

ÉVALUATION DES IMPACTS DES REJETS DE TRITIUM DANS L'ENVIRONNEMENT ASSOCIÉS A UN REACTEUR A FUSION EN SITUATION ACCIDENTELLE

L. Vaillant¹, S. Lepicard¹, W. Raskob²

¹ **Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine du Nucléaire.
Route du Panorama, BP-48, 92263 Fontenay-aux-Roses CEDEX.**

² **Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Kern- und Energietechnik.
Bau 433, Postfach 3640, D-76021 Karlsruhe.**

Introduction

Une partie des recherches dans le domaine de la fusion vise à quantifier les termes sources des futures centrales à fusion et les impacts sur le public. Dans le cadre de l'évaluation des coûts externes de cette filière (Socio-Economic Research on Fusion, SERF) [1], il a été montré que pour un accident majeur hors dimensionnement (probabilité d'occurrence inférieure à 10^{-7} par an), le tritium était le contributeur majoritaire à l'impact radiologique, et pouvait entraîner des restrictions alimentaires (perte et destruction des produits contaminés) à l'échelle locale. Le CEPN, en partenariat avec FZK, dans le cadre d'un contrat financé par la Commission Européenne et le CEA, a réalisé une étude visant à évaluer ces restrictions alimentaires et les coûts associés. Cet article discute à la fois les valeurs de référence de concentration en tritium dans les produits alimentaires ainsi que les résultats du calcul de l'impact d'un rejet de tritium d'une centrale à fusion.

Synthèse de la réglementation

Le tritium fait l'objet d'un traitement spécifique dans la réglementation. Cependant, hormis le Canada et la Suisse, aucun pays ne dispose de valeurs réglementaires de concentration limite en tritium dans les produits alimentaires en situation accidentelle. À ce jour, les valeurs disponibles (Tableau 1) sont obtenues pour la plupart en appliquant des règles de calcul fournies par diverses institutions internationales et n'ont pas de caractères réglementaires. Notons néanmoins l'écart important entre les valeurs en cours de discussions au sein de la Commission Européenne (proches des valeurs réglementaires suisses) et celles calculées à partir des données de l'AIEA.

Tableau 1. Valeurs limites de concentration en tritium dans l'eau potable (Bq/L) ou les produits alimentaires (Bq/kg) en situation accidentelle

Institution ou pays	Valeurs limites pour le tritium
OMS	De 400 000 à 2 400 000 Bq/L ou kg suivant le type de produit
Codex	Valeur calculée (CEPN) : environ 1 000 000 Bq/L ou kg
AIEA	Valeur calculée (CEPN) : environ 1 000 000 Bq/L ou kg pour les produits agricoles courants et environ 100 000 Bq/kg ou L pour le lait, les produits destinés aux enfants et l'eau potable
CIPR	Valeur calculée (CEPN) : de 1 000 000 à 10 000 000 Bq/kg
CE*	De 4 000 Bq/kg ou L pour les produits destinés aux enfants en bas âge à 125 000 Bq/kg ou L (produits laitiers : 10 000 Bq/L; produits agricoles courants : 12 500 Bq/kg)
USFDA	Valeur calculée (CEPN) : 300 000 Bq/kg pour le tritium organique à 725 000 Bq/kg pour le tritium libre
Canada	30 000 Bq/kg pour le lait frais, 100 000 Bq/kg pour les produits destinés au commerce 100 000 Bq/L pour l'eau potable
Suisse	Seuil de tolérance de 1 000 Bq/kg ou L Valeur limite de 10 000 Bq/kg ou L pour les produits alimentaires usuels et l'eau potable, 100 000 Bq/kg pour les produits alimentaires de moindre importance, 3 000 Bq/kg pour les produits destinés aux enfants en bas âge.

* Valeurs en cours de discussion à la CE

Impacts radiologiques associés à un rejet accidentel de tritium

Les calculs réalisés avec le logiciel UFOTRI ont permis d'évaluer la dose individuelle, la dose collective, la concentration en tritium dans différents produits alimentaires et les surfaces agricoles concernées par un dépassement des valeurs réglementaires pour un rejet de 50 grammes de tritium¹ pour une zone de 0 à 100 km. Ces calculs ont été conduits pour :

- 3 sites (Flamanville, Marcoule en France et Neckar en Allemagne),
- 5 jeux de conditions météorologiques (rejet pendant la nuit, sous des conditions atmosphériques instables, le matin, par temps pluvieux ou sous des conditions météorologiques constantes),
- 2 hauteurs de rejet (10 ou 100 mètres) et 2 durées de rejet (1 ou 24 heures) du rejet.
- 2 jeux de valeurs réglementaires (Tableau 2).

Tableau 2. Jeux de valeurs réglementaires pour le tritium dans les produits agricoles en situation accidentelle

Produits agricoles	Valeurs en cours de discussion à la CE	Valeurs dérivées de l'AIEA
Lait (Bq/l)	10 000	220 000
Viande (Bq/kg)	12 500	280 000
Légumes verts (Bq/kg)	12 500	430 000
Pommes de terre (Bq/kg)	12 500	430 000
Céréales (Bq/kg)	12 500	370 000

¹ Quantité de tritium supposée relâchée pour un accident majeur hors dimensionnement.

Influence des paramètres de calculs

Dose individuelle

Les doses individuelles calculées à 1 km sont inférieures à 1 mSv. Cette valeur peut être dépassée à des distances plus grandes mais se situe toujours en deçà des niveaux d'intervention de la CIPR (10 mSv corps entier) ou de l'OMS (5 mSv corps entier). Un accroissement du temps de rejet conduit dans la plupart des cas à une diminution de la dose. Par ailleurs, en particulier sous des conditions atmosphériques stables, la hauteur du rejet peut avoir un poids plus important que la durée du rejet.

Doses collectives

Bien que cet indicateur soit assez controversé, la dose collective a été calculée sur une zone de 0 à 100 km afin de déterminer le coût associé à l'accident. Elle n'excède pas 150,2 homme.Sv, valeur obtenue pour site de Neckar caractérisé par une forte densité de population (363 habitants/km²). Selon le site, pour un même scénario, on observe un facteur 20 d'écart entre Neckar et Flamanville du fait de la différence de densité de population. Les conditions climatiques induisent, pour un même site, un facteur 2 à 3. A titre de comparaison, pour un réacteur REP 900 MW, la dose collective calculée pour la zone de 0 à 100 km pour un scénario accidentel (probabilité d'occurrence $5 \cdot 10^{-5}$ par an) varie de 213 à 59 200 homme.Sv [2].

Surfaces agricoles concernées par d'éventuelles restrictions

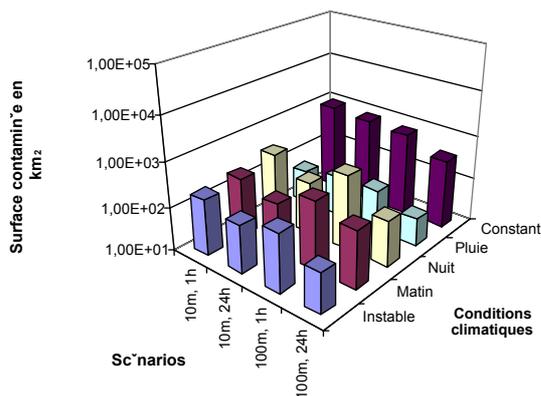


Figure 1. Surface agricole présentant un dépassement de la limite AIEA après 24 heures pour au moins un produit

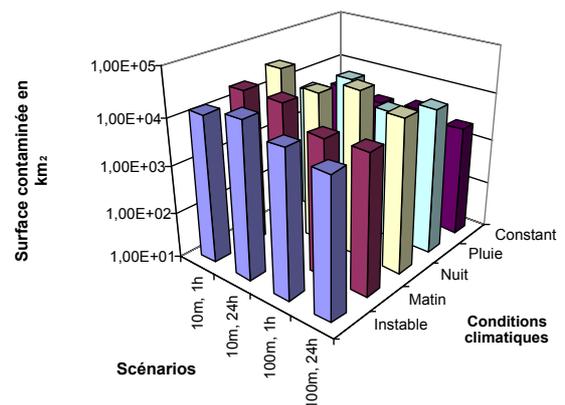


Figure 2. Surface agricole présentant un dépassement de la limite CE après 24 heures pour au moins un produit

Les Figures 1 et 2 indiquent l'influence du jeu de valeurs réglementaire considéré. La surface agricole pour laquelle on observe le dépassement d'une valeur limite pour au moins un produit peut varier d'un facteur 100 suivant que l'on choisisse l'un ou l'autre des jeux de

limites reportés dans le tableau 2. Dans le cas des valeurs les plus contraignantes (CE), jusqu'à 70% de la surface étudiée peut être concernée par une éventuelle mesure de restriction, soit environ 22 000 km² (pour une durée de 1 jour).

Conclusion

Le travail effectué a permis de calculer le coût associé à l'accident étudié. Les coûts directs associés aux effets sanitaires ont été calculés en appliquant la méthodologie ExternE [2], en considérant les facteurs de risques de la CIPR 60 et les coûts des effets sanitaires publié dans [3]. Les coûts directs des restrictions alimentaires sont calculés sur la base des capacités de production locales et du coût correspondant à leur perte totale, transport et destruction inclus [4] (Figure 3).

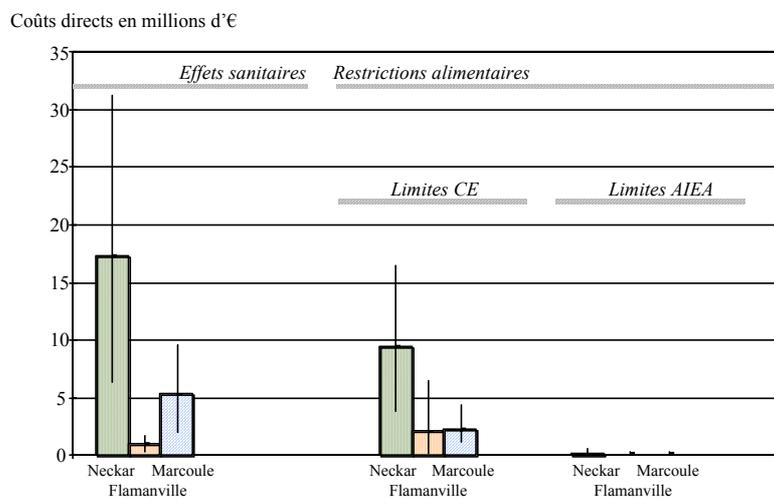


Figure 4. Coûts des effets directs associés à un rejet de tritium en scénario accidentel

Il est important de noter l'influence du choix des valeurs limites de tritium dans les produits alimentaires : pour les valeurs retenues les plus contraignantes, le coût direct des restrictions alimentaires est du même ordre de grandeur que le coût direct des impacts sanitaires.

Références

- [1] SCHNEIDER T., LEPICARD S., **Evaluation of radiological and economic consequences associated with an accident of a fusion power plant.** CEPN-NTE/00/08, September 2000.
- [2] DREICER M., TORT V., MANEN P., **Nuclear fuel cycle : Estimation of physical impacts and monetary valuation for priority pathways.** Report 234 CEPN, 1995.
- [3] COMMISSION EUROPÉENNE, **ExternE. Externalities of Energy.** Vol.7 EUR 19083, 1999.
- [4] SCHIEBER C., BENHAMOU C., **Unit costs to be used for the evaluation of the long term agricultural countermeasures.** RODOS(WG3)-TN-30, 1999.