

L'exposition aux RX d'une femme enceinte, patiente ou professionnelle engendre très souvent une inquiétude disproportionnée au risque et des conduites inadaptées. La plus extrême de ces conduites aboutira à une interruption de grossesse demandée par une patiente, sinon préconisée par un médecin, pour une exposition en réalité sans risque pour l'enfant à naître. Parfois, au nom d'un principe de précaution dévoyé, on pourra priver une femme enceinte du bénéfice d'un examen diagnostique qui n'aurait eu aucun effet sur l'enfant à naître, au risque de retarder un diagnostic et de laisser évoluer une affection qui ne pourra manquer de retentir sur l'enfant qu'elle porte. Pour les femmes professionnellement exposées, la « mise hors rayons » désorganise parfois le fonctionnement de petites structures et peut engendrer une discrimination à l'embauche et au travail. Ce chapitre envisage les ordres de grandeur de l'exposition en radiodiagnostic, la physiopathologie des risques encourus par l'enfant à naître en fonction de la période de la grossesse, puis la conduite à tenir dans les différentes situations d'exposition, fondée sur les récentes recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR 84).

Doses délivrées par l'exposition médicale

En radiodiagnostic

Radiologie conventionnelle

Le tableau 7-1 donne quelques exemples de doses délivrées par des examens courants, pouvant intéresser, au moins partiellement, l'abdomen d'une femme enceinte.

Tomodensitométrie (TDM)

Les doses délivrées au volume exploré en TDM sont en règle plus importantes et plus homogènes qu'en radiographie conventionnelle, en raison de la rotation du tube autour du patient. La dose délivrée doit être appréciée dans le volume entier.

Les résultats des publications de dosimétrie du scanner présentent aussi une grande variabilité, moins dispersés cependant que ceux de la radiologie conventionnelle. Ici encore nous fournissons un ordre de grandeur de la dose délivrée au volume exploré par chaque type d'exploration (tableau 7-2).

L'avènement des scanners ultrarapides, multicoupes en acquisition hélicoïdale a fait disparaître un frein naturel à l'exposition qui était le facteur temps ; une exploration du thorax et de l'abdomen peut être effectuée

Tableau 7-1

Ordre de grandeur des doses délivrées à l'utérus par les clichés standard (en mGy)

Incidences	Dose à l'entrée	Dose à mi-épaisseur
Rachis lombaire de face	15	1,5
Rachis lombaire de profil	30	2,5
Abdomen sans préparation	12	1,5
Bassin de face	12	1,5
Pelvimétrie	50	6
Urographie intraveineuse (10 clichés)	100	12
Lavement baryté (10 clichés)	120	15
Artériographie abdomen et membres inférieurs	200	15

Tableau 7-2

Ordre de grandeur des doses délivrées au volume exploré et à l'utérus par les examens tomodensitométriques (en mGy, pour une seule série)

Région explorée	Dose au volume	Dose à l'utérus
Tête	40	< 0,01
Thorax	15	0,1
Abdomen (pelvis non exploré)	20	5
Pelvimétrie TDM	3	3
Pelvis	25	25
Rachis lombaire	15	10

aujourd'hui en 30 secondes et il n'est pas rare de voir des examens ayant comporté trois passages sur le même volume, délivrant ainsi à ce volume des doses supérieures à 60 mGy. Pour ce qui concerne l'exposition utérine, il faut noter que le scanner, utilisant un faisceau étroitement collimaté ne délivre de dose significative que lorsque le volume exploré contient l'utérus. Ainsi, un scanner de la tête ou du cou ne délivre pas de dose significative à l'utérus, un scanner thoracique tel qu'il peut être pratiqué pour recherche d'une embolie pulmonaire chez une femme enceinte, délivre, en fin de grossesse, moins de 0,2 mGy à l'utérus. En revanche, si le volume exploré contient l'utérus, l'intégralité de la dose sera délivrée à l'embryon ou au fœtus. Par exemple, pour un scanner pelvien qui délivre 25 mGy au volume, la dose efficace reçue par l'enfant *in utero* sera de 25 mSv. Si l'examen comporte trois séries, la dose totale sera de 75 mSv.

En médecine nucléaire

En médecine nucléaire, les doses reçues par l'enfant *in utero* sont différentes en début et en fin de grossesse. Le tableau 7-3 montre que pour la plupart des examens, la dose reçue à l'organisme entier reste faible, inférieure à 5 mSv

Tableau 7-3

Ordre de grandeur des doses délivrées à l'enfant par les explorations de médecine nucléaire réalisées chez la mère

Radio élément	Examen	Activité administrée à la mère (en MBq)	Dose reçue par l'enfant début de grossesse (mSv)	Dose reçue par l'enfant fin de grossesse (mSv)
^{99m}Tc	scintigraphie osseuse	750	5	2
^{99m}Tc	perfusion pulmonaire	200	0,5	0,8
^{99m}Tc	ventilation pulmonaire	40	0,2	0,1
^{99m}Tc	thyroïde	400	4	4
^{99m}Tc	fonction rénale	750	7	4
^{67}Ga	abcès, tumeur	190	16	25
^{123}I	captation thyroïdienne	30	0,5	0,3 (30 mGy à la thyroïde)
^{131}I	recherche métastases	40	3	11 (30 Gy à la thyroïde)

mais que le réel problème se situe à la thyroïde en cas d'administration d'iode 131. La glande thyroïde est fonctionnelle après la 8^e semaine suivant la conception. Une scintigraphie à l'iode 131 réalisée de la 9^e semaine au 9^e mois induira une insuffisance thyroïdienne aux conséquences très graves sur le fœtus.

Pour la médecine nucléaire se pose en outre le problème de l'exposition des personnes de l'entourage, donc éventuellement d'une femme enceinte, lorsque le patient n'est plus hospitalisé. En fait, le calcul montre qu'une personne se tenant en permanence à 50 cm d'un patient ayant reçu une dose thérapeutique pour cancer de la thyroïde recevrait une dose totale, jusqu'à décroissance complète (10 semaines), un peu inférieure à 7 mGy. Il est donc très improbable que les conditions de proximité avec une femme enceinte soient telles que la dose reçue par l'enfant *in utero* puisse atteindre la limite (arbitraire) de 1 mSv fixée pour le public. Néanmoins, pour éviter toute exposition inutile, on recommande à ces personnes d'éviter un séjour prolongé à proximité des femmes enceintes et des enfants.

En radiothérapie

La survenue d'un cancer au cours de la grossesse est une éventualité rare mais non exceptionnelle. La fréquence est d'environ 1 pour 1 000 grossesses, ce qui amène à discuter une éventuelle radiothérapie chez plusieurs centaines de femmes enceintes chaque année en France.

Pour les champs de traitement éloignés du pelvis (tête, cou, membre), les doses reçues par l'enfant sont relativement faibles. Elles sont beaucoup

plus élevées lorsque le pelvis – ou l'abdomen en fin de grossesse – se trouve en bordure du champ d'irradiation, particulièrement lorsqu'on utilise le rayonnement du cobalt 60, moins bien délimité que celui des accélérateurs. À titre d'exemple, l'exposition foétale totale due au rayonnement diffusé sera de 30 mGy environ lors de l'irradiation d'une tumeur cérébrale de la mère mais elle pourra atteindre, pour certaines parties du fœtus, 0,5 à 1 Gy lors de traitement d'une maladie de Hodgkin. À l'extrême, les doses délivrées à l'utérus pour le traitement d'un cancer du col sont telles qu'elles pourront entraîner la mort foétale.

Effets des rayonnements sur la grossesse

Ces effets sont de deux types : un risque malformatif et l'induction de cancer à long terme.

Effets malformatifs (téatogenèse)

Trois notions très importantes sont à retenir d'emblée :

- ce sont des effets déterministes, qui procèdent de mécanismes de mort cellulaire et qui n'apparaissent qu'au-dessus d'un seuil ;
- la sensibilité de l'enfant en formation n'est pas constante au cours de la grossesse ;
- l'incidence spontanée de malformations est élevée, 3 % des grossesses. Le retard mental, associé ou non à un syndrome malformatif, a la même incidence de 3 %.

Effets potentiels d'une exposition en fonction du stade de la grossesse (fig. 7-1)

Avant l'implantation (J8 ou une semaine post-conception)

Au stade de pré-implantation l'œuf est au stade de morula. Chacune des cellules qui le constituent est capable de produire un embryon normal. Si une ou plusieurs d'entre elles sont tuées, la multiplication des autres permet de compenser. L'effet d'une exposition obéit donc à la loi du tout ou rien : si toutes les cellules ont été lésées la grossesse s'arrête et n'est même pas décelée (pas de retard de règles). Si les lésions ne portent que sur une partie des cellules, la grossesse se poursuit normalement.

Pendant l'organogenèse (du 9^e jour au début de la 9^e semaine post-conception)

C'est pendant cette période que la radiosensibilité est la plus forte, particulièrement entre la 3^e et la 5^e semaine post-conception. Les cellules sont différenciées et se divisent rapidement. La mort d'un groupe de cellules peut occasionner à ce stade l'arrêt de développement, partiel ou total, d'un organe ou d'un membre, engendrant une malformation majeure. Il s'agit d'un risque déterministe qui n'apparaît qu'au-dessus d'un seuil, que la plupart des auteurs situent aux environs de 200 mGy.

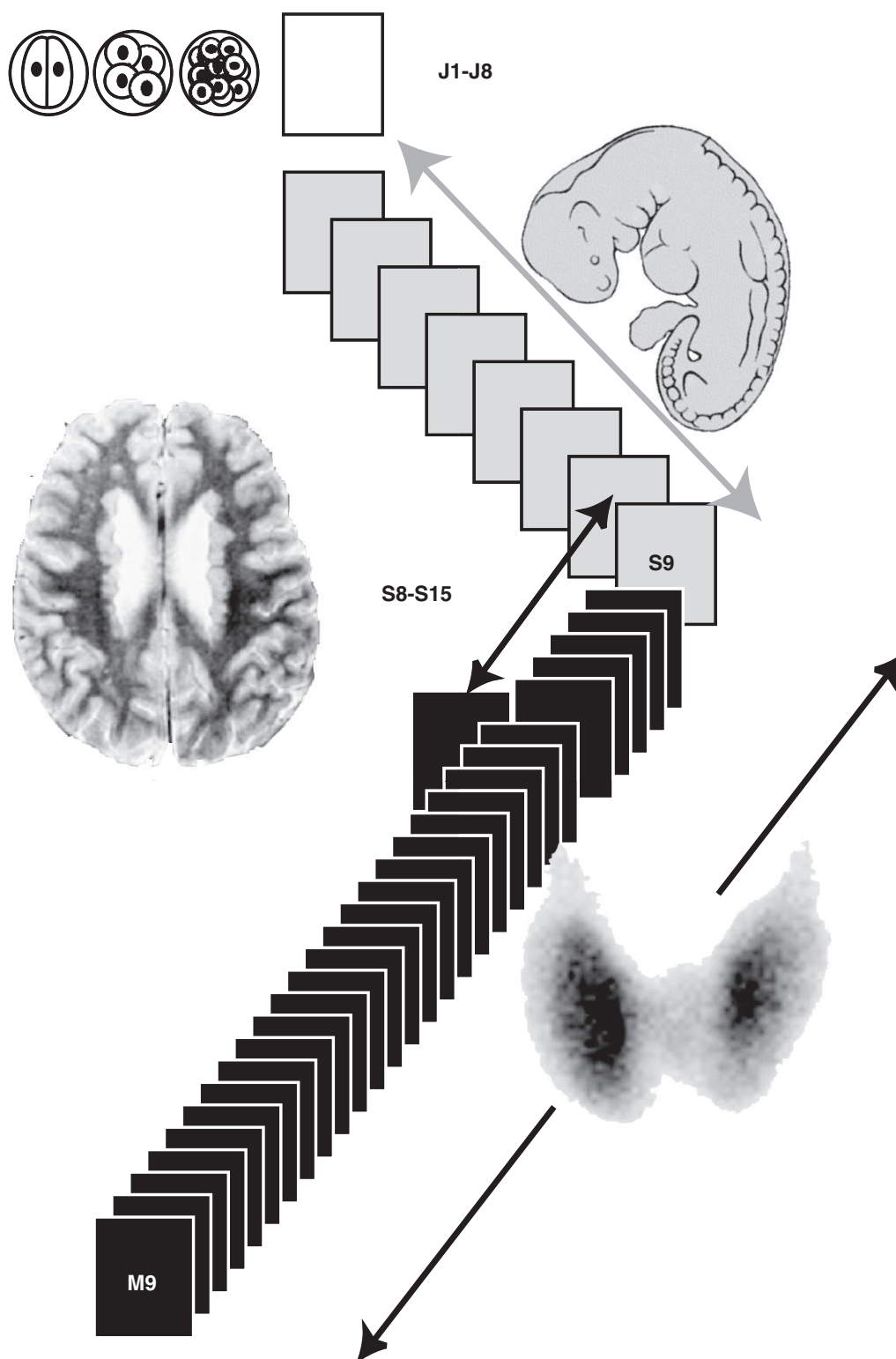


Figure 7-1

Principales étapes de la radiosensibilité : de J1 à J8, au stade de morula, chaque cellule est capable de se diviser pour compenser la perte des autres ; loi du tout ou rien. De J9 à S9, embryogenèse, sensibilité maximale. De S9 à M9, croissance foetale.

Le foetus est moins sensible à l'exposition externe, à l'exception du cerveau qui connaît la phase de migration neuronale de S8 à S15. En revanche, la thyroïde est fonctionnelle et peut capter l'iode radioactif, avec un risque majeur d'insuffisance thyroïdienne en cas d'administration d'iode 131.

Au cours de la maturation foétale (de la 9^e semaine au 9^e mois)

En règle générale, les organes sont formés et la mort d'un groupe de cellules ne peut plus causer qu'une malformation mineure ou partielle d'un organe. Une exception importante est le cerveau, qui connaît, jusqu'à la 15^e semaine une phase de développement cruciale, celle de la migration neuronale. À partir d'une couche germinative située en profondeur, près des ventricules cérébraux, les neurones migrent vers la surface pour s'organiser en couches dans le cortex. De nombreux facteurs extrinsèques, dont l'exposition aux rayonnements ionisants, comportent à ce stade un risque de « maldéveloppement » cérébral, se traduisant par un retard mental, associé ou non à une diminution du périmètre crânien. Ce risque de maldéveloppement a un seuil de 300 mGy au moins (CIPR 103, 2007). On estime cependant que des diminutions du QI peuvent apparaître au-dessus de 200 mGy. Rappelons qu'un retard mental (QI < 70) est observé spontanément chez 3 % des enfants.

Effets cancérigènes (carcinogénèse)

À la différence des effets tératogènes, qui sont de type déterministe, liés à la mort cellulaire, les effets cancérigènes sont liés à des modifications non létales (mortelles) de la cellule. Il s'agit ici d'un risque stochastique (aléatoire), qui augmente avec la dose reçue, et pour lequel il n'y a, théoriquement, pas de seuil. L'incidence spontanée des cancers (et leucémies) de l'enfant, entre 0 et 15 ans, est de deux à trois pour mille.

À Hiroshima et Nagasaki, il n'a pas été observé d'augmentation significative des affections cancéreuses chez les enfants dont les mères ont été exposées au rayonnement initial de l'explosion. Dans d'autres études, en revanche, une augmentation statistique du nombre des cancers et notamment des leucémies de l'enfance a été constatée après des expositions *in utero* de l'ordre de 10 mGy. Les études les plus récentes, extrapolant à partir de fortes doses, estiment l'augmentation du risque à environ 0,05 % pour 10 mGy reçus *in utero*. Si l'on se réfère au risque spontané de 0,25 % (2,5 pour mille), une dose de 10 mGy reçue *in utero* ferait donc passer ce risque à 0,3 % (3 pour mille). Il faut rappeler que ce mode de calcul par extrapolation de l'effet des fortes doses aux faibles doses, sans tenir compte du débit de dose, ne repose sur aucune preuve scientifique et ne prend pas en compte les possibilités de réparation des dommages du matériel génétique. C'est une estimation délibérément pessimiste, qui a pour principal intérêt de donner la certitude de ne pas sous-estimer le risque. Il ne s'agit donc pas d'une probabilité, mais d'une limite supérieure du risque, le risque réel se situant quelque part entre 0 et cette limite supérieure. Quoi qu'il en soit, l'incertitude sur le risque cancérigène est la raison principale pour éviter, dans la mesure du possible, toute exposition *in utero* et, quand cette exposition est justifiée médicalement, pour la limiter à la dose la plus faible possible compatible avec le résultat diagnostique ou thérapeutique recherché.

Différentes situations d'exposition et conduites à tenir

En radiodiagnostic

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 (lorsque l'examen n'intéresse pas ce volume, les doses à l'utérus sont négligeables et l'examen peut être pratiqué sans risque).

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 radiologiste et après avoir informé la patiente de l'absence de danger réel pour une grossesse en phase de pré-implantation (dans les deux dernières semaines du cycle). La règle qui conseillait de ne réaliser d'examen radiologique que dans les 10 jours suivants les règles n'a plus lieu d'être appliquée car son absence de bien-fondé a été démontrée.

Grossesse avérée ou probable (retard de règles)

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.

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 radiologiste 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. On utilisera alors l'appareillage et la technique permettant l'examen avec la plus faible exposition et on estimera la dose délivrée en reportant sur le compte-rendu tous les éléments nécessaires à cette estimation (*cf.* chapitres 10 et 11 pour les obligations de report de dose sur le compte-rendu chez la femme enceinte ou la femme jeune).

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 1 mSv ;
- 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 (*cf. supra*).

Si l'exploration a concerné l'abdomen

En radiologie conventionnelle

Explorations simples (moins de quatre clichés, moins d'une minute de scopie si elle a été utilisée pour le centrage) :

- La dose reçue à l'utérus est toujours inférieure à 10 mSv. 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 l'on sait avec certitude que cette dose n'augmente pas le risque malformatif (donner la référence de la CIPR 84). Il n'y a pas lieu d'envisager d'interruption de grossesse. En revanche il faut dire que le risque spontané de cancer (2,5 pour mille de 0 à 15 ans) pourrait être légèrement augmenté selon certaines études, et passer de 2,5 pour mille à 3 pour mille. Il importe de présenter cette information dans le bon sens : « la probabilité pour votre enfant *de ne pas avoir de cancer* était de 997,5 pour mille, elle est passée à 997 pour mille ».

Explorations avec contraste (ce sont l'urographie intraveineuse, la cystographie rétrograde, le lavement baryté en double contraste, le transit du grêle) :

- La dose reçue à l'utérus est en règle inférieure à 50 mSv. Il est utile de la faire calculer en fournissant au physicien médical de l'établissement ou aux experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ou de services spécialisés, toutes les données de l'examen (nombre de clichés et paramètres, kV, mAs ; temps de scopie) ou au besoin reconstituer l'examen sur fantôme anthropomorphe.
- 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 (donner la référence de la CIPR 84). Il n'y a pas lieu d'envisager d'interruption de grossesse. Il faut dire que le risque spontané de cancer (2,5 pour mille de 0 à 15 ans) pourrait être légèrement augmenté selon certaines études, et passer de 2,5 pour mille à 4 pour mille, en adoptant la même expression « positive » que ci-dessus.

En scanographie

L'examen n'a comporté qu'une série sur le pelvis :

La dose reçue à l'utérus est en règle inférieure à 30 mSv. La dose reçue par l'enfant *in utero* peut-être estimée à partir du CTDIvol, obligatoirement inscrit sur le compte-rendu (*cf.* chapitre 11). Sachant que l'utérus en début de grossesse se situe approximativement au centre du champ, la dose théorique reçue par l'embryon ou le fœtus serait égale aux trois cinquièmes du

CTDIvol dans un fantôme de 32 cm. En réalité, du fait de la configuration du pelvis, la dose au centre est nettement majorée et, en première approximation, elle correspond à la valeur du CTDIvol majorée de 20 % pour une morphologie « standard » (1,60 m, 60 kg). Le coefficient de majoration est inversement corrélé au poids de la patiente : lorsque la masse augmente au-delà de 60 kg, la dose reçue se rapproche du CTDIvol. Quoi qu'il en soit, l'exposition de l'embryon est en moyenne de l'ordre de 15 mGy, toujours inférieure à 30 mGy et la conduite à tenir est la même que dans le cas précédent.

Plusieurs séries sur le pelvis.

- La dose reçue à l'utérus peut dépasser 100 mGy. Elle doit donc être déterminée avec le plus de précision possible à partir des données figurant sur le compte-rendu (somme des CTDIvol de chaque série + 20 %) 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 mais que le risque malformatif est insignifiant. Il n'y a pas de raison objective d'envisager d'interruption de grossesse mais le choix doit être laissé aux parents dûment informés. Il faut également mentionner l'augmentation théorique du risque spontané de cancer de 2,5 pour mille à 5 pour mille environ, en présentant l'information dans le bon sens : « la probabilité pour votre enfant de ne pas avoir de cancer était de 997,5 pour mille, elle est passée à 995 pour mille ».

En pratique, sachant qu'aucun examen diagnostique n'est susceptible d'administrer des doses de 200 mGy, et qu'une dose de 100 mGy ne sera qu'exceptionnellement dépassée, il n'y aura pas lieu, dans la quasi-totalité des cas, d'envisager d'interruption médicale de grossesse.

En médecine nucléaire

Ici aussi, la recherche de grossesse doit être systématique à toutes les étapes qui conduisent à l'examen, depuis le cabinet du médecin demandeur jusqu'à l'injection du radiopharmaceutique. En revanche, après cette injection l'exposition sera nécessairement globale et la grossesse doit donc être éliminée avec certitude si la dose peut être significative, c'est-à-dire, en pratique, pour les procédures thérapeutiques ou lorsqu'on emploie un autre radiopharmaceutique que le technétium. En l'absence d'informations précises et crédibles permettant d'exclure une grossesse, il faudra réaliser au préalable un test biologique de grossesse.

Examen diagnostique pratiqué en cours de grossesse

Lorsque l'examen est justifié, après les mêmes étapes d'information et de consentement des parents, il sera réalisé en limitant le plus possible l'exposition de l'enfant. Le radiopharmaceutique, la dose et le protocole d'examen seront adaptés dans ce sens. Par exemple, pour une recherche d'embolie pulmonaire, on commencera toujours par la scintigraphie de perfusion et l'on ne réalisera la scintigraphie de ventilation que si la perfusion est anormale, en préférant alors le xénon 133 à un aérosol de technétium car

celui-ci a une élimination urinaire augmentant l'exposition utérine. Pour les radiopharmaceutiques à élimination urinaire, on augmentera la diurèse et la fréquence des mictions.

Examen thérapeutique pratiqué en cours de grossesse

Cette éventualité est extrêmement rare, car ce traitement n'est justifié que s'il évite à la mère un risque mortel. Dans la quasi-totalité des cas, le traitement peut être différé jusqu'à l'accouchement, notamment pour un traitement complémentaire de cancer thyroïdien. Le seul problème majeur est celui d'un examen thérapeutique réalisé au cours d'une grossesse méconnue. Il ne peut résulter que d'un concours de circonstances exceptionnel, car la pratique d'un test de grossesse avant une administration thérapeutique d'iode chez une femme jeune est la règle. Le plus souvent, la grossesse est à un stade précoce, avant la différenciation thyroïdienne, et la dose globale reçue par l'enfant est faible, de l'ordre de 3 mGy. La conduite à tenir est la même que pour un examen radiologique ayant intéressé le pelvis. Si la grossesse avait plus de 8 semaines au moment de l'administration d'iode ¹³¹ à dose thérapeutique, tout doit être fait pour limiter la dose reçue par la thyroïde foétale. L'administration d'iode stable sous forme d'iodure de potassium permet de bloquer partiellement la thyroïde foétale mais seulement dans un délai très court, inférieur à 12 heures. En fonction de la dose prévisible reçue par la thyroïde foétale, l'éventualité d'une interruption de grossesse sera discutée avec les parents.

En radiothérapie

Les cancers survenant à distance du pelvis (tête, cou, sein, membres) chez une femme enceinte peuvent être traités par radiothérapie sans dommage pour l'enfant, les doses cumulées à l'utérus restant en règle inférieures à 50 mGy. En revanche, toute irradiation du pelvis fait courir un risque vital à l'enfant. Lorsque l'utérus est en bordure de champ, le niveau de dose atteint peut atteindre le seuil des effets sur le système nerveux central (0,3 Gy). Ce niveau de dose augmente par ailleurs significativement le risque de cancer radio-induit. Les protocoles de traitement devront être adaptés à la grossesse selon les règles prônées par les associations de physiciens médicaux.

Dans le cadre d'une activité professionnelle

L'exposition des femmes enceintes employées dans un service utilisant les rayonnements ionisants a fait l'objet d'une analyse détaillée et de recommandations explicites de la CIPR 84 dont nous citerons de larges extraits. Ces recommandations, solidement étayées scientifiquement et tenant compte des réalités socio-économiques, dans le droit fil de la bonne gestion de la radioprotection, devraient désamorcer la phobie irrationnelle qui s'est parfois installée sur ce sujet dans ce milieu professionnel. Elles posent comme préambule des conditions extrêmement rigoureuses pour l'exposition du fœtus, considéré comme une personne du public : « Les limites

de dose pour le fœtus sont à peu près comparables à celles concernant la population générale. Cette approche est raisonnable, car si la mère a pu choisir une profession l'exposant au rayonnement, le futur enfant n'a quant à lui pas pris une telle décision. L'adoption d'une limite de dose rigide pour l'embryon ou le fœtus d'une femme enceinte professionnellement exposée pourrait poser des problèmes pratiques. [...]

Une fois que la grossesse est déclarée et que l'employeur en est averti, une protection supplémentaire du fœtus doit être envisagée. Les conditions de travail des travailleuses enceintes, après la déclaration de leur grossesse, doivent être telles que la dose supplémentaire que le fœtus risque de recevoir pendant le reste de la grossesse ne dépasse pas environ 1 mGy. Dans l'interprétation de cette recommandation, il est important de ne pas créer une discrimination inutile à l'égard des femmes enceintes. La travailleuse et l'employeur ont tous deux des responsabilités. La responsabilité première de la protection du fœtus incombe à la femme elle-même, qui doit déclarer sa grossesse à son employeur dès qu'elle en a confirmation ». Le décret 2003-296 du 31 mars 2003, transposant dans le Code de santé publique la directive Euratom 96/29 a repris cette position très prudente et précise (art. R231-77) : « En cas de grossesse, les dispositions sont prises pour que l'exposition, dans son emploi, de la femme enceinte soit telle que l'exposition de l'enfant à naître, pendant le temps qui s'écoule entre la déclaration de la grossesse et le moment de l'accouchement, soit aussi faible que raisonnablement possible, et en tout état de cause en dessous de 1 mSv. »

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. Cette rigueur n'en donne que plus de valeur à la recommandation suivante, répétant que la soustraction d'une femme enceinte à un poste sous rayonnement ne doit en aucun cas être systématique : « La limitation de la dose délivrée au produit de conception ne signifie pas qu'il soit nécessaire pour les femmes enceintes d'éviter totalement le travail sous rayonnement ou avec des substances radioactives ou qu'il leur soit interdit de pénétrer ou de travailler dans des zones surveillées ou contrôlées. Cela signifie en revanche que leurs employeurs doivent examiner soigneusement les conditions d'exposition des femmes enceintes. Leur emploi doit, en particulier, être tel que la probabilité de doses accidentelles et d'expositions élevées à des radionucléides soit insignifiante. »

Même si la reconnaissance du « droit à l'inquiétude » est inscrite dans le texte : « Le changement de poste pour un poste sans radio-exposition est parfois demandé par les travailleuses enceintes elles-mêmes, qui comprennent que les risques peuvent être faibles, mais qui ne souhaitent accepter aucune augmentation du risque. » 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 afin d'éviter des problèmes futurs au cas où l'employée mettrait au monde un enfant présentant une anomalie congénitale spontanée (ce qui

se produit à un taux d'environ 3 pour 100 naissances). Cette approche ne s'impose pas du point de vue de la radioprotection et elle n'est évidemment envisageable que si le service est suffisamment grand et polyvalent pour que d'autres personnes puissent occuper le poste devenu vacant. [...] Il est également possible d'affecter la femme à un poste pour lequel l'exposition ambiante est plus faible. En radiologie diagnostique, cela peut se traduire par le transfert de l'opératrice de la radiologie interventionnelle à la tomodensitométrie ou à toute autre zone où l'exposition au rayonnement diffusé est moindre. Dans les services de médecine nucléaire, une opératrice enceinte peut se voir imposer des limites en termes de temps passé dans la radiopharmacie ou à manipuler des solutions d'iode radioactif. En radiothérapie, lorsqu'il s'agit de manipuler des sources scellées, les opératrices ou infirmières enceintes peuvent être amenées à ne pas participer à la curiethérapie manuelle. Il existe de nombreuses situations où la travailleuse souhaite continuer à faire le même travail ou bien dans lesquelles l'employeur dépend de la travailleuse pour continuer à assurer une prise en charge adéquate des patients. Du point de vue de la radioprotection, cela est parfaitement acceptable à condition de pouvoir estimer de manière raisonnablement fiable la dose foétale et que celle-ci ne dépasse pas la limite recommandée de 1 mGy après la déclaration de la grossesse. Il serait raisonnable d'évaluer l'environnement de travail afin de garantir que l'exposition accidentelle à de fortes doses est improbable. »

Il faut à ce sujet rappeler que le niveau d'exposition très faible de la quasi-totalité des personnels des services de diagnostic, tel qu'il est mesuré par les procédures dosimétriques concerne la surface et qu'il est considérablement plus faible pour un fœtus, séparé de l'extérieur par l'épaisseur des organes et de la paroi abdominale de sa mère.

« La limite de dose recommandée concerne la dose foétale et n'est pas directement comparable à la dose mesurée sur un dosimètre individuel. Les dosimètres individuels portés par les travailleuses des services de radiologie diagnostique peuvent surestimer la dose foétale d'un facteur de 10, voire plus. Si le dosimètre est porté à l'extérieur d'un tablier en plomb, la dose mesurée peut même être environ 100 fois plus élevée que la dose foétale. Les personnes qui travaillent dans les services de médecine nucléaire ou de radiothérapie ne portent généralement pas de tablier de plomb et elles sont exposées à des énergies photoniques plus élevées. Malgré cela, il est improbable que les doses fœtales dépassent 25 % de la dose lue sur le dosimètre individuel. »

On voit que ces recommandations analysent très précisément les situations d'exposition et permettent de fournir une information objective aux femmes soumises professionnellement à une exposition radiologique.

Conclusion

Les situations d'exposition de l'enfant *in utero* dans le cadre de la pratique médicale sont très différentes selon le type de pratique. Pour le diagnostic,

en radiologie comme en médecine nucléaire, le risque malformatif est nul. La justification et l'optimisation des expositions s'imposent néanmoins pour tenir compte du risque de cancérogenèse différée. En curiethérapie métabolique par l'iode, le risque d'hypothyroïdie fœtale et de cancer secondaire peut généralement être prévenu par la pratique systématique d'un test de grossesse ou le report de la thérapeutique après la naissance. Pour la radiothérapie, où les doses fœtales peuvent être fortes, les risques cancérogènes sont avérés et le risque de maldéveloppement cérébral n'est pas nul mais le devenir de l'enfant est étroitement dépendant de la santé de sa mère. Il y a donc un choix rationnel à faire, où les dimensions éthiques et familiales doivent avoir toute leur place.

Vérifiez si vous avez assimilé les points importants de ce chapitre en répondant au questionnaire en fin d'ouvrage.

Pour en savoir plus

ICRP. Grossesse et irradiation médicale. (ICRP publication 84). *Annals ICRP* 1991. Oxford, Pergamon Press, 2000 ; trad. fr. EDP Sciences, Paris, 7 avenue du Hoggar, BP 112, F-91944 Les Ulis Cedex.

