

## TABLE DES MATIERES

### LISTE DES FIGURES

### LISTE DES TABLEAUX

### LISTE DES ABREVIATIONS

### INTRODUCTION ----- 1

## PARTIE THEORIQUE

### CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES SOURCES RADIOACTIVES ----- 3

#### 1.1. Définitions ----- 3

##### 1.1.1. Source radioactive----- 3

##### 1.1.1.1. Source radioactive scellée----- 3

##### 1.1.1.2. Source radioactive non scellée ----- 3

##### 1.1.2. Gestion des sources radioactives ----- 3

#### 1.2. Objectifs de la gestion des sources radioactives----- 4

#### 1.3. Principes fondamentaux de la gestion des sources radioactives----- 4

#### 1.4. Réglementation et cadre légal ----- 4

#### 1.5. Organisme de réglementation ----- 5

### CHAPITRE II : GRANDEURS ET UNITES UTILISEES EN RADIOPROTECTION ---- 6

#### 2.1. Grandeurs physiques ----- 6

##### 2.1.1. Loi de décroissance radioactive ----- 6

##### 2.1.2. Activité----- 6

##### 2.1.3. Période radioactive ----- 7

#### 2.2. Grandeurs et unités dosimétriques fondamentales ----- 7

##### 2.2.1. Dose absorbée $D$ ----- 7

##### 2.2.2. Débit de dose absorbée $\dot{D}$ ----- 8

#### 2.3. Grandeurs de protection----- 8

### CHAPITRE III : GESTION DES SOURCES RADIOACTIVES----- 10

#### 3.1. Catégorisation des sources radioactives----- 10

##### 3.1.1. Objectifs de la catégorisation des sources radioactives ----- 10

##### 3.1.2. Système de catégorisation ----- 10

3.1.3. Utilisation du système-----	11
3.1.4. Radionucléide de courte période et sources non scellées -----	12
3.1.5. Regroupement de sources -----	12
3.1.6. Communication avec le public-----	13
3.1.7. Registre national des sources radioactives -----	13
3.1.8. Importation et Exportation des sources radioactives -----	13
3.2. Groupe de sécurité -----	14
3.3. Identification des sources radioactives-----	14
3.4. Réglementation en Radioprotection à Madagascar -----	15

#### CHAPITRE IV : SYSTEME DE NOTIFICATION, D'AUTORISATION ET DE CONTROLE DES SOURCES RADIOACTIVES ----- 17

4.1. Généralités -----	17
4.2. Définitions -----	18
4.2.1. Notification -----	18
4.2.2. Enregistrement -----	18
4.2.3. Autorisation -----	19
4.2.4. Licence -----	19
4.3. Processus de délivrance de l'autorisation-----	20

### **PARTIE PRATIQUE**

CHAPITRE V : INVENTAIRE NATIONAL DES SOURCES RADIOACTIVES-----	22
5.1. Définition-----	22
5.2. Recommandation de l'AIEA relative à l'inventaire national des sources radioactives	22
5.3. Intérêt de l'inventaire national -----	22
5.4. Objectif de l'inventaire -----	23
5.5. Utilisateurs potentiels des sources radioactives-----	23
5.6. Moyens nécessaires pour réaliser l'inventaire -----	23
5.7. Sensibilisation et mobilisation des utilisateurs potentiels des sources radioactives ----	24
5.8. Questionnaires des contrôles -----	25
5.9. Mise à jour de l'inventaire national -----	25
5.10. Exemple du registre manuel -----	26
5.11. Etat actuel de l'inventaire des sources radioactives -----	26

5.12. Utilité d'un logiciel pour le traitement des données (SIOR 3.1)-----	30
5.12.1. Concepts-----	30
5.12.2. Approche du SIOR 3.1 -----	31
5.12.3. Portée du SIOR 3.1 -----	31

## CHAPITRE VI : CONCEPTION D'UN PROGRAMME POUR LA GESTION DES SOURCES RADIOACTIVES-----

6.1. Généralités -----	33
6.2. Contexte du sujet-----	33
6.3. Problématique -----	33
6.4. Analyse sur la base de données -----	33
6.5. Méthode MERISE -----	34
6.5.1. Niveau conceptuel -----	34
6.5.2. Niveau organisationnel -----	34
6.5.3. Niveau logique -----	34
6.5.4. Niveau physique -----	35
6.6. Règle de gestion -----	35
6.7. Dictionnaire de données-----	35
6.8. Cardinalité-----	37
6.9. Modèle Conceptuel des Données (MCD) -----	37
6.9.1. Entité -----	38
6.9.2. Association -----	38
6.9.3. Propriété-----	38
6.10. Modèle Logique de Données (MLD) -----	38
6.11. Modèle Physique de Données (MPD) -----	40
6.12. Plateforme de développement -----	40
6.12.1. Présentation de SQL -----	40
6.12.2. Présentation d'une base de données -----	40
6.12.2.1. Tables-----	41
6.12.2.2. Indexes -----	41
6.12.2.3. Déclencheur -----	41
6.12.2.4. Vue-----	41
6.12.3. Objets manipulés par SQL -----	41
6.12.3.1. Identificateurs -----	41

6.12.3.2. Tables-----	42
6.12.3.3. Colonnes -----	42
6.12.3.4. Type de données -----	42
6.12.4. Langage de manipulation de données -----	42
6.13. Langage de programmation -----	42
6.14. Générateur d'état -----	43
 CHAPITRE VII : REALISATION -----	44
7.1. Objectif de l'application -----	44
7.2. Environnement de travail -----	44
7.3. Présentation des interfaces -----	44
7.3.1. Module d'accès -----	45
7.3.2. Menu « Fichier »-----	47
7.3.3. Menu « Gestion des sources » -----	48
7.3.3.1. Sous menu « Nouvelle source »-----	48
7.3.3.2. Sous menu « Equipement »-----	50
7.3.3.3. Sous menu « Autorisation » -----	50
7.3.3.4. Sous menu « Etablissement »-----	52
7.3.4. Menu « Recherche » -----	53
7.3.4.1. Module de recherche « Source »-----	55
7.3.4.2. Module de recherche « Autorisation » -----	55
7.3.4.3. Module de recherche « Equipement associé » -----	56
7.3.4.4. Module de recherche « Etablissement » -----	57
7.4. Procédure de l'impression des résultats de la requête -----	57
7.5. Aperçu des résultats donnés par Excel -----	58
7.6. Menu « Outils » -----	59
 CONCLUSION -----	60
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
 ANNEXES	

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b>	: Grandeurs utilisées en radioprotection -----	9
<b>Figure 2</b>	: Source typique de Cs-137 utilisée comme tête de sonde en diaggraphie pétrolière (photographie : Schlumberger) -----	15
<b>Figure 3</b>	: Diverses normes, standards ou recommandations établies au niveau international par différents organismes -----	16
<b>Figure 4</b>	: Processus de délivrance d'une autorisation -----	21
<b>Figure 5</b>	: Nombre d'importation, exportation et détention et utilisation des sources radioactives entre 2005 et 2012 -----	27
<b>Figure 6</b>	: Evolution du nombre de sources radioactives existantes entre 2005 et 2012 ---	29
<b>Figure 7</b>	: Evolution du nombre de sources existantes par catégorie de sécurité entre 2005 et 2012 -----	30
<b>Figure 8</b>	: Rôle de l'AIEA en matière de sûreté et en matière de sécurité -----	31
<b>Figure 9</b>	: Interface principale de SIOR 3.1 -----	32
<b>Figure 10</b>	: Cycle d'abstraction pour la conception d'un système d'information -----	35
<b>Figure 11</b>	: Modèle conceptuel de données -----	37
<b>Figure 12</b>	: Formalisme du modèle conceptuel de données -----	38
<b>Figure 13</b>	: Modèle logique de données -----	39
<b>Figure 14</b>	: Organigramme de l'ouverture de l'application -----	45
<b>Figure 15</b>	: Fenêtre d'authentification -----	45
<b>Figure 16</b>	: Message d'erreur d'accès -----	46
<b>Figure 17</b>	: Fenêtre principale -----	46
<b>Figure 18</b>	: Organigramme du menu principal -----	47
<b>Figure 19</b>	: Menu « Fichier » -----	47
<b>Figure 20</b>	: Message de confirmation pour la fermeture de l'application -----	48
<b>Figure 21</b>	: Menu « Gestion des sources » -----	48
<b>Figure 22</b>	: Fenêtre « Source » -----	49
<b>Figure 23</b>	: Message de modification -----	49
<b>Figure 24</b>	: Table « SOURCE » de la base de données -----	50
<b>Figure 25</b>	: Fenêtre « Equipement » -----	50
<b>Figure 26</b>	: Fenêtre « Autorisation » -----	51
<b>Figure 27</b>	: Message pour l'annulation des informations -----	51

<b>Figure 28</b> : Affichage des informations sur les champs à partir de la commande « Rechercher » -----	51
<b>Figure 29</b> : Table « AUTORISATION » de la base de données -----	52
<b>Figure 30</b> : Fenêtre « Etablissement » -----	52
<b>Figure 31</b> : Menu « Recherche » -----	53
<b>Figure 32</b> : Organigramme de la requête pour l'impression -----	54
<b>Figure 33</b> : Recherche d'une « Source » -----	55
<b>Figure 34</b> : Recherche d'une « Source » par utilisateur -----	55
<b>Figure 35</b> : Recherche d'une « Autorisation » -----	55
<b>Figure 36</b> : Recherche « Autorisation » par date de délivrance -----	56
<b>Figure 37</b> : Recherche d'un « Equipement associé » -----	56
<b>Figure 38</b> : Recherche « Equipement associé » par son nom -----	56
<b>Figure 39</b> : Recherche d'un « Etablissement » -----	57
<b>Figure 40</b> : Recherche « Etablissement » par son responsable -----	57
<b>Figure 41</b> : Résultat de la requête selon la SOURCE -----	58
<b>Figure 42</b> : Résultat de la requête selon l'EQUIPEMENT ASSOCIE -----	58
<b>Figure 43</b> : Résultat de la requête selon l'AUTORISATION -----	59
<b>Figure 42</b> : Menu« outils » -----	59

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Périodes radioactives de quelques radioéléments -----	7
<b>Tableau 2</b> : Catégories recommandées sur les sources couramment utilisées -----	11
<b>Tableau 3</b> : Exemples des Valeurs de D -----	12
<b>Tableau 4</b> : Description simple des catégories -----	13
<b>Tableau 5</b> : Groupe de sécurité -----	14
<b>Tableau 6</b> : Nombre d'autorisations délivrées entre 2005 et 2012 -----	27
<b>Tableau 7</b> : Nombre de sources présentes à Madagascar entre 2005 et 2012 -----	28
<b>Tableau 8</b> : Nombre de sources existantes par catégorie de sécurité entre 2005 et 2012 ----	29
<b>Tableau 9</b> : Dictionnaire de donnée -----	36

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>AEN</b>	: Agence pour l'Energie Nucléaire
<b>AIEA</b>	: Agence Internationale de l'Energie Atomique
<b>ANPSR</b>	: Autorité Nationale de Protection et de Sûreté Radiologique
<b>BDD</b>	: Base De Données
<b>CIPR</b>	: Commission Internationale de Protection Radiologique
<b>CIUMR</b>	: Commission Internationale des Unités et Mesures Radiologiques
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organization
<b>GPL</b>	: General Public Licence
<b>ICRU</b>	: International Commission on Radiation Units and Measurements
<b>INSTN</b>	: Institut National de Sciences et Techniques Nucléaires
<b>LCD</b>	: Langage de Contrôle de l'accès aux Données
<b>LDD</b>	: Langage de Définition de Données
<b>MCD</b>	: Modèle Conceptuel de Données
<b>MERISE</b>	: Méthode d'Etude et de Réalisation Informatique pour les Systèmes d'Entreprise
<b>MLD</b>	: Modèle Logique de Données
<b>MPD</b>	: Modèle Physique de Données
<b>NFI</b>	: Normes Fondamentales Internationales
<b>NTIC</b>	: Nouvelles Technologies d'Informations et de Communications
<b>OCDE</b>	: Organisation de Coopération et de Développement Economiques
<b>OCGDR</b>	: Office Centrale de Gestion des Déchets Radioactifs
<b>OIT</b>	: Organisation Internationale du Travail
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de la Santé
<b>OPS</b>	: Organisation Panaméricaine de la Santé
<b>OTR</b>	: Organe Technique de Radioprotection
<b>RI</b>	: Rayonnements Ionisants
<b>SGBD-R</b>	: Système de Gestion de Base des Données Relationnelles
<b>SIOR</b>	: Système d'Information pour Organisme de Réglementation
<b>SQL</b>	: Structured Query Language
<b>UNSCEAR</b>	: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation



# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Depuis la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, les applications des sources radioactives ne cessent de progresser davantage dans plusieurs domaines tels que la médecine, l'industrie, l'agriculture, la recherche, etc. Néanmoins celles-ci, présentent à la fois des avantages et des inconvénients qui pourraient avoir des risques radiologiques dus à un accident ou u n acte malveillant lorsqu'elles ne sont pas soumises à un système de gestion et de surveillance.

L'utilisateur des sources radioactives est le premier responsable en matière de sûreté et de sécurité radiologique. Ce premier est sous le contrôle de l'Etat qui devrait par conséquent mettre en place un organisme de réglementation

Afin de réduire autant que possible les risques d'exposition, l'organisme de réglementation devrait mettre en place une politique de gestion des sources radioactives pour assurer la protection des travailleurs, du public et de l'environnement contre les effets nuisibles de ces dernières.

A Madagascar, l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN-Madagascar) joue le rôle de l'Organe Technique de Radioprotection (OTR) et de l'Office centrale de Gestion des Déchets Radioactifs (OCGDR) jusqu'à ce que la mise en place définitive de l'Autorité Nationale de Sûreté et de Protection Radiologique (ANPSR) soit effective.

Ainsi l'utilisation des sources radioactives, pour les besoins de la médecine, de l'industrie et de la recherche à Madagascar, doit être déclarée et autorisée auprès de l'autorité réglementaire. Cette institution a mis en place un programme de gestion des sources radioactives. L'objectif est de contrôler le mouvement des sources radioactives dans le territoire national.

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) a mis à la disposition de tous les organismes de réglementation de chaque pays, un logiciel (SIOR 3.1) permettant de suivre les mouvements des sources radioactives et de gérer les activités de l'organisme de réglementation. Toutefois, chaque organisme de réglementation a son choix et son autonomie de développer son propre système de gestion de base de données.

Ce travail consiste donc à informatiser la gestion des sources radioactives au niveau national c'est-à-dire de développer un système ou un programme assurant les différentes opérations pour la gestion des sources radioactives.

Il existe un très grand nombre et de variétés de langages de programmation mais nous avons choisi d'utiliser le logiciel python pour notre programme et SQLiteStudio pour la base des données.

En effet, python est un langage orienté, objet et dynamique. Quant à SQLiteStudio, c'est une base de données pour stocker, traiter et évaluer les informations.

Pour la conception de l'application, nous avons opté la méthode MERISE.

Ce travail intitulé «**MISE EN PLACE D'UNE BASE DE DONNEES POUR LA GESTION DES SOURCES RADIOACTIVES**» montre l'importance de la gestion des sources radioactives. Il donne des idées précises et concrètes sur la gestion de ces dernières selon les normes établis par l'AIEA. Cette gestion a pour objectif de maintenir un niveau élevé de sûreté et de sécurité des sources radioactives à partir de la mise en place d'un système adéquat de contrôle réglementaire.

Pour mener à terme le projet, ce travail se divise en deux grandes parties à savoir la partie théorique et la partie pratique. La première concerne les généralités des sources radioactives, les grandeurs et unités utilisées en radioprotection, la gestion des sources radioactives à Madagascar et le système de notification, d'autorisation et de contrôle des sources radioactives tandis que la deuxième partie va se baser sur l'inventaire national des sources radioactives, la conception d'un programme ou Base De Données (BDD) pour la gestion des sources radioactives et finalement la réalisation de cette Base De Données.

**PARTIE**  
**THEORIQUE**

## **CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES SOURCES RADIOACTIVES [1] [2]**

### **1.1. Définitions**

#### **1.1.1. Source radioactive [11]**

Une source radioactive est une substance qui contient un ou plusieurs radionucléides dont l'activité produit des rayonnements ionisants (RI) susceptibles d'entraîner des effets néfastes pour la santé humaine. Tous ces rayonnements sont ionisants car lors de leur passage à travers la matière, ils créent directement ou indirectement des ions en cédant une partie de leur énergie. Il existe deux types des sources radioactives : les sources radioactives scellées et les sources radioactives non scellées.

##### **1.1.1.1. Source radioactive scellée**

Une source radioactive scellée est une source de rayonnement enfermée de manière permanente dans une capsule ou fixée sous forme solide. La capsule d'une telle source est suffisamment résistante pour rester étanche dans les conditions pour lesquelles la source a été conçue, y compris au cours d'incidents prévisibles.

Exemples :

- Iridium-192
- Cobalt-60

##### **1.1.1.2. Source radioactive non scellée**

Une source radioactive non scellée est une source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substances radioactives : poudre, liquide ou gaz.

Exemples :

- Iode -131
- Tritium

#### **1.1.2. Gestion des sources radioactives [15]**

La gestion des sources radioactives est l'ensemble des activités administratives et opérationnelles impliquées dans le cycle de vie de la source radioactive, c'est-à-dire la fabrication, la fourniture, la réception, la possession, le stockage, l'utilisation, le transfert, l'importation, l'exportation, le transport, l'entretien, le recyclage des sources radioactives.

## **1.2. Objectif de gestion des sources radioactives**

La gestion de sources radioactives a pour objectif de maintenir un niveau élevé de sûreté et de sécurité des sources radioactives à travers la mise en place d'un système adéquat de contrôle réglementaire applicable à partir du stade de leur production jusqu'au retour aux fabricants.

Cette gestion a pour finalité :

- d'assurer la traçabilité des sources et de centraliser les autorisations délivrées et les déclarations reçues par l'organisme de réglementation ;
- d'empêcher toute personne physique ou morale non autorisée d'entreprendre des activités illégales des sources radioactives ;
- d'atténuer les conséquences radiologiques d'un accident ou d'un acte malveillant mettant en jeu une source radioactive.

## **1.3. Principes fondamentaux de la gestion de sources radioactives**

Afin de protéger les personnes et l'environnement, des mesures appropriées nécessaires sont prises par chaque pays pour faire en sorte que :

- les sources radioactives qui se trouvent sur le territoire, ou sous la juridiction soient gérées de façon sûre et sécurisée durant leur vie et au terme de celle-ci ;
- la culture de sûreté et la culture de sécurité ayant trait aux sources radioactives soient encouragées ;
- la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire efficace à l'échelle nationale soit nécessaire pour le contrôle de la gestion et de la protection des sources radioactives.

## **1.4. Réglementation et cadre légal**

La mise en place d'un cadre légal est la responsabilité du gouvernement d'un pays. Ce cadre prévoit des lois et des règlements qui définissent les exigences de sûreté pour la radioprotection des travailleurs sous rayonnement ionisant et du public.

Bien que les règlements nationaux puissent varier d'un pays à un autre, ces règlements sont généralement inspirés sur les recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et des Normes Fondamentales Internationales (NFI, BSS 115 publié par l'AIEA).

Ces recommandations n'ont pas de statut juridique mais elles peuvent servir comme une base appropriée pour une législation de radioprotection.

### **1.5. Organisme de réglementation**

Le cadre juridique de la protection contre les rayonnements ionisants doit mettre en place une autorité réglementaire pour garantir la conformité par rapport aux règlements.

L'organisme de réglementation doit avoir suffisamment de pouvoir et de ressources pour exécuter les fonctions suivantes :

La fonction primordiale est l'évaluation des demandes d'autorisation pour les pratiques, la délivrance, le renouvellement et la modification des autorisations selon les cas.

Puis la fonction qui consiste à l'inspection des pratiques autorisées pour confirmer que les exigences réglementaires soient respectées.

Dans un troisième temps, le respect des exigences réglementaires quand des non conformités sont constatées.

Enfin, l'organisme de réglementation englobe sur l'encouragement du développement d'une culture de sûreté.

## CHAPITRE II : GRANDEURS ET UNITES UTILISEES EN RADIOPROTECTION

[9]

En radioprotection, la détermination des risques potentiels des rayonnements ionisants est très importante.

Pour ce faire, trois grandeurs sont à mesurer :

- les grandeurs radiométriques qui décrivent le champ de rayonnements, les grandeurs dosimétriques qui évaluent les effets produits par la dose de rayonnements et les grandeurs de protection qui ne sont pas mesurables ;
- la **Commission Internationale des Unités et Mesures Radiologiques (CIUMR)** est chargée de recommander les définitions et les facteurs de conversion à utiliser en radioprotection afin d'assurer la cohérence entre ces grandeurs.

### 2.1. Grandeurs physiques

Les grandeurs physiques sont des grandeurs accessibles quantitativement par le calcul ou par la mesure.

#### 2.1.1. Loi de décroissance radioactive

Au cours d'une réaction spontanée, les radionucléides instables se transforment dans le temps en d'autres noyaux stables ou instables suivant la loi de désintégration.

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Où  $N_t$  : Nombre de noyaux à l'instant  $t$

$N_0$  : Nombre de noyaux à l'instant initial ( $t = 0$ )

$\lambda$  : Constante radioactive

$t$  : Temps

#### 2.1.2. Activité

L'activité  $A$  d'une substance radioactive représente le nombre moyen de désintégrations par seconde.

$$A = \frac{dN}{dt} \quad (2)$$

$dN$  : est la valeur du nombre de transformations nucléaires spontanées dans l'intervalle de temps  $dt$ .



### 2.1.3. Période radioactive ou demi-vie

C'est la durée nécessaire pour qu'un échantillon contenant  $N$  atomes radioactifs n'en contienne plus que  $N/2$  atomes.

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad (3)$$

$T$  : Période radioactive

$\lambda$  : Constante radioactive

**Tableau 1** : Périodes radioactives de quelques radioéléments

Radioélément	Symbole	Période
Iridium-192	$^{192}\text{Ir}$	73,84 jours
Cobalt-60	$^{60}\text{Co}$	5,3 ans
Césium-137	$^{137}\text{Cs}$	30,15 ans
Thulium-170	$^{170}\text{Tl}$	127 jours
Tritium	$^3\text{H}$	12,3 ans

## 2.2. Grandeurs et unités dosimétriques fondamentales

Les grandeurs dosimétriques servent à caractériser l'effet « physique » des rayonnements sur la matière en terme d'énergie transférée ou de dépôt d'énergie.

Les sections suivantes traduisent les grandeurs dosimétriques de base utilisées en radioprotection.

### 2.2.1. Dose absorbée

La dose absorbée ( $D$ ) est une grandeur physique qui exprime la quantité d'énergie  $dE$  transmise au milieu par le rayonnement, par unité de masse  $dm$ .

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (4)$$

L'unité dans le système international de la dose absorbée est le joule par kilogramme ( $\text{J.kg}^{-1}$ ) ou gray (Gy). Si le débit de dose est constant dans l'intervalle de temps, on peut écrire la relation suivante :

$$D = \dot{D}.t \quad (5)$$

$\dot{D}$  : Débit de dose absorbée

$t$  : temps

### 2.2.2. Débit de dose absorbée

Le débit de dose absorbée  $\dot{D}$  est le quotient de  $dD$  par  $dt$  où  $dD$  est l'augmentation de dose absorbée dans l'intervalle de temps  $dt$ .

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt} \quad (6)$$

Le débit de dose absorbée s'exprime en  $J.kg^{-1}.s^{-1}$  ou gray par seconde ( $Gy.s^{-1}$ ).

### 2.3. Grandeurs de protection

Elles quantifient le risque encouru par un individu lorsqu'il est soumis à une exposition externe ou interne. Ce sont des grandeurs dont les limites de doses autorisées sont établies. Ces grandeurs ne sont pas mesurables. Parmi ces grandeurs figure-la « **Dose équivalente** » [1]

Cette grandeur est la probabilité d'apparition d'effets stochastiques et dépend non seulement de la dose absorbée, mais également de la dose absorbée moyenne à l'organe ou au tissu. Un facteur de pondération de la qualité du rayonnement  $w_R$  est utilisé pour les différents types de rayonnements incidents.

L'équivalent de dose  $H_{T,R}$ , en un point donné des tissus irradiés est donné par la relation :

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot W_R \quad (7)$$

où  $D_{T,R}$  est la dose absorbée moyenne dans un organe ou tissu T due au rayonnement R.

Les valeurs numériques de  $w_R$  sont données dans le tableau 1 en annexe I.

Lorsque le champ se compose de différents types de rayonnements ayant différentes valeurs de  $w_R$ , la dose équivalente totale  $H_T$  est donnée par la formule :

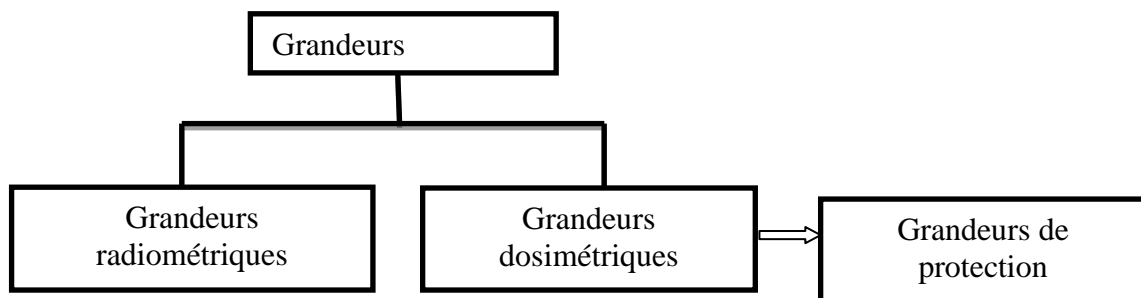
$$H_T = \sum_R W_R \cdot D_{T,R} \quad (8)$$

L'équivalent de dose s'exprime en joule par kilogramme ( $J.kg^{-1}$ ) ou sievert (Sv). Le sievert correspond à une dose absorbée de 1Gy .

$$1Sv=1J.kg^{-1} \quad (9)$$

Les valeurs numériques de  $w_R$  sont données dans le tableau 1 en annexe I.

La figure ci-dessous résume les diverses grandeurs utilisées dans le domaine de la radioprotection :



**Figure 1 :** Grandeurs utilisées en radioprotection

D'après le schéma ci-dessus, nous pouvons relater que les grandeurs utilisées en radioprotection ne sont autres que les grandeurs physiques. Par la suite, ces grandeurs peuvent être scindées en :

- grandeurs radiométriques caractérisant le champ de rayonnements ;
- grandeurs dosimétriques ayant l'effet physique des rayonnements sur la matière ;
- grandeurs de protection, non mesurables mais les limites de doses sont fondées sur les grandeurs de protection.

## **CHAPITRE III : GESTION DES SOURCES RADIOACTIVES A MADAGASCAR [13]**

### **3.1. Catégorisation des sources radioactives**

Pour catégoriser les sources radioactives, l'organisme de réglementation doit utiliser les données présentées en annexe 2. Le rapport d'activité A/D doit être calculé puis comparé à celui correspondant à des sources similaires au tableau 2 de la page 11. Cela doit être fait en divisant l'activité A de la source en (TBq) par la valeur D correspondant à l'activité spécifique du radionucléide considéré. Le rapport A/D ainsi calculé doit ensuite être comparé aux valeurs présentées dans ce tableau.

#### **3.1.1. Objectif de la catégorisation des sources radioactives**

L'objectif de la catégorisation des sources radioactives est de fournir un système simple et logique pour classer les sources radioactives en fonction des dangers qu'elles peuvent présenter pour la santé humaine.

La catégorisation permet également de classer en catégories distinctes les applications pour lesquelles ces sources radioactives sont utilisées.

L'autorité nationale de la réglementation doit tenir en compte du système de catégorisation pour l'élaboration du contrôle réglementaire et de nombreuses activités relatives à la sûreté et à la sécurité des sources radioactives.

Ses applications incluent surtout les points suivants :

- amélioration des infrastructures réglementaires nationales ;
- élaboration des stratégies nationales visant à renforcer le contrôle des sources radioactives ;
- optimisation des mesures de sécurité des sources radioactives.

#### **3.1.2. Système de catégorisation**

Le système de catégorisation des sources radioactives est basé principalement sur leur capacité à provoquer des effets déterministes. La catégorisation est fondée sur le concept de « sources dangereuses » qui sont quantifiées en termes de « valeurs D ».

La valeur « D value » est l'activité spécifique du radionucléide d'une source pouvant entraîner des effets déterministes graves, si elle n'est pas soumise à un contrôle. Ces valeurs D sont employées comme des facteurs de normalisation servant de référence pour comparer les risques associés.

### 3.1.3. Utilisation du système

Les utilisateurs de sources radioactives sont mis dans l'obligation d'assurer la sûreté et la sécurité selon les prescriptions de sûreté énoncées par les normes fondamentales internationales (BSS-115) et le guide de sûreté (catégorisation des sources radioactives) publié par l'AIEA.

En particulier, ce dernier impose l'organisme réglementaire de définir des politiques, des principes de sûreté et des critères associés servant de base à ses activités réglementaires.

L'étendue du contrôle effectué par l'organisme de réglementation doit être en rapport avec l'ampleur et la nature potentielle du risque.

Le système de catégorisation présenté par l'AIEA comporte cinq catégories, ce nombre est jugé suffisant pour permettre l'application pratique du système.

**Tableau 2 :** Catégories recommandées sur les sources couramment utilisées (*guide de sûreté N° RS-G-1.9 IAEA*)

Catégorie	Sources et pratiques	Ratio d'activité (A/D)
1	-Générateurs thermoélectriques à radio-isotopes -Irradiateurs industriels -Sources de téléthérapie -Sources de téléthérapie fixe à faisceaux multiples	$A/D \geq 1000$
2	-Sources de gammagraphie industrielle -Sources de curiethérapie à débit de dose élevé ou moyen	$1000 > A/D \geq 10$
3	-Jauges industrielles fixes contenant des sources de haute activité -Jauge de diagraphe de forage	$10 > A/D \geq 1$
4	-Sources de curiethérapie à faible débit de dose -Jauges industrielles avec source à faible activité -Ostéodensitomètres -Eliminateurs d'électricité statique	$1 > A/D \geq 0,01$
5	-Sources de curiethérapie à faible débit de dose -Générateurs de fluorescence x -Dispositifs de capture d'électrons	$0,01 > A/D$ et $A > \text{niveau d'exemption}$

Dans ce système de catégorisation, les sources radioactives de la catégorie 1 sont considérées les plus dangereuses en raison du risque très élevé qu'elles représentent pour la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée.

Une exposition directe, de quelques minutes seulement, à une source radioactive de catégorie 1 non protégée peut être fatale.

Au bas de l'échelle du système de catégorisation sont classées les sources de catégorie 5 qui sont les moins dangereuses, mais qu'il est néanmoins nécessaire de soumettre à un contrôle réglementaire, car elles pourraient, elles aussi, donner lieu à des doses supérieures à la limite réglementaire.

Les valeurs numériques de  $D$  sont données en annexes II. Nous présentons quelques valeurs.

**Tableau 3 :** Exemples des valeurs  $D$  (AIEA-TECDOC-953)

Radionucléide	$D(\text{TBq})$
Am-241	0,06
Co-60	0,03
Cs-137	0,1
Ir-192	0,08
Pu-238	0,06
Sr-90	1,0
Tc-99m	0,7

#### 3.1.4. Radionucléides de courte période et sources non scellées

Certaines pratiques, comme la médecine nucléaire, recourent à des sources non scellées comportant des radioéléments de courte période. Par exemple, le Tc-99m est utilisé pour le radiodiagnostic et l'I-131 pour la radiothérapie. En pareil cas, les principes du système de catégorisation peuvent être appliqués pour catégoriser ces sources, mais il faudra réfléchir au choix de l'activité  $A$  à utiliser pour calculer le rapport  $A/D$ .

#### 3.1.5. Regroupement de sources

Dans les situations où plusieurs sources sont très proches les unes des autres, comme dans les processus de fabrication ou dans les installations d'entreposage, l'organisme de réglementation peut regrouper les activités des sources afin de déterminer une situation fondée sur la catégorisation à des fins de contrôle réglementaire.

Afin de catégoriser un ensemble des sources radioactives comportant différents radionucléides, il est proposé de totaliser le rapport  $A/D$  selon la relation :

$$(A/D)_{\text{Total}} = \sum_n \frac{\sum_i A_{i,n}}{D_n} \quad (10)$$

Où  $A_{i,n}$  : activité de la source  $i$  du radionucléide  $n$

$D_n$  : Valeur de  $D$  relative au radionucléide  $n$ .

### 3.1.6. Communication avec le public

Le guide de sûreté (catégorisation des sources radioactives) publié par l'AIEA fournit également une description simple des catégories afin de faciliter l'information du public.

**Tableau 4 :** Description simple des catégories (Guide de sûreté RS-G-1.9)

Catégorie	Risque encouru du fait d'être à coté d'une source
1	Extrêmement dangereuses
2	Très dangereuses
3	Dangereuses
4	Improbablement dangereuses
5	Très improbablement dangereuses

### 3.1.7. Registre national des sources radioactives

L'organisme de réglementation doit maintenir un registre national des sources radioactives. Ce registre doit contenir, au minimum, les sources radioactives de catégorie 1 et 2, mais également les sources radioactives de la catégorie 3.

Par ailleurs, l'autorité réglementaire doit déterminer si les sources radioactives de la catégorie 4 et 5 devraient être incluses dans le registre.

### 3.1.8. Importation et exportation des sources radioactives [3][2]

Selon la réglementation nationale, l'importation ou l'exportation d'une source radioactive nécessite des mesures appropriées pour veiller à ce que cette importation ou exportation s'effectue en conformité avec les normes internationales présentées dans le règlement de transport des sources radioactives.

L'importation et l'exportation de sources radioactives de risque élevé peuvent avoir lieu uniquement après notification préalable et accord des pays exportateur et importateur. L'exportation de sources radioactives de risque élevé ne peut avoir lieu que si le destinataire est autorisé à détenir ces sources selon la législation et réglementation nationale.

L'importation ou l'exportation peut être autorisée, dans des cas exceptionnels, avec le consentement des deux pays si d'autres dispositions ont été prises pour assurer la gestion de la source dans des conditions de sûreté et de sécurité.

### 3.2. Groupe de sécurité

Le groupement de sécurité se base sur la catégorisation des sources radioactives. En général, quatre groupes de sécurité A, B, C et D sont établis par l'AIEA pour les cinq catégories 1, 2, 3, 4 et 5 de sources radioactives.

**Tableau 5 : Groupe de sécurité (AIEA TECDOC-1355)**

Groupe de Sécurité	Catégorie	Exemples
A	1	-Générateurs thermoélectriques à radio-isotopes -Irradiateurs industriels
B	2	-Sources de gammagraphie industrielle -Sources de curiethérapie à débit de dose élevé ou moyen
	3	-Jauges industrielles fixes contenant des sources de haute activité -Jauge de diagraphie de fourrage
C	4	-Sources de curiethérapie à faible débit de dose -Jauges industrielles avec source à faible activité
D	5	-Sources de curiethérapie à faible débit de dose -Générateurs de fluorescence x

### 3.3. Identification des sources radioactives [7]

La présente partie a pour objet d'aider les non-spécialistes et les organisations à procéder à l'identification préliminaire des sources radioactives qu'ils pourraient rencontrer.

Elle a également pour objet d'aider à identifier les sources radioactives donnant lieu à des incidents qui sont ultérieurement signalés à la base de données de l'AIEA sur le trafic illicite.

Les sources radioactives peuvent présenter un aspect très différent qui dépend de l'application spécifique pour laquelle elles peuvent être utilisées.

Les sources radioactives doivent être marquées du symbole de la radioactivité (trèfle), et/ou le mot « radioactive » doit être gravé sur leur surface. Il se peut que ces indications soient trop petites pour être visibles.

Ces marques d'identification constituent le principal moyen pour reconnaître une source radioactive.



Cependant, la plupart des sources radioactives se présentent sous la forme de capsules cylindriques de différentes dimensions. Elles sont normalement en acier inoxydable, à l'usage, peut perdre son aspect brillant ou noirci, en particulier lorsqu'il s'agit de sources de très haute activité.

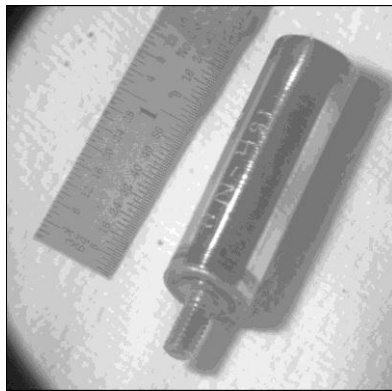
D'une manière générale, tout objet non protégé dont on pense qu'il peut s'agir d'une source radioactive scellée est potentiellement dangereux et aucune personne non formée ne devrait s'en approcher sans matériel approprié de radioprotection et de détection de rayonnements.

### **Remarque**

Il n'est toujours pas facile de reconnaître les sources radioactives due à sa petitesse ou par faute de symbole radioactif. Dans ce cas, il faut absolument éviter :

- d'essayer de lire les marques si l'on ne dispose pas de connaissances ou d'équipements spécialisés ;
- d'essayer de toucher une source radioactive.

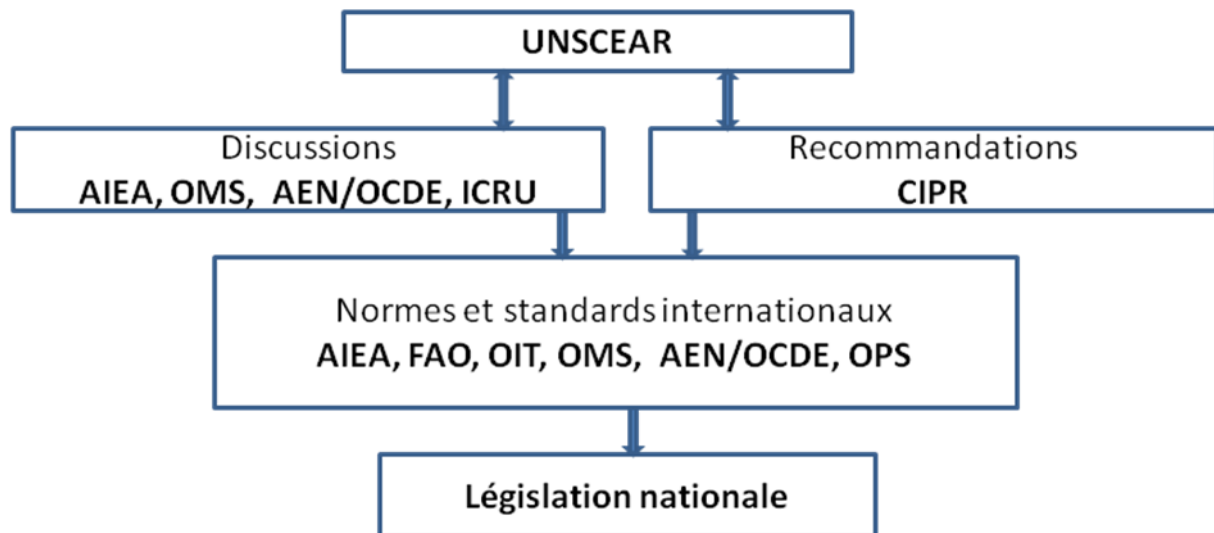
Il convient de noter que la taille d'une source n'est pas une indication de son degré de dangerosité.



**Figure 2** : Source typique de Cs-137 utilisée comme tête de sonde en Diagraphie pétrolière (photographie : Schlumberger).

### **3.4. Réglementations en radioprotection à Madagascar [14]**

La réglementation nationale en matière de radioprotection résulte de directives fournies à l'échelle mondiale. Elle trouve sa source dans diverses normes, standards ou recommandations établies au niveau international par différents organismes.



**Figure 3 :** Diverses normes, standards ou recommandations établies au niveau international par différents organismes

La gestion de sources radioactives est régie par la loi N° 97-041 du 02 janvier 1998. Cette loi détermine les règles d'application à la protection contre les dangers des rayonnements ionisants et à la gestion des déchets radioactifs à Madagascar.

## **CHAPITRE IV : SYSTEME DE NOTIFICATION, D'AUTORISATION ET DE CONTROLE DES SOURCES RADIOACTIVES [5]**

### **4.1. Généralités**

L'atteinte et le maintien d'un niveau élevé de protection radiologique et de sûreté lors de l'utilisation de sources radioactives reposent sur un solide infrastructure législative et gouvernementale. Un organisme de réglementation bien organisé et doté d'un personnel suffisant et adapté, ayant des ressources appropriées est un élément clé d'une telle infrastructure.

L'une des responsabilités de l'organisme de réglementation est l'examen et l'évaluation des demandes d'autorisation des exploitants ainsi que la délivrance, la suspension ou l'annulation des autorisations.

Il incombe donc à l'organisme de réglementation de donner les procédures de notification et d'autorisation, précisant les documents qui doivent être fournis par les demandeurs. La réalisation d'inspections est une partie intégrante du système d'examen et d'évaluation périodique des autorisations. Il en est de même pour l'instruction de demandes de renouvellement d'autorisation et d'éventuelles modifications aux autorisations.

Les raisons des décisions prises par l'organisme de réglementation doivent être précisées.

Les normes fondamentales de radioprotection utilisent les termes « déclaration » et « autorisation » par enregistrement ou délivrance de licence pour indiquer de manière générale un type approprié de contrôle fondé sur le niveau de risque ou de complexité et la délivrance de licence aux plus élevés.

Toute personne physique ou morale qui a l'intention d'entreprendre ou d'exercer des pratiques donnant lieu à des expositions radiologiques doit adresser une déclaration à l'Organisme de réglementation pour lui faire part de cette intention.

Il appartient à l'organisme de réglementation de déterminer la pertinence de la protection et de la sûreté et la probabilité du respect des exigences réglementaires avant d'accorder les autorisations au sein de son système de contrôle.

## 4.2. Définitions

### 4.2.1. Notification

La notification est définie dans les Normes fondamentales internationales comme un « *Document soumis par une personne physique ou morale à l'organisme de réglementation pour notifier son intention d'exercer une pratique* ».

Ce mécanisme fournit les informations sur l'activité proposée à l'autorité de sûreté.

En plus d'une notification, les exploitants peuvent être amenés à soumettre une demande d'autorisation.

Une demande d'autorisation peut également être considérée comme une notification à l'organisme de réglementation.

### 4.2.2. Enregistrement

Un enregistrement est défini dans les NFI comme une forme d'autorisation pour les pratiques induisant des risques faibles ou modérés. La personne physique ou morale responsable de cette pratique particulière a, en fonction des cas, constitué et soumis à l'organisme de réglementation une évaluation de la sûreté des installations et des équipements. La pratique ou l'utilisation de sources de rayonnements sont autorisées sous certaines conditions voire limitations, en fonction des cas.

Les pratiques qui se prêtent généralement à l'enregistrement sont celles pour lesquelles :

- la sûreté peut être en grande partie assurée par la conception des installations et des équipements ;
- les procédures d'exploitation sont simples à appliquer ;
- la formation à dispenser en matière de sûreté est minime ;
- les opérations n'ont donné lieu qu'à quelques problèmes de sûreté dans le passé.

Les pratiques comportant des opérations qui ne varient guère sont celles qui se prêtent le mieux à l'enregistrement.

Les prescriptions relatives à l'évaluation de la sûreté ainsi qu'aux conditions ou limitations appliquées à la pratique devraient être moins contraignantes que celles définies dans le cas d'une licence

### 4.2.3. Autorisation

Une “autorisation” est définie dans les Prescriptions de sûreté comme « *une permission accordée par écrit à un exploitant par un organisme de réglementation ou un autre organisme gouvernemental pour exécuter des activités spécifiées* ».

L’“exploitant” est défini dans les Prescriptions de sûreté comme « *Tout organisme ou personne qui a demandé ou obtenu une autorisation et/ou qui est responsable de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique, de la sûreté des déchets ou de la sûreté du transport lors de l’exécution d’activités ou en ce qui concerne toute installation nucléaire ou source de rayonnements ionisants. Il peut s’agir notamment de particuliers, d’organismes gouvernementaux, d’expéditeurs ou de transporteurs, de titulaires d’autorisations, d’hôpitaux, de travailleurs indépendants, etc.* »

Dans certains pays, la législation prévoit deux types d’autorisation :

- les autorisations personnelles ou individuelles :

Ce premier type est accordé aux personnes qui ont prouvé de manière satisfaisante pour l’organisme de réglementation leurs connaissances, leur formation et leur expérience pratique des sujets faisant l’objet de leur demande d’autorisation. Ce type d’autorisation n’est pas lié à une installation physique particulière. Pendant sa période de validité, elle permet au titulaire de l’autorisation de travailler dans toute installation autorisée, et dont l’activité est liée à son domaine de compétence.

- les autorisations institutionnelles :

Ce second type d’autorisation est accordé à l’exploitant pour laquelle l’organisme de réglementation est convaincu que cette pratique peut être exercée de manière sûre. La condition est que l’exploitant dispose dans son personnel permanent d’au moins une personne possédant une autorisation personnelle ou individuelle pour cette pratique.

Les Normes fondamentales internationales spécifient qu’une autorisation peut prendre la forme d’un enregistrement ou bien d’une licence

### 4.2.4. Licence

Une licence est définie dans les NFI comme une autorisation délivrée par l’organisme de réglementation sur la base d’une évaluation de la sûreté et assortie de conditions et prescriptions particulières que l’exploitant doit respecter.

En général, la délivrance de Licence est un processus plus coûteux en ressource que l’enregistrement car elle requiert une évaluation au cas par cas de chaque utilisation proposée dans le cadre d’une pratique considérée. Dans certains cas, le processus peut comprendre la

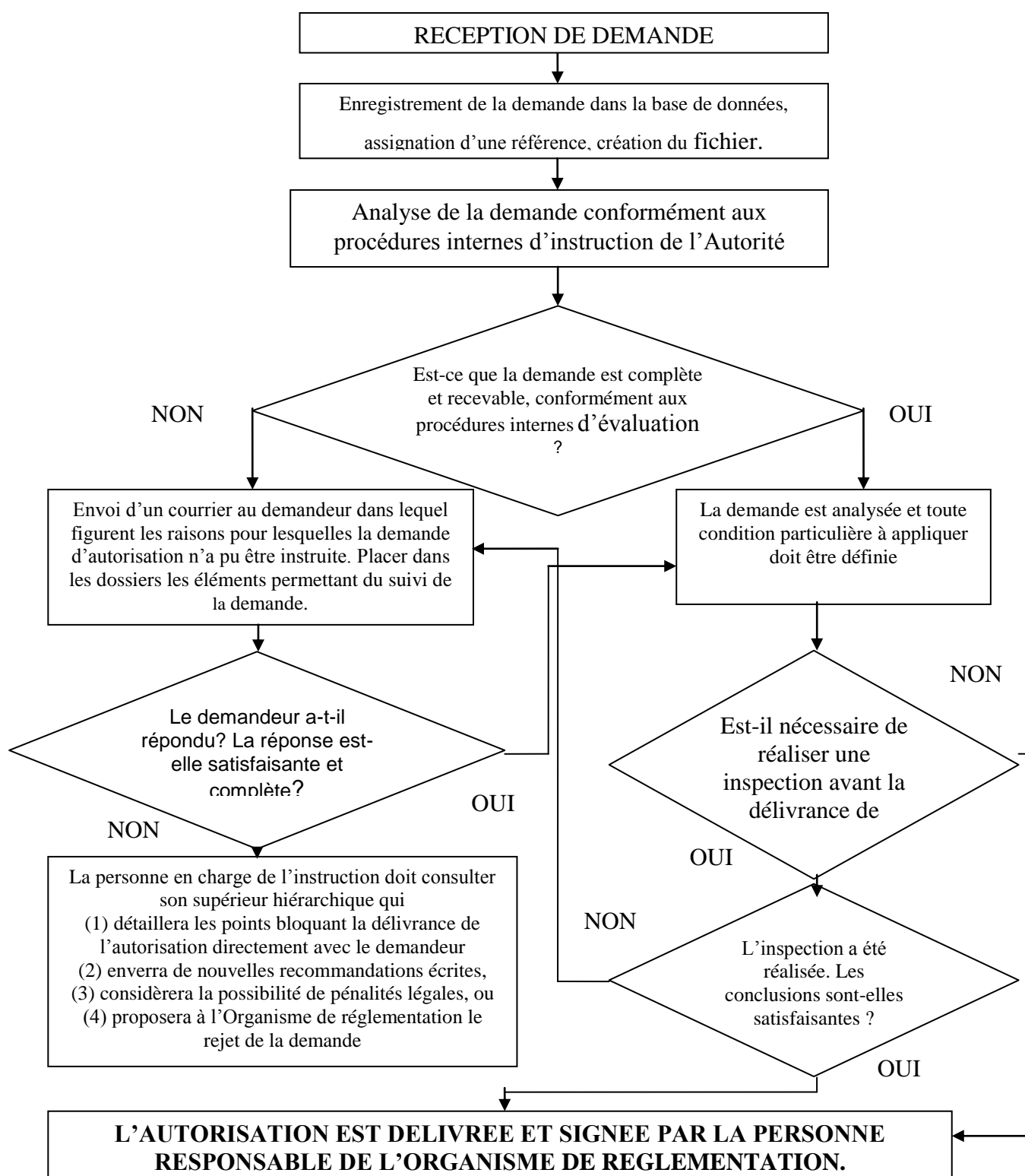
délivrance préliminaire d'une licence et de contrôles préliminaires à l'exportation réalisés par l'autorité de sûreté. Ceci afin de s'assurer que toutes les précautions importantes de protection et de sûreté sont prises en compte et sont satisfaisantes.

Une licence est nécessaire pour des pratiques et sources telles que :

- les jauges industrielles à forte activité ;
- radiographie industrielle ;
- radiothérapie ;
- diagnostics médicaux à Rayon X ;
- médecine nucléaire ;
- utilisation des sources non scellées ;
- production des radionucléides ;
- stockage et évacuation des déchets radioactifs.

#### **4.3. Processus de délivrance de l'autorisation**

La figure suivante présente un exemple de processus pour déterminer le personnel qui est nécessaire dans un organisme de réglementation. Elle montre aussi le processus d'examen et d'évaluation des demandes d'autorisations de différents types de sources radioactives ainsi que les pratiques nécessaires avant de faire la délivrance de l'autorisation.



**Figure 4 :** Processus de délivrance d'une autorisation

Cet exemple suppose donc qu'un seul organisme de réglementation peut être responsable de tous les aspects de la sûreté radiologique dans un pays.

# **PARTIE PRATIQUE**



## **CHAPITRE V : INVENTAIRE NATIONAL DES SOURCES RADIOACTIVES [9]**

Pour protéger l'homme et son environnement contre les effets néfastes de rayonnements ionisants, un plan de gestion rigoureuse et transparente des sources radioactives doit être élaboré. Des procédures doivent en effet être poursuivies. Parmi ces procédures figure l'inventaire national des sources radioactives.

### **5.1. Définition**

L'inventaire est le recensement de l'ensemble de sources radioactives présentes sur le territoire national. Cet inventaire est expédié à un système de gestion de base de données. Ce dernier devrait contenir toutes les sources existantes et recensées ainsi que leur localisation.

### **5.2. Recommandations de l'AIEA relatives à l'inventaire national des sources radioactives**

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique a proposé un plan d'action international pour la sûreté et la sécurité des sources radioactives présentant des risques élevés pour les populations et l'environnement. Ainsi, en coopération avec d'autres organisations internationales, elle a établi des normes et conduites à suivre (Normes Fondamentales Internationales de protection contre les rayonnements ionisants et code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives) et tout ceux-ci pour atteindre les objectifs de la gestion des sources radioactives.

Pour appuyer l'application de ces normes, l'AIEA a exigé aux Etats membres que leurs organismes de réglementations :

- établissent un plan de l'inventaire national des sources radioactives ;
- tiennent à jour des registres appropriés des titulaires d'autorisations et les types des sources radioactives qu'ils sont autorisés à utiliser ;
- effectuent à la fois des inspections annoncées et des inspections inopinées pour vérifier les installations.

### **5.3. Intérêt de l'inventaire national**

L'inventaire national des sources radioactives permet aux Etats membres de l'AIEA de prendre toutes les mesures administratives nécessaires pour que les organismes utilisant les sources radioactives se conforment aux normes de sûreté et de sécurité. Et d'autre part

d'assurer le contrôle de tout le territoire national en investissant les moyens nécessaires contre les actes malveillants et les mouvements des sources sans autorisation.

Soulignons que l'inventaire permet aux Etats membres de consolider davantage les archives des données enregistrées pour surveiller et inspecter les organismes utilisant les sources radioactives et prendre des sanctions à l'encontre des organismes en cas de non respect de la réglementation.

L'inventaire joue un rôle très important pour la gestion à long terme de source utilisée dans tous les domaines socioéconomiques puisqu' il permet d'identifier et de repérer les sources radioactives.

#### **5.4. Objectif de l'inventaire**

Nombreux accidents sont les conséquences sanitaires néfastes dues à la perte de contrôle ou à la mauvaise utilisation des sources radioactives. L'AIEA a publié un certain nombre de rapports. Pour cela l'organisme national de réglementation est recommandé de maintenir les documents d'autorisation qui indiquent clairement le type de source radioactive. Il est chargé de mettre en place des systèmes pour s'assurer que les sources radioactives sont identifiables et traçables. Et s'assurer que les règlements et les autres critères concernant la sûreté et la sécurité des sources radioactives restent valables et suffisants. Enfin, l'organisme de réglementation est sollicité de mettre en œuvre un programme d'inspection des installations contenant des sources de rayonnements ionisants.

#### **5.5. Utilisateurs potentiels des sources radioactives**

Tous détenteurs des sources des rayonnements ionisants ou de substances radioactives sont tenus à faire une déclaration à l'INSTN-Madagascar.

Les archives des autorisations déjà délivrées permettent la traçabilité des sources. Ils permettent, en effet d'établir une liste des organismes utilisant les sources radioactives. Ces archives sont :

- les déclarations ;
- les fichiers des installations des établissements ;
- les fichiers des industries et des centres médicaux.

## 5.6. Moyens nécessaires pour réaliser l'inventaire

Pour réaliser un tel inventaire, des moyens financiers, techniques (appareils de détection, moyens de transport, matériels informatiques) et humains (formation de son personnel en nombre suffisant) sont nécessaires.

Afin d'élaborer cet inventaire, les procédures suivantes sont à suivre :

- faire une liste des utilisateurs potentiels des sources de rayonnements ionisants ;
- faire une liste des fournisseurs des sources de rayonnements ionisants ;
- faire circuler un questionnaire afin d'identifier les possibles utilisateurs des sources et exiger le respect des normes ;
- coordonner avec la douane un programme de contrôle des sources entrant et sortant du territoire national ;
- enregistrer les utilisateurs, les fournisseurs et les sources dans la base de données.

Tout ceci doit être basé sur des correspondances de l'autorité réglementaire et de l'assistance technique de la part de l'AIEA.

## 5.7. Sensibilisation et mobilisation des utilisateurs potentiels des sources radioactives

L'autonomie financière et administrative de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires donne les moyens nécessaires pour sensibiliser et mobiliser les utilisateurs potentiels des sources radioactives.

Afin que ces utilisateurs prennent toutes les mesures nécessaires et adéquates pour bien protéger leurs sources et les déclarer auprès de l'autorité réglementaire, une correspondance permettra une mise à jour de l'inventaire des sources radioactives.

Cependant, en cas de réponse non satisfaisante, une relance peut être utile afin de contrôler et de compléter les informations recueillies. Ces nouvelles correspondances devraient permettre un retour d'information et conduire à la précision des états d'utilisation des sources ainsi qu'à la localisation précise des sites avec leurs coordonnées.

A cet effet, une base des données est réservée pour stocker les informations. Cette base de données peut être le système d'information pour l'organisme de réglementation de l'AIEA (SIOR) ou un autre système de base de données qui a été développé pour le même but.

Parmi les moyens de sensibilisations et de mobilisations la plus efficace est le recours aux mass-médias (radios, télévisions, journaux) pour les informer des inconvénients des sources de rayonnements ionisants.

A ce sens, le recours à des Nouvelles Technologies d'Informations et de Communications (NTIC) ou aux multimédia peuvent donner des résultats efficaces.

### 5.8. Questionnaires des contrôles

En ce qui concerne les utilisateurs qui sont autorisés, des informations nécessaires sont à notre disponibilité par contre celles qui ne sont pas autorisées et repérées, l'INSTN envoie un ensemble de fiches de renseignement qui contient les éléments pertinents concernant :

- des sources radioactives en service ;
- des sources radioactives stockées ou hors d'usage ;
- des générateurs de rayons X ;
- la gestion des déchets radioactifs.

Ces fiches permettront de collecter des informations non seulement sur les sources, mais également les pratiques et la gestion locale des sources.

Des exemples de modèle pourraient servir dans la collecte des informations en annexe III.

### 5.9. Mise à jour de l'inventaire national

L'inventaire national des sources de rayonnements ionisants doit être toujours actualisé à travers les nouvelles déclarations, autorisations et les nouveaux établissements qui ont l'intention d'utiliser des nouvelles sources radioactives ainsi que les sources des rayonnements ionisants qui sont devenues déchets radioactifs.

Un inventaire national se fait sur une base juridique stipulée par la loi et les décrets définissant les actions à mener dans le cadre des responsabilités de l'autorité réglementaire.

Le décret N<sup>o</sup> 2002-569, dans son article 20 et 21 stipule que l'OTR et OCGDR sont chargés de :

- recenser les sources et les installations mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants ;
- inventorier tous les types de déchets radioactifs dans tout le territoire de Madagascar.

La première procédure à faire, c'est d'utiliser le système de catégorisation basé sur le rapport A/D et d'autres facteurs peuvent aussi être pris en compte puisque les regroupements dans différents cas peuvent avoir des différentes incidences sur la sûreté et la sécurité.

L'actualisation du registre national peut être réalisée par le registre des déclarations et

des autorisations.

### **5.10. Exemple du registre manuel**

Le recensement de sources radioactives à Madagascar est parmi les activités principales de Département de Dosimétrie et Radioprotection de l'INSTN-Madagascar. Il est très important dans la mesure où il permet de connaître d'une part, les sources radioactives autorisées à être utilisées ainsi que leurs validités et d'autre part les sources qui ne sont pas autorisées.

Il permet également de connaître :

- **la source radioactive** : sa forme physique, son radionucléide, son activité maximale et son numéro de série ;
- **l'équipement associé** : l'appareil, référence, utilisation, container ;
- **l'autorisation** : le numéro d'autorisation.

Un registre de quelques sources recensées ces deux dernières années est donné en annexe IV.

### **5.11. Etat actuel de l'inventaire des sources radioactives**

L'inventaire des sources radioactives en temps régulier permet à l'INSTN-Madagascar de pouvoir donner des estimations en nombre sur :

- les autorisations délivrées ;
- les sources présentes à Madagascar ;
- les sources existantes par catégorisation de sécurité.

Cela permettra donc à l'INSTN-Madagascar de voir l'évolution de chaque état d'inventaire en fonction du temps. Et peut encore donner une idée sur le nombre des sources qui n'ont pas été déclarées par les détenteurs.

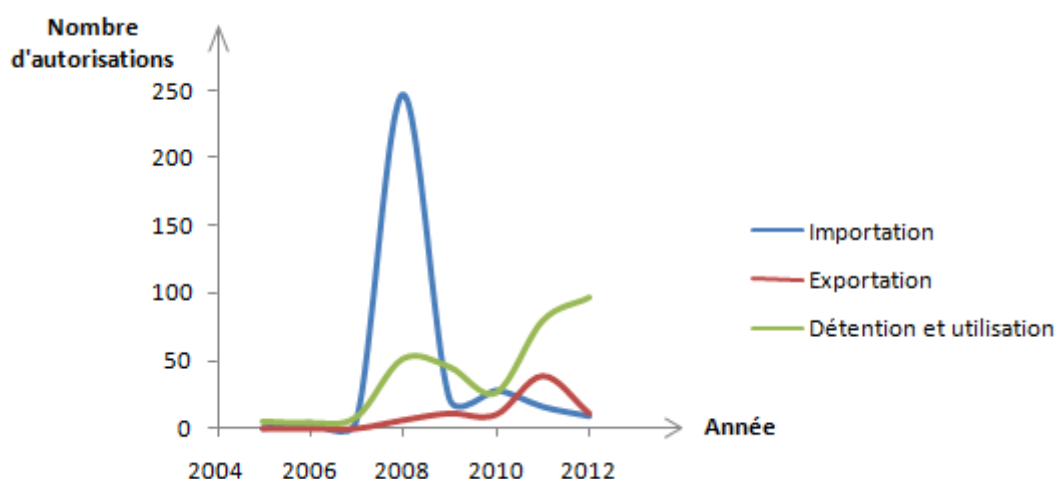
Les tableaux suivants résument les résultats de l'inventaire effectués entre 2005 et 2012.

**Tableau 6 :** Nombre d'autorisations délivrées entre 2005 et 2012

Année	IMPORTATION	EXPORTATION	DETENTION ET UTILISATION	TRANSPORT	TOTAL
2005	0	0	5	7	12
2006	4	0	4	2	10
2007	5	0	8	6	19
2008	247	6	51	12	316
2009	22	11	45	9	87
2010	28	10	26	19	83
2011	16	38	79	11	144
2012	15	14	100	7	136
<b>Somme</b>	337	79	318	73	807
<b>Pourcentage [%]</b>	<b>41,7596</b>	<b>9,789</b>	<b>39,405</b>	<b>9,045</b>	<b>100</b>

Ce tableau montre qu'au total entre 2005 et 2012, il y avait 337 autorisations d'importation. 247 sont délivrés seulement en 2008, soit 73,29%. Sur les 807 autorisations délivrées dans cet intervalle, 41,79% concernent l'importation et 39,40% l'autorisation de détention et d'utilisation.

Les courbes suivantes montrent les variations de nombre d'autorisations délivrées entre 2005 et 2012 c'est à dire autorisations d'importation, d'exportation et de détention et d'utilisation.



**Figure 5 :** Nombre d'importation, exportation et détention et utilisation des sources radioactives entre 2005 et 2012

Cette figure montre que le nombre d'autorisations d'importation entre 2005 et 2007 est d'un niveau bas. Il en est aussi entre 2010 à 2012. Par contre le nombre a subi une hausse en 2008.

Quant au nombre d'autorisations d'exportation, il reste toujours au dessous de celle d'importation jusqu'en 2009. Entre 2009 et 2012 celle d'exportation est au-dessus de celle d'importation exceptée l'année 2010. Cela est bien logique étant donné que Madagascar ne fabrique pas des sources radioactives.

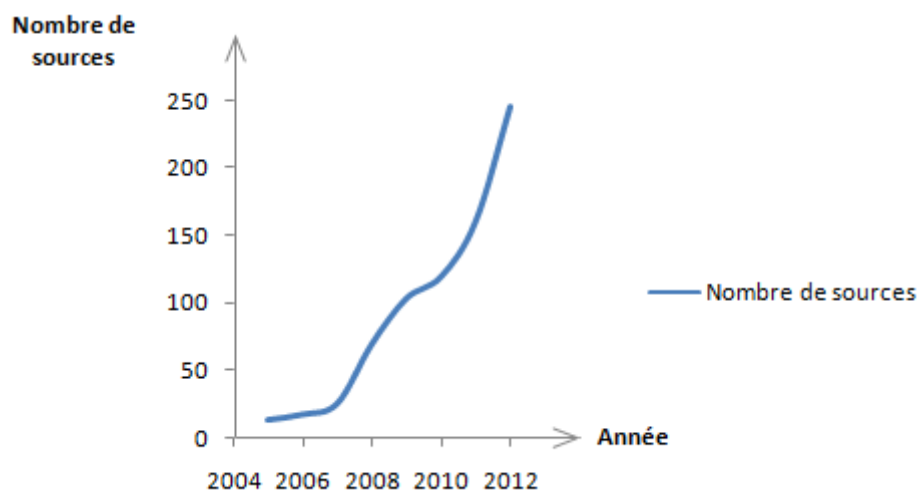
**Tableau 7 :** Nombre de sources existantes à Madagascar entre 2005 et 2012

Année	Nombre de sources
2005	14
2006	18
2007	26
2008	70
2009	104
2010	120
2011	161
2012	246

Ce tableau peut donner une estimation sur le nombre des sources non réglementées à Madagascar.

En effet, au total il y avait (jusqu'à 2012) 246 sources radioactives recensées à Madagascar. En faisant comparaison avec le tableau précédent; 318 autorisations de détentions et utilisations et 79 autorisation d'exportations. Nous pouvons en déduire que la quasi-totalité des sources radioactives importées sont sous contrôles de l'Organisme de Réglementation. Le nombre des sources non réglementés sont négligeable.

Nous constatons aussi que le nombre des sources augmente d'une année à une autre. C'est-à-dire que le nombre d'importations est toujours supérieur au nombre d'exportations.



**Figure 6 :** Evolution du nombre de sources radioactives existantes entre 2005 et 2012

Il s'en suit que le nombre des sources radioactives présentes à Madagascar augmente rapidement ces dernières années. Le nombre a accru de 161 à 246 sources entre 2011 et 2012. C'est-à-dire une augmentation de 52,73% en une seule année.

Ce chiffre devrait suffire à attirer l'attention à l'organisme de réglementation de renforcer les contrôles. Ce dernier doit travailler en étroite collaboration avec les services des douanes afin de pouvoir assurer sa mission.

**Tableau 8 :** Nombre de sources existantes par catégorie de sécurité entre 2005 et 2012

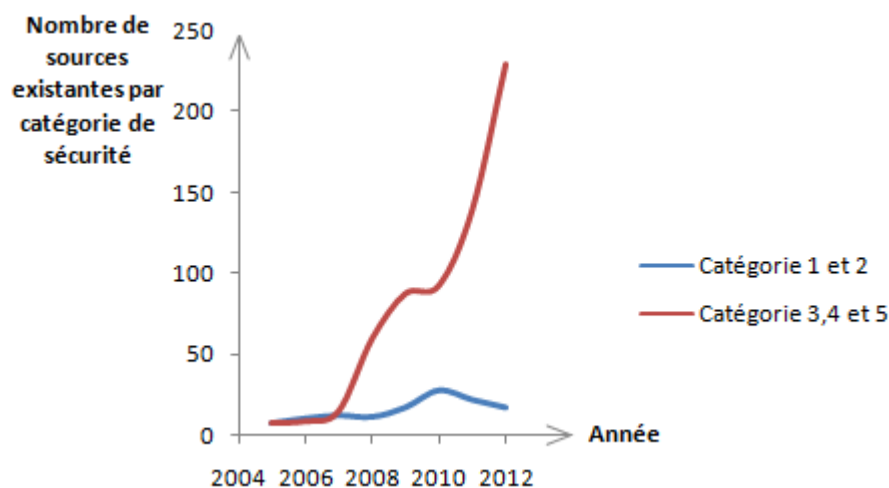
Année	Catégories 1 et 2	Catégories 3, 4 et 5
2005	7	7
2006	10	8
2007	12	14
2008	11	59
2009	17	87
2010	28	92
2011	22	139
2012	17	229

Bien qu'en 2005 le nombre de sources radioactives des catégories 1 et 2 a été le même que celle des catégories 3, 4 et 5 en équité jusqu'en 2007, ces chiffres ont varié entre 2008 et 2012. En effet, le nombre des sources de catégories 1 et 2 a subi une



élévation lente d'une année à une autre, alors que celle des autres catégories augmente rapidement. Il a été augmenté de 64% entre 2011 et 2012.

La figure suivante montre l'évolution de ces deux grandeurs en fonction du temps entre 2005 et 2012.



**Figure 7 :** Evolution du nombre de sources existantes par catégorie de sécurité depuis 2005 à 2012

Cette figure montre bien qu'il y a un grand écart entre l'évolution des nombres des sources de catégorie 1 et 2 et celle de catégories 3, 4 et 5.

## 5.12. Utilité d'un logiciel pour le traitement des données (SIOR 3.1) [17]

### 5.12.1. Concepts

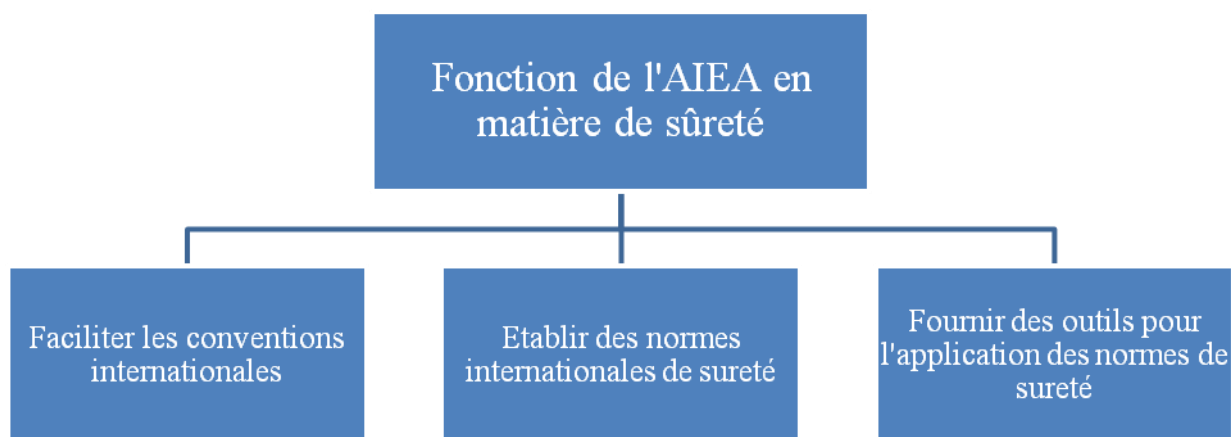
Le SIOR 3.1 ou Système d'Information pour les Organismes de réglementation est un logiciel qui a été développé par l'AIEA en tant qu'élément d'un ensemble d'actions de support conçues pour assister les pays à atteindre les objectifs du projet modèle infrastructure de sûreté radiologique.

Le SIOR 3.1 est conçu pour la tenue du registre et l'enregistrement des données liées au contrôle réglementaire, à la gestion des informations de réglementation ainsi qu'à la gestion des activités réglementaires.

SIOR 3.1 est un logiciel performant pour l'organisme de réglementation conçu en tenant compte uniquement des besoins en général de cet organisme. Pour des besoins spécifiques, il est intéressant de développer son propre système.

### 5.12.2. Approche du SIOR 3.1

Le SIOR 3.1 favorise une approche cohérente et globale pour le contrôle réglementaire des sources de rayonnements ionisants en conformité avec les normes fondamentales de sûreté et le code de conduite.



**Figure 8:** Rôle de l'AIEA en matière de sûreté

Le SIOR 3.1 est adaptable pour correspondre au système de réglementation national. Ce modèle de réglementation décrit le modèle de réglementation de base ainsi que les mesures à prendre pour adapter ce modèle aux exigences de différents pays.

### 5.12.3. Portée du SIOR 3.1

Le SIOR 3.1 est un système global. Sa portée par défaut couvre toutes les informations infrastructurelles (exemples : infrastructure administrative du pays, organisme de réglementation, activités gouvernementales, lois et réglementation, etc.).

C'est également un outil de recherche permettant de retrouver rapidement les informations à propos d'un élément d'information, tel qu'une installation, un département, une source ou un travailleur ; voire des éléments additionnels (exemples : événements radiologiques, expositions professionnelles, aspects de sécurité, services techniques).

La recherche peut se faire soit à l'aide du numéro réglementaire, soit à l'aide du nom respectivement numéro de série.

Pour les besoins d'extension, SIOR 3.1 fournit grâce à ces mécanismes d'adaptation, la possibilité à l'organisme de réglementation de couvrir d'autres domaines d'intérêt.

RAIS 3.1 Web - Home Page - Mozilla Firefox 4.0 Beta 6

Installation Sélectionnée:  
Département Sélectionné  
User name: Administrateur

**RAIS 3.1 Web**  
Regulatory Authority Information System

Administration | Système de Réglementation | **Saisie** | Requêtes | Statistiques | Outils | Boîte de messages | Aide | Déconnexion

**Sélectionner Installation**

Pratique:   
Région:   
District:

N° REG	Nom Installation	Localisation	RPR
Ins1	aa1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ins2	aa2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ins3	aa3	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Afficher | Ajouter | Supprimer | Requêtes

javascript:TreeView\_ToggleNode(TreeView1\_Data,8,document.getElementById("TreeView1n8"),",document.getElementById("TreeView1n8Nodes"))

démarrer | RAIS 3.1 Web - Hom... | 13:03

Figure 9 : Interface principale de SIOR 3.1

## **CHAPITRE VI : CONCEPTION D'UN PROGRAMME POUR LA GESTION DES SOURCES RADIOACTIVES [8]**

### **6.1. Généralités**

La réalisation d'une telle étude s'avère très importante. Pour réaliser cette étude, nous procéderons à un démarrage de deux volets : technique et pratique.

Dans ce chapitre, nous allons développer deux points essentiels qui sont répartis comme suit : le choix du sujet et ensuite le choix des applications.

### **6.2. Contexte du sujet**

La mise en place d'un programme pour la gestion des sources radioactives au département de Dosimétrie et Radioprotection est un projet qui consiste à alléger les travaux qui incombent l'organisme de réglementation surtout dans le domaine de sûreté et de sécurité des sources radioactives.

Ce programme offrira aux utilisateurs les fonctions classiques de gestion, d'une part la saisie, la consultation, la modification et d'autre part les moyens de recherche.

Cette partie se développera en quatre sous-parties différentes qui consisteront à expliquer le choix du sujet à savoir « Mise en place d'une base de donnée pour la gestion des sources radioactives »

### **6.3. Problématique**

La problématique consiste à créer une application assurant les différentes opérations de l'autorité réglementaire mais aussi de préconiser la sécurité de données enregistrées.

### **6.4. Analyse sur la base de données**

Une base de données est constituée essentiellement de tables reliées entre elles, selon des conditions bien définies. Dans la gestion des sources radioactives par exemple nous aurons besoin de connaître la source, l'équipement associé, la société et l'autorisation. Pour ce faire, nous utilisons plusieurs tables qui sont réparties comme suit : source, équipement, autorisation et organisme.

Chacune de ces tables comme recommande la base de données, aura des entités et des champs. C'est dans ces derniers que le fonctionnement de la base de données (méthode de conception) sera défini.

## **6.5. Méthode MERISE**

Pour concevoir des bases de données, plusieurs méthodes sont applicables. Nous utilisons dans notre étude la méthode MERISE.

La méthode MERISE (Méthode d'Etude et de Réalisation Informatique pour les Système d'Entreprise) est une méthode d'analyse et de conception de projets informatiques et qui a été développée pendant les années 70 par un groupement de six sociétés de services et un centre de recherche informatique sous l'impulsion du ministère français de l'industrie.

Elle est complète, détaillée, en grande partie formalisée, et en plus elle garantit une informatisation réussie. Elle est basée aussi sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques. Cette séparation garantit la stabilité d'agencement des données, la possibilité de remaniement des traitements et la longévité du système.

La méthode MERISE prévoit une conception par niveaux c'est-à-dire elle définit quatre niveaux essentiels :

### **6.5.1. Niveau conceptuel**

Il exprime les choix fondamentaux de gestion et les objectifs de l'organisation. Il définit les activités, les choix de gestion et les informations. Le niveau conceptuel est indépendant des aspects organisationnels et des aspects techniques de mise en œuvre.

### **6.5.2. Niveau organisationnel**

Il exprime les choix organisationnels de ressources humaines et matérielles. Il définit la répartition géographique et fonctionnelle des sites de travail, le mode de fonctionnement, la répartition du travail homme-machine, les postes de travail et leur affectation, la volumétrie des données et la sécurité des données. Le niveau organisationnel est indépendant des moyens de traitement et de stockage de données actuelles ou futures.

### **6.5.3. Niveau logique**

Il exprime la forme que doit prendre l'outil informatique pour être adapté à l'utilisateur et à son poste de travail. Il décrit le schéma de la base de données, la répartition des données sur les différentes unités de stockage, les volumes par unité de stockage et l'optimisation des coûts induits par le mode de gestion. Il est indépendant de l'informatique spécifique, des langages de programmation ou de gestion des données. Il introduit la notion d'outil en tant que fonction réutilisable.

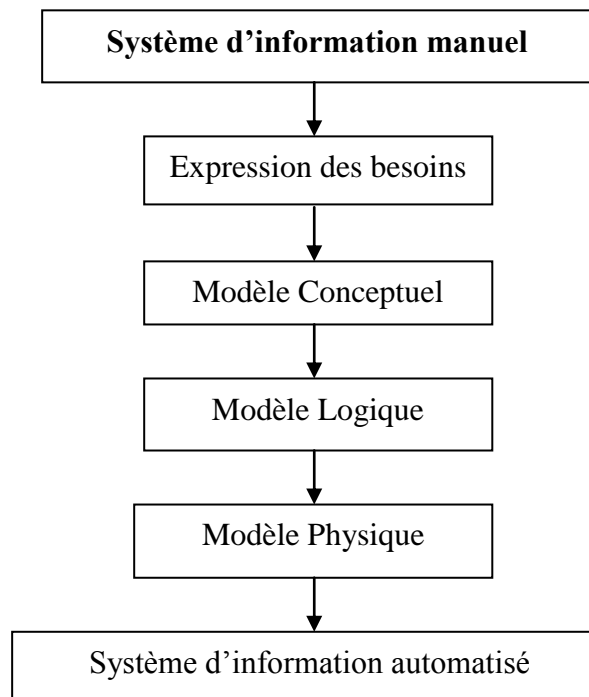
#### 6.5.4. Niveau physique

Il traduit les choix techniques et la prise en compte de leurs spécificités. Il définit complètement les fichiers, les programmes, l'implémentation physique des données et des traitements, les ressources à utiliser et les modalités de fonctionnement.

L'informatisation d'un système d'information manuel nécessite le passage par quatre étapes : l'expression des besoins, le modèle conceptuel, le modèle logique et le modèle physique.

#### 6.6. Règles de gestion

Une règle de gestion détermine le nombre de fois qu'une entité est en relation avec une autre entité. Cette règle de gestion dépend du contexte de travail en question. C'est à partir de cette règle de gestion que sera définie la cardinalité.



**Figure 10:** Cycle d'abstraction pour la conception d'un système d'information

#### 6.7. Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données est un tableau récapitulatif de toutes les propriétés utilisées pour la conception du programme pour la gestion des sources radioactives.

Le tableau suivant donne les détails du dictionnaire de données de notre application.

Tableau 9 : Dictionnaire de données

DESCRIPTION	TYPE	TAILLE
<b>Source</b>		
Radionucléide	Text	10
Numéro de série	Text, unique	15
Activité (mCi)	Real, not null	10
Date d'activité	Date, default value	20
Fournisseur	Text	30
Utilisateur	Text	20
Utilisation	Text	15
Etat de la source	Text	10
<b>Organisme</b>		
Nom	Text	20
Responsable	Texte	10
Téléphone	Numeric	10
Activité	Text	15
Adresse	Text	40
<b>Autorisation</b>		
Numéro de série	Text	15
Numéro d'autorisation	Text, unique	10
Date de délivrance	Date	10
Date d'expiration	Date	10
Utilisateur	Text	20
<b>Equipement</b>		
Nom	Text	15
Référence	Text, unique	20
Modèle	Text	15
Fournisseur	Text	30
<b>Contrôle</b>		
Référence	Text	15
Date	Date	10
Société	Text	20
Appareil	Text	17
Responsable du contrôle	Text	25

## 6.8. Cardinalité

Une cardinalité est définie par deux nombres représentant le nombre de fois minimal et maximal qu'une entité participe à une association ; ces deux nombres étant ce que nous appelons cardinalité.

Ces valeurs possibles sont : (0,1) ; (1,1) ; (0, N) et (1,N).

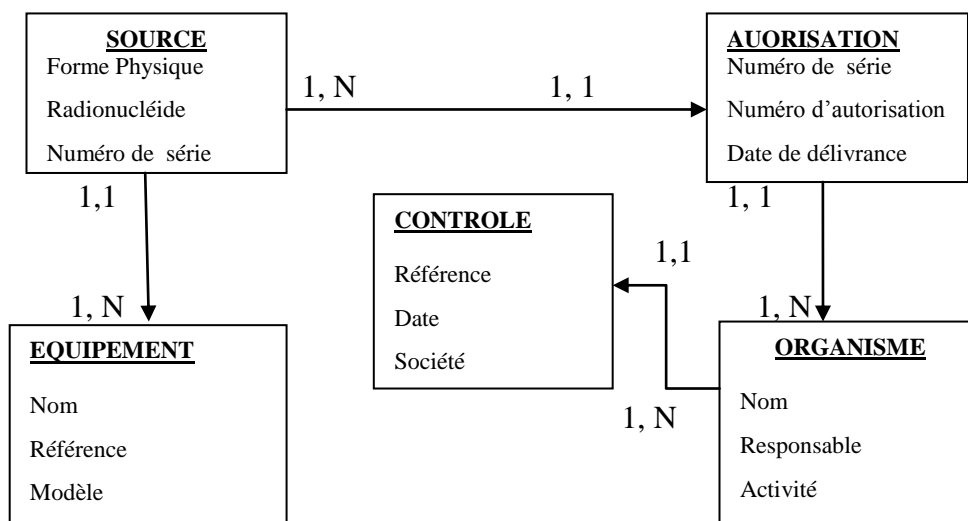
- une cardinalité (0,1) signifie qu'une entité ne participe pas ou participe une seule fois à la relation ;
- une cardinalité (1,1) signifie qu'une entité participe une fois seulement à une relation ;
- une cardinalité (0, N) signifie qu'une entité ne participe pas forcément à la relation ou bien qu'il y participe plusieurs fois ;
- une cardinalité (1, N) signifie qu'une entité participe au moins une fois à une relation.

La contrainte d'intégrité indique une dépendance obligatoire entre plusieurs entités participantes à une relation et permet de simplifier les relations de dimensions supérieures à deux.

## 6.9. Modèle conceptuel des données (MCD)

Elle consiste à la création des classes d'entités, qui regroupent les identifiants et les propriétés. Chacune de ces classes sera utilisée dans le modèle logique de données. Nous préconisons les relations par des verbes significatifs, afin de mieux répertorier les cardinalités équivalentes capables de répondre aux exigences de l'application.

Notre MCD peut être schématisé comme suit :



**Figure 11 : Modèle conceptuel de données**



- un équipement peut être utilisé par une ou plusieurs sources, par contre une source ne peut être protégée que par un seul équipement ;
- une source peut avoir une ou plusieurs autorisations, par contre une autorisation ne concerne qu'une et une seule source ;
- un organisme peut avoir un ou plusieurs autorisations tandis qu'une autorisation n'appartient qu'un et un seul organisme.

### 6.9.1. Entité

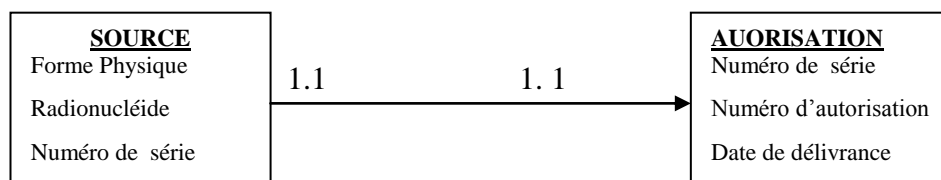
Une entité est un ensemble de champs ayant un lien entre eux, elle peut avoir un nom, une clef pour l'identifier et qui représente une partie homogène dans le système d'information.

Notre application est construite pour la gestion des sources radioactives autour des entités suivantes : Source, Equipement, Autorisation, Organisme et Contrôle

### 6.9.2. Association

Une association ou relation représente un lien entre deux ou plusieurs entités.

Exemple : Avoir (Lien entre source et autorisation) c'est à dire une source a une autorisation.



**Figure 12:** Formalisme du modèle conceptuel de données

### 6.9.3. propriétés

Une propriété est une donnée élémentaire que nous percevons sur une entité ou une association.

Exemple : Radionucléide, activité, etc.

## 6.10. Modèle Logique des Données (MLD)

La représentation logique des données constitue le passage de la description conceptuelle à l'implémentation physique de la base de données. Le modèle logique est le modèle conceptuel avec l'ajout des réponses aux contraintes d'organisation de données.

Les objectifs de cette modélisation sont la définition de l'organisation logique des données à partir du modèle conceptuel validé et l'optimisation de cette description, compte tenu des traitements effectués sur l'information.

Il existe trois modèles de base qui sont :

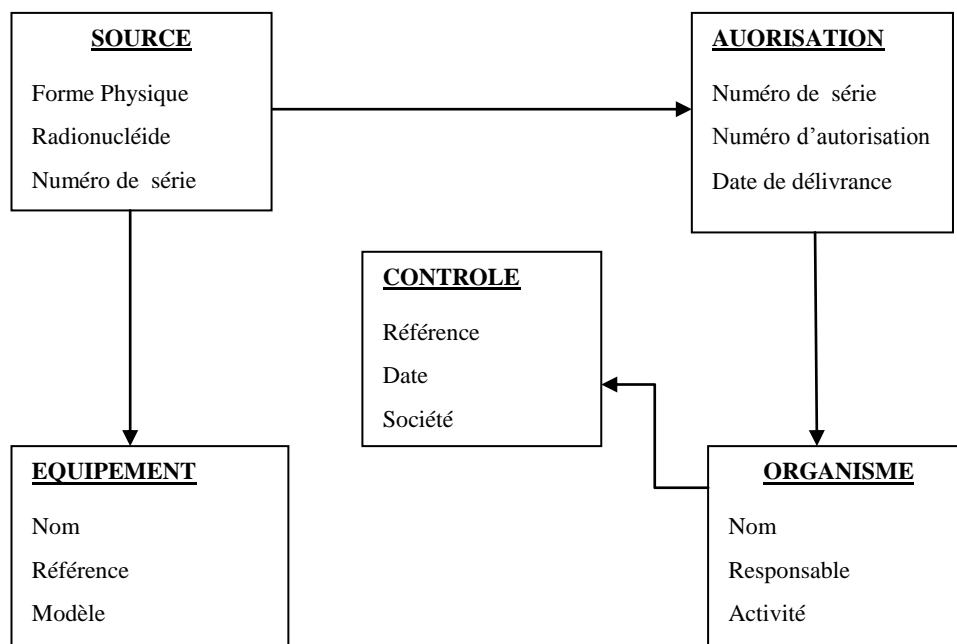
- le modèle hiérarchique ;
- le modèle réseau ;
- le modèle relationnel.

Pour notre travail, nous allons adopter le modèle relationnel comme modèle de base.

L'élément de base est la relation c'est à dire l'ensemble des occurrences de la relation qui est représenté par une table dont les colonnes contiennent des valeurs prises par les attributs de cette relation. Les lignes de la table représentent les occurrences de la relation. Chacune de ces lignes est identifiée par un attribut ou un ensemble d'attributs appelé clé primaire.

Un attribut est dit étranger dans une relation lorsqu'il est également clé primaire dans une autre. La clé confidente est une clé non primaire mais également apte à assurer l'unicité d'une ligne. La clé secondaire est index de niveau physique facilitant l'accès à une colonne souvent sollicitée.

Avec l'application des règles de passage du modèle conceptuel de donnée au modèle logique de donnée, nous obtenons le schéma du MLD suivant.



**Figure 13:**Modèle logique de données

### **6.11. Modèle Physique de Données(MPD)**

Lors de la construction du MLD, nous avons généré aussi ce que nous appelons le Modèle Physique de Données (MPD).

- **source** (forme physique, radionucléide, numéro de série, activité, date d'activité, fournisseur, utilisateur, catégorie, utilisation et état) ;
- **équipement** (nom, référence, modèle et fournisseur) ;
- **organisme** (nom, responsable, téléphone, activité et Adresse complète) ;
- **autorisation** (numéro de série, numéro d'autorisation, date de délivrance, date d'expiration et utilisateur) ;
- **contrôle** (référence, date, société, appareil et responsable de contrôle).

### **6.12. Plate forme de développement**

#### **6.12.1. Présentation de SQL [16]**

SQL signifie « **Structured Query Language** » c'est-à-dire langage d'interrogation structurée. En fait SQL est un langage complet de gestion de bases de données relationnelles. Il est devenu le langage standard des Systèmes de Gestion de Bases de Données Relationnelles (SGBD-R).

C'est à la fois :

- un langage d'interrogation de la base (ordre SELECT) ;
- un langage de manipulation des données (LMD : Langage de Manipulation de Données; ordres UPDATE, INSERT, DELETE) ;
- un Langage de Définition de Données (LDD ; ordres CREATE, ALTER, DROP) ;
- un Langage de Contrôle de l'accès aux Données (LCD ; ordres GRANT, REVOKE).

#### **6.12.2. Présentation de la base de données**

Une base de données est composée de quatre(4) champs :

- tables ;
- index ;
- déclencheurs (triggers en anglais) ;
- vues (View en anglais).

#### **6.12.2.1. Tables**

Dans une base de données, les données sont structurées en une sorte de tableau qu'on appelle " table ". On identifie chaque table par son nom. Et comme tout tableau, les tables ont des colonnes qu'on désignera par " champ ".

#### **6.12.2.2.Index**

Un tel moyen d'accès conduit à des temps de réponse prohibitifs pour des tables dépassant quelques milliers de lignes. C'est l'optimiseur de demande du SGBD qui, au moment de l'exécution de chaque demande, recherche s'il peut s'aider d'un index. La principale utilité des index est d'accélérer les recherches d'informations dans la base. Une ligne est retrouvée instantanément si la recherche peut utiliser un index.

#### **6.12.2.3. Déclencheur**

Les déclencheurs ressemblent aux procédures stockées car ils sont eux aussi compilés et enregistrés dans le dictionnaire des données de la base et ils sont le plus souvent écrits dans le même langage.

La différence est que leur exécution est déclenchée automatiquement par des événements liés à des actions sur la base. Les événements déclencheurs peuvent être les commandes LMD INSERT, UPDATE, DELETE ou les commandes LDD CREATE, ALTER, DROP.

#### **6.12.2.4. Vue**

Une vue est une vision partielle ou particulière des données d'une ou plusieurs tables de la base. C'est une table virtuelle. Autrement dit, les données ne sont pas dans une table de la base de données. La définition d'une vue est donnée par une clause SELECT.

### **6.12.3. Objets manipulés par SQL**

#### **6.12.3.1. Identificateur**

SQL utilise des identificateurs pour désigner les objets qu'il manipule : utilisateurs, tables, colonnes, index, fonctions, etc.

Un identificateur est un mot formé d'au plus 30 caractères, commençant obligatoirement par une lettre de l'alphabet. Les caractères suivants peuvent être une lettre, un chiffre, ou l'un des symboles # \$ et \_. Le langage SQL ne fait pas la différence entre les lettres

minuscules et majuscules. Les voyelles accentuées ne sont pas acceptées. Voici quelques mots clés qu'on peut utiliser comme identificateurs : LIST, INDEX, TYPE, TABLE,...

#### **6.12.3.2. Table**

Les données sont stockées sous forme de tables composées de lignes et de colonnes.

#### **6.12.3.3.Colonnes**

Les données contenues dans une colonne doivent être toutes d'un même type de données. Ce type est indiqué au moment de la création de la table qui contient la colonne.

#### **6.12.3.4. Types de données**

SQL contient cinq(5) types de données :

- types numériques ;
- types chaîne de caractères ;
- types temporels ;
- types binaires ;
- valeurs NULL.

#### **6.12.4. Langage de manipulation de données**

Le Langage de Manipulation de Données (LMD) est le langage permettant de modifier les informations contenues dans la base. Il existe trois commandes SQL permettant d'effectuer les trois types de modification des données :

- INSERT ajout de lignes ;
- UPDATE mise à jour de lignes ;
- DELETE suppression de lignes.

### **6.13. Langage de programmation [15][10]**

Nous avons choisi comme langage de programmation le Python qui est un interporté.

Le langage Python a été créé à la fin des années 1980 à l'Institut national de recherches mathématiques et informatiques de Hollande par Guido Van Rossum et il est rapidement entretenu par le Python Software Fondation.

Python est totalement libre selon les termes de la licence GPL (General Public Licence). Il est rapide en offrant au développeur une bonne productivité.

Il reste un langage complet et autosuffisant, pour des petits scripts fonctionnels de quelques lignes, comme pour des applicatifs complexes de plusieurs centaines de modules.

#### **6.14. Générateur d'états**

Nous avons également utilisé Python comme logiciel de création d'état. Le générateur d'état permet de créer rapidement des états imprimables directement depuis les applications. Un assistant est systématiquement proposé pour créer des états. Il pose les questions permettant de n'oublier aucun élément.

Il est aussi facile de créer un état que de créer une fenêtre.

Vous pouvez saisir du code dans tous les éléments d'un état : vous pourrez réaliser ainsi les traitements les plus spécifiques, sans jamais rencontrer de blocage.

Performance : temps de chargement et d'exécution des états très rapide.

## **CHAPITRE VII : REALISATION**

Après avoir finalisé l'étape de la conception, nous passons dans ce chapitre à la réalisation de notre application.

### **7.1. Objectif de l'application**

L'objectif de cette application qui est l'automatisation du système d'information sur la gestion des sources radioactives, est de faciliter le travail du département de Dosimétrie et Radioprotection ainsi que celui de chaque utilisateur de l'organisme de réglementation au niveau de la mise à jour, de recherche et de l'impression de toutes les informations sur leur système de gestion des sources radioactives.

### **7.2. Environnement de travail**

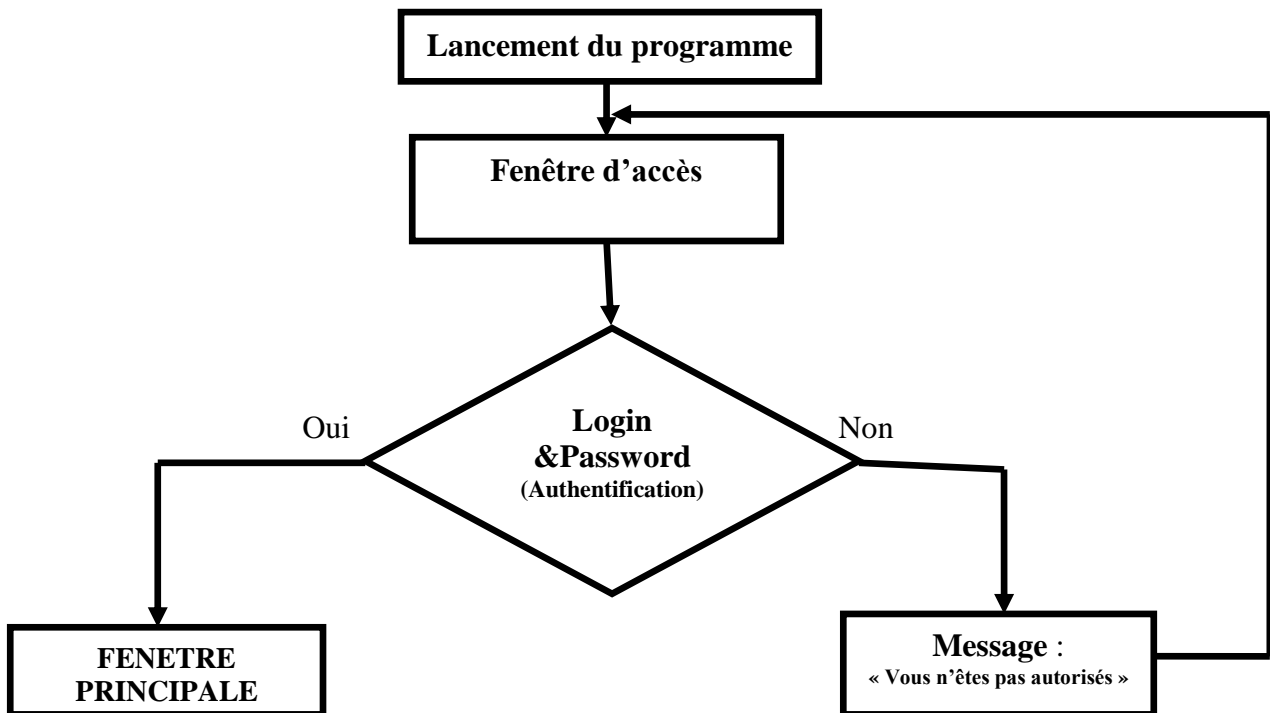
Dans le monde de la programmation, il existe plusieurs langages qui font que des difficultés énormes surgissent lors de la prise de décision du langage de programmation à utiliser. Pour concevoir et réaliser notre application, nous avons utilisé les logiciels suivants :

- `sqlite` pour implémenter la base de données ;
- `python` pour le codage du projet ;
- `office 2007` pour la saisie du rapport.

### **7.3. Présentation des interfaces**

Une bonne compréhension d'un ensemble de programmes passe nécessairement par la compréhension des écrans. Pour ce faire nous allons essayer de montrer une brève description des fenêtres importantes pour mieux se familiariser avec l'application.

- Organigramme de l'ouverture de l'application



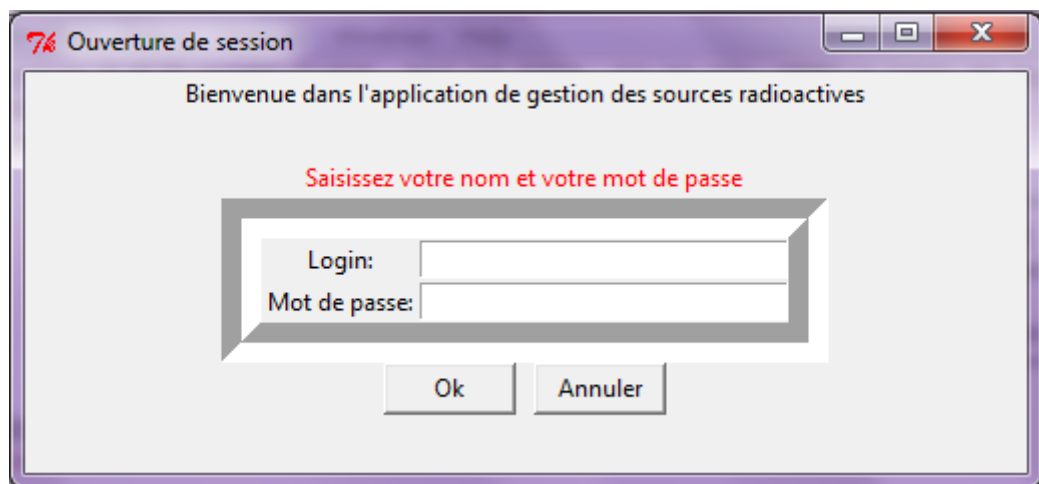
*Figure 14:* Organigramme de l'ouverture du logiciel

- Programme de la fenêtre d'authentification

Le codage de la fenêtre d'authentification est donné en annexe V.

### 7.3.1. Module d'accès

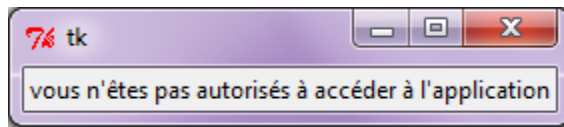
La fenêtre d'authentification apparaît au moment de l'accès à l'application. L'utilisateur doit s'identifier par un « login » et un mot de passe. La saisie des informations erronées empêche l'accès à l'application.



*Figure 15:* Fenêtre d'authentification



Après une tentative d'accès incorrects, un message d'erreur d'accès apparaît en vous indiquant que vous n'êtes pas autorisés à accéder à l'application :



**Figure 16:** Message d'erreur d'accès

Mais par contre si l'authentification est correcte, en validant avec le bouton OK, il apparaît une autre fenêtre qui est la fenêtre principale :

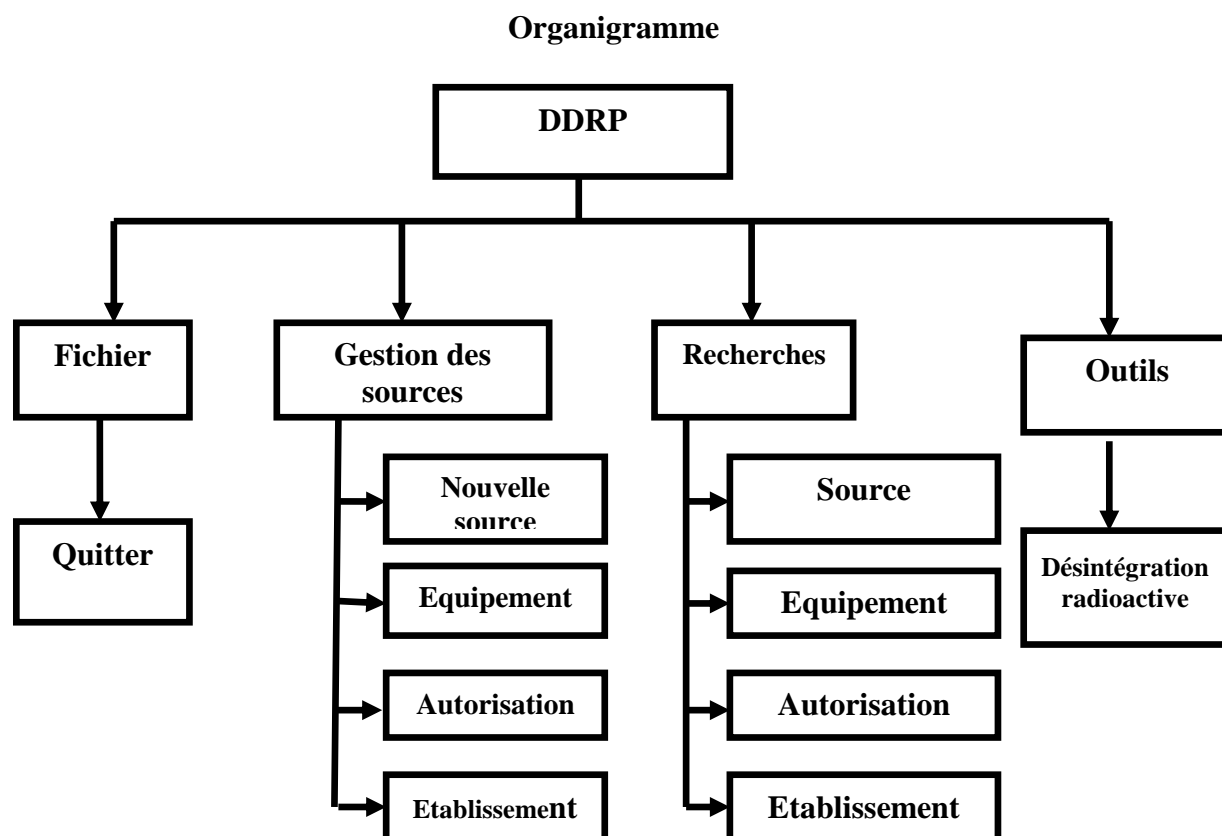


**Figure 17:** Fenêtre principale

Cette fenêtre est composée par plusieurs menus qui comportent chacun d'eux des sous menus.

Ces deux derniers (menu et sous menu) permettent d'accéder aux différentes fenêtres de l'application, ces sont les menus principaux, à savoir :

- menu fichier ;
- menu gestion des sources ;
- menu recherche ;
- menu outil.



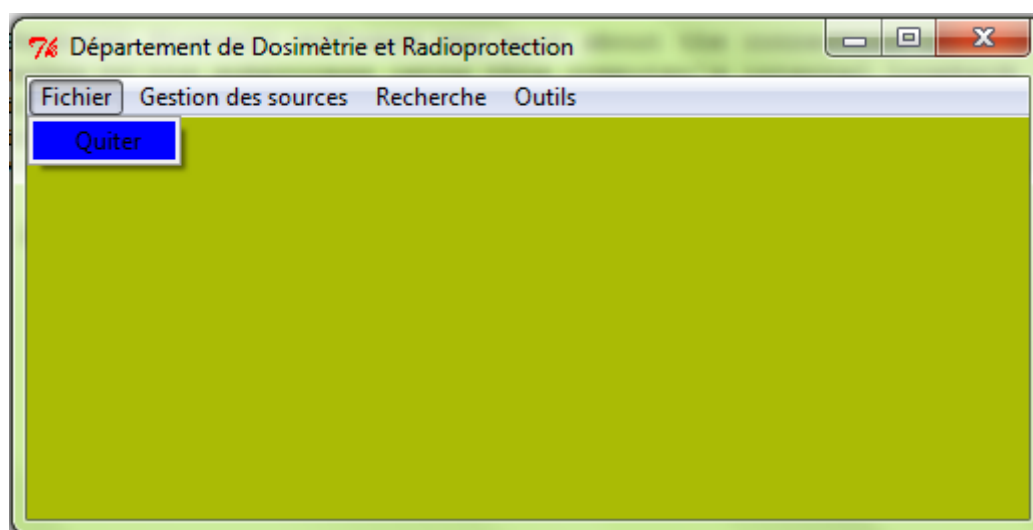
*Figure 18:* Organigramme du menu principal

- **Programme de la fenêtre principale**

Le codage de la fenêtre principale est donné en annexe VI.

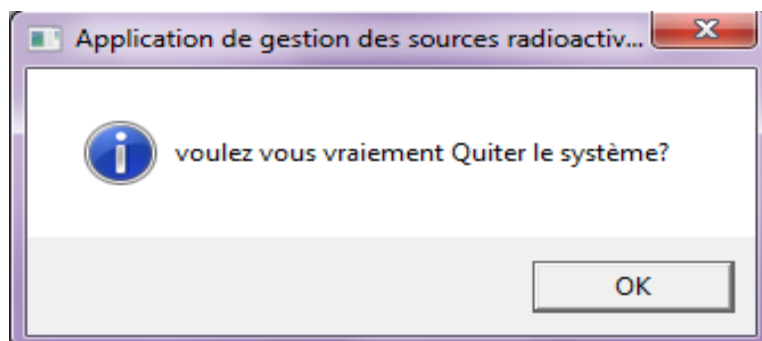
### 7.3.2. Menu « Fichier »

Ce menu donne accès aux commandes permettant de quitter l'application.



*Figure 19:* Menu « Fichier »

Mais avant la fermeture du programme, un message de confirmation apparaît dans l'écran :

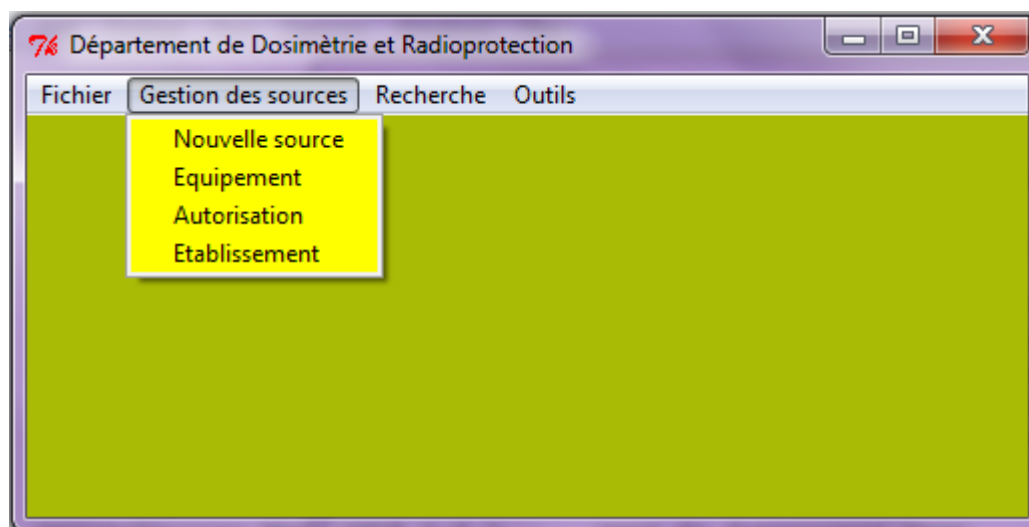


**Figure 20:** Message de confirmation pour la fermeture de l'application

Il suffit de cliquer sur « OK » pour fermer l'application ou le bouton X pour y rester.

### 7.3.3. Menu « Gestion des sources »

Ce menu est composé de cinq sous menus dont chacun d'eux donne accès à une fenêtre.



**Figure 21:** Menu gestion des sources

#### 7.3.3.1. Sous menu « Nouvelle source »

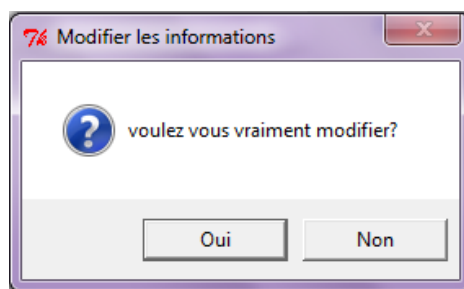
Ce sous menu donne accès à une fenêtre source composée des champs des saisies et des boutons de commande permettant d'ajouter, de modifier, d'annuler et/ou de rechercher les informations des autorisations saisies par l'utilisateur.

**Figure 22:** Fenêtre source

Cette fenêtre est composée de quatre boutons dont:

- bouton ajouter : permettant d'ajouter une source à la base des données ;
- bouton modifier : permettant de modifier les informations saisies par l'utilisateur uniquement dans la base de données.

Mais avant la modification des informations déjà saisies, un message de confirmation apparaît sur l'écran :



**Figure 23:** Message de modification

Le bouton « Oui » permet de confirmer la modification et le bouton « Non » permet d'annuler la modification.

- bouton annuler : il permet d'annuler les informations saisies par l'utilisateur uniquement dans les champs des saisies ;
- bouton rechercher : il affiche les informations d'une source uniquement dans les champs des saisies ;

Les sources enregistrées seront envoyées et stockées dans la base de données destinée à ces informations. Voici la table des sources.

#	FORME_PHYSIQUE	RADIONUCLEIDE	NUMERO_SERIE	ACTIVITE_mCi	DATE_ACTIVITE	FOURNISSEUR	UTILISATEUR	CATEGORIE	UTILISATION
1	Scellée	Cs-137	B5197	20.0	00/10/2008	TMT	D	3	Jauge nucléaire
2	Scellée	Cs-137	B3069	350.0	00/00/0000	TMT	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de densité)
3	Scellée	Cs-137	B3108	350.0	00/02/2009	TMT	D	3	Jauge nucléaire (Gamma densimètre)
4	Scellée	Cs-137	C9007B010E1	600.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
5	Scellée	Cs-137	CA0004010E1	1500.0	00/10/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
6	Scellée	Co-60	RF181	600.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
7	Scellée	Cs-137	C90087010E1	1500.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
8	Scellée	Cs-137	C90082010E1	1500.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
9	Scellée	Cs-137	C900A6010E1	20.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
10	Scellée	Cs-137	RY143	20.0	16/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
11	Scellée	Cs-137	B5190	10.0	00/10/2008	TMT	D	3	Jauge nucléaire (Gamma densimètre)
12	Scellée	Cs-137	C9009A010E1	5.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
13	Scellée	Cs-137	C90097010E1	5.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
14	Scellée	Cs-137	C9009D010E1	5.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
15	Scellée	Co-60	RF182	600.0	25/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)
16	Scellée	Cs-137	CA0003010E1	1500.0	00/10/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)

**Figure 24:** Table « SOURCE » de la base de données

- **Programme de la fenêtre « nouvelle source »**

Le codage de la fenêtre « nouvelle source » est donné en annexe VII.

### 7.3.3.2. Sous menu « Equipement »

Il donne accès à une fenêtre nous permettant d'enregistrer, de modifier, d'annuler et /ou de rechercher un (des) équipement(s).

Les paramètres de l'équipement sont : Nom, Référence, Modèle et Fournisseur

**Figure 25:** Fenêtre équipement

Comme dans les autres sous fenêtres un message de confirmation nous demandera de confirmer la modification de l'équipement ou l'annulation de l'enregistrement.

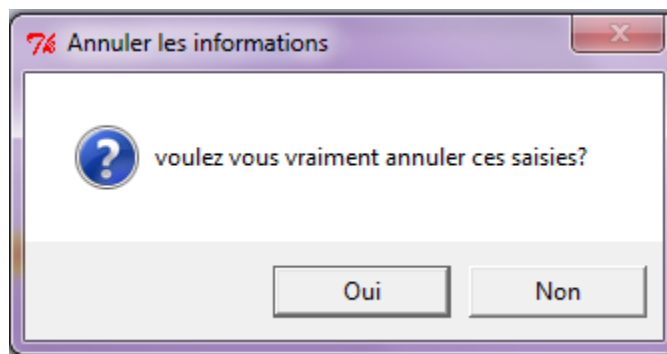
### 7.3.3.3. Sous menu « Autorisation »

Il donne accès à une fenêtre autorisation qui nous permet d'enregistrer, de modifier, d'annuler et /ou de rechercher les informations des autorisations saisies par l'utilisateur.

**Figure 26:** Fenêtre autorisation

Cette fenêtre est composée de quatre boutons à savoir :

- bouton enregistrer : il permet d'enregistrer une autorisation à la base des données ;
- bouton modifier : il permet de modifier les informations saisies par l'utilisateur ;
- bouton annuler : il permet d'annuler les informations saisies par l'utilisateur uniquement dans les champs des saisies mais il affiche un message de confirmation ;



**Figure 27:** Message pour l'annulation des informations

Les boutons « Oui » et « Non » permettent respectivement d'annuler ou non les informations

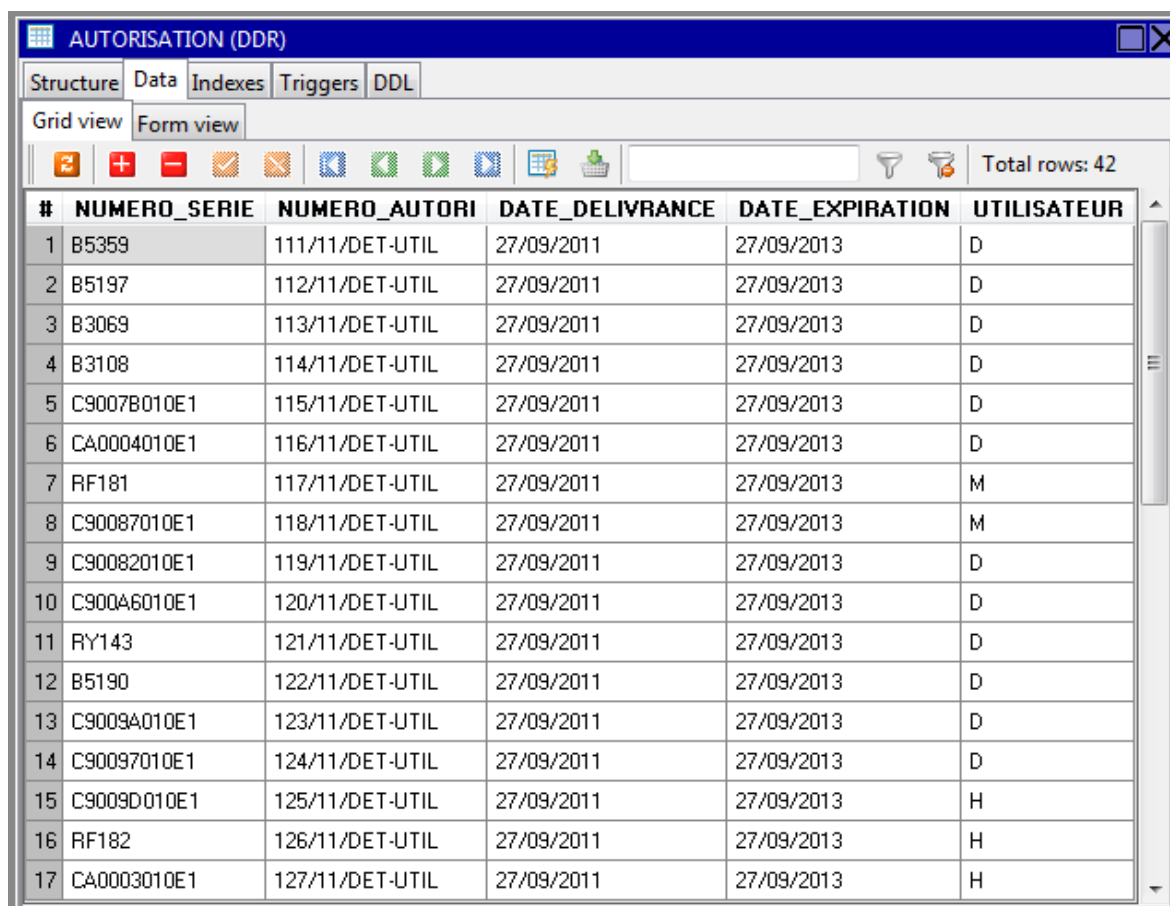
- Bouton rechercher : il affiche les informations uniquement dans les champs des saisies

Pour bien éclaircir les explications sur le bouton « RECHERCHER », prenons l'exemple de la fenêtre suivante.

**Figure 28:** Affichage des informations sur les champs à partir du bouton « RECHERCHER »

En faisant entrer le numéro de série dans le champ « ENTRER SN » (exemple : B3093) et en validant par le bouton « RECHERCHER » toutes les informations possibles seront affichées dans cette fenêtre. Les boutons « MODIFIER » et « ANNULER » peuvent ensuite jouer leur rôle respectif décrit précédemment.

Les autorisations délivrées seront envoyées et stockées dans la table « AUTORISATION » de la base de données.

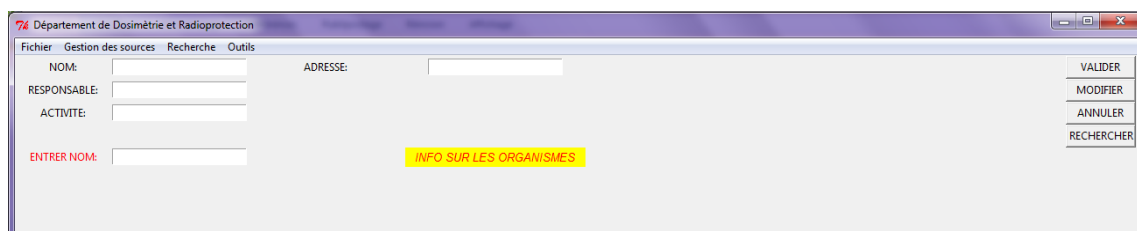


#	NUMERO_SERIE	NUMERO_AUTORI	DATE_DELIVRANCE	DATE_EXPIRATION	UTILISATEUR
1	B5359	111/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
2	B5197	112/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
3	B3069	113/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
4	B3108	114/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
5	C9007B010E1	115/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
6	CA0004010E1	116/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
7	RF181	117/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	M
8	C90087010E1	118/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	M
9	C90082010E1	119/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
10	C900A6010E1	120/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
11	RY143	121/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
12	B5190	122/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
13	C9009A010E1	123/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
14	C90097010E1	124/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	D
15	C9009D010E1	125/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	H
16	RF182	126/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	H
17	CA0003010E1	127/11/DET-UTIL	27/09/2011	27/09/2013	H

**Figure 29:** Table « AUTORISATION » de la base de données

#### 7.3.3.4. Sous menu « Etablissement »

Ce sous menu renseigne sur tout ce qui concerne l'établissement en possession d'une source radioactive : **son nom, le responsable, son activité et son adresse.**



Département de Dosimétrie et Radioprotection

Fichier Gestion des sources Recherche Outils

NOM:  ADRESSE:

RESPONSABLE:

ACTIVITE:

ENTRER NOM:

VALIDER  
MODIFIER  
ANNULER  
RECHERCHER

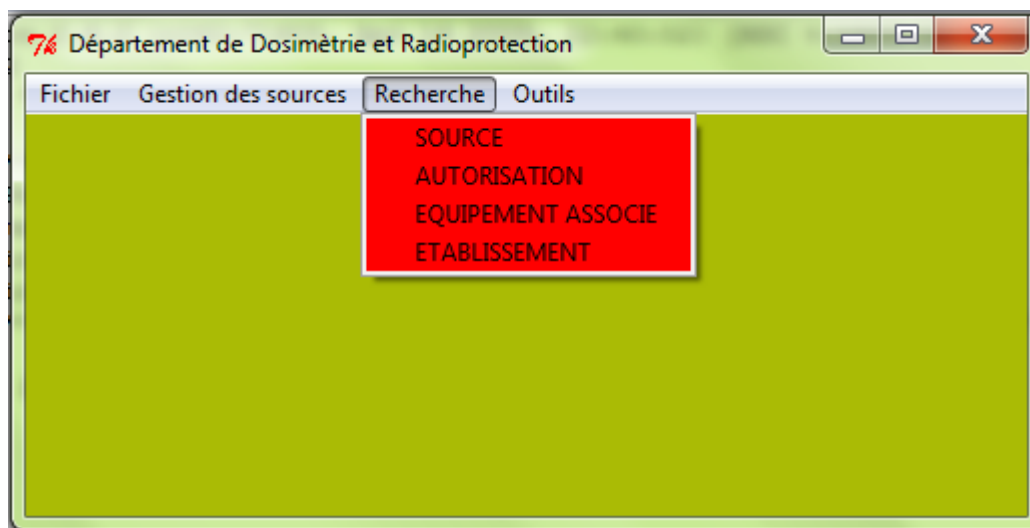
INFO SUR LES ORGANISMES

**Figure 30:** Fenêtre établissement

Elle est composée des mêmes boutons (VALIDER, MODIFIER, ANNULER, RECHERCHER) que les autres fenêtres.

#### 7.3.4. Menu « Recherche »

Ce menu donne accès à toutes les commandes permettant le paramétrage de recherche dans la base de données. Il est composé de quatre modules dont SOURCE, AURORISATION, EQUIPEMENT ASSOCIE et ETABLISSEMENT.



**Figure 31** : Menu « Recherche »

Chaque fenêtre de chaque module permet de faire une recherche d'articles par famille (par ordre alphabétique) au niveau de la base de Données. Chaque fenêtre est composée de trois champs de saisis (pour les requêtes) et trois boutons tels que :

- le bouton « VALIDER » qui permet de valider la requête ;
- le bouton « FERMER » qui permet de quitter la fenêtre ;
- le bouton « Générateur d'état » qui permet de faire l'impression de résultat de la requête.



### Organigramme de la requête pour l'impression

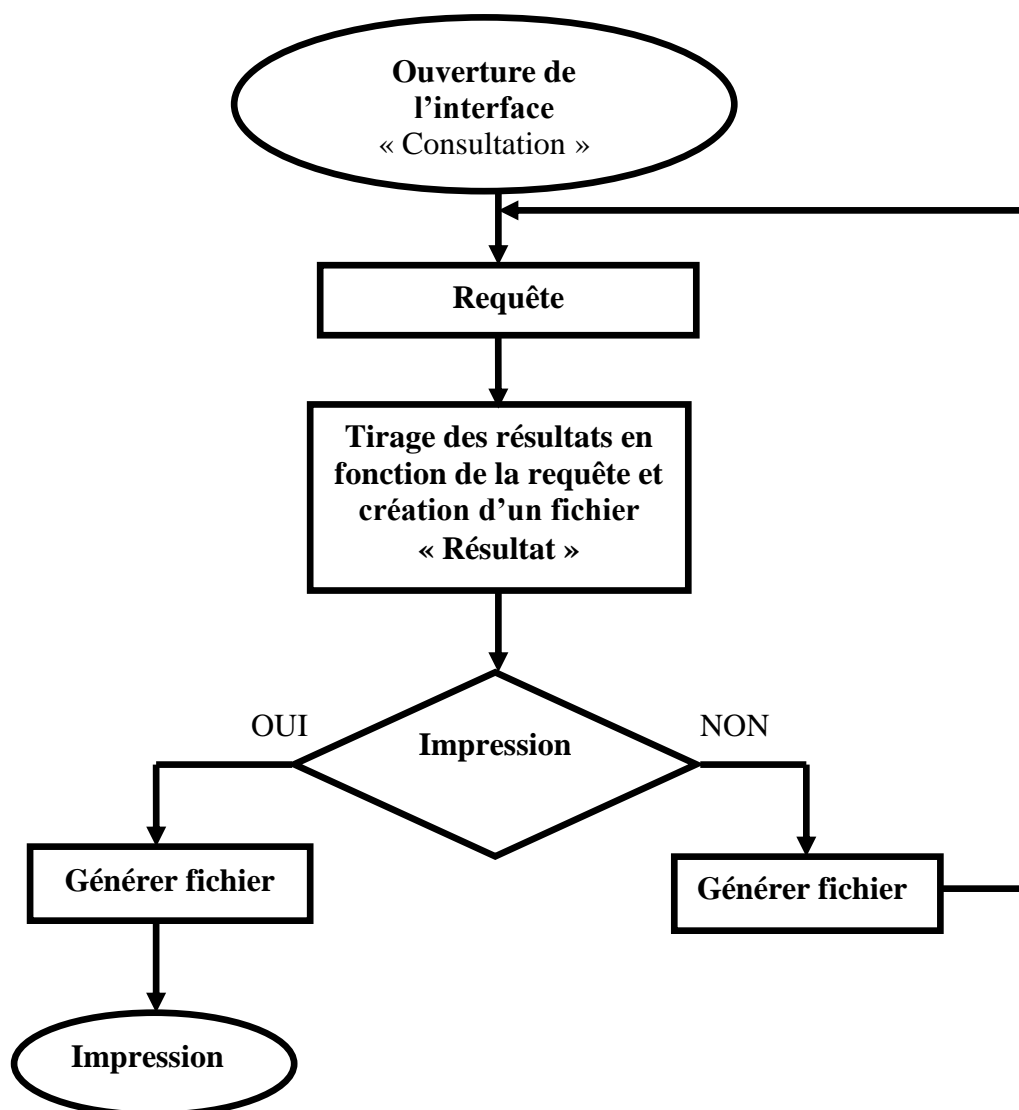


Figure 32: Organigramme de la requête à l'impression

- **Programme de la requête**

Le programme de la requête est donné en annexe VIII.

Il y a plusieurs façons de réaliser la recherche d'une source :

- Pour voir toutes les informations existantes dans la base de données (Sources, Autorisations, Equipements ou Organismes) il suffit de valider la requête sans remplir aucun paramètre.
- Pour voir que les informations correspondantes à un (des) paramètre(s) donné(s), il suffit de remplir le(s) champ(s) de ce(s) paramètre(s) uniquement et valider la requête.

### 7.3.4.1. Module de Recherche d'une SOURCE

Ce module contient les paramètres (ou champs de saisie) : RADIONUCLEIDE, DATE\_ACTIVITE, UTILISATEUR.

**Figure 33 : Recherche d'une SOURCE**

Exemple : affichage des sources dont le fournisseur est A

Forme_phy	Radionuclide	SN	Activie_mCi	Act_date	Fournisseur	Utilisateur	Categorie	Utilisation	Etat
Scellée	Cs-137	B3128	350.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B3129	350.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B3096	145.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B607	2000.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B608	2000.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B1273	500.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B1274	500.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B3067	350.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service
Scellée	Cs-137	B3068	350.0	00/00/0000	TMTC	A	3	Jauge nucléaire	En service

**Figure 34: Recherche d'une SOURCE par UTILISATEUR**

### 7.3.4.2. Module de recherche d'AUTORISATION

Les paramètres qui composent ce module sont: DATE\_DELIVRANCE, NUMERO\_AUTORI et UTILISATEUR

**Figure 35 : Recherche d'une AUTORISATION**

L'entrée d'un paramètre parmi les trois permet de valider la requête.

Exemple : affichons les autorisations qui sont sorties le 15/03/2011.

Numero de serie	Numero autorisation	Date delivrance	Date expiration	Utilisateur
B3128	25/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3129	26/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3096	27/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B607	28/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B608	29/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B1273	30/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B1274	31/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3067	32/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3068	33/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A

**Figure 36:** Recherche d'autorisation par date de délivrance

### 7.3.4.3. Module de recherche d'un EQUIPEMENT ASSOCIE

Permet de chercher un équipement connaissant son NOM, sa REFERENCE ou son FOURNISSEUR.

**Figure 37 :** Recherche d'un EQUIPEMENT ASSOCIE

Exemple : affichons l'équipement associé qui a pour nom Texas NuclearDensity Pro

Nom	Reference	Model	Fournisseur
Texas Nuclear Density Pro	22-DE/DIT-0232	5202	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	22-DE/DIT-0364	5202	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	22-DE/DIT-0691	5204	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	22-DE/DIT-0696	5204	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	22-DE/DIT-0726	5203	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	22-DE/DIT-0826	5203	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	225-DX/DIT-0305	5202	TMTC
Texas Nuclear Density Pro	225-DX/DIT-0316	5202	TMTC

**Figure 38:** Recherche d'un équipement associé par son nom

#### 7.3.4.4. Module de Recherche d'un « ETABLISSEMENT »

Il contient trois champs de saisis suivants : RESPONSABLE, ACTIVITE, ADRESSE

The screenshot shows a window titled '7% test scrolled window'. Inside, there's a 'Générateur d'état' button. Below it are three input fields: 'RESPONSABLE', 'ACTIVITE', and 'ADRESSE'. Under these fields are labels: 'Nom', 'Responsable', 'Activite', and 'Adresse'. To the right of the input fields are two buttons: 'VALIDER' and 'FERMER'.

**Figure 39 :** Recherche d'un ETABLISSEMENT

La connaissance d'un de ces trois paramètres permet d'interroger la base de données.

Exemple : recherchons l'établissement M. D L

The screenshot shows the same window as Figure 39, but now it displays search results. The 'RESPONSABLE' field contains 'M. D L'. Below the input fields is a table with the following data:

Nom	Responsable	Activite	Adresse
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514
A	M. D L	INDUS	BP 13-MORAMANGA 514

**Figure 40:** Recherche d'un ETABLISSEMENT par son responsable

#### 7.4. Procédure de l'impression des résultats de la requête

Si nous voulons imprimer les résultats de la requête, il nous faudrait tout d'abord cliquer sur le bouton « Générateur d'état ». Les résultats seront stockés dans des fichiers « Standard » compatibles avec des tableurs ou tout logiciel de traitement de texte (par exemple Excel, Word, Word pad).

## 7.5. Aperçu des résultats des requêtes données par Excel

F Physique	Radionuclide	SN	Activite	RESULTAT DE LA REQUETTE				Utilisation	Etat
				Date	Fournisseur	Utilisateur	Categorie		
Scellee	Cs-137	B5197	20.0	00/10/2008	TMT	D	3	Jauge nucléaire	En service
Scellee	Cs-137	B3069	350.0	00/00/0000	TMT	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de densite)	En service
Scellee	Cs-137	B3108	350.0	00/02/2009	TMT	D	3	Jauge nucléaire (Gamma densimetre)	En service
Scellee	Cs-137	C90078010E1	600.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	CA0004010E1	1500.0	00/10/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	C90087010E1	1500.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	C90082010E1	1500.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	C900A6010E1	20.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	RY143	20.0	16/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	B5190	10.0	00/10/2008	TMT	D	3	Jauge nucléaire (Gamma densimetre)	En service
Scellee	Cs-137	C9009A010E1	5.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	C90097010E1	5.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	C9009D010E1	5.0	00/09/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service
Scellee	Cs-137	CA0003010E1	1500.0	00/10/2009	EHCL	D	3	Jauge nucléaire (Jauge de niveau)	En service

**Figure 41:** Résultat de la requête selon la SOURCE

		Resultat da la requette	
NOM	REFERENCE	MODEL	FOURNISSEUR
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0604	QG 100-ER1B	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0666	QG 100-YR1Y	EHCL
DETECTOR DG 57	32-LX-0712	QG 2000- R1A1A1A	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX -0526B	QG 100-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0526A	QG 100-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0508B	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0508A	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-3107B	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-3107A	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-3107C	QG 020-ER1C	EHCL
DETECTOR DG 57	32-LX- 0312	QG 2000- R1A1A1A	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0266	QG 100-YR1Y	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0204	QG 100-ER1B	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0704A	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0704B	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0126A	QG 100-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0108B	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0108A	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0304A	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0304B	QG 020-ER1C	EHCL
GAMMAPILOT M FMG60	32-LX-0126B	QG 100-ER1C	EHCL

**Figure 42:** Résultat de la requête selon l'EQUIPEMENT ASSOCIE

		Resultat de la requette		
NUMERO DE SERIE	NUMERO D'AUTORISATION	DATE DE DELIVRANCE	DATE D'EXPIRATION	UTILISATEUR
B3128	25/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3129	26/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3096	27/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B607	28/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B608	29/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B1273	30/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B1274	31/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3067	32/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A
B3068	33/11/DET-UTIL	15/03/2011	15/03/2013	A

**Figure 43:** Résultat de la requête selon l'AUTORISATION

Pour tous les éditeurs, seul l'Excel qui nous donne un bon aperçu des résultats.

### 7.6. Menu Outils « Désintégration radioactive »

Le menu « Outils » donne accès à une fenêtre facilitant le calcul de l'activité finale.

C'est en quelque sorte une boîte d'aide qui permet de calculer facilement l'activité finale de la source radioactive en connaissant le début d'utilisation (début date), la fin (fin date), l'activité initiale et la période (en seconde, jour ou année)

Cette fenêtre est représentée comme suit :

The screenshot shows a software window titled "desintegration radioactive". Inside, there are several input fields: "debut date", "fin date", "Activite initiale", and "periode". To the right of the "periode" field are three radio buttons labeled "seconde", "jour" (which is selected), and "annee". At the bottom left of the window is a button labeled "calculez".

**Figure 44:** Menu Outils

## CONCLUSION

L'utilisation des sources radioactives se diversifie dans plusieurs domaines à Madagascar. Les risques radiologiques pour les personnes et l'environnement aux quels peut donner lieu l'utilisation des sources radioactives doivent être évalués et maitrisés grâce à l'application des normes de sûreté. Ainsi toutes les prescriptions et normes établies par l'AIEA et tous les organismes concernés doivent être concrètement mis en œuvre par l'organisme de réglementation pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences.

Nous nous sommes inspirés du SIOR 3.1 comme logiciel de base. Ce logiciel a été élaboré par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique et est destiné à tous les organismes de réglementation. C'est dans cette perspective que nous voudrions développer notre propre logiciel répondant en général aux besoins d'un organisme de réglementation et en particulier, aux besoins propres du département de dosimétrie et de radioprotection de l'INSTN-Madagascar.

L'objectif majeur de ce travail est d'assurer une partie importante et indispensable dans la mise en place d'une base des données capable de faciliter les activités de gestion des sources radioactives à l'organisme de réglementation.

Dans notre logiciel, nous avons centralisé les activités de gestion des sources radioactives en une seule application pouvant être utilisée dans les différents services de l'organisme de réglementation : enregistrements, recherches. Ce logiciel unifie les diverses bases de données existantes et facilite le suivi et la gestion des sources radioactives.

Nous suggérons, comme perspectives, le maintien et l'amélioration de la collaboration de l'INSTN-Madagascar avec les utilisateurs des sources radioactives ainsi que toutes les instances concernées pour contrôler les sources radioactives.

Cette application n'est pas une fin en soit. D'autres réalités doivent être prises en compte pour développer une application pouvant répondre à toutes les attentes d'un tel organisme. Elle pourra être la base de prochaines études et réalisations des promotions à venir.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**  
**S**



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : AIEA, Collection Sécurité N°115, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, Vienna, 1997.
- [2] : AIEA « Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives », A-1400 Vienna, Austria.
- [3] : AIEA « Orientations pour l'importation et l'exportation de sources radioactives », mars 2005 Vienne Autriche.
- [4] : CIPR, Publication N°35, 1982
- [5] : Collection de sûreté de l'AIEA N° GS-G-1.5 « Notification et autorisation pour l'utilisation des sources de rayonnements » novembre 2011, Vienne.
- [6] : Collection normes de sûreté de l'AIEA N° SF-1 « Principes fondamentaux de sûreté », Vienne, 2007.
- [7] : Collection sécurité nucléaire de l'AIEA N°5, « Identification des sources radioactives et des dispositifs radioactifs », mai 2009, Vienne Autriche.
- [8] : Edgar F.Codd« Généralité sur les modèles d'une base de données », 1970
- [9] : Formation Supérieure Régionale en Radioprotection et Sûreté des Sources de Rayonnements Ionisants (PGEC), 7èmeÉdition, Rabat Maroc, 11Octobre 2010–04Mars 2011.
- [10] : Gérard Swinnen - Apprendre à programmer avec python.
- [11] : GIFAS « Guide sur la radioprotection » - septembre 2009.
- [12] : Glossaire de sûreté de l'AIEA « Terminologie employée en sûreté nucléaire et radioprotection », édition 2007, Vienne.
- [13] : Guide de sûreté N° RS-G-1.9 « Catégorisation des sources radioactives », 2011, Vienne.
- [14] : Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires « Réglementation en Radioprotection à Madagascar », Editions INSTN 1997.
- [15] : RANDRIAMORA TianaHarimalala, Mémoire de DEA, Identification et caractérisation des déchets radioactifs, Madagascar-INSTN, 24 janvier 2007.
- [16] : Richard Grin , Langage SQL version 5.7, université de Nice Sophia –Antipolis, 4 janvier 2008.

- [17] : Système d'information pour organismes de réglementation « SIOR », revision octobre 2006.
- [18] : Tarek Ziadé - Programmation python « Conception et optimisation » 2<sup>e</sup> édition, préface de Stephan Richter, EYROLLES.

# **ANNEXES**

**Annexe I : VALEURS DE FACTEUR DE PONDERATION RADIOLOGIQUE  $W_R$   
RETENUES PAR LA CIPR 60**

Type et domaine d'énergie du rayonnement	Facteur de pondération radiologique $W_R$
Photons, toutes énergies	1
Electron et muons, toutes énergie <sup>a</sup>	1
Neutrons, énergie < 10 keV	5
10 keV à 100 keV	10
> 100 keV à 2 MeV	20
> 2 MeV à 20 MeV	10
> 20 MeV	5
Protons, autres que les protons de recul, énergie > 2 MeV	5
Particules alpha, fragments de fission, noyaux lourds	20

<sup>a</sup> A l'exclusion des électrons Auger reçus par l'ADN à partir des noyaux cellulaires, pour lesquels il faut tenir compte de considérations microdosimétriques particulières.

## Annexe II : TABLEAU DE CATEGORIE DES SOURCES UTILISEES DANS QUELQUES PRATIQUES COURANTES

TABLEAU 2. CATEGORIES DES SOURCES UTILISEES DANS QUELQUES PRATIQUES COURANTES

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Source	Radionucléide	Grandeur employée (A)				Rapport A/D	Catégorie		
		Ci		TBq			Basée sur A/D	Recommandée	
GTR									
Irradiateurs utilisés pour la stérilisation et la conservation des aliments	Sr-90	Max	6,8E+05	2,5E+04	1,0E+00	2,5E+04	1	1	
		Min	9,0E+03	3,3E+02	1,0E+00	3,3E+02	2	1	
		Typ	2,0E+04	7,4E+02	1,0E+00	7,4E+02	2	2	
	Pu-238	Max	2,8E+02	1,0E+01	6,E-02	1,7E+02	2	2	
		Min	2,8E+01	1,0E+00	6,E-02	1,7E+01	2	2	1
		Typ	2,8E+02	1,0E+01	6,E-02	1,7E+02	2	2	
	Co-60	Max	1,5E+07	5,6E+05	3,E-02	1,9E+07	1	1	
		Min	5,0E+03	1,9E+02	3,E-02	6,2E+03	1	1	1
		Typ	4,0E+06	1,5E+05	3,E-02	4,9E+06	1	1	
	Cs-137	Max	5,0E+06	1,9E+05	1,E-01	1,9E+06	1	1	
		Min	5,0E+03	1,9E+02	1,E-01	1,9E+03	1	1	1
		Typ	3,0E+06	1,1E+05	1,E-01	1,1E+06	1	1	

TABLEAU 2. CATÉGORIES DES SOURCES UTILISÉES DANS QUELQUES PRATIQUES COURANTES (suite)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Source	Radionucléide	Grandeur employée (A)			Valeur D (TBq)	Rapport A/D	Catégorie	
			Ci	TBq			Basée sur A/D	Recommandée
Sources de téléthérapie	Co-60	Max	1,5E+04	5,6E+02	3,E-02	1,9E+04	1	
	Co-60	Min	1,0E+03	3,7E+01	3,E-02	1,2E+03	1	1
	Co-60	Typ	4,0E+03	1,5E+02	3,E-02	4,9E+03	1	
	Cs-137	Max	1,5E+03	5,6E+01	1,E-01	5,6E+02	2	
	Cs-137	Min	5,0E+02	1,9E+01	1,E-01	1,9E+02	2	1
	Cs-137	Typ	5,0E+02	1,9E+01	1,E-01	1,9E+02	2	
Catégorie 2								
Sources de radiographie industrielle	Co-60	Max	2,0E+02	7,4E+00	3,E-02	2,5E+02	2	
	Co-60	Min	1,1E+01	4,1E-01	3,E-02	1,4E+01	2	2
	Co-60	Typ	6,0E+01	2,2E+00	3,E-02	7,4E+01	2	
	Ir-192	Max	2,0E+02	7,4E+00	8,E-02	9,3E+01	2	
	Ir-192	Min	5,0E+00	1,9E-01	8,E-02	2,3E+00	3	2
	Ir-192	Typ	1,0E+02	3,7E+00	8,E-02	4,6E+01	2	
	Se-75	Max	8,0E+01	3,0E+00	2,E-01	1,5E+01	2	
	Se-75	Min	8,0E+01	3,0E+00	2,E-01	1,5E+01	2	2
	Se-75	Typ	8,0E+01	3,0E+00	2,E-01	1,5E+01	2	

---

**Annexe III : FICHE DES INFORMATIONS****Information sur la société ou l'organisme**

- Nom de l'organisme : .....
- Adresse de l'organisme : .....
- Téléphone : .....
- Fax : .....
- Nature de la pratique dans le cadre de laquelle la source est utilisée : .....

**Information sur les sources radioactives scellées**

- Radioélément : .....
- Numéro de série : .....
- Activité (Bq) : .....
- Date de l'activité : .....
- Utilisation : .....
- Fournisseur : .....

**Information sur l'équipement associé**

- Fabricant : .....
- Numéro de série : .....
- Modèle : .....
- Nombre : .....

**Formulaire de sources radioactives non scellées**

- Radioélément : .....
- Activité (Bq) : .....
- Date de l'activité : .....
- Utilisation : .....
- Volume et quantité par radioélément : .....
- Fabricant et Fournisseur : .....

**Formulaire des générateurs de rayons x / accélérateur**

- Fabricant : .....
- Type : .....
- Numéro de série : .....
- Date de 1<sup>ère</sup> mise en service et année de fabrication : .....
- Utilisation et lieu d'utilisation : .....
- N<sup>o</sup> d'installation : .....
- Tension (kV) maximale admissible : .....

-Intensité (mA) maximale admissible : .....

**Formulaire de déchets radioactifs**

-Radioélément : .....

-Volume : .....

-Nature physique : .....

-Conditionnement : .....

**Information sur le représentant de l'organisme**

-Nom et prénom : .....

-Fonction : .....

-Signature : .....

Ceux-ci ne sont qu'une suggestion des modèles des formulaires. Les formulaires peuvent être conçus de toute autre méthode bien adaptée à la situation locale considérée.



**ANNEXE IV : REGISTRE MANUEL 2012 AVEC LES AUTORISATIONS DE  
DETENTION ET D'UTILISATION (VALIDITE : DEUX ANS DU 02 MARS 2012 AU  
02MARS 2014) DE LA SOCIETE A**

**1- Appareil n° 1**

Source radioactive	
Forme physique	: Scellée
Radionucléide	: Cs - 137
Activité maximale	: 13 GBq (350 mCi)
Numéro de série	: B3128
Equipement associé	
Appareil	: Texas Nuclear Density Pro Texas
Référence	: 22-DE/DIT-0232
Utilisation	: Jauge nucléaire
Container	: Modèle n°5202
Autorisation	
Numéro	: 25/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/SOCIETE

**2- Appareil n° 2**

Source radioactive	
Forme physique	: Scellée
Radionucléide	: Cs - 137
Activité maximale	: 13 GBq (350 mCi)
Numéro de série	: B3129
Equipement associé	
Appareil	: Texas Nuclear Density Pro
Référence	: 22-DE/DIT-0237
Utilisation	: Jauge nucléaire
Container	: Modèle n°5202
Autorisation	
Numéro	: 25/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/SOCIETE

**3- Appareil n° 3**

Source radioactive	
Forme physique	: Scellée
Radionucléide	: Cs - 137
Activité maximale	: 5,36 GBq (145 mCi)
Numéro de série	: B3096
Equipement associé	
Appareil	: Texas Nuclear Density Pro Texas
Référence	: 22-DE/DIT-0364
Utilisation	: Jauge nucléaire
Container	: Modèle n°5202
Autorisation	
Numéro	: 27/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/SOCIETE

**4- Appareil n° 4**

Source radioactive	
Forme physique	: Scellée
Radionucléide	: Cs - 137
Activité maximale	: 74 GBq (2000 mCi)
Numéro de série	: B607
Equipement associé	
Appareil	: Texas Nuclear Density Pro

Référence : 22-DE/DIT-0691  
Utilisation : Jauge nucléaire  
Container : Modèle n°5204

Autorisation  
Numéro : 28/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/ SOCIETE

#### 5- Appareil n° 5

Source radioactive  
Forme physique : Scellée  
Radionucléide : Cs - 137  
Activité maximale : 74 GBq (2000 mCi)  
Numéro de série : B608

Equipement associé  
Appareil : Texas Nuclear Density Pro  
Référence : 22-DE/DIT-0696  
Utilisation : Jauge nucléaire  
Container : Modèle n°5204

Autorisation  
Numéro : 29/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/ SOCIETE

#### 6- Appareil n° 6

Source radioactive  
Forme physique : Scellée  
Radionucléide : Cs - 137  
Activité maximale : 18,5 GBq (500 mCi)  
Numéro de série : B1273

Equipement associé  
Appareil : Texas Nuclear Density Pro  
Référence : 22-DE/DIT-0726  
Utilisation : Jauge nucléaire  
Container : Modèle n°5203

Autorisation  
Numéro : 30/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/ SOCIETE

#### 7- Appareil n° 7

Source radioactive  
Forme physique : Scellée  
Radionucléide : Cs - 137  
Activité maximale : 18,5 GBq (500 mCi)  
Numéro de série : B1274

Equipement associé  
Appareil : Texas Nuclear Density Pro  
Référence : 22-DE/DIT-0826  
Utilisation : Jauge nucléaire  
Container : Modèle n°5203

Autorisation  
Numéro : 31/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/ SOCIETE

#### 8- Appareil n° 8

Source radioactive  
Forme physique : Scellée  
Radionucléide : Cs - 137  
Activité maximale : 13 GBq (350 mCi)  
Numéro de série : B3067

Equipement associé  
 Appareil : Texas Nuclear Density Pro  
 Référence : 225-DX/DIT-0305  
 Utilisation : Jauge nucléaire  
 Container : Modèle n°5202

Autorisation  
 Numéro : 32/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/ SOCIETE

### 9- Appareil n° 9

Source radioactive  
 Forme physique : Scellée  
 Radionucléide : Cs - 137  
 Activité maximale : 13 GBq (350 mCi)  
 Numéro de série : B3068

Equipement associé  
 Appareil : Texas Nuclear Density Pro  
 Référence : 225-DX/DIT-0316  
 Utilisation : Jauge nucléaire  
 Container : Modèle n°5202

Autorisation  
 Numéro : 33/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET/UTIL/ SOCIETE

## 1.12. Registre manuel 2012 avec les autorisations de détention et d'utilisation (validité : deux ans du 27 septembre 2011 au 27 septembre 2013) de la Société B

### 1- Appareil n° 1

Source radioactive  
 Forme physique : Scellée  
 Radionucléide : Cs - 137  
 Activité : 3,7 GBq (100 mCi) – juillet 2008  
 Numéro de série : B5359

Equipement associé  
 Nom : NUCLEAR DENSITY DETECTOR & TRANSMITTER  
 Numéro de série : 69-DX-0332  
 Modèle : 5201  
 Nombre : 1 (Un)

Autorisation  
 Numéro : 111/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET-UTIL/ SOCIETE

### 2-Appareil n° 2

Source radioactive  
 Forme physique : Scellée  
 Radionucléide : Cs - 137  
 Activité : 740 MBq (20 mCi)- octobre 2008  
 Numéro de série : B5197

Equipement associé  
 Nom : NUCLEAR DENSITY DETECTOR & TRANSMITTER  
 Numéro de série : 69-DX-0428  
 Modèle : 5201  
 Nombre : 1 (Un)

Autorisation  
 Numéro : 112/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET-UTIL/ SOCIETE

**2- Appareil n° 3**

Source radioactive		
Forme physique	:	Scellée
Radionucléide	:	Cs - 137
Activité maximale	:	12,95GBq (350mCi)
Numéro de série	:	B3069
Equipement associé		
Nom	:	TEXAS NUCLEAR DENSITY PRO
Numéro de série	:	245-DX-0132
Modèle	:	5202
Nombre	:	1 (Un)
Autorisation		
Numéro	:	113/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET-UTIL/ SOCIETE

**3- Appareil n° 4**

Source radioactive		
Forme physique	:	Scellée
Radionucléide	:	Cs - 137
Activité	:	12,95 GBq (350 mCi) – février 2009
Numéro de série	:	B3108
Equipement associé		
Nom	:	NUCLEAR DENSITY DETECTOR & TRANSMITTER
Numéro de série	:	31-DX-0115
Modèle	:	5202
Nombre	:	1 (Un)
Autorisation		
Numéro	:	114/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET-UTIL/ SOCIETE

**4- Appareil n° 5**

Source radioactive		
Forme physique	:	Scellée
Radionucléide	:	Cs - 137
Activité	:	22,2 GBq (600 mCi) – septembre 2009
Numéro de série	:	C9007B010E1
Equipement associé		
Appareil	:	GAMMAPILOT M FMG60
Numéro de série	:	32-LX-0604
Modèle	:	n°QG100-ER1B
Nombre	:	1 (Un)
Autorisation		
Numéro	:	115/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET-UTIL/ SOCIETE

**5- Appareil n° 6**

Source radioactive		
Forme physique	:	Scellée
Radionucléide	:	Cs - 137
Activité	:	55,5GBq(1500mCi)-octobre2009
Numéro de série	:	CA0004010E1
Equipement associé		
Appareil	:	GAMMAPILOT M FMG60
Numéro de série	:	32-LX-0666
Modèle	:	n° QG 100-YR1Y
Nombre	:	1 (Un)
Autorisation		
Numéro	:	116/11/INSTN/DG/DRP/AUT/DET-UTIL/SOCIETE

## Annexe V: Codage de la fenêtre d'authentification

```

def non_autorise():
    import Tkinter
    a0=Tkinter.Tk()
    b0=Tkinter.Label(a0, text="vous n'êtes pas
    autorisés à accéder à l'application")
    b0.pack()
    a0.mainloop()

def autorisee():
    u=str(w1.get())
    u1=str(w2.get())
    if u== "instn":
        if u1=="123":
            autorise()
            root100.destroy
        else:
            non_autorise()
def annuler():
    z1.set(u"")
    z2.set(u"")

import Tkinter
root100=Tkinter.Tk()
root100.geometry("500x200")
racine11=Tkinter.Frame(root100)
root100.title("Ouverture de session")
#racine11.tk_setPalette('#aabb05')
b1=Tkinter.Label(racine11, text="Bienvenue dans
l'application de gestion des sources radioactives")
bb=Tkinter.Label(racine11, text="")
b11=Tkinter.Label(racine11, text="Saisissez votre
nom et votre mot de passe",fg="red")
racine10=Tkinter.Frame(root100, borderwidth=20,
relief="groove")
z1=Tkinter.StringVar()
z2=Tkinter.StringVar()
x0=Tkinter.Label(racine10,text="Login:")
x1=Tkinter.Label(racine10,text="Mot de passe:")
w1=Tkinter.Entry(racine10,
textvariable=z1,width=30)
w2=Tkinter.Entry(racine10,
textvariable=z2,width=30, show="*")
racine20=Tkinter.Frame(root100)
x00=Tkinter.Label(racine20,text=" ")
x00.grid(row=0, column=1)

b=Tkinter.Button(racine20,
text="Ok",width=8,height=1, command=autorisee)
b2=Tkinter.Button(racine20,
text="Annuler",width=8,height=1,command=annuler)
b.grid(row=0, column=0)
b2.grid(row=0, column=2)
x0.grid(row=0,column=0)
x1.grid(row=1,column=0)
w1.grid(row=0,column=1)
w2.grid(row=1,column=1)
#b2.grid(row=9,column=2)
b1.pack()
bb.pack()
b11.pack()
#b.grid(row=9,column=1)
racine11.pack()
racine10.pack()
racine20.pack()
root100.mainloop()
autorise()

```

## Annexe VI: Codage de la fenêtre principale

```

import Tkinter
racine=Tkinter.Tk()
racine.title("Département de Dosimétrie et Radioprotection ")
racine.geometry("1400x800")
#racine.tk_setPalette('#aabb05')
menu=Tkinter.Menu(racine)
menu1=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0)
menu2=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0,bg='yellow')
menu3=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0,bg='red')
menu4=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0)
menu5=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0)
menu6=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0)
menu7=Tkinter.Menu(menu, tearoff=0)
menu.add_cascade(label="Fichier", menu=menu1)
menu.add_cascade(label="Gestion des sources", menu=menu2)
menu.add_cascade(label="Recherche", menu=menu3)
#menu.add_cascade(label="Etat", menu=menu4)
menu.add_cascade(label="Outils", menu=menu6)
menu1.add_command(label="Utilisateur")
menu1.add_command(label="Quiter",command=racine.destroy)
menu2.add_command(label="Nouvelle source", command=affiche)
menu2.add_command(label="Equipement", command=Equipement)
menu2.add_command(label="Autorisation", command=autorisation)
menu2.add_command(label="Etablissement", command=Organisme)
menu3.add_command(label=" SOURCE", command=recherche_source)
menu3.add_command(label=" AUTORISATION", command=recherche_autorisation)
menu3.add_command(label=" EQUIPEMENT ASSOCIE", command=recherche_equipement)
menu3.add_command(label=" ETABLISSEMENT", command=recherche_organisme)
menu4.add_command(label="IMPRESSION")
menu6.add_command(label="desintegration radioactive", command=decay)
racine.configure(menu=menu)
racine.mainloop()

```

## Annexe VII: Codage de la fenêtre « Nouvelle source »

```

def affiche():
    def insertion():
        h1=str(d1.get())
        h2=str(d2.get())
        h3=str(d3.get())
        h4=float(d4.get())
        h5=str(d5.get())
        h6=str(d6.get())
        h7=str(d7.get())
        h8=float(d8.get())
        h9=str(d9.get())
        h10=str(d10.get())
        import sqlite3
        con=sqlite3.connect("DDR")
        cur=con.cursor()
        cur.execute("insert into
SOURCE('FORME_PHYSIQUE','RADIONUC
LEIDE','NUMERO_SERIE','ACTIVITE_mCi','
DATE_ACTIVITE','FOURNISSEUR','UTILIS
ATEUR','CATEGORIE','UTILISATION','ETA
T') values
('%s','%s','%s','%f','%s','%s','%s','%f','%s','%s')
"%(h1,h2,h3,h4,h5,h6,h7,h8,h9,h10))
        con.commit()
        g1.set(u"")
        g2.set(u"")
        g3.set(u"")
        g4.set(u"")
        g5.set(u"")
        g6.set(u"")
        g7.set(u"")
        g8.set(u"")
        g9.set(u"")
        g10.set(u"")
    def modification():
        import tkinter
        tkinter.MessageBox.askyesno('Modifier les
informations','voulez vous vraiment modifier?')
        h1=str(d1.get())
        h2=str(d2.get())
        h3=str(d3.get())
        h4=float(d4.get())
        h5=str(d5.get())
        h6=str(d6.get())
        h7=str(d7.get())
        h8=float(d8.get())
        h9=str(d9.get())
        h10=str(d10.get())

        import sqlite3
        con=sqlite3.connect("DDR")
        cur=con.cursor()
        cur.execute("update SOURCE set
FORME_PHYSIQUE='%s',RADIONUCLEIDE
='%s',ACTIVITE_mCi='%f',DATE_ACTIVITE
='%s',FOURNISSEUR='%s',
UTILISATEUR='%s',CATEGORIE='%f',UTIL
ISATION='%s',ETAT='%s'where Numero_serie
='%s'"%(h1,h2,h4,h5,h6,h7,h8,h9,h10,h3))
        con.commit()
        g1.set(u"")
        g2.set(u"")
        g3.set(u"")
        g4.set(u"")
        g5.set(u"")
        g6.set(u"")
        g7.set(u"")
        g8.set(u"")
        g9.set(u"")
        g10.set(u"")
    def annuler():
        import tkinter
        tkinter.MessageBox.askyesno('Annuler les
informations','voulez vous vraiment annuler ces
saisies?')
        g1.set(u"")
        g2.set(u"")
        g3.set(u"")
        g4.set(u"")
        g5.set(u"")
        g6.set(u"")
        g7.set(u"")
        g8.set(u"")
        g9.set(u"")
        g10.set(u"")

        g6.set(u"")
        g7.set(u"")
        g8.set(u"")
        g9.set(u"")
        g10.set(u"")
    def recherche():
        e100=str(d0.get())
        import sqlite3
        con=sqlite3.connect("DDR")
        cur=con.cursor()
        cur.execute("select
FORME_PHYSIQUE,RADIONUCLEIDE,NUMERO_
SERIE,ACTIVITE_mCi,DATE_ACTIVITE,FOURNIS
SEUR,UTILISATEUR,CATEGORIE,UTILISATION,E
TAT from SOURCE where
NUMERO_SERIE='%s'"%(e100))
        liste=[]
        while True:
            row=cur.fetchone()
            if not row:break
        FORME_PHYSIQUE,RADIONUCLEIDE,NUMERO_
SERIE,ACTIVITE_mCi,DATE_ACTIVITE,FOURNIS
SEUR,UTILISATEUR,CATEGORIE,UTILISATION,E
TAT=row
        for i in row:
            liste.append(i)
            f1.configure(text=liste[0])
            f2.configure(text=liste[1])
            f3.configure(text=liste[2])
            f4.configure(text=liste[3])
            f5.configure(text=liste[4])
            f6.configure(text=liste[5])
            f7.configure(text=liste[6])
            f8.configure(text=liste[7])
            f9.configure(text=liste[8])
            f10.configure(text=liste[9])
            j1=str(liste[0])
            j2=str(liste[1])
            j3=str(liste[2])
            j4=float(liste[3])
            j5=str(liste[4])
            j6=str(liste[5])
            j7=str(liste[6])
            j8=float(liste[7])
            j9=str(liste[8])
            j10=str(liste[9])
            g1.set(j1)
            g2.set(j2)
            g3.set(j3)
            g4.set(j4)
            g5.set(j5)
            g6.set(j6)
            g7.set(j7)
            g8.set(j8)
            g9.set(j9)
            g10.set(j10)
        import Tkinter
        #racine.Title("Sources")
        racine.geometry("1400x800")
        g1=Tkinter.StringVar()
        g2=Tkinter.StringVar()
        g3=Tkinter.StringVar()
        g4=Tkinter.StringVar()
        g5=Tkinter.StringVar()
        g6=Tkinter.StringVar()
        g7=Tkinter.StringVar()
        g8=Tkinter.StringVar()
        g9=Tkinter.StringVar()
        g10=Tkinter.StringVar()
        d0=Tkinter.Entry(racine ,width=25)
        d1=Tkinter.Entry(textvariable=g1,width=25)
        d2=Tkinter.Entry(textvariable=g2,width=25)
        d3=Tkinter.Entry(textvariable=g3,width=25)
        d4=Tkinter.Entry(textvariable=g4,width=25)
        d5=Tkinter.Entry(textvariable=g5,width=25)
        d6=Tkinter.Entry(textvariable=g6,width=25)
        d7=Tkinter.Entry(textvariable=g7,width=25)
        d8=Tkinter.Entry(textvariable=g8,width=25)
        d9=Tkinter.Entry(textvariable=g9,width=25)
        d10=Tkinter.Entry(textvariable=g10,width=20)
        f0=Tkinter.Label(racine,text='Entrer
reference:',width=15,height=1,fg="black")
        f1=Tkinter.Label(racine)
        f2=Tkinter.Label(racine)
        f3=Tkinter.Label(racine)
        f4=Tkinter.Label(racine)
        f5=Tkinter.Label(racine)
        f6=Tkinter.Label(racine)
        f7=Tkinter.Label(racine)
        f8=Tkinter.Label(racine)
        f9=Tkinter.Label(racine)
        f10=Tkinter.Label(racine)
        q1=Tkinter.Label(racine,text='FORME_PHYSI
QUE:',width=15,height=1,fg="blue")
        q2=Tkinter.Label(racine,text='RADIONUCLEI
DE:',width=15,height=1,fg="blue")
        q3=Tkinter.Label(racine,text='NUMERO_SERI
E:',width=15,height=1,fg="blue")
        q4=Tkinter.Label(racine,text='ACTIVITE_mCi:
',width=15,height=1,fg="blue")
        q5=Tkinter.Label(racine,text='DATE_ACTIVIT
E:(jj/mm/aaaa):',width=25,height=1,fg="blue")
        q6=Tkinter.Label(racine,text='FOURNISSEUR:
',width=15,height=1,fg="blue")
        q7=Tkinter.Label(racine,text='UTILISATEUR:',
width=15,height=1,fg="blue")
        q8=Tkinter.Label(racine,text='CATEGORIE:',w
idth=15,height=1,fg="blue")
        q9=Tkinter.Label(racine,text='UTILISATION:',
width=15,height=1,fg="blue")
        q10=Tkinter.Label(racine,text='ETAT:',width=1
5,height=1,fg="blue")
        s1=Tkinter.Button(racine,text='AJOUTER',wid
th=10,height=1,fg="black",command=insertion)
        s2=Tkinter.Button(racine,text='MODIFIER",wi
dth=10,height=1,fg="black",command=modific
ation)
        s3=Tkinter.Button(racine,text='ANNULER",wi
dth=10,height=1,fg="black",command=annuler)
        s4=Tkinter.Button(racine,text='RECHERCHER
",width=10,height=1,fg="black",command=rech
erche)
        n1=Tkinter.Label(racine,text='INFO SUR
LES
SOURCES',width=25,height=1,fg="red",font="
Arial 10 italic",bg="yellow")
        n1.grid(row=6,column=3)
        q1.grid(row=1,column=0)
        d1.grid(row=1,column=1)
        q2.grid(row=2,column=0)
        d2.grid(row=2,column=1)
        q3.grid(row=3,column=0)
        d3.grid(row=3,column=1)
        q4.grid(row=1,column=2)
        d4.grid(row=1,column=3)
        q5.grid(row=2,column=2)
        d5.grid(row=2,column=3)
        q6.grid(row=3,column=2)
        d6.grid(row=3,column=3)
        q7.grid(row=1,column=4)
        d7.grid(row=1,column=5)
        q8.grid(row=2,column=4)
        d8.grid(row=2,column=5)
        q9.grid(row=3,column=4)
        d9.grid(row=3,column=5)
        q10.grid(row=1,column=6)
        d10.grid(row=1,column=7)
        f0.grid(row=6,column=0)
        d0.grid(row=6,column=1)
        s1.grid(row=1,column=8)
        s2.grid(row=2,column=8)
        s3.grid(row=3,column=8)
        s4.grid(row=4,column=8)

```

MOHAMAD Mourichidi/INSTN-MADAGASCAR



# MISE EN PLACE D'UNE BASE DE DONNEES POUR LA GESTION DES SOURCES RADIOACTIVES

**Résumé :** A Madagascar, l'application des techniques nucléaires ne cesse de se développer. Afin de protéger l'homme et son environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants, chaque utilisateur de sources radioactives doit mettre en place un programme de sûreté et de sécurité nucléaire et déclarer ses sources auprès de l'autorité réglementaire. Ce dernier doit avoir accès à toutes les informations relatives à toutes les sources et leurs utilisations.

Ce travail repose sur l'élaboration d'un logiciel utilisant python comme langage de programmation et SQLite comme base de données. Il permet d'informatiser la gestion des sources radioactives. Cette application unifie les différentes bases de données existantes et centralise les activités de gestion des sources radioactives.

L'objectif est de suivre le mouvement de chaque source dans le territoire malgache afin d'éviter les risques liés à l'utilisation des sources radioactives et au trafic illicite.

**Mots clés :** Sûreté et Sécurité Nucléaire, Gestion des Sources Radioactives, Base de Données

---

## IMPLEMENTATION OF A DATABASE FOR THE RADIOACTIVE SOURCES MANAGEMENT

**Abstract:** In Madagascar, the application of the nuclear technologies does not stop to developing. In order to protect the human health and his environment against the harmful effects of the ionizing radiation, each user of radioactive sources has to implement a program of nuclear security and safety to declare their sources at the Regulatory Authority. This Regulatory Authority must have access to all the informations relating to all the sources and their uses.

This work is based on the improvement of software using python as programming language and SQLite as database. It makes possible to computerize the radioactive sources management. This application unifies the various existing databases and centralizes the activities of the radioactive sources management.

The objective is to follow the movement of each source in the Malagasy territory in order to avoid the risks related on the use of the radioactive sources and the illicit traffic.

**Keywords:** Nuclear Safety and Security, Radioactive Sources Management, Database

---

### **Encadreurs :**

Dr. ZAFIMANJATO Joseph Lucien Radaorolala

Dr. RANDRIANTSEHENO Hery Fanja

### **Impétrant :**

MOHAMAD Mourichidi

Tél : 034 81 188 18

E-mail : mohmourichid@yahoo.com

Adresse : lot II E 58 B Ampanotokana  
Antananarivo 101