

## Méthodes utilisées au CEA pour l'évaluation de l'impact des rejets atmosphériques des installations en fonctionnement normal

Marguerite MONFORT, Maud LAMBERT WENTZLER

CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon

[marguerite.monfort@cea.fr](mailto:marguerite.monfort@cea.fr), [maud.lambert-wentzler@cea.fr](mailto:maud.lambert-wentzler@cea.fr)

De par leurs activités, de nombreuses installations du CEA doivent réaliser une étude d'impact prescrite par le Code de l'Environnement, qui en décrit le contenu. Par ailleurs, ces impacts sont présentés dans les dossiers réglementaires exigés pour les sites et les installations du CEA (Installations nucléaires de base – INB, y compris INBs - secrètes, Installations individuelles – II, Installations classées pour la protection de l'environnement – ICPE, Sites et installations d'expérimentations nucléaires intéressant la défense – SIENID).

Afin que toutes les installations du CEA utilisent une approche homogène et commune dans leurs dossiers pour l'évaluation des impacts de leurs rejets, le pôle de compétences "Impact radiologique et chimique" du CEA a été chargé, par la Direction de la Protection et de la Sécurité Nucléaire (DPSN), de développer une méthode générique à appliquer quelle que soit l'installation concernée.

Les études d'impact intègrent les évaluations des impacts, d'une part à la population, (impact sanitaire), d'autre part à l'environnement. Ces deux évaluations peuvent être réalisées suivant une approche prédictive, avant rejet effectif, ou rétrospective, à partir des résultats de mesure caractérisant les effluents rejetés ou l'état de l'environnement.

L'évaluation de l'impact sanitaire est réalisée au groupe de référence ou à la personne représentative de la population riveraine du site concerné, tels que définis par la Directive Européenne 96/29, l'annexe 13-7 du code de la santé publique (CSP) ou l'article 4 (point 89) de la Directive Européenne 2013-59.

Les impacts sanitaires sont évalués à l'aide de la plate-forme CERES® (Code d'Évaluations Rapides Environnementales et Sanitaires). Cette plate-forme est destinée à l'évaluation des conséquences sur la population des rejets de substances présentant un risque radiologique et / ou chimique.

Les informations spécifiques à chaque site utilisées pour ces évaluations doivent être décrites, notamment les données météorologiques représentatives du site, les localisations et caractéristiques (classes d'âge, taux de présence, pertinence de la voie ingestion, rations alimentaires) des groupes de population, les natures de sol, les caractéristiques des végétaux, les rations des animaux... Ces informations sont intégrées dans les bases de données de la plate-forme CERES®.

L'évaluation de l'impact sanitaire se fait en trois étapes principales :

- identification et quantification des substances rejetées dans l'environnement,
- sélection des facteurs de transfert à l'homme correspondant à des scénarios d'exposition pertinents, ainsi que des coefficients de dose ou valeurs toxicologiques de référence (VTR),
- évaluation de la dose efficace annuelle ou évaluation des risques due aux concentrations inhalées et/ou ingérées.

Les calculs de dispersion atmosphérique des substances supposées être rejetées en situation normale selon un flux annuel continu sont réalisés avec le code GASCON. Le modèle de dispersion atmosphérique de ce code est validé par intercomparaison avec le code COTRAM, développé par l'IPSN.

La variabilité des conditions météorologiques pendant l'année est prise en compte dans le code GASCON à l'aide d'une "rose des vents" basée sur le traitement des observations météorologiques de vitesse et direction d'où vient le vent, de gradient thermique vertical et de pluie, réalisées sur la station météorologique du site ou enregistrées par une station de Météo France située à proximité, pendant au minimum une année complète. Ces observations sont classées entre diffusion faible (DF - gradient thermique vertical  $\gamma > -0,5^\circ\text{C} / 100 \text{ m}$ ), diffusion normale (DN -  $\gamma \leq -0,5^\circ\text{C} / 100 \text{ m}$ ) par temps sec et par temps de pluie dans 18 secteurs de  $20^\circ$ , centrés autour du rejet.

Le code GASCON estime les concentrations moyennes annuelles dans l'air et sur le sol, qui sont ensuite utilisées pour évaluer les transferts dans la chaîne alimentaire et l'impact. L'accumulation des substances sur le sol est prise en compte en supposant que les substances sont rejetées plusieurs années de suite, pour un même flux de rejet et des conditions météorologiques identiques. La décroissance radioactive et la filiation pendant le transfert et dans le dépôt sont prises en compte si besoin. Le code GASCON fournit les concentrations dans les productions agricoles d'origine locale : végétaux et aliments issus d'animaux ayant consommé des végétaux se trouvant dans la zone sous l'influence des rejets, après une ou plusieurs années de fonctionnement.

Pour les études d'impact sanitaire des rejets de radionucléides, la dose efficace annuelle, basée sur les concentrations ajoutées dans l'air, sur le sol et dans les produits agricoles d'origine locale, est calculée pour la population du (des) groupe(s) de référence. Les voies d'exposition sont :

- l'irradiation externe et l'inhalation lors du passage du panache,
- l'irradiation externe par les dépôts,
- l'ingestion, suite aux dépôts sur les végétaux lors du passage du panache atmosphérique ainsi que suite aux transferts depuis les dépôts sur le sol, caractérisée en prenant en compte une ration alimentaire représentative du site, du groupe et de la classe d'âge étudiés.

Si du tritium est présent dans les rejets atmosphériques, la dose liée à l'exposition par passage transcutané est estimée.

Les coefficients de dose utilisés pour l'évaluation des doses par irradiation externe par le panache et les dépôts proviennent du rapport Federal Guidance 12. Pour les doses internes par inhalation et ingestion, les coefficients de dose utilisés proviennent de l'arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces ; conformément à cet arrêté, un diamètre de particules de  $1 \mu\text{m}$  est retenu pour la voie inhalation pour le public.

La dose efficace est calculée en prenant en compte le nombre d'années de fonctionnement prévu de l'installation (cumul des dépôts dans l'environnement). L'impact estimé, présenté si nécessaire pour différentes classes d'âge (enfants de 1 à 2 ans, enfants de 10 ans et adultes), est comparé à la limite pour le public, mentionnée dans le code de la santé publique, qui est de  $1 \text{ mSv}$  par an.

La méthode retenue pour l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets chimiques reprend les recommandations de l'Institut national de Veille Sanitaire (InVS) et de l'Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS). L'impact sanitaire est estimé par comparaison des concentrations dans les milieux ou des quantités ingérées à des seuils de toxicité (Valeur Toxicologique de Référence - VTR) pour la population. Les VTR utilisées

proviennent de l'une des bases de données suivantes : ANSES, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA, indiquées dans la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) du 31 octobre 2014.

L'impact sanitaire par inhalation est estimé par comparaison des concentrations dans l'air à des valeurs de référence, exprimées en  $\text{mg}/\text{m}^3$ . L'impact par ingestion est estimé après avoir calculé les concentrations ingérées suite aux transferts dans les produits végétaux et animaux d'origine locale. La quantité ingérée par jour, par un adulte et/ou par des enfants, est estimée à l'aide des rations alimentaires représentatives du site.

Pour les substances avec effet de seuil, l'évaluation du risque est réalisée en calculant un quotient de danger (QD), aussi appelé Indice de Risque (IR), par inhalation et/ou par ingestion. Pour les substances sans effet de seuil, l'évaluation de l'exposition est effectuée par le calcul d'un excès de risque individuel pour la voie inhalation et/ou la voie ingestion.

La caractérisation des risques est réalisée au moyen des critères définis par l'INERIS, "*si les IR sont inférieurs à la valeur repère de 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, même pour les populations sensibles du fait des facteurs de sécurité adoptés pour le calcul des VTR. **Ce risque sera considéré comme nul.** Si les indices de risque sont supérieurs à 1, l'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue. Cette possibilité apparaît d'une manière générale d'autant plus forte que l'indice de risque augmente. Lorsqu'un IR est supérieur à 1, le nombre de cas d'effet toxique dans une population donnée n'est pas accessible mais l'apparition d'un effet toxique ne peut pas être exclue. Lorsqu'il est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, il n'y a théoriquement aucun cas*". L'excès de risque individuel (ERI) ne doit pas dépasser  $10^{-5}$  pour être considéré comme "non préoccupant".

Pour les évaluations d'impact des rejets de radionucléides sur l'environnement, des calculs d'activité dans l'air sont faits aux points définis dans le plan de surveillance. Les concentrations sont calculées, soit au point de retombée maximale si celui-ci se situe en-dehors du site, soit à une distance correspondant à la distance entre l'émissaire de rejet et la limite de site, dans le secteur le plus affecté par les rejets. L'évaluation d'impact environnemental des substances chimiques est réalisée par comparaison des valeurs de concentrations, calculées par le code GASCON, aux valeurs présentées dans le code de l'environnement (normes de qualité de l'air, niveaux critiques ou objectifs de qualité pour la protection de la végétation).