

PNR : NUCLEAIRE

Extrait de la Loi 08-05 :

« Avec l'adhésion de notre pays au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, la signature de l'accord de garanties généralisées avec l'agence internationale de l'énergie atomique et la signature imminente du protocole additionnel à l'accord de garantie, il est attendu que le programme de promotion et de développement de l'énergie et des techniques nucléaires, en s'intégrant au sein des plans nationaux et des programmes de développement sectoriels, occupe une place importante dans la politique nationale de recherche-développement.

La technologie nucléaire nécessite la mise en œuvre de techniques de pointe, une fiabilité optimale, sinon absolue, d'exploitation des équipements et une sûreté maximale de fonctionnement des installations. Dans le cadre du développement durable, la technologie et des techniques nucléaires sont considérées comme le moyen le plus adapté pour contribuer au règlement à moyen et long terme, des problèmes liés à la production et à la disponibilité de l'énergie.

Les objectifs scientifiques concernent la maîtrise et le développement des axes liés au cycle du combustibles, aux applications des techniques nucléaires à savoir : la recherche et l'exploitation de gisements de matières premières nucléaires, la valorisation et la purification des matières premières nucléaires, la fabrication de combustibles et de matériaux spéciaux, la maîtrise des technologies et de l'exploitation des réacteurs et autres installations nucléaires, la sûreté, l'environnement, la radioprotection et la réglementation nucléaire, la gestion des déchets radioactifs, la physique et les applications des techniques nucléaires, la production et le développement des applications des radio-isotopes et enfin la physique médicale »

Introduction Générale

L'Algérie œuvre depuis 1975 à la maîtrise de l'utilisation sûre des applications pacifiques de l'énergie nucléaire dans des domaines aussi importants et variés que la production de l'électricité, l'amélioration des services de santé, le développement des processus industriels, la valorisation des ressources en eau, la mise en valeur du secteur agricole et la surveillance et protection de l'environnement.

Durant les 3 dernières décennies, l'Algérie a engagé des efforts considérables en matière de formation d'un potentiel humain et l'acquisition d'installations et d'équipements importants dont 02 réacteurs nucléaires de recherche, NUR (01 MW) et ES SALAM (15 MW) et de nombreux laboratoires de recherche en sciences et technologie nucléaires.

L'Algérie se prépare à promulguer une Loi Nucléaire et projette de se doter d'une première centrale électronucléaire à l'horizon 2025. L'un des objectifs visés par ce PNR est de se préparer à ces échéances.

Ceci sera concrétisé par l'optimisation de l'utilisation des compétences nationales et à travers la définition de domaines et axes de recherche et développement avec des objectifs clairs visant à terme à :

- ✓ *Assurer une exploitation sûre des installations nucléaires et infrastructures existantes, au profit du développement socio-économique.*
- ✓ *Développer la connaissance scientifique et technologique ainsi que les compétences humaines requises.*
- ✓ *Développer et implémenter les applications appropriées des sciences et technologies nucléaires dans les divers secteurs.*

DOMAINE 01 : RECHERCHE ET EXPLOITATION DES GISEMENTS DE MATIERES PREMIERES NUCLEAIRES

Introduction

Les activités de R&D portant Recherche et Exploitation des gisements de matières premières nucléaires s'identifient au premier maillon du cycle du combustible nucléaire. Elles comprennent des activités d'exploration et d'évaluation des ressources de matières premières nucléaires et l'exploitation des gisements uranifères.

Axe 1 : Etude des minéralisations uranifères du Hoggar et de leurs environnements géologiques

- **Thème 1 :** Typologies et modèles métallogéniques des minéralisations uranifères du bassin sédimentaire de Tin Séririne (région de Tahaggart).
- **Thème 2 :** Traitement et interprétation des données géophysiques, aérogéophysiques et d'imagerie satellitaire de la région de Tahaggart. Application au développement des ressources uranifères connues dans cette région.

Axe 2 : Exploration des matières premières nucléaires et développement des techniques d'investigation

- **Thème 1 :** Evaluation et extension des ressources uranifères de Tahaggart (Sud-Est du Hoggar).
- **Thème 2 :** Développement et application des techniques géophysiques et imagerie satellitaire à l'exploration des matières premières nucléaires.
- **Thème 3 :** Traitement et interprétation des données.
- **Thème 4 :** Modélisations (2D et 3D) et études géostatistiques des données du gisement de Tahaggart.

Axe 3 : Evaluation et études de préfaisabilité d'exploitation des gisements de matières premières nucléaires

- **Thème 1 :** Valorisation et classification des ressources/réserves du gisement de Tahaggart.
- **Thème 2 :** Essais d'extraction et de prétraitement physique des différents minerais d'uranium de Tahaggart par des méthodes et techniques adaptées.

DOMAINE 02 : VALORISATION DES MATIERES PREMIERES NUCLEAIRES ET PURIFICATION DES PRODUITS URANIFERES

Introduction

La valorisation des matières premières nucléaires passe par la recherche, le développement et la mise en œuvre de procédés technologiques pour l'élaboration des matériaux répondant aux spécifications nucléaires.

Les matières premières visées sont essentiellement les minerais d'uranium du Hoggar ainsi que l'uranium dans les gisements de phosphates.

Une attention particulière sera également accordée à d'autres matériaux spécifiques dont le zirconium, le magnésium, le thorium etc.

Axe 1 : Minerais d'uranium

- **Thème 1** : Qualification des minerais d'uranium (analyse, caractérisation, ...)
- **Thème 2** : Concentration et purification de l'uranium.
- **Thème 3** : Précipitation des concentrés uranifères impurs (yellow cake)
- **Thème 4** : Purification des concentrés uranifères impurs.
- **Thème 5** : Traitement des effluents uranifères issus des opérations de traitement des minerais et de purification de l'uranium.

Axe 2 : Analyse et caractérisation des matériaux nucléaires.

- **Thème 1** : Analyse chimique des matériaux nucléaires (éléments mineurs et majeurs).
- **Thème 2** : Caractérisation physique des matériaux nucléaires (MEB, DRX, BET...)
- **Thème 3** : Elaboration de matériaux de pureté nucléaire.

Axe 3 : Minerais des Phosphates.

- **Thème 1** : Analyse et caractérisation des minerais des phosphates.
- **Thème 2** : Traitement des minerais des phosphates.
- **Thème 3** : Analyse et caractérisation de l'acide phosphorique.
- **Thème 4** : Analyse et caractérisation du phosphogypse.
- **Thème 5** : Récupération des métaux d'intérêt (terres rares, zirconium, uranium, vanadium, ...).

DOMAINE 03 : SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES MATERIAUX NUCLEAIRES.

Introduction

Le développement technologique des réacteurs nucléaires est subordonné à la disponibilité de matériaux capables de résister à des conditions de fonctionnement extrêmes, à savoir des températures et des pressions élevées, une irradiation neutronique intense, un environnement agressif ...

Les combustibles nucléaires constituent la partie la plus importante des réacteurs. Le besoin de doter les réacteurs actuels et futurs d'un meilleur rendement et d'un niveau de sûreté accru, passe par l'amélioration des performances du combustible en termes de fiabilité, de durabilité et de manœuvrabilité.

En particulier, les matériaux de structure et de gainage doivent présenter les propriétés suivantes:

- ✓ Excellente stabilité dimensionnelle au fluage et des propriétés mécaniques favorables (résistance mécanique, ductilité, fatigue ...)
- ✓ Résistance aux dommages sous irradiation
- ✓ Aptitude à la mise en forme, au travail et à la soudabilité

Axe 1 : Matériaux de Structure : (Cuves, matériaux et structures internes des réacteurs)

- **Thème 1** : Alliages de Zirconium
- **Thème 2** : Aluminium de grade nucléaire et ses alliages
- **Thème 3** : Aciers (Ferritiques, bainitiques, martensitiques, austénitiques, austéno-ferritiques, ferritiques-martensitiques (F/M), ferritiques et martensitiques à dispersion d'oxyde (ODS).
- **Thème 4** : Matériaux absorbants de Neutrons: Cadmium, Indium, Argent, Bore, Hafnium...
- **Thème 5** : Alliages de Nickel

Axe 2 : Matériaux de Gainage.

- **Thème 1** : Alliages de Zirconium
- **Thème 2** : Aluminium et ses alliages (grade Nucléaire)
- **Thème 3** : Aciers Inoxydables Stabilisés
- **Thème 4** : Composites à base Céramiques.

Axe 3 : Matériaux Combustibles.

- **Thème 1** : Céramiques à base d'Oxyde d'Uranium
- **Thème 2** : Combustibles LEU pour applications dans les réacteurs de recherche

Axe 4 : Technologies Liées aux Combustibles Nucléaires.

- **Thème 1** : Structures et Assemblages Combustibles.
- **Thème 2** : Soudage et Jointure: Techniques spéciales.
- **Thème 3** : Contrôle de Qualité des Assemblages Combustibles: Techniques de contrôle destructif et contrôle non destructif.
- **Thème 4** : Etudes du Comportement des Combustibles Nucléaires: Modélisation du Comportement, Codes de Simulation, Qualification du Combustible.

DOMAINE 4 : TECHNOLOGIE ET EXPLOITATION DES REACTEURS ET AUTRES INSTALLATIONS NUCLEAIRES

Introduction

Le programme développé dans ce domaine vise, dans une perspective de développement du programme électronucléaire national, à impulser et à favoriser les activités de recherche scientifique, de développement technologique et d'exploitation, menées sur des installations nucléaires telles que les réacteurs nucléaires, les boucles d'essais, les installations de fabrication de combustible, les laboratoires d'essais et autres dispositifs expérimentaux.

Une attention particulière sera accordée aux nouveaux concepts technologiques pour ces types d'installations.

Axe 1 : Physique des réacteurs et autres installations nucléaires

- **Thème 1** : Traitement et élaboration de bibliothèque de données nucléaires
- **Thème 2** : Développement, implémentation, exploitation et validation de codes et chaînes de calcul
- **Thème 3** : Mesures de paramètres et réalisation d'essais physiques
- **Thème 4** : Caractérisation et Optimisation des réacteurs et autres installations
- **Thème 5** : Evolution du combustible nucléaire et gestion du cœur

Axe 2 : Thermohydraulique nucléaire et phénomènes de transfert

- **Thème 1** : Développement, maîtrise, implémentation, exploitation et validation de codes et chaînes de calcul
- **Thème 2** : Mesures et visualisations de paramètres et réalisation d'essais physiques
- **Thème 3** : Etudes, conception et optimisation thermique et thermo hydraulique de composants et systèmes

Axe 3 : Mécanique des fluides et turbomachines

- **Thème 1** : Développement, implémentation, exploitation et validation de codes et chaînes de calcul
- **Thème 2** : Mesures et visualisations de paramètres et réalisation d'essais physiques
- **Thème 3** : Etudes, conception et optimisation de composants, organes et systèmes pour réacteurs et autres installations nucléaires

Axe 4 : Mécanique des réacteurs et autres installations nucléaires

- **Thème 1** : Développement, implémentation et exploitation de codes et chaînes de calcul
- **Thème 2** : Mesures et visualisations de paramètres et réalisation d'essais physiques
- **Thème 3** : Etudes, conception et optimisation de composants et systèmes pour réacteurs
- **Thème 4** : Etudes dynamiques et interactions fluides structures
- **Thème 5** : Comportement et fatigue des matériaux

Axe 5 : Instrumentation nucléaire et contrôle commande

- **Thème 1** : Développement et implémentation de capteurs, détecteurs et instrumentations
- **Thème 2** : Acquisition et traitement du signal
- **Thème 3** : Contrôle-commande de processus
- **Thème 4** : Robotique en milieu hostile

Axe 6 : Systèmes experts, simulateurs et outils didactiques

- **Thème 1** : Intelligence artificielle et réalité virtuelle en technologie nucléaire
- **Thème 2** : Développement, implémentation de simulateurs, analyseurs et systèmes experts
- **Thème 3** : Interface homme machine

Axe 7: Exploitation des réacteurs et autres Installations nucléaires

- **Thème 1** : Mise à niveau d'installations
- **Thème 2** : Gestion du vieillissement et fiabilité des équipements
- **Thème 3** : Implémentation et utilisation d'outils d'aide à l'opération et d'aide à la décision
- **Thème 4** : Développement de procédure, méthodes et programme de test et contrôle
- **Thème 5** : Comptabilité et contrôle de matières nucléaires
- **Thème 6** : Systèmes de filtrage

Axe 8: Ingénierie des réacteurs et autres installations nucléaires

- **Thème 1** : Développement d'outils d'ingénierie intégrés pour la conduite de projets nucléaires
- **Thème 2** : Développement de normes et standards pour une meilleure assurance qualité
- **Thème 3** : Amélioration technologique de dispositifs et installations nucléaires
- **Thème 4** : Etudes et conception et implémentation de nouvelles installations et dispositifs
- **Thème 5** : Etudes et évaluations d'infrastructures et sites pour installations nucléaires

DOMAINE 5 : SURETE NUCLEAIRE ET ENVIRONNEMENT

Introduction

La Sûreté Nucléaire désigne l'ensemble des dispositions prises à tous les stades de la conception, de la construction, du fonctionnement et de l'arrêt définitif de toute installation nucléaire, pour assurer la protection des travailleurs, de la population et de l'environnement contre les effets des rayonnements ionisants.

Ce programme vise le développement et la maîtrise des outils de calculs spécialisés et qualifiés, ainsi que des techniques de modélisation appropriées. Le développement de méthodes innovantes sera privilégié.

Ces études sont complétées par la mise en place de systèmes de surveillance radiologique autour des installations nucléaires.

Axe 1 : Analyses Probabilistes de Sûreté

- **Thème 1** : Analyse probabilistes de niveaux 1, 2 et 3
- **Thème 2** : Retour d'expérience
- **Thème 3** : Facteur humain
- **Thème 4** : Système experts pour l'aide à la décision

Axe 2 : Analyses Déterministes de Sûreté

- **Thème 1** : Données nucléaires
- **Thème 2** : Détermination des marges de sûreté et des limites et conditions d'opération
- **Thème 3** : Evaluation des sites nucléaires
- **Thème 4** : Analyses d'accidents et estimation des incertitudes
- **Thème 5** : Comportement du combustible en pile et estimation du terme source
- **Thème 6** : Etude du Vieillissement des installations et effet des rayonnements sur les systèmes de sûreté
- **Thème 7** : Evaluation de la sûreté des installations de stockage de combustible usé
- **Thème 8** : Evaluation de la sûreté des containers de stockage du combustible usé
- **Thème 9** : Etudes des configurations de stockage et évaluation du risque
- **Thème 10** : Evaluation de la sûreté dans les installations de fabrication de combustible

Axe 3 : Etudes d'impact radiologique sur l'homme et son environnement

- **Thème 1** : Dispersion dans les eaux
- **Thème 2** : Fixation sur les sédiments
- **Thème 3** : Fixation par les espèces biologiques
- **Thème 4** : Etude des phénomènes de transport et de diffusion atmosphérique des rejets radioactifs
- **Thème 5** : Transfert et migration dans les sols
- **Thème 6** : Transfert à travers la chaîne alimentaire
- **Thème 7** : Développement des techniques de mesure et d'analyse de la radioactivité dans les matrices de l'environnement (Spectrométrie α, β, γ , radiochimie, ...)

Axe 4 : Etudes d'impact radiologique des installations

- **Thème 1** : Détermination du groupe critique et des voies d'atteinte
- **Thème 2** : Evaluation des doses individuelles et collectives
- **Thème 3** : Développement des outils d'aide à la décision en situation d'urgence nucléaire et radiologique.

Axe 5 : Surveillance radiologique de l'environnement

- **Thème 1** : Système de surveillance radiologique de l'atmosphère le long du littoral
- **Thème 2** : Système de surveillance radiologique du milieu marin le long des côtes algériennes.

Axe 6 : Techniques expérimentales et développement de matrices de validation

- **Thème 1** : Validation des outils de calcul
- **Thème 2** : Evaluation des incertitudes

- **Thème 3** : Validation des modèles dédiés
- **Thème 4** : Comportement des matériaux sous irradiation
- **Thème 5** : Utilisation de boucles d'essais thermohydrauliques pour générer une base de données de validation.

Axe 7 : Standards, Normes et Assurance de la Qualité

- **Thème 1** : Développement des critères de sûreté et établissement de normes et Standards
- **Thème 2** : Evaluations de sûreté dans le cadre du régime d'autorisation et assurance de la qualité
- **Thème 3** : Etablissement de critères de dimensionnement des installations nucléaires (courbe Risque/Dose) et classification des accidents et incidents.

DOMAINE 6 : RADIOPROTECTION

Introduction

La radioprotection est basée sur l'évaluation des dommages causés par les rayonnements ionisants en vue de développer les moyens de prévention et de surveillance visant à éviter ou à réduire leurs effets nocifs à l'homme et à l'environnement.

L'activité de recherche en matière de radioprotection puise dans les récentes connaissances des effets biologiques induits par exposition aux rayonnements ionisants, les études épidémiologiques et enfin les méthodes de simulation numérique des interactions des rayonnements avec la matière.

Le développement des activités nucléaires tant au plan national qu'international introduit de manière soutenue la nécessité de disposer d'outils performants permettant l'évaluation des doses lors d'incidents et d'accident radiologique ou nucléaire. Ces outils peuvent être de nature physique, biologique ou numérique.

Axe 1 : Outils de Calcul à des fins de radioprotection :

- **Thème 1** : Transport de rayonnements et protection radiologique
- **Thème 2** : Evaluation du risque radiologique : méthodes et analyses statistiques
- **Thème 3** : Dosimétrie numérique et microdosimétrie.

Axe 2 : Dosimétrie des rayonnements ionisants :

- **Thème 1** : Dosimétrie interne et métabolisme des radionucléides
- **Thème 2** : Dosimétrie des neutrons
- **Thème 3** : Dosimétrie des champs mixtes
- **Thème 4** : Evaluation radiologique aux postes de travail
- **Thème 5** : Dosimétrie rétrospective.

Axe 3 : Radioprotection des accidents :

- **Thème 1** : Dosimétrie de criticité
- **Thème 2** : Dosimétrie biologique.

Axe 4 : Radon

- **Thème 1** : Comportement du radon dans les différents milieux
- **Thème 2** : Dosimétrie du radon
- **Thème 3** : Epidémiologie du radon.

DOMAINE 7 : GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS**Introduction**

L'utilisation de plus en plus étendue des applications nucléaires par le secteur socio-économique génère un large éventail de déchets radioactifs. Ces derniers se présentent sous différentes formes (caractéristiques physico-chimiques) et présentent un large spectre de concentrations et de périodes radioactives.

Ce programme vise à consolider les méthodes actuelles de gestion de déchets radioactifs et à développer de nouvelles technologies de gestion des déchets radioactifs non contraignantes pour les générations futures.

Axe 1 : Traitement des effluents

- **Thème 1** : Procédés de concentrations physico-chimiques.
- **Thème 2** : Procédés de séparation (résines, biosubstrats, membranes molécules spécifiques, charbons actifs, substrats solides poreux).

Axe 2 : Conditionnement des déchets radioactifs dans des matrices solides.

- **Thème 1** : Caractérisation des matrices à base de bétons, bitumes et Polymères.
- **Thème 2** : Elaboration des verres, vitrocéramiques, céramiques et minéraux.
- **Thème 3** : Etudes et développement de containers de stockage du combustible usé (choix de matériaux et dimensionnement).

Axe 3 : Chimie des actinides et des lanthanides.

- **Thème 1** : Etude des systèmes solides liquides.
- **Thème 2** : Comportement à long terme.
- **Thème 3** : Comportement à haute température.
- **Thème 4** : Comportement sous irradiation
- **Thème 5** : Transmutation.

Axe 4 : Décontamination des sites contaminés.

- **Thème 1** : Développement des technologies de décontamination.
- **Thème 2** : Etude des phénomènes de transport des radionucléides dans l'environnement.

Axe 5 : Radioactivité Naturelle et Renforcée - NORM et TE-NORM.

- **Thème 1** : Evaluation de l'impact des NORM et TE-NORM dans l'industrie pétrolière, les mines de phosphates et autres
- **Thème 2** : Développement des technologies de gestion des déchets NORM et TE-NORM.

Axe 6 : Etudes & Développements technologiques pour le Stockage des déchets radioactifs.

- **Thème 1** : Stockage des déchets radioactifs en sub-surface.
- **Thème 2** : Développement d'installations d'entreposage du combustible usé.
- **Thème 3** : Caractérisation géologique pour le choix de sites de stockage en profondeur des déchets radioactifs.
- **Thème 4** : Etude des configurations de stockage et évaluation du risque.
- **Thème 5** : Développement d'outils d'évaluation de la sûreté des sites de stockage et étude d'impact sur l'environnement
- **Thème 6** : Unités d'entreposage des effluents liquides et des déchets radioactifs conditionnés.
- **Thème 7** : Station d'évaporation des effluents liquides.
- **Thème 8** : Unités de conditionnement des déchets solides et sources radioactives scellées décurées

Axe 7 : Gestion intégrée des déchets radioactifs.

- **Thème 1** : Développement de procédures/guides réglementaires de gestion des déchets radioactifs.
- **Thème 2** : Élaboration et mise en place de systèmes de gestion.
- **Thème 3** : Élaboration et mise en place de programmes de déclassement des installations.

DOMAINE 8 : PHYSIQUE ET APPLICATIONS DES TECHNIQUES NUCLEAIRES.

SOUS DOMAINE 8 A : PHYSIQUE NUCLEAIRE

Introduction

Les programmes Energie et Techniques Nucléaires repose sur le développement des sciences nucléaires théoriques et expérimentales.

En matière de physique nucléaire, le programme de recherche et développement portera sur l'approfondissement des formalismes, méthodes et approches, destinés à la description et l'interprétation de données découlant de différents processus nucléaires. Outre, l'élaboration de codes et de programmes de calculs pour la résolution de problèmes spécifiques, les actions de recherche prévoient d'exploiter la démarche associant modélisation et simulation des processus physiques qui constitue la troisième voie aux cotés de la théorie et de l'exploitation.

Le programme suivant a pour objectif d'aider les laboratoires nationaux compétents à identifier, mettre en commun, développer et diffuser les savoirs scientifiques et techniques fondamentaux sur lesquels repose l'exploitation sûre et fiable des installations nucléaires et équipements en place ainsi que le développement et la mise en œuvre sûre des techniques et applications nucléaires.

Axe 1 : Réactions Nucléaires

- **Thème 1** : Etude des propriétés des noyaux loin de la stabilité
- **Thème 2** : Modèles nucléaires
- **Thème 3** : Réactions nucléaires à basses et moyennes énergies

Axe 2 : Fission Nucléaire

- **Thème 1** : Etude des propriétés des fragments de fission
- **Thème 2** : Spectroscopie de masse
- **Thème 3** : Rendement de fission par les neutrons
- **Thème 4** : Les caractéristiques de décroissance radioactive des produits de fission

Axe 3 : Sections Efficaces

- **Thème 1** : Sections efficaces d'activation induites par des neutrons et particules chargées
- **Thème 2** : Réactions nucléaires neutron-noyau à basses et moyennes énergies
- **Thème 3** : Calcul des sections efficaces
- **Thème 4** : Mesure et évaluation des constantes nucléaires
- **Thème 5** : Evaluation des données de sections efficaces
- **Thème 6** : Construction de bases de données de sections efficaces multi-groupes

Axe 4 : Physique et Neutronique

- **Thème 1** : Théorie du transport (neutron, photon, particules chargées ...)
- **Thème 2** : Calcul de cellules
- **Thème 3** : Calculs couplés et détermination des fonctions réponse (échauffement, dommages...)

Axe 5 : Thermohydraulique

- **Thème 1** : Ecoulement multiphasique
- **Thème 2** : Modes de transfert de chaleur
- **Thème 3** : Phénomènes critiques en écoulement

Axe 6 : Mécanique, Sciences et Technologie des Matériaux

- **Thème 1** : Comportement thermomécanique
- **Thème 2** : Fatigue des matériaux (vibrations, sollicitations thermiques...)
- **Thème 3** : Modification et analyse des matériaux pour la technologie nucléaire
- **Thème 4** : Thermodynamique et transformation de phases
- **Thème 5** : Les guides de neutrons
- **Thème 6** : Les monochromateurs
- **Thème 7** : Les Supermiroirs

Axe 07 : Modélisation et Codes de Calculs

- **Thème 1** : Neutronique
- **Thème 2** : Thermohydraulique
- **Thème 3** : Mécanique
- **Thème 4** : Développement des codes de calcul et d'analyse de données pour les faisceaux d'ions
- **Thème 5** : Modélisation de processus physiques

Axe 08 : Données Nucléaires

- **Thème 1** : Sections efficaces
- **Thème 2** : Pouvoirs d'arrêt
- **Thème 3** : Masses des isotopes
- **Thème 4** : Données spectroscopiques des noyaux

Axe 09 : Interaction Rayonnement – Solide

- **Thème 1** : Fissuration par corrosion sous irradiation
- **Thème 2** : Simulation et modélisation des défauts induits par irradiation
- **Thème 3** : Transmutation par irradiation
- **Thème 4** : Etude des contraintes résiduelles

Axe 10 : Interaction Rayonnement – Matière Vivante

- **Thème 1** : Données des interactions des ions lourds utilisés en radiothérapie
- **Thème 2** : Chimie Radicalaire.
- **Thème 3** : Mécanismes moléculaires des radiolésions – Réparation de l'ADN – Contrôle du cycle cellulaire...

SOUS DOMAINE 8B : APPLICATIONS DES TECHNIQUES NUCLEAIRES (ATN)**Introduction**

Un certain nombre de problèmes de développement sont identifiés par le secteur socioéconomique (énergie et mines, santé, industrie, agriculture, ressources en eau, environnement, patrimoine culturel...) et adressés à différentes Institutions de Recherche en vue de leur prise en charge (Centres de Recherche, Universités, Industrie Publique et Privée...).

Il s'agit de l'utilisation des techniques isotopiques et des traceurs radioactifs pour la mise en valeur et la gestion des ressources en eau (origine, âge, quantité et potentiel de renouvellement des nappes...). Les techniques d'irradiation permettent de développer le secteur agro-alimentaire par notamment l'accroissement des rendements et de production agricoles, pour la sélection des semences par radiomutagenèse, la réduction des pertes des produits agricoles dues à leur dégradation. Au près des équipements lourds et des installations nucléaires qui sont l'accélérateur d'électrons Va Der Graaf, le Générateur de Neutrons et des Réacteurs NUR (1 MW) et Es Salam (15 MW), de multiples techniques nucléaires de microanalyse, de caractérisation et d'investigation fine de la matière condensée ont été développées (XRF, PIXE, RBS, NAA, INAA, SANS, SDN...). Il s'agit de valoriser pleinement ces techniques en vue de répondre aux besoins des secteurs utilisateurs (métallurgie, biologie, géologie, sciences des matériaux, environnement...).

Les normes de l'Assurance et du Contrôle de la Qualité (AQ & CQ) ainsi que les Guides de Bonnes Pratiques (GBP) devront être connus, assimilés et appliqués dans la mise en œuvre des activités développées. Des programmes nationaux sont engagés en vue de faciliter l'application de la Démarche Qualité dans les structures de Recherche et Développement.

SOUS DOMAINE 8B-1 : R & D ET ATN EN SANTE

Axe 1: Radiobiologie appliquée à la radiothérapie

- **Thème 1 :** Etude des effets cellulaires moléculaires et génétiques des radiations
- **Thème 2 :** Etude des effets des dommages radio induits sur la réponse cellulaire
- **Thème 3 :** Radiosensibilité/radiorésistance des cellules

Axe 2: Radiobiologie appliquée à la radioprotection

- **Thème 1 :** Dosimétrie biologique
- **Thème 2 :** Radioprotection chimique

Axe 3 : Applications des rayonnements au traitement des produits pharmaceutiques, articles médicaux et tissus biologiques

- **Thème 1 :** Stérilisation et décontamination des produits pharmaceutiques et cosmétiques, plantes médicinales et des tissus biologiques,

Axe 4: application des rayonnements à la synthèse des biomatériaux.

- **Thème 1 :** Radio-traitement de matériaux polymériques (synthèse et stérilisation)

Axe 5: nouvelles techniques thérapeutiques,

- **Thème 1 :** Développement en Protonothérapie
- **Thème 2 :** Développement en Boronothérapie

SOUS DOMAINE 8B-2 : R & D ET ATN DANS L'INDUSTRIE

Axe 1 : Contrôle non destructif par radiographie, gammagraphie, neutronographie

- **Thème 1 :** CND par radiographie
- **Thème 2 :** CND par gammagraphie, y compris le gamma-scanning,
- **Thème 3 :** Etude de matériaux et systèmes par neutronographie (statique et dynamique)
- **Thème 4 :** Applications des traceurs chimiques et isotopiques pour le diagnostic des procédés industriels (station d'épuration des eaux...)

Axe 2: Dosage et caractérisation des éléments à l'aide de techniques nucléaires (INAA, NAA, DNC, PGNA, XRF, PIXE, RBS, NRA et PIGE)

- **Thème 1 :** Analyse par faisceaux d'ions
- **Thème 2 :** Analyse par activation neutronique (y compris à l'aide de neutrons épithermiques)

Axe 3 : Faibles radioactivités.

- **Thème 1 :** Analyse par spectrométrie gamma

Axe 4 : étude de la matière condensée à l'aide de spectromètres neutroniques (SANS, SDN, Réflectométrie),

- **Thème 1** : Etude structurale et magnétique des matériaux (SDN),
- **Thème 2** : Analyse de structures micellaires et étude des macromolécules (SANS)
- **Thème 3** : Caractérisation de monochromateurs (optique neutronique) (Réflectométrie Neutronique)

Axe 5 : Etude des effets de l'irradiation (gamma, neutrons, particules chargées) sur les matériaux.

- **Thème 1** : Résistance des matériaux à l'irradiation aux neutrons
- **Thème 2** : Défauts induits par irradiation

Axe 6 : Radiotraitement des matériaux

- **Thème 1** : Amélioration des propriétés de matériaux par irradiation,
- **Thème 2** : Transmutation des déchets nucléaires par irradiation

SOUS DOMAINE 8B-3 : R & D ET ATN EN ALIMENTATION ET AGRICULTURE

Axe 1 : Amélioration des plantes par radio mutagénèse

- **Thème 1** : Résistance/Tolérance aux stress (maladies, insectes et facteurs biotiques)
- **Thème 2** : Etude génétique des mutants induits (utilisation de marqueurs moléculaires).

Axe 2: Application des rayonnements à la valorisation des sous produits agricoles

- **Thème 1** : Valorisation des polymères naturels

Axe 3: Application des techniques nucléaires à la lutte contre les ravageurs

- **Thème 1** : Développement de la technique l'insecte stérile
- **Thème 2** : Désinsectisation par irradiation

Axe 4 : Application de l'irradiation à la conservation des denrées alimentaires

Axe 5 : Contrôle des contaminants et résidus dans les aliments et l'environnement

- **Thème 1** : Analyse des résidus des pesticides (sang, lait, aliments, plantes et sols)

Axe 6 : Application des techniques radio-immunologiques et immuno-enzymatiques à la production et en santé animale.

- **Thème 1** : Amélioration de la production de viande et de lait (RIA de la progestérone)

SOUS DOMAINE 8B-4 : R & D ET ATN EN HYDROLOGIE

Axe 1 : Hydrochimie des ions majeurs, des éléments en traces et de la géochimie isotopique à l'étude des ressources en eau.

- **Thème 1 :** Etude des ressources en eaux souterraines partagées en zones transfrontalières
- **Thème 2 :** Gestion intégrée et protection des ressources en eau, en zones endoréiques, côtières et sahéliennes

Axe 2 : Techniques isotopiques et nucléaires appliquées en sédimentologie dynamique

- **Thème 1 :** Étude des mécanismes d'envasement des barrages et d'ensablement des ouvrages portuaires

Axe 3 : Applications des techniques de traçage chimique et isotopique en hydrologie de surface.

- **Thème 1 :** Analyse de la sûreté des barrages et réservoirs artificiels (détection des fuites)

Axe 4 : Nouvelles techniques d'analyse et de traçage

SOUS DOMAINE 8B-5 : R & D ET ATN EN ENVIRONNEMENT

Axe 1 : Contrôle de la Pollution Air, Terre, Mer, y compris le contrôle de la contamination radioactive,

- **Thème 1 :** Radioécologie pour le contrôle de la Contamination Côtière
- **Thème 2 :** Mesure et évaluation des radionucléides et polluants non-radioactifs, dans l'environnement terrestre

Axe 2 : Elimination de polluants à l'aide des techniques et technologies nucléaires (Effluents liquides, Boues)

- **Thème 1 :** Radiotraitement des effluents et boues
- **Thème 2 :** Application de l'irradiation au développement de matériaux adsorbants

SOUS DOMAINE 8B-6 : R & D ET ATN DANS LES DOMAINES DE LA GEOLOGIE, L'ARCHEOLOGIE ET LA CONSERVATION DU PATRIMOINE CULTUREL

Axe 01: Géochronologie appliquée à la géologie, la géochimie, l'archéologie, l'anthropologie, la paléoclimatologie, la paléohydrologie,...

- **Thème 1 :** Datation au radiocarbone
- **Thème 2 :** Datation par la technique des traces de fission.
- **Thème 3 :** Datation par la technique de thermoluminescence (LT) et de la Simulation par Luminescence Optique (OSL).

Axe 02 : Faisceau d'ions et patrimoine culturel

- **Thème 1 :** Analyse et caractérisation d'échantillons archéologiques
- **Thème 2 :** Développement et mise au point de méthodes d'analyse par faisceaux extraits.

DOMAINE 09 : PRODUCTION ET DEVELOPPEMENT DES APPLICATIONS DES RADIOISOTOPES

Introduction

Les radio-isotopes produits par des réactions nucléaires dans un réacteur de recherche ou dans un cyclotron offrent des applications multiples dans la vie quotidienne, à savoir celui de la santé, de l'industrie, de l'agriculture et de la recherche, et peuvent être utilisés soit directement, soit fixés sur des molécules organiques, inorganiques ou biologiques appelées « traceurs » ou encore « vecteurs ».

Ils permettent d'exécuter certaines tâches mieux, plus facilement, plus vite, et à meilleur prix que par le biais des méthodes concurrentes.

Ils sont de plus en plus utilisés dans les pays développés comme dans les pays en développement malgré l'émergence d'autres méthodes (exemples : IRM et SCANNER pour la santé).

L'ensemble de ces paramètres converge vers la mise en place d'un programme prioritaire de recherche scientifique et de développement de la technologie destiné à la production des radio-isotopes et des produits associés « radiopharmaceutiques » pour la santé, « traceurs » et « sources scellées » pour l'industrie et l'agriculture, afin de contribuer au développement socio-économique du pays.

Axe 1 : production et développement des applications des radio-isotopes en santé humaine :

Les applications des radio-isotopes dans le domaine de la santé humaine offrent des méthodes variées qui permettent de prévenir, diagnostiquer et traiter les maladies. Ces applications sont prises en charge par la médecine nucléaire qui offre des techniques qui sont essentielles dans plusieurs spécialités allant de l'oncologie à la pédiatrie, la cardiologie et la neuropsychiatrie.

- **Thème 1** : Développement de la production des radioisotopes par réacteur
- **Thème 2** : Développement de la production des radiopharmaceutiques pour le diagnostic in vivo
- **Thème 3** : Développement de la production des radiopharmaceutiques pour la thérapie
- **Thème 4** : Développement de la production de sources scellées pour la curiethérapie
- **Thème 5** : Développement de la production de radio-isotopes par cyclotron
- **Thème 6** : Développement de la production de radiopharmaceutiques in vitro
- **Thème 7** : Développement de la production d'anticorps monoclonaux

Axe 2 : production et développement des applications des radio-isotopes dans l'industrie :

Les radio-isotopes sont largement utilisés dans le secteur de l'industrie soit sous forme de sources scellées (Contrôle Non Destructif) ou sous forme de traceurs (mesure des débits, détermination des fuites, ...).

Les radio-isotopes les plus utilisés en Algérie dans le secteur de l'industrie sont l'Iridium-192, le Sélénium-75, le Tritium, le Césium-137 et le Cobalt-60.

- **Thème 1** : Production et application des radio-isotopes pour le Contrôle Non Destructif
- **Thème 2** : Production et application des radio-isotopes en gamma scanning, mesure de densité et diagraphie des puits

DOMAINE 10 : RADIOPHYSIQUE MEDICALE

Introduction

Les rayonnements ionisants sont utilisés à des fins de diagnostics et/ou thérapeutiques de maladies telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires, rénales, endocriniennes... Le cancer est globalement une cause principale de la mort des humains à travers le monde. L'incidence mondiale des cancers augmente de façon très importante ces dernières années. L'incidence mondiale durant les quinze prochaines années va augmenter de 50%.

Les développements technologiques des équipements de diagnostic et de traitements (accélérateurs linéaires modernes, tomothérapie, IRM, PET, TPS 3D, ...) ont conduit à l'introduction de techniques de diagnostic et de traitement de plus en plus sophistiquées (3D CRT, IMRT, SRS, ...). Par conséquent, la mise en œuvre d'un programme de R&D en physique médicale est devenue un élément essentiel et nécessaire pour contribuer à garantir une efficacité optimale dans l'exécution des traitements en radiothérapie et une radioprotection efficace des patients traités.

Le programme National de Recherche en Physique Médicale vise à :

✓ *Contribuer à la maîtrise et à la mise en œuvre des techniques modernes de diagnostic et de traitement.*

✓ *Développer et améliorer les méthodes et outils de caractérisation et de mesures des champs de rayonnements.*

✓ *Contribuer à l'amélioration de l'efficacité des procédures thérapeutiques et/ou diagnostiques et à garantir une meilleure protection du patient.*

Axe 1 : Interaction Rayonnement matière et effets biologiques

- **Thème 1** : Mécanismes d'interaction et de dépôts d'énergie
- **Thème 2** : Processus d'interaction dans les détecteurs et dosimètres utilisés en radiophysique
- **Thème 3** : Effets des rayonnements ionisants sur les tissus biologiques

Axe 2 : Méthodes de calcul appliquées à la radiophysique

- **Thème 1** : Modèles de calcul de dose en radiophysique (radiothérapie, médecine nucléaire et radiodiagnostic)

- **Thème 2** : Méthodes d'optimisation et problèmes inverses en radiophysique
- **Thème 3** : Processus de transport et simulation Monte Carlo pour les rayonnements ionisants
- **Thème 4** : Méthodes mathématiques et algorithmes appliqués à l'imagerie diagnostique (RX, CT, mammographie,...) et isotopique (SPECT, PET)

Axe 3 : Maîtrise et développement des techniques et des sources d'irradiation

- **Thème 1** : Développement et caractérisation des détecteurs, dosimètres et équipements auxiliaires utilisés en radiophysique
- **Thème 2** : Etude et caractérisation des éléments radiopharmaceutiques utilisés en médecine nucléaire (imagerie isotopique et thérapie métabolique)
- **Thème 3** : Développement et caractérisation des sources de rayonnements et des équipements auxiliaires utilisées en radiothérapie
- **Thème 4** : Développements d'outils et de procédures de dosimétrie clinique

Axe 4 : Assurance Qualité

- **Thème 1** : Maîtrise et Mise en Œuvre des procédures d'assurance qualité des équipements
- **Thème 2** : Maîtrise et Mise en Œuvre des procédures d'assurance qualité des plannings de traitement

Axe 5: Métrologie des rayonnements ionisants

- **Thème 1** : Maîtrise et Mise en Œuvre des techniques de standardisation des sources de rayonnements utilisés en médecine
- **Thème 2** : Maîtrise et Mise en Œuvre des techniques d'audits dosimétriques des faisceaux utilisés en médecine