

Conséquences sanitaires de l'exposition au tritium

Le connu et l'inconnu

Ce que l'on sait

Ce qu'il reste à faire

Approche méthodologique

- Etudes chez l'homme
- Etudes expérimentales
- Calcul (approche type radioprotection) selon les recommandations internationales (CIPR)

Ce que l'on sait

- Peu de choses.....

Etudes chez l'homme

- Peu de données épidémiologiques chez l'homme
- Travailleurs du nucléaire, exposition du public

Etudes épidémiologiques: travailleurs du nucléaire

- X 13 des cancers mortels de la prostate. 1985, 2002
- Augmentation de l'incidence des leucémies, de certains cancers (rectum, poumon), 2004
- Mais nombreux biais dans les études
 - Pas de dosimétrie
 - Pas d'exposition isolée au tritium
 - Autres facteurs

Effets chez les individus lourdement contaminés (professionnel)

- 2004/ 3460 Bq/litre dans les urines
- Changements morphologiques des granulocytes
- Diminution de l'activité enzymatique
- Aberrations chromosomiques lymphocytes

Etudes épidémiologiques: populations

- Source: études canadiennes (réacteurs de Bruce et de Pickering)
- x 1,4 des leucémies (ns)
- Augmentation mortalité néonatale (ns)
- Taux élevé d'anomalies congénitales
- Augmentation de 80% du syndrome de Down
- Anomalies du système nerveux central

Etudes expérimentales (mammifères)

- Fertilité: diminution des oocytes dans la descendance des mères contaminées
- Sensibilité des cellules germinales femelles
- Dans la descendance de parents contaminés: malformations congénitales, tumeurs

Au plan biologique

- Diminution de la division cellulaire (culture de cellules embryonnaires)
- Augmentation de la P53
- Apoptose de cellules cérébrales (descendance)
- Pycnocytose chez le nouveau né (cellules du cervelet)

Approche classique type radioprotection

- Effets pris en compte (appelés stochastiques): les cancers mortels et les effets héréditaires graves
- Calcul: ces effets sont déduits de la dose engagée par unité d'incorporation (DPUI) exprimée en Sv/Bq

La notion de dose

- Dose absorbée
- Dose équivalente W_R
- Dose efficace W_T
- Dose équivalente engagée: intégration du temps
- Dose efficace engagée: idem

Tritium : exemple de calcul de l'impact sanitaire aux limites demandées (INB de Golfech)

Le calcul fait apparaître, pour la population de référence vivant autour de la centrale (5km, 8172 personnes), un risque de $1,35$ à $1,6 \cdot 10^{-4}$ cancers mortels et $2,7$ à $3,2 \cdot 10^{-5}$ malformations génétiques graves selon la structure en âge de la population et par année de fonctionnement aux limites demandées pour le tritium.

Tritium: limites de l'estimation du risque selon la méthode de calcul classique

- Les effets possibles d'une contamination par le tritium ne se résument pas à un risque (certes faible) de cancer ou à des effets génétiques graves.

Finalemment, ce que l'on sait 1

- Épidémio: arguments en faveur d'une augmentation de certains cancers, de la mortalité néonatale, de certaines anomalies congénitales notamment du système nerveux

Finalemment, ce que l'on sait 2

- En cas de forte contamination:
- Modifications morphologiques de certaines cellules sanguines
- Modifications du métabolisme (activités enzymatiques)
- Aberrations chromosomiques

Finalemment, ce que l'on sait 3

- Expérimentalement:
- Incorporation à des molécules organiques
- Fertilité
- Division cellulaire
- Effets sur la descendance (cerveau)

Les questionnements 1

- Les risques sanitaires sont actuellement déduits des calculs de doses d'après les données « classiques » (CIPR notamment) et uniquement pour les cancers mortels et les effets héréditaires graves
- S'ils apprécient correctement une dose corps entier, ils n'ont guère de signification à l'échelon cellulaire et a fortiori moléculaire, ou la dose ponctuelle peut être beaucoup plus importante.
- Toute relation avec le surcroît de dose « autorisé » pour le public (1 mSv/an) n'a de même pas plus de sens, la dose au niveau d'une cellule pouvant être des dizaines de fois supérieure.

Les questionnements 2

- Une autre approche: la microdosimétrie consiste à chiffrer pour une exposition interne donnée, l'effet biologique en utilisant des modèles mathématiques permettant de suivre les dépôts d'énergie dans la matière, en fonction du spectre d'émission des électrons (Méthode de Monte-Carlo), et en utilisant un ADN modélisé. Ce type d'approche permet aussi de tenir compte de l'amplification de l'effet biologique des électrons de faible énergie sur l'ADN ou de particules à fort transfert d'énergie linéique

Et ce que l'on ne sait pas encore

- Effets autres que cancers et effets héréditaires: développement cérébral, reproduction, foetus
- Effets biologiques (EBR) selon
 - les différents modes de contamination (HTO, OBT)
 - les paramètres physiques de l'exposition: dose, débit de dose (irradiation chronique à faible dose et faible débit de dose)

En terme de conclusion

- Nécessité de poursuivre les recherches
 - Epidémiologiques (difficile)
 - Expérimentales