



Note N° 09-24

**RECOMMANDATIONS FORMULEES A L'ISSUE DE
L'ETUDE DOCUMENTAIRE
« IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ACTIVITE
DU CENTRE NUCLEAIRE DE CADARACHE »**

**Etude effectuée par le laboratoire de la CRIIRAD
pour la CLI de Cadarache**

Version du 4 mai 2009.

Responsable d'étude : **Bruno CHAREYRON**, ingénieur en physique nucléaire,
responsable du laboratoire de la CRIIRAD.

Participation à la mission de terrain : **Christian COURBON**, technicien spécialisé

Assistance secrétariat : **Jocelyne RIBOUËT**, assistante de laboratoire.

LABORATOIRE DE LA CRIIRAD
471, Avenue Victor Hugo, 26000 Valence
☎ 04 75 41 82 50 📠 04 75 81 26 48
<http://www.criirad.org> laboratoire@criirad.org

1 Recommandations

Compte tenu de l'analyse développée dans le rapport d'étude N°08-167, la CRIIRAD a proposé un certain nombre de recommandations à la CLI (cf. note CRIIRAD N°09-19 remise en séance plénière du 15 avril 2009).

Leur objet est d'améliorer la surveillance de l'impact radiologique du site nucléaire de Cadarache, l'information du public et des riverains et, dans certains cas, d'étudier la possibilité de réduire cet impact en application du principe d'optimisation de la protection.

Ces recommandations sont classées ci-dessous par voie de transfert à l'homme. Chaque recommandation est précédée d'une lettre associée à la voie de transfert :

- R = Exposition Externe
- A = Rejets radioactifs à l'atmosphère
- D = Rejets radioactifs en Durance
- E = Eaux de ruissellement et eaux souterraines

Le tableau récapitulatif TR en fin de ce document reprend la liste des recommandations, précise leur intitulé, leur objet, et l'acteur susceptible de les mettre en œuvre.

L'objet est classé selon 3 catégories :

- Connaissance : la mise en œuvre de la recommandation doit permettre d'améliorer les connaissances sur l'impact radiologique du site de Cadarache à travers la réalisation de mesures complémentaires.
- Information : les données scientifiques existent déjà mais l'objet de la recommandation est de les rendre accessibles au grand public.
- Optimisation : l'objet de la recommandation est de mettre en œuvre une étude de faisabilité de réduction de l'impact.

Ces recommandations pourront être discutées et structurées par priorités et faisabilité à l'issue de la présentation à la CLI effectuée le 15 avril 2009.

1.1 Exposition externe

Impact lié au transport

[R 1] Mise en place d'un recueil systématique des valeurs de débit de dose au contact et à 2 mètres des véhicules de transport de matières radioactives entrant et sortant du site de Cadarache. Elaboration par le SPR-CEA d'un bilan annuel à inclure dans le rapport environnement.

[R 2] Vérification, au moyen d'un questionnaire, des consignes données aux chauffeurs des véhicules de transport de matières radioactives concernant les conditions de stationnement lors des pauses en cours de trajet et lors des situations anormales (embouteillages, incidents de circulation). L'analyse des informations contenues dans ce questionnaire permettra de consolider les estimations du CEA concernant les temps de présence du public à proximité des véhicules.

[R 3] Elaboration par la CLI d'une campagne d'information à l'attention des riverains (réunion publique ciblée sur le thème du transport, revue de la CLI, site internet de la CLI) les invitant à ne pas stationner inutilement à proximité de véhicules transportant des matières radioactives, ces véhicules étant facilement reconnaissables au moyen de l'affichage réglementaire (trèfle radioactif) sur les parois du chargement.

[R 4] Matérialisation au sol, sur le parking à l'entrée du site de Cadarache d'une aire dédiée aux véhicules de transport de matières radioactives avec prise en compte d'une distance de sécurité.

Mesures en continu

[R 5] Fixation d'un seuil d'investigation en débit de dose, au niveau le plus bas raisonnablement possible pour les 5 stations de mesure en continu. Au-delà de ce seuil, une recherche des causes de l'anomalie doit être engagée.

Dosimétrie à la clôture

[R 6] Publication de la cartographie radiométrique hélicoptérée de 2001 avec une échelle plus fine pour les débits de dose proches du niveau naturel.

[R 7] Réalisation d'un plan compteur le long de la clôture du site au moyen d'un scintillomètre à temps de réponse rapide et avec un maillage serré (10 mètres).

Ces 2 actions permettront de dresser une liste des zones de la clôture qui présentent un débit de dose supérieur au bruit de fond naturel. Ceci permettra de vérifier si le positionnement des dosimètres de clôture rend bien compte de l'exposition ajoutée à la clôture.

[R 8] En cas de modification des installations ou de création d'installations susceptibles de conduire à une modification durable du champ de radiation à la clôture, mise en place de nouvelles stations de surveillance de l'exposition externe à la clôture. L'emplacement des capteurs sera choisi à l'issue d'une étude théorique du champ de radiation et après réalisation d'un plan compteur à la clôture dans la zone d'influence de l'installation.

[R 9] Sensibilisation des riverains (panneau de signalisation) pour éviter un stationnement inutile au droit des portions des clôtures qui présentent un débit de dose supérieur au niveau naturel (cas du secteur de la porte de Bargette).

Neutrons

[R 10] Réalisation d'une campagne de mesure du débit de dose neutronique en proximité des installations susceptibles d'émettre ce type de rayonnement, identification des zones de la clôture sous influence et mise en œuvre d'une dosimétrie neutronique de clôture sur ces zones.

1.2 Rejets radioactifs à l'atmosphère

Considérations générales

[A 1] Elaboration pour chaque installation (INB et ICPE) d'un document technique détaillé explicitant la nature et l'origine des substances radioactives susceptibles d'être rejetées en fonctionnement normal, la fréquence des rejets au cours de l'année, les moyens mis en œuvre pour limiter les rejets (conception de l'installation, filtration des effluents atmosphériques, capacités tampon pour permettre une décroissance de la radioactivité), les hypothèses retenues pour l'évaluation quantitative des rejets. Ce document devra préciser - lorsqu'une substance radioactive est identifiée dans le terme source - pourquoi elle fait l'objet d'une simple « vérification d'absence » à l'émissaire ou au contraire d'une quantification des rejets avec fixation de limites de rejet.

[A 2] Métrologie des rejets : réalisation par le CEA d'une synthèse technique explicitant les difficultés rencontrées pour mesurer les rejets radioactifs à l'atmosphère, les solutions techniques mises en œuvre et leurs limites (incertitudes liées à l'échantillonnage et à la mesure).

[A 3] Réalisation par le CEA dans le rapport environnement d'une interprétation scientifique détaillée de l'évolution des paramètres radiologiques suivis (air, précipitations) en fonction des rejets effectifs des installations. Cette analyse devra préciser s'il s'agit essentiellement de rejets effectifs ou de rejets majorés correspondant à des limites de détection et faire ressortir les situations où les rejets ponctuels d'une installation ont conduit à un impact mesurable dans l'environnement. Cette amélioration de la lisibilité des résultats de la surveillance environnementale est attendue en particulier pour le tritium et les gaz rares dans l'air ambiant pour lesquels il serait utile que les résultats des 3 à 4 stations de surveillance soient présentés sous forme de courbes avec une échelle adaptée à la variabilité du paramètre surveillé.

[A 4] Des erreurs ont été détectées dans les rapports environnement de ces dernières années (par exemple résultats portant sur le tritium dans l'air). Le prochain rapport environnement devrait expliciter ces erreurs.

[A 5] Réflexion sur la possibilité de développer des dispositifs de test des systèmes de filtration de l'air et des dispositifs de surveillance de la radioactivité de l'air sans conduire à des rejets radioactifs lors des tests.

Tritium et carbone 14

[A 6] Abaissement de la limite de détection pour le tritium dans les précipitations sur au moins une station sous influence choisie en fonction de son exposition potentielle. La limite de détection visée est de l'ordre de 2 Bq/l.

[A 7] Publication des résultats de surveillance de l'activité volumique du carbone 14 dans l'air ambiant en Bq/m³ et en Bq C14 / kg C.

[A 8] Détermination des taux d'émission typique en tritium des colis de déchets tritiés et publication des limites fixées par INB.

[A 9] Réalisation d'une cartographie des concentrations en carbone 14 et tritium organiquement lié dans la végétation au droit du site et dans son environnement proche. L'espèce végétale est à choisir en fonction de sa disponibilité à l'échelle du site (par exemple feuilles de chêne vert, de thym, aiguilles de pin). Les mesures devront porter sur la même espèce en chaque station. Les stations devront être choisies en fonction des termes source connus. Par exemple, une campagne de mesure est recommandée lors de campagnes de transfert de distillats tritiés via les bassins de 3 000 m³. Une campagne à grande échelle permettra de valider la fourchette de variation de la teneur spécifique Bq C14/ Kg C.

[A 10] Reconstitution de l'impact des rejets historiques de tritium et carbone 14 par réalisation d'une campagne de mesure portant sur les cernes de croissance d'arbres de la même espèce en 4 stations minimum (2 stations de référence à plus de 10 kilomètres des limites du site de Cadarache et hors influence de sources locales connues de tritium et carbone 14) et 2 stations en champ proche choisies en fonction des émissaires de rejet et de la rose des vents.

Gaz rares

[A 11] Pour les gaz rares dont la surveillance porte en fait sur une activité globale exprimée en équivalent radon, il serait utile de superposer les courbes obtenues avec celles issues de la surveillance en continu de l'activité volumique du radon 222 effectuée à l'intérieur du site en proximité des INB 164 et 56.

[A 12] Pour les gaz rares, le dispositif de surveillance actuel pourrait être complété par la réalisation de campagnes ponctuelles d'échantillonnage de l'air, avec analyse en différé en laboratoire. Ces campagnes permettraient de préciser le niveau réel de concentration en krypton 85 dans l'air ambiant sans risque d'interférence avec le radon 222 naturel. Elles pourraient être programmées en fonction des rejets les plus importants prévus dans l'année.

Radon 222

[A 13] Transmission à la CLI des résultats détaillés des expérimentations ayant permis d'évaluer la quantité de radon diffus qui émane des installations (INB et ICPE) en fonction de la nature des déchets radifères entreposés.

[A 14] Transmission des résultats des campagnes de mesures spécifiques de l'activité volumique du radon 222 effectuées dans l'environnement de l'INB 56.

[A 15] Ajout dans le rapport environnement annuel du CEA, des mesures de radon effectuées dans l'environnement proche de certaines ICPE en complément aux 2 stations radon implantées à proximité des INB 164 et 56.

[A 16] Réalisation d'une campagne de mesure ponctuelle de l'activité volumique du radon 222 en un nombre suffisant de stations en champ proche des INB et ICPE contenant des déchets radifères.

[A 17] Réalisation d'une campagne d'échantillonnage de la couche superficielle du sol (et / ou de bioindicateurs atmosphériques) dans l'environnement proche des INB et ICPE contenant des déchets radifères (INB 56, ICPE 420, ICPE 465, ICPE 411). Une analyse par spectrométrie gamma de ces échantillons permettrait le dosage des radionucléides de la chaîne de l'uranium 238 (dont plomb 210) et du thorium 232.

1.3 Rejets radioactifs en Durance

Considérations générales

[D 1] Justification de la stratégie de séparation entre effluents envoyés vers le réseau « effluents industriels » et effluents envoyés pour traitement à l'INB 37.

[D 2] Justification de l'établissement des seuils en dessous desquels les effluents douteux peuvent être déversés dans le réseau des effluents industriels : 74 000 Bq/l (tritium), 74 Bq/l (bêta-gamma) et 10 Bq/l (alpha).

[D 3] Publication par le CEA de l'ensemble des résultats des analyses par spectrométrie gamma (y compris uranium 238 et descendants, uranium 235 et descendants, descendants du thorium 232, potassium 40) effectuées sur les boues de curage des bassins de 3 000 m³ et réalisation d'analyses radiochimiques complémentaires (en particulier dosage des isotopes de l'uranium et du plutonium, carbone 14, OBT, strontium 90). Ceci permettra d'établir la liste des radionucléides présents et de vérifier qu'ils sont intégrés au plan de surveillance de l'environnement aquatique.

[D 4] Validation de l'évaluation de l'activité rejetée par comparaison entre résultat déclaré (aliquote mensuel issu de prélèvements journaliers sur l'hydrocollecteur en aval des bassins de 3 000 m³) et activité mesurée dans le bassin de 3 000 m³ avant vidange.

[D 5] Publication par le CEA de l'ensemble des résultats des analyses par spectrométrie gamma (y compris uranium 238 et descendants, uranium 235 et descendants, descendants du thorium 232, potassium 40) effectuées sur plantes aquatiques, sédiments et poissons.

[D 6] Fixation d'un critère de décision pour le ratio bêta global / potassium 40 (sédiments, plantes aquatiques) au-delà duquel est recherchée l'origine de l'activité bêta globale excédentaire.

Eaux de la Durance

[D 7] Publication dans le rapport annuel environnement des résultats du contrôle de l'activité alpha globale, bêta globale et du tritium dans l'eau de la Durance au pont Mirabeau (aliquote hebdomadaire) sous forme graphique avec mention des campagnes de rejets de distillats tritiés.

[D 8] Formalisation des limites de détection à atteindre sur la détermination des indices d'activité alpha et bêta globale et des niveaux à partir desquels une suspicion d'impact anthropique justifie une analyse plus poussée par spectrométrie gamma et / ou radiochimie.

Plantes aquatiques

Il semble difficile de disposer des mêmes espèces aux différentes stations d'échantillonnage en amont et en aval du point de rejet.

[D 9] Afin d'avoir une vision plus fine des impacts, pourrait être étudiée la faisabilité d'une implantation artificielle de bryophytes compatibles avec l'environnement local et connues pour leur capacité de bioconcentration (par exemple de type fontinalis).

[D 10] Dans la mesure du possible il serait utile de prévoir l'échantillonnage des plantes aquatiques en fonction des campagnes de rejets de distillats tritiés.

Sédiments

[D 11] Publication par le CEA de la granulométrie des sédiments et des taux de matières sèches.

[D 12] La surveillance des sédiments est très difficile compte tenu du régime torrentiel de la Durance. Cette surveillance pourrait être facilitée par l'installation de pièges à sédiments.

[D 13] Elle pourrait être complétée par la recherche d'un secteur soumis aux débordements de la Durance en aval proche du rejet où pourraient être effectués de manière ponctuelle des contrôles de type « terre de berges ».

[D 14] Afin d'approfondir la question de l'impact des rejets « historiques », il serait utile d'étudier la faisabilité de l'échantillonnage d'une carotte de sédiments en Durance au niveau d'une zone de retenue.

1.4 Eaux de ruissellement et eaux souterraines

Eaux souterraines

[E 1] Explications de la stratégie de positionnement des piézomètres et du choix des piézomètres « réglementaires ».

[E 2] Publication par le CEA d'une synthèse de tous les résultats de surveillance des piézomètres depuis 1997 (début de l'archivage informatique en base de données).

[E 3] Formalisation des limites de détection à atteindre sur la détermination des indices d'activité alpha et bêta globale et des niveaux à partir desquels une suspicion d'impact anthropique justifie une analyse plus poussée par spectrométrie gamma et / ou radiochimie.

[E 4] Réalisation de carottages de sol et/ ou implantations de piézomètres spécifiques au droit d'une sélection de zones de fuite du réseau des effluents suspects.

[E 5] Réalisation d'une campagne de radiamétrie de surface au droit des canalisations du réseau des effluents industriels ayant présenté des fuites.

Eaux sanitaires

[E 6] Publication par le CEA de l'ensemble des résultats des analyses par spectrométrie gamma effectuées sur les boues sanitaires et réalisation d'analyses radiochimiques complémentaires (en particulier dosage des isotopes de l'uranium et du plutonium, carbone 14, OBT, strontium 90, etc..).

Eaux de ruissellement

[E 7] Formalisation des limites de détection à atteindre sur la détermination des indices d'activité alpha et bêta globale et des niveaux à partir desquels une suspicion d'impact anthropique justifie une analyse plus poussée par spectrométrie gamma et / ou radiochimie.

[E 8] Mise en œuvre d'une surveillance sur les sédiments (et si possible bioindicateurs) du ravin de la Bête et de la zone aval Technicatome en plusieurs stations et réalisation d'un carottage de sédiments dans le ravin de la Bête (en aval des bassins de 3 000 m³) et dans la zone aval Technicatome (étude historique).

TR / Tableau récapitulatif des recommandations CRIIRAD (2 pages)

Code	Intitulé	Objectif	Acteur
R 1	Recueil débit dose transport et bilan annuel	Connaissance	CEA
R 2	Questionnaire aux chauffeurs	Connaissance	CEA
R 5	Seuil d'investigation débit de dose en continu	Connaissance	CEA
R 6	Cartographie héliportée de 2001: re-édition carte avec échelle modifiée	Connaissance	CEA
R 7	Plan compteur le long de la clôture (maille 10 mètres)	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
R 8	Evolution du plan de surveillance à la clôture	Connaissance	CEA
R 10	Evaluation dose neutrons dans le site et à la clôture	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
A 6	Abaissement limite détection tritium pluie à 2-3 Bq/l	Connaissance	CEA
A 8	Publication des taux d'émission de tritium des colis de déchets tritiés	Connaissance	CEA
A 9	Cartographie C14 et OBT végétaux	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
A 10	Mesure C14 et OBT dans anneaux de croissance arbres	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
A 12	Campagne de mesure gaz rares avec limite de détection basse	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
A 16	Campagne mesure radon dont références	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
A 17	Campagne mesure spectro gamma (dont plomb 210) sol et bioindicateurs	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
D 3	Publication caractérisation radiochimique boues bassins 3 000 m3 et caractérisation complémentaire (U, Pu, C14, OBT, SR90)	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
D 5	Publication résultats spectro gamma complète sur poissons, sédiments et plantes aquatiques	Connaissance	CEA
D 6	Fixation critère ratio Bêta global / K 40 pour poissons, sédiments et plantes aquatiques au-delà duquel des investigations complémentaires sont effectuées	Connaissance	CEA
D 8	Eau Durance : fixation limites basses sur indices alpha-bêta justifiant levée de doute "impact anthropique"	Connaissance	CEA
D 9	Etude faisabilité implantation de bryophytes exogènes pour suivi Durance	Connaissance	CEA
D 10	Plannification campagne échantillonnage plantes aquatiques Durance en fonction rejets distillats tritiés	Connaissance	CEA
D 12	Installation de pièges à sédiment pour suivi Durance	Connaissance	CEA
D 13	Campagne mesure terres berges (inondable) Durance aval rejet	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
D 14	Campagne mesure carotte sédimentaire en Durance aval rejet (zone humide, retenue)	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
E 3	Eaux souterraines : fixation limites basses sur indices alpha-bêta justifiant levée de doute "impact anthropique"	Connaissance	CEA
E 4	Campagne mesure carottages sol et piezomètres nouveaux près des zones de fuites du réseau "industriel"	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
E 5	Campagne de mesure radiamétrique de surface au droit des canalisations du réseau "effluents industriels"	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
E 6	Publication caractérisation radiochimique boues sanitaires et caractérisation complémentaire (U, Pu, C14, OBT, SR90)	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
E 7	Eaux ruissellement : fixation limites basses sur indices alpha-bêta justifiant levée de doute "impact anthropique"	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur
E 8	Campagne mesure sédiments et bioindicateurs ravin de la Bête et aval Technicatome dont carottage	Connaissance	CEA et/ ou expert extérieur

TR / Tableau récapitulatif des recommandations CRIIRAD (suite)

A 1	Documentation technique rejets atmosphériques par INB	Information	CEA
A 2	Documentation technique métrologie rejets atmosphériques	Information	CEA
A 3	Interprétation des évolutions des paramètres radioécologiques	Information	CEA
A 4	Rectificatif sur erreurs des rapports environnement antérieurs	Information	CEA
A 7	Résultats carbone 14 air en Bq C14 / kg C	Information	CEA
A 11	Superposition courbes suivi gaz rares (air extérieur) et suivi radon	Information	CEA
A 13	Documentation sur évaluation rejets diffus de radon (INB et ICPE)	Information	CEA
A 14	Résultats mesures radon proximité INB 56	Information	CEA
A 15	Publication mesures radon proche ICPE	Information	CEA
D 2	Justification des seuils en activité volumique "effluents douteux"	Information	CEA et/ou ASN
D 4	Etude cohérence entre rejet mesuré hydrocollecteur aval bassins 3 000 m3 et analyse ponctuelle bassin avant rejet	Information	CEA
D 7	Publication contrôles eau Durance (aliquote hebdo, pont Mirabeau) sous forme graphique avec rejets distillats tritiés	Information	CEA
D 11	Publication granulométrie et taux matières sèches des sédiments	Information	CEA
E 1	Explication sur positionnement piézomètres (réglementaires et autres)	Information	CEA
E 2	Publication résultats suivi tous piezomètres depuis 1997	Information	CEA
R 3	Information riverains sur transport	Optimisation	CEA / CLI
R 4	Matérialisation parking dédié transport radioactif	Optimisation	CEA
R 9	Sensibilisation riverains (panneau) zones impactées de la clôture	Optimisation	CEA
A 5	Possibilité de tester les systèmes de filtration de l'air sans rejets	Optimisation	CEA
D 1	Justification du non envoi d'"effluents industriels" contaminés à l'INB 37	Optimisation	CEA