



La femme enceinte en imagerie : Pire angoisse du radiologue ?!

Claire Crenner – Rémi Duprès

Service d'imagerie médicale – CHR Metz-Thionville



Difficile de bien faire une exploration chez une femme enceinte en imagerie alors que celle-ci cristallise les peurs, plus ou moins fondées, des équipes paramédicales mais également médicales quant aux potentielles complications que peuvent avoir les explorations sur le fœtus

Un petit tour de table dans un service révélerait surement beaucoup de variations de prise en charge d'une femme enceinte devant bénéficier d'une exploration en imagerie selon les intervenants, voire des désaccords

Les différentes recommandations existantes pouvant parfois être contradictoires

Objectifs :

- Avoir un aperçu sur l'état actuel des connaissances concernant les risques potentiels de l'exposition d'une femme enceinte aux rayonnements ionisants ou à un champ électromagnétique
- Savoir quelle imagerie proposer chez une femme enceinte en fonction de la suspicion clinique
- Savoir quoi dire et comment gérer une découverte de grossesse après une imagerie en coupe, la nécessité ou non de l'injection de produit de contraste, l'allaitement et l'exposition maternelle professionnelle

Cette présentation exposera d'abord ...

Les principes physiques et risques théoriques appliqués chez une femme enceinte :

Des radiations ionisantes

Des champs électromagnétiques

... permettra ensuite de répondre à la question :

Quid de l'injection de produit de contraste ?

... présentera concrètement :

Les situations cliniques rencontrées en pratique

Ainsi que quelques cas cliniques

... et s'intéressera enfin, non plus aux patientes, mais aux ...

**Professionnelles de santé face aux rayonnements
ionisants et aux champs électromagnétiques**

- La mise en œuvre des rayonnements ionisants dans les activités humaines est régie par trois grands principes qui sont édictés par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) : **Justification**, **Optimisation** et **Limitation**
- Ces principes généraux visent à protéger efficacement l'individu contre les risques associés à une exposition aux rayonnements ionisants, quel que soit leur domaine d'utilisation (industriel, médical, recherche, production d'énergie nucléaire)
- Chez la patiente enceinte, il n'y a pas un, mais bien deux individus à prendre en compte, avec la particularité que le fœtus, être en développement, sera plus sensible aux radiations ionisantes
- Dès lors, une parfaite maîtrise de cette radioprotection sera indispensable
- Les craintes concernent autant l'embryon et le fœtus en termes de **risque théorique de mort fœtale**, de **risque malformatif ou de retard du développement mental** (**effets déterministes**), que l'enfant qui va naître pour le **risque de cancérogénèse postnatal** (**effet stochastique**)
- De l'incertitude scientifique découle une règle de prudence qui est de limiter les explorations aux indications médicalement indispensables et d'optimiser la technique de réalisation de l'examen pour permettre d'obtenir une qualité diagnostique au coût radiologique le plus faible

Rayonnements ionisants – Champs électromagnétiques

Effets des RI

Effets déterministes

- Effets déterministes : **se produisant de manière certaine chez tous les sujets exposés pour des doses élevées** = effets à seuil = effets à court terme
- **Effet léthal :**
 - Durant les 2 premières semaines post-conceptionnelles, l'effet répond à la **loi du « tout ou rien »**
 - A ce stade, toutes les cellules ne sont pas encore différenciées et sont totipotentes :
 - Soit trop de cellules meurent et l'embryon ne se développera pas
 - Soit il n'y a que quelques cellules détruites et l'embryon se développera normalement
- **Effet tératogène :**
 - Le fœtus et l'embryon ont une sensibilité variable à l'exposition aux rayonnements ionisants
 - L'incidence spontanée de malformations est élevée (3% des grossesses), de même, le risque de retard mental, associé ou non à un syndrome malformatif est de 3%
 - **De la 3^{ème} à la 9^{ème} semaine : phase d'organogénèse**
 - **Période de radiosensibilité la plus forte**, particulièrement entre la 3^{ème} et la 5^{ème} semaine post-conception
 - La mort de cellules en cours de différenciation n'entraînera pas l'arrêt de la grossesse mais l'**arrêt de développement d'un organe ou d'un membre**
 - Période également possible à l'origine d'un **retard mental**
 - Seul d'apparition fixé à **100mGy** (augmente avec l'âge gestationnel)
 - **Au-delà de la 9^{ème} semaine :**
 - Le risque malformatif se réduit progressivement car la plupart des tissus sont alors différenciés
 - **L'organe le plus sensible reste le cerveau** en raison de la poursuite jusqu'à la 15^{ème} semaine du processus de migration neuronale
 - La perturbation de la migration neuronale peut être responsable de malformation ou de retard mental avec un seuil d'apparition compris entre 100 et 250 mGy

Table 3. Guidelines for managing pregnant women exposed to diagnostic radiation*

Gestational age	Radiation dose	Adverse biological effects	Recommendation
< 2 weeks post conception†	< 50 mGy	None	None
	> 50-100 mGy	Possible spontaneous abortion	None
2-15 weeks post conception†	< 50 mGy	Minimal risk	None
		Childhood cancer (childhood cancer death 0.06% per 10 mGy) Absolute cancer risk (0.4 % per 10 mGy)‡	
	50-150 mGy	Small head size (0.5-1% per 10 mGy) Mental retardation (0.4% per 10 mGy) Childhood cancer (childhood cancer death 0.06% per 10 mGy) Absolute cancer risk (0.4 % per 10 mGy)‡	Generally, therapeutic abortion is not recommended. However, it may be considered with exposures > 100 mGy in the setting of other risk factors, such as acute viral infection or exposure to teratogenic drugs.
> 15 weeks post conception	Any	> 150 mGy	Counsel mother about possible therapeutic abortion.
		Childhood cancer (childhood cancer death 0.06% per 10 mGy) Absolute cancer risk (0.4 % per 10 mGy)‡	

*Source: Wagner LK, RG Lester and LR Saldana. *Exposure of the Pregnant Patient to Diagnostic Radiations. A Guide to Medical Management*. Second Edition. Medical Physics Publishing, Madison WI, 1997. Chapter 10 Stage III The Decision, pp 163-168.

†For 2-8 weeks post conception at > 100 mGy, there is a risk of organ malformations, but organ malformations have never been observed in humans at diagnostic levels.

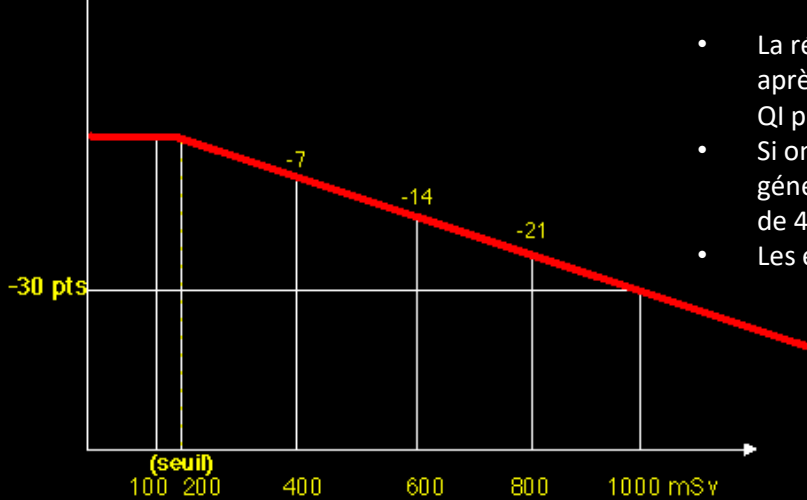
‡Applegate K and LK Wagner. ACR Practice Guideline for Imaging Pregnant or Potentially Pregnant Adolescents and Women with Ionizing Radiation. In: Resolution 26: American College of Radiology, 2008:1-15

Rayonnements ionisants – Champs électromagnétiques

Effets des RI

Effets déterministes

Q.I. Risque de retard mental après une irradiation



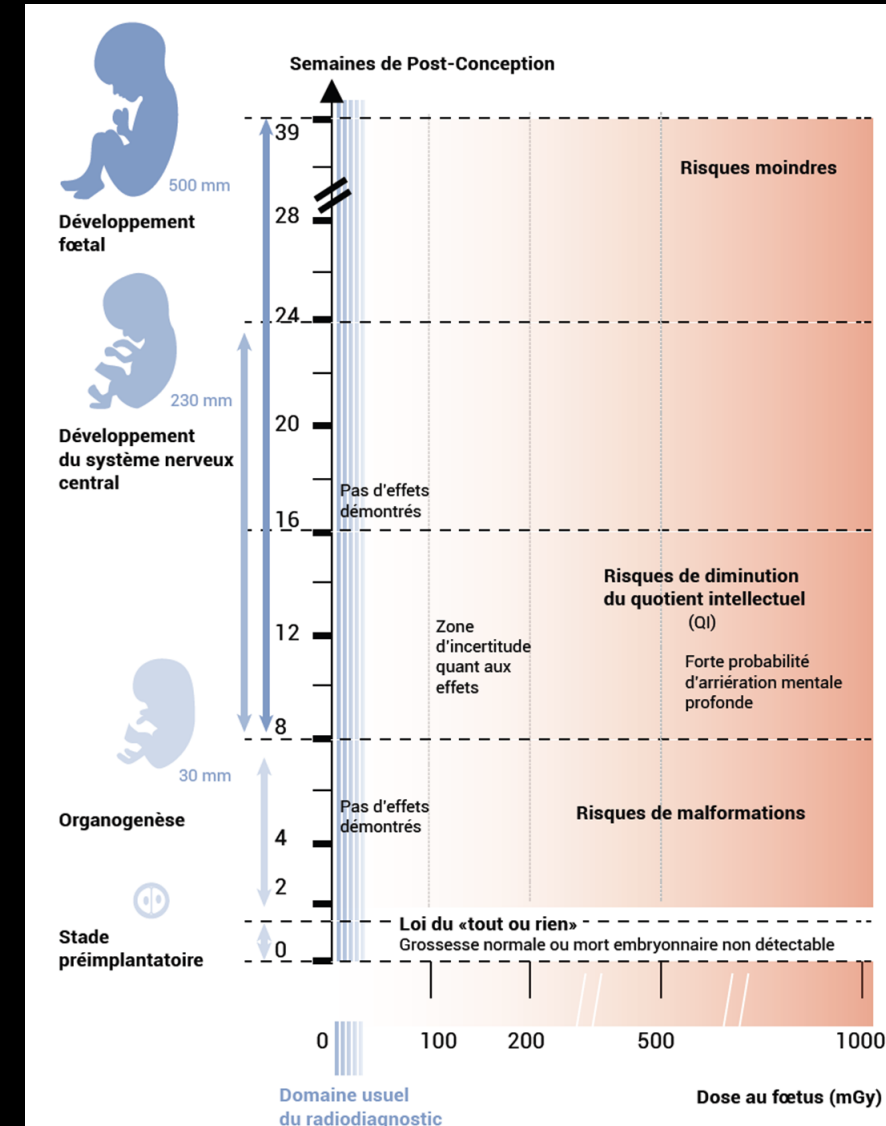
- La réduction du QI pendant la période la plus sensible (8 à 15S après la conception) correspond à une réduction de 30 points de QI par Gy
- Si on retient une distribution gaussienne du QI dans la population générale, cela équivaut à une probabilité de retard mental sévère de 40% pour une exposition à 1000 mGy
- Les effets aux faibles doses (< 100-200mGy) sont indétectables

https://www.irsn.fr/FR/prestations_et_ formations/Prestations/Dosimetrie_radioprotection/Pages/Estimer-dose-uterine-patiente-enceinte.aspx#.XwM4uG10Kzk

Table 2
Probability of Birth with No Malformation and No Childhood Cancer

Dose to Conceptus (mGy)	No Malformation (%)	No Childhood Cancer (%)	No Malformation and No Childhood Cancer (%)
0	96.00	99.93	95.93
0.5	95.999	99.926	95.928
1.0	95.998	99.921	95.922
2.5	95.995	99.908	95.91
5.0	95.99	99.89	95.88
10.0	95.98	99.84	95.83
50.0	95.90	99.51	95.43
100.0	95.80	99.07	94.91

Note.—Adapted, with permission, from reference 10.

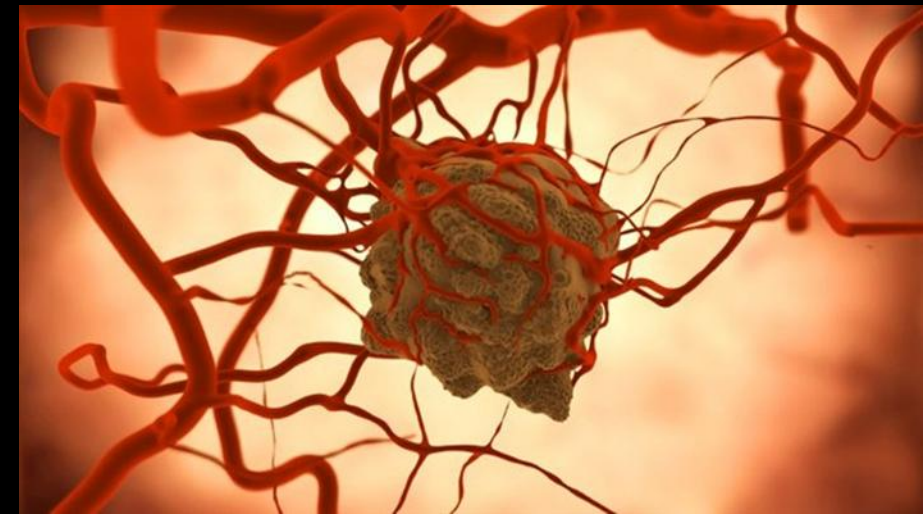


Effets des RI

- Effets stochastiques : **risque aléatoire sans seuil mais dose-dépendant**
- **Effet carcinogène :**
 - Risque lié à des **modifications de l'ADN sans mort cellulaire**
 - L'incidence des cancers (et leucémies) de l'enfant entre 0 et 15 ans est spontanément de 2 à 3/1000
 - L'augmentation du risque de cancer est estimée à **0,05% pour 10mGy** reçu in utero
 - En se référant au risque spontané de 0,25% (2,5/1000), une dose de 10mGy reçue in utero ferait donc passer ce risque à **0,3%**
 - Cette valeur est cependant une estimation pessimiste de l'extrapolation de l'effet de fortes doses aux faibles doses, sans tenir compte du débit de dose et ne prend pas en compte les possibilités de réparation des dommages du matériel génétique : **le risque réel se situe alors entre 0 et cette limite supérieure**

Effets stochastiques

EFFETS STOCHASTIQUES (ALÉATOIRES)	
Seuil	Sans seuil
Sévérité de l'atteinte	Indépendante de la dose
Type d'effet	Type cancer - Pas spécifique
Occurrence	Probabilité proportionnelle à la dose
Période de latence	Plusieurs années voire dizaines d'années
Réversibilité	Non réversible



Dose reçue à l'utérus

- L'indicateur d'irradiation embryo-foetale est la **dose reçue à l'utérus** (mesurée en milligrays-mGy) et non celle qui est délivrée à la mère
- Arrêté du 22 septembre 2006 relatif aux **informations dosimétriques devant figurer dans un compte rendu d'acte utilisant les rayonnements ionisants** (JORF n°226 du 29 septembre 2006 page 14449 texte n° 35)
 - Article 3
 - Pour les actes de radiologie diagnostique ou interventionnelle exposant la tête, le cou, le thorax, l'abdomen ou le pelvis, quel que soit le mode utilisé, radiographie ou radioscopie, l'information utile prévue à l'article 1er du présent arrêté est le Produit Dose.Surface (PDS) en Gy.cm² pour les appareils qui disposent de l'information
 - A défaut, et seulement pour les examens potentiellement itératifs concernant les enfants (âge inférieur à seize ans), pour les examens dont le champ comprend la région pelvienne chez les femmes en âge de procréer et pour les expositions abdomino-pelviennes justifiées chez une femme enceinte, les informations utiles prévues à l'article 1er du présent arrêté sont la tension électrique et les éléments disponibles parmi les suivants : la charge électrique, la distance foyer-peau, la durée de scopie et le courant associé, pour chaque type de champ d'entrée et le nombre d'expositions faites en graphie
 - Article 5 :
 - Pour les actes de scanographie (tomodensitométrie X) de la tête, du cou, du thorax, de l'abdomen ou du pelvis, les informations utiles prévues à l'article 1er du présent arrêté sont :
 - le Produit Dose.Longueur (PDL) en mGy.cm en distinguant le PDL obtenu pour l'exploration de la tête et du cou de celui obtenu pour l'exploration de tout ou partie du tronc (thorax, abdomen et pelvis) ; en cas d'acquisitions multiples sur une même région, le PDL reporté sera la somme des PDL ;
 - à défaut, les éléments disponibles parmi les suivants : la longueur examinée, l'indice de dose scanographique (IDS), l'indice de dose scanographique volumique (IDSV) en mGy
 - L'IDSV est indispensable pour les expositions du pelvis chez une femme en âge de procréer et pour les expositions abdomino-pelviennes justifiées chez une femme enceinte

Législation française



En début de grossesse, la dose reçue par l'embryon est de **3/5 du CTDIvol**

Cependant, la dose foetale augmente au cours de la grossesse et dépend de la taille foetale et de la profondeur du fœtus par rapport au plan cutané

Exam Description: SCANNER ABDOMINO PELVIEN

Series	Type	Scan Range (mm)	Rapport de dose		Phantom cm
			CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	S17.500-I460.000	6.07	319.02	Body 32
Total Exam DLP:				319.02	

Dose reçue à l'utérus

- Les doses délivrées au fœtus sont nettement plus importantes en tomodensitométrie qu'en radiologie conventionnelles
- Il faut plus de 4 balayages en scanner sur le pelvis et plus de 20 incidences en radiologie conventionnelle pour dépasser 100mGy au fœtus
- En revanche, le scanner utilisant un faisceau étroitement collimaté, ne délivre de dose significative que lorsque le volume exploré contient l'utérus. Ainsi, un scanner cérébral ou thoracique ne délivre pas de dose significative à l'utérus
- Les examens de radiologie interventionnelle, les traitements en médecine nucléaire et en radiothérapie peuvent délivrer des doses qui entraînent des conséquences graves ou létales sur le fœtus, surtout si l'utérus est dans la zone traitée

En pratique

Données de l'AIEA

Estimation des doses reçues par le fœtus lors d'examen diagnostiques au Royaume-Uni d'après l'étude de Sharp, Shrimpton et Buiy en 1998

Exam Description: **SCANNER ABDOMINO PELVIEN**

Rapport de dose					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	I51.250-I451.250	5.05	226.09	Body 32
Total Exam DLP:				226.09	

Exam Description: **SCANNER DU RACHIS LOMBAIRE**

Rapport de dose					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	S124.500-I141.125	25.13	712.77	Body 32
Total Exam DLP:				712.77	

Examens utilisant des RI	Dose moyenne (mGy)
Radiographies standards	
Thorax	< 0,01
Abdomen	1,4
Bassin	1,1
Rachis thoracique	< 0,01
Rachis lombaire	1,7
Examens contrastés	
Opacification digestive haute	1,1
Lavement	6,8
Scanner	
Crâne	< 0,005
Thorax	0,06
Abdomen	8
Pelvis	25
Rachis lombaire	40

Dose reçue à l'utérus

To use or not to use a tablier plombé ?!

- L'exposition du patient en scanographie en dehors du champ d'acquisition est due principalement au **rayonnement diffusé interne** (b) et dans une moindre mesure au **rayonnement diffusé du statif** (externally scattered radiation). C'est ce dernier que le tablier plombé peut absorber afin de diminuer la dose absorbée par les organes sensibles du patient
- Lors de l'utilisation du tablier plombé, une partie du rayonnement diffusé interne interagit avec le plomb, il s'en suit la formation de **rayonnement diffusé secondaire** (c)
- Ce rayonnement diffusé secondaire survenant dans le cadre d'un « effet tunnel » est en fait négligeable
- Conditions de mise en place :
 - Effectuer d'abord le repérage avant toute mise en place du tablier !
 - Tablier d'épaisseur de 0,7 mm suffisante (au-delà, pas beaucoup de gain mais devient lourd, possibilité de réduire l'épaisseur antérieure si trop inconfortable)
 - Entourer la patiente avec le tablier (50% de gain en moins si protection que d'un côté)
 - Positionner le plus près possible de la limite de l'acquisition
- Finalement, on le met ou on le met pas ?!
 - Il reste à l'appréciation de chacun
 - S'il est mis (et correctement positionné), il **réduit le diffusé du statif**, mais dont la participation à la dose à l'utérus est minime, donc gain négligeable
 - Il peut cependant être utile pour le **confort psychologique de la patiente...et du radiologue**
 - Il n'est par ailleurs pas délétère !

Radiodiagnostic chez la femme en âge de procréer. P Guillemette-Artur et al. JFR 2009
Modelling the effect of lead and other materials for shielding of the fetus in CT pulmonary angiography. G R IBALL et al. The British Journal of Radiology, 81 (2008), 499–503
https://www.irsn.fr/FR/professionnels_sante/faq/Pages/faq_scanner.aspx#.Xvy6cm1OKzk

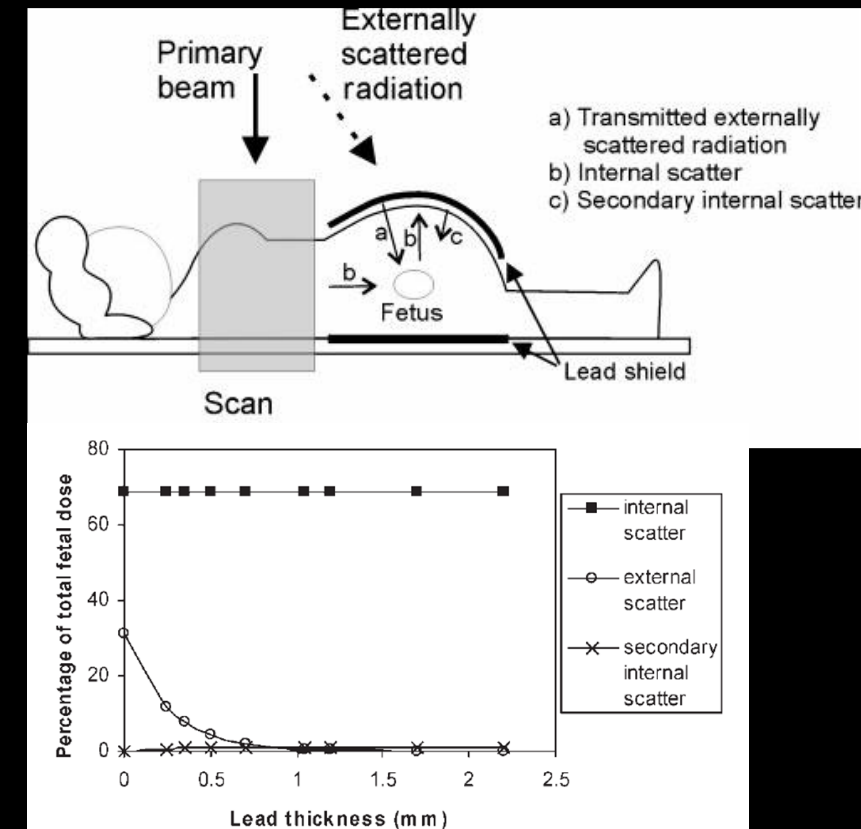


Figure 4. The relative contributions of the three sources of scattered radiation to the total fetal dose as calculated using the proposed model at 140 kV_p. (The indicated dose levels are illustrative, as the exact values will vary from scanner to scanner.)

Rayonnements ionisants – Champs électromagnétiques

Risque maternel

- Pendant la grossesse et le 1^{er} mois du post-partum, le tissu mammaire est plus sensible aux radiations en raison de la prolifération glandulaire
- Augmentation du risque de cancer du sein : risque estimé à 0,005% pour une dose de 1mSv
- En cas de scanner d'une autre partie du corps le risque rejoint celui d'une patiente non enceinte
- Antérieurement, des **cache en bismuth** pouvaient être utilisés :
 - A placer après le scout view pour ne pas majorer la dose
 - Efficaces sur la réduction à l'exposition aux rayonnements primaires des organes superficiels et permettant donc de réduire la dose à la glande mammaire
 - Le pourcentage de réduction de dose dépend du protocole utilisé et de la morphologie de la patiente, avec des valeurs répertoriées dans la littérature variant de 26 à 59%
 - A l'origine d'une dégradation modérée de la qualité de l'image des tissus superficiels sous-jacents
- Actuellement, utilisation de **techniques de modulation de dose à l'organe** (OTCM – Organ-based tube current modulation) :
 - **X-CARE (Siemens)** : réduction des mA sur le secteur antérieur de 120° avec renforcement nécessaire des mA sur le secteur postérieur pour maintenir un CTDIvol identique
 - **ODM (Organ Dose Modulation) (GE)** : réduction des mA sur un secteur antérieur plus large (180°) et absence de renforcement postérieur

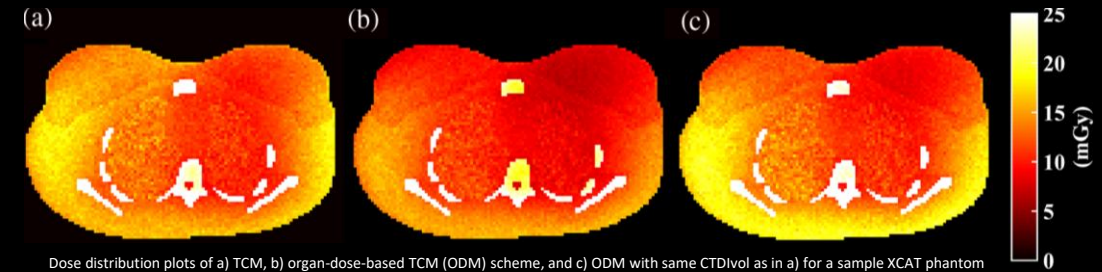
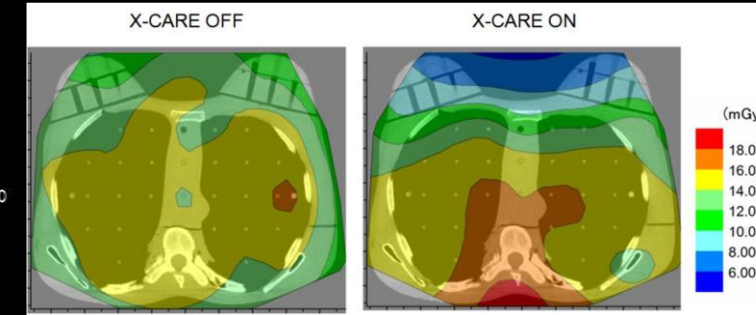
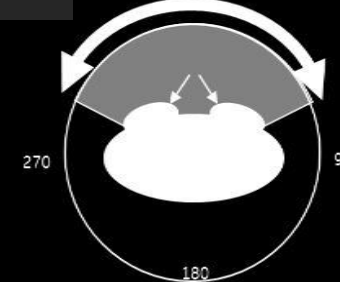
Risque mammaire

Caches en bismuth



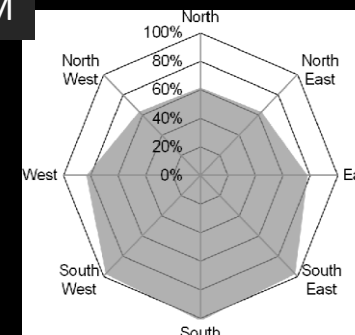
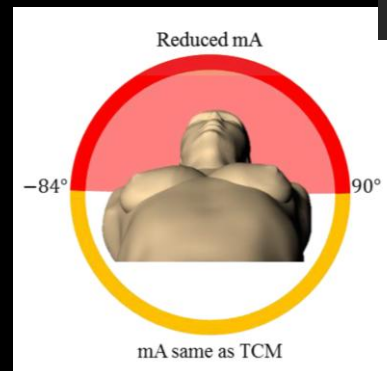
X-CARE

mA reduction

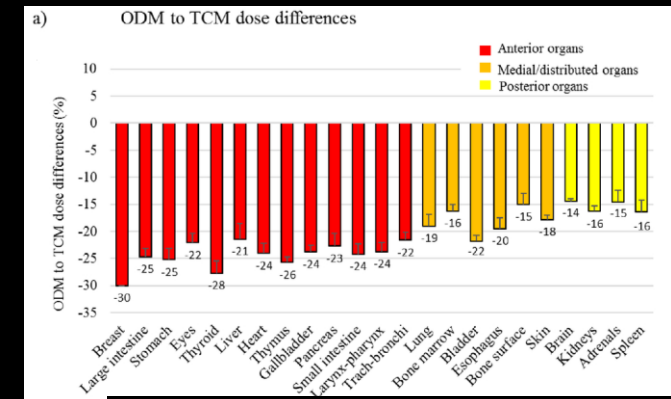


Dose distribution plots of a) TCM, b) organ-dose-based TCM (ODM) scheme, and c) ODM with same CTDIvol as in a) for a sample XCAT phantom

ODM



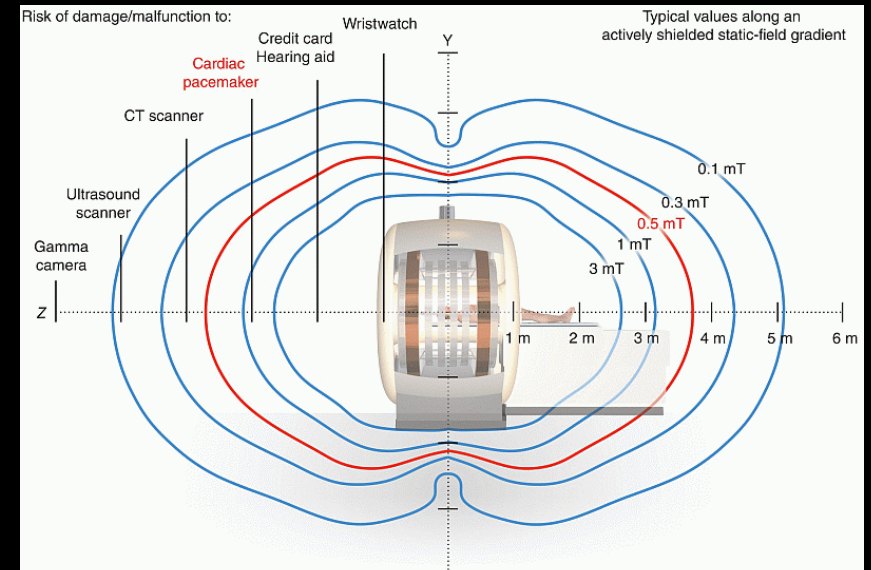
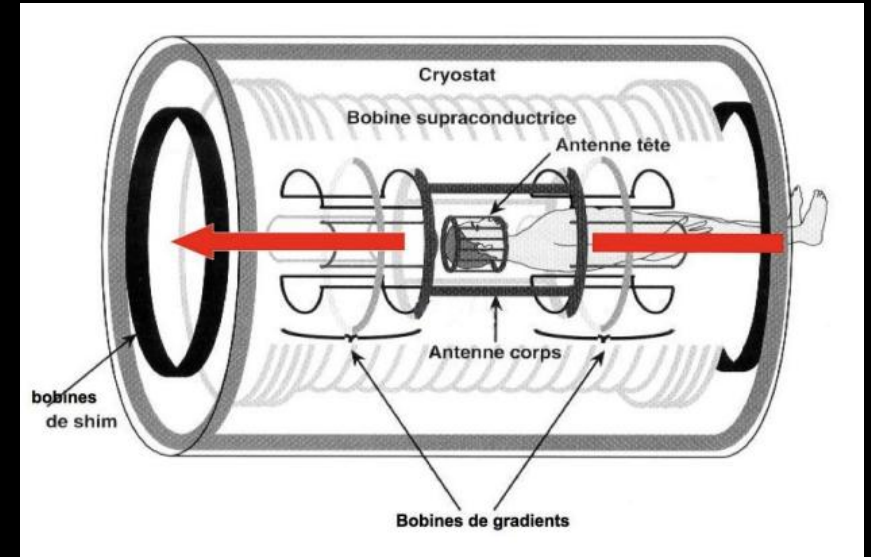
Dose with ODM enabled as a percentage of dose without ODM enabled



Cross-patient averaged organ dose differences simulated by ODM vs. TCM. Negative numbers indicate that dose reduced with ODM compared to TCM.

Risques biologiques

- Si l'on prend en compte une IRM à aimant supraconducteur, trois composants de l'appareil peuvent être à l'origine d'un risque pour le patient, le personnel, voire les deux :
 - l'**aimant** (champ magnétique principal),
 - les **gradients de champs magnétiques** (champ électromagnétique de basse fréquence, bruit acoustique) et, enfin,
 - l'**antenne émettrice** (impulsions radiofréquence)
- Ces 3 éléments sont responsables chacun de différents **effets biologiques**



Rayonnements ionisants – Champs électromagnétiques

Champ magnétique statique

Risques biologiques liés au champ magnétique statique

- Le champ magnétique statique est généré par une bobine électromagnétique supra-conductrice, dont la puissance atteint 1,5T ou 3T en pratique courante
- Les effets biologiques du champ magnétique statique comprennent :
 - Les **effets magnéto-hydrodynamiques**, à l'origine d'une modification de l'onde T à l'ECG sans changement du rythme cardiaque et le ralentissement de la circulation sanguine et une augmentation de la tension artérielle (non perceptibles si $B_0 < 8T$)
 - Les **effets neurosensoriels transitoires** : nausées, vertiges, goût métallique et magnétophosphènes
- Certaines études animales retrouvent des effets sur l'implantation de l'embryon ou la migration cellulaire et la différenciation cellulaire corticale attribués au champ magnétique statique
- **Chez l'Homme, aucune anomalie n'est retrouvée**

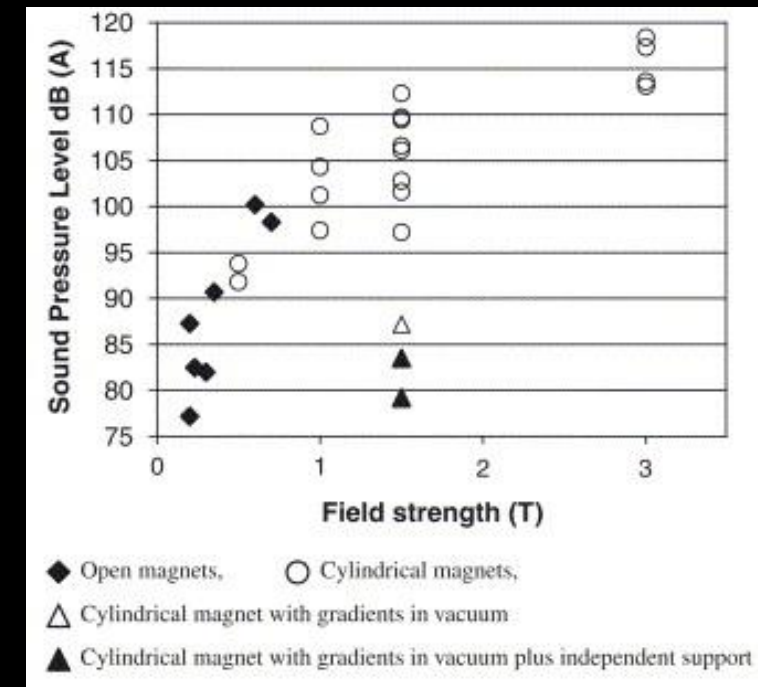
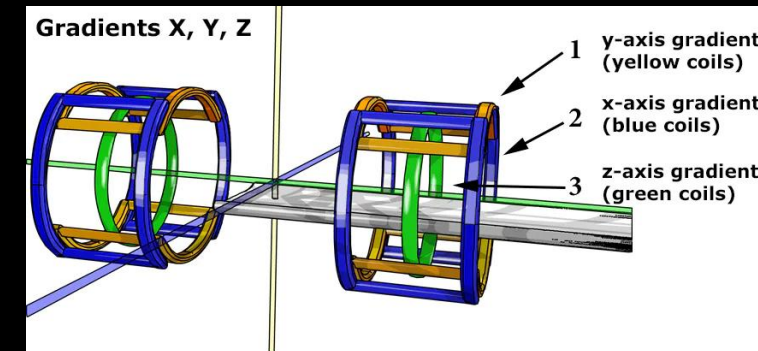


Rayonnements ionisants – Champs électromagnétiques

Gradients de champs magnétiques

Risques biologiques liés aux gradients de champs magnétiques

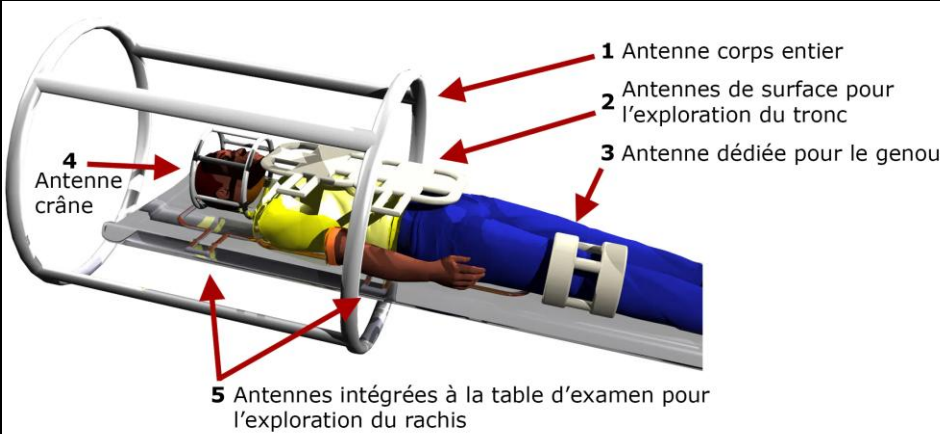
- Des champs magnétiques de gradient d'une intensité beaucoup plus faible, mais avec des fréquences de modification élevées dans le temps sont créés par 3 ensembles de bobines de gradient
- Les gradients de champs magnétiques sont à l'origine de 2 effets pour le patient :
- **Les stimulations nerveuses périphériques :**
 - Elles se manifestent par des picotements ou un léger tressaillement musculaire dans certaines régions du corps
 - **Aucun effet n'a cependant été rapporté chez le fœtus**
- **Le bruit acoustique :**
 - Caractéristique du fonctionnement des bobines de gradient, ce bruit est provoqué par la vibration des bobines à la suite de l'injection du courant électrique
 - Le bruit émis est proportionnel à l'intensité du courant électrique et à l'intensité du champ magnétique, d'où un bruit plus élevé lorsque le champ magnétique principal augmente
 - A 3T, le bruit acoustique peut atteindre 80 à 120dB
 - Des pertes d'audition transitoires ont été rapporté conduisant l'utilisation de casque ou de bouchon d'oreille protecteurs
 - Chez le fœtus, des dommages auditifs peuvent être théoriquement causés par ce bruit, particulièrement à partir de 24SA
 - **L'académie américaine de pédiatrie suggère le seuil de 90dB comme limite supérieure, au-delà de laquelle des dommages irréversibles peuvent être rencontrés chez le fœtus**
 - Le corps maternel est lui-même atténuateur d'environ 30dB



Impulsions de radiofréquence

Risques biologiques liés aux impulsions de radiofréquence

- L'application d'impulsions radiofréquences durant les séquences d'acquisition, c'est-à-dire des champs électromagnétiques de haute fréquence produits par l'antenne émettrice, provoque une transmission d'énergie dans les tissus qui peut conduire à un **échauffement**
- Cette déposition d'énergie est mesurée par le **SAR (Specific Absorption Rate)** qui se calcule en W/kg
- Chez l'Homme, une augmentation de la température maternelle de 2°C pendant 24h peut être à l'origine d'anomalies du tube neural ou cranio-faciales. De façon plus focale, une augmentation de 2 à 2,5°C pendant 1h peut être à l'origine de microcéphalie chez le cochon
- En IRM, les études menées sur animal ne démontrent cependant pas d'augmentation significative de la température intra-utérine pendant l'examen
- **La norme internationale IEC 60601-2-33 fixe les limites de transmission d'énergie visant à ne pas dépasser une augmentation de température corporelle de 1° C**
- La FDA (Food and Drug Administration) autorise un SAR maximum de 4W/Kg pour une imagerie corps entier pour tout patient
- A cette limite maximale, la température corporelle peut augmenter de 0,6°C pendant 20 à 30min d'examen
- La température au sein de l'abdomen gravis est plus importante à la surface et minimale au centre, par conséquent, la température fœtale est considérablement moindre que celle susceptible d'entraîner des anomalies
- Les paramètres de séquences pouvant augmenter le SAR sont l'augmentation de B0, l'angle de bascule, l'espacement des impulsions de radiofréquence et la diminution du temps de répétition



	Normal	Niveau 1	Niveau 2
Tête	3,2W/kg	3,2W/kg	>3,2W/kg
Corps entier	2W/kg	4W/kg	>4W/kg
Local	10W/kg	20W/kg	>20W/kg
Température	+0,5°C	+1°C	>1°C



Imaging Pregnant and Lactating Patients. Nikki Tirada et al. RadioGraphics 2015; 35:1751–1765
review of the current use of magnetic resonance imaging in pregnancy and safety implications for the fetus. J.P. De Wilde et al. Progress in Biophysics and Molecular Biology 87 (2005) 335–353
<https://www.imaio.com/fr/e-Cours/e-MRI/instrumentation-IRM-securite/chaîne-radiofrequence>

Etat des connaissances

Concrètement, peut-on faire une IRM à une femme enceinte ?

- J Ray et al. JAMA 2016 : Etude du risque relatif de survenue d'une mort périnatale, d'anomalies congénitales, de perte de la vision ou de l'audition ou de néoplasie chez 1737 fœtus exposés durant le 1^{er} trimestre avec un suivi sur 4 ans
- Absence de différence significative pour les risques évalués**

JAMA | Original Investigation

Association Between MRI Exposure During Pregnancy and Fetal and Childhood Outcomes

Joel G. Ray, MD, MSc, FRCPC; Marian J. Vermeulen, BScN, MHSc; Aditya Bharatha, MD, FRCPC; Walter J. Montanera, MD, FRCPC; Alison L. Park, MSc

Ray JG, Vermeulen MJ, Bharatha A, Montanera WJ, Park AL. Association Between MRI Exposure During Pregnancy and Fetal and Childhood Outcomes. JAMA. 2016;316(9):952–961

Table 2. Risk of Adverse Outcomes at Birth and Up to a Maximum Age of 4 Years in the Offspring of Women Exposed to Magnetic Resonance Imaging in the First Trimester of Pregnancy vs Women Not Exposed

Outcome ^a	Magnetic Resonance Imaging Exposure				Hazard Ratio (95% CI)		
	Cohort 1: Any During the First Trimester (n = 1737)		None During Pregnancy (n = 1 418 451)				
	No. (%)	Incidence (95% CI) per 1000 Person-Years	No. (%)	Incidence (95% CI) per 1000 Person-Years	Crude	Inverse Probability Weight-Adjusted ^b	Inverse Probability Weight-Adjusted Risk Difference (95% CI) ^b
Stillbirth or neonatal death ^c	19 (1)	10.9 (6.6 to 17.0)	9844 (1)	6.9 (6.8 to 7.1)	1.57 (1.00 to 2.47)	1.68 (0.97 to 2.90)	4.7 (−1.6 to 11.0)
Congenital anomaly	165 (10)	33.8 (29.0 to 39.4)	109 053 (8)	24.0 (23.9 to 24.2)	1.29 (1.11 to 1.50)	1.16 (0.96 to 1.40)	3.8 (−1.0 to 9.6)
Vision loss ^d	21 (1)	4.0 (2.6 to 6.1)	10 124 (1)	2.1 (2.1 to 2.1)	1.98 (1.29 to 3.04)	1.50 (0.94 to 2.40)	1.1 (−0.1 to 2.9)
Hearing loss	50 (3)	9.6 (7.2 to 12.6)	38 978 (3)	8.1 (8.0 to 8.2)	1.24 (0.94 to 1.63)	1.04 (0.75 to 1.45)	0.3 (−0.5 to 3.7)
Any neoplasm ^e	≤5 (<1)	0.2 (0.0 to 1.3)	4831 (<1)	1.0 (1.0 to 1.0)	0.19 (0.03 to 1.31)	0.53 (0.08 to 3.67)	−0.5 (−1.0 to 0.3)

^a For all outcomes, we excluded pregnancies exposed to MRI after 14 weeks' gestation, or pregnancies with first-trimester exposure to MRI, in which a congenital anomaly was diagnosed prior to the MRI. For the outcomes of congenital anomaly, vision loss, hearing loss, and any neoplasm, we further excluded 7555 pregnancies that resulted in a stillbirth.

^b Stabilized inverse probability weights were used to adjust for differences between exposure groups.

^c For stillbirth or neonatal death the incidence rate is actually per 1000 pregnancies, the hazard ratio is a relative risk, and the adjusted risk difference is per 1000 pregnancies.

^d Of all children with vision loss, 78.4% were diagnosed by an ophthalmologist.

^e Data are suppressed for counts of 5 or less.

Etat des connaissances

Concrètement, peut-on faire une IRM à une femme enceinte ?

- **Au 1er trimestre :**
 - Les données publiées chez les femmes enceintes exposées à une IRM au 1er trimestre de la grossesse sont très nombreuses, essentiellement à 1,5 Tesla
 - **Aucun élément inquiétant n'est retenu à ce jour sur un suivi post-natal** (malformations, néoplasies, vision, audition)
- **Au 2ème et/ou 3ème trimestre :**
 - L'usage de l'IRM à des fins diagnostiques maternelles, placentaires ou fœtales est très largement documenté, essentiellement à 1,5 Tesla et moins à 3 Tesla
 - **A ce jour, aucune conséquence fœtale ou néonatale de ces examens n'est rapportée**
- **En pratique :**
 - Découverte d'une grossesse après une IRM
 - Rassurer la patiente
 - Effectuer une IRM chez une femme enceinte
 - **Il est possible d'effectuer une IRM pour motif maternel, placentaire ou fœtal quels que soient la région explorée et le terme de la grossesse**



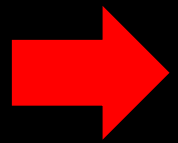
Injection de produit de contraste

PdC iodés

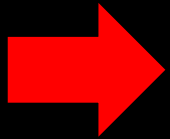
Injection de PdC iodés pendant la grossesse

- Les PdC iodés passent la barrière hémato-placentaire et sont retrouvés dans le sang fœtal. Ils vont alors être excrétés par le système urinaire de fœtus dans le liquide amniotique. Une petite quantité peut alors être réabsorbée dans le système digestif si elle a été avalée
- **Avant 10-12 semaines d'aménorrhée**
 - Les données publiées chez des femmes enceintes exposées à un produit de contraste iodé hydrosoluble avant 12 semaines d'aménorrhée sont peu nombreuses, mais le recul est important et **aucun effet malformatif particulier n'a été signalé à ce jour**
 - Les produits de contraste iodés hydrosolubles ne sont pas tératogènes chez l'animal
 - La thyroïde fœtale capte l'iode à partir de 10-12 semaines d'aménorrhée pour synthétiser ses propres hormones thyroïdiennes. **Avant ce terme l'administration ponctuelle d'iode n'a pas d'impact sur son fonctionnement**
- **Au-delà de 10-12 semaines d'aménorrhée**
 - Les données chez des femmes enceintes ayant reçu un produit de contraste iodé hydrosoluble au-delà de 10-12 semaines d'aménorrhée sont nombreuses et **aucun effet sur la fonction thyroïdienne des nouveau-nés n'est retenu à ce jour**
- **L'American College of Radiology (ACR) 2020** propose :
 - De ne pas contre-indiquer l'utilisation de PdC iodés chez la femme enceinte quelque soit son terme s'ils sont nécessaires au diagnostic
 - De ne pas effectuer de surveillance particulière au décours
- **L'European Society of Urogenital Radiology (ESUR) 2018** propose :
 - De contrôler la fonction thyroïdienne du nouveau-né durant la 1^{ère} semaine
- **Le Centre de Référence sur les Agents Tératogènes (CRAT)** propose :
 - De rassurer la patiente quel que soit le terme d'exposition au produit de contraste
 - L'utilisation d'un produit de contraste iodé hydrosoluble est possible, quel que soit le terme de la grossesse et la voie d'administration
 - Dans les conditions usuelles d'utilisation (administration unique, fonction rénale maternelle normale...), **une surveillance de la thyroïde fœtale et néonatale n'est pas nécessaire**

En pratique, le test de Guthrie est systématiquement réalisé à 3 jours de vie et permet le dépistage précoce de 5 maladies rares : la phénylcétonurie (PCU), l'hypothyroïdie congénitale (HC), la drépanocytose, l'hyperplasie congénitale des surrénales (HCS) et la mucoviscidose. Ainsi, il n'est pas nécessaire d'organiser une surveillance particulière.



Injection de PdC iodé possible chez la femme enceinte, quelque soit son terme



Pas de surveillance particulière au décours

Injection de produit de contraste

PdC iodés

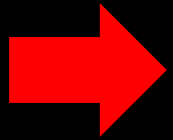
Allaitement après injection maternelle de PdC iodé

- Les produits de contraste iodés sont excrétés en très petites quantités dans le lait maternel et d'encore plus petites quantités sont absorbées par le tractus digestif de l'enfant
- Moins de 1% de la dose de PdC administré à la mère par voie IV est excrétée dans son lait, et moins de 1% de ce PdC présent dans le lait est absorbé par l'enfant
- La dose alors absorbée par le nourrisson correspond ainsi à moins de 0,05% de la dose recommandée si celui-ci avait dû bénéficier d'une imagerie injectée
- Les risques théoriques de ces produits de contraste chez l'enfant seraient la toxicité directe et la réaction allergique, mais ceux-ci n'ont jamais été rapportés
- **L'American College of Radiology (ACR) 2020** propose :
 - De ne pas suspendre l'allaitement maternel de l'enfant
 - De laisser la possibilité à la mère de choisir de stopper temporairement l'allaitement pendant 12 à 24h si elle le souhaite, en tirant et jetant son lait dans l'intervalle
- **L'European Society of Urogenital Radiology (ESUR) 2018** propose :
 - De ne pas suspendre l'allaitement maternel de l'enfant
- **Le Centre de Référence sur les Agents Tératogènes (CRAT)** propose :
 - En cas d'administration d'Iohexol (Omnipaque®), ou d'iodixanol (Visipaque®) : **de ne pas suspendre l'allaitement**
 - En cas d'administration d'autres produits de contraste iodés hydrosolubles et en l'absence d'études spécifiques :
 - Par voie intraveineuse : **de suspendre l'allaitement pendant 4h après l'injection** (2 demi-vies d'élimination plasmatique), de tirer et jeter le lait dans l'intervalle. Ceci peut être reconsidéré en cas d'insuffisance rénale maternelle ou néonatale
 - Par voie locale ou digestive : **de ne pas suspendre l'allaitement** (faibles quantités utilisées et/ou absorption réduite)

Injection de produit de contraste

PdC iodés

Allaitement après injection maternelle de PdC iodé



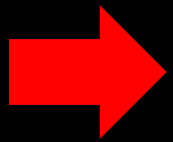
Pas de suspension de l'allaitement

Injection de produit de contraste

PdC gadolinés

Injection de PdC gadolinés pendant la grossesse

- Il n'y a pas de donnée sur le passage placentaire du gadolinium chez la femme enceinte. Chez le singe, ce passage est très faible après administration de gadotéridol en fin de gestation
- **Aspect malformatif :**
 - Les données publiées chez les femmes enceintes exposées au gadolinium au 1er trimestre de la grossesse sont nombreuses et rassurantes
 - Le gadolinium n'est pas tératogène chez l'animal
- **Aspect foetal et néonatal :**
 - Les données publiées chez les femmes enceintes exposées au gadolinium au 2ème ou au 3ème trimestre de la grossesse sont nombreuses et son usage est répandu. **Aucun élément inquiétant n'est retenu à ce jour**
- **L'American College of Radiology (ACR) 2020** propose :
 - De n'administrer du PdC gadoliné que si nécessaire au diagnostic et en quantité la plus faible possible
- **L'European Society of Urogenital Radiology (ESUR) 2018** propose :
 - De n'administrer du PdC gadoliné que si nécessaire au diagnostic et en quantité la plus faible possible
 - Pas de test néonatal à réaliser au décours
 - De ne pas administrer de PdC gadoliné en cas d'insuffisance rénale maternelle
- **Le Centre de Référence sur les Agents Tératogènes (CRAT) :**
 - Découverte d'une grossesse après utilisation de gadolinium :
 - **Rassurer la patiente**
 - Utiliser du gadolinium chez une femme enceinte
 - Si le recours au gadolinium est nécessaire, son utilisation est envisageable quel que soit le terme de la grossesse, en évitant si possible le gadobénate (Multihance®)



Administration de gadolinium possible mais uniquement si strictement indispensable

Injection de produit de contraste

PdC gadolinés

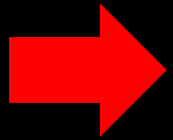
Allaitement après injection maternelle de PdC gadoliné

- Les produits de contraste à base de gadolinium ont une demi-vie plasmatique d'environ 2 heures et sont presque complètement éliminés de la circulation sanguine chez les patients ayant une fonction rénale normale dans les 24 heures. Ils sont également excrétés dans le lait maternel
- Moins de 0,04% de la dose intravasculaire administrée à la mère est excrétée dans le lait maternel au cours des 24 premières heures
- Moins de 1% du produit de contraste ingéré par le nourrisson est absorbé par son tractus gastro-intestinal
- La dose systémique alors attendue absorbée par le nourrisson par le lait maternel est inférieure à 0,0004% de la dose intravasculaire donnée à la mère
- La probabilité d'un effet indésirable d'une fraction aussi infime du chélate de gadolinium absorbé par le lait maternel est faible
- Cependant, les risques potentiels pour le nourrisson comprennent la toxicité directe et la sensibilisation ou la réaction allergique. Ce sont des préoccupations théoriques mais aucune de ces complications n'a été rapportée
- **L'American College of Radiology (ACR) 2020** propose :
 - De ne pas suspendre l'allaitement maternel de l'enfant
 - De laisser la possibilité à la mère de choisir de stopper temporairement l'allaitement pendant 12 à 24h si elle le souhaite, en tirant et jetant son lait dans l'intervalle
- **L'European Society of Urogenital Radiology (ESUR) 2018** propose :
 - De ne pas suspendre l'allaitement maternel de l'enfant
- **La Société Française de Radiologie (CIRTACI) 2020** propose :
 - De ne pas suspendre l'allaitement maternel de l'enfant
- **Le Centre de Référence sur les Agents Tératogènes (CRAT) :**
 - Suspendre l'allaitement pendant environ 3 à 4h après l'injection du sel de gadolinium (soit environ 2 demi-vies d'élimination plasmatique)

Injection de produit de contraste

PdC gadolinés

Allaitement après injection maternelle de PdC gadoliné



Pas de suspension de l'allaitement

Situations d'exposition et conduites à tenir

Arbre décisionnel

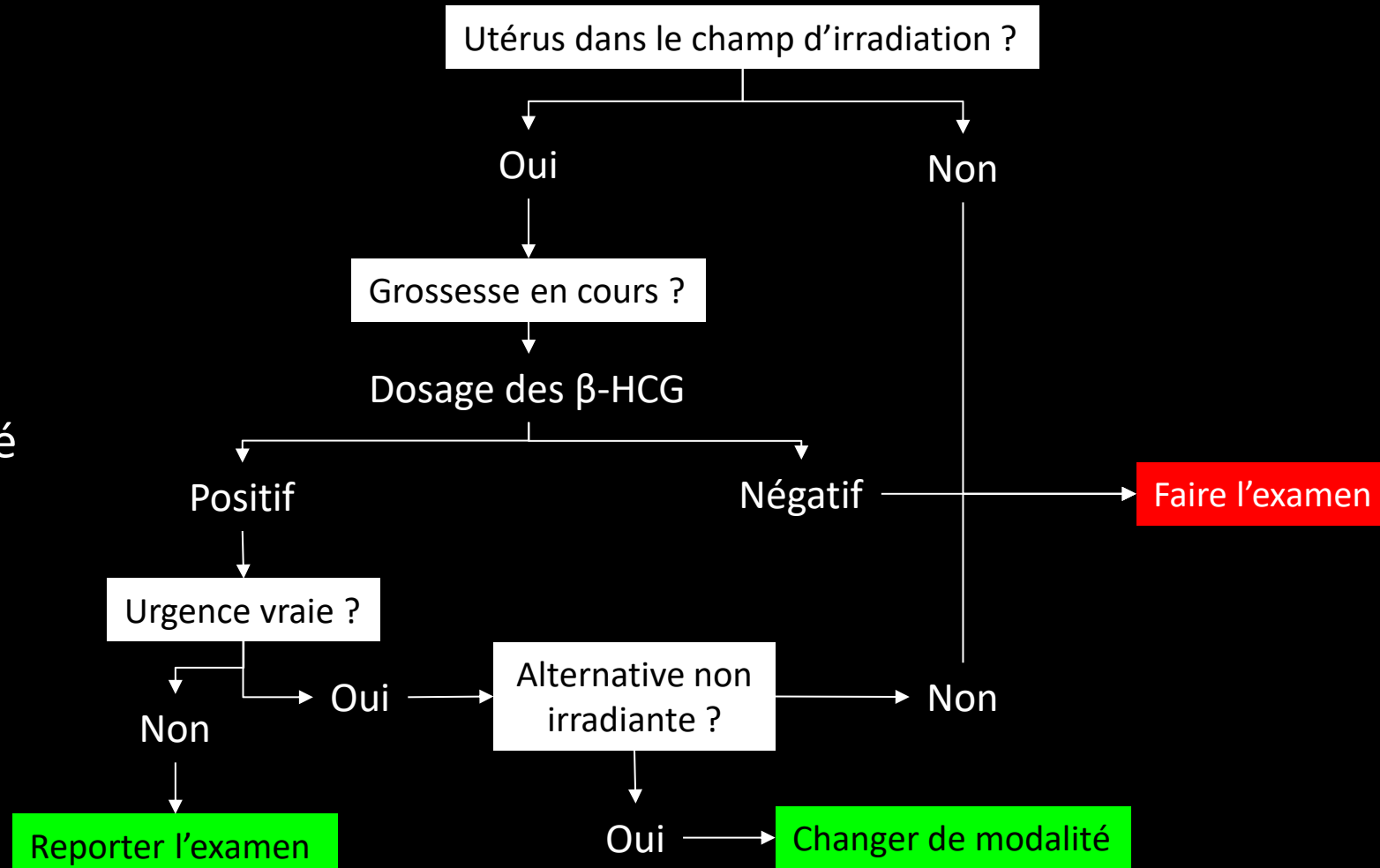
1- L'**utérus** risque t-il d'être dans le champ d'irradiation ?

2- Si oui, une **grossesse** est-elle en cours ?

3- Si oui, l'examen est-il nécessaire dans l'**immédiat** ou peut-il être reporté **après le terme** de la grossesse ?

4- Existe-t-il une autre modalité d'**imagerie non irradiante** disponible ?

Demande d'examen radiologique chez une femme en âge de procréer



Situations d'exposition et conduites à tenir

Etat de grossesse

Détermination du statut en fonction de l'acte d'imagerie

- La réalisation d'un examen irradiant ne couvrant pas la zone abdomino-pelvienne ne nécessite pas la réalisation préalable d'un test de grossesse
- Cela est par exemple valable pour :
 - Une radiographie standard du thorax
 - Une radiographie standard des extrémités
 - Une mammographie
 - Un scanner d'une autre partie corporelle que l'abdomen et le pelvis
- Ces examens peuvent également être faits au cours de la grossesse, sans surrisque pour le fœtus, à condition d'utiliser une technique appropriée
- Une optimisation peut également être réalisée en ne multipliant pas les incidences de radiographies standard par exemple
- Un tablier plombé pourra être mis pour le confort psychologique de la patiente, si celui-ci n'entrave pas la réalisation de l'examen ou son interprétation



- **La détermination de l'état de grossesse sera par contre nécessaire en cas :**
 - De scanner diagnostique intéressant les régions abdomino-pelviennes
 - De radiographies du rachis lombaire, du bassin ou des hanches
 - D'angiographie diagnostique de l'abdomen ou du pelvis
 - D'hystérosalpingographie
 - D'examen de médecine nucléaire



Situations d'exposition et contre-indications

Etat de grossesse

Détermination du statut en fonction

Ok

- La réalisation d'un examen irradiant ne couvrant pas la zone abdomino-pelvienne ne nécessite pas la réalisation préalable d'un test de grossesse
- Cela est par exemple valable pour :
 - Une radiographie standard du thorax
 - Une radiographie standard des extrémités
 - Une mammographie
 - Un scanner d'une autre partie corporelle que l'abdomen et le pelvis
- Ces examens peuvent également être faits au cours de la grossesse, sans surrisque pour le fœtus, à condition d'utiliser une technique appropriée
- Une optimisation peut également être réalisée en ne multipliant pas les incidences de radiographies standard par exemple
- Un tablier plombé pourra être mis pour le confort psychologique de la patiente, si celui-ci n'entrave pas la réalisation de l'examen ou son interprétation



Pas Ok !

- La détermination de l'état de grossesse est nécessaire en cas :

- D'hystérosalpingographie
- D'examen de médecine nucléaire

Ok



Situations d'exposition et conduites à tenir

Etat de grossesse

La patiente est-elle enceinte ?!

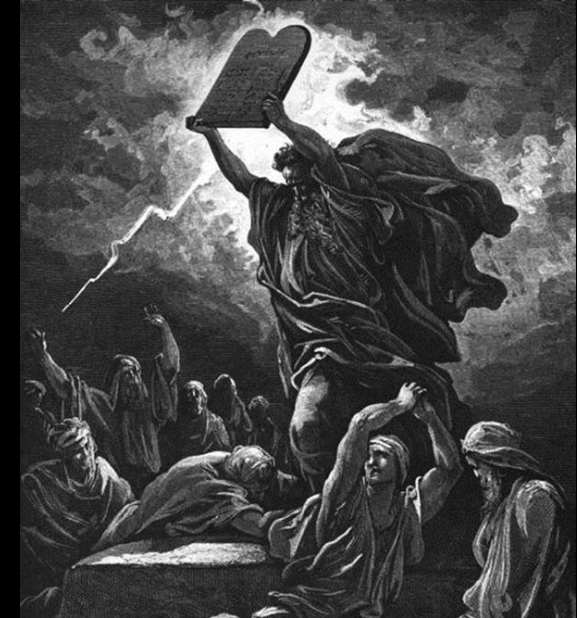
- La responsabilité initiale de recherche de grossesse incombe conjointement au **médecin demandeur de l'examen** et au **médecin radiologue**
- De plus, à toutes les étapes qui conduisent à la réalisation d'un examen radiologique (prise de rendez-vous au secrétariat, accueil par le manipulateur), on doit s'enquérir de cette possibilité
- **Plusieurs situations sont possibles et ne sont à envisager que lorsque l'utérus est dans le faisceau primaire** ou susceptible d'être exposé par le rayonnement diffusé à une dose non négligeable, c'est-à-dire en pratique pour une exploration du volume situé entre le diaphragme et le pubis

Dura lex, sed lex

Article R 1333-66 du CSP :

« **Aucun acte exposant aux rayonnements ionisants ne peut être pratiqué sans un échange préalable d'information écrit entre le demandeur et le réalisateur de l'acte.**

Le demandeur fournit au réalisateur les informations nécessaires à la justification de l'exposition demandée dont il dispose. Il précise notamment le **motif**, la **finalité**, les **circonstances particulières de l'exposition envisagée**, **notamment l'éventuel état de grossesse**, les examens ou actes antérieurement réalisés et toute information nécessaire au respect du principe mentionné au 2° de l'article L. 1333-1. »

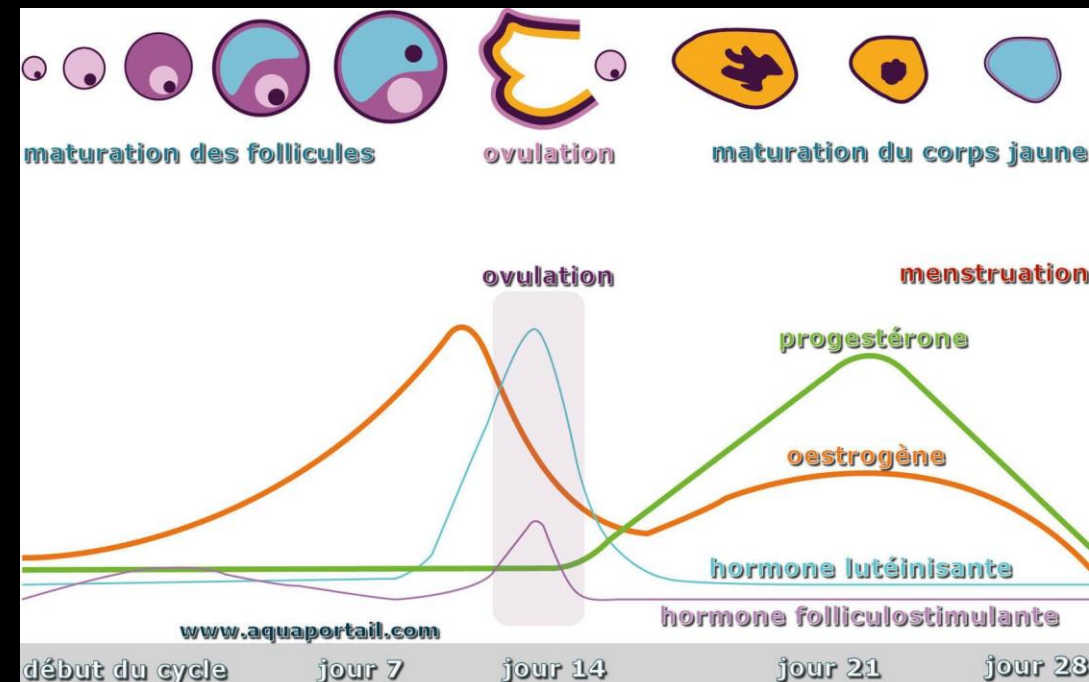


Situations d'exposition et conduites à tenir

Situation n°1

Patiente sans retard de règles mais pouvant être au début d'une grossesse

- L'examen peut être pratiqué, après approbation de l'indication par le radiologue et après avoir informé la patiente de l'absence de danger réel pour une grossesse en phase pré-implantatoire (dans les deux dernières semaines du cycle)
- La règle qui conseillait ne de réaliser d'examen radiologique que dans les 10j suivants les règles n'a plus lieu d'être appliquée, en l'absence de bien-fondé



Situation n°2

Grossesse avérée ou probable (Retard de règles)

- Si l'examen radiologique est le seul à pouvoir établir un diagnostic nécessaire à une prise en charge thérapeutique dont le retard de mise en œuvre pourrait nuire à la mère et ainsi à l'enfant, il sera réalisé, après accord sur l'indication entre le radiologue et le médecin demandeur, avec l'accord de la mère après une explication détaillée, mentionnant le risque spontané de malformations ou de cancer tardif et mettant en balance le risque ajouté avec le risque que ferait courir à la mère et à son enfant un retard de prise en charge par défaut de réalisation de l'examen radiologique
- **Grossesse connue et besoin d'un examen irradiant**
 - Principe de justification
 - Rapport bénéfice/risque
 - Examen pouvant être différé ? Si la décision thérapeutique découlant de l'examen peut être différée sans dommage pour la mère, l'examen sera reporté après l'accouchement ou l'exclusion de grossesse, avec l'accord du médecin demandeur et de la patiente
 - Technique non irradiante alternative ?
 - Information et accord de la patiente
 - Pas de valeur légale, car le médecin est responsable de l'acte
 - Indication retenue : Optimisation
 - Adaptation paramétrique de l'examen
 - Piège à éviter : image ininterprétable car examen incomplet ou sous-dosé
 - Modulation de dose à l'organe / utilisation de tablier plombé



Situations d'exposition et conduites à tenir

Situation n°3

Si une grossesse a été méconnue lors d'explorations radiologiques

- Si l'exploration n'a pas concerné l'abdomen :
 - Ce sont les explorations de la tête, du cou, du thorax, des membres, en radiologie conventionnelle comme en scanographie
 - Il n'y a pas lieu de faire calculer la dose reçue à l'utérus, elle est obligatoirement inférieure à 1mSv
 - Il faut recevoir les parents et leur expliquer que cet ordre de grandeur de dose est celui des différences d'exposition annuelle au rayonnement naturel en France selon les régions
 - Il ne peut en résulter aucun risque supplémentaire pour l'enfant, en insistant sur le fait que le risque spontané n'est pas nul



Situations d'exposition et conduites à tenir

Situation n°3

Si une grossesse a été méconnue lors d'explorations radiologiques

- Si l'exploration a concerné l'abdomen :
 - En radiologie conventionnelle (moins de 4 clichés, moins d'une minute de scopie)
 - La dose reçue à l'utérus est toujours inférieure à 10mSv. Il n'est pas nécessaire de la faire calculer
 - Il faut recevoir les parents et leur expliquer que cet ordre de grandeur de dose est faible, correspondant à l'exposition naturelle annuelle dans certaines régions du monde (Inde, Brésil) et que cette dose n'augmente pas le risque malformatif
 - En revanche, il faut dire que le risque spontané de cancer (2,5/1000 de 0 à 15 ans) pourrait être légèrement augmenté et passer à 3/1000
 - Il est conseillé de présenter l'information en sens inverse en mentionnant que la probabilité pour l'enfant de ne pas avoir de cancer passe de 997,5/1000 à 997/1000



Situation n°3

Si une grossesse a été méconnue lors d'explorations radiologiques

— En scanographie

- L'examen n'a comporté qu'une série sur le pelvis :
 - La dose reçue à l'utérus est en règle inférieure à 50mSv. Elle est approximativement équivalente au 3/5 du CTDIvol en début de grossesse et entre 3/5 et 4/5 du CTDIvol selon l'avancement de la grossesse lorsque l'utérus est contenu tout entier dans le volume exploré
 - Il faut recevoir les parents et leur expliquer que cet ordre de grandeur de dose est significatif mais que l'on sait avec certitude que cette dose n'augmente pas le risque malformatif. Il n'y a pas lieu d'envisager une interruption de grossesse
 - Il faut dire que le risque spontané de cancer pourrait être légèrement augmenté et passer de 2,5/1000 à 4/1000
- L'examen a comporté plusieurs séries sur le pelvis :
 - La dose reçue à l'utérus peut dépasser 100mSv. Elle doit donc être déterminée avec le plus de précision possible à partir des données figurant sur le compte-rendu (3/5 du CTDIvol de chaque série), en faisant valider l'estimation par un physicien de l'établissement ou l'expert de l'IRSN
 - Il faut recevoir les parents et leur expliquer que cet ordre de grandeur de dose est significatif et qu'il pourrait diminuer très faiblement le QI pour une exposition entre la 8^{ème} et la 15^{ème} semaine supérieure à 200mGy. Il n'y a pas de raison objective d'envisager une interruption de grossesse mais le choix doit être laissé aux parents dûment informés. En pratique, sachant qu'aucun examen diagnostique n'est susceptible d'administrer des doses de 200mGy, et qu'une dose de 100mGy ne sera qu'exceptionnellement dépassée, il n'y aura pas lieu, dans la quasi-totalité des cas, d'envisager une ITG
 - Il faut également mentionner l'augmentation théorique du risque spontané de cancer passant de 2,5/1000 à 5/1000

Situations d'exposition et conduites à tenir

Situation n°3

Si une grossesse a été méconnue lors d'explorations radiologiques

fetaldose.org

fetaldose.org

Home Calculator About Publications Uncertainties

Fetal Radiation Dose Assessment

Gestational age, month

0-3

Tube voltage, kVp

100kVp

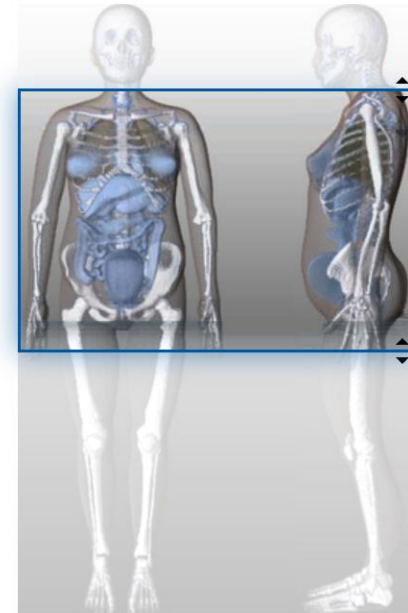
CTDIvol, mGy

Volume CT Dose Index obtained from patient radiation dose report.

Maternal perimeter, mm (optional)

Maternal perimeter in mm defined from the CT section containing the central area of the uterus.

Calculate



Upper position, mm

1410

Lower position, mm

705

Patient ID (optional)

Situations d'exposition et conduites à tenir

Situation n°3

Si une grossesse a été méconnue lors d'explorations radiologiques

Age gestationnel mGy	0 à 9j	3 à 11 SA	11 à 17 SA	> 17 SA
< 100	Loi du tout ou rien	Rassurer mais évoquer les malformations spontanées naturelles		
100 à 200		IMG discutée		Rassurer mais prévenir du léger risque de retard mental
200 à 500		IMG proposée	IMG discutée	
> 500		IMG proposée		Rassurer mais prévenir de la très légère augmentation du risque spontané de cancer (2.5 à 4/1000)

Situations d'exposition et conduites à tenir

Situation n°3

Déclaration d'un « événement significatif »

- Les incidents ou accidents présentant une importance particulière en matière, notamment, de conséquences réelles ou potentielles sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, sont dénommés « **événements significatifs** »
- La loi n° 2009-879 du 21 juillet 2009 - art. 106 (V) de l'article L. 1333-3 introduit l'obligation pour les professionnels de santé participant au traitement ou au suivi de patients exposés à des fins médicales à des rayonnements ionisants, ayant connaissance d'un incident ou accident lié à cette exposition, d'en faire la **déclaration sans délai à l'Autorité de sûreté nucléaire et au directeur général de l'agence régionale de santé**
- Critères de déclaration des événements significatifs dans le domaine de la radioprotection (ESR) : **l'exposition fortuite de l'embryon ou du fœtus d'une femme enceinte dans une situation où le corps médical ignorait l'état de grossesse de cette patiente soumise à une irradiation, l'utérus de la patiente se trouvant dans le champ d'exposition aux rayonnements ionisants correspond au « Critère 3 (Public) »** : « Situation mal ou non maîtrisée, perte de contrôle d'une substance radioactive ou d'un dispositif conduisant à une exposition, ayant entraîné ou susceptible d'entraîner un dépassement d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire pour le public »
- **En cas d'exposition fortuite de l'embryon/fœtus aux rayons X chez une patiente enceinte (utérus dans le champ d'exploration)**
 - **Déclaration obligatoire d'ESR de critère 3 à la division territoriale de l'ASN, la Direction des rayonnements ionisants et de la Santé (DIS) avec copie à l'IRSN dans les 2 jours (ouvrés)** par le praticien professionnel de santé (Formulaire de déclaration téléchargeable sur le site de l'autorité de sûreté nucléaire : <http://professionnels.asn.fr>)
 - **Transmission d'un compte-rendu** (retour d'expérience et mise en place d'actions correctives le cas échéant) d'ESR à l'ASN dans les 2 mois



Manifestations neurologiques

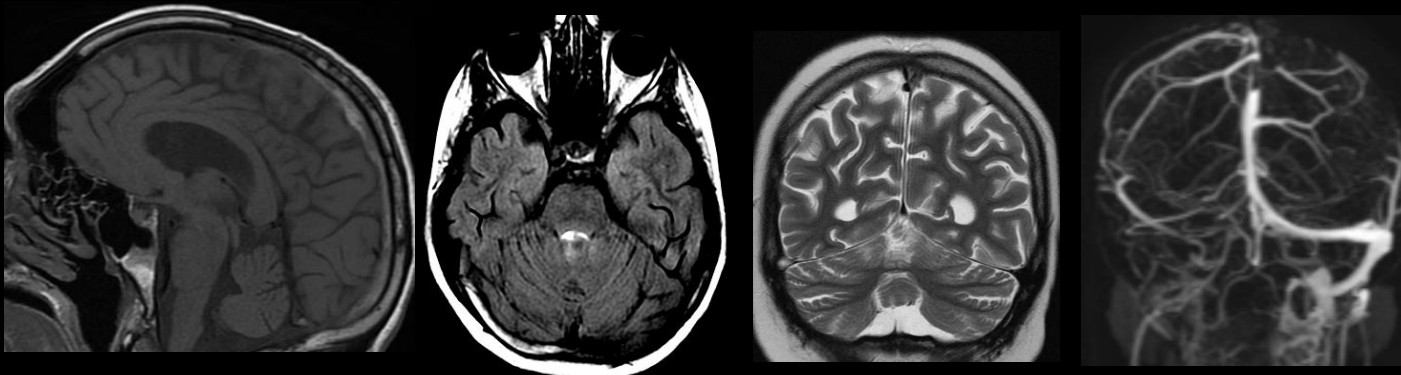
- La survenue de symptômes neurologiques chez la femme enceinte et en post-partum peuvent être dus à l'exacerbation d'une pathologie préexistante, la manifestation initiale d'un problème lié au système nerveux, ou un problème neurologique spécifique à la grossesse ou à la période post-partum
- Ces pathologies peuvent être considérées comme fréquentes (céphalées, thrombose veineuse cérébrale, pré-éclampsie, HSA, PRES ou certains désordres hypophysaires), ou plus rares (pathologie anévrysmale ou MAV, encéphalopathie de Wernicke, pathologie néoplasique...)

Clinique	Diagnostic
Céphalées brutales récurrentes	SVCR
Céphalées brutales unique	TVC Rupture d'anévrysme SVCR Dissection Apoplexie pituitaire
HTA	Eclampsie/prééclampsie PRES syndrome SVCR
Crises d'épilepsie	Eclampsie TVC PRES syndrome et SVCR
Œdème papillaire	TVC/HTIC idiopathique/Tumeur
Signes de focalisation	AVC/TVC/PRES/SVCR

- Théoriquement, scanner et IRM peuvent être réalisés l'un comme l'autre
- L'IRM sera cependant plus performante sur l'atteinte parenchymateuse et l'établissement d'un diagnostic différentiel éventuel compte tenu de la faible spécificité des signes cliniques

Thrombose veineuse cérébrale

- Peut survenir à n'importe quelle période de la grossesse avec une incidence maximale dans les 2 premières semaines du post-partum
- D'origine multifactorielle, et notamment favorisée par un état d'hypercoagulabilité pendant la grossesse
- L'IRM a une sensibilité plus élevée que le scanner
- Possibilité de réaliser des séquences vasculaires sans injection

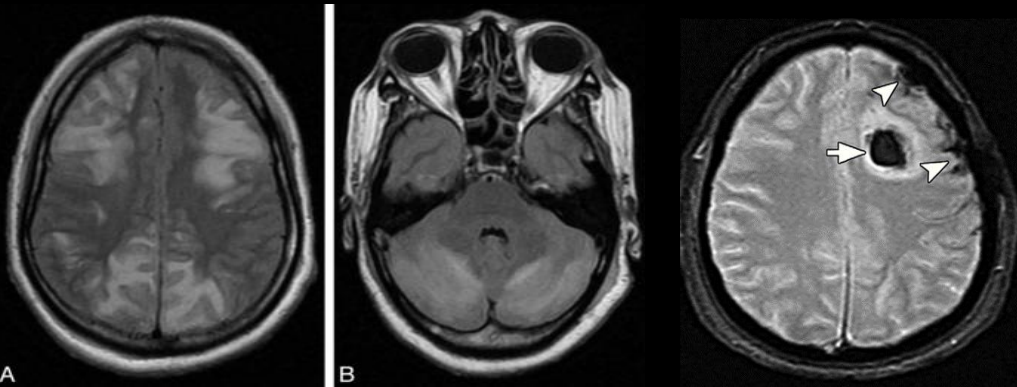


Scénarios cliniques

Manifestations neurologiques

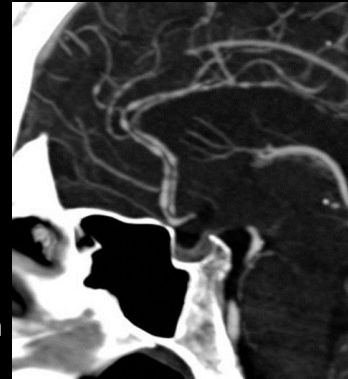
Eclampsie et PRES

- Accident aigu compliquant moins de 1% des pré-éclampsies
- Engagement du pronostic vital maternel et fœtal
- Survient préférentiellement au 3^{ème} trimestre, pendant le travail ou dans les 48h du post-partum
- Tableau clinique :
 - Crises convulsives généralisées survenant par accès, suivi d'un état comateux
 - Souvent précédée de prodromes : aggravation de l'HTA, de la protéinurie, des œdèmes, céphalées intenses en casques, somnolence, troubles sensoriels (phosphènes, acouphènes), vomissements
- Complications à type :
 - D'œdème vasogénique +/- cytotoxique (tableau de PRES)
 - D'hémorragie intra-parenchymateuse ou sous-arachnoïdienne



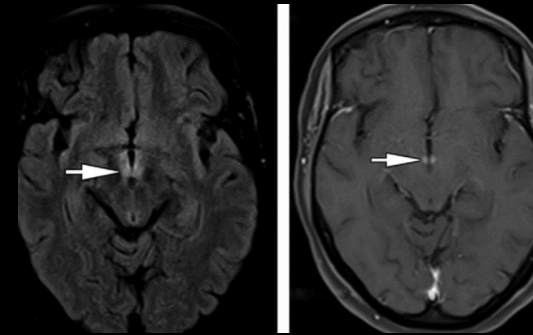
SVCR

- Association de céphalées brutales en coup de tonnerre à une vasoconstriction artérielle cérébrale réversible
- Favorisé par le post-partum et dit alors « secondaire »



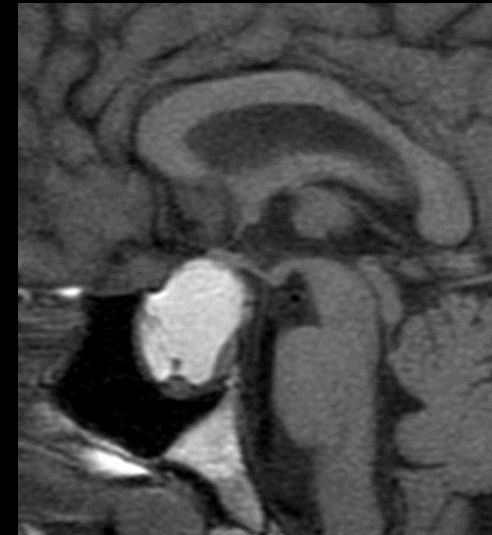
Encéphalopathie de Gayet-Wernicke

- Due à carence en thiamine sur hyperemesis gravidarum



Pathologies hypophysaires

- L'augmentation des niveaux d'oestrogènes pendant la grossesse a un effet trophique et conduit donc à une hyperplasie de l'adénohypophyse
- La glande pituitaire a des marges convexes supérieures et atteint sa taille maximale pendant les 3 premiers jours de post-partum
- Il existe alors un risque accru :
 - d'apoplexie hypophysaire : remaniements hémorragiques de l'hypophyse ou d'un macroadénome pré-existant
 - de syndrome de Sheehan : panhypopituitarisme dû à la nécrose ischémique de l'hypophyse causé par un choc ou une hémorragie sévère du post-partum
 - d'hypophysite auto-immune : inflammation hypophysaire auto-immune





- L'EP aiguë reste l'une des principales causes de décès maternel dans les pays développés
- Le risque d'événement thrombo-embolique est plus élevé chez les femmes enceintes que chez les femmes non enceintes d'âge similaire (RR X 5 - Incidence = 0,5 à 3 pour 1000 grossesses) ; il augmente pendant la grossesse et atteint un pic pendant la période post-partum
- Le risque de base lié à la grossesse augmente encore en présence de facteurs de risque supplémentaires tels que les antécédents de pathologies thrombo-emboliques, l'obésité, les comorbidités médicales, la pré-éclampsie, l'hémorragie du post-partum et la césarienne
- Le diagnostic d'EP pendant la grossesse peut être difficile car les symptômes se chevauchent souvent avec ceux d'une grossesse normale
- La prévalence globale d'EP confirmée est faible chez les femmes examinées pour la maladie, entre 2 et 7%

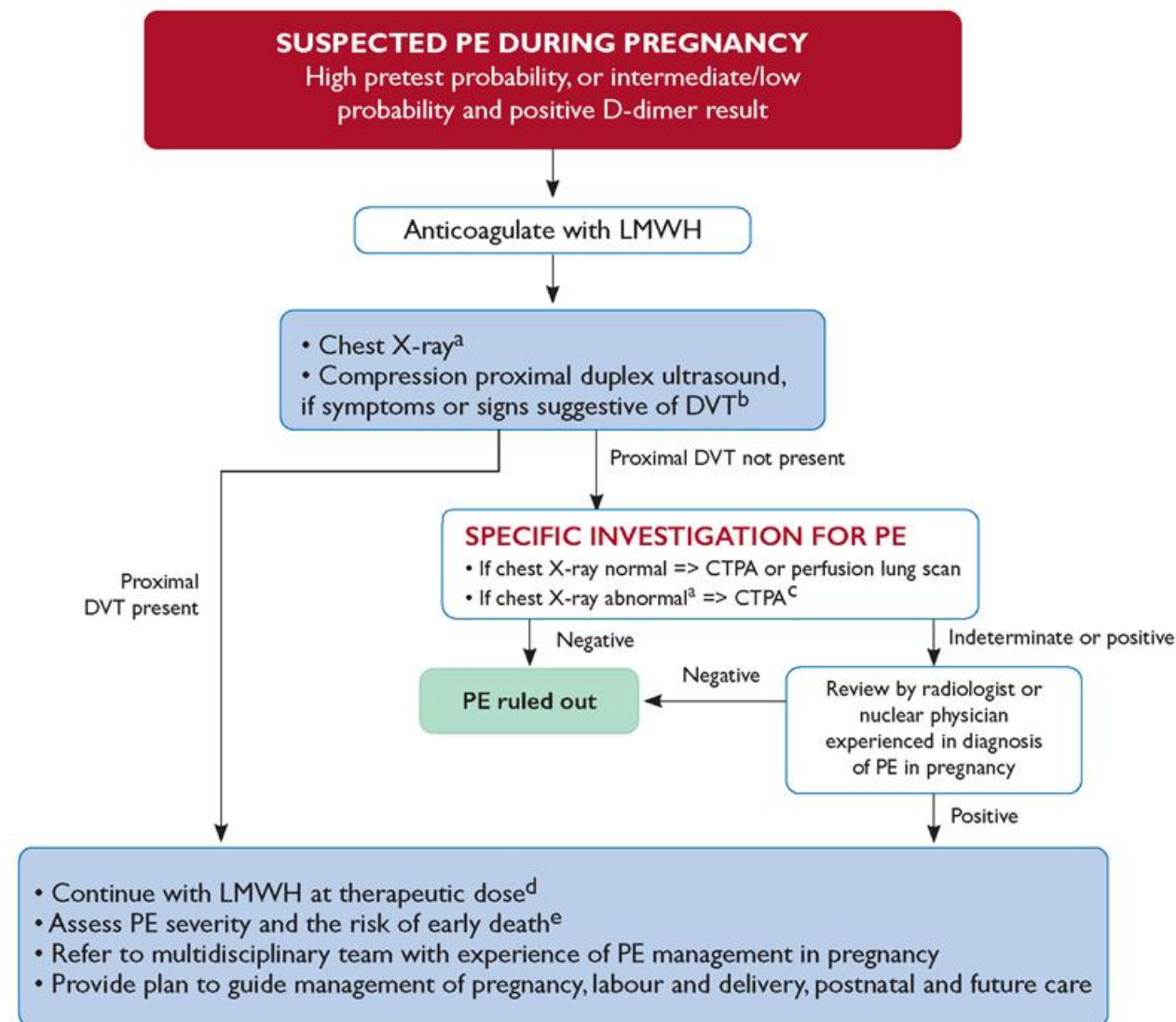
	SCORE DE WELLS SIMPLIFIE	SCORE DE GENEVE REVISE SIMPLIFIE
Facteurs de risque		
Age > 65 ans		1
TVP ou Emb. Pulm. Antérieure	1	1
Chirurgie (sous anesth. générale) ou fracture m.inf. dans le mois ou immobilisation	1	1
Affection maligne, solide ou hématologique active ou guérie il y a < 6-12 mois	1	1
Symptômes		
Hémoptysie	1	1
Douleur unilatérale du m.inférieur		1
Signes cliniques		
Douleur à la palpation veineuse profonde du m. inf. et œdème unilatéral	1	1
Rythme cardiaque /min 75-94/min / >=95 /min		1 / 2
Rythme cardiaque /min >100/min	1.	
JUGEMENT CLINIQUE		
Diagnostic alternatif moins probable que celui d'embolie pulmonaire	1	
TOTAL	7	9
PROBABILITE CLINIQUE	0-1 POINT IMPROBABLE	0-2 points IMPROBABLE
Et si D-Dimères < 500 ng/ml	Probabilité EP < 1%	Probabilité EP < 1%

Embolie pulmonaire

Recommandations ESC 2019

- L'ESC a établi des recommandations pour le bilan diagnostique de l'embolie pulmonaire chez la femme enceinte et dans les 6 semaines du post-partum
- L'évaluation initiale se base sur les scores pré-tests cliniques et éventuellement biologique
- En cas de signe clinique de TVP, une EDVMI sera à effectuer pour confirmer le diagnostic. En cas de positivité, les investigations peuvent s'arrêter
- En l'absence de signe clinique de TVP ou de négativité de l'EDVMI, un angioscanner thoracique (ou une scintigraphie pulmonaire) seront à envisager

Recommendations	Class ^a	Level ^b
Diagnosis		
Formal diagnostic assessment with validated methods is recommended if PE is suspected during pregnancy or in the post-partum period. ^{388,391}	I	B
D-dimer measurement and clinical prediction rules should be considered to rule out PE during pregnancy or the post-partum period. ^{388,391}	IIa	B
In a pregnant patient with suspected PE (particularly if she has symptoms of DVT), venous CUS should be considered to avoid unnecessary irradiation. ³⁸⁸	IIa	B
Perfusion scintigraphy or CTPA (with a low-radiation dose protocol) should be considered to rule out suspected PE in pregnant women; CTPA should be considered as the first-line option if the chest X-ray is abnormal. ^{385,386}	IIa	C



Embolie pulmonaire

Angioscanner vs Scintigraphie

- **Angioscanner :**
 - Technique la moins irradiante pour le fœtus
 - Dose fœtale augmente avec les trimestres de grossesse (positionnement de l'utérus, taille du fœtus)
 - Irradiation mammaire >> scintigraphie
 - Taux d'examen non contributif > population générale

	1 ^{er} trimestre	2 ^{ème} trimestre	3 ^{ème} trimestre
Dose fœtale (mGy)	0,003 à 0,47	0,0079 à 0,66	0,051 à 1,2

- **Scintigraphie pulmonaire :**
 - Dose constante selon le trimestre de grossesse
 - Réalisation d'une scintigraphie de perfusion seule
 - Taux d'examen indéterminé < population générale
 - Irradiation mammaire <<< angioTDM

Estimated amounts of radiation absorbed in procedures used to diagnose pulmonary embolism (based on various references^{385,392--398})

Test	Estimated foetal radiation exposure (mGy) ^a	Estimated maternal radiation exposure to breast tissue (mGy) ^a
Chest X-ray	<0.01	<0.1
Perfusion lung scan with technetium-99m-labelled albumin Low dose: ~40 MBq High dose: ~200 MBq	0.02–0.20 0.20–0.60	0.16–0.5 1.2
Ventilation lung scan	0.10–0.30	<0.01
CTPA	0.05–0.5	3–10

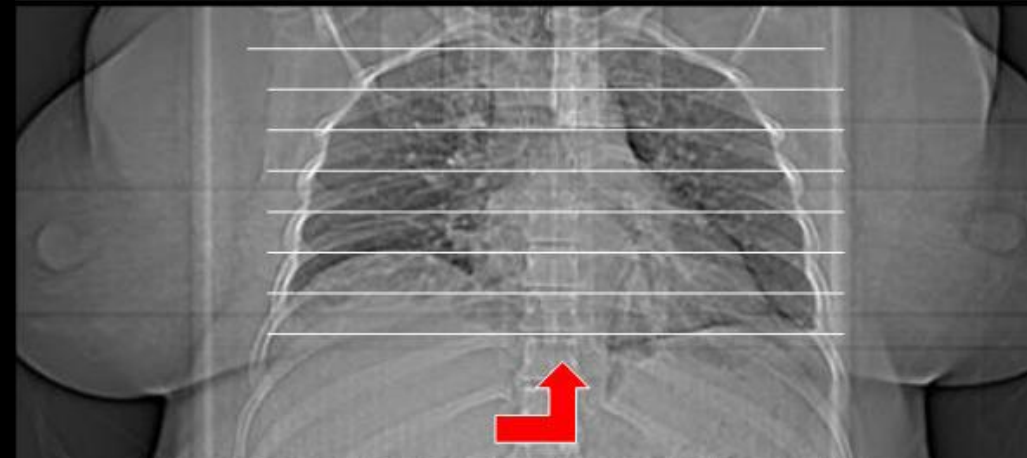
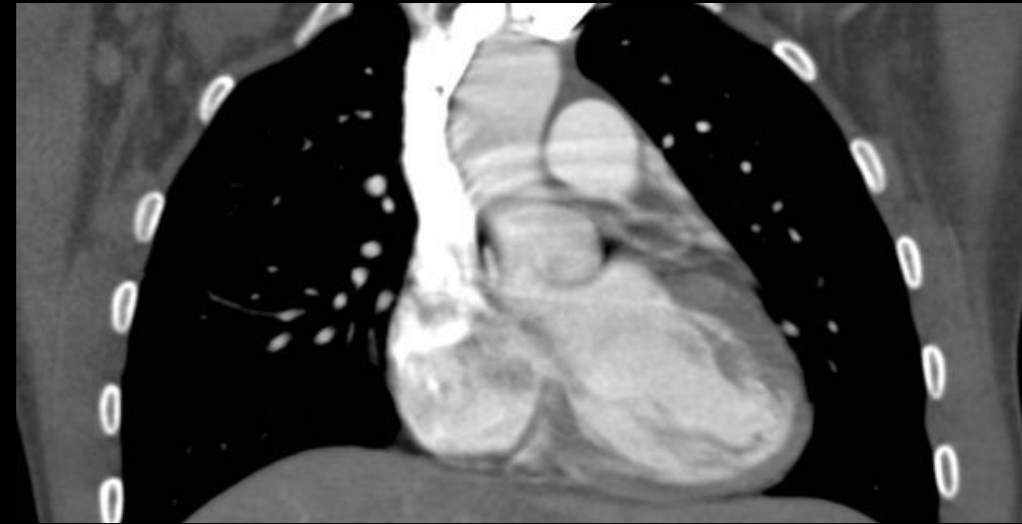
Embolie pulmonaire

Technique de l'angioscanner thoracique chez la femme enceinte

- Modifications physiologiques au cours de la grossesse :
 - Augmentation du débit cardiaque de 30 à 50%
 - Hypervolémie (rétention hydrosodée due aux oestrogènes, hausse de la sécrétion d'aldactome)

Limitation de l'irradiation :

- Limiter le champ de vue de la crosse aortique aux sommets de la coupole diaphragmatique la plus basse
- Pitch, mAs, Kv, temps de rotation :
 - Protocole Dr Revel: 200mAs, 100Kv, rotation 0,5s, pitch 1,3 (Symposium scanner volumique – Nancy, 2011)
- Diminution de la dose avec modulation automatique
- Acquisition caudo-craniale
- Cache sein en Bismuth ou logiciel de modulation de dose à l'organe
- Tablier plombé abdominal : à positionner APRES le scout +++

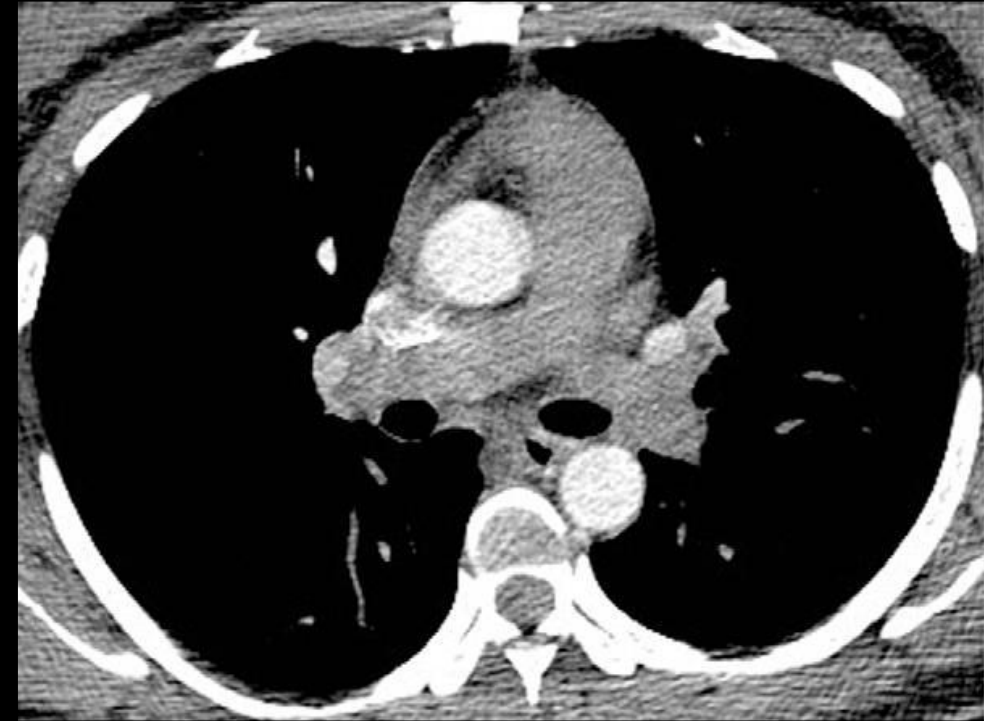


Embolie pulmonaire

Technique de l'angioscanner thoracique chez la femme enceinte

Limitation du taux d'examens non contributifs

- Injection d'un volume suffisant de PdC iodé : 80cc de PdC iodé non ionique à haut débit (4 à 6cc/s)
- Proscrire l'inspiration profonde
 - Majoration du retour cave inférieur de sang non opacifié
 - Apnée simple +++
- Proscrire une acquisition trop précoce :
 - Délai d'acquisition (VVP au membre supérieur) : fixe à 25s post-injection
 - Déclenchement automatique avec logiciel de suivi de bolus (« bolus tracking » ou « smart prep ») à éviter



- Bonne opacification de l'aorte thoracique
- Défaut d'opacification de l'artère pulmonaire et de ses branches
- VCS peu distendue: manœuvre de Valsalva pendant l'acquisition

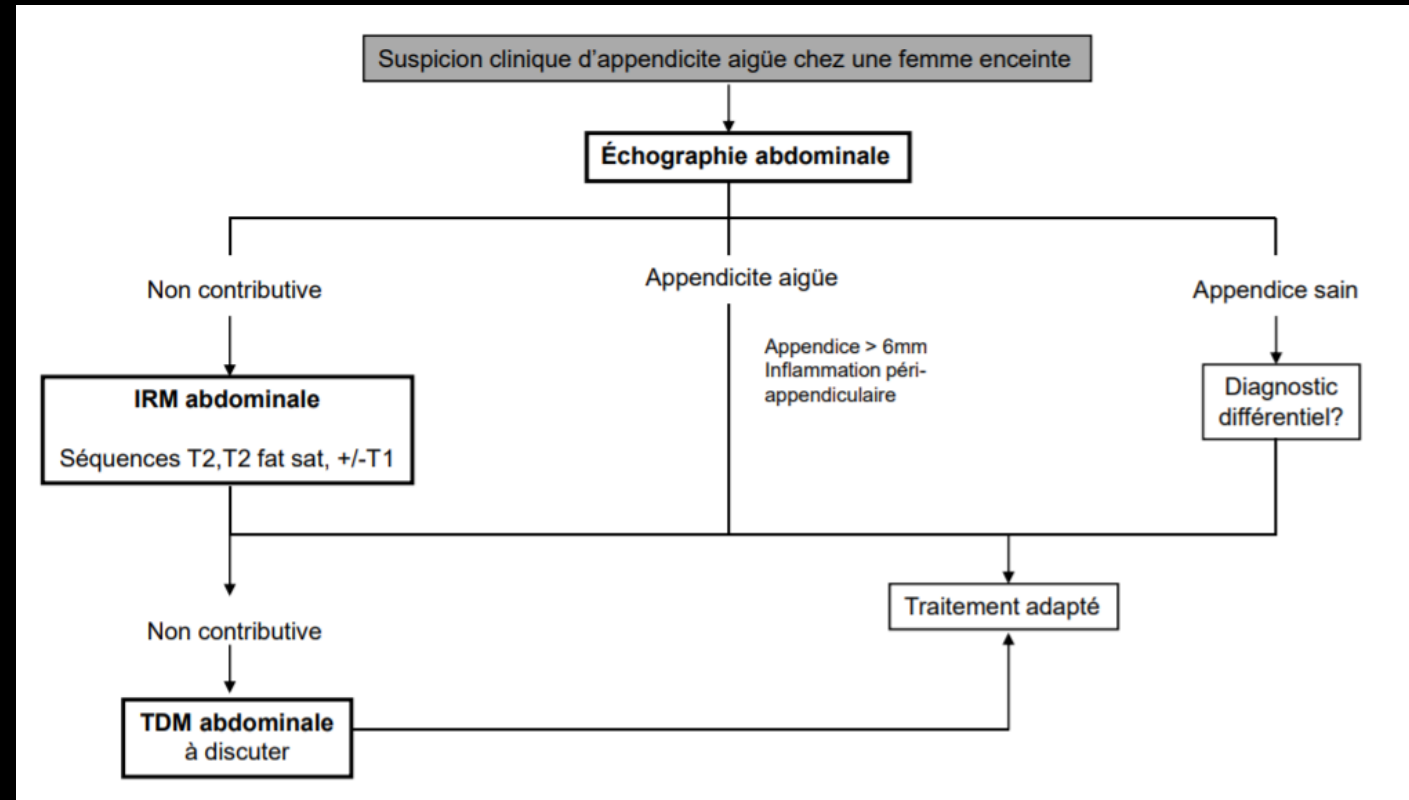
Patiente de 32 ans à 35 SA

Suspicion d'EP

AngioTDM thoracique non contributif

Appendicite

- L'appendicite aiguë représente la **cause la plus fréquente d'abdomen chirurgical pendant la grossesse** (Taux d'appendicite au cours de la grossesse de 0,02 à 0,07%)
- La plus grosse différence dans la survenue d'une appendicite chez une femme enceinte est la position de l'appendice, déplacé par l'utérus gravide
- **L'échographie abdominale sera à privilégier en 1^{ère} intention** - Sa sensibilité (66 à 100 %) et sa spécificité (95 à 96 %) semblent bonnes au cours des 2 premiers trimestres, les performances du même examen au cours du troisième trimestre (alors réalisé en décubitus latéral gauche) sont moins bonnes
- **En cas d'examen non contributif, une IRM abdomino-pelvienne peut être indiquée** (Se et SP > 85%) ou, **à défaut, un scanner** (Se = 92% / Sp = 99%) en l'absence d'accessibilité technique



IRM abdominopelvienne (Indiqué seulement dans des cas particuliers)

Recommandation:

Grade: ☐ A ☒ B ☐ C ☐ AE

Dose: ☒ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☐ IV

Indiquée chez la femme enceinte en cas de douleur de la FID lorsque l'échographie est non concluante.

Scénarios cliniques

Appendicite



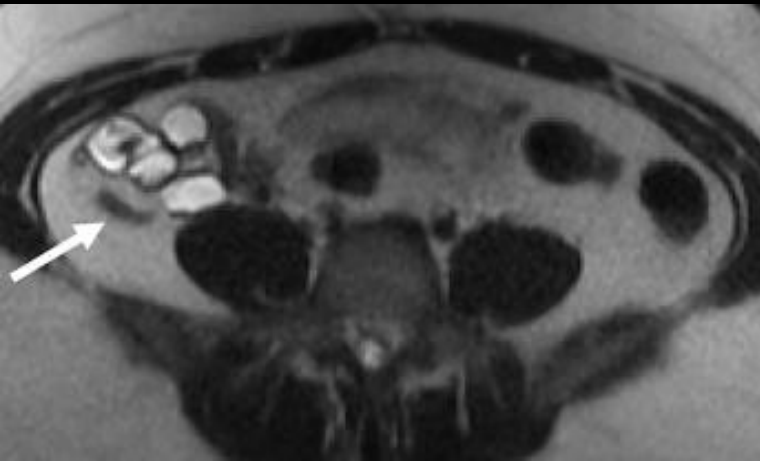
Diagnostic positif

Appendice dilaté, à paroi épaissie
Infiltration péri-appendiculaire
Stercolithe visible en hyposignal T2 franc

Ali, A., Beckett, K., & Flink, C. (2020). Emergent MRI for acute abdominal pain in pregnancy—review of common pathology and imaging appearance. *Emergency Radiology*. doi:10.1007/s10140-019-01747-3

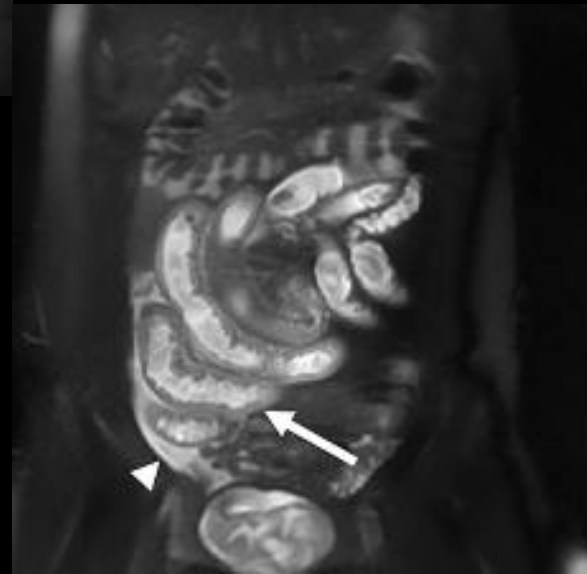
Diagnostic différentiel

Iléite terminale : œdème et épaississement des parois grêliques
Appendice sain



Diagnostic négatif

Appendice rétrocaecal d'aspect normal

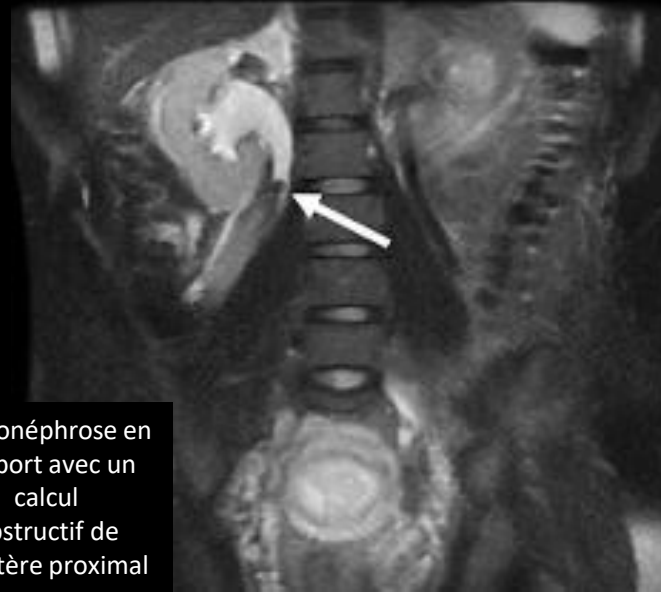


Colique néphrétique

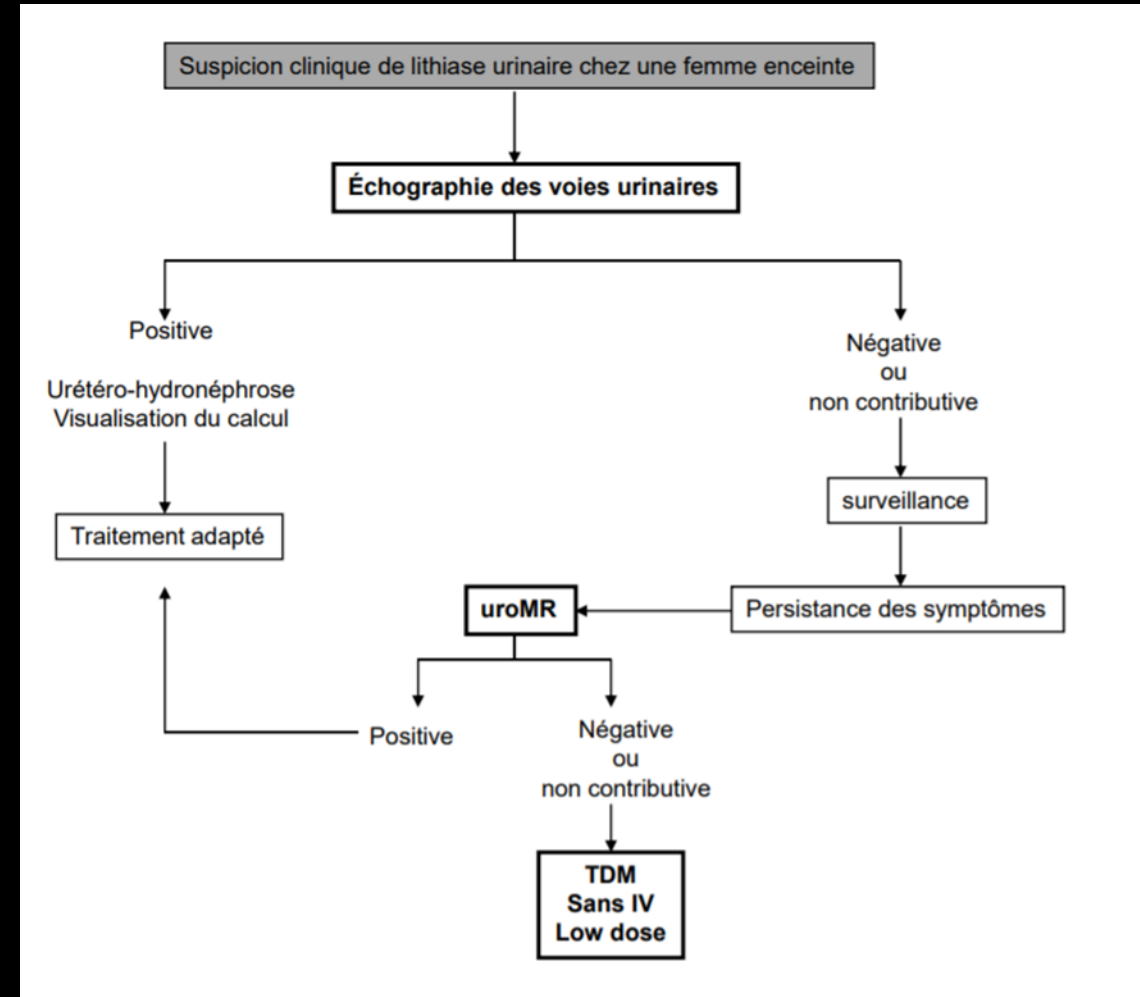
- Prévalence faible de 0,4 à 5 pour 1000 grossesses
- Une intervention chirurgicale n'est généralement pas nécessaire, et environ 75% des calculs sont expulsés spontanément
- L'hydronéphrose physiologique après le second trimestre est à l'origine d'une difficulté diagnostique
- L'échographie abdominale sera à réaliser en 1^{ère} intention; en cas d'examen non concluant une IRM ou à défaut un scanner abdomino-pelvien low dose non injecté pourront être effectués



Hydronéphrose physiologique
Compression
uretère entre psoas
Et utérus gravide



Hydronéphrose en
rapport avec un
calcul
obstructif de
l'uretère proximal



Polytraumatisme

- Même les blessures mineures peuvent potentiellement être mortelles pour la mère et pour le fœtus
- Les soins doivent être donnés simultanément à 2 patients mais une réanimation agressive de la mère considérant les changements physiologiques et anatomiques liés à la grossesse, est le meilleur traitement pour le fœtus
- Le risque maternel est le premier à considérer dans la prise en charge d'une patiente enceinte polytraumatisée
- Le scanner sera alors l'examen de choix et le plus performant pour faire un bilan lésionnel complet
- Une attention particulière sera cependant apportée au protocole d'examen afin de limiter au maximum les passages successifs sur l'abdomen et le pelvis : l'acquisition en contraste spontanée sera bien souvent inutile; une acquisition tardive sera à discuter en fonction des constatations initiales

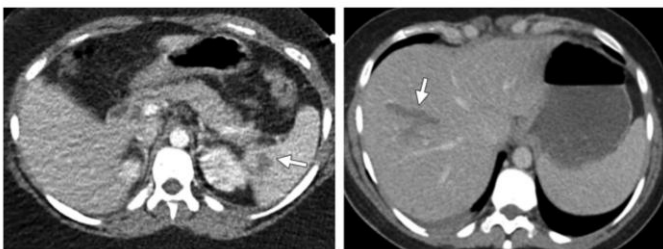
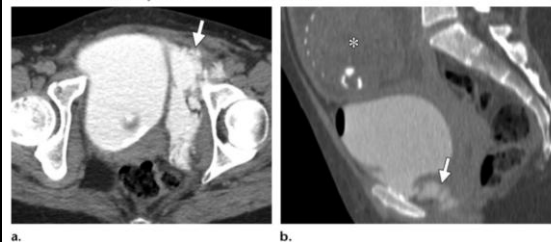


Figure 4. (a) Axial CT image in a 24-year-old pregnant patient who was involved in a motor vehicle collision shows a grade 2 splenic injury (arrow). (b) Axial CT image in a 29-week-pregnant woman who was involved in a motor vehicle collision shows a grade 3 liver injury (arrow). For both patients, injury characterization with CT allowed appropriate monitoring and avoidance of unnecessary laparotomy.

Figure 5. Bladder injury in a 29-week-pregnant woman with pelvic fractures sustained in a motor vehicle collision. Axial (a) and sagittal reformatted (b) CT cystograms show a large extraperitoneal bladder rupture extending from the anterior bladder near the base, with leakage of contrast agent and urine into the left extraperitoneal pelvis (arrow). Note the compression of the bladder by the gravid uterus (*) superiorly. The CT findings allowed nonsurgical management, and the fetus was delivered by cesarean section 9 weeks later.



Lésions traumatiques non spécifiques

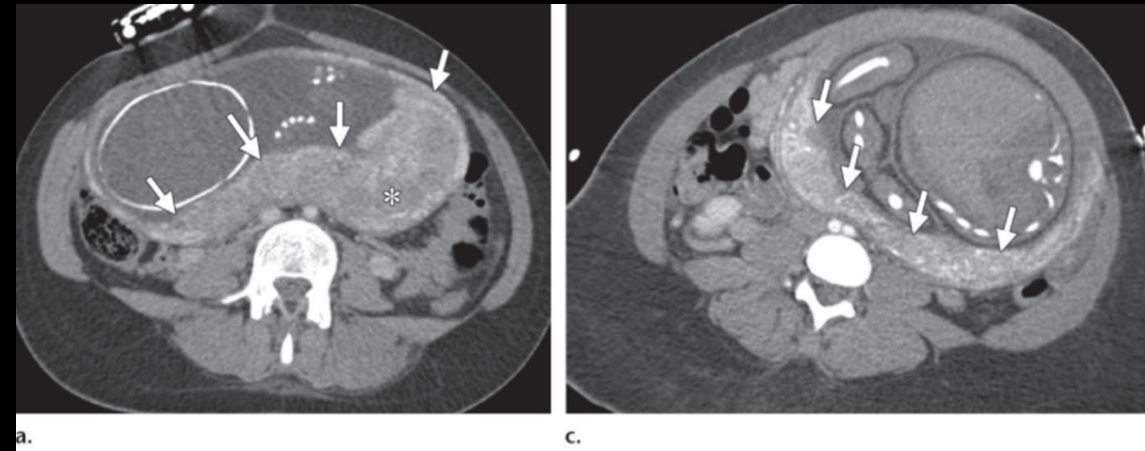
- **Lésions traumatiques sans lien avec la grossesse**
- Certaines lésions traumatiques ne concernant pas l'utérus gravide seront plus fréquentes que chez une patiente non enceinte en raison des modifications physiologiques induites par la grossesse :
 - La **rate** grossit et l'utérus gravide déplace la rate et le foie vers des positions plus proches de la cage thoracique, ce qui augmente les risques de blessures
 - Pendant les derniers stades de la grossesse, l'**hydronéphrose physiologique** augmente le risque d'atteinte du système collecteur
 - Les **veines ovariennes et pelviennes** sont également gorgées, ce qui peut augmenter le risque d'hémorragie après un traumatisme
 - Tardivement dans la grossesse, l'**intestin** est déplacé vers le haut, ce qui augmente le risque de lésions intestinales complexes et multiples d'un traumatisme pénétrant
 - De plus, à mesure que l'utérus s'élargit, la **vessie** est comprimée et peut être déplacée, ce qui l'expose à un plus grand risque traumatique
 - Les **fractures pelviennes** peuvent être associées à des blessures fœtales directes

Polytraumatisme

Décollement placentaire

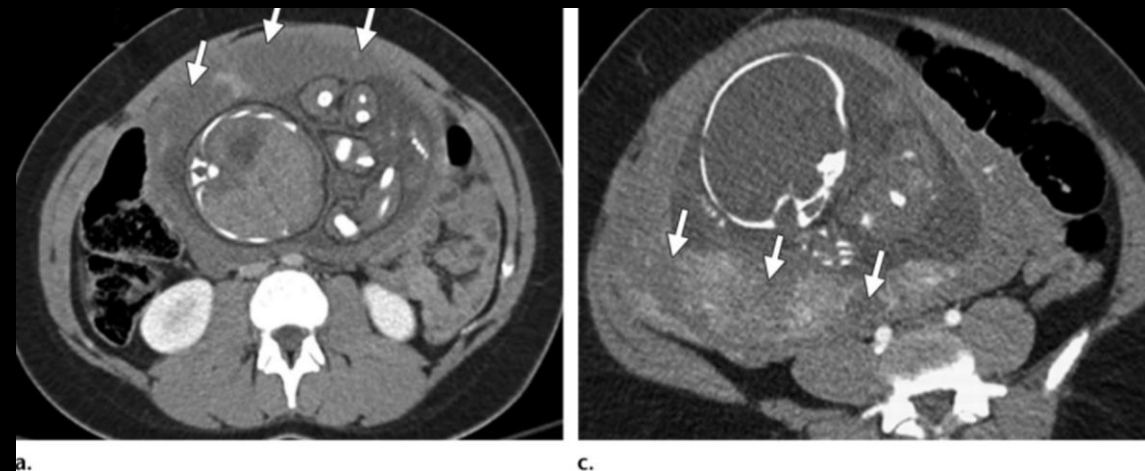
- Correspond à la plus fréquente des lésions traumatiques utéro-placentaires
- Le décollement placentaire est plus fréquent après 16 semaines de gestation et survient jusqu'à 1% à 5% des traumatismes mineurs et 20 à 50% des traumatismes majeurs
- Mécanisme : lors de la brusque décélération du véhicule, le point d'appui de la ceinture étant au niveau de l'abdomen, celui-ci ainsi que l'utérus gravide, se plient autour de la ceinture ; il en résulte une élévation de la pression intra-utérine et une déformation des parois utérines, ce qui tend à décoller le placenta. De plus après le choc, l'utérus repart en derrière et reprend brusquement sa forme et sa situation initiale ce qui entraîne cette fois une brusque diminution de la pression et risque encore de décoller le placenta
- C'est la cause la plus fréquente de décès fœtal dans les cas où la mère survit, avec un taux de mortalité fœtale de 67% à 75%
- Caractérisé en scanner par des zones de défaut de rehaussement présentant des angles de raccordement aigus avec le myomètre, éventuellement associées à un hématome rétro-placentaire et du sang au sein de la cavité amniotique

Lésions traumatiques spécifiques



a. Aspect normal d'un placenta à 28 SG et c. à 40 SG

Le placenta normal a un rehaussement diffus, parfois hétérogène avec des zones hypodenses dues aux cotyledons
Le rehaussement foetal est très variable et un défaut de rehaussement ne doit pas être considéré comme un manque perfusionnel



Décollements placentaires :

- a. Placenta non rehaussé (flèches) et remaniements hémorragique de la cavité amniotique
- c. Rehaussement très hétérogène du placenta avec larges zones non rehaussées

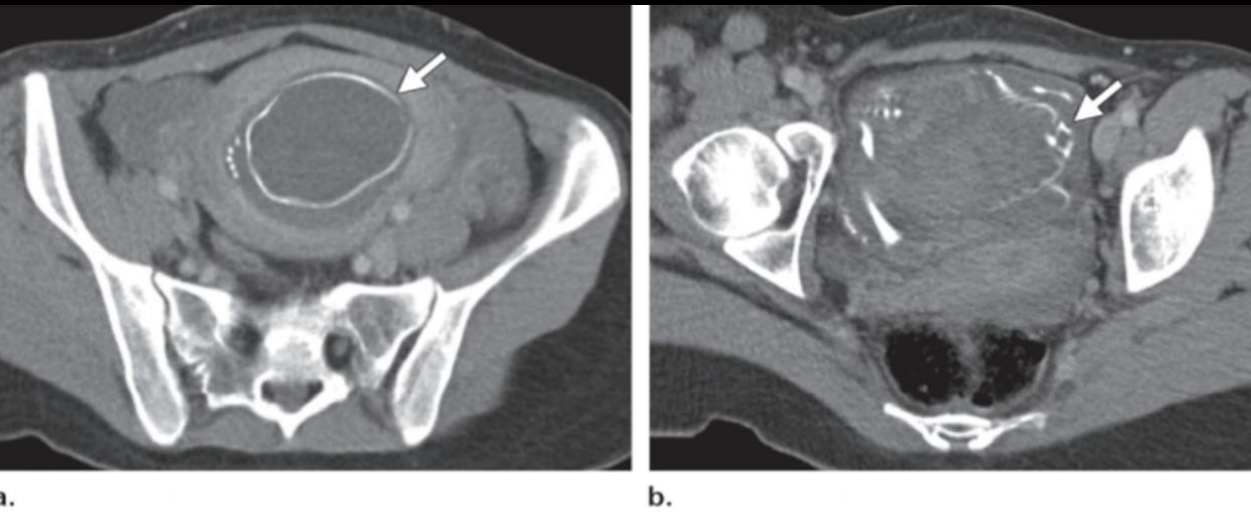
Scénarios cliniques

Polytraumatisme

Lésions traumatiques spécifiques

Rupture ou lacérations utérines

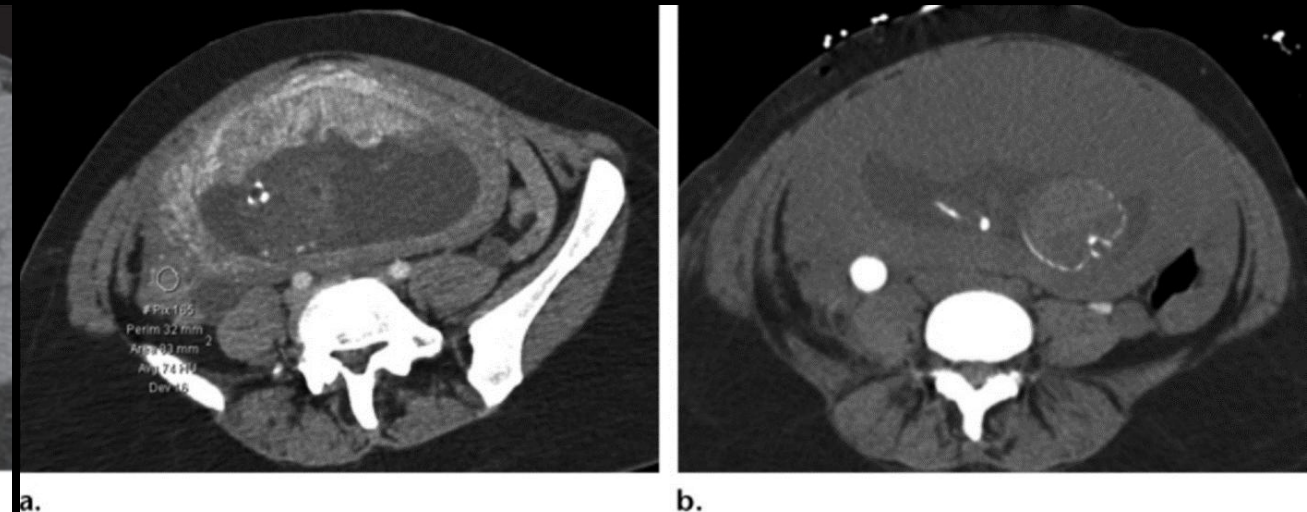
- Rares, surviennent dans moins de 1% des traumatismes, mais à l'origine d'une mortalité fœtale proche de 100%, et d'une mortalité maternelle d'environ 10%
- Diagnostic difficile en imagerie, le scanner retrouve un défaut de la paroi utérine, avec souvent une extrusion du fœtus dans la cavité abdominale associé un hémopéritoine
- Des lacérations plus focales sont encore plus difficile à voir, se présentant sous la forme de défauts focaux ou de zones non rehaussées de la paroi utérine



Rupture utérine à 28SG lors d'un AVP – absence de rythme cardiaque fœtal au monitoring
Le scanner montre la tête du fœtus au sein de la cavité utérine (a), alors que le corps est en dehors, non recouvert par le myomètre (b)

Rupture prématurée des membranes

- Diagnostic plutôt clinique, la rupture prématurée des membranes peut être suspectée lors de la constatation d'une diminution de la quantité de liquide amniotique

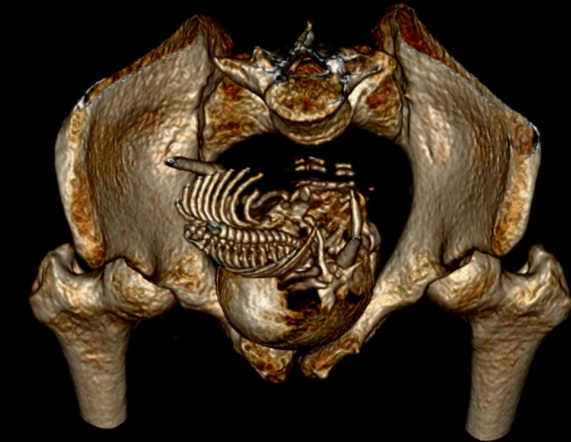
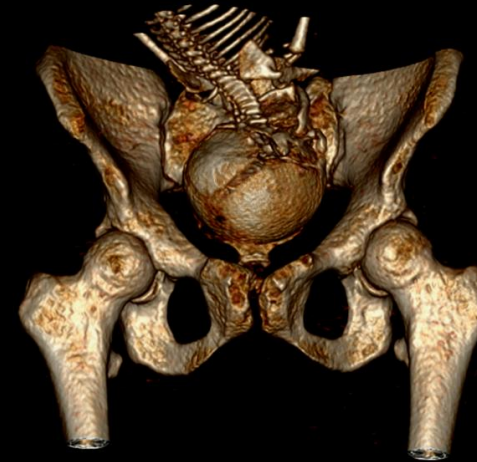
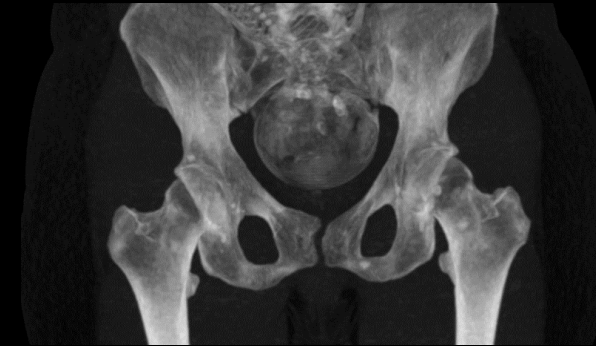


a. AVP chez une patiente enceinte de 21SG avec TDM retrouvant un aspect normal du placenta avec une quantité de fluide amniotique satisfaisante – Hémopéritoine provenant d'une lésion d'un autre organe
b. Contrôle à J-1 : importante diminution de la quantité de liquide amniotique en rapport avec une rupture prématurée des membranes

Pelvimétrie

- Permet d'explorer le bassin osseux chez la femme dans le but d'analyser ses structures, et réaliser certaines mesures qui sont nécessaires à l'obstétricien pour décider l'acceptabilité ou non, de l'accouchement par voie naturelle chez certaines femmes enceintes présentant des situations obstétricales particulières et en cas de risque de disproportion foeto-pelvienne
- A remplacé la radio-pelvimétrie
 - 10 fois moins irradiant
 - Mesures plus précises
- Réalisée au 8ème mois
- A noter que la pelvimétrie peut également être réalisée en IRM

Scano-pelvimétrie

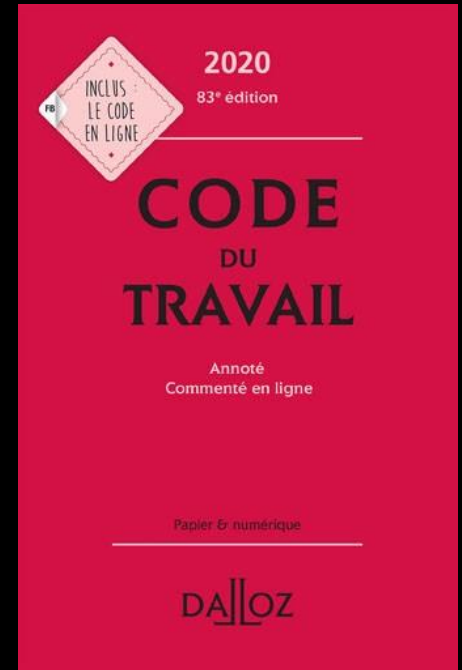


Dose Report					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy*cm)	Phantom cm
PELVIMETRIE					
1	Helical	I30-S250	1,19	40,74	Body 32
Total Exam DLP:				40,74	

Exposition aux RI

Articles D.4 I 52-5 et R.445 I-45 / article L.1225-7 du code du travail

- Le code du travail (Articles D. 4 I 52-5 et R, 445 I-45) considère l'enfant à naître comme une personne du public et impose donc que les conditions de travail de la femme enceinte, après sa déclaration de grossesse, soient telles que la dose supplémentaire qu'il risque de recevoir pendant le reste de la grossesse soit aussi faible que raisonnablement possible et ne dépasse pas 1mSv
- Si l'on peut s'assurer, par une étude de poste et la vérification des relevés dosimétriques, que cette dose ne peut être atteinte, il n'y a pas lieu d'écarter la femme enceinte d'un poste de radiologie diagnostique
- Le changement de poste pour un poste sans radioexposition est parfois demandé par les travailleuses enceintes elles-mêmes, selon le principe du « droit à l'inquiétude »
- Le médecin du travail peut, à la demande de la travailleuse, demander un changement de poste sans avoir à justifier sa décision; l'employeur peut également être à l'initiative de ce changement de poste
- Les femmes enceintes ne peuvent être affectées à des travaux qui requièrent un classement en catégorie A
- L'article L.1225-7 du Code du travail impose qu'une femme enceinte exposée à des rayonnements ionisants pour des raisons professionnelles et ayant déclaré son état de grossesse soit informée des mesures d'affectation temporaire ainsi que des dispositions protectrices prévues
- La CIPR, la SIR et la CIRSE recommandent pour les femmes enceintes continuant une activité de radiologie interventionnelle de porter 2 dosimètres : un au-dessous du tablier plombé au niveau du cou et un sous le tablier au niveau de l'abdomen
- Concernant la dosimétrie opérationnelle, le seuil de détection du dosimètre doit être abaissé afin de respecter une dosimétrie inférieure à 1mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement



Fœtus = personne public
(« innocent bystander »)
Dose max < 1mSv durant
toute la période
gestationnelle

- **En France**, la médecine du travail s'appuie sur cette recommandation de l'INRS
 - Dès l'annonce de leur grossesse, les manipulatrices enceintes ne rentrent plus dans la salle de l'aimant
 - Elles continuent à travailler en IRM (hors garde de nuit et de WE), à la console ou au niveau de la préparation du patient
 - Cela permet surtout de supprimer une inquiétude latente de l'agent concernant l'exposition au champ magnétique statique, même si aucun effet néfaste n'a été mis en évidence
- **Aux Etats-Unis**, les recommandations permettent aux salariées enceintes de rentrer dans la salle d'IRM mais conseillent de ne pas y rester durant les acquisitions, là encore en vertu du principe de précaution et non en raison de la mise en évidence d'un effet néfaste
- Il y a donc aussi uniquement des recommandations et aucune réglementation



En cas d'exposition à des radiations ionisantes (diagnostiques) :

- Seuls les examens intéressant la région abdomino-pelvienne sont à risque d'augmenter significativement la dose au fœtus
- En ce cas, il faudra s'enquérir avant de l'existence éventuelle d'une grossesse et de proposer une solution d'investigation alternative si elle est possible
- Le seuil d'exposition à risque de survenue d'effets déterministes est fixé à 100mSv
- Aux conditions d'utilisation conventionnelle, le risque fœtal d'exposition aux radiations ionisantes dans un cadre diagnostic est faible, mais sera à évaluer précisément, pour apporter une information claire à la patiente et décider d'une conduite à tenir le cas échéant
- L'utilisation d'un produit de contraste iodé hydrosoluble est possible, quel que soit le terme de la grossesse et la voie d'administration, sans préjudice sur le fonction thyroïdienne de l'enfant à naître
- Alors que l'ESUR et l'ACR recommandent de ne pas suspendre l'allaitement maternel de l'enfant après une injection de produit de contraste iodé, le CRAT propose une adaptation en fonction du produit



Oui à l'application du principe de précaution, mais attention à ce que celui-ci ne devienne pas lui-même un risque !

En cas d'exposition à des champs électromagnétiques : IRM

- Il est possible d'effectuer une IRM pour motif maternel, placentaire ou fœtal quels que soient la région explorée et le terme de la grossesse
- Aux conditions d'utilisation conventionnelle, il n'a pas été mis en évidence de préjudice pour la mère ou le fœtus
- L'IRM est, comme l'échographie, une alternative au scanner afin de limiter l'exposition aux radiations ionisantes
- Une injection de gadolinium pourra être réalisée chez une femme enceinte quelque soit le terme si elle est nécessaire à l'obtention d'un diagnostic
- Le CIRTACI, l'ESUR et l'ACR recommandent de poursuivre l'allaitement après l'injection du sel de gadolinium
- Le Code du travail stipule que lorsque, dans son emploi, la femme enceinte est exposée à des champs électromagnétiques, son exposition est maintenue à un niveau inférieur aux valeurs limites d'exposition du public (40mT)



IL VAUT MIEUX POMPER MÊME S'IL NE SE PASSE RIEN QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE DE PIRE EN NE POMPANT PAS.



QCM n°1 : Concernant l'exposition d'une femme enceinte aux rayonnements ionisants :

- a) Une dose au fœtus de 150mSv peut être rapidement atteinte en cas d'exposition lors d'un scanner thoraco-abdomino-pelvien avec réalisation d'un temps artériel et d'un temps portal sur l'abdomen
- b) Pour la réalisation d'un panoramique dentaire, il faudra au préalable effectuer un test de grossesse chez une patiente jeune en âge de procréer
- c) Les produits de contraste iodés passent la barrière hémato-placentaire et sont également retrouvés dans le lait maternel
- d) L'utilisation d'un produit de contraste iodé sera à fort risque d'entraîner une perturbation thyroïdienne de l'enfant à sa naissance

QCM n°2 : Concernant l'exposition d'une femme enceinte aux champs électromagnétiques :

- a) Le SAR doit être inférieur à 4W/kg pendant l'examen
- b) La réalisation d'une IRM abdominale est contre-indiquée en cas de suspicion d'appendicite au 1^{er} trimestre de grossesse
- c) Un produit de contraste gadoliné peut être administré si son utilisation est nécessaire à l'obtention d'un diagnostic
- d) Les produits de contraste gadolinés ne sont pas excrétés dans le lait maternel

QCM n°3 : Vous avez réalisé un scanner thoraco-abdomino-pelvien dans le cadre d'un bilan de suspicion d'embolie pulmonaire chez une femme jeune et vous découvrez qu'elle est en fait enceinte ...

- a) Vous vous flagellé, vous auriez dû vous enquérir d'un éventuel risque de grossesse avant de faire votre examen ...!
- b) Le CTDI volumique de l'étage abdomino-pelvien doit obligatoirement être mentionné dans votre compte-rendu
- c) Vous devez déclarer cet évènement à l'ASN dans les meilleurs délais
- d) Vous auriez mieux fait de faire un EDVMI car elle avait des signes de TVP

QCM n°1 : C
QCM n°2 : A, C
QCM n°3 : A, B, C, D