



**COMMISSION EUROPÉENNE**  
DIRECTION GENERALE DE L'ENERGIE ET DES TRANSPORTS  
DIRECTION H Energie nucléaire  
**H4 - Radioprotection**

# **VERIFICATION AU TITRE DE L'ARTICLE 35 DU TRAITE EURATOM**

RESEAU NATIONAL ET SERVICES DE MEDECINE NUCLEAIRE DES HOPITAUX  
**LUXEMBOURG**

**Du 05 au 08 Mars 2007**

**Référence : LU-07/01**



**VERIFICATION EFFECTUEE AU TITRE DE L'ARTICLE 35 DU TRAITE EURATOM**

INSTALLATIONS : Les dispositifs de surveillance de la radioactivité ambiante, automatiques ou basés sur une prise d'échantillons, les laboratoires chargés de faire les analyses dans ce contexte, la gestion des rejets dans les services de médecine nucléaire des hôpitaux.

IMPLANTATION : Ministère de la Santé/ Direction de la Santé/ Division de la Radioprotection à Luxembourg,  
Centre Hospitalier de Luxembourg,  
Hôpital Saint-Louis/Ettelbrück,  
Clinique Sainte-Marie/Esch sur Alzette,  
Les stations de Esch/Sûre, Wiltz, Remerschen, Harlange, Useldange, Schengen, Burmerange, Roussy (Fr), Findel.

DATE : Du 05 au 08 Mars 2007

REFERENCE : LU-07/01

DATE DU RAPPORT : Novembre 2007

INSPECTEURS : C. Gitzinger (chef d'équipe)  
E. Henrich  
A. Godeanu-Metz  
J-L. Frichet (expert national détaché - France)

SIGNATURES :

*(signé)*

C. Gitzinger

*(signé)*

A. Godeanu-Metz

*(signé)*

E. Henrich

*(signé)*

J-L Frichet

<b>TABLE DES MATIERES</b>
---------------------------

<b>PROJET DE RAPPORT .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>VERIFICATION EFFECTUEE AU TITRE DE L'ARTICLE 35 DU TRAITE EURATOM.....</b>	<b>2</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ABREVIATIONS ET DEFINITIONS .....</b>	<b>5</b>
<b>2. INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>3. PREPARATION ET MISE EN OEUVRE.....</b>	<b>6</b>
3.1 Préambule.....	6
3.2 Programme .....	7
3.3 Documentation .....	7
3.4 Interlocuteurs.....	7
<b>4. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES .....</b>	<b>7</b>
4.1 Préambule.....	8
4.2 La Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection .....	8
4.3 Cadre légal.....	8
<b>5. CONTROLE DE LA RADIOACTIVITE ENVIRONNEMENTALE AU LUXEMBOURG.....</b>	<b>9</b>
5.1 Introduction .....	9
5.2 Systèmes automatiques et réseau d'alerte .....	9
5.2.1 Radioactivité gamma ambiante .....	10
5.2.2 Air .....	11
5.2.3 Eau .....	12
5.3 Programme d'échantillonnage et de mesures .....	12
5.3.1 Air .....	13
5.3.2 Précipitations, eaux de surface, eaux potables, eaux de nappe.....	13
5.3.3 Sols et sédiments .....	16
<b>6. CONTROLE DES REJETS.....</b>	<b>17</b>
<b>7. LABORATOIRE EN CHARGE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE.....</b>	<b>18</b>
7.1 Introduction .....	18
<b>8. TRAVAUX EFFECTUES PAR L'EQUIPE DE VERIFICATION.....</b>	<b>20</b>
8.1 Introduction .....	20
8.2 Systèmes automatiques.....	20
8.2.1 Débit de dose.....	20
8.2.2 Air .....	22
8.2.3 Eaux .....	24
8.3 Echantillonnage .....	25
8.3.1 Air, précipitation .....	25
<i>Luxembourg-Ville</i> .....	25
8.3.2 Eau, sédiment, sol .....	25
8.3.3 Aliments .....	27
8.4 Rejets en médecine nucléaire.....	27

8.5	Laboratoire de la Radioprotection .....	29
8.5.1	Introduction.....	29
8.5.2	Procédures d'enregistrement.....	30
8.5.3	Préparation des échantillons.....	30
8.5.4	Installations de mesure.....	30
8.5.5	Assurance qualité .....	32
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE 1.....</b>	<b>ANNEXE 1.....</b>	<b>34</b>
<b>ANNEXE 2.....</b>	<b>ANNEXE 2.....</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXE 3.....</b>	<b>ANNEXE 3.....</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXE 4.....</b>	<b>ANNEXE 4.....</b>	<b>39</b>

**ANNEXES**

- Annexe 1 Sommaire du programme de visite.
- Annexe 2 Documentation.
- Annexe 3 Division de la radioprotection – Types de mesures

**RAPPORT TECHNIQUE****1. ABREVIATIONS ET DEFINITIONS**

DTL	Dosimètre thermo-luminescent
CE	Commission Européenne
CHL	Centre Hospitalier de Luxembourg
CIPR	Commission Internationale de Protection Radiologique
DG JRC	Directorate General 'Joint Research Centre'
DG TREN	Direction générale de l'énergie et des transports (de la CE)
DRP	Division de la Radioprotection
DTS	DTS Wasser-Abwasser-Technik GmbH, Friedberg, Allemagne
G-M	Geiger-Müller (détecteur de radiation)
IRMM	Institute for Reference Materials and Measurements; Geel, Belgique
NaI	Iodure de Sodium
NORM	Naturally Occurring Radioactive Material
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Braunschweig, Allemagne)
SEBES	Syndicat des Eaux et Barrage d'Esch-sûr-Sure
ZnS	Sulphide de zinc (détecteur)

## **2. INTRODUCTION**

L'article 35 du Traité Euratom requiert que tout Etat Membre établisse les installations nécessaires pour effectuer le contrôle permanent du taux de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol, ainsi que de s'assurer du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des radiations ionisantes<sup>1</sup>.

En vertu des dispositions de l'article 35 du Traité Euratom, la Commission européenne a le droit de vérifier le fonctionnement et l'efficacité des installations susnommées.

Au sein de la Commission européenne, la Direction Générale Energie et Transports (DG TREN) tient la responsabilité quant à la mise en œuvre des vérifications au titre de l'article 35 dudit traité.

Une équipe de la DG TREN de la Commission européenne a effectué un tel examen au Luxembourg du 05 au 08 mars 2007 et a notamment visité les dispositifs de surveillance de la radioactivité dans l'environnement, y compris les procédés mis en place au sein des établissements hospitaliers pratiquant la médecine nucléaire ainsi que les structures responsables de ces dispositifs. Le détail du programme de la visite se situe en annexe 1.

Le but de la vérification était de fournir une évaluation indépendante de l'efficacité des installations, des systèmes et de l'organisation mises en place pour assurer le contrôle de la radioactivité dans l'environnement.

Le présent rapport contient les résultats de la mission de l'équipe de vérification sur les aspects significatifs du contrôle de la radioactivité dans l'environnement sur le territoire du Luxembourg.

La vérification a porté sur l'exploitation des systèmes réglementaires de mesure des rejets et sur les programmes de surveillance environnementale appliqués à proximité des sites visités site ainsi que sur le territoire national. Les aspects maintenance, étalonnage, enregistrement, archivage, transmission des données ont été vérifiés par des examens ponctuels. La vérification a également porté sur l'existence et la mise en œuvre de programmes d'assurance qualité et l'existence d'audits internes et externes.

L'équipe de vérification souligne l'excellente coopération qu'elle a reçue de la part de tous les participants.

## **3. PREPARATION ET MISE EN OEUVRE**

### **3.1 Préambule**

En Décembre 2006 la Commission européenne a annoncé, par lettre (réf. TREN/H4/CG/cd(2006) 225936) adressée à la Représentation Permanente du Luxembourg auprès de l'Union européenne, son intention de soumettre le Luxembourg à une vérification au titre de l'article 35 du Traité Euratom, par une intervention au sein des dispositifs de surveillance de la radioactivité ambiante, aussi bien automatiques que basés sur une prise d'échantillons, des laboratoires chargés de faire les analyses dans ce contexte, le centre informatique des données correspondantes ainsi que les établissements hospitaliers pratiquant la médecine nucléaire.

Dans cette lettre la Commission européenne avait exprimé son désir d'étendre les activités de vérification à l'existence de procédures validées, que ce soit pour l'échantillonnage ou l'analyse, la calibration et le contrôle régulier de la radioactivité dans l'environnement. L'activité de vérification

---

<sup>1</sup> Directive 96/29/Euratom du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Publié dans le JO-L 159 du 29 juin 1996, page 1

prévoyait également l'établissement, par examens ponctuels, de la correspondance entre données publiées et résultats de mesures et d'analyses archivés.

Afin de faciliter le travail de l'équipe de vérification, le Ministère de la Santé/ Direction de la Santé/ Division de la Radioprotection à Luxembourg a non seulement répondu au questionnaire envoyé par la cellule Article 35 de la CE avec une grande précision et beaucoup d'informations, mais elle a également fourni de nombreux documents supplémentaires qui ont largement aidé à l'excellent déroulement des activités de vérification.

### 3.2 Programme

Le programme de la visite, convenu entre les parties intéressées, est annexé (annexe 1).

### 3.3 Documentation

Une liste des documents mis à disposition de l'équipe de vérification est annexée (annexe 2).

### 3.4 Interlocuteurs

Pendant la vérification, des discussions ont eu lieu avec des représentants de la Division de la Radioprotection de la Direction de la Santé (Ministère de la Santé)

Les personnes suivantes ont été rencontrées :

NOM	TITRE	FONCTION
Back Carlo	Ingénieur nucléaire	Chef de Division; responsable déchets radioactifs
Majerus Patrick	Expert en radioprotection	NORM, contrôle industrie
Schreiner Alexandra	Expert en physique médicale	Responsable pour le secteur médical, procédures, contrôle radioprotection
Harpes Nico	Ingénieur nucléaire	Responsable pour le secteur médical, contrôle rejets
Breuskin Patrick	Ingénieur technicien	Responsable réseau de surveillance; équipement technique; représentant national Art 35 pour le Luxembourg
Lecomte Marielle	Employé scientifique	Responsable laboratoire; 2 <sup>ème</sup> représentant Art 35
Bellot Thierry	Expéditionnaire technique	Responsable échantillonnage tour Moselle
Coelho José	Employé	Assistant réseau de surveillance et échantillonnage tour Moselle
Karin Noesen	Technicienne laboratoire	Travaux routine laboratoire
Viviane Schanen	Technicienne laboratoire	Travaux routine laboratoire

## 4. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

A ce jour l'autorité compétente est la Division de la Radioprotection, dont la structure est sous tutelle du Ministère de la Santé.

## 4.1 Préambule

Situé au cœur des vingt sept pays membres de l'Union Européenne, le Luxembourg est un petit pays comprenant 451.600 habitants sur une surface totale de 2586 km<sup>2</sup>. Frontalier avec la Belgique, la France et l'Allemagne, le Luxembourg est engagé dans un nombre important de relations socio-économiques frontalières.

Le Luxembourg n'a pas d'activités nucléaires. Cependant, à environ 9 km de la frontière avec la France se trouve la Centrale Nucléaire de Cattenom qui comprend quatre réacteurs de 1300 MW, à laquelle s'ajoutent trois autres installations nucléaires dans un rayon de 120 km autour du Luxembourg.

## 4.2 La Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Responsable pour tous les aspects de la radioprotection au Luxembourg, incluant les autorisations d'installations et le contrôle individuel des travailleurs exposés, la Division de la Radioprotection dépend administrativement de la Direction de la Santé qui dépend elle-même du Ministère de la Santé.

Les compétences législatives et exécutives sont attribuées au Ministère de la Santé qui charge la Division de la Radioprotection des aspects opérationnels et pratiques.

La mission de la Division de la Radioprotection inclue tous les aspects concernant les radiations ionisantes dans les applications industrielles et médicales. Cela implique les attributions d'autorisations, les processus d'inspection et de contrôle-qualité, avec un regard sur l'importation, le transfert, transit, transport, utilisation et élimination des sources radioactives. Les doses aux travailleurs exposés sont contrôlées et évaluées dans l'optique d'une exposition minimale. Un registre national sous forme de base de données de toutes les substances et sources radioactives améliore la sûreté des sources de radiation. La Division de la Radioprotection contrôle la radioactivité dans l'air, l'eau, les sols et la chaîne alimentaire, étudie toutes mesures éventuelles à prendre et la coordination de l'assistance d'urgence nécessaire en cas d'accident.

## 4.3 Cadre légal

Les bases pour une protection radiologique au Grand Duché du Luxembourg ont été posées en 1963 par l'intermédiaire d'une loi datée du 25 mars concernant la protection de la population contre les dangers résultant des radiations ionisantes. La loi a fixé le cadre de travail général et a été suivie par plusieurs ordonnances qui ont engagées les idées de base de la loi et des recommandations du traité EURATOM ainsi que les normes CIPR pour les aspects de réglementation.

Les deux principaux documents de réglementation sont:

- le Règlement grand-ducal du 14 décembre 2000 concernant la protection de la population contre les dangers résultant des rayonnements ionisants.
- le Règlement grand-ducal du 16 mars 2001 relatif à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales.

Le premier réglemente pratiquement tous les problèmes de production et d'utilisation des équipements et substances qui émettent des rayonnements ionisants, ainsi que les aspects relatifs à la protection radiologique de la population et des travailleurs exposés. Cette dernière question est adaptée de la Directive 96/29 d'EURATOM instituant les normes de base pour une protection de la santé du public et des travailleurs exposés. Un projet visant à modifier le dit-acte fût proposé en février 2006 dans le but de transposer la Directive EURATOM 2003/122 sur le contrôle des sources de haute activité scellées ainsi que les sources orphelines. La protection opérationnelle des travailleurs extérieurs exposés au cours de leur activité en zones contrôlées sont traitées en accord avec la Directive du



Conseil (EU 90/641) du 4 décembre 1990, concernant la protection opérationnelle des travailleurs extérieurs exposés à un risque de rayonnements ionisants au cours de leur intervention dans la zone contrôlée.

La réglementation courante du Luxembourg se soumet aux clauses des directives de l'Union Européenne concernant la radioprotection. En conséquence, toute modification des directives de l'Union engendrera une adaptation de la législation nationale

## **5. CONTROLE DE LA RADIOACTIVITE ENVIRONNEMENTALE AU LUXEMBOURG**

### **5.1 Introduction**

En 1983 le Gouvernement du Luxembourg décida de mettre en place un programme national pour le contrôle systématique et la surveillance de la radioactivité sur le territoire national.

D'une part, le Luxembourg devait se soumettre aux exigences de l'Article 35 du Traité EURATOM qui attribut à chaque Etat-membre la responsabilité du contrôle permanent de la radioactivité dans l'air, l'eau et les sols sur son territoire national.

D'autre part, le Luxembourg est entouré de pays voisins comprenant un nombre important d'installations nucléaires, mais ne possède lui-même aucune industrie nucléaire sur son territoire.

La construction des quatre réacteurs à eau pressurisée de la centrale de Cattenom en France et l'appréhension de la population voisine accéléra la décision de mettre en place un programme de contrôle systématique.

Cattenom est situé à neuf kilomètres au sud de la frontière et à vingt cinq kilomètres de la ville de Luxembourg. Près des trois quarts de la population luxembourgeoise vit dans la partie sud du pays.

Ce programme national de surveillance comprend pour la radioactivité environnementale un réseau d'alerte et de mesures automatiques, ainsi qu'une mesure systématique d'échantillons dans l'environnement (air et eau) auxquels s'ajoutent des échantillons prélevés dans la chaîne alimentaire.

### **5.2 Systèmes automatiques et réseau d'alerte**

En 1983, aucun accord bilatéral ou international n'était en vigueur sur le signalement et les premiers échanges d'information dans le cas d'une urgence radiologique, et le besoin était grand de créer un système d'alerte et de surveillance pour faire face à d'éventuels accidents nucléaires dans les pays voisins.

Autant la portée du réseau automatique était au début limitée à une alerte rapide des autorités compétentes dans le cas d'une urgence nucléaire, autant les tâches du réseau ont évoluées avec le temps.

Actuellement le réseau subvient aux exigences suivantes:

- surveillance en continu de la radioactivité dans l'environnement, enregistrement des niveaux de radioactivité ambiante,
- surveillance permanente des émissions radioactives potentielles en provenance d'installations nucléaires,
- première alerte des autorités compétentes en cas de rejet radioactif dans l'atmosphère, ou/et dans le réservoir principal d'eau potable, ou/et dans l'eau de la Moselle,
- aperçu rapide de la distribution spatiale de la radioactivité sur le territoire national,

- aperçu rapide de l'évolution dans le temps de la radioactivité sur le territoire national, compilation rapide de toutes les données radiologiques significatives dans des bases de données complètes et facilement exploitables.

En complément du réseau de surveillance les outils informatiques suivants sont disponibles et utilisés en cas d'urgence nucléaire:

- calcul de la dispersion du nuage radioactif,
- estimation de l'impact radiologique et évaluation des conséquences radiologiques sur la population,
- outil pour les décideurs afin de préparer ou décider des contre-mesures préventives ou protectrices dans le cas d'une urgence radiologique.

Certaines de ces exigences sont relativement simples à satisfaire. Mais l'utilisation d'un réseau automatique pour valider les calculs de dispersion, les calculs de doses et prévisions de doses, ou utiliser un tel réseau comme un outil puissant et efficace d'aide à la décision dans le cadre d'un événement radiologique est une tâche difficile. Par conséquent le Luxembourg a approché ses pays voisins pour établir des accords bilatéraux assurant les échanges d'informations en cas d'urgence nucléaire. La DRP est l'interlocuteur technique avec ses homologues étrangers ou institutions internationales et assure l'échange d'informations dans le cadre des accords et conventions. Au niveau technique les données du réseau de surveillance radiologique sont non seulement transmises automatiquement au système EURDEP, mais sont aussi prêtes pour être transmises dans le système RODOS du programme EURANOS. Le bon fonctionnement de ces échanges est régulièrement vérifié moyennant des exercices bi- ou multilatéraux.

Pour un pays sans contact direct avec les opérateurs des installations nucléaires, comme par exemple l'allemand "Remote Monitoring System for Nuclear Power Plants", cette tâche devient hautement complexe.

Dans le but d'une surveillance environnementale automatique et pour faire face à toute urgence radiologique, le Luxembourg a déclaré nécessaires les données mesurées suivantes:

- mesure de la radioactivité gamma ambiante,
- activité artificielle beta dans l'air,
- activité artificielle alpha dans l'air,
- concentration en iode (aérosols et gazeux) dans l'air,
- concentration d'autres radionucléides spécifiques dans l'air,
- concentration de radionucléides spécifiques en rivière pour les effluents liquides,
- concentration de radionucléides spécifiques dans le réservoir principal d'eau potable.

### 5.2.1 Radioactivité gamma ambiante

Dix-huit stations d'enregistrement en continu sont en ligne. Huit d'entre-elles sont opérationnelles depuis 1984, les autres ont été installées dans les années 1991 et 1994.

Les dix-huit stations sont équipées de compteurs Geiger-Müller à compensation d'énergie. Pour chaque station:

- un compteur G-M pour les bas débits de dose ( $1.10^{-7}$  à  $4.10^{-2}$  Gy/h)
- un compteur G-M pour les hauts débits de dose ( $1.10^{-4}$  à 10 Gy/h)

Chaque station consiste en un microprocesseur pour le contrôle des débits de dose et pour la fonction de transmission des données. Elles sont équipées d'une batterie de secours.

### 5.2.2 Air

Le réseau comprend:

a) deux stations pour l'enregistrement en continu dans l'air de l'activité artificielle alpha, de l'activité artificielle beta et de la concentration en radon, en ligne, opérationnelles depuis 1993 et 2003.

La station pour les mesures en ligne, continues et simultanées, des activités artificielles alpha et beta est composée d'un enregistreur de particules à filtre fixe. Le débit d'air est de 40 m<sup>3</sup>/h. Le calcul de la concentration du radon naturel est effectué par une méthode de "pseudo-coïncidence". Les limites de détection pour ces détecteurs alpha-beta non spécifiques dépendent de la teneur en descendants du radon contenu dans l'atmosphère. Après une semaine de décroissance, l'activité beta totale du filtre est de nouveau mesurée dans le laboratoire de radio-physique.

b) une station pour mesures en continu des aérosols (gamma-spectrométrie, activité alpha artificielle, activité beta artificielle, concentration radon, concentration en iode (gazeuse et particules)), en ligne, opérationnelle depuis 1996. Cette station de mesure est située en France à proximité de la centrale de Cattenom (4 km).

Considérant la nécessité de développer et organiser la coopération dans le domaine de la sûreté nucléaire, un accord bilatéral a été signé en mars 1994 entre les gouvernements français et luxembourgeois, ceci afin de fixer les conditions pour l'installation et l'exploitation d'une station de mesures commune. Les principales caractéristiques de cette station de surveillance en ligne sont :

- échantillonnage en continu des aérosols sur filtre en fibre de verre,
- mesure des radionucléides spécifiques par gamma-spectrométrie,
- mesure de l'activité alpha artificielle,
- mesure de l'activité beta artificielle,
- calcul de la concentration en radon,
- (équipement français Téléray)
- déclenchement d'une alerte automatique en cas de dépassement du seuil préfixé du taux de radioactivité gamma ambiante,
- mesure de l'iode gazeux en cas de dépassement du seuil de valeurs préfixé,
- indication du ratio particules/gaz de l'iode en cas de dépassement du seuil de valeurs préfixé,
- transmission de toutes les données analysées et du spectre aux autorités compétentes de France et du Luxembourg,
- surveillance automatique des logiciels et des installations de télé-transfert,
- télécommande de tous les paramètres techniques importants.

c) deux stations pour les données météorologiques, en ligne, opérationnelles depuis 1986 et 1999.

Un appareil pour la collecte en ligne des données météorologiques est implanté sur la tour d'un émetteur radio. La collecte de ces informations a pour objectif de déterminer les variations météorologiques spécifiques de la région et de fournir une base de données utile à la mise en place d'actions préventives en cas d'accident nucléaire. L'installation se situe à la frontière franco-luxembourgeoise depuis 1984. Les données suivantes sont enregistrées:

- température de l'air à 50, 100 et 150 m au dessus du sol,
- direction du vent,
- vitesse du vent,
- humidité relative.

Une autre installation pour la collecte en ligne des données météorologiques se situe en vallée de la Moselle, en bordure de frontière avec l'Allemagne. Cette station aide à contrôler la direction et la vitesse du vent dans cette vallée présentant les caractéristiques d'un couloir d'évacuation majeur en cas d'accident nucléaire sévère à la centrale de Cattenom (opérationnelle depuis 1999).

### 5.2.3 Eau

Le réseau comprend:

a) une station comprenant deux détecteurs NaI pour les mesures in situ de l'activité gamma totale et activité de l'iode-131 dans les eaux de la Moselle, en ligne. Un détecteur est opérationnel depuis 1985, un second a été installé en 1996.

Pour les mesures in situ de l'activité gamma totale et de l'activité en iode-131 dans les eaux de rivière, deux détecteurs NaI (cristal de trois pouces) sont directement plongés dans la rivière. Chaque cristal est couplé à un analyseur bi-canaux (iode 131/gamma total). Les détecteurs sont placés sur un barrage dans l'axe du courant principal de la Moselle à la frontière franco-luxembourgeoise.

b) une station d'échantillonnage automatique d'eau de la Moselle, opérationnelle depuis 1986.

Un appareil pour l'échantillonnage automatique de l'eau de la Moselle et l'enregistrement en continu de la température de l'eau se trouve à côté des détecteurs NaI. Les échantillons sont ensuite analysés au laboratoire de la Division de la Radioprotection par des analyses de gamma-spectrométrie ainsi que la détermination des activités beta total et tritium. Le Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, Service Gestion des Eaux utilise également ces échantillons pour la détermination des composés inorganiques non nucléaires.

c) une station de mesure en continu de la radioactivité gamma des eaux du réservoir principal (Barrage d'Esch/Sûre) destinées à la production d'eau potable, opérationnelle depuis 2003.

d) une station d'échantillonnage dans la même installation de production d'eau potable, qui sera opérationnelle fin 2007.

Ces échantillons seront analysés au laboratoire de la Division de la Radioprotection par des analyses de gamma-spectrométrie ainsi que la détermination des activités beta total et tritium.

## 5.3 Programme d'échantillonnage et de mesures

Le but du programme national de prélèvement d'échantillons et de mesures est de:

- surveiller et enregistrer les taux de radioactivité dans la chaîne alimentaire et assurer la protection de la chaîne alimentaire;
- surveiller et enregistrer les taux de radioactivité dans des échantillons de l'environnement et assurer la protection de l'environnement;
- surveiller et enregistrer l'exposition du public en général;
- surveiller et enregistrer l'exposition des consommateurs qui vivent à proximité de la centrale nucléaire de Cattenom;

- mesurer, enregistrer et évaluer l'impact de rejets de routine de radioactivité dans l'environnement par la centrale nucléaire de Cattenom;
- mesurer, enregistrer et évaluer l'impact de rejets de routine de radioactivité dans l'environnement de toute autre source (industrie, médecine, recherche etc.);
- détecter, mesurer, enregistrer et évaluer l'impact de rejets accidentels de radioactivité dans l'environnement par la centrale nucléaire de Cattenom;
- détecter, mesurer, enregistrer et évaluer l'impact de rejets accidentels de radioactivité dans l'environnement de toute autre source (industrie, médecine, recherche etc.);
- créer une ligne de base permanente de la radioactivité dans l'environnement afin d'appréhender l'impact de tout rejet accidentel futur;
- surveiller et enregistrer la radioactivité résiduelle des retombées de Tchernobyl;

Les échantillons prévus dans le cadre de ce programme sont axés sur l'étude de la chaîne alimentaire qui peut-être affectée par des rejets gazeux ou liquides, ainsi que sur des indicateurs de l'environnement comme l'herbe, la pluie ou les aérosols.

### 5.3.1 Air

Deux stations pour l'échantillonnage des aérosols, "off-line" sont opérationnelles depuis 1994 et 1998.

Une station fixe pour l'échantillonnage en continu des aérosols est installée en bordure de l'aéroport national du Findel. Plus de 800 m<sup>3</sup>/h d'air sont aspirés et les particules collectées sur un filtre en fibre de verre. Le filtre est changé une fois par semaine. L'utilité de cette station hors ligne est la collecte d'aérosols dans le cadre du Traité de non-prolifération d'armes nucléaires (surveillance des rejets atmosphériques lors des tests) dans une zone rurale. L'autre raison est ainsi la possibilité d'avoir une sensibilité plus élevée en ce qui concerne la limite de détection. Les filtres sont utilisés pour l'analyse gamma-spectrométrique de l'activité des radionucléides spécifiques au sein du laboratoire de radio-physique (opérationnel depuis 1999).

Une autre station fixe pour l'échantillonnage en continu des aérosols est installée sur le toit de la Division de la Radioprotection au centre de la ville de Luxembourg. Un volume d'air de 60 m<sup>3</sup>/h est collecté sur un filtre en fibre de verre. Les filtres sont également changés chaque semaine. L'objectif est la collecte d'aérosols en zone urbaine. L'analyse gamma-spectrométrique des filtres est opérationnelle depuis 1994.

### 5.3.2 Précipitations, eaux de surface, eaux potables, eaux de nappe

#### ***Précipitations:***

L'échantillonnage de l'eau de pluie se fait par l'intermédiaire de deux stations:

#### 1. Station Findel (Luxembourg-aéroport)

Cette station non automatisée comprend deux réceptacles en inox placés au dessus de deux bidons plastiques d'une capacité maximale de 25 litres. La collecte se déroule sur un mois par récupération de l'eau des deux bidons de 25 litres chaque moitié de mois. L'eau est ensuite déversée dans des bidons de 5 litres selon la quantité d'eau récoltée, 5 litres sont ensuite sélectionnés par réceptacle puis mélangés au laboratoire ou sont mesurés tritium, gamma et alpha-bêta total, les données étant en suite

conservées sous format papier et sous format informatique (banque de données Excel) pour figurer dans le rapport mensuel et dans la banque de données européenne REM.

## 2. Station Villa Louvigny (Luxembourg-ville)

Cette station non automatisé comprend un réceptacle en inox placé au-dessus d'un bidon d'une capacité maximale de 25 litres. La collecte se déroule sur un mois par récupération de l'eau du bidon chaque fin de mois (intercalée avec la station de Findel). L'eau est ensuite déversée dans un bidon de 5 litres ou plusieurs bidons de 5 litres selon la quantité d'eau récoltée, avant les mesures tritium, gamma et alpha-bêta total. Les données sont conservées sous format papier et sous format informatique (banque de données Excel) et dans la banque de données européenne REM.

### ***Eaux de surface***

#### Eaux de la Moselle:

Une station de prélèvement automatique se situe à l'écluse Schengen. La récupération des flacons est généralement toutes les deux semaines, le 1<sup>er</sup> (grand tour Moselle) et le 15 de chaque mois (petit tour Moselle).

Au Laboratoire, l'eau d'un bidon journalier est répartie en trois: 100 ml pour le tritium, 2fois 800 ml pour les mesures gamma et alpha/beta totale et 250 ml pour la physico-chimie destinée au Laboratoire de Gestion de l'eau.

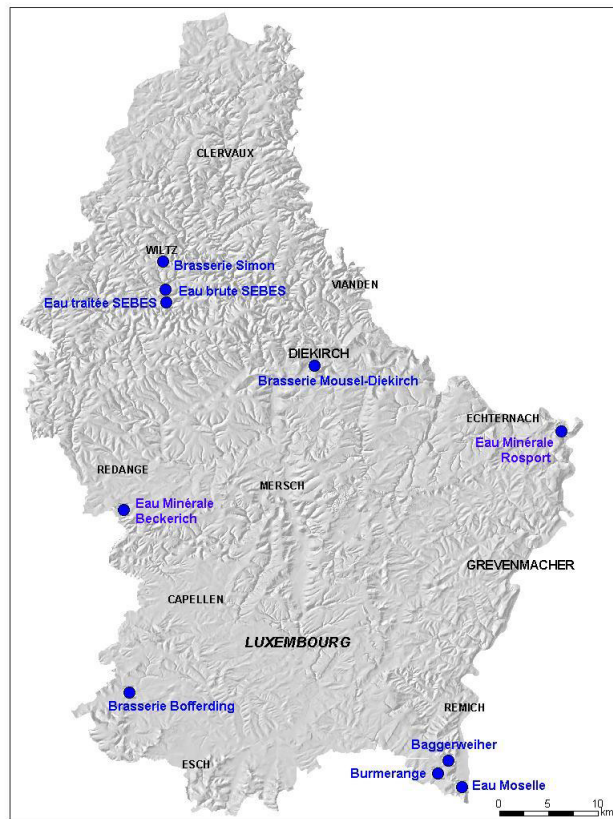
Un mélange hebdomadaire est fait pour le tritium, soit un bidon de 700 ml, et les mesures gamma et alpha/beta totale, soit deux bidons de 5,6 litres.

#### Eaux du Baggerweiher à Remerschen et eau de source de Burmerange:

Des prélèvements de cinq litres d'eau sont effectués le premier de chaque mois (grand tour Moselle). L'échantillon est apporté le même jour au Laboratoire puis réparti en 500 ml pour les mesures tritium et 4 litres pour calcination en vue des mesures gamma et alpha/beta totales.

#### Eau brute du barrage d'Esch/Sûre (SEBES):

Un technicien du Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch/Sûre apporte au Laboratoire bimestriellement deux bidons de plus ou moins cinq litres. 500 ml sont prélevés pour une mesure tritium et le volume restant est calciné pour mesures gamma et alpha/beta totales.



Carte de localisation des différents lieux de prélèvement des eaux au Luxembourg  
(eaux de nappes non représentées)

## ***Eau potable***

### 1. Eau traitée du barrage d'Esch/Sûre (SEBES)

Un technicien du Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch/Sûre apporte au Laboratoire bimestriellement deux bidons de +/-5 litres. 500 ml sont prélevés pour une mesure tritium et le reste est réservé aux mesures alpha-bêta totales.

### 2. Eaux des brasseries

Ce sont les eaux utilisées par les brasseries entrant dans la composition de la bière. En général, chaque brasserie est alimentée indépendamment en eau par une source ou un captage. Actuellement, toutes les brasseries luxembourgeoises font l'objet d'un contrôle régulier de la part du laboratoire de la Division de la Radioprotection. Ce sont: la brasserie Simon à Wiltz, la Brasserie Mousel-Diekirch à Diekirch et la brasserie Bofferding à Bascharage.

Les échantillons d'eau sont prélevés 1 fois par année dans des bidons de 5 litres par les agents du Laboratoire. Des mesures alpha-bêta totales et tritium sont réalisées sur ces échantillons.

### 3. Eaux minérales

Au Luxembourg, il ya deux producteurs d'eau minérale. Ce sont la société Sources Rosport SA et Béckerich SA. Le Laboratoire demande chaque année un échantillon des eaux captées sous forme de produits finis destinés à la vente. Des mesures alpha-bêta totales et tritium sont réalisées sur ces échantillons.

### ***Eaux de nappe***

Les eaux de nappe correspondent, selon la terminologie luxembourgeoise, à des eaux potables. La population luxembourgeoise est alimentée à environ 66% par de l'eau de nappes ou eaux souterraines. La grande part de l'eau de nappes est distribuée majoritairement par des syndicats de distribution d'eau. La partie centrale du pays, riche en eau souterraine, est caractérisée par un nombre important de sources ou de captages permettant aux communes situées dans cette zone une alimentation directe aux habitants de la commune sans dépendre des grands syndicats de distribution d'eau.

Les eaux des syndicats sont contrôlées à des rythmes réguliers selon un calendrier fixé en début d'année en respectant le volume d'eau produit. Depuis 2006, ce programme s'est étendu aux communes indépendantes en fixant un rendez-vous annuel de contrôle radiologique. Ces eaux sont soit collectées par les agents du Laboratoire de la Radioprotection, soit prélevées par les différentes communes, les syndicats des eaux ou par une entreprise spécialisée dans le prélèvement d'échantillons. Ces eaux sont collectées dans des bidons de 5 litres et apportées généralement le jour du prélèvement au laboratoire. Des mesures alpha-bêta totales et tritium sont réalisées sur ces échantillons.

### **5.3.3 Sols et sédiments**

Les points de prélèvement de sol et de sédiments sont situés à l'écluse de Schengen. Ils sont prélevés deux fois par mois, en début et en milieu de mois.

#### ***Sols***

C'est une surface herbeuse non remaniée mais régulièrement inondée par les eaux de la Moselle. Le prélèvement se fait à l'aide d'une pelle métallique, il correspond à une surface de 20 cm<sup>2</sup> et une profondeur de plus ou moins 3 cm. La partie superficielle herbeuse est retirée de l'échantillon. Ce dernier est placé dans un pot plastique et transporté au laboratoire le même jour.

Des mesures gamma et alpha-bêta totales sont effectuées sur ces échantillons.

#### ***Sédiments de la Moselle***

Ils sont prélevés à l'aide d'un récipient au bout d'un grappin jeté depuis la berge dans l'eau de la Moselle et placés dans un pot en plastique puis transportés au laboratoire le jour même.

Des mesures gamma et alpha-bêta totales sont effectuées sur ces échantillons.

#### ***Stations d'épurations***

Les boues de trois stations d'épuration en aval des hôpitaux opérant un service de médecine nucléaire sont de plus contrôlées à un rythme bimestriel.

#### ***Denrées alimentaires***

Les échantillons de denrées alimentaires sont choisis pour procurer une bonne information sur les différentes composantes du régime alimentaire de la population; lait cru, viande et céréales, ainsi que les produits les plus propices à une contamination par rejets gazeux comme les salades ou les fruits.

Une fois par mois est récolté en hôpital un échantillon journalier de régime alimentaire (repas témoin) qui est issu d'un restaurant collectif basé au CHL (Centre Hospitalier de Luxembourg). C'est le mélange des trois repas d'une journée qui est ensuite mesuré en laboratoire.



L'analyse de la chaîne alimentaire est axée sur les produits nationaux (et non sur les produits importés):

- lait cru provenant de laiteries;
- lait cru provenant de fermes;
- poissons;
- viande de bœuf, veau et gibier (ni porc ni mouton);
- produits agricoles;
- fruits;
- légumes;
- champignons (de temps en temps);
- miel (de temps en temps).

Ces échantillons sont choisis de façon à garantir un contrôle radiologique des maillons les plus importants de la chaîne alimentaire. Ils sont prélevés soit par la DRP, soit par d'autres administrations étatiques ou par divers fournisseurs:

- l'Administration des Eaux et Forêts,
- l'Administration des Services Techniques de l'Agriculture,
- l'Institut Viti-Vinicole,
- l'Administration de l'Environnement,
- l'Administration des Services Vétérinaires,
- l'Administration des Douanes et Accises,
- autres fournisseurs: Syndicats des Eaux, La Provençale, Coboulux, Distributeurs d'eau minérale (Rosport et Beckerich), Musée National d'Histoires Naturelles, etc.

Les échantillons qui sont prélevés systématiquement et régulièrement sont exclusivement des produits de base qui n'ont pas subi de transformations. Les produits dérivés (pain, beurre, fromages,...) sont donc exclus du programme de surveillance.

## **6. CONTROLE DES REJETS**

Au Luxembourg, il y a cinq hôpitaux autorisés à utiliser des sources radioactives non scellées, dont seul le Centre Hospitalier de Luxembourg est spécialisé dans la thérapie de certains cancers à l'iode-131 (chambres blindées connectées à des bacs de décroissance; rejets liquides négligeables d'environ 0,6Bq/L sur une base de 20000 L/an). Il n'y a pas de rejets solides en raison de la mise en place d'un contrôle rigoureux des contaminations et objets sortants du service.

Les rejets gazeux (par exemple l'air exhalé des patients traités) n'ont pas fait l'objet d'études.

Les quatre autres hôpitaux sont également autorisés à utiliser l'iode 131, mais uniquement à des fins diagnostiques ou de traitements d'affections bénignes avec des activités inférieures ou égales à 800 MBq par patient.

## 7. LABORATOIRE EN CHARGE DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE

### 7.1 Introduction

L'organisation responsable du programme Luxembourgeois de surveillance de la radioactivité dans l'environnement et son Ministère de tutelle est : Ministère de la Santé et Direction de la Santé.

#### Division de la Radioprotection

Aucune autre instance n'est impliquée dans le contrôle de la radioactivité dans l'environnement au titre de l'article 35.

Le plan d'urgence nucléaire-radiologique prévoit une coopération étroite entre les services du Ministère de la Santé (Direction de la santé; Division de la Radioprotection) et celles du Ministère de l'Intérieure et de l'aménagement du Territoire (Administration des Services de Secours; Protection Civile).

La Division de la Radioprotection est composée de six agents de formation supérieure, dont un spécialiste en radioprotection, trois en physique médicale, un géologue et un spécialiste en ingénierie nucléaire. Concernant tous les aspects de la réglementation, ils peuvent s'appuyer sur les juristes du Ministère de la Santé. Un ingénieur technique, deux techniciens, deux assistants de laboratoire et une secrétaire complètent la Division. Trois agents ont une attribution légale en tant qu'officiers de police. Quatre agents figurent comme inspecteurs pour le contrôle de tout équipement émettant des radiations ionisantes.

Le laboratoire est équipé de:

- 4 chaînes gamma-spectrométriques avec des détecteurs germanium à très haute pureté (Canberra),
- 2 compteurs proportionnels à gaz bas bruit de fond (Berthold),
- 2 compteurs en scintillation liquide (Packard),
- 1 spectromètre alpha (Canberra).

La réception des échantillons, méthodologie de préparation, mesures, ainsi que la description de l'équipement pour chaque type de mesure sont détaillées ci-dessous:

- *Réception des échantillons pour mesures (identification, enregistrement sur cahier de laboratoire et/ou base de données informatique etc.)*

Dès l'arrivée des échantillons au Laboratoire, une des personnes du laboratoire enregistre cet échantillon dans un registre intitulé « Entrée des échantillons ». Un numéro courant lui est alors attribué. Ce registre est un fichier Excel. Les échantillons sont placés en attente jusqu'à leur préparation et leur mesure dans un emplacement prévu à cet effet.

*Dans le tableau ci-dessous sont décrits, pour chaque type d'échantillon, la méthodologie de préparation avant mesures ainsi que les paramètres qui seront mesurés.*

Préparation	Types échantillon	Gamma spectrométrie	Alpha total/beta total	Tritium
Mise directe en géométrie	Viande	✓	-	-
	Champignons	✓	-	-
	Poissons	✓	-	-
	Gibier	✓	-	-

	Lait concentré	✓	-	-
	Œufs	✓	-	-
	Gibier	✓	-	-
	Céréales	✓	-	-
Séchage à l'étuve	Sols	✓	✓	-
	Sédiments	✓	✓	-
Calcination	Eaux de surface	✓	✓	✓
	Lait Ellange et Luxlait	✓	✓	-
	Lait Burmerange	✓	✓	✓
	Régime alimentaire	✓	-	-
	Mûres	✓	-	-
	Légumes & Fruits	✓	-	-
Evaporation & calcination	Eaux potables	-	✓	✓
	Eaux de nappes	-	✓	✓

Les équipements pour chaque type de mesure sont décrits dans l'annexe 3.

- *Information sur les sources utilisées*

Les sources utilisées pour la calibration et le contrôle de l'énergie des détecteurs sont décrites dans le tableau suivant:

Source	Type de mesure	Provenance
Mélange ERX (N°162/1)	Gamma-spectrométrie	Czech Metrological Institute
Mélange CBSS2 (N°268)		Czech Metrological Institute
KCl	Alpha total / Bêta total	Merck
Am-241 (N°154 & N°156)		Czech Metrological Institute
Sr-90 (N°157 & N°158)		PTB
H-3 (N°025)		PTB
	Tritium LSC	PTB

- *Utilisation des données et rapports*

Les données sont stockées dans une base de données excel. Une fois par année les données sont transmises à la base de données REM (Ispra).

Un rapport est rédigé chaque mois donnant un aperçu des résultats de mesures faites au laboratoire pendant cette période.

## 8. TRAVAUX EFFECTUES PAR L'EQUIPE DE VERIFICATION

### 8.1 Introduction

La réunion d'ouverture s'est déroulée dans les locaux de la Division de la Radioprotection, Villa Louvigny. Les différents intervenants ont présenté :

- la structure organisationnelle de la radioprotection au Luxembourg et son historique;
- une vue d'ensemble des dispositifs de surveillance, automatiques et basés sur prise d'échantillons, et de l'équipe en charge de ces missions.

La Division de la Radioprotection est la seule structure habilitée au contrôle de la radioprotection au Grand-Duché de Luxembourg. Elle a été l'objet d'une première vérification au titre de l'Article 35 en 1992.

### 8.2 Systèmes automatiques

#### 8.2.1 Débit de dose

Historiquement, pour le Luxembourg, la première étape consista à installer des stations de mesure dans un demi-cercle d'un rayon de dix kilomètres autour de la centrale de Cattenom. La première station a été opérationnelle en 1984. Le réseau s'est ensuite complété par l'installation de stations le long des frontières puis à l'intérieur du pays. Depuis 2003, les données et le système de restitution sont gérés par un système développé par la Société TechniData.

#### Conception du réseau du débit de dose:

Un serveur se trouve dans les locaux du Ministère de la Santé (Villa Louvigny), un deuxième serveur (serveur de secours) se trouve dans le bâtiment de l'Administration des services de secours. L'interface appelle les stations pour le transfert des données via modem. En phase de routine, les stations sont appelées toutes les six heures. Les valeurs arrivées en laboratoire sont tout de suite vérifiées. En cas d'anomalies, le système transmet en parallèle via SMS les valeurs sur quelques GSM, ainsi qu'un e-mail à la personne responsable. Finalement le système retransmet par le système dédié "Alarmis" une alerte à la centrale des secours d'urgences (CSU) de la Protection civile.

L'équipe de vérification a pu vérifier l'existence de batteries de rechange pour chaque station.

Concernant le débit de dose, une mesure est effectuée toutes les cinq minutes, donc douze fois par heure. Les valeurs horaires moyennes peuvent rester stockées jusqu'à sept jours afin de prévenir une panne de communication du système. Un message est généré en cas de mémoire pleine. Les alarmes sont basées sur la valeur moyenne de chaque cycle d'échantillonnage (sampling time). Si une station transmet un état d'alerte, la centrale informatique se met elle-même au régime alerte et rapatrie les données de l'ensemble des stations du réseau immédiatement. Le serveur central est dédoublé au siège de la protection civile. La synchronisation des deux bases de données s'effectue instantanément.

A la question de l'équipe de vérification sur les possibilités de traçage d'un échantillon, il est répondu que cette option a été mise en place depuis 2004.

L'équipe de vérification note l'existence d'un manuel permettant de résoudre les problèmes sur les données, ainsi qu'un manuel complet sur le logiciel utilisé décrivant tous les aspects envisagés (interface, administration, accès individuels, export, GIS, communication).

A priori il n'est pas prévu de changer l'agencement actuel mais les Autorités Luxembourgeoises pensent à l'éventualité de la mise en place d'une station de référence "idéale", dont on peut s'interroger sur la représentativité dans la mesure ou le facteur pluviométrie influant dans ce genre de mesure est variable d'un endroit à l'autre. Néanmoins une réflexion peut-être engagée en coopération avec leurs homologues français sur l'implantation d'une ou deux autres stations de référence à Roussy (F).

#### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande des réflexions sur les installation de cette station. (i.e: la possibilité d'installer des stations à un mètre au dessus du sol ou sur une surface plane, sans obstacles).*

#### Harlange

Station de mesure de débits de dose gamma située sur le toit d'une ancienne école réaménagée en habitations. L'accès à l'appareillage n'est pas très aisé, ce dernier étant situé dans le grenier fortement encombré d'objets divers et variés. Le détecteur sur le toit est à côté des sirènes de la Protection Civile qui utilise la même infrastructure. Les détecteurs gamma "bas débit" et "haut débit" sont à un mètre l'un de l'autre. L'équipe a constaté la présence de deux batteries de rechange, une pour le modem, opérationnelle, mais celle réservée à la station ne l'étant pas.

#### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande de vérifier régulièrement l'état des batteries de rechange.*

#### Useldange

Une des dernières stations installées, en 1995, également sur une ancienne école servant aujourd'hui de local pour activités communales. Même configuration qu'Harlange, détecteur sur un toit escarpé, à côté des sirènes de la Protection Civile, "bas débit" et "haut débit" séparés d'un mètre. L'appareil d'enregistrement des données se trouve dans une des pièces de l'école.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

#### Remerschen

Station débit de dose gamma installée sur le toit de la mairie, à côté de la sirène de la Protection Civile. Cette station est du même type que celle d'Harlange.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

DRP – Luxembourg-Ville

Au DRP à Luxembourg-Ville sur la terrasse du toit de la Villa Louvigny se trouve un des enregistreurs automatiques de débit de dose (description voir station "Harlange").

Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

**8.2.2 Air**Burmerange

La station est située à onze kilomètres à vol d'oiseau de la centrale de Cattenom. Elle consiste en un appareil EG&G Berthold LB150D 'alpha-beta aerosol monitor' à échantillonnage homocinétique. L'aspiration d'air est régulée de ca. 40 m<sup>3</sup>/h, avec un filtre (200 mm diamètre, fibre de verre) changé toutes les deux semaines (et nettoyage de la tête d'aspiration) puis transmis au laboratoire pour analyse complémentaire. Les mesures alpha, beta, radon (calculé), ainsi que les alarmes et les informations concernant l'état de la station sont directement transmises par la station.

La société Berthold intervient une fois tous les deux ans afin d'assurer la maintenance de la station (i.e. la calibration, le contrôle de l'efficacité, puis plateau de détermination alpha-beta, alpha-beta cross-over check). Tout changement nécessaire de détecteur est effectué par les techniciens de la DRP. Après le changement de détecteurs, le système est vérifié par la firme Berthold. De plus, deux fois par an, on procède à un nettoyage et si nécessaire à un échange du tuyau d'aspiration d'air. L'approvisionnement en gaz de mesure argon – méthane est localisé au-dehors, à l'arrière du bâtiment. La station est équipée d'un PC, servant au stockage des données de mesure et des données de l'état de la station à moyen terme. Une batterie de rechange de 1500 VA garantit l'approvisionnement en électricité pour l'électronique de la station.

L'équipe de vérification a assisté au changement de filtre, toujours avec deux personnes, ainsi qu'à l'enregistrement dans un cahier avec signature. Le filtre est placé sur un morceau de papier, une personne lit les données, l'autre les reporte sur le papier. L'équipe de vérification note qu'il n'existe pas de procédure disponible pour cette opération.

Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande d'améliorer l'assurance qualité par la mise en place de procédures écrites. L'équipe de vérification, sachant les contraintes de la municipalité pour la mise en place de la prise d'air, recommande néanmoins de la placer de façon plus appropriée afin de minimiser les interférences dues à sa position actuelle trop basse par rapport aux maisons voisines. L'équipe a également constaté que l'installation de la prise d'air est mal placée (trop proche du mur et placée trop bas).*

DRP – Luxembourg-Ville

A la DRP à Luxembourg-Ville dans une petite pièce adjacente à la terrasse du toit est installée une balise atmosphérique Berthold LB150D, de même type que celui de la station de Burmerange. Ceci inclut la transmission des données au centre par l'intermédiaire d'un modem (pour être capable d'effectuer les tests dans la même configuration en cas d'indisponibilité de la station de Burmerange).

### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

#### Roussy-le-Bourg (FR)

Installée en février 1996 en territoire français, à 5 km de Cattenom. La station est située dans un container climatisé qui se trouve sur une surface clôturée. Le site est bien choisi, sans obstacle dans les environs. Cette station fait l'objet d'une coopération entre les gouvernements Luxembourgeois et Français.

Excepté la sonde Teleray n°133 appartenant au réseau français, tout le matériel est géré par le Ministère de la Santé du Luxembourg.

Les instruments principaux sont:

Instruments de mesure du taux de la radioactivité dans l'air: EG&G Berthold série LB9100DG/9103; aspiration sur filtre déroulant (normalement 25 m<sup>3</sup>/h, régulé, mesureur de flux Elster) et cartouche de charbon activé (SAIC-Scientific Applications Int'l Corp., San Diego USA); avec

- Détecteur (ZnS) pour la mesure de la radioactivité alpha, beta, radon (méthode pseudo-coïncidence Berthold);
- Détecteur HPGe; système d'acquisition de spectres gamma EG&G Ortec Spectrum Master™ avec PC intégré utilisant le logiciel Ortec GammaVision™;
- Système Berthold 'Micro Data Logger' avec modem pour la gestion et la transmission des données de mesure et des données concernant l'état de la station;
- PC

L'accumulation des aérosols se fait par aspiration pendant 6 heures, puis le filtre avance jusqu'à la prochaine position d'aspiration.

Le détecteur HPGe qui est refroidi électriquement (d'abord Ortec, maintenant Canberra) est actuellement en réparation. En état de fonctionnement normal cet appareil enregistre des spectres d'une heure et les analyse en utilisant le logiciel GammaVision.

Actuellement la DRP essaie d'inclure tous les systèmes dans une nouvelle philosophie. La gestion des données sera complètement assurée en utilisant des systèmes TechniData et la spectrométrie gamma sera effectuée avec des modules Canberra, pour une maintenance plus facile. Un 'remote control' sera effectué en utilisant le PC.

Si les valeurs alpha et beta sont au-delà du seuil pré-réglé, la station se met en mode alerte. Dans ce cas le cycle d'échantillonnage et de mesure des aérosols est changé en intervalles de 30 minutes. Pour la mesure de l'iode gazeuse des cartouches de charbon sont introduites dans le système dans un compartiment séparé avec un taux de flux de 5 m<sup>3</sup>/h. Tous les résultats, états, spectres, sont transmis à Luxembourg par modem téléphone via le "data logger". Les données sont également disponibles à la Protection Civile du Luxembourg ou sera établi le centre de crise en cas d'urgence nucléaire à la centrale de Cattenom. La maintenance de la station est entièrement assurée par le Ministère de la Santé (DRP), il n'existe pas de contrat de services.

La calibration pour les mesures alpha et beta est assurée par le Ministère de la Santé (DRP) une fois par an. La société Berthold effectue une calibration tous les deux ans.

Des batteries de rechange (UPS) pour une durée de trois heures (opération des pompes incluse) sont disponibles.

La documentation est sur place: cahier de bord, manuels, spécifications des détecteurs (incluant celle de la sonde "Telera" par la société Alnor).

#### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification suggère de donner priorité à la réinstallation du système de spectrométrie gamma et à l'installation du nouveau système de gestion des données.*

### **8.2.3 Eaux**

#### SEBES

L'équipe a débuté la mission de vérification par la visite de la station de mesure d'eau située en bordure du barrage d'Esch/Sûre, gérée par le Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch/Sûre (SEBES).

L'eau potable est prélevée à 150 mètres en amont du barrage, mais le piquage de la station est effectué sur la conduite à l'entrée de la station de production d'eau potable, d'une part pour éviter un diluement dans les cuves, d'autre part pour la rapidité de réaction. L'eau brute est pompée jusqu'à un container de vingt litres équipé d'un détecteur NaI (2 X 2) protégé par un blindage en plomb d'environ 6 à 8 cm d'épaisseur. Pour le comptage quatre régions d'intérêt ont été choisies pour le césium, l'iode, le cobalt et le gamma total. La région pour le bismuth (qui à l'époque était défini) n'est plus utilisée pour la compensation du bruit de fond naturel, en raison de fluctuations trop larges, ces valeurs servent comme indicateur des radionucléides naturels. Les données sont transmises au Ministère de la Santé via un enregistreur autonome de type Berthold BAI 9111. L'équipement était calibré en usine; il est vérifié et ré-étalonné par la firme tous les 12 à 18 mois. L'eau est toujours à la même température de 7 à 8 degrés et ne nécessite pas de déviation a cause de la température.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

#### Schengen

Le barrage de Schengen est un barrage-écluse situé sur la Moselle, à la frontière Luxembourg/France/Allemagne. Deux sondes avec détecteur NaI y sont installées, une côté luxembourgeois à quelques mètres en amont du barrage, l'autre en aval jouxtant le barrage côté français. Les détecteurs sont immergés à une profondeur moyenne de 1,50 m, mais lors des périodes d'étiage le rayonnement cosmique est plus important, ce qui provoque une augmentation des valeurs mesurées et peut provoquer une alerte au centre des données. Sont transmis une Région d'Interêt (iode) et le gamma total. Une batterie de rechange de 1000 VA est disponible pour les installations de mesure de la station.



Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

### **8.3 Echantillonnage**

#### **8.3.1 Air, précipitation**

Findel

Station de prélèvement d'air et d'eau de pluie située à proximité de la station radar de l'Aéroport de Luxembourg.

Aérosols : ASS500, acheté en ex Allemagne de l'Est. Le débit d'air est de 800 m<sup>3</sup>/h. Le remplacement du filtre d'échantillonnage s'effectue tous les jeudis.

Précipitations : deux collecteurs situés à deux mètres l'un de l'autre, avec une surface de 50 par 50 cm. Chaque réservoir correspondant est vérifié tous les jeudis. En général les réservoirs sont vidés tous les mois et rincés à l'eau distillée, le laboratoire récupérant 5 litres de chacun d'eux (10 litres au total) pour analyses.

Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande pour la période hivernale d'installer un système chauffant les appareils d'échantillonnage de précipitations (utilisant la chaleur à la sortie du tube de l'échantillonneur pour les aérosols).*

*Luxembourg-Ville*

Au laboratoire de la DRP, sur une terrasse située sur le toit de la Villa Louvigny, l'équipe de vérification a pu vérifier un collecteur d'aérosols de marque "Berthold", fabriqué au Canada. Cet appareil se trouvait auparavant à la station de l'aéroport Findel pour être plus tard remplacé par le collecteur à haut volume décrit plus haut. Le flux d'air nominal est de 1 m<sup>3</sup>/min, mesuré avec un anémomètre à fil chaud. Le collecteur est équipé de filtres en fibre de verre 8" par 10" Whatman GF/A.

Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

#### **8.3.2 Eau, sédiment, sol**

Barrage d'Esch/Sûre

Un échantillonneur d'eau automatique, d'un type plus récent que celui de la station de Schengen, est entreposé dans une chambre voisine de celle où se trouve la station automatique, en attendant d'être installée et mise en service. L'échantillonnage s'effectuera chaque demi-heure. En cas d'enregistrement de valeur élevée à la station automatique un transfert dans un autre container jusqu'à un retour à la normale permettra une séparation des séquences "avant, pendant et après" l'alerte.

L'équipe de vérification a assisté à l'échantillonnage tel qu'il se fait encore maintenant, manuellement, au robinet qui se trouve près de la station de mesures automatique.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler, sinon que l'équipe de vérification encourage l'installation rapide du nouvel outil d'échantillonnage.*

#### Wiltz

Le captage d'eau est installée à l'intérieure de la Brasserie Simon. Les échantillons sont pris à 22 m de profondeur dans un puits. Pour des raisons de géologie du site, on observe un taux élevé d'uranium et de radon. Un échantillon de 5 litres collecté immédiatement à l'ouverture du robinet est effectué 3 à 4 fois par an. L'équipe de vérification assista à un tel échantillonnage. La station a été également équipée de détecteurs passifs du radon dans l'air, dans un but de surveillance conformément au règlement de la protection des travailleurs .

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

#### Barrage de Schengen

Station d'échantillonnage d'eau, de sol et de sédiment.

L'eau de la Moselle est pompée côté luxembourgeois et côté français, près des sondes respectives équipées des détecteurs NaI. 50 ml sont pompées dans un flacon (Bühler) toute les demi-heures, soit 2,5 l par flacon et par jour, et ce pour 24 flacons par mois envoyés au laboratoire.

Les pompes sont changées 3 fois par an pour alterner avec les pompes de réserve, puis nettoyées (présence de mousse).

Sols : échantillonnage à la main avec une petite pelle, l'herbe est retirée mais non les racines. La taille de l'échantillon est d'environ 20x20 cm, la zone de prélèvement et la profondeur ne sont pas déterminées. Comme l'échantillonnage se fait sur un terrain qui est régulièrement inondé, l'équipe de vérification doute que l'on puisse parler de sol; il s'agit plutôt d'un mélange sol/sédiments.

Sédiments : échantillonnage près de l'écluse, avec un outil lancé au bout d'un grappin. Un demi-seau est rempli et envoyé en laboratoire.

L'équipe de vérification a pu observer la prise d'échantillons d'eau, de sol et de sédiments.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Pour l'échantillonnage de sol, l'équipe de vérification recommande l'emploi d'un maillage afin de mieux déterminer la zone ainsi qu'un outil spécifique pour définir la profondeur. Il serait également souhaitable de définir un autre lieu pour l'échantillonnage de sol afin d'éviter le mélange éventuel sol/sédiment.*

### Remerschen

Station de prélèvement d'eau située au sein de la réserve naturelle Haff Réimech. 5 litres sont prélevés à 2 m du bord. L'étang est alimenté par la nappe phréatique depuis les collines environnantes. Apparemment il n'y a pas de connexion avec la Moselle.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

### **8.3.3 Aliments**

#### Burmerange

L'échantillonnage de lait et d'œufs s'effectue dans une ferme à Burmerange depuis 7 ans. Auparavant la collecte était assurée depuis 1986 auprès d'une autre ferme qui a maintenant cessé son activité. L'échantillon de lait provient d'un réservoir contenant l'équivalent de 2 à 3 traites de 50 à 60 vaches. Les œufs proviennent d'une ferme.

#### Résultats de l'activité de vérification

*Aucune remarque particulière n'est à formuler.*

### **8.4 Rejets en médecine nucléaire**

L'équipe a visité trois établissements hospitaliers, respectivement:

#### Centre Hospitalier de Luxembourg

Cet établissement a une capacité de 600 lits et est le seul habilité à proposer une thérapie du cancer de la thyroïde à l'iode-131. Deux lits dans un espace adapté sont réservés pour le traitement des patients pour une durée moyenne de trois à quatre jours. Il existe depuis juillet 2005 un local de décroissance avec trois cuves de 20.000 litres chacune afin de récupérer les eaux usées (lavabo+douche+WC) provenant des chambres des malades traités. Sept à huit mois est la durée moyenne pour remplir une cuve. La première, pleine, est en phase de décroissance, la deuxième sera vidée après échantillonnage, la troisième est vide.

Les patients arrivent le lundi pour repartir le jeudi ou le vendredi. La limite légale pour les laisser repartir chez eux est de 40 $\mu$ Sv/h à un mètre de distance, mais en réalité on attend la valeur de 20 $\mu$ Sv/h (en moyenne 80 pour cent de radioactivité sont évacués les deux premiers jours). L'équipe de vérification note l'existence de procédures écrites pour les patients ainsi que pour le personnel hospitalier et technique du Service de Médecine Nucléaire.

Il existe un détecteur NaI par cuve, ainsi qu'un détecteur sous écran de plomb dans la ligne de vidange. Les détecteurs des cuves sont calibrés à 5 Bq/l (octroyés par la Division de la Radioprotection), limite autorisée pour la décharge dans les canalisations. Si la valeur est supérieure, la cuve n'est pas vidée. Si la valeur est inférieure, un échantillon est collecté puis envoyé au laboratoire de la Division de la Radioprotection pour analyse. La cuve est vidée après le feu vert du laboratoire. Un détecteur additionnel se trouve dans la ligne de décharge, en cas de problème une alarme est automatiquement générée dans la salle des gardiens. La calibration des détecteurs sera prochainement assurée une fois

par an par l'intermédiaire d'un contrat de services pour l'électronique et les mesures avec la firme " Dr. Westmeier Gesellschaft für Kernspektrometrie mbH ", Ebsdorfergrund, Allemagne, un contrat de maintenance pour l'hydraulique avec la firme " DTS Wasser-Abwasser-Technik GmbH ", Friedberg, Allemagne existe déjà. A l'heure actuelle il n'est pas prévu de rincer les cuves après vidange, l'installation étant nouvelle. Dans un petit espace aménagé non loin des cuves, un écran de contrôle permet de lire l'activité mesurée ainsi que la position des valves.

L'équipe de vérification a pu observer le prélèvement d'un échantillon du contenu de cuve, au moyen d'un système automatique remplissant un béccher Marinelli d'un volume de un litre. Cette opération a été visible au travers d'un plexiglass transparent de protection. Le béccher une fois nettoyé et fermé a été déposé dans une boîte et transporté au laboratoire par un membre de la DRP. L'équipe de vérification a également noté que les tubes, tuyaux, valves et autres composants du système étaient très bien labellisés.

L'équipe de vérification approuve l'accès contrôlé du sous-sol où sont situées les cuves. Trois personnes sont habilitées à y pénétrer, le responsable de la sécurité et les deux techniciens attachés au fonctionnement et à la maintenance de routine.

Jusqu'à maintenant deux échantillons ont été portés puis analysés au laboratoire de la Division de la Radioprotection. Les résultats sont communiqués par téléphone à la personne responsable de l'hôpital.

#### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande de fixer des procédures écrites pour le transport des échantillons au laboratoire ainsi que la communication des résultats.*

#### Centre Hospitalier du Nord - Hôpital Saint-Louis d'Ettelbrück

Contrairement au Centre Hospitalier de Luxembourg à Luxembourg-Ville, l'Hôpital Saint-Louis n'est pas habilité à effectuer des actions de traitement mais seulement de diagnostic.

L'installation pour les déchets radioactifs liquides est opérationnelle depuis 2003. De même type qu'au centre de Luxembourg mais plus petite avec deux cuves de décroissance de 2000 litres chacune. La firme DTS assure la maintenance et les mesures deux fois par an. Au moment de la visite, la cuve 1 affichait une activité de 4 Bq/l, la cuve 2 une activité nulle. Le médecin précise que 99 pourcent de l'activité seraient dus au Tc-99m, un pour cent à de l'iode-123.

La notice de l'installation montre combien de jours il faut attendre avant la vidange d'une cuve. Vidanger est possible si la valeur mesurée est inférieure à la valeur prévue dans le programme (l'équipe de vérification n'a pas eu de précision sur cette valeur). Si ce n'est pas le cas, des instructions indiquent le temps à attendre avant d'effectuer une nouvelle mesure. Il n'est pas prévu d'échantillonnage séparé. La personne responsable étant absente, des précisions concernant le type de radionucléide mesuré, demi-vie, etc, n'ont pas pu être fournies. L'équipe de vérification note l'imprécision de la notice en ce qui concerne l'identité du radionucléide pour lequel est calculée l'activité ainsi que l'intervalle de décroissance.

L'équipe de vérification note l'existence de procédures internes en médecine nucléaire sur le site. En ce qui concerne les déchets solides du service, il y a une liste affichée dans la salle de stockage, avec les dates correspondantes. Cette salle contient un générateur de Tc-99m. Le service utilise parfois un générateur des aérosols radioactifs (Technegas Generator; Tetley Manufacturing Ltd., Sydney, Australie) pour des scintigraphies d'inhalation.

### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande que notices et procédures soient plus précises, notamment celles qui concernent le calcul de la radioactivité dans les cuves ( surtout en cas de changement éventuel de radionucléide utilisé). L'indication de la demi-vie utilisée dans le logiciel serait également essentielle comme information. Un nombre plus important de personnes travaillant dans ce service devrait recevoir les connaissances et informations nécessaires au fonctionnement du système.*

#### Clinique Sainte-Marie à Esch sur Alzette

Cet Hôpital de proximité effectue des opérations de diagnostic, notamment par injections de Tc-99m ou de gallium-67. Des premières injections de Sr-89 ont été pratiquées en 2006.

Les sources sont enfermées dans des containers plombés, les déchets dans des poubelles plombées. Le personnel se débarrasse des sacs après mesures de contrôle, les valeurs ne devant pas dépasser 0,3 à 0,4  $\mu\text{Sv/h}$ .

L'équipe de vérification note l'existence d'un cahier pour le suivi des doses ainsi que des procédures écrites pour le stockage et l'élimination des déchets. Voir annexe 2.

La salle d'attente des patients est équipée de WC spécifiques; les rejets vont néanmoins directement dans les égouts.

L'équipe de vérification a reçue des documents démontrant la nécessité d'attendre une décroissance totale des radionucléides ainsi que la mesure des débits de dose des radionucléides pour les rejets solides avant de rejeter les déchets. Etant donné que le Sr-89 est un pur beta émetteur avec une demi-vie d'environ 50 jours, cette procédure ne semble pas adaptée.

Le labo chaud possède une hotte avec une poubelle plombée en dessous.

Le personnel du service subit une analyse d'urine tous les six mois pour contrôle.

### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande de réviser les procédures pour la manipulation des déchets radioactifs, plus spécialement en ce qui concerne le Sr-89.*

## **8.5 Laboratoire de la Radioprotection**

### **8.5.1 Introduction**

Le laboratoire situé Villa Louvigny est composé de deux assistantes techniques et une responsable. Le support électronique et informatique est assuré par la Division de la Radioprotection.

Deux postes à plein temps assurent également un soutien pour l'échantillonnage, en particulier pour la région de la Moselle.

Les mesures d'échantillons occupent deux postes à mi-temps, la relève étant assurée en milieu de semaine.

La responsable du laboratoire doit être remplacée prochainement par l'intermédiaire d'un contrat temporaire pour la durée d'un congé maternité. Néanmoins, en situation "normale", il n'y a pas de personnel qualifié pour faire office de responsable du laboratoire en cas de congés ou indisponibilité de la personne titulaire du poste.

L'équipe a pu vérifier l'utilisation d'un protocole hebdomadaire sous le titre "Travaux à effectuer", ainsi qu'un classeur pour collationner les formations du personnel. L'accréditation ISO 17025 est en cours, le laboratoire est dans ce but accompagné par une société française.

Actuellement le laboratoire n'effectue pas de mesures propres de strontium ni ne les sous-traite. Par contre il mesure le tritium dans le lait.

### **8.5.2 Procédures d'enregistrement**

Le laboratoire enregistre et traite en moyenne 650 échantillons par an. Un échantillon réceptionné est identifié pour l'année en cours suivie d'un numéro. Depuis plus de dix ans les mesures tritium, alpha, beta et gamma, incluant les données et les codes de mesure sont classées aux archives. En parallèle un fichier Excel existe pour chaque type d'échantillon, doublé d'une sauvegarde sur CD-Rom. Chaque échantillon est étiqueté avec une indication incluant une abréviation du type d'échantillon ainsi que le lieu de prélèvement. Les échantillons eux-mêmes, après mesures, sont stockés environ un mois dans un placard spécifique puis jetés. A l'heure actuelle, la géométrie des échantillons n'est pas standardisée, et les filtres d'air ne sont pas compressés afin de pouvoir être réutilisés pour d'autres types de mesures.

### **8.5.3 Préparation des échantillons**

Un document de procédures pour la préparation des échantillons est disponible à côté de la salle de préparation. L'équipe de vérification a noté qu'à côté de chaque échantillon en préparation pour analyse se trouvait une fiche de "traçage" avec les éléments clés de l'échantillon ( date de prélèvement etc)

Les balances utilisées, de type Mettler Toledo Viper SW3, SW6, sont contrôlées par une firme luxembourgeoise (qui n'est pas accréditée pour cette tâche).

La calcination des échantillons de lait s'effectue à une température de 400°C dans un four Heraeus sous un feuillet de papier calque de protection (un contrat de maintenance existe). Pour les échantillons d'eau on utilise un autre four, à une température de 450°C (sans contrat de maintenance).

Les échantillons de sol sont déshydratés sur une étuve Memmert, à une température généralement de 81 °C. Une fois secs, on retire tous les éléments de végétation encore restants.

En cas de besoin, le Laboratoire possède une Tamiseuse, un broyeur planétaire à billes (pour les petites portions d'échantillons) et un concasseur à mâchoires (pour matériaux de construction), fournis par l'entreprise Suisse Retsch.

### **8.5.4 Installations de mesure**

#### *Spectrométrie gamma*

L'équipe de vérification a pu constater la présence de quatre chaînes de spectrométrie gamma. Elles consistent en quatre détecteurs Canberra (efficacité relative entre 35 et 64%, résolution en énergie 1,9-2,2 keV largeur à mi-hauteur sur le pic à 1,33 MeV, électronique Canberra NIM, module AIM

Canberra), lien Ethernet et PC pour la gestion des mesures. En théorie un seul PC est suffisant pour assurer toutes les tâches, cependant, pour des raisons de sécurité d'acquisition, des solutions séparées ont été envisagées. Pour l'analyse du spectre gamma un logiciel Canberra Genie 2000 est utilisé.

Le château utilisé est composé de Pb, Cu and Cd. L'enveloppe du détecteur est couverte d'un film en plastique pour éviter la contamination. Il n'est pas utilisé d'outil de centrage des échantillons, ces derniers étant hétérogènes.

Pour la plupart des détecteurs 16 géométries sont calibrés (du ml au l).

Les temps de mesure sont les mêmes pour tous les types d'échantillons – 1 à 2 jours.

La fourniture en azote liquide pour le refroidissement des détecteurs s'effectue par un système de remplissage de la société Air Liquide. Les détecteurs sont ainsi remplis chaque semaine (à cet effet il existe une procédure, cependant sans signature). Après un délai d'environ une demi-heure, les détecteurs sont successivement vérifiés pendant 900 secondes en ce qui concerne les déviations en énergie (en utilisant toujours la même source de radionucléides mixtes de l'Institut Tchèque de Métrologie). Ceci est effectué avec une routine automatique, en utilisant le module QA inclu dans le package des logiciels "Genie". La visualisation permet de choisir des paramètres variés (spectre, position du pic...) ou d'observer les pas de temps. Si des déviations impliquent une investigation, une recalibration de l'énergie ou en efficacité suffisent normalement.

Après chaque réparation les calibrations effectives sont vérifiées afin de contrôler la validité des anciennes calibrations. L'équipe de vérification a été informée qu'un des détecteurs posait des problèmes techniques.

Des mesures de bruit de fond sont effectuées chaque week-end de plus de trois jours. Le spectre de bruit de fond est sauvé sous un nom différent pour permettre de ré-analyser l'ancien spectre sous les conditions d'origine.

La pièce destinée aux mesures est sous air conditionné (pas de changement de température significatif) afin de stabiliser l'électronique des appareils.

#### Mesures alpha/beta

Les mesures de tritium sont effectuées par deux compteurs à scintillation liquide: "Packard TriCarb 2770TR/SL et Packard TriCarb 1050.

Pour la mesure des filtres à air des stations de Burmerange et de la Villa Louvigny, un compteur proportionnel pour 'planchette' large est utilisé. Les résultats de comptage sont imprimés et transférés manuellement au bureau pour calculs.

Un compteur proportionnel Berthold LB770-10 bas-niveaux utilisant des 'planchettes' de 60 mm est utilisé pour les mesures des échantillons de basse activité (gaz de comptage: Ar-méthane venant d'Air Liquide). Cet appareil est connecté à un PC et utilise le logiciel Berthold de système de mesure universel. Pendant la visite un message d'erreur est apparu, une vérification de l'appareil par la société Berthold s'impose.

Pour la détermination du radon en dynamique, le laboratoire utilise deux appareils Genitron AlphaGuard, la transmission des valeurs enregistrées sont transmises à un ordinateur.

L'équipe de vérification a également observé un système d'analyse alpha de marque Canberra pouvant être principalement utilisé pour les mesures de spectrométrie alpha.

### 8.5.5 Assurance qualité

Le laboratoire se prépare pour une accréditation ISO 17025. En novembre 2006 un premier audit de diagnostic a été effectué afin de dégager une idée de départ, le laboratoire se posant la question sur la validation des procédures existantes. Le laboratoire étant un laboratoire d'Etat, toutes les prestations effectuées le sont gratuitement. Que les prestations soient gratuites ou non, une accréditation de ce laboratoire est jugée indispensable, d'une part pour assurer les compétences du laboratoire qui sont demandées et reconnues au niveau international, d'autre part pour assurer la crédibilité de ses résultats de mesures, surtout en cas de litige.

Les sources standard de calibration (sources mixtes et radionucléides seuls; KCl) proviennent pour la plupart de l'Institut Tchèque de Métrologie et de PTB (Allemagne). Une production de standards pour les géométries et densités nécessaires pour les spectrométries gamma ne se fait que pour les mesures de routine.

Le laboratoire participe à des exercices internationaux d'inter-comparaisons, tel que celui organisé par IRMM (DG JRC) pour les filtres à air utilisés pour le Cs-137 en 2003.

L'équipe de vérification a effectué un traçage de date sur un échantillon d'eau de la Moselle de juin 2005 et conclu que tout était en ordre.

#### Résultats de l'activité de vérification

*L'équipe de vérification recommande l'analyse de strontium, en accord avec les recommandations de la Commission du 8 juin 2000 concernant l'application de l'article 36 du traité Euratom relatif à la surveillance des taux de radioactivité dans l'environnement en vue d'évaluer l'exposition de l'ensemble de la population.*

*L'équipe de vérification recommande la création d'un poste de scientifique supplémentaire, qui permettrait d'assurer une présence en continu d'un responsable de laboratoire et d'élargir le programme d'assurance qualité, qui actuellement ne remplit pas tous les critères requis pour ce type de laboratoire.*

*L'équipe de vérification encourage et recommande de mener le plus rapidement à son terme le processus d'accréditation du laboratoire.*

*L'équipe de vérification suggère de recourir à terme à une numérotation de laboratoire plus standardisée, par exemple pour éviter des confusions en cas de réception de plusieurs échantillons le même jour, et surtout en perspective de traçages futurs éventuels. Dans ce même contexte, l'équipe de vérification recommande d'établir de façon plus systématique des procédures opérationnelles au sein du laboratoire.*

*En ce qui concerne la spectrométrie gamma, l'équipe de vérification suggère pour quelques géométries d'explorer d'avantage le centrage des échantillons sur l'enveloppe du détecteur, en utilisant un outil de centrage et en s'assurant de l'homogénéité des échantillons afin d'éviter les erreurs dues au mauvais placement sur le détecteur.*



## 9. CONCLUSIONS

Toutes les vérifications prévues ont été réalisées sans difficulté. A cet égard, le dossier fourni à l'avance ainsi que les documents distribués sur place, se sont avérés très utiles.

Les travaux de vérification effectués indiquent que les installations nécessaires pour effectuer le contrôle permanent du taux de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol sur l'ensemble du territoire du Luxembourg sont adéquates. Le fonctionnement ainsi que l'efficacité des installations et des programmes de surveillance mis en place par les autorités compétentes a pu être vérifié.

La visite des laboratoires et stations de la Division Radioprotection du Ministère de la Santé au Luxembourg, ainsi que des établissements hospitaliers pratiquant la médecine nucléaire, a démontré que les systèmes mis en place pour la surveillance radiologique du territoire national sont adéquats et fonctionnent en permanence.

Les dispositions de l'article 35 du Traité Euratom sont respectées.

Finalement, l'équipe de vérification tient à remercier ses interlocuteurs pour leur coopération et leur disponibilité.

\*\*\*\*\*

<b>SOMMAIRE DU PROGRAMME DE VISITE</b>
--

**Lundi 05 mars 2007**

Matin

Présentation des délégations (Ministère de la santé/Division de la Radioprotection et Commission européenne) au site du Ministère à Luxembourg. Présentations générales relatives concernant la mise en œuvre des dispositions réglementaires et les programmes de surveillance environnementale.

Après-midi

Activités de vérification: stations de mesure et échantillonnage en continu pour l'eau potable à Esch/Sûre et Wiltz, stations de mesure et échantillonnage en continu pour le débit de dose gamma à Remerchen, Harlange et Useldange.

**Mardi 06 mars 2007**

Matin

Activités de vérification: stations de mesure et échantillonnage en continu pour le débit de dose gamma, l'échantillonnage de lait et des œufs à Burmerange, l'échantillonnage d'eau, de sol et de sédiments à Schengen et Remerschen. Station de débit de dose à Remerschen.

Après-midi

Activités de vérification: le contrôle des rejets du CHL. Station de prélèvement d'air et d'eau de pluie, à Findel.

**Mercredi 07 mars 2007**

Matin

Activités de vérification: le laboratoire de la Division de la Radioprotection du Ministère de la Santé, Luxembourg et la station de mesure du Roussy.

Après-midi

Activités de vérification: le contrôle des rejets de l'hôpital St. Louis à Ettelbrück

**Jeudi 08 mars 2007**

Matin

Activités de vérification: le contrôle des rejets de la Clinique Sainte Marie à Esch sur Alzette.

Après-midi

Réunion de synthèse avec tous les participants au siège du Ministère de la santé et conclusions préliminaires.

**ANNEXE 2**

<p><b>DOCUMENTATION</b></p>
-----------------------------

1. Mode opératoire « Stockage et élimination des déchets radioactifs au labo chaud et salle d'injection» (réf. MOscinti004C).
2. Mode opératoire « Stockage et élimination des déchets radioactifs au labo chaud et salle d'injection» (réf. MOscinti004B).
3. L'eau potable au Luxembourg, brochure éditée par SEBES.
4. "Radiological protection in Luxembourg", abstract, Division de la radioprotection Villa Mouvigny, Allée Marconi, Luxembourg.
5. "The national programme of monitoring the environmental radioactivity in the Grand-Duchy of Luxembourg", Division de la radioprotection Villa Mouvigny, Allée Marconi, Luxembourg.
6. Evaluation of existing standards of measurement of ambient dose rate; and of sampling, sample preparation and measurement for estimating radioactivity levels in air - ,Questionnaire for Luxembourg, EC-JRC, ISPRA.
7. MEMORIAL, Journal Officiel du Grand-Duché de Luxembourg, Recueil de législation, No. 133, 8 août 2006, Règlement grand-ducal du 21 juillet 2006 modifiant le règlement grand-ducal du 14 décembre 2000 concernant la protection de la population contre les dangers résultant des rayonnements ionisants.
8. *Procédures laboratoire: «Protocole opératoires: Mesures ensemble.doc.» (réf.USB512MB).*

**Autres sources documentation consultées**

- Données préliminaires générales fournies à la CE (Février 2007) au titre de l'article 35 du Traité Euratom relatives aux lieux visités.
- <http://www.drp.etat.lu>

## ANNEXE 3

## DIVISION DE LA RADIOPROTECTION – Types de mesures

*Gamma spectrométrie*

Nombre appareils	4 chaînes avec des détecteurs germanium à très haute pureté			
Fabricants	Canberra			
Types	N°1	N°2	N°4	N°5
	GC3519-7500SL	GC 5522-7500SL	GX6020-7500SL	GC6019-7500SL
Spécification				
Efficacité relative (%)	33.5	64.3	69	60.
Résolution à 1.33 MeV (FWHM)	1.83 keV	2.12 keV	1.88 keV	1.84 keV
Résolution à 122 keV (FWHM)	0.850 keV	1.15 keV	1.00 keV	1.00 keV
Méthodologies de calibration	À partir de géométries remplies d'un standard d'activité connue			
Sources utilisées	Mélange de radionucléides type ERX (N°162/1) du Czech Metrological Institute + mélange de radionucléides dans une résine type CBSS2 (N°268) du Czech Metrological Institute comme contrôle-qualité assurance hebdomadaire			
Calculs	Software Génie 2000			
Enregistrement	Fichiers avec extension « cnf » contenant le spectre de la mesure d'un échantillon et fichiers rapport « rpt ». Enregistrés à la fin de chaque mesure manuellement.			
Archivage des résultats	Rapport de mesure édité à chaque fin de comptage et archivé. Tous les résultats sont aussi notés dans un classeur « Résultats bruts » prévu à cet effet.			
Archivage des échantillons	Les échantillons sont stockés jusqu'à la rédaction des rapports (lettre ou rapport mensuel)			

*Alpha spectrométrie*

Nombre d'appareils	1 chaîne à 6 chambres de mesure			
Fabricants	Canberra			
Types	Alpha-Analyst	Mod. 7200-06		
	Détecteurs:	PIPS		
Spécification				
Efficacité relative (%)				
Méthodologies de calibration	À partir d'un standard d'activité connue			
Sources utilisées				
Calculs	Software Génie 2000- Alpha Analyst			
Enregistrement	Fichiers avec extension « cnf » contenant le spectre de la mesure d'un échantillon et fichiers rapport « rpt ». Enregistrés à la fin de chaque mesure automatiquement.			
Archivage des résultats	Rapport de mesure édité à chaque fin de comptage et archivé. Tous les			

	résultats sont aussi notés dans un classeur « Résultats bruts » prévu à cet effet.
Archivage des échantillons	Les échantillons sont stockés au laboratoire

**Scintillation liquide - Tritium**

Nombre appareils	2 compteurs en scintillation liquide	Fonction de système de secours
Fabricants	Packard (Perkin Elmer)	Packard
Types	TRI-CARB Modèle 2770 TR/SL	TRI-CARB 1050
Spécification	Chambre de comptage spéciale très bas bruit de fond BGO	Chambre de comptage bas bruit de fond
Méthodologies de calibration	À l'aide d'une solution Tritium d'activité connue pour chaque série de mesures	À l'aide d'une solution Tritium d'activité connue
Sources utilisées	Solution Tritium (N°025) du Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) + Standards de contrôle H3 (N°32) et C14 (N°33)	Standards de contrôle H3 et C14 (N°009)
Calculs	Sur feuille Excel à partir des résultats bruts imprimés à la fin de chaque mesure	Sur feuille Excel à partir des résultats bruts imprimés à la fin de chaque mesure
Enregistrement	Dans le fichier Excel de calculs	Dans le fichier Excel de calculs
Archivage des résultats	Tous les résultats sont notés sur la feuille de sortie imprimante et classés dans un classeur « Tritium » prévu à cet effet. Ils sont aussi notés dans un classeur « Résultats bruts ».	Tous les résultats sont notés sur la feuille de sortie imprimante et classés dans un classeur « Tritium » prévu à cet effet. Ils sont aussi notés dans un classeur « Résultats bruts ».
Archivage des échantillons	Les échantillons sont stockés jusqu'à la rédaction des rapports (lettre ou rapport mensuel)	Les échantillons sont stockés jusqu'à la rédaction des rapports (lettre ou rapport mensuel)

**Mesures Apha-/Bêta totales**

Nombre appareils	2 détecteurs proportionnels à gaz bas bruit de fond	
Fabricants	Berthold Technologies	
Types	LB770 PC à coupelles 60mm	LB761 GD à coupelle 200mm
Spécification	Voir annexe données techniques (E)	Voir annexe données techniques (E)
Méthodologies de calibration	Préparation de 10 coupelles avec une poudre d'activité connue (Am-241 (N°154) ou KCl)	Préparation d' 1 coupelle avec une poudre d'activité connue (KCl)
Sources utilisées	Am-241 (N°154) + KCl et deux sources de contrôle Am-241 (N°156) + Sr-90 (N°157)	KCl et une source de contrôle Sr-90 (N°158)
Calculs	Sur feuille Excel à partir des résultats imprimés à la fin de chaque mesure	Sur feuille Excel à partir des résultats imprimés à la fin de chaque mesure
Enregistrement	Stockage des fichiers avec extension « sdt » créés à chaque mesure dans un répertoire	Stockage des fichiers avec extension « sdt » créés à chaque mesure dans un répertoire
Archivage des résultats	Les résultats imprimés sur papier sont classés dans un classeur	Les résultats imprimés sur papier sont classés dans un classeur

	prévu à cet effet et notés dans le classeur « Résultats bruts »	prévu à cet effet et notés dans le classeur « Résultats bruts »
Archivage des échantillons	Les échantillons sont stockés jusqu'à la rédaction des rapports (lettre ou rapport mensuel)	Les échantillons sont stockés jusqu'à la rédaction des rapports (lettre ou rapport mensuel)

## ANNEXE 4

## DIVISION DE LA RADIOPROTECTION – Types de mesures

*Echantillons Laboratoires*

Echantillons	Par mois/ Par saison	Adresse / Responsable	Livraison
Lait Burmerange	1 X mois	M. Keller Eugène 1, rue Jos Kayser L-5675 Burmerange	Museltour
Lait Ellange	1 X mois	M. Frantz Fernard 8, rue de Mondorf L-5690 Ellange	Museltour
Oeufs Brumerange	1 X mois	M. Keller Eugène 1, rue Jos Kayser L-5675 Burmerange	Museltour
Eau source Burmerange	1 X mois	Burmerange	Museltour
Eau potable Schengen	1 X mois	Schengen	Museltour
Eau Baggerweiher Remerschen	1 X mois	M. Gloden Adm. Des eaux et Fôrets	Museltour
Eau Moselle	2 X mois	Schengen – écluse	Museltour
Sédiment Moselle	2 X mois	Schengen – écluse	Museltour
Sol Schengen	2 X mois	Schengen – écluse	
Lait Luxlait Lait Luxlait concentré	1 X mois	Luxlait 27, BD M. Cahen L-1311 Luxembourg	Enlevé par le service de la Radioprotection
Viande de bœuf	1 X mois	Coboulux M. Schneider 11, Hauptstrooss L-6869 Wecker	Livraison fin de mois
Eau Sebes	2 X mois	Syndicat desEaux du Barrage d'Esch/Sûre 14, route de Luxembourg L-9650 Esch/Sûre	Livraison
Céréales	Été	Silocentrale M. Ries B.P. 48 L-7501 Mersch	Enlevé par le service de la Radioprotection
Légumes	Année	Maraîcher M.C. Kirsch 100, rue Emile Metz L-2149 Luxembourg	Livraison – téléphone – insister
Fraises	Juin	Steinsel	Enlevé par le service de la Radioprotection
Vin	Automne	Institute Viti-Vinicole	Livraison

		M. Kuhn Remisch	
Poissons	Septembre	Adm. Des Eaux et Forêts M.A. Krier 16, rue Eugène Ruppert L-2453 Luxembourg	Livraison préparer les G1: numéroter et peser
Gibier	Novembre- décembre	La Provençale M. P. Brulet	Livraison
Herbe	Mai-juin	Burmerange-Schengen Mondorf Apache-Ecluse Hellange-Frisange	Museltour
Champignons	Septembre- décembre	MNHN M.G. Marson	Livraison ou Enlevé par le service de la Radioprotection
Boues StEp	3X tous les 2 mois	M. Melchers	Livraison
Régime alimentaire	1X mois	Ms Bignoli ou Lavandier	Enlevé par le service de la Radioprotection
Mûres	Juillet-aût	-	Museltour