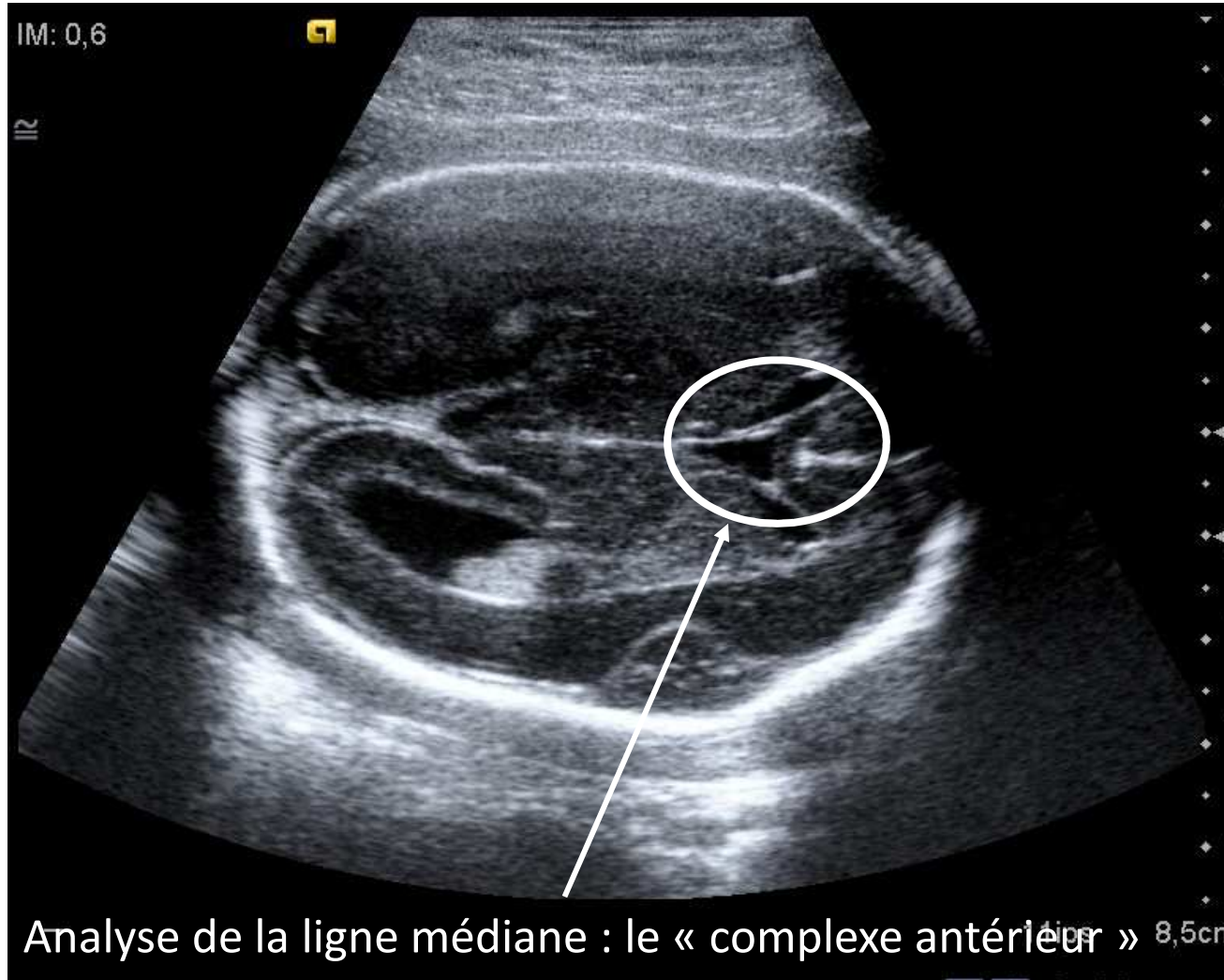
- Quelle est la meilleure contribution à une analyse fiable du cerveau
  - La technique ... échographie 2 D, 3 D, 4 D... 5 D, IRM, IRM fonctionnelle ?
- En premier lieu, de bonnes connaissances neuroanatomiques
  - Quelque soit la technique d'imagerie utilisée
  - Quelque soit la spécialité (échographiste, obstétricien, radiologiste...)
  - L'anatomie ne passera pas !
- Intérêt pour la fosse cérébrale postérieure
  - Approche neuro-anatomique des anomalies de la FCP (algorithme)
- Idem pour l'étage sus-tentorial
  - Importance particulière du plan axial en dépistage et en écho diagnostique

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FOETAL



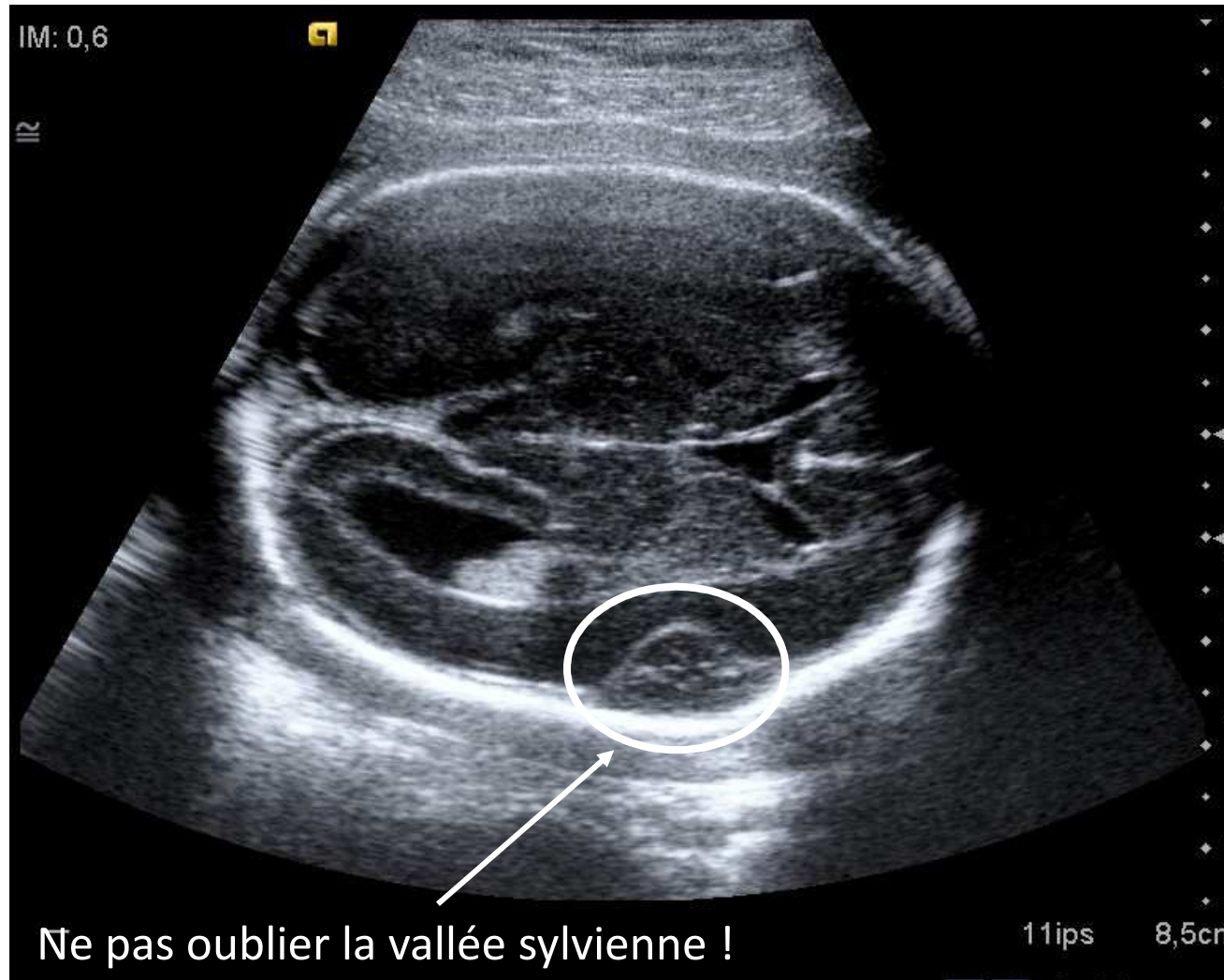
PART 1

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FOETAL



PART 2

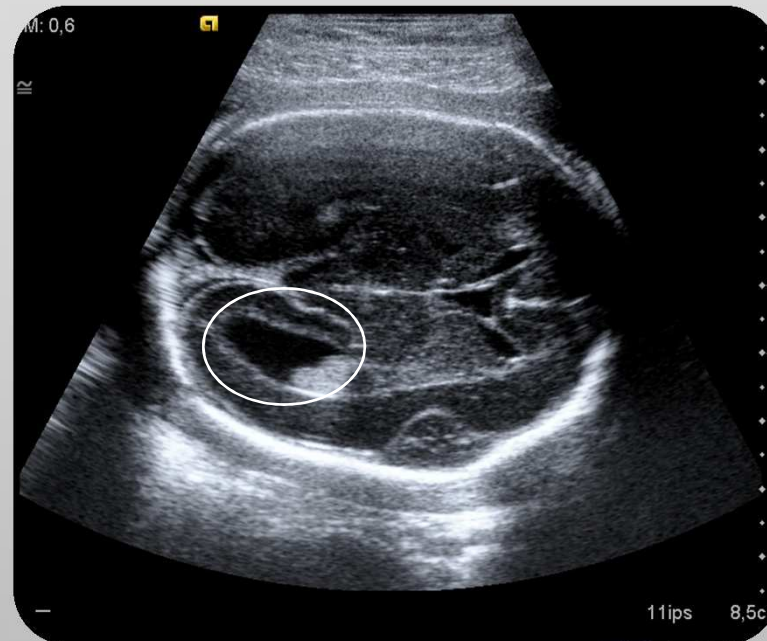
# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FOETAL



PART 3

# MESURE DE L'ATRIUM VENTRICULAIRE

Vers une technique de mesure standardisée...



*UOG 2009; 34:127-130*

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FŒTAL EN COUPE AXIALE

## Guidelines

Table 1 Structures that are usually noted in a basic ultrasound examination of the fetal central nervous system

Head shape

Lateral ventricles

Cavum septi pellucidi

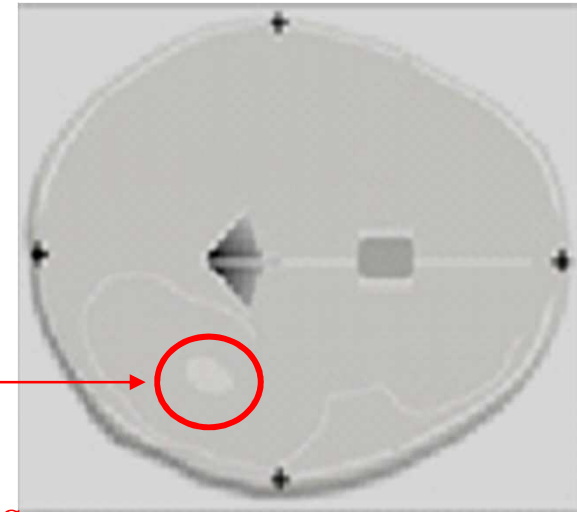
Thalami

Cerebellum

Cisterna magna

Spine

Ventriculomegaly ?  
Main finding of CNS pathologies



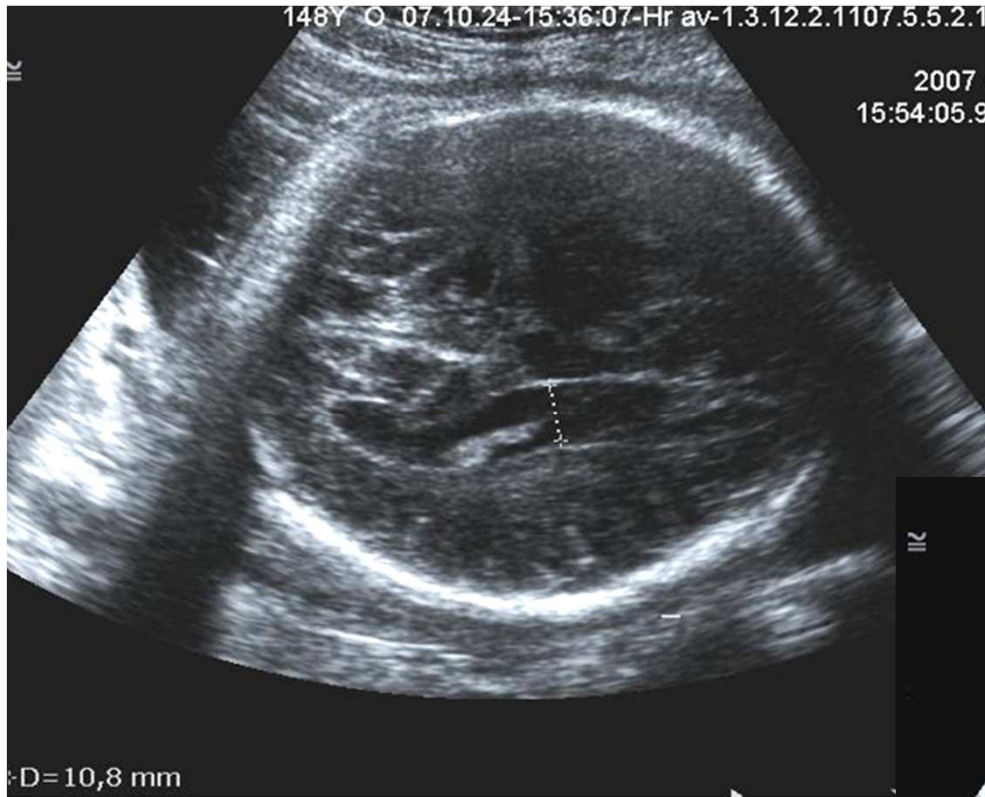
*Sonographic examination of the fetal central nervous system  
Guidelines for performing the 'basic examination'  
and the 'fetal neurosonogram'*

DANS VOTRE PRATIQUE,  
QUEL EST LE PROBLEME PRINCIPAL  
DEVANT UNE VM « LIMITE » ISOLEE ?

- 1- Quel est le bon seuil (10, 12mm...) ?
- 2- Quand demander un second avis ou avis au CPDPN ?
- 3- Quand demander une IRM ?
- 4- Quand demander un caryotype ?
- 5- Quel délai avant un nouveau contrôle ?
- 6- Quel est le devenir une ventriculomégalie limite isolée ?
- 7- Quel information délivrée au couple ?
- 8- La problématique n°1 dans votre pratique n'est pas citée !

LA PROBLEMATIQUE n°1  
D'UNE VENTRICULOMEGALIE  
LIMITE

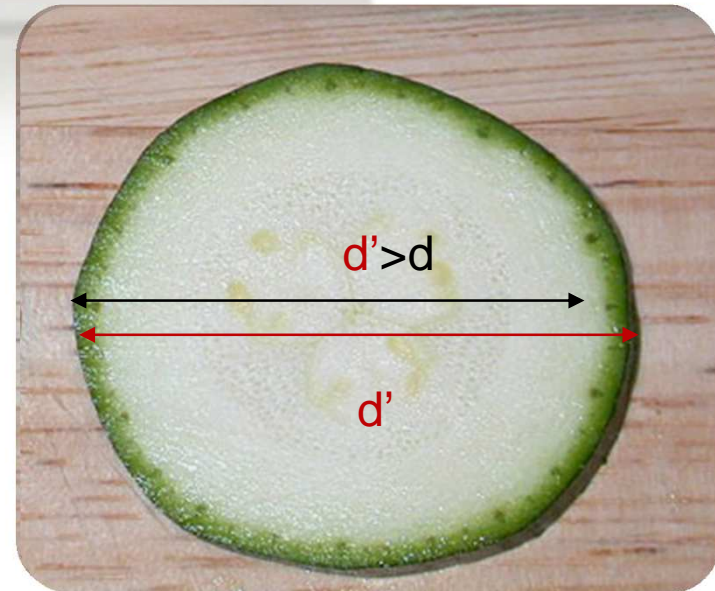
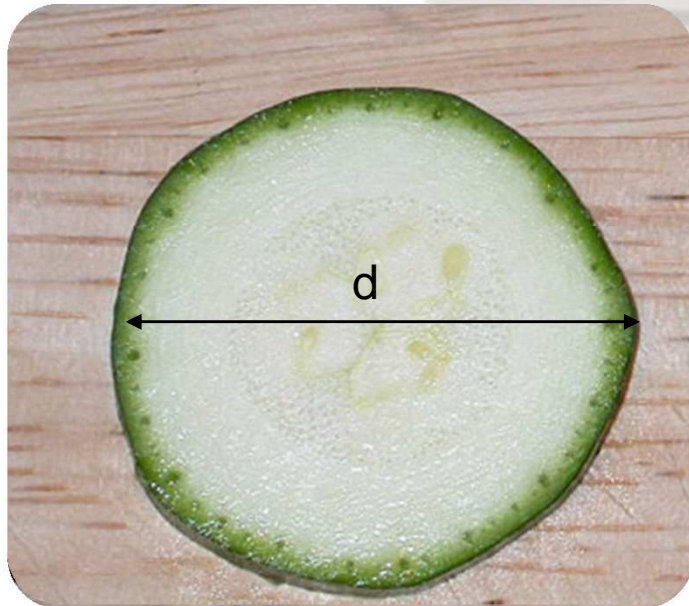
... EST DE SAVOIR SI CETTE  
VENTRICULOMEGALIE EXISTE OU NON !



Patiente adressée pour  
une VM "limite"...



MESURE STANDARDISEE



# VM « limite » or « border-line »

## ➤ Terminologie ambiguë et inappropriée

- Valeur biométrique avec un seuil défini (10 mm)
- Reflet de la difficulté d'obtenir une valeur fiable +++
- Deux populations : « optimistes » vs « pessimistes, prudents »
- Dans notre pratique, 30-50% des V entre 10-12 mm sont des erreurs de mesure

## ➤ Levine et al. Radiology 2008

- Analysis of the frequency and causes of disagreement in diagnosis of fetal VM
  - 10% de désaccord sur la présence d'une V. parmi 4 opérateurs entraînés (196 cas)
  - Pour un foetus donné, variation moyenne de 0,3 mm
- Quel pourcentage de désaccord dans une population médicale moins entraînée ?

## ➤ Ventriculomégalie : porte d'entrée n°1 en médecine fœtale pour le SNC

- Examen invasif : caryotype (Recommandation HAS, 2004)
- Parcours anxigène (cerveau différent du rein..., Internet, hydrocéphalie...)

# Mesure de l'atrium ventriculaire

## ➤ Où mesurer en pratique ???

- Etude de Cardoza (1988) établit la méthodologie de mesure
  - Coupe axiale
  - En arrière des plexus choroïdes
  - Au niveau des thalami
- Etudes anciennes (<1990) avec technologie de l'époque
  - Pas de notion de contrôle de qualité
  - Suggère la possibilité de faux (+) mais pas de faux (-) \*

\* Heiserman et al., Effect of measurement errors on sonographic evaluation of VM

## ➤ En 2009 : Nécessité de revisiter la méthodologie de mesure

- Recommandations publiées (ISUOG), connaissances en neuro-anatomie et la technologie
- Importance d'un contrôle de qualité (idem clarté nucale et score de Herman)
- Au minimum, outil d'auto-évaluation

# Fetal cerebral ventricular measurement and ventriculomegaly: time for procedure standardization

*Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 127–130

## Image-scoring method using 5 criteria

1. Strict axial plane
2. Adequate anatomical level
3. Accurate location of the atrium

---

4. Accurate caliper placement
5. Adequate image size

# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

## Critères primaires

### 1. Coupe axiale stricte (2 points)

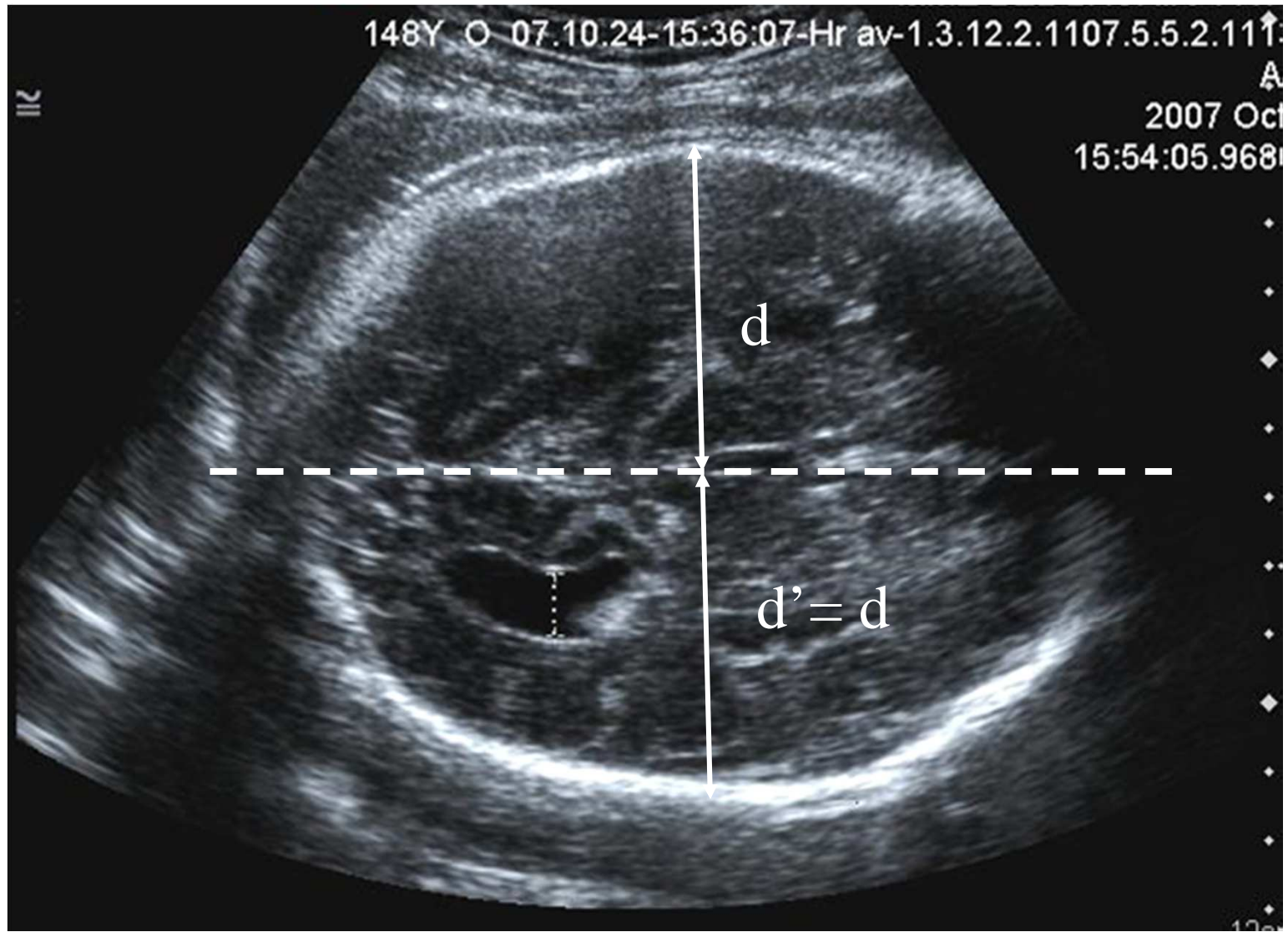
- Ligne médiane orthogonale au faisceau ultrasonore (1 point)
- Ligne médiane à égale distance des 2 voûtes proximale/distale (1 point)
  - Intérêt d'un balayage cranio-caudal pour s'assurer du plan de coupe

### 2. Niveau de coupe (1 point)

- Inclure les éléments anatomiques (thalami pas de valeur anatomique)
  - Antérieur : La cavité septale ou les piliers du trigone,
  - Postérieur : le « V » de la citerne ambiante (coupe axiale stricte)

### 3. Où mesurer : en regard de l'atrium ventriculaire ? (1 point)

- En regard du sillon pariéto-occipital interne (visible à partir de 20 SA)
  - Localisation optimale de l'atrium ventriculaire
  - Pas de valeur anatomique du glomus du plexus choroïde



# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

## Critères primaires

### 1. Coupe axiale stricte (2 points)

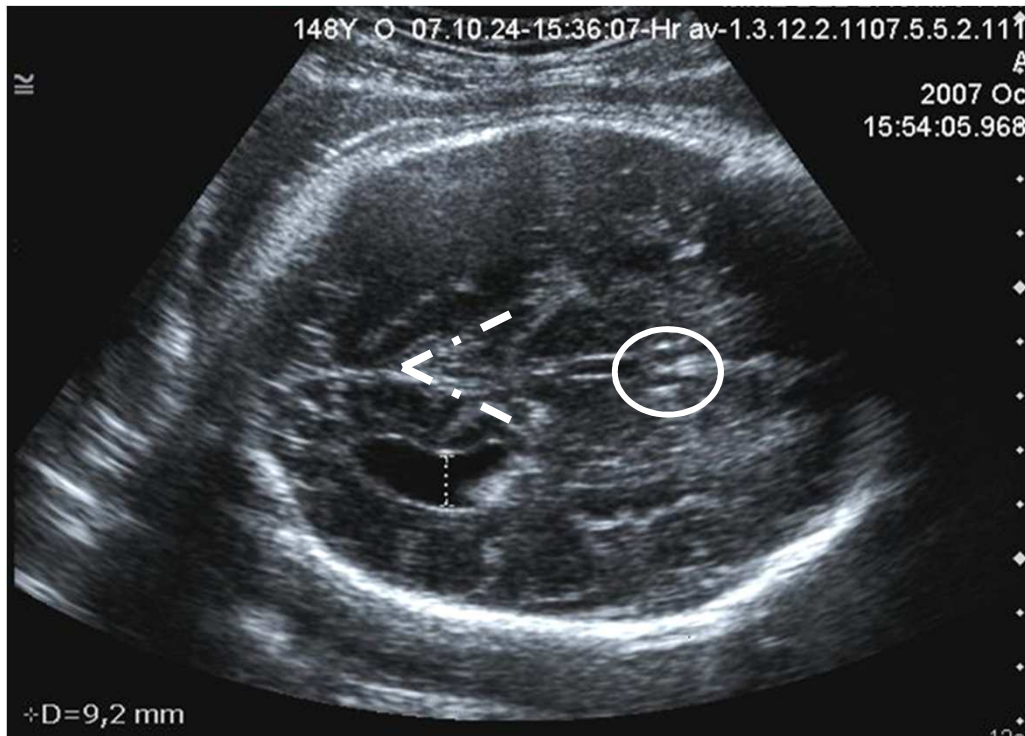
- Ligne médiane orthogonale au faisceau ultrasonore (1 point)
- Ligne médiane à égale distance des 2 voûtes proximale/distale (1 point)
  - Intérêt d'un balayage cranio-caudal pour s'assurer du plan de coupe

### 2. Niveau de coupe (1 point)

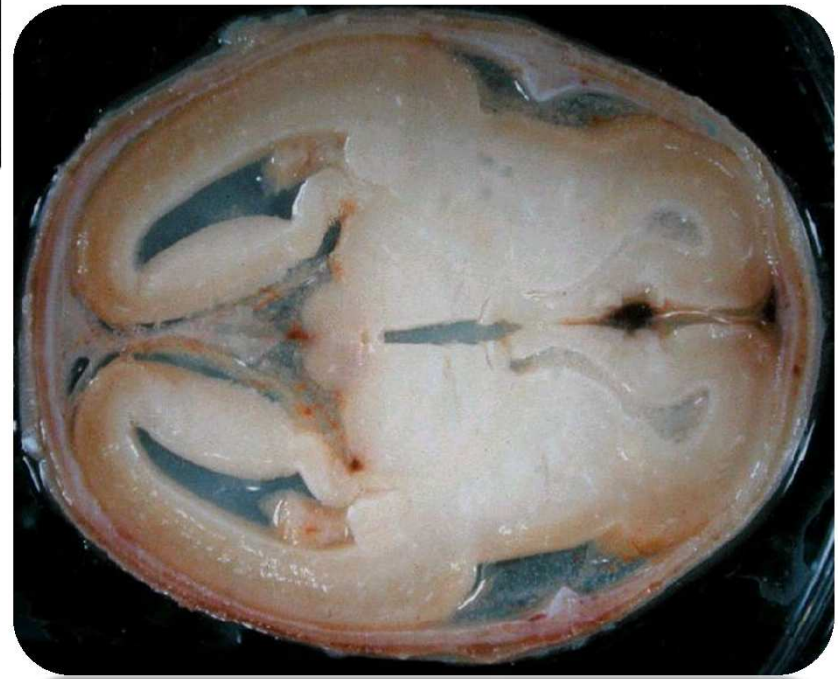
- Inclure les éléments anatomiques (thalami pas de valeur anatomique)
  - Antérieur : La cavité septale ou les piliers du trigone,
  - Postérieur : le « V » de la citerne ambiante (coupe axiale stricte)

### 3. Où mesurer : en regard de l'atrium ventriculaire ? (1 point)

- En regard du sillon pariéto-occipital interne (visible à partir de 20 SA)
  - Localisation optimale de l'atrium ventriculaire
  - Pas de valeur anatomique du glomus du plexus choroïde



... plus précis que le repère  
des thalami  
(structures diencephaliques)



# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

## Critères primaires

### 1. Coupe axiale stricte (2 points)

- Ligne médiane orthogonale au faisceau ultrasonore (1 point)
- Ligne médiane à égale distance des 2 voûtes proximale/distale (1 point)
  - Intérêt d'un balayage cranio-caudal pour s'assurer du plan de coupe

### 2. Niveau de coupe (1 point)

- Inclure les éléments anatomiques (thalami pas de valeur anatomique)
  - Antérieur : La cavité septale ou les piliers du trigone,
  - Postérieur : le « V » de la citerne ambiante (coupe axiale stricte)

### 3. Où mesurer : en regard de l'atrium ventriculaire ? (1 point)

- En regard du sillon pariéto-occipital interne (visible à partir de 20 SA)
  - Localisation optimale de l'atrium ventriculaire
  - Pas de valeur anatomique du glomus du plexus choroïde

# Mesure de l'atrium ventriculaire

## Comment localiser l'atrium ?

### ➤ Le glomus du plexus choroïde...

- Facile à identifier mais certainement pas un repère fiable pour localiser l'atrium...
- Le position du glomus est en effet dépendante
  - Du volume et de la forme du plexus choroïde
  - Du volume et du degrés de dilatation du ventricule latéral

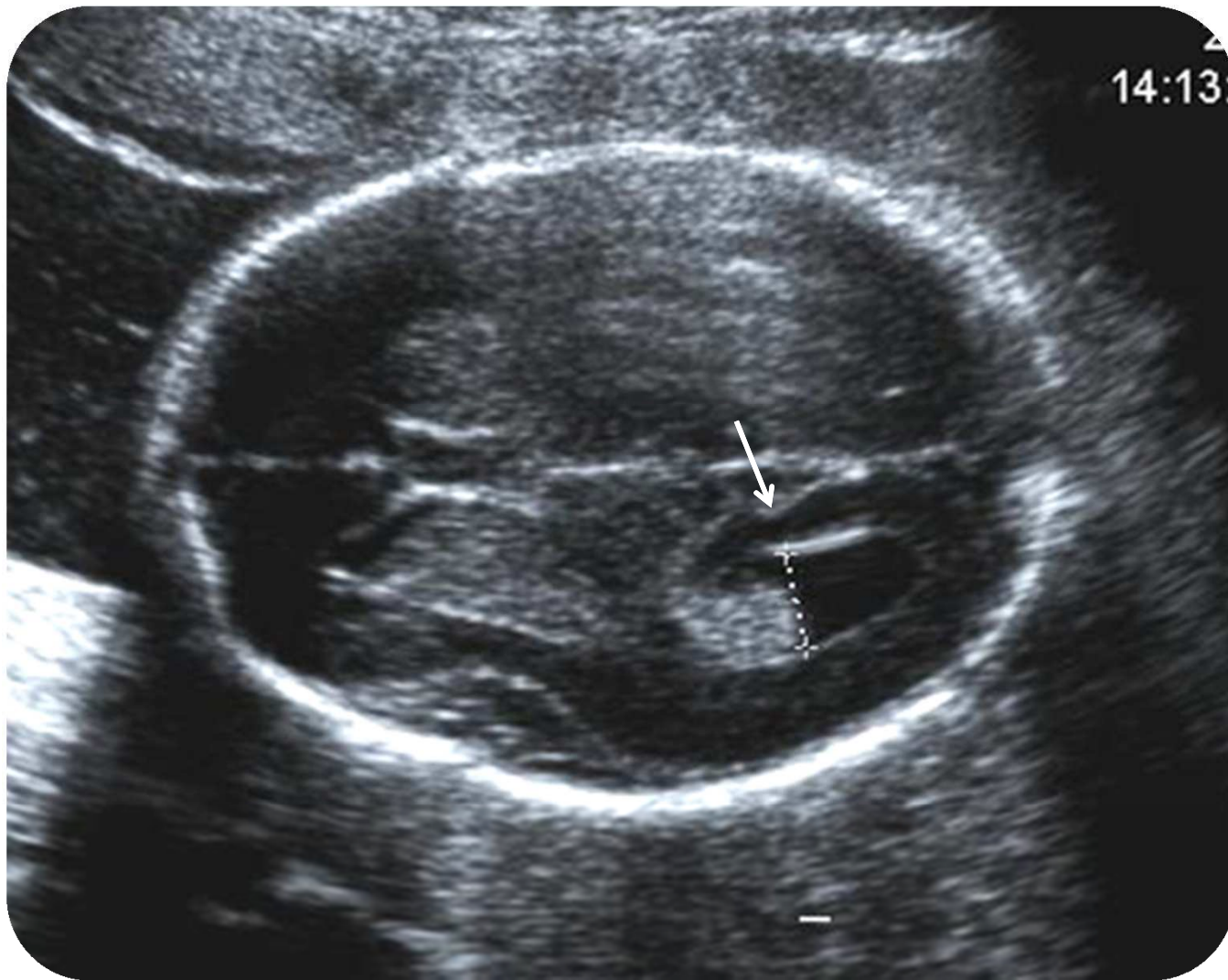
### ➤ Un repère neuro-anatomique fiable

- Le sillon pariéto-occipital interne !!!

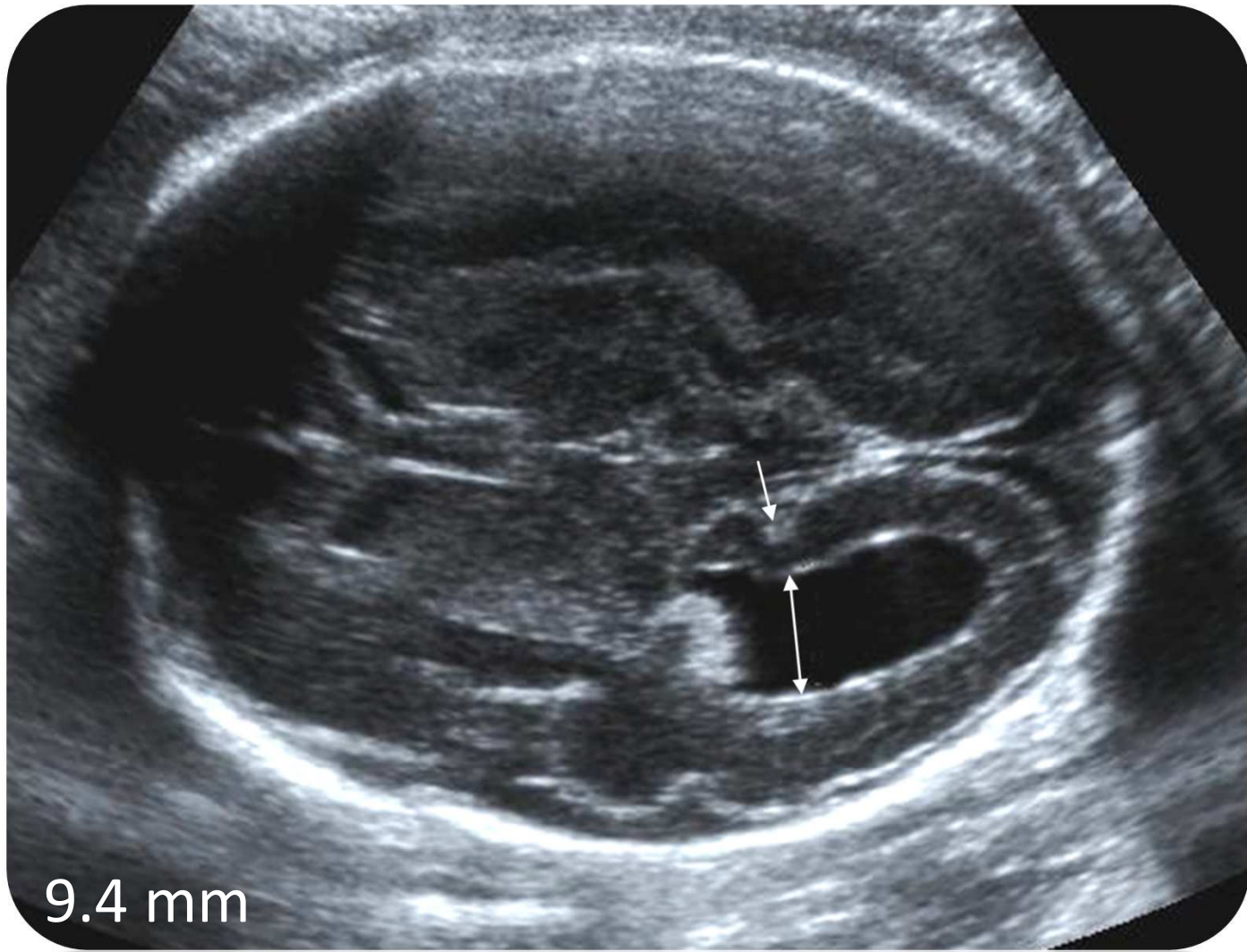
# Mesure standardisée de l'atrium

LE SILLON PARIETO-OCCIPITAL INTERNE +++

- Localisé en regard de la convergence des cornes pariétale et occipitale
  - Définition de l'atrium ventriculaire (« carrefour »)
- Visualisé au bord interne de l'hémisphère à partir de 20 SA
  - Initialement petite dépression au bord interne de l'hémisphère
- Se creuse au 3<sup>ème</sup> trimestre
  - Atrium en regard de la partie la plus profonde du sillon
  - Avant la pseudo-jonction avec la fissure calcarine qui s'étend parallèle au bord interne du ventricule latéral

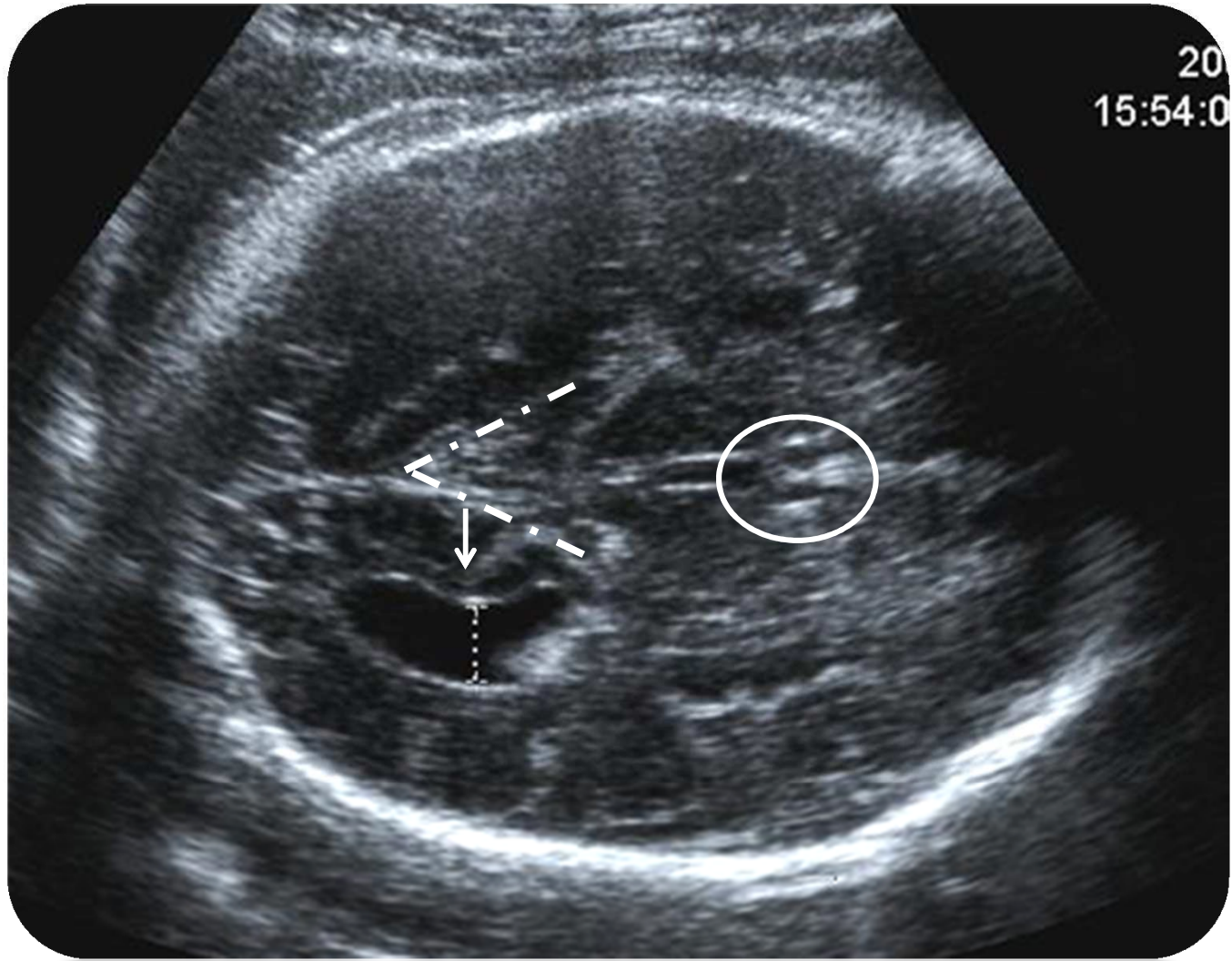


20.3 SA

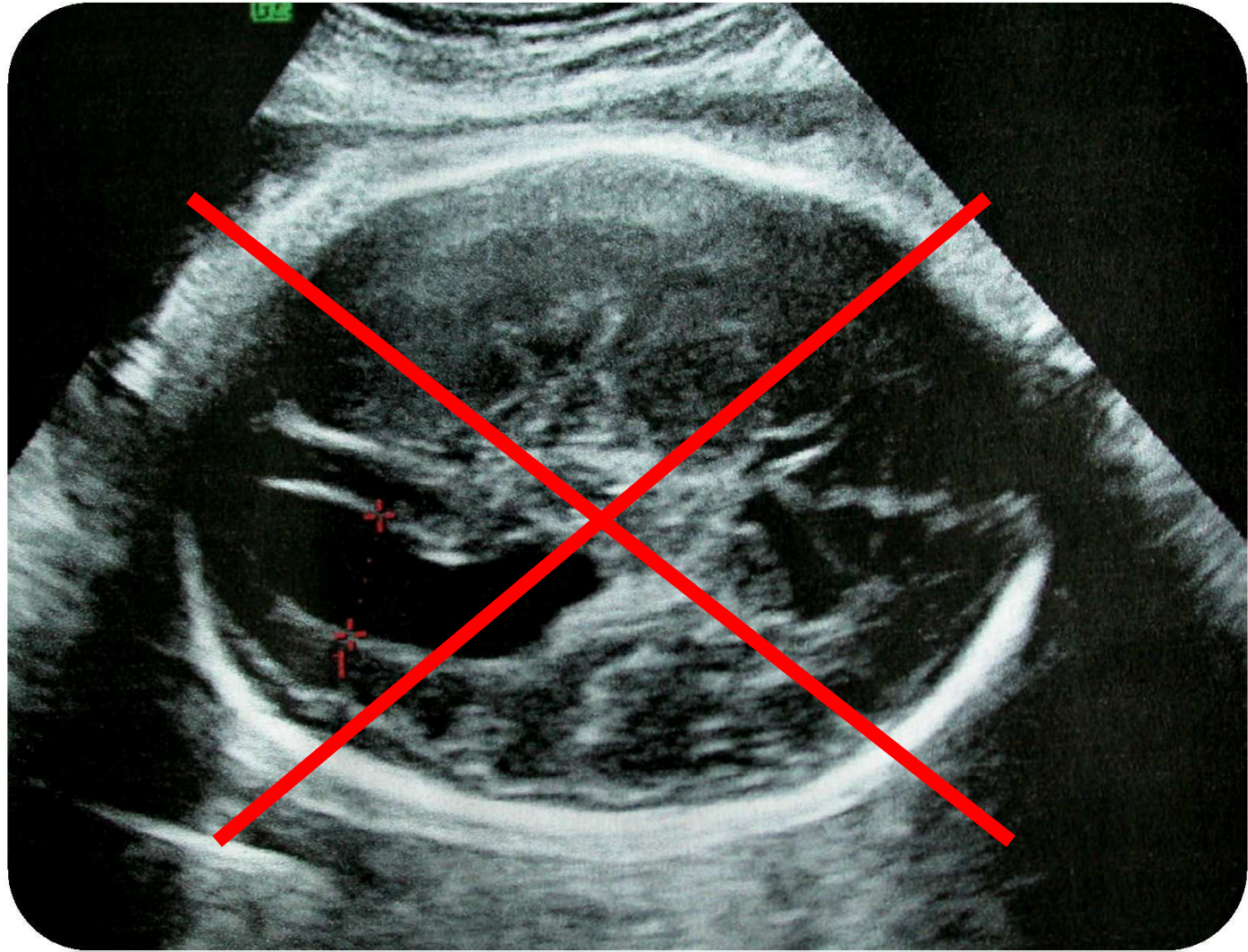


9.4 mm

28 SA



32 SA



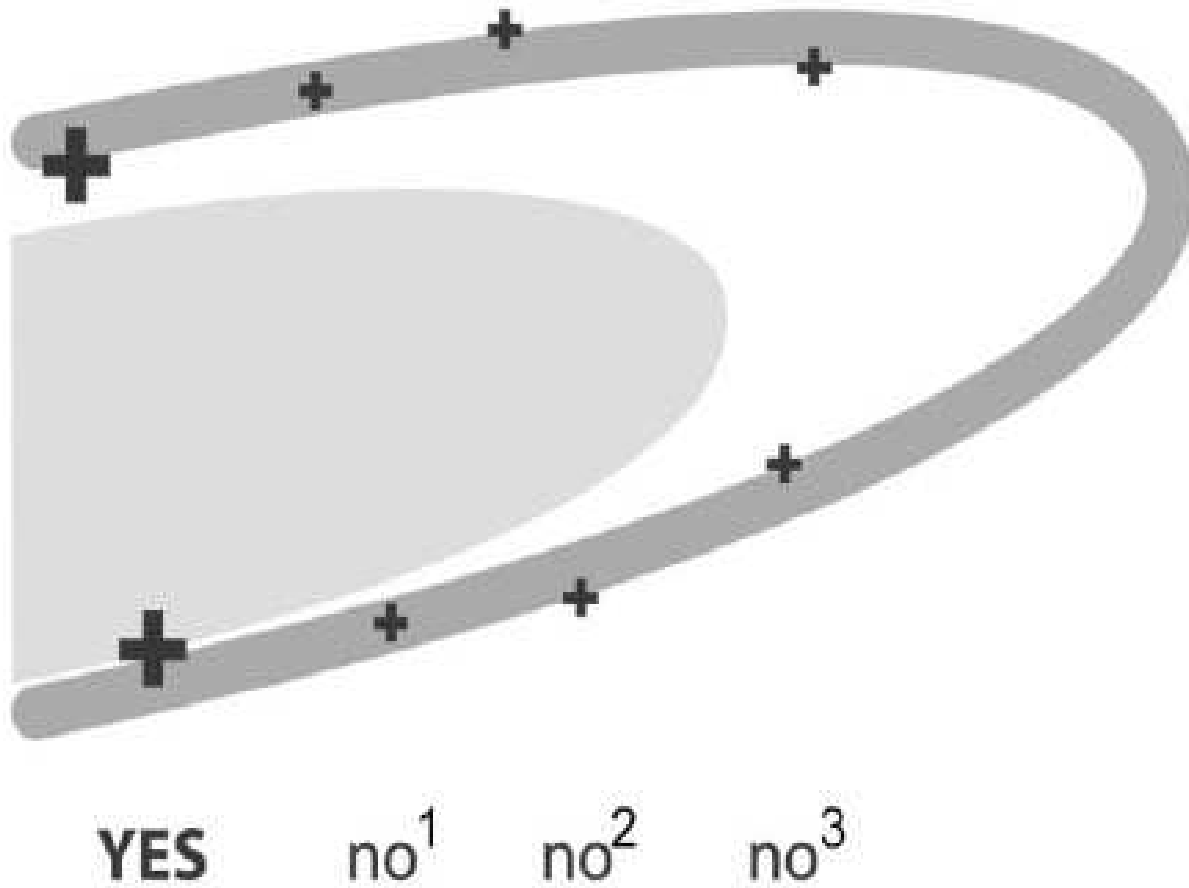
# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

## Critères primaires/secondaires

1. Coupe axiale stricte (2 points)
  2. Niveau de coupe (1 points)
  3. Où mesurer : en regard de l'atrium ventriculaire ? (1 point)
- 
4. Comment mesurer (ISUOG) ? (2 points)
    - Mesure perpendiculaire aux parois ventriculaires (1 point)
    - Mesure n'incluant pas les parois ventriculaires « on to on » (1 point)
  5. Structures cérébrales occupant l'ensemble de l'écran (1 point)

# Criterion 4 : Caliper placement

*(ISUOG recommendations)*



# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

## Critères primaires/secondaires

1. Coupe axiale stricte (2 points)
2. Niveau de coupe (1 points)
3. Où mesurer : en regard de l'atrium ventriculaire ? (1 point)  

---
4. Comment mesurer (ISUOG) ? (2 points)
  - Mesure perpendiculaire aux parois ventriculaires (1 point)
  - Mesure n'incluant pas les parois ventriculaires « on to on » (1 point)
5. Structures cérébrales occupant l'ensemble de l'écran (1 point)
  - Magnification suffisant
  - Pas de zoom excessif pour visualisation voute distale/proximale

# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

Score total maximum (somme score de chaque critère) = 7

## ➤ Si score < 5 points: mesure à reconsidérer

- Si critères 1- 3 respectés : iconographie satisfaisante
- Réévaluation rétrospective possible

## ➤ Intérêt majeure de la méthode

- Diagnostic fiable des V mineures (et non limite)
- Fiabilité et reproductibilité dans le suivi de toute V.
  - Surtout si mesure par des opérateurs différents

# Mesure standardisée de l'atrium ventriculaire

## Limite de la méthode

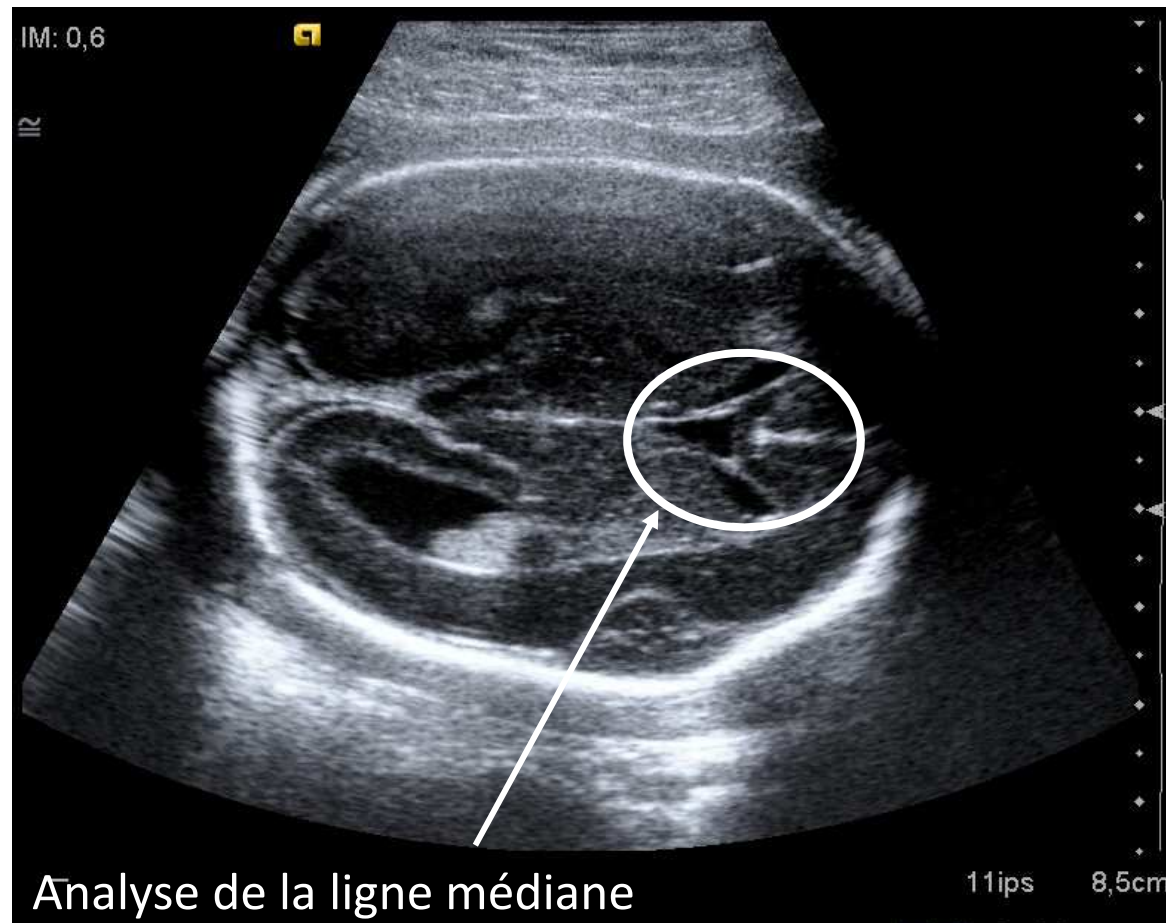
### ➤ Mesure de l'atrium distale à la sonde

- Suffisant en dépistage
- Si identification d'une asymétrie des cornes frontales en coupe axiale lors de l'analyse du « complexe antérieur »

### ➤ Discussion d'une ventriculomégalie sur H proximal

- Coupe coronale difficile, en particulier pour la localisation de l'atrium
- Avis référent

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FŒTAL EN COUPE AXIALE



PART 2

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FŒTAL EN COUPE AXIALE

## Guidelines

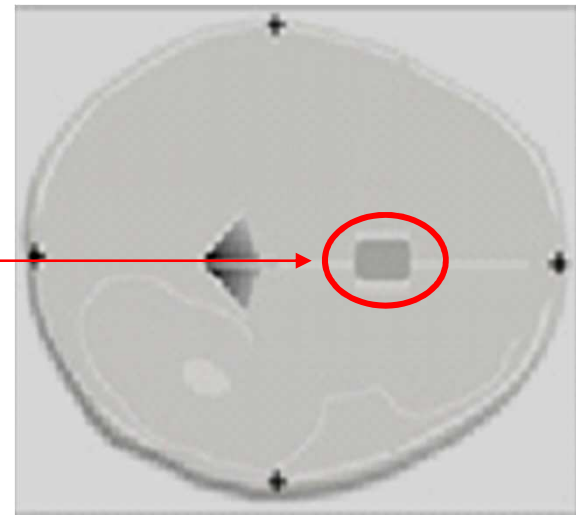
THE INTERNATIONAL SOCIETY OF  
 **ULTRASOUND**  
in Obstetrics & Gynecology

Table 1 Structures that are usually noted in a basic ultrasound examination of the fetal central nervous system

---

Head shape  
Lateral ventricles  
**Cavum septi pellucidi**  
Thalami  
Cerebellum  
Cisterna magna  
Spine

---

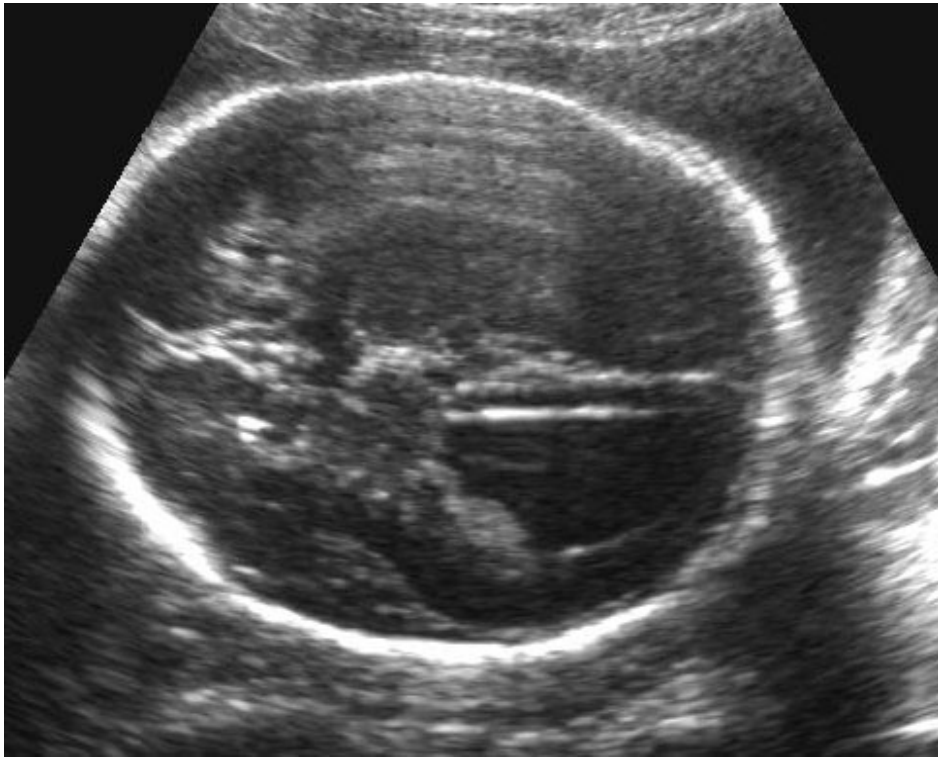


*Sonographic examination of the fetal central nervous system  
Guidelines for performing the 'basic examination'  
and the 'fetal neurosonogram'*

# Analyse de la ligne médiane

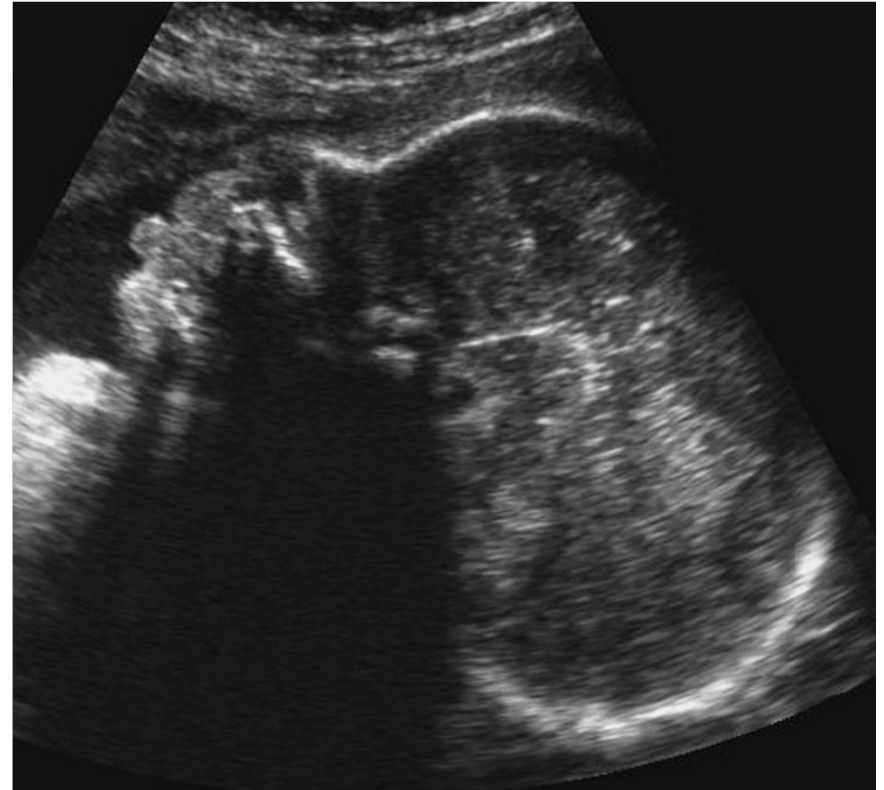
## La cavité septale : un repère important!

- Structure anatomique facile à identifier
- Toujours visualisée entre 18 et 37 semaines
- Absente dans de nombreuses pathologies
  - Spectre des holoprosencephalies
  - Agénésie du corps calleux (complete)
  - Absence de cavité septale
    - Ventriculomégalie obstructive (rupture barotraumatique)
    - Schizencephalie (atteinte ischémique)
    - Agénésie de la cavité septale
      - Le plus souvent, “variante du normale”
      - Dans quelques cas en rapport avec une dysplasie septo-optique
- Dans notre casuistique : cas de fausse “cavité septale” ...



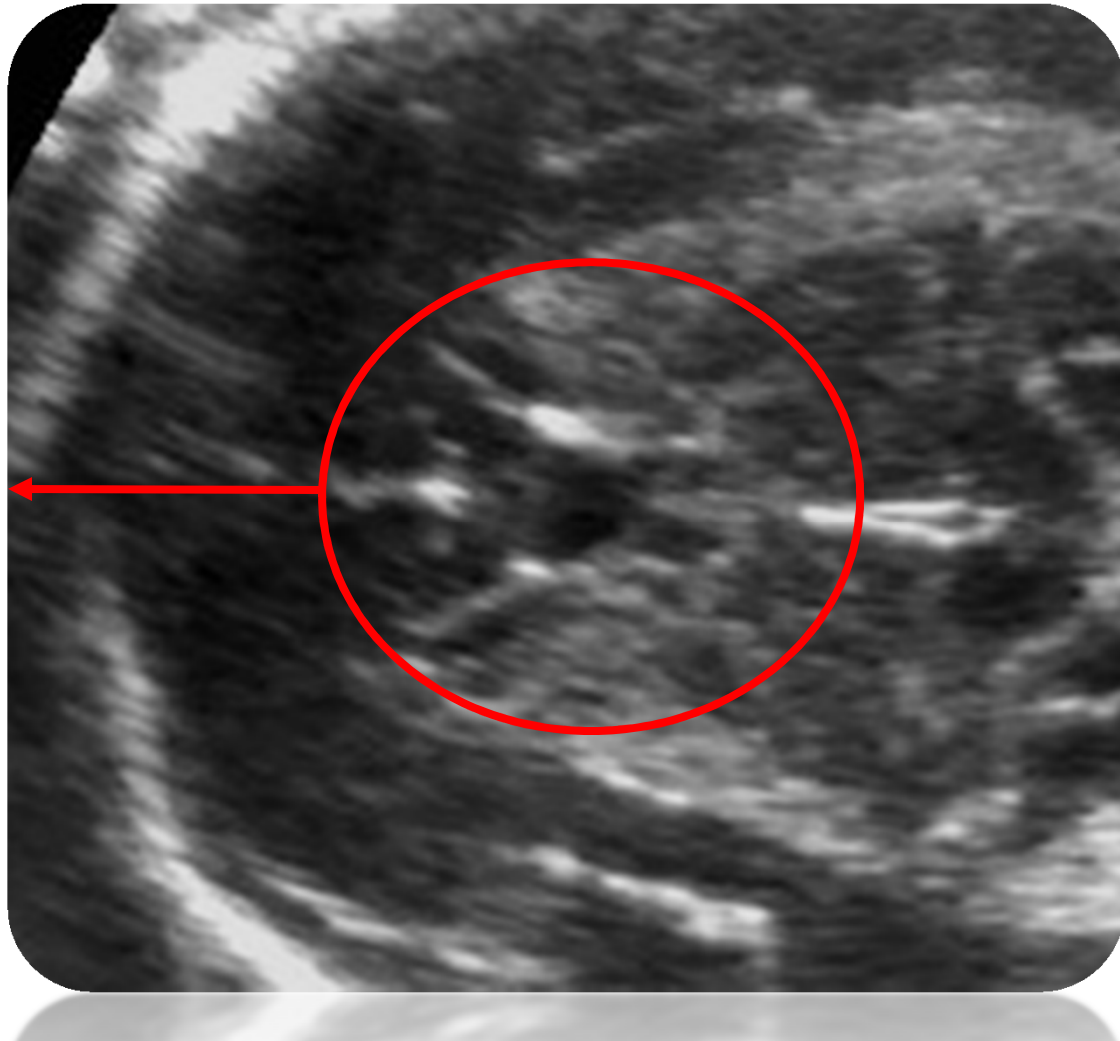
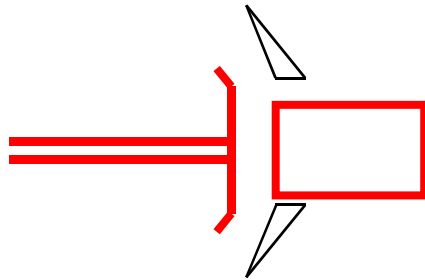
Fausse image de CS

ACC complète

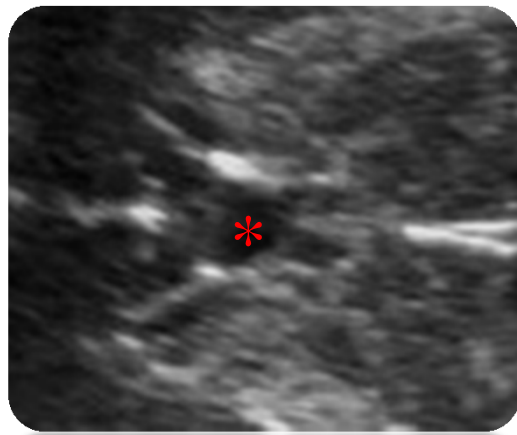
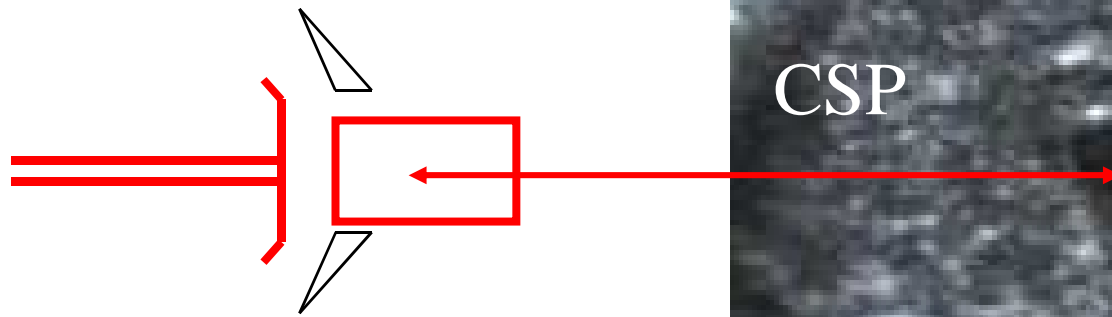


# From cavum septi pellucidi to anterior complex: how to improve detection of midline cerebral abnormalities

Ultrasound Obstet Gynecol. 2013 Oct;42(4):485-6)

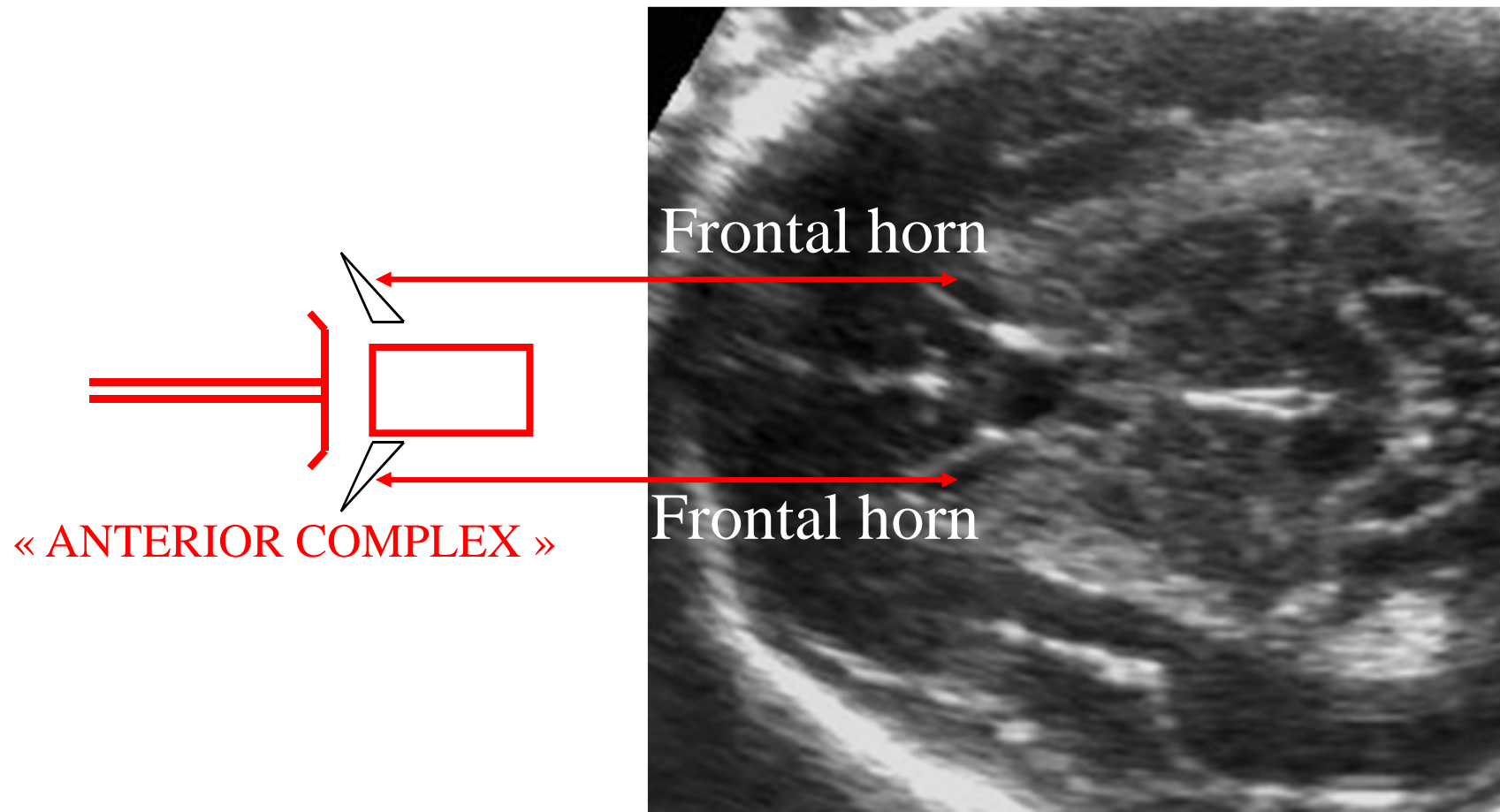


Analysis of the midline on axial plane  
Look at the « anterior complex » !

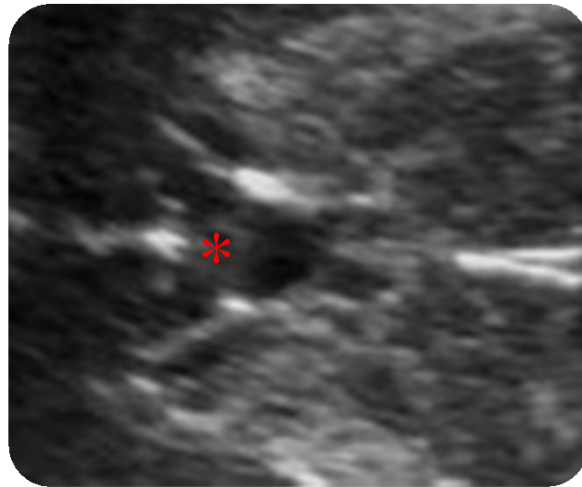
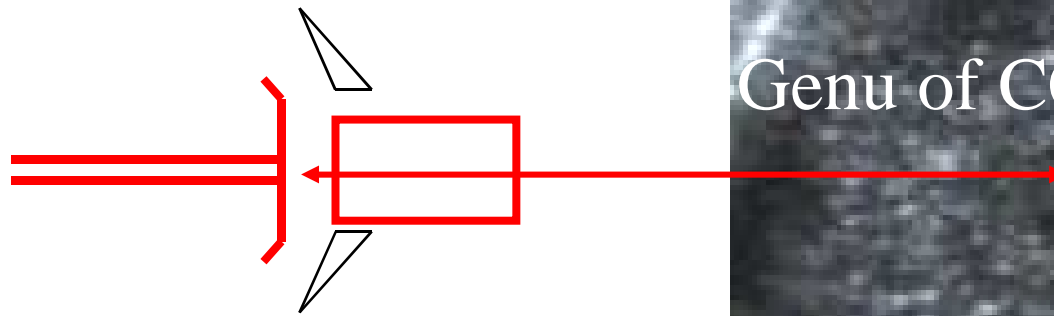


# Analysis of the midline on axial plane

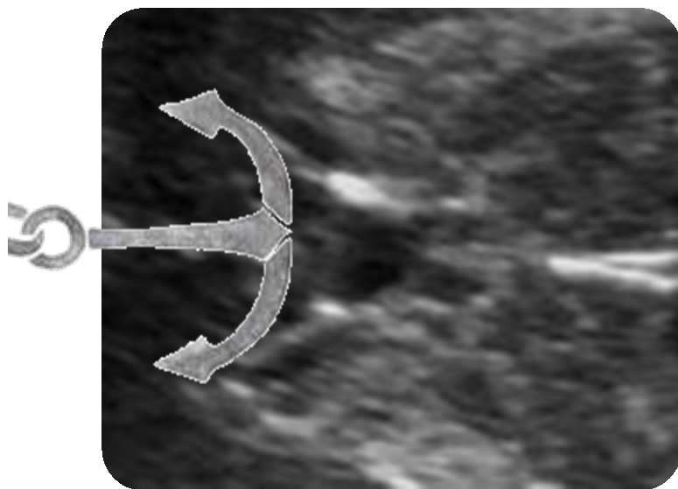
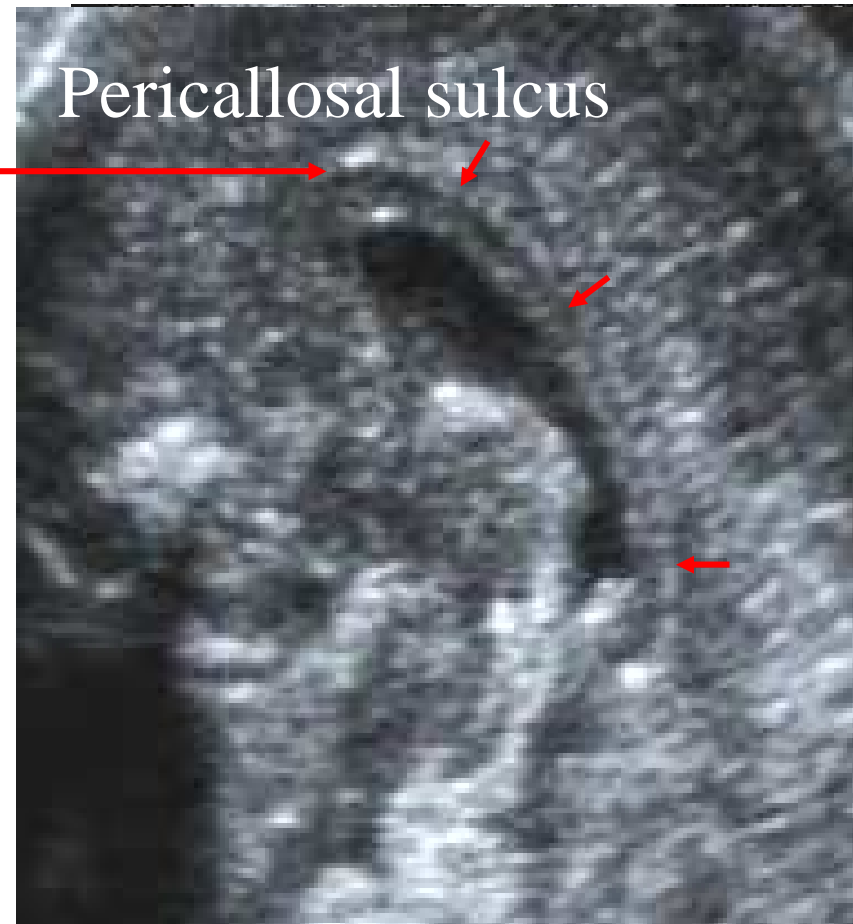
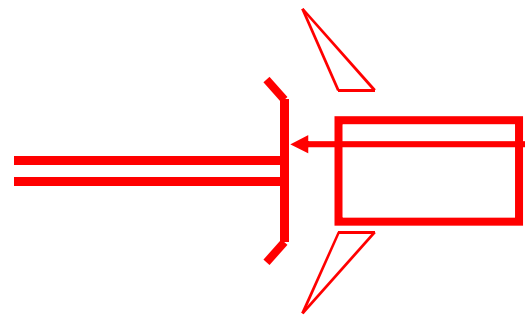
## Look at the « anterior complex » !



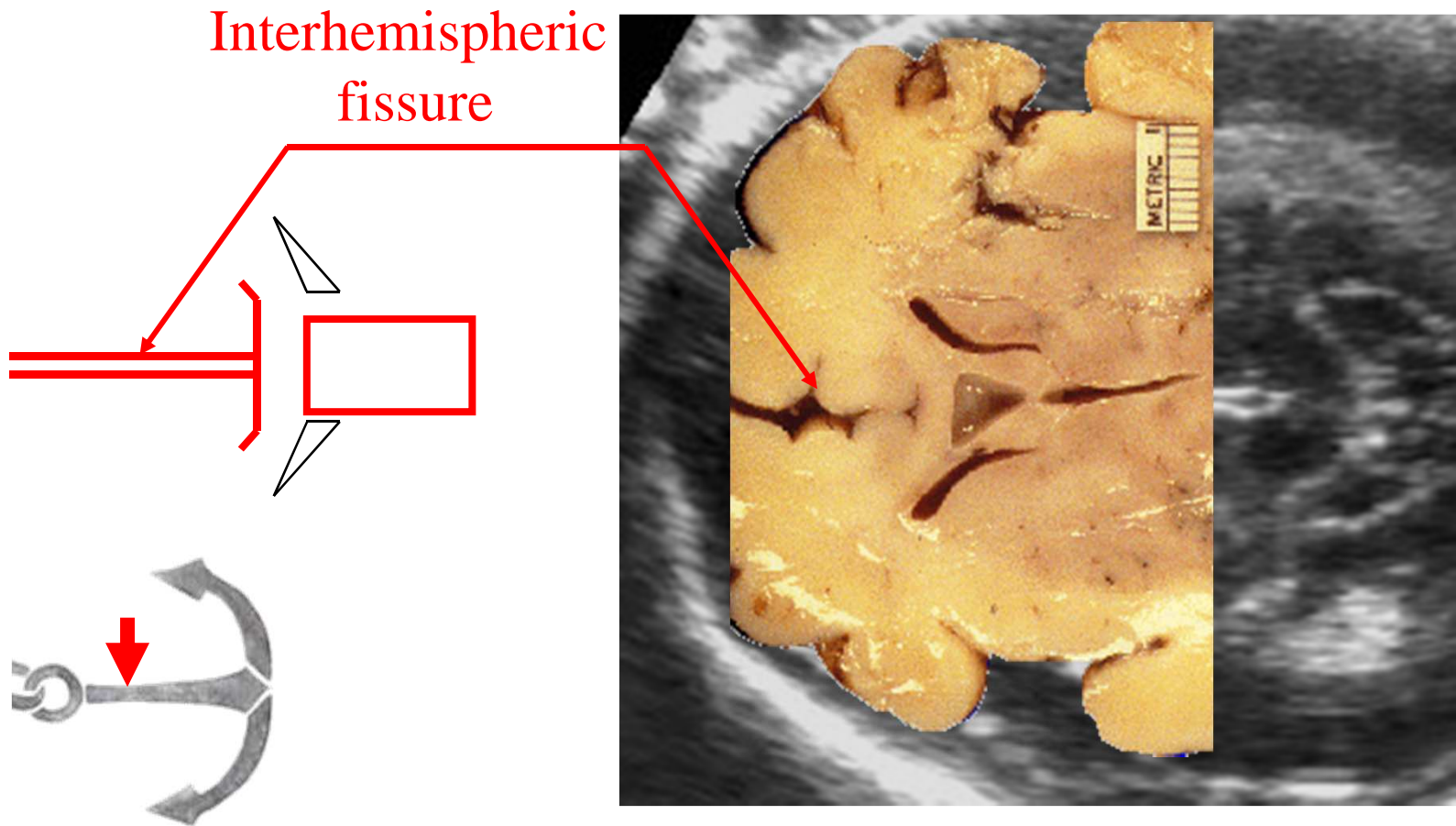
Analysis of the midline on axial plane  
Look at the « anterior complex » !



# Analysis of the midline on axial plane Look at the « anterior complex » !



# Analysis of the midline on axial plane Look at the « anterior complex » !



QUEL EST L'INTERET DE L'ANALYSE DE LA SCISSURE IH ?

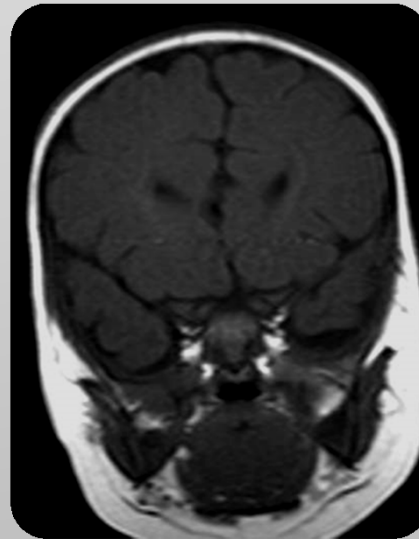
# DISTORSION OF THE ANTERIOR PART OF THE INTERHEMISPHERIC FISSURE

with impacted frontal lobes

Significance and implications for prenatal diagnosis

Ultrasound Obstet Gynecol. 2013

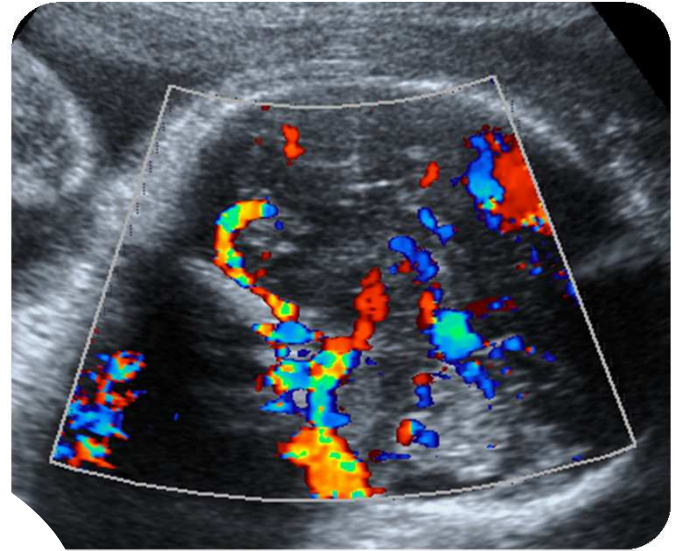
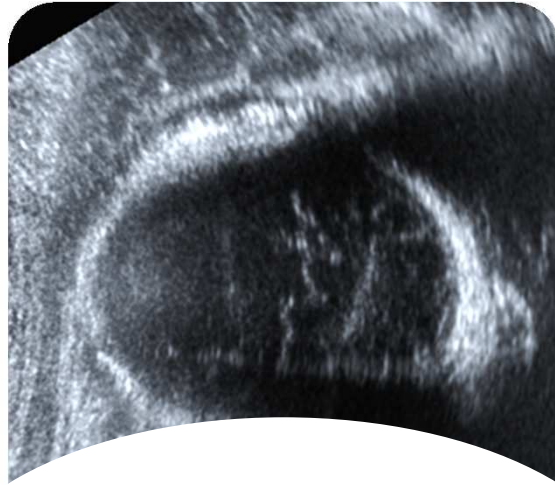
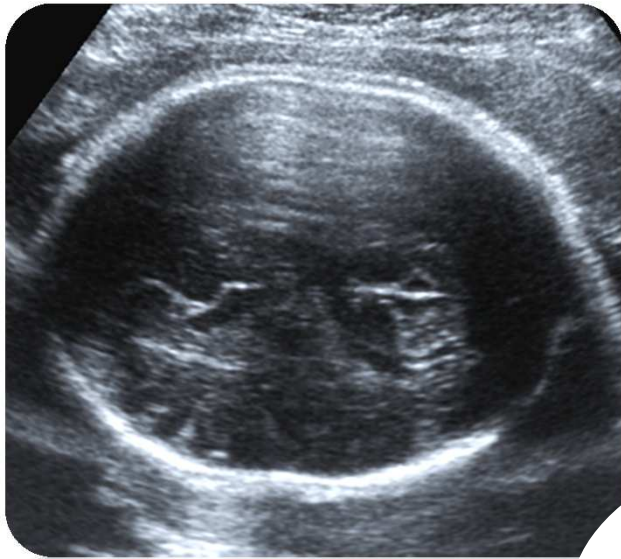
A series of 13 cases



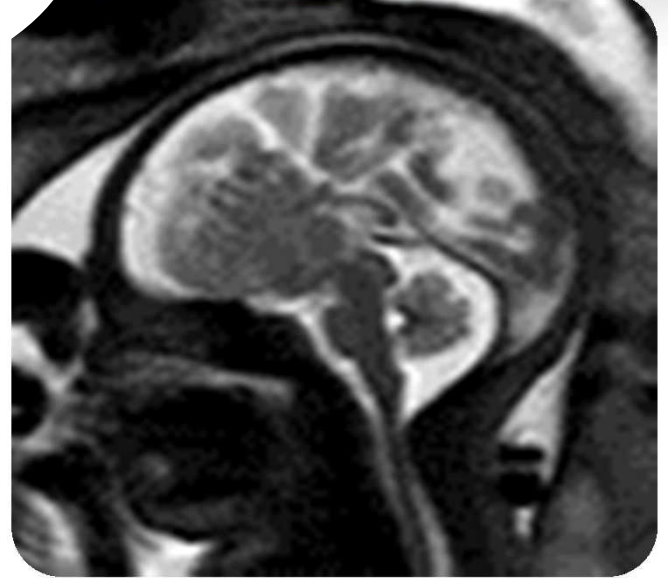
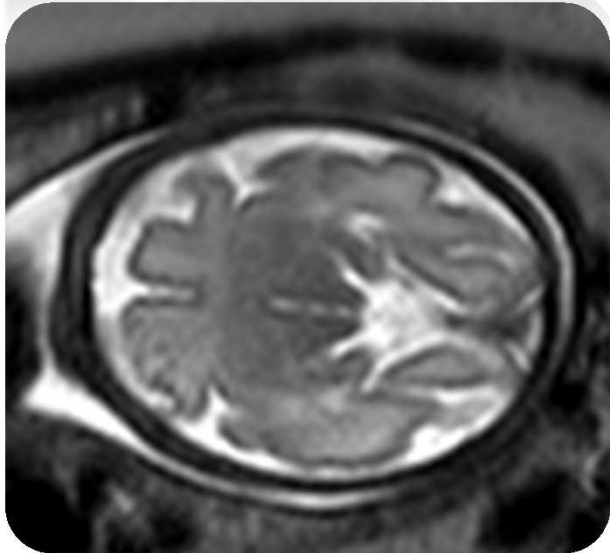
# DISTORSION OF THE ANTERIOR PART OF THE INTERHEMISPHERIC FISSURE

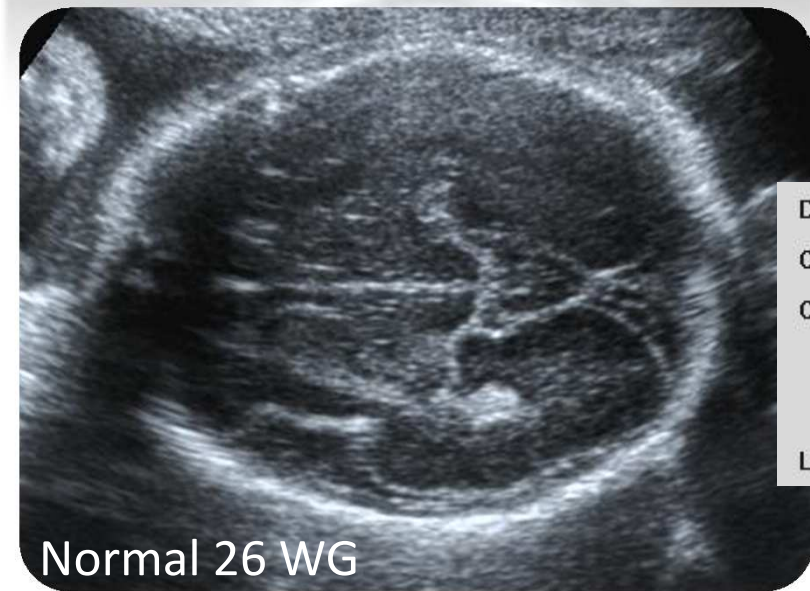
## ➤ Anomalies anatomiques associées (n=10)

- ✓ **Anomalies de la ligne médiane** (n = 6)
  - Holoprosencéphalie lobaire n = 1 (DAN)
  - Syntélencéphalie n = 2 (DAN)
  - Agénésie du corps calleux syndromique (Aicardi) n = 1 (DAN)
  - Dysgénésie olfactive (Kalleman de Morsier) n = 1 (postN)
    - + hétérotopie cérébrale extracranienne
  - Dysplasie septo-optique (CS présente déviée) n = 1 (postN)
- ✓ **Schizencéphalie** (n = 1)
  - Absence CS et double schizencéphalie n = 1 (postN)
- ✓ **Anomalies complexes de l'organisation cérébrale (n=3)**



Lobar  
holoprosencephaly





DBP	Hadlock	27	2	15	67.6 (mm)	67.6	(mm)	Hadlock	57
CC	Hadlock	26	2	14	241.9 (mm)	241.9	(mm)	Hadlock	13
CA	Hadlock	27	5	15	233.3 (mm)	235.2	(mm)	Hadlock	71
						233.2	(mm)		
						231.5	(mm)		
LF	Hadlock	26	6	15	49.8 (mm)	50.2	(mm)	Hadlock	38



Anomalies macroscopiques de la giration  
&  
Anomalies de la ligne médiane

## DISTORSION OF THE ANTERIOR PART OF THE INTERHEMISPHERIC FISSURE

- Malformations anatomiques associées (n=10)
- Anomalie cytogénétique(n =1)
  - 1 délétion 6p (sans anomalie anatomique associée)

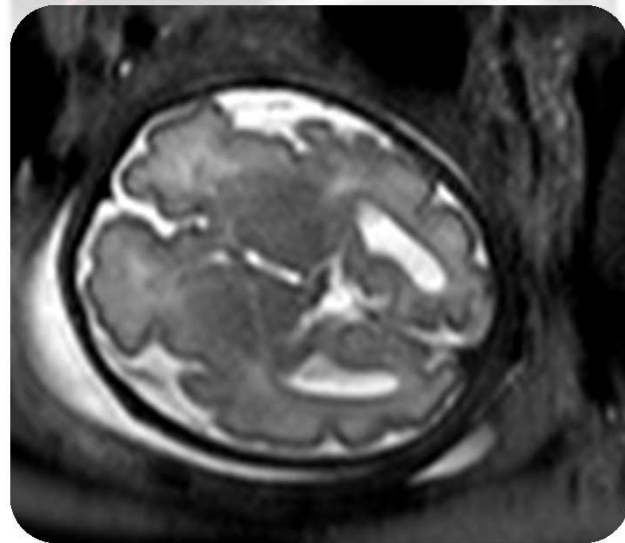
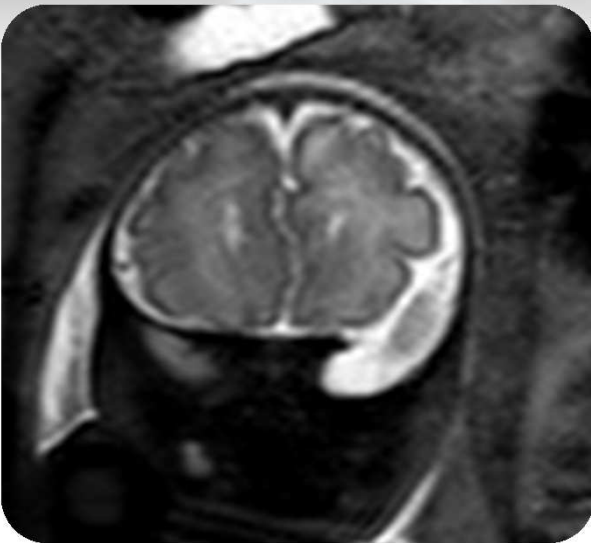
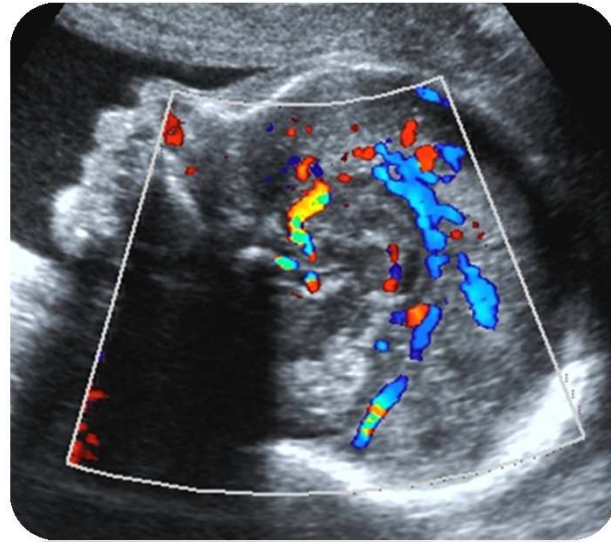


6p deletion

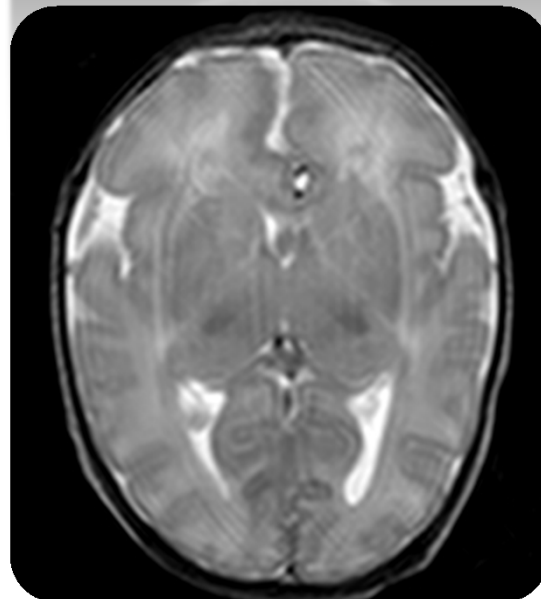
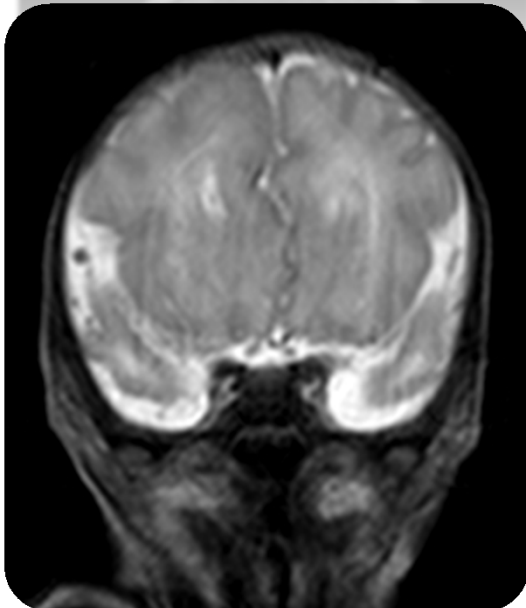
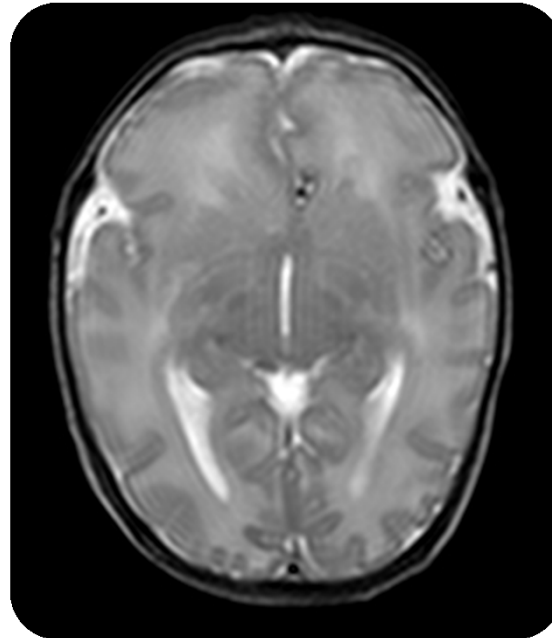
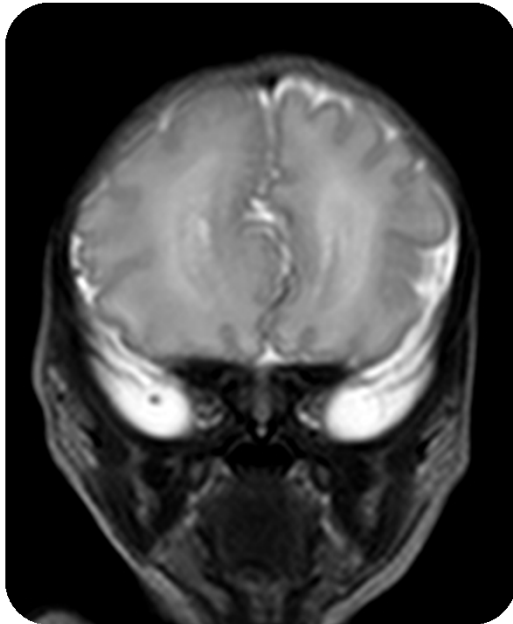


# DISTORSION OF THE ANTERIOR PART OF THE INTERHEMISPHERIC FISSURE

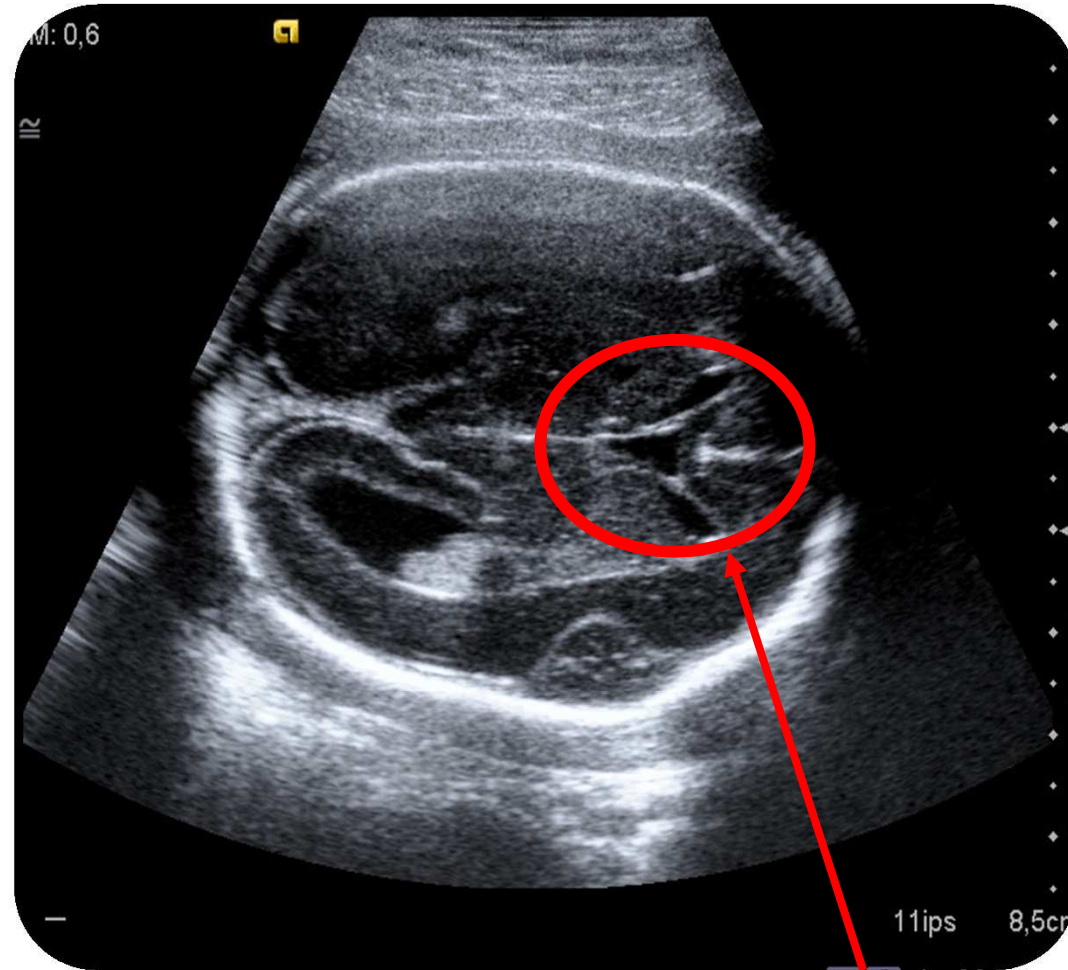
- Malformations anatomiques associées (n=10)
- Anomalie cytogénétique(n =1)
  - 1 délétion 6p (sans anomalie anatomique associée)
- Pas d'anomalie anatomique ou biologique associée (n = 2)
  - Imagerie prénatale normale (incluant structures optiques/olfactives)
  - Cayotype normal (incluant recherche de délétion 6p)
  - Oestriol maternel normal (reflet de la fonction corticotrope fœtale)
  - Devenir neurologique post-natal : Normal (suivi 4 et 5 ans)



27 WG



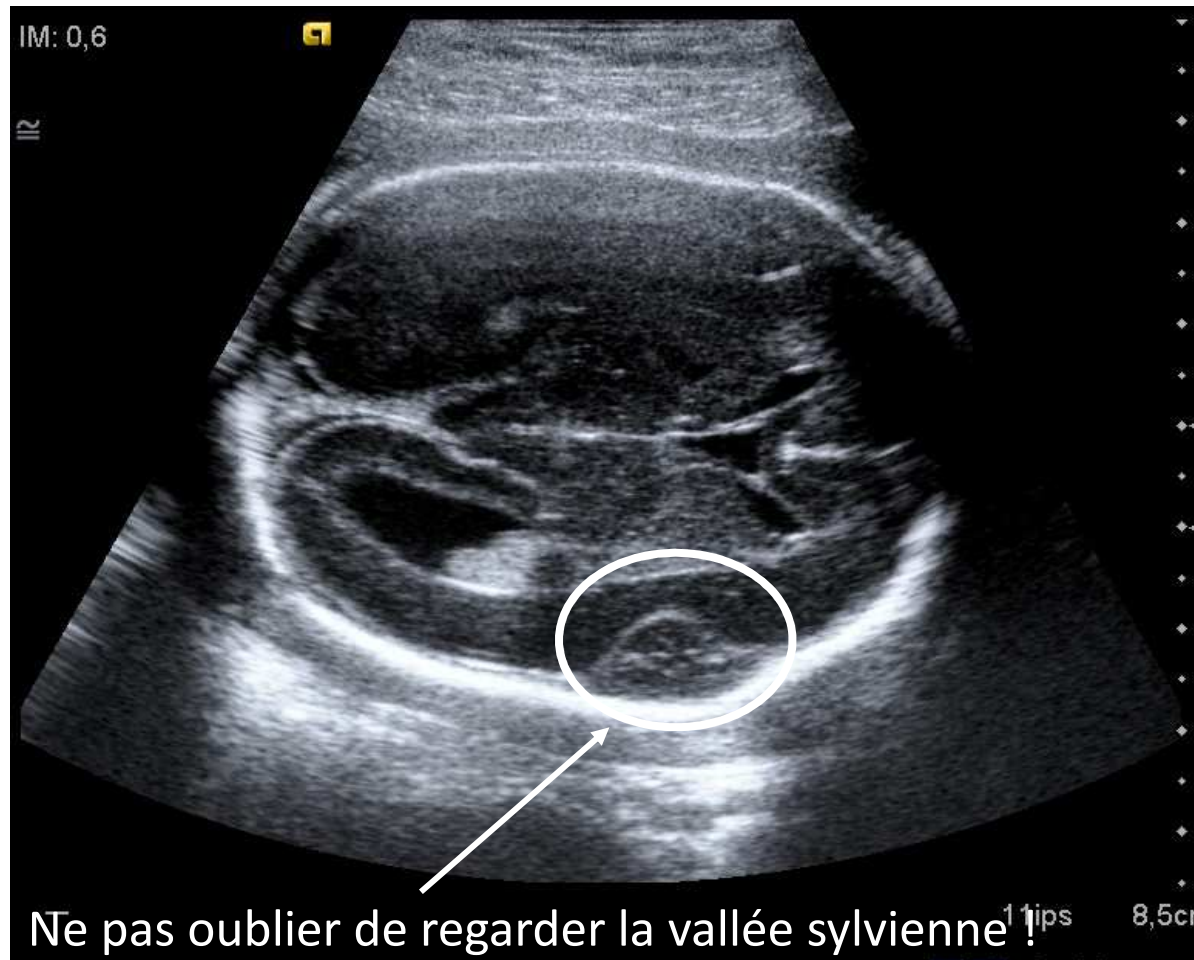
POST-NATAL  
MRI



SO, FOR MIDLINE ANALYSIS  
IN ROUTINE  
LOOK AT THE...

...« ANTERIOR COMPLEX »

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FŒTAL EN COUPE AXIALE



PART 3

# ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FŒTAL EN COUPE AXIALE

## *Guidelines*

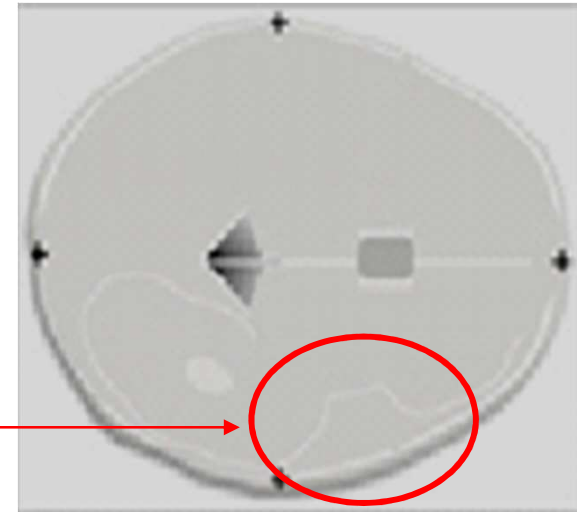
Table 1 Structures that are usually noted in a basic ultrasound examination of the fetal central nervous system

---

Head shape  
Lateral ventricles  
*Cavum septi pellucidi*  
Thalami  
Cerebellum  
Cisterna magna  
Spine

---

Sylvian fissure —————→  
Not cited !  
..But can be useful !



THE INTERNATIONAL SOCIETY OF  
 **ULTRASOUND**  
in Obstetrics & Gynecology

*Sonographic examination of the fetal central nervous system  
Guidelines for performing the 'basic examination'  
and the 'fetal neurosonogram'*

# Étude de la giration en échographie

## Un sillon, un plan de coupe !!

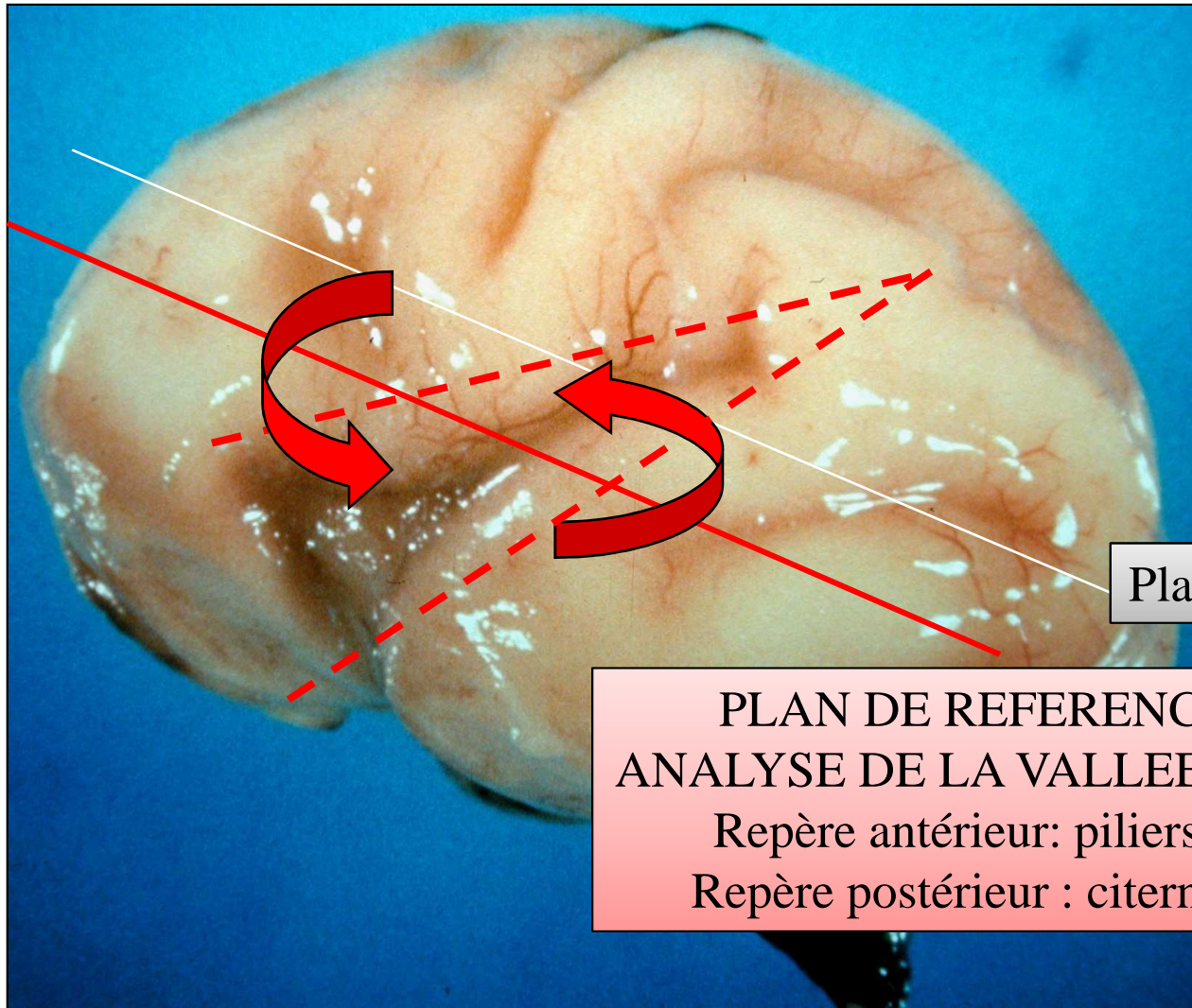
### ➤ Étude exhaustive de la giration impossible et inutile en écho

- Difficultés méthodologiques
  - Aspect/forme du sillon est fonction du plan et du niveau de coupe
  - Sillons secondaires : variation interindividuelle majeure

### ➤ Intérêt de la vallée sylvienne

- Facile à identifier, plan de coupe facile à obtenir
- Utile en échographie de dépistage et diagnostique
- Fondamental dans l'étude de la maturation cérébrale normale
  - Excellent corrélation avec l'AG : Entre 20 et 32 SA -> précision 1 semaine \*
  - Peut être associée à l'étude du sillon temporal supérieur et sillon central
  - Maturation normale : si (giration, DTC, PC) en accord avec l'AG
- Diagnostic des anomalies diffuses de giration mais pas seulement \*\*

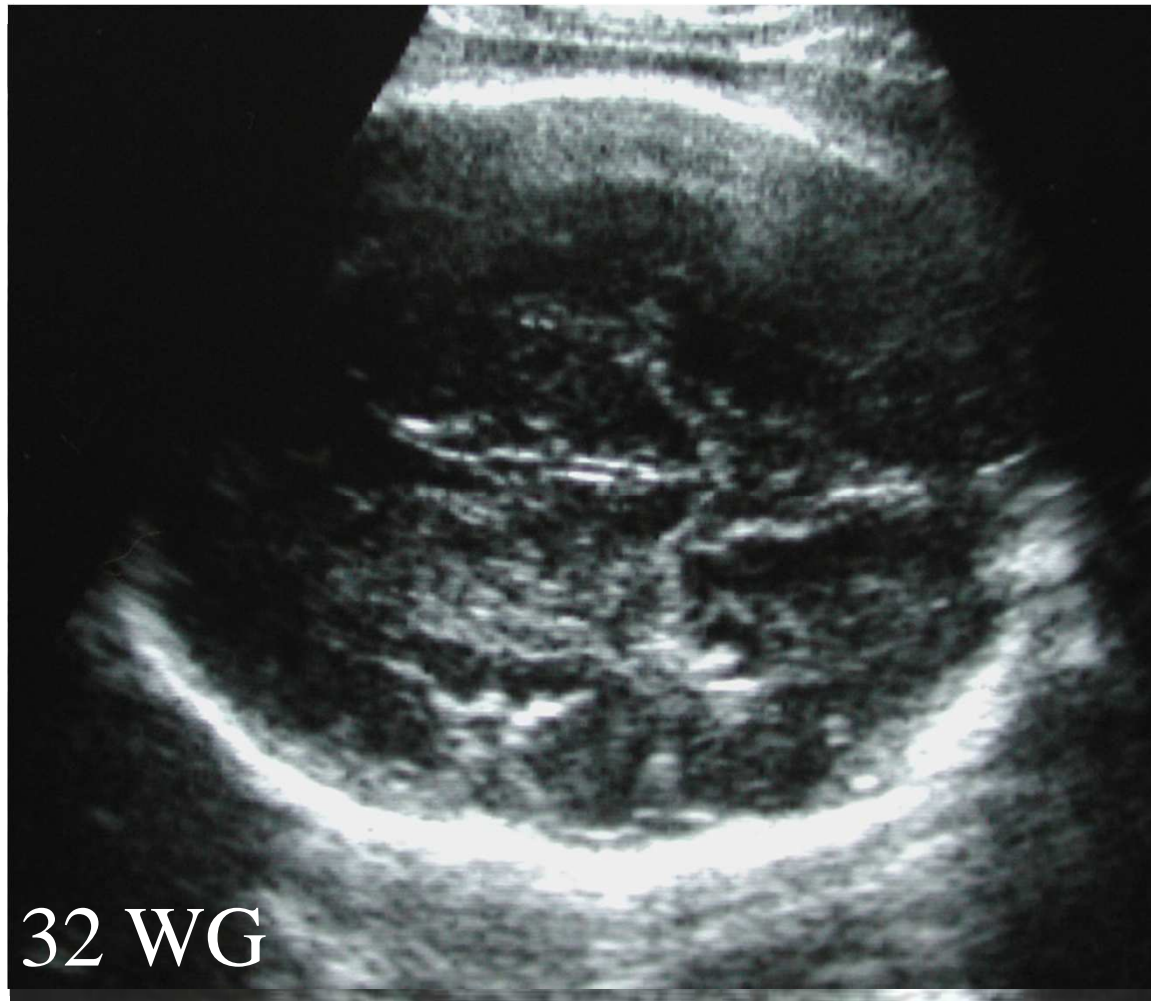
\* Quarello et al., UOG 2008    \*\*Guibaud et al., UOG 2008



Plan du PC

PLAN DE REFERENCE POUR  
ANALYSE DE LA VALLEE SYLVIANNE  
Repère antérieur: piliers du fornix  
Repère postérieur : citerne ambiante

OPERCULATION BERGE POSTERIEURE  
Specific timetable +++



32 WG



20 WG

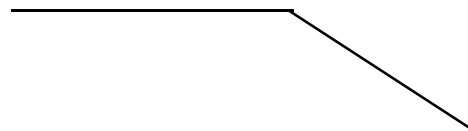
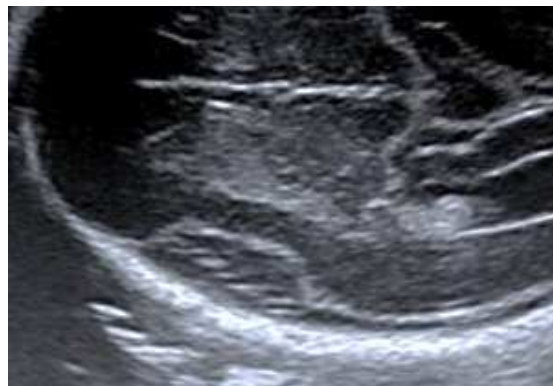
22 WG

24 WG

Open angle

45° angle

90° angle





26 WG

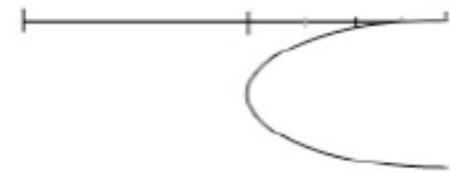
28 WG

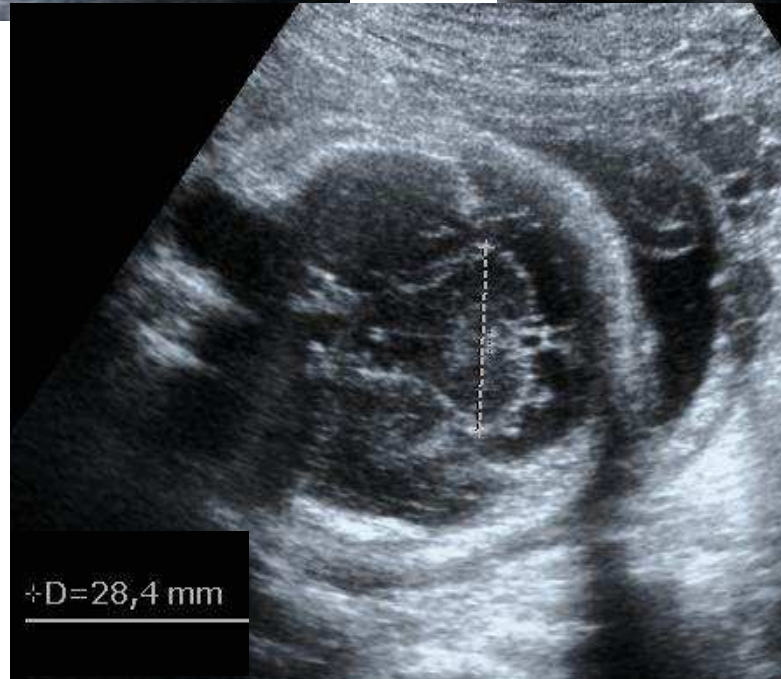
32 WG

Temporal lobe covers  
 $\frac{1}{4}$  of the posterior insula

Temporal lobe covers  
 $\frac{1}{2}$  of the posterior insula

TL completely covers  
the posterior insula





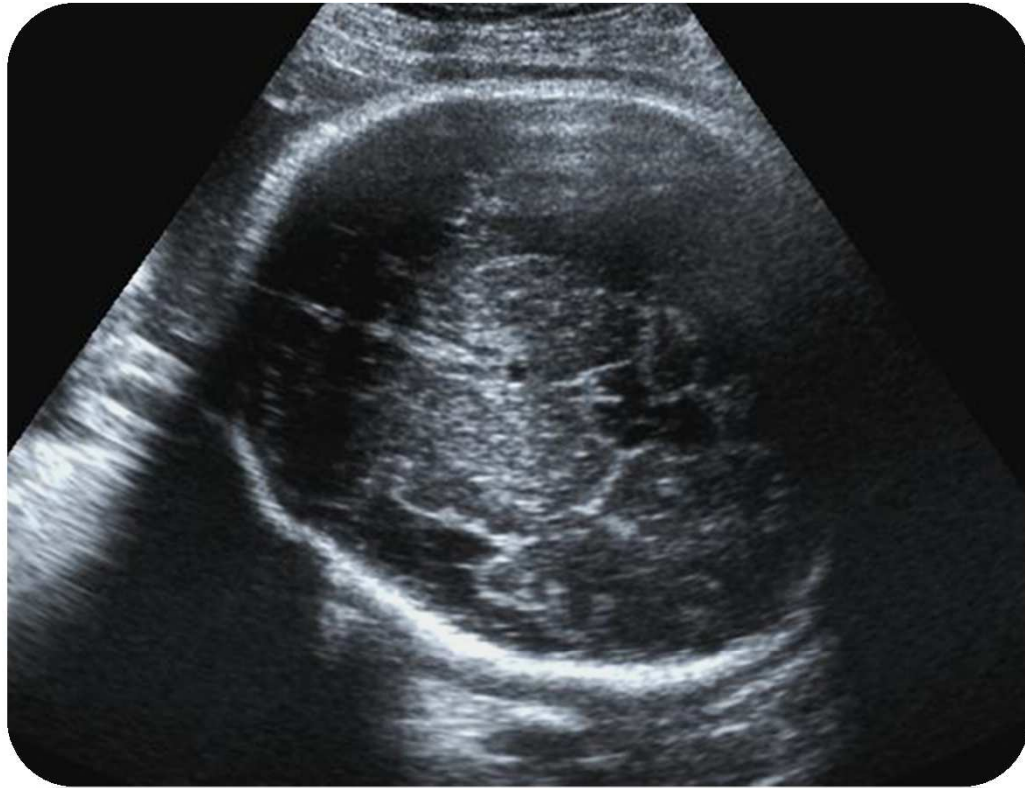
CEREBRAL  
MATURATION  
26 WG

DIFFUSE  
POLYMICROGYRIA



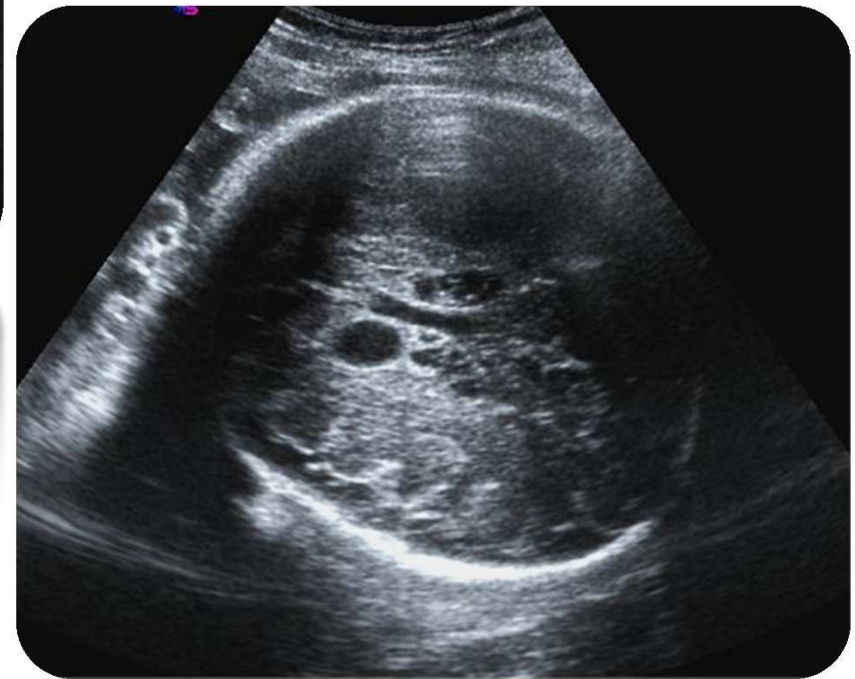
27 WG  
DTC 35mm,  
HC 50p 30WG



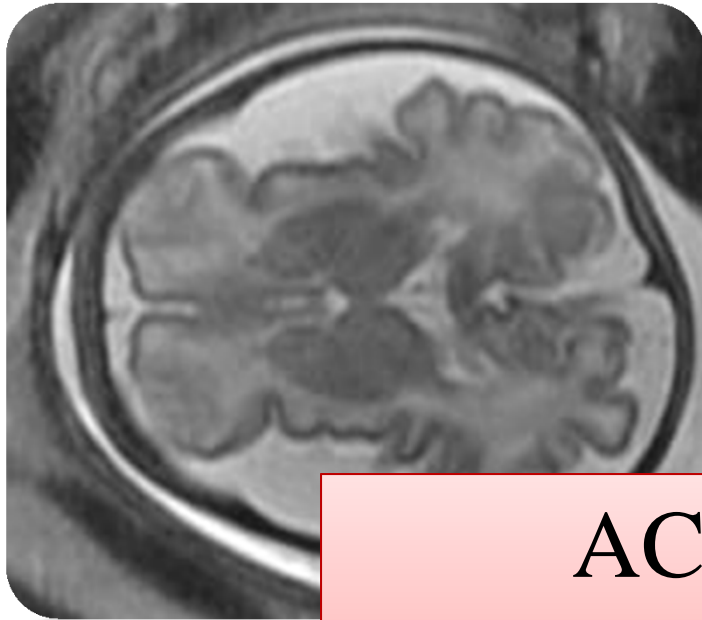


36 WG,  
**HC 375 mm !**  
AC & fémur 50p 36 WG

BUT NOT ONLY FOR  
CORTICAL DYSPLASIA...

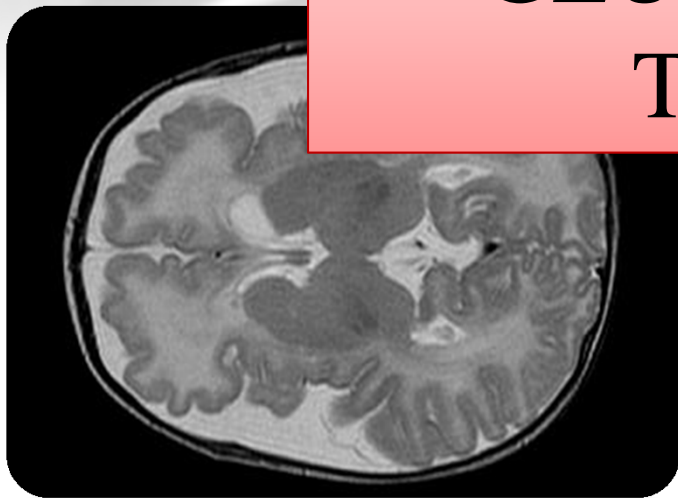


NIP 6765622



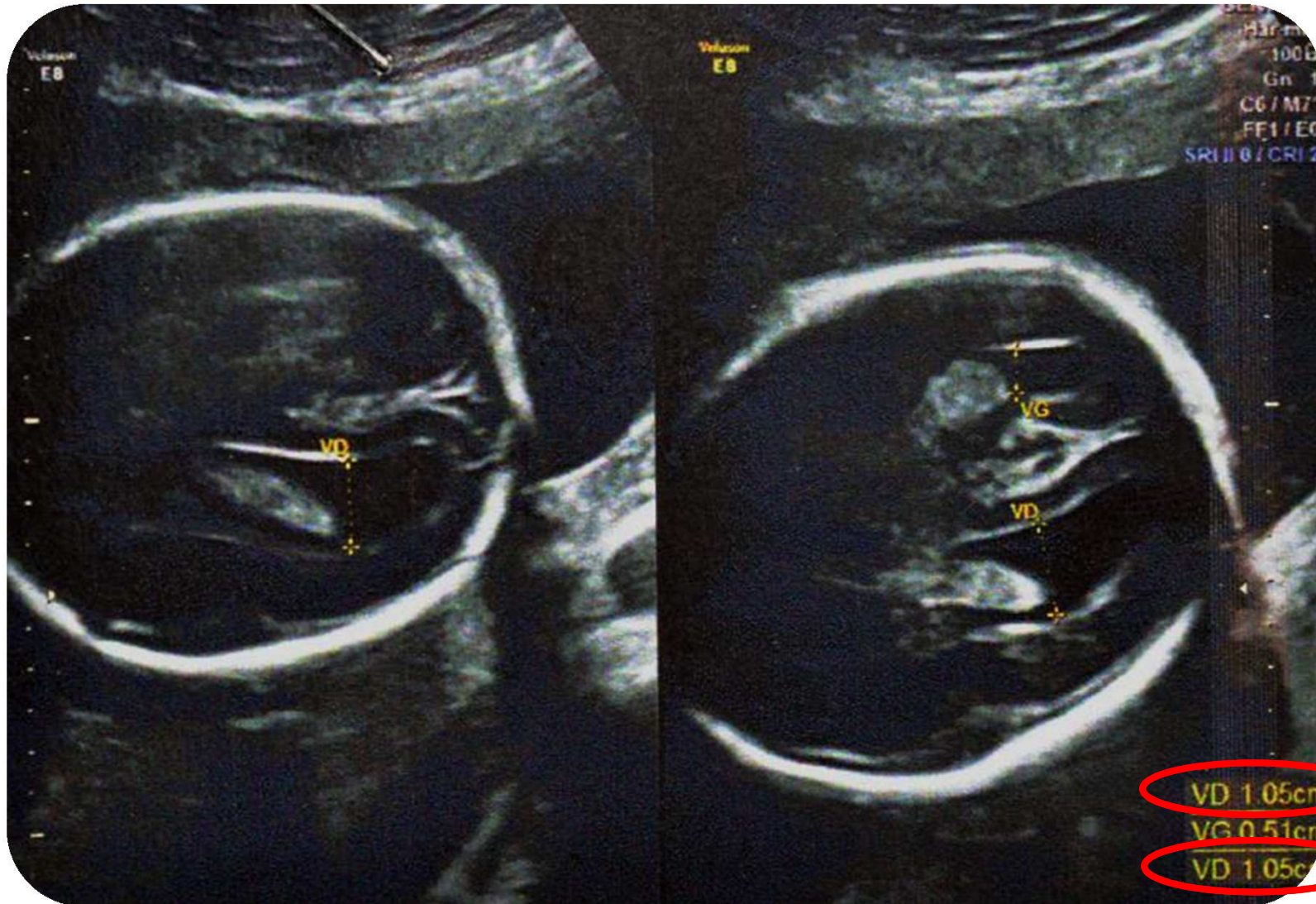
36 WG

**ACIDURIE  
GLUTARIQUE  
TYPE 1**



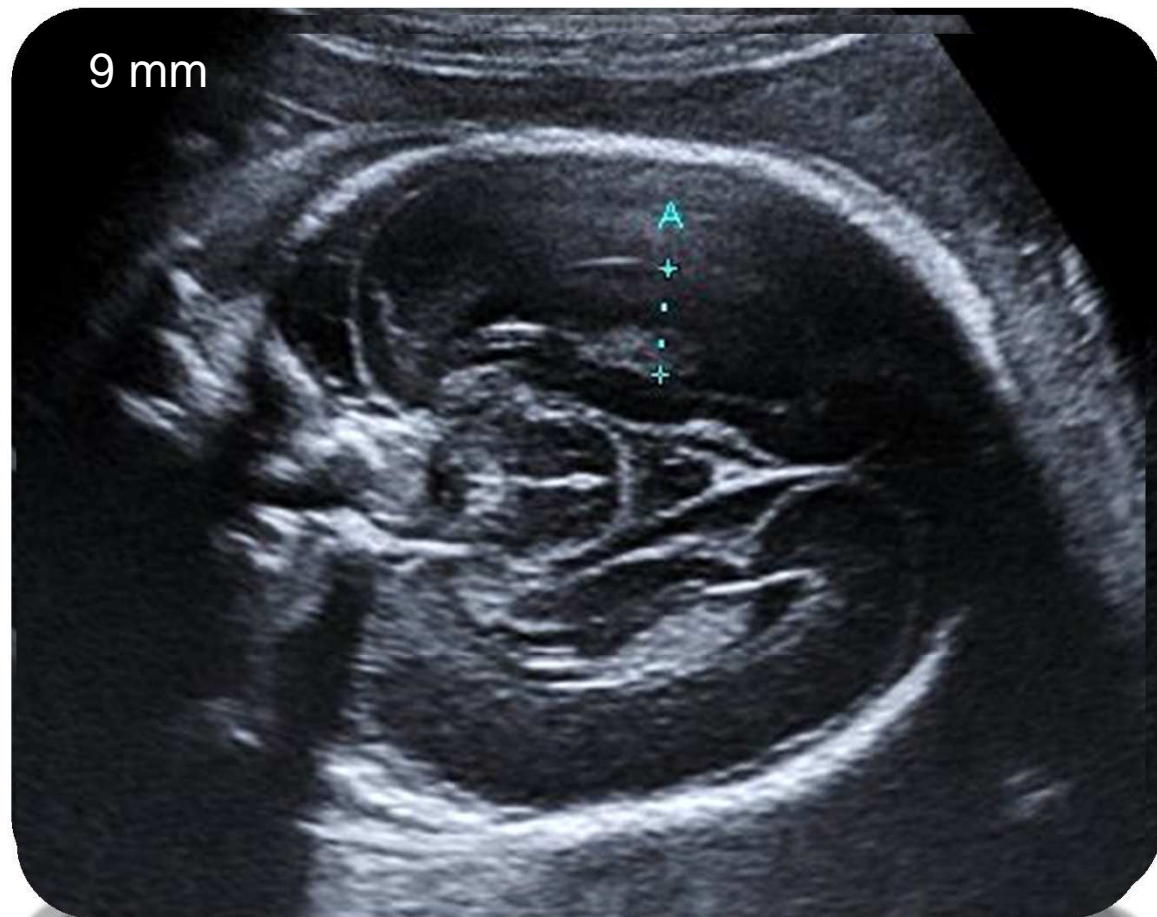
Post-natal  
MRI

Vue à ... SA pour ventriculomégalie unilatérale mineure...



AD 1.05cm  
AQ 0.21cm  
AD 1.05cm









# IMPORTANCE DE REPERES ANATOMIQUES PRECIS POUR L'ETUDE ECHOGRAPHIQUE DU CERVEAU FCETAL

UTILE POUR LE DEBUTANT COMME POUR L'EXPERT

UTILE POUR TESTER DE NOUVEAUX ECHOGRAPHES !