

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



Méthodes d'évaluation mises en œuvre au CEA pour l'évaluation de l'impact des rejets atmosphériques émis par les installations en situation normale

*M. Monfort, M. Lambert Wentzler
CEA DAM/ DIF*

marguerite.monfort@cea.fr, maud.lambert-wentzler@cea.fr

**Journées techniques SFRP
"Air & Radioactivité"**

www.cea.fr

Paris, 1 et 2 février 2017

Nécessité de réaliser des études d'impact et de danger, radiologique et chimique, pour la plupart des installations CEA

Au CEA :

- ✓ Installations Nucléaires de Base (INB)
- ✓ Installations Individuelles (II - INBS)
- ✓ Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)
- ✓ Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements soumis à la loi sur l'eau (IOTA)

- **Nombreuses installations, de régime réglementaire varié**
- **Différents interlocuteurs : ASN, ASND, appui technique, DREAL, MSNR ...**

Demande DPSN de mise en place d'une méthode homogène et cohérente entre les installations d'un même Centre CEA et entre tous les Centres CEA

- Action confiée au pôle de compétence "impact radiologique et chimique" du CEA
- Présentation de l'impact radiologique ou chimique des rejets potentiellement émis par ces installations en fonctionnement normal par voie atmosphérique

Nécessité de réaliser une étude d'impact dans les situations suivantes :

- installations classées **en projet** : création et extension
- installations classées **en fonctionnement** : demande possible de mise à jour de l'étude d'impact par arrêté complémentaire, sur proposition de l'inspection
- à l'occasion du **réexamen** des conditions d'autorisation
- en réponse à la constatation du **non-respect des prescriptions**, d'un impact avéré dans l'environnement, ...
- lorsque la situation l'exige : **modification** de l'installation ou de l'environnement, ...

cf. code de l'environnement

Évaluation de l'impact sanitaire et environnemental

- ✓ **Impact sanitaire** : impact sur la population vivant à proximité de l'installation, c'est-à-dire à la personne représentative (groupe de référence)

→ *personne recevant une dose, qui est représentative des personnes les plus exposées au sein de la population, à l'exclusion des personnes ayant des habitudes extrêmes ou rares (article 4.89 de la DE 2013-59)*

- ✓ **Impact sur l'environnement** : impact sur le biotope non humain en tant que tel et non en tant que comme voie de contamination possible de l'individu par ingestion

Réalisée de manière prospective, **par calcul**, ou à partir de **l'observation de l'état des milieux**

3 étapes :

1. Identification des dangers
2. Évaluation de la relation dose-réponse
3. Évaluation de l'exposition

éventuellement suivies d'une caractérisation des risques (impact chimique)

Sélection des substances

✓ Risque radiologique

- ✓ Isotopes présents dans le spectre défini par l'installation ou dans le spectre complémentaire
 - isotopes du spectre de référence : si activités volumiques mesurées inférieures ou égales au seuil de décision, prise en compte du seuil de décision et du débit d'émission
 - isotopes du spectre complémentaire retenus si activités volumiques mesurées supérieures au seuil de décision

✓ Risque chimique

- ✓ Approche proportionnée aux enjeux de la protection des intérêts
- ✓ Utilisation d'un guide CEA, déterminant des règles de sélection des substances notamment en fonction de leur toxicité

➤ Risque radiologique

- ✓ Détermination des voies d'exposition (fonction des groupes étudiés), des coefficients de dose ou DPUI à utiliser :
 - Coefficients dose externe : Federal Guidance 12
 - DPUI : arrêté 1^{er} septembre 2003
 - Autres références si valeurs non disponibles

➤ Risque chimique

- ✓ Recherche des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) fonction de la voie et de la durée d'exposition dans les bases de données présentées dans la **note d'information de la DGS d'octobre 2014**, en respectant les critères et les ordres de sélection
 - substances à effet de seuil - risque non cancérigène (VTR) et / ou substances sans effet de seuil (ERU - excès de risque unitaire)
 - substances sans VTR : utilisables comme traceur d'émission
 - Nécessité de veille sur validité VTR



- **Mêmes modèles de dispersion dans l'atmosphère pour les risques radiologique et chimique**
 - modèle gaussien, utilisant par défaut les écarts-types de Doury
 - modèle spécifique si besoin (tritium notamment)
- **Mêmes modèles de transfert dans la biosphère pour les rejets d'éléments chimiques pour les risques radiologique et chimique**
 - modèles spécifiques pour le tritium et $^{14}\text{C CO}_2$
- Travail sur les modèles de transfert dans la biosphère pour les substances de type organique
 - difficultés pour validation du modèle mis en place
- **Modèles intégrés dans les plate-forme CERES® radiologique et chimique, développées en interne CEA**



Plate-forme CERES®

- ✓ Codes de calcul de dispersion associés à un module d'impact, utilisant des **bases de données non modifiables par l'utilisateur**
 - ✓ Environ **800 isotopes** : périodes, filiations, coefficients de dose externe (FG12), DPUI par inhalation - plusieurs diamètres et clairance pulmonaire pour les aérosols - et par ingestion, pour plusieurs classes d'âge, facteurs de transfert racinaire, facteurs de translocation, facteurs de transfert vers les animaux ...
 - ✓ Environ **200 substances** chimiques, avec seuils de toxicité en situation accidentelle et VTR pour les rejets "normaux"
 - Seuil à utiliser par défaut proposé par le pôle, non obligatoire
 - Possibilité d'ajout de VTR par l'utilisateur pour le calcul en cours
- **Modification des bases de données par le pôle** ; si besoin, ajout d'isotopes ou de substances par le pôle

Plate-forme CERES®

- ✓ Bases de données "site"
 - coordonnées X, Y, Z des émissaires
 - conditions météorologiques (rose des vents)
 - groupes de population, avec rations alimentaires
 - caractéristiques des végétaux et rations des animaux
 - nature des sols

- Même type de base de données pour risque radiologique et chimique
- Modifications **gérées par le site** et distribuées aux utilisateurs du site, à DPSN et au pôle

Caractéristiques des rejets

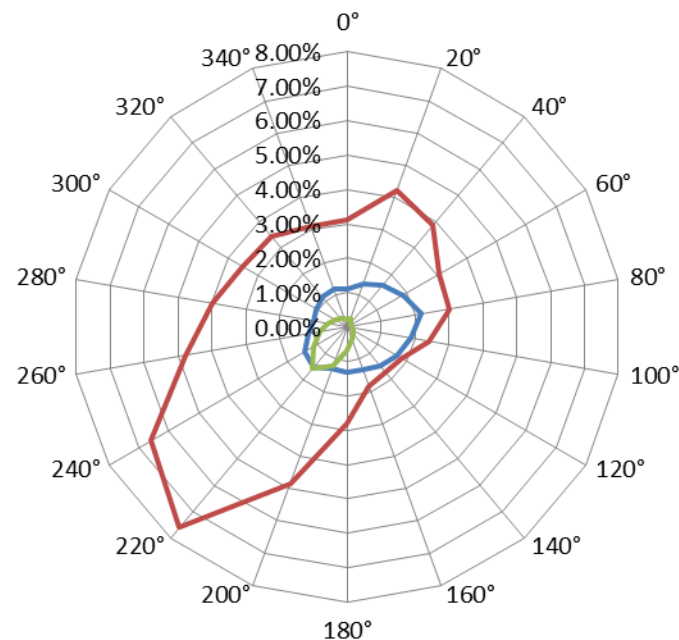
- Travail à partir de fichiers-types Excel® ; spectres types des installations ou des rejets des Centres

Caractéristiques des émissaires

- Coordonnées x, y en mètres Lambert II étendu et hauteur z par rapport au sol
- Pas de prise en compte des débits de ventilation dans la dispersion

Rose des vents :

- Établie à partir des données météorologiques, observées sur le site ou à proximité pendant 1 ou plusieurs années
- Classement des conditions météorologiques selon le gradient thermique vertical (stabilité atmosphérique DN / DF) et la présence ou non pluie (uniquement en DN)
- Conditions météo réparties en 18 secteurs de 20° centrés autour du rejet (nord = secteur de 350 à 10°)



Personne représentative

- Définie à partir des lieux de vie ("points prédéfinis"), sous le vent ou non : utilisation de la vraie localisation dans l'espace
- Points prédéfinis : coordonnées x, y en mètres Lambert II étendu
- Prise en compte d'habitudes alimentaires représentatives du site (enquêtes alimentaires autour de quelques sites)
- Possibilité d'utiliser plusieurs origines "locales" pour les productions agricoles végétales et animales

- **Groupes constitués de 3 classes d'âge**, si pertinent, en cohérence avec les indications de la publication CIPR 101 pour le choix des DPUI
 - Consommations annuelles fonction de la classe d'âge
 - Débits respiratoires fonction de la classe d'âge (volume d'air moyen inhalé par an)

Caractéristiques de l'environnement

- Liste des végétaux consommés par les personnes ou les animaux et caractéristiques : rendement, durée occupation du sol, durée de récolte ou de croissance, taux de matière sèche, indice foliaire, rapport de captation, profondeur racinaire
- Quantité consommée par les animaux et durée de consommation
- Pas de prise en compte des opérations de préparation des aliments
- Nature des sols : composition, densité

Tritium

- Transformation HT > HTO > TOL dans l'environnement
- Dose transcutanée (50% de la dose par inhalation due à HTO)

C14 CO₂

- Calcul par équilibre avec le C stable de l'air

Radon

- Méthode énergie alpha potentielle (arrêté du 01/09/2003)
- Calcul de facteurs d'équilibre avec la chaîne de décroissance

- Selon le groupe étudié et selon la nature du rejet, prise en compte des expositions par irradiation par le panache et les dépôts, passage transcutané (rad), inhalation, ingestion avec une ration alimentaire représentative du site (en base de données)
- Calcul de l'impact annuel mais prise en compte de l'accumulation des dépôts sur la durée prévue de fonctionnement de l'installation ou de l'opération
- Prise en compte de l'impact cumulé des installations présentes sur un centre

Risque chimique

Calcul de quotient de danger (QD) ou d'excès de risque individuel (ERI) à l'aide des seuils en base de données

$$QD_{inh} = \frac{C_{mi}}{CJT}$$

$$QD_{ing} = \frac{DJE}{DJT}$$

$$ERI_{inh} = C_{mi} * ERU_{inh}$$

$$ERI_{ing} = DJE * ERU_{ing}$$

C_{mi} : concentration moyenne inhalée, en mg/m^3

DJE : dose journalière d'exposition, en $mg/kg/j$

CJT : concentration journalière tolérable ou "concentration de référence" (VTR), en mg/m^3

DJT : dose journalière tolérable ou "dose de référence", en $mg/kg/j$

ERU_{inh} : excès de risque unitaire pour la voie inhalation, en $(mg/m^3)^{-1}$

ERU_{ing} : excès de risque unitaire pour la voie orale, en $(mg/kg/j)^{-1}$

Risque radiologique

- ✓ Comparaison de l'impact annuel calculé à la limite annuelle pour le public :

1 mSv par an (CSP)

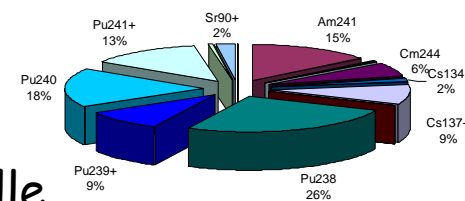
Risque chimique (INERIS)

- si $QD < 1$, survenue du risque peu probable : Risque nul
- si $QD > 1$, apparition du risque préoccupant non exclue
- si $ERI < 10^{-5}$, pas de risque
- si $ERI > 10^{-5}$, apparition du risque non exclue

Sorties prédéfinies

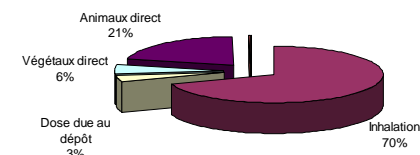
✓ Tableaux et graphiques

- Contribution des isotopes à la dose efficace annuelle
- Contribution des voies d'exposition à la dose efficace annuelle
- Activité ajoutée dans l'air, le sol et les aliments



✓ Hypothèses

- Caractéristiques des isotopes (périodes, coefficients dose, transfert dans les aliments...)
- Caractéristiques des groupes
- Données météorologiques
- ...



- Afin d'assurer la traçabilité des études et favoriser les échanges avec l'appui technique de l'AS

➤ Impact sur l'environnement

- Atteinte aux écosystèmes
- Dégradation des ressources naturelles

➤ Risque radiologique

- Approche graduée, basée sur des résultats d'activité ajoutée dans les milieux

➤ Risque chimique

- Comparaison des activités dans l'air aux valeurs limites pour la végétation ou aux valeurs de "qualité de l'air" (OMS)
- Si ratio < 1, pas d'impact

Mise en place d'une méthode à appliquer par les installations et Centres CEA afin d'assurer la cohérence des dossiers transmis aux autorités

En accompagnement, développement des plateformes CERES® pour l'évaluation cohérente et harmonisée des impacts radiologiques et chimiques des installations (ou des Centres) du CEA

Outils possédant des bases de données (substances et sites), pour homogénéisation des données de base des calculs pour un Centre, voire entre les Centres, pour les différents risques

Outils **modulaires et évolutifs**, selon les besoins des utilisateurs ou les exigences de la réglementation

Merci de votre
attention

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Direction des applications militaires

Centre de Bruyères-le-châtel | 91290 ARPAJON Cedex

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019